

© С.В. СОЛОВЬЕВА, Е.В. ПУСТОВИТ

svsolov@mail.ru, katy_pustovit@icloud.com

УДК [612.1+612.1]:612.766.1

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ
СИСТЕМЫ И БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА
У ЛИЦ С ПОВЫШЕННЫМ И НОРМАЛЬНЫМ
АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ ПОД ВЛИЯНИЕМ
ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ УМЕРЕННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ**

АННОТАЦИЯ. Целью исследования являлось изучение динамики показателей кардиореспираторной системы и биоимпедансного анализа под влиянием силовой и аэробной нагрузки умеренной интенсивности у лиц с нормальным и повышенным уровнем артериального давления.

В исследовании принимали участие 111 человек: 63 мужчины и 48 женщин. В результате исследования выявлено, что среди лиц с нормальным и повышенным уровнем артериального давления достоверных различий в реакции показателей на физическую нагрузку отмечено не было, но у лиц с нормальным уровнем артериального давления отмечалась более высокая скорость изменения показателей биоимпедансного анализа, что связано с лучшими адаптационными возможностями кардиореспираторной системы. При анализе результатов воздействия силовой нагрузки был отмечен рост индекса массы тела за счет мышечной массы, что привело к повышению сердечно-сосудистого риска. Аэробные нагрузки способствовали росту тонуса мускулатуры без ее гипертрофии и более быстрой сердечной адаптации. Таким образом, любая физическая нагрузка способствует улучшению самочувствия и снижению рисков развития сердечно-сосудистых заболеваний, но для лиц с повышенным уровнем артериального давления предпочтительнее аэробные тренировки.

SUMMARY. The aim of the study was to investigate the dynamics of the cardiorespiratory system and bioimpedance analysis of patients with normal and elevated blood pressure under the influence of power and aerobic exercise of moderate intensity.

The study involved 111 people. There were 63 men and 48 women. We have found that among people with normal and high blood pressure there are no significant differences in the indicators under study in response to physical stress; but people with normal blood pressure had a higher rate of change of the indicators of bioimpedance analysis, which is associated with a better adaptation capacity of their cardiorespiratory system. Analysis of the effects of physical exercises revealed an increase in the body mass index due to increase in the muscle mass. This leads to increase in the cardio-vascular risk. Aerobic exercises contributed to the growth of muscle tone without its hypertrophy and a faster cardio adaptation. Thus, any physical activity helps to improve health and reduce the risk of cardiovascular diseases, but for those with elevated blood pressure aerobic exercise is preferable.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Физическая нагрузка, кардиореспираторная система, биоимпедансный анализ.

KEY WORDS. Physical activity, cardiorespiratory system, bioimpedance analysis.

Физические нагрузки используются разными категориями граждан для достижения своих конкретных целей. Для спортсмена целью тренировки является достижение высоких спортивных результатов, для лиц, занимающихся оздоровительной физкультурой — повышение функциональных возможностей организма, для людей с отклонениями в показателях здоровья целью становится восстановление качества жизни [1] посредством выявления факторов риска и их устранением. Для эффективного ведения тренировочного процесса или курса лечения необходимо наличие обратной связи — какое воздействие и какую степень выраженности оказывает та или иная физическая нагрузка на организм занимающегося. Благодаря такой информации появляется возможность контролировать течение тренировочного или лечебного процесса, корректировать величину и интенсивность используемых нагрузок, а так же следить за динамикой функционального состояния организма. Для получения обратной связи о влиянии физической нагрузки на организм необходимо использовать разные объективные и субъективные методы. Разработка адекватных методик профилактики и реабилитации возможна только при внедрении в методики оценки влияния физической нагрузки научных подходов [2]. В данном случае использовались: измерение артериального давления на плечевой артерии методом Короткова, ручное (пальпаторное) определение частоты сердечных сокращений на лучевой артерии, антропометрия, спирометрия и биоимпедансный анализ состава тела.

Артериальное давление — один из важнейших параметров, характеризующий работу кровеносной системы. Повышение давления на каждые 10 мм.рт.ст. увеличивает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний на 30%. У людей с повышенным давлением в семь раз чаще развиваются нарушения мозгового кровообращения, вследствие чего могут формироваться сосудистые катастрофы; в четыре раза чаще — ишемическая болезнь сердца, в два раза чаще поражения сосудов ног, особенно это опасно у лиц со сниженным уровнем двигательной активности [3].

Частота сердечных сокращений является динамически меняющимся показателем, который отражает способность организма реагировать на разные воздействующие факторы. Адаптация организма к физической нагрузке в значительной мере определяется повышением активности сердечно-сосудистой системы, которая проявляется в повышении частоты сердечных сокращений, повышении сократительной способности миокарда, увеличении ударного и минутного объема крови [4-5]. Знания об изменениях частоты сердечных сокращений при выполнении физической нагрузки необходимы для анализа и оценки деятельности организма, для расчета границ тренировочных зон, а также используются при составлении и реализации тренировочных программ [6-7]. На основании зависимости между частотой сердечных сокращений и специфической спортивной деятельности разработаны стандарты общей физической работоспособности [8-9].

Антропометрия — один из основных методов антропологического исследования, который заключается в измерении тела человека и его частей с целью установления возрастных, половых и других особенностей физического строения, позволяющий дать количественную характеристику их изменчивости. Окружность талии используется как достоверный показатель наличия или отсутствия

абдоминального ожирения, которое согласно критериев стратификации риска сердечно-сосудистых осложнений при повышенном артериальном давлении относится к модифицируемым факторам.

Биоимпедансный анализ тела наиболее современный, безопасный, неинвазивный метод изучения состава тела человека, основанный на различиях в электропроводности составляющих его тканей ввиду различного содержания в них жидкости и электролитов. Около 90% всех измерений методом биоимпедансного анализа в мировой практике проводится с использованием одночастотных интегральных эпизодических измерений с расположением электродов на щиколотке и запястье с зондирующим током на частоте 50 кГц [10].

Всего было обследовано 111 человек: 63 (56,7%) мужчины и 48 (43,2%) женщин.

У 64 (57,6%) человек из 111 было отмечено повышение уровня артериального давления в покое, у 47 (42,4%) нормальный уровень АД из них 8 (17,02%) мужчин и 39 (82,98%) женщин.

Среди лиц с повышенным уровнем АД было 54 (84%) мужчины и 10 (16%) женщин. С нормальным уровнем артериального давления 82,98% женщин и 17,02% мужчин.

Среди мужчин с повышенным уровнем АД отмечено:

1. Снижение ЖЕЛ (по данным портативной спирометрии) у 24 человек (44,4%).

Жизненная емкость легких снижена у 44,4% обследованных мужчин с повышенным уровнем артериального давления, у 55,6% мужчин этой группы жизненная емкость легких находится в границах нормы.

2. Индекс массы тела выше нормы у 59,3% мужчин данной группы обследованных, у 40,7% в пределах нормы.

3. Жировая масса 70,4% мужчин выше нормы, в 29,6% в границах нормы.

4. Активная клеточная масса снижена у 57,4%.

5. Уровень скелетно-мышечной массы снижен у 75,9%, у 24% находится в границах нормы.

6. Количество общей жидкости ниже нормы в организме у 16,7% мужчин этой группы, у 83,3% показатели жидкости в пределах нормы.

У мужчин с нормальным уровнем АД полученные данные исходных отклонений от нормы не могут считаться достоверными из-за малого количества исследованных.

Среди женщин с повышенным уровнем артериального давления:

Жизненная емкость легких снижена у 70% женщин с повышенным уровнем артериального давления, 30% женщин данной группы имеют нормальные показатели жизненной емкости легких.

Индекс массы тела выше нормы у 60% женщин в данной группе.

Избыток жировой массы у 70% обследованных женщин с повышенным уровнем артериального давления.

Сниженные показатели активной клеточной массы у 90% женщин с повышенным уровнем артериального давления.

Уменьшение количества скелетно-мышечной массы у 80% женщин.

Снижение количества общей жидкости в организме у 40% женщин в группе с повышенным уровнем артериального давления, у 60% показатели жидкости в границах нормы.

Отклонения от нормы исходных показателей у женщин с нормальным уровнем артериального давления отмечено:

- 1) снижения ЖЕЛ по данным портативной спирометрии у 17 человек (43,6%);
- 2) повышенный ИМТ у 5 человек (12,8%);
- 3) увеличенное количество жировой массы у 10 человек (25,6%);
- 4) уменьшение количества активной клеточной массы у 19 человек (48,7%);
- 5) снижение скелетно-мышечной массы у 24 (61,5%).

Таким образом у лиц с нормальными показателями артериального давления, в отличие от лиц с повышенным уровнем артериального давления, отмечен более низкий уровень индекса массы тела (ни одного случая с индексом массы тела более 30кг/м²), меньший процент лиц с повышенным количеством жировой массы в организме. Показатели жизненной емкости легких, активной клеточной массы, скелетно-мышечной массы у лиц с различным уровнем артериального давления (нормальным и повышенным) значительных отличий не имели.

По данным контроля динамики были получены следующие данные.

Под влиянием аэробной нагрузки у мужчин отмечено снижение индекса массы тела, показателей содержания жира в организме, увеличение количества активной клеточной массы, возросла скелетно-мышечная масса и показатели жизненной емкости легких. От 25%-85% отметили нормализацию самочувствия, появление социальной активности и стабилизацию показателей артериального давления. Наиболее показательные данные получены при контроле динамики в период 16-24 недели от начала тренировок.

У лиц с нормальным уровнем артериального давления динамика показателей схожа с группой обследованных с повышенным уровнем артериального давления, но скорость изменения данных более выражена, что связано с лучшими адаптационными возможностями здорового организма.

Под влиянием силовой нагрузки снижение индекса массы тела происходит медленнее, чем при аэробной нагрузке, а в 12,3% случаев было отмечено увеличение индекса массы тела за счет роста и гипертрофии мышечной ткани [11], что влечет за собой повышение сердечно-сосудистого риска. Колебание показателей менее устойчиво, и выраженность динамики наблюдается лишь к исходу 24 недели.

Динамика показателей в зависимости от уровня артериального давления имела схожую тенденцию, но у лиц с повышенным уровнем артериального давления скорость изменения показателей была ниже, а характер изменения был неустойчивым, лабильным.

В группе женщин, подвергавшихся преимущественно аэробной нагрузке, отмечена положительная динамика показателей индекса массы тела, жизненной емкости легких, жировой массы, скелетно-мышечной массы. Уровень активной клеточной массы имел неустойчивую динамику, что связано с социально активным образом жизни и психоэмоциональной нагрузкой на работе и в быту.

У женщин с нормальным уровнем артериального давления, в сравнении с группой обследованных с повышенным уровнем артериального давления, динамика показателей имела схожую направленность без выраженных различий, но качественный уровень достигнутых показателей был выше, что связано с большей дисциплинированностью женщин, но у лиц с повышенным уровнем артериального давления скорость изменения показателей была ниже, что связано со снижением адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы.

Силовая нагрузка у женщин привела к росту скелетно-мышечной массы в 100% случаев, снижению жировой массы, увеличению активной клеточной массы и жизненной емкости легких. Наиболее выраженные показатели динамики отмечаются в период 16-24 недели от начала регулярных тренировок.

Вне зависимости от пола аэробная нагрузка привела к снижению индекса массы тела, уменьшению количества жировой клетчатки, увеличению тощей массы и активной клеточной массы, увеличению тонуса скелетно-мышечной массы. Стабилизацию уровня артериального давления и нормализацию самочувствия отметили 85,7% обследованных с повышенным уровнем артериального давления. Увеличение жизненной емкости легких произошло в 23,5% случаев.

Силовая нагрузка в целом оказала положительное влияние на показатели кардиореспираторной системы, но в ряде случаев произошло увеличение скелетно-мышечной массы, что повлекло за собой рост индекса массы тела, а, следовательно, и повышение сердечно-сосудистого риска.

Таким образом, при всех видах нагрузки как у мужчин, так и у женщин отмечается тенденция к стабилизации артериального давления, снижению числа эпизодов повышения артериального давления, возрастает переносимость физической нагрузки. Но при выполнении преимущественно силовых физических упражнений отмечается повышение индекса массы тела за счет значительного роста количества скелетно-мышечной массы, отмечено увеличение количества жировой клетчатки у 30% исследованных, что влечет за собой повышение сердечно-сосудистого риска, в отличие от преимущественно аэробных тренировок, которые формируют выносливость кардио-респираторной системы, способствуют жиросжиганию, приводят к тонизированию скелетно-мышечной массы без ее выраженной гипертрофии. Среди лиц с нормальным и повышенным уровнем артериального давления значительных различий в реакции на физическую нагрузку отмечено не было, но изменение показателей биоимпедансного анализа тела под влиянием силовой и аэробной нагрузки у лиц с нормальным уровнем АД достигало высоких цифр в более короткие сроки, что, скорее всего, связано с лучшими адаптационными возможностями кардио-респираторной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландырь А.П., Ачкасов А.А. Мониторинг сердечной деятельности в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте. М., 2011.
2. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта. М., 2002.
3. Беляев О.В. Комплексный анализ факторов риска артериальной гипертонии лиц, занятых управленческим трудом // Кардиология. 2006. № 4
4. Руненко С.Д. Врачебный контроль в фитнесе // Советский спорт. 2009.
5. Сокрут В.Н. Медицинская реабилитация в спорте. Донецк: Каштан, 2011.

6. Winter, E., Jones, A., Davison, R. Sport and exercise physiology testing guidelines. The British Association of sport and exercise sciences guide. London, New-York, Routledge. 2007
7. Bourdon, P. Blood lactate transition thresholds: concepts and controversies// Physiological tests for elite athletes. Ed Gore C. Human Kinetics. Champaign, 2000
8. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов // Советский спорт. 2005.
9. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Борисова Ю.А. Гемодинамическая реакция при статических и динамических нагрузках у спортсменов // Физиология человека. 2002. № 2
10. Стрюк А.И., Леонова Е.Н., Гостева О.В. Атерогенная дислипидемия фактор риска сердечно-сосудистых катастроф у больных с ревматоидным артритом // Медицинский вестник МВД. 2005.
11. Ингерлейб М. Анатомия физических упражнений. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.

REFERENCES

1. Landyr', A.P., Achkasov, A.A. *Monitoring serdechnoj dejatel'nosti v upravlenii trenirovochnym processom v fizicheskoj kul'ture i sporte* [Monitoring of Heart Activity in Training Process Management in Physical Education and Sport]. M., 2011 (in Russian).
2. Smirnov, V.M., Dubrovskij, V.I. *Fiziologija fizicheskogo vospitaniya i sporta* [Physiology of Physical Education and Sport]. Moscow, 2002 (in Russian).
3. Beljaev, O.V. Complex Analysis of Risk Factors of Arterial Hypertension Among Managerial Staff. *Kardiologija — Cardiology*. 2006. № 4 (in Russian).
4. Runenko, S.D. Medical Control in Fitness. *Sovetskij sport — Soviet Sport*. 2009.
5. Sokrut, V.N. *Medicinskaja reabilitacija v sporte* [Medical Rehabilitation in Sport]. Donetsk: Kashtan, 2011 (in Russian).
6. Winter, E., Jones, A., Davison, R. Sport and exercise physiology testing guidelines. *The British Association of sport and exercise sciences guide*. London, New-York, Routledge, 2007.
7. Bourdon, P. Blood lactate transition thresholds: concepts and controversies. *Physiological tests for elite athletes*. Ed Gore C. *Human Kinetics*. Champaign, 2000.
8. Belotserkovskij, Z.B. Ergometric and Cardiologic Criteria of Physical Capability among Sportsmen. *Sovetskij sport — Soviet Sport*. 2005 (in Russian).
9. Belotserkovskiy, Z.B., Lyubina, B.G., Borisova, Yu.A. Hemodynamic reaction under Static and Dynamic Loads among Sportsmen. *Fiziologija cheloveka — Human Physiology*. 2002. № 2 (in Russian).
10. Strjuk, A.I., Leonova, E.N., Gosteva O.V. Atherogenic Dyslipidemia as a Risk Factor of Cardio-Vascular Catastrophes among Patients Suffering from Rheumatoid Arthritis. *Medicinskij vestnik MVD — Medical Herald of the Ministry of Domestic Affairs*. 2005 (in Russian).
11. Ingerlejb, M. *Anatomija fizicheskikh uprazhnenij* [Anatomy of Physical Exercises]. Rostov-on-Don: Feniks, 2009. (in Russian).