

Методологические особенности проведения функционального тестирования взрослого населения

М.Г.Агаджанян, М.В.Чшмаритян

*Кафедра физиологии и спортивной медицины
Армянского государственного института физической культуры
0070, Ереван, ул.А.Манукяна, 11*

Ключевые слова: оздоровительная физическая культура (ОФК), функциональные пробы, протокол тестирования, гемодинамические показатели, возрастные группы, вегетативная регуляция, адаптационные механизмы

В спортивно-медицинской и кардиологической практике существует множество функциональных проб, изучающих пути адаптации сердечно-сосудистой системы (ССС) к различному виду нагрузок и оценивающих резервные возможности организма, что позволяет осуществить выбор необходимого двигательного режима. Особое значение уделяется провокационным пробам (Stress Tests), имеющим диагностическое значение в практической кардиологии [5,8,16,17].

При проведении функциональных проб исследуется в основном ранний период восстановления, отражающий срочный эффект воздействия нагрузки, тем более что непосредственно после ее прекращения симпатическая активация продолжается, и по "инерции" вегетативных механизмов сохраняются изменения последней ступени нагрузки. Этот период называется переходным процессом восстановления. Динамические наблюдения за срочными эффектами создают представление о постепенно формирующемся механизме долговременной адаптации к оздоровительным тренировкам [3].

По мнению Д.М.Аронова [7], с какой бы целью ни применялись пробы с физической нагрузкой, физиологическое обоснование их применения в любом случае едино: физическая нагрузка является идеальным и самым естественным видом провокации, позволяющим оценить полноценность физиологических компенсаторных механизмов организма, а при наличии явной или скрытой патологии – степень функциональной неполноценности кардиореспираторной системы. Согласно определению А.Г.Дембо и Э.В.Земцовского [10], функциональные пробы должны быть стандартными и четко дозированными, ибо только в этих

условиях можно сравнить данные, полученные у разных лиц или у одного и того же человека в динамике. Как предупреждают авторы, неправильным представляется использование функциональных проб до "отказа", до "изнеможения", поскольку существует возможность крайне неблагоприятных последствий как в период проведения нагрузки, так и в процессе восстановления.

Основными задачами тестирования в спортивной медицине является изучение адаптации организма к различным воздействиям, оценка восстановительных процессов и физической работоспособности спортсменов. С этой целью применяется ряд функциональных проб с различным характером возмущающих воздействий: физическая нагрузка, изменение положения тела в пространстве, натуживание, изменение газового состава вдыхаемого воздуха и др. [11]. Для изучения и оценки функциональных изменений ССС спортсменов нами были применены нагрузочные тесты, соответствующие специфике вида спорта [2].

В спорте накоплен также определенный опыт проведения комплексного тестирования. В практике сборных команд бывшей ГДР широко применялась функциональная проба Шеллонга: это сочетание ортостатической пробы с физической нагрузкой (50 приседаний для взрослых и 20 приседаний для подростков или 2 раза подряд подъем на 25 ступенек) [12]. Для оптимального подбора основных критериев построения тренировочного процесса, соотношения объема и интенсивности нагрузок, а также для научно обоснованного отбора в спорте была предложена и апробирована двухмоментная проба: активная ортостатическая проба по общепринятой методике с регистрацией ритмограммы и гарвардский степ-тест с расчетом индекса, известного в спортивной медицине как ИГСТ [13]. По сути эти оба подхода имеют одинаправленное значение: оценка состояния вегетативной нервной системы (ВНС) с помощью изменения положения тела в пространстве и исследование общей работоспособности спортсмена.

В практической кардиологии также были предложены сочетания функциональных проб для оценки проведенных кардиореабилитационных мероприятий. Н.С.Нерсисян [14] предлагает проведение ортостатической и велоэргометрической (ВЭМ) нагрузки для больных после перенесенного инфаркта миокарда, т.е. исследуется вегетативное обеспечение сердечно-сосудистой деятельности и работоспособность больных. Однако автор не указывает, проводится ли тестирование одномоментно или между двумя пробами проходит определенный промежуток времени.

Данные о проведении комплексного тестирования у занимающихся многолетней оздоровительной тренировкой практически отсутствуют. Оценивая весь арсенал функциональных проб в практике спортивной медицины и клинической кардиологии, следует отметить, что для суждения об их эффективности в практике оздоровительной тренировки

необходимо не только учитывать удобство реализации и форму оценки результатов тестирования, но и определить их соответствие тем реальным ситуациям, которые встречаются в быту, производственных процессах, на тренировке и занятиях ОФК.

Целью настоящего исследования является обоснование методологии проведения комплексного функционального тестирования взрослого населения, в частности, женщин среднего и пожилого возраста, занимающихся ОФК на протяжении многих лет. Предложенный протокол тестирования предусматривает различные виды нагрузок и не имеет аналогов в обработанной нами литературе.

Материал и методы

В исследовании приняли участие 100 женщин. Женщины, составившие основной контингент исследования (61 человек), регулярно посещают группу здоровья при АрмГИФК и занимаются ОФК по единой методике, разработанной и апробированной Е.С.Акопян [6]. Исследования проводились в научно-исследовательском центре физической культуры и спорта при АрмГИФК. Принимая во внимание особенности циркадных изменений вегетативного обеспечения сердечно-сосудистой деятельности, а также во избежание биоритмологических погрешностей, весь комплекс тестирования проводился в первой половине дня.

Исследуемые были распределены на 3 возрастные группы, при этом также учитывался стаж занятий в группе здоровья: в I группу вошли женщины 65-75 лет со стажем занятий ОФК 20 лет и более, во II—женщины 55-65 лет со стажем занятий ОФК 10-15 лет, в III—женщины 35-54 лет со стажем занятий ОФК 5-7 лет. Контрольную группу составили 39 женщин, ведущих малоподвижный образ жизни.

В ходе исследования проводились измерения частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД) по методу Н.С.Короткова в покое, на высоте нагрузки, на 5-й и 10-й минутах восстановления. Все тестирование сопровождалось регистрацией ЭКГ в 12 общепринятых отведениях. Изучалась амплитуда и полярность зубца Т в I, III, aVL, aVF стандартных отведениях и V_2 , V_3 , V_5 , V_6 грудных отведениях. Были также рассчитаны некоторые индексы: двойное произведение (ДП), двойное диастолическое произведение (ДДП) [2] и др., а также ударный и минутный объемы сердца (УО и МОС), общее периферическое сопротивление, сердечный индекс (СИ).

В протокол исследования вошли последовательно чередующиеся функциональные пробы (4-моментная функциональная проба), предусматривающие различные виды возмущающих воздействий на организм занимающихся ОФК и разносторонне оценивающих адаптационные

резервы CCC [4].

Протокол 4-моментной функциональной пробы:

1. Ортостатическая проба, выявляющая вегетативные сдвиги CCC вследствие изменения положения тела в пространстве (по общепринятой методике).

2. Велоэргометрическая проба, изучающая работоспособность организма и воздействие динамической нагрузки на CCC (по методике Л.И.Абросимовой и В.Е.Карасик [1]). Проба состоит из одномоментной 5-минутной стандартной нагрузки мощностью в 300 кгм/мин с определением PWC_{150} .

3. Проба с изометрической нагрузкой, определяющая степень воздействия статической нагрузки на CCC (проба проводится с помощью кистевого динамометра, нагрузка равна половине предельной).

4. Гипервентиляционная проба, провоцирующая гипоксию и гипскапнию (по щадящей методике – 20 глубоких форсированных дыхательных движений за 30 сек).

Результаты и обсуждение

При создании протокола тестирования учитывалось, что продолжительность предложенного комплекса функциональных проб (60 ± 7 мин) приравнивается к продолжительности самого занятия, а типы воздействия на организм при каждой пробе соответствуют реальным бытовым и тренировочным ситуациям. Последовательность функциональных проб логически и научно обоснована.

Известно, что любая физическая деятельность отражает состояние ВНС, в частности, приводит к симпатикотонической активности. Однако первая (ортостатическая) и последняя (гипервентиляционная) пробы наиболее широко оценивают симпатическое влияние нагрузки на гемодинамические показатели [9]. Об этом свидетельствует проведенный нами корреляционный анализ между показателями гемодинамики, сердечного выброса и некоторых расчетных индексов. Выявлена достоверная положительная связь (особенно в I и II возрастных группах) между показателями ЧСС, АДс, ДП, МОС и УО при ортостатическом воздействии и гипервентиляционной пробе (таблица). В контрольных группах значительной корреляционной связи между отмеченными показателями не обнаружено.

Уместно в данном случае отметить, что сочетание ортостатической и гипервентиляционной проб имеет важное диагностическое значение у больных нейроциркуляторной дистонией, ишемической болезнью сердца, гипертонической болезнью и при различных типах гипертрофии левого желудочка [8, 9, 15].

Таблица

Коэффициенты корреляции (r) между показателями гемодинамики при ортостатическом воздействии и гипервентиляционной пробе в 3 возрастных группах

Показатели Группа	ЧСС	АДс	АДд	ДП	ДДП	МОС	УО
I	0.89	0.68	0.30	0.61	0.40	0.78	0.68
II	0.76	0.69	0.29	0.59	0.41	0.79	0.70
III	0.64	0.54	0.25	0.58	0.38	0.52	0.61

Характерно, что при ортопробе, как и при гипервентиляции, первостепенную роль играют вертикальное положение тела, уменьшение венозного возврата и, как следствие, отклонение электрической оси зубца Т влево. Нами был проведен корреляционный анализ между амплитудами зубцов T_{V_5} и T_{V_6} в ортостазе и при форсированном дыхании. Выявлены высокие коэффициенты корреляции (особенно в I и II группах занимающихся) между амплитудами зубца T_{V_5} при ортостатическом воздействии и T_{V_5} при гипервентиляционной пробе (I группа – $r=0.76$, II группа – $r=0.79$, III группа – $r=0.50$), а также между амплитудами зубцов T_{V_6} при вышеуказанных нагрузках (I и II группы – $r=0.75$, III группа – $r=0.48$). В контрольной группе значительной корреляционной связи между указанными амплитудами зубцов Т не обнаружено.

Заслуживают внимания также однонаправленные изменения зубцов T_{V_5/V_6} при ортостатической и гипервентиляционной пробах, которые прогрессивно уменьшаются в течение всего периода реституции (рисунк).

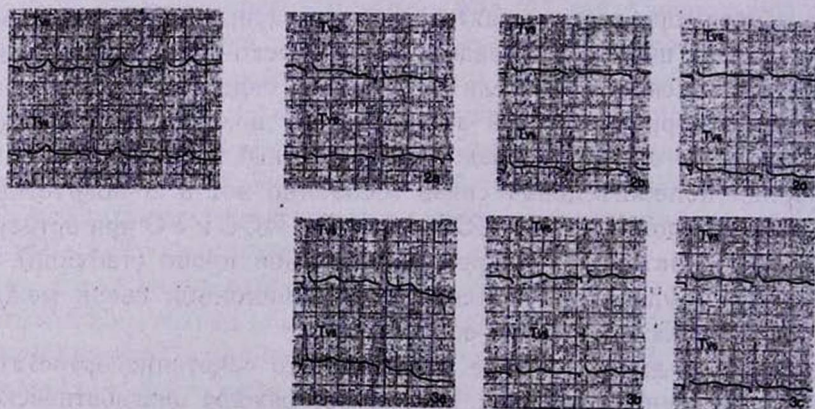


Рисунок. Амплитуда зубцов T_{V_5} и T_{V_6} при ортостатической и гипервентиляционной пробах:

- 1 – исходные данные; 2а – ортостаз перед нагрузкой, 2б – ортостаз 5-я мин реституции, 2с – ортостаз 10-я мин реституции;
3а – гипервентиляция перед нагрузкой, 3б – гипервентиляция 5-я мин реституции, 3с – гипервентиляция 10-я мин реституции

Такую реакцию $T_{v5 \cdot v6}$ мы считаем нормальной в связи с особенностями сокращения свободной стенки левого желудочка. Подобная реакция отмечается также и у спортсменов при выполнении нагрузок различного характера [2].

Таким образом, мы исследовали состояние ВНС как в начале тестирования, так и в конце. Повышение тонуса симпатической нервной системы при нагрузке приводит к увеличению количества катехоламинов, повышающих хронотропный и инотропный эффекты сердечного сокращения. При этом происходит большой приток Ca^{2+} в клетку с его депонированием, что приводит к еще большему напряжению миокарда и учащению ЧСС [18]. Поэтому гипервентиляционную пробу, как достаточно нагрузочную, мы проводили в конце тестирования.

Пробы с динамической (велозергометрия) и статической (динамометрия) нагрузками дополняют общую картину вегетативного обеспечения сердечно-сосудистой деятельности. Важно учесть и тот факт, что в структуре занятий ОФК нагрузки динамического (бег, прыжки, танцевальные элементы и др.) и статического (упражнения на растяжку, силовые нагрузки и др.) характера обычно занимают основную часть тренировки, т.е. середину занятия. Таким образом, предложенный комплексный протокол тестирования идентичен не только по продолжительности занятия в группе здоровья, но и по структуре и характеру применяемых нагрузок.

В дополнение к вышеизложенному следует добавить, что изменение положения тела в пространстве (ортостаз), статическая нагрузка и гипервентиляционная проба вызывают уменьшение венозного возврата. Поэтому мы считаем нецелесообразным при функциональном тестировании взрослого населения проводить эти пробы друг за другом, во избежание длительного влияния аналогичного воздействия и возможных отрицательных последствий.

Глубокий и всесторонний анализ гемодинамических и ЭКГ показателей выявил определенные закономерности адаптационных сдвигов ССС и ВНС при многолетней оздоровительной тренировке:

1. В процессе долговременной адаптации к занятиям ОФК происходит экономизация деятельности ССС, которая при исследовании исходного вегетативного тонуса выражается в урежении ЧСС, понижении АД, снижении величин ДП и ДДП. Отмечается развитие гипокINETического типа кровообращения, особенно в старшей возрастной группе ($СИ = 2.12 \pm 0.18$), при этом наименьшие величины СИ (1.64–1.93) были получены у самых пожилых женщин, старше 75 лет со стажем занятий в группе здоровья более 20 лет. Во II возрастной группе $СИ = 2.51 \pm 0.21$; в III возрастной и контрольной группах СИ значительно выше.

2. При тестировании наблюдаются адекватные каждой пробе изменения гемодинамических показателей. В основной группе приспособ-

собительные реакции носят более рациональный характер по сравнению с контрольной. Наиболее адекватные изменения гемодинамических показателей и расчетных индексов выявлены во II возрастной группе занимающихся.

3. В ЭКГ оценке функционального тестирования необходимо основываться на изменениях амплитуды зубцов T_{V_5, V_6} . Выявлено прогрессирующее снижение амплитуды зубца T после ортостатического воздействия и гипервентиляционной пробы и увеличение его после ВЭМ нагрузки, что следует расценивать как нормальную реакцию на эти нагрузки.

4. Стандартизация и четкая дозированность проведения предложенной 4-моментной пробы позволяют выделить гемодинамические типы реакций на различные виды нагрузки у практически здоровых людей и обеспечить достоверное сопоставление результатов обследования одного и того же тренирующегося в разные периоды многолетних занятий.

5. Учитывая возрастающую роль профилактической медицины и осмысление оздоровительного эффекта научно обоснованной физической активности, данный протокол может быть рекомендован для тестирования и скрининговых исследований разных возрастных групп населения, занимающихся ОФК.

6. Интегральная оценка функциональных и адаптационных резервов организма при проведении предложенной 4-моментной функциональной пробы дает возможность интерпретировать полученные данные, выявить новые критерии оценки функционального тестирования взрослого населения.

Поступила 04.02.08

Մեծահասակների ֆունկցիոնալ թեստավորման անցկացման մեթոդոլոգիական առանձնահատկությունները

Մ.Գ. Աղաջանյան, Մ.Վ. Ճշմարիտյան

Տրված է սրտանոթային համակարգի համալիր թեստավորման տեսական ու գործնական հիմնավորումը: Առաջարկվում է առողջարարական ֆիզիկական կուլտուրայով զբաղվող տարեց կանանց օրգանիզմի հարմարողական մեխանիզմների հետազոտության և գնահատման տվյալների արձանագրման նոր եղանակ: Ֆունկցիոնալ թեստավորման արդյունքների հիման վրա կատարված է սրտանոթային համակարգի ռեակցիայի տիպերի որոշումը ֆիզիկական կուլտուրայով զբաղվող կանանց շրջանում: Յուրաքանչյուր ֆունկցիոնալ փորձի ընթացքում էլեկտրասրտագրության տարբեր արտածումներում, մասնավորապես V_5 , V_6 , բացահայտված ու նկարագրված են T ատամիկի տատանման մեծության ու բևեռականության նոր մեկնաբանություններ:

Methodological peculiarities of functional testing in adults**M.G.Aghajanyan, M.V.Tshmarityan**

This article gives the overview of theoretical and practical bases of application of a combined exercise-testing protocol for adults. The testing protocol promotes the evaluation of vegetative regulation of CVS in elderly women. The suggested exercise-testing enables to classify hemodynamic types of CVS reaction in trained cohort of different age and gender. The research also demonstrates that deviation of repolarization to a lower extent is typical for the trial group, and that increase of T-wave in V_5 , V_6 leads appear more often in the trial group compared to the control.

Литература

1. Абросимова Л.И., Карасик В.Е. Определение физической работоспособности детей и подростков. Медицинские проблемы физической культуры. Киев, 1978, вып.6. с.38-40.
2. Агаджанян М.Г. Структурно-функциональные особенности "спортивного сердца" при долговременной и срочной адаптации к нагрузкам динамического, статического и смешанного типов. Автореф.дис. ... докт.мед.наук, Ереван, 2002, 34с.
3. Агаджанян М.Г., Карапетян А.В., Чшмаритян М.В. О применении нагрузочных проб в спортивной кардиологии. Научные труды V конгресса кардиологов Армении. Ереван, 2005, с.192-197.
4. Агаджанян М.Г., Чшмаритян М.В. Исследования адаптационных способностей организма при оздоровительной тренировке. Материалы республиканской научно-методической конференции, посвященной 60-летию со дня основания АрмГИФК. Ереван, 2005, с.148-149.
5. Адамян К.Г., Оганесян Л.С. Нагрузочные тесты и ишемическая болезнь сердца. /Под ред. Г.О.Бадаляна, Ереван, 1984.
6. Акопян Е.С. Особенности построения оздоровительной тренировки в процессе многолетних занятий на этапе "поддержания кондиции". Материалы 6-го Международного научного конгресса "Современный спорт и спорт для всех". Варшава, 2002, с.212-214.
7. Аронов Д.М. В кн.: Болезни сердца и сосудов. М., 1992, т. 1, с. 292-311.
8. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. М., 2003, с.157-159.
9. Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика. /Под ред. А.М.Вейна, М., 2000.
10. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология: Руководство для врачей. Л., 1989.
11. Карпман В.Л. Спортивная медицина. М., 1987.
12. Круцевич Т. Ю. Научные исследования в массовой физической культуре. Киев, 1985.
13. Маргазин В.А., Носков А.С. Кардиодиагностика в спорте на выносливость. Медицина и спорт, 2006, 2, с.19-21.
14. Нерсисян Н.С. Функциональная оценка эффективности санаторного этапа лечения больных, перенесших острый инфаркт миокарда, на курорте Арзни. Автореф.дис. ... канд.мед.наук, Ереван, 1986, с.5-7.

15. Сыркин А.Л., Вейн А.М., Ибатов А.Д., Сыркина Е.А., Баевский Р.М., Ибатова О.В. Особенности вегетативной регуляции и центральной гемодинамики у больных ишемической болезнью сердца с сопутствующей артериальной гипертензией и различными типами гипертрофии левого желудочка. Артериальная гипертензия, т. 9, 3, 2003.
16. Fletcher Gerald F., Balady G., Froelicher V.F., Howard H.L., Haskell W.L., Pollock M.L. Exercise Standards. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association, Circulation, 1995; 91:580.
17. Frolkis J.P., Curfman G.D., Hillis L.D. Continued ECG monitoring needed after exercise testing, N. Engl. J. Med., 2003; 348:775-776, 781-790.
18. Nakao K., Ohgushi M., Yoshimura M., Morooka K., Okumura K., Ogawa H. Hyperventilation as a specific test for diagnosis of coronary artery spasm, Am. J. Cardiol., 1997; 80 (5): 545-549.