

Significance of the Functional Test with Physical Load in Evaluation of the Effectivity of Treatment of Patients with Mitral Valve Disease

Summary

The tests with physical load and the study of the functional state of the cardiovascular system in patients with mitral valve disease allow to estimate objectively the complex therapy carried out for the treatment of patients with this pathology.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабский Е. Б., Иваницкая И. Н., Сыркин А. Л. В кн.: Нарушения ритма сердца. М., 1967, 91—97.
2. Новиков В. Т. Кардиология, 1970, 1, 130—135.
3. Гиттер А. В кн.: Справочник по клиническим функциональным исследованиям. М., 1960.
4. Остапук Ф. Е. В кн.: Мерцательная аритмия. М., 1973.
5. Венедиктова М. Г. Терапевтический архив, 1975, X, VII, 1, 78—86.
6. Гельштейн Г. Г., Бураковский В. И. Кардиология, 1981, 1, 19—23.

УДК 616.127—007.61.001.8/616.12—008.333

С. В. ГУСЬКОВ, Т. С. КИЛИНА, В. И. СЕЛЕЗНЕВ, Л. А. МИХАЙЛОВА

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВЫПОЛНЯЕМОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ПОДРОСТКОВ

В современной литературе сложилось мнение, что гемодинамические реакции организма человека на физическую нагрузку, оцениваемые обычно по одному или нескольким произвольно выбранным показателям [2, 5, 12, 13], определяются лишь мощностью выполняемой нагрузки.

Применение системного подхода [1, 10] и конкретной его реализации—метода системно-количественного анализа [7] функциональных систем организма—позволяет значительно повысить «разрешающую способность» количественной оценки системной гемодинамики.

Задачей настоящего исследования явилось изучение характера влияния частотного и силового компонентов физической нагрузки, а также соотношения скорости наращивания мощности и величины выполненной работы на системные показатели кардиогемодинамики у подростков, организм которых более чувствителен к изменениям параметров нагрузки [8].

Материал и методика. Исследования проводили на 15 мальчиках 12—13 лет, вес 48 ± 10 кг, рост 162 ± 11 см, работоспособность PWC_{170} [4] $18,5 \pm 2,6$ кгм/мин·кг (веса тела). В 3 сериях поставлено 53 экспе-

римента с синхронной регистрацией физиологических показателей в исходном состоянии покоя (сидя), при педалировании (60 оборотов в минуту) с «нулевой» мощностью и с нагрузками, схемы и параметры которых показаны на рис. 1. Регистрировали ударный и минутный объемы крови методом реографии на РПГ2-02, частоту сердечных сокращений (ЧСС)—по ЭКГ (стандартные отведения) на полиграфе 6НЕК-4 (ГДР), диастолическое ($АД_d$) и систолическое ($АД_c$) артериальное давление—сфигмоманометром Рива-Роччи; рассчитывали пульсовое артериальное давление ($АД_n$), общее (удельное) периферическое сопротивление ($ОПС_{уд}$), ударный (УИ) и сердечный (СИ) индексы, удельную мощность большого круга кровообращения $N_{уд}$ (б. к. к.) по известным формулам [3, 6]. Вычисляли синтетические индексы: УИ/ЧСС аналогичны с УО/ЧСС [9], а также $АД_n/АД_d$ и $УИ-АД_n/ЧСС-АД_d$. Вычисления производились с помощью ПЭКВМ «Электроника БЗ-21» по известным [11] или составленным нами программам. Достоверность различий оценивали по t -критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. На рис. 2 показана динамика изменения исследуемых показателей при увеличении частоты педалирования, а затем мощности нагрузки. При переходе от состояния мышечного покоя к педалированию с «нулевой» мощностью наблюдается резкое возрастание СИ на 40% от исходной величины (%И) этого показателя за счет прироста УИ на 25 И и ЧСС лишь на 12% И ($P<0,001$) при незначительном повышении АД. Такое возрастание объемного кровотока на фоне резкого понижения $ОПС_{уд}$ на 28% И ($P<0,001$) характеризует значительную активацию метаболизма, очевидно, избыточную при «нулевой» мощности внешней нагрузки. При увеличении мощности нагрузки при той же частоте педалирования вначале наблюдается «выравнивание» количественных сдвигов разных показателей (мощность $0÷5$ кГм/мин·кг). Возрастание СИ ($P<0,05$) происходит уже за счет увеличения ЧСС до 122% И ($P<0,001$) при стабилизации значений УИ и $ОПС_{уд}$ на прежнем уровне. Достоверно возрастает АД: $АД_n$ —на 12 И; $АД_{ср}$ —на 9% И. В дальнейшем, (мощность $5÷14$ кГм/мин·кг) при повышении силового компонента мощности нагрузки УИ не изменяются, значения $АД_d$ постепенно выходят на «плато», а линейное нарастание ЧСС (в среднем на 24% И при каждой «ступени» мощности 3,5 кГм/мин·кг) определяет пропорциональный прирост значений СИ. Последовательно повышается $АД_d$, $ОПС_{уд}$ медленно снижается до 56% И ($P<0,05$). В зоне «субмаксимальной» мощности ($14÷17,5$ кГм/мин·кг) наблюдается достоверное повышение $АД_d$ на 11% И и снижение УИ на 16% И. Величина СИ удерживается на прежнем уровне за счет ускоренного нарастания ЧСС (на 28% И; $P<0,001$).

Значения $N_{уд}$ б. к. к. линейно возрастают в среднем на 40% И при каждой (3,5 кГм/мин·кг) «ступени» мощности нагрузки на всем ее диапазоне (рис. 2Б), в отличие от динамики индексов УИ/ЧСС и $АД_n/АД_d$, которая носит нелинейный характер. В первой выделенной выше зоне мощности достоверно возрастает лишь УИ/ЧСС, во второй зоне наблю-

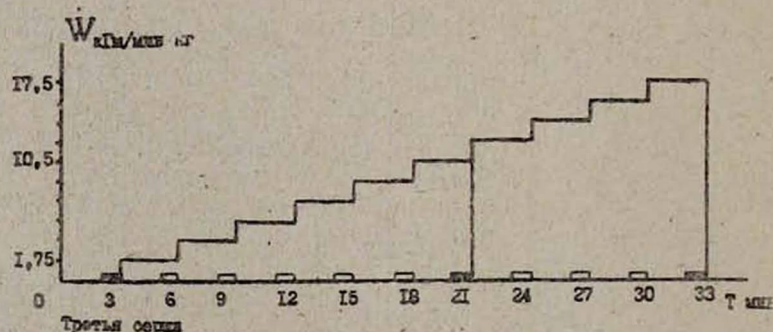
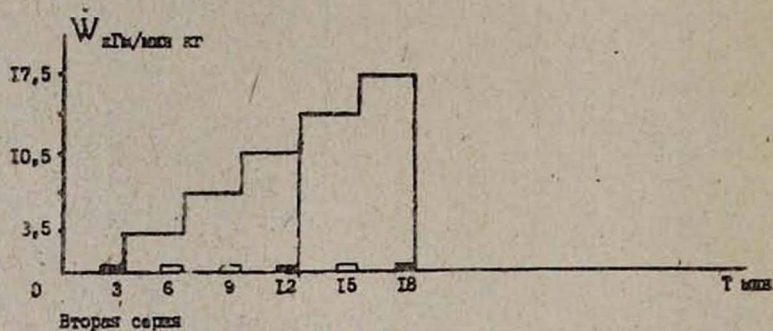
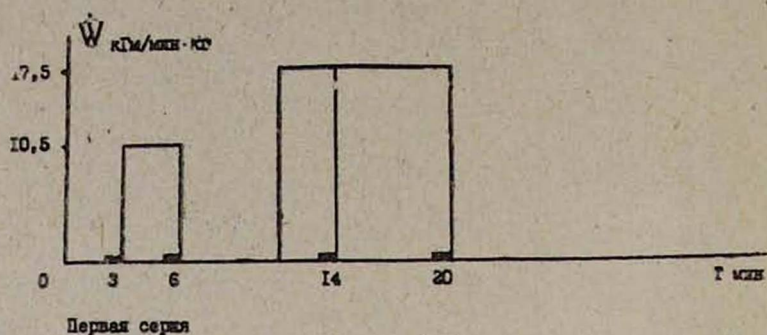
Таблица 1

Показатели кардиогемодинамики при отсутствии физической нагрузки; при педалировании с равными значениями мощности нагрузки, но с различными величинами приращения мощности и выполненной работы у 15 мальчиков-подростков, $M \pm m$

Факторы нагрузки	3 серия		I серия		II серия	III серия
Приращение мощности	исходное состояние покоя сидя	Педальирование с "нулевой" мощностью	17,5		3,5	1,75
Выполненная работа,			52,5	157,5	157,5	28*,8
Исследуемые показатели	О-я мин	3-я мин	14-я мин	20-я мин	18-я мин	33-я мин
УИ	$36 \pm 0,7$	$45 \pm 1,0$	$44 \pm 1,6$	$39 \pm 1,8$	$40 \pm 1,8$	$39 \pm 1,7$
ЧСС	$78 \pm 1,4$	$88 \pm 1,8$	$156 \pm 3,7$	$174 \pm 3,6$	$162 \pm 3,6$	$169 \pm 4,3$
АД _д	$73 \pm 1,1$	$75 \pm 0,9$	$78 \pm 2,0$	$86 \pm 3,0$	$90 \pm 2,1$	$96 \pm 2,0$
АД _п	$36 \pm 0,9$	$39 \pm 1,1$	$63 \pm 2,7$	$68 \pm 3,3$	$60 \pm 3,9$	$61 \pm 2,6$
СИ	$2,8 \pm 0,14$	$3,9 \pm 0,22$	$6,9 \pm 0,50$	$6,9 \pm 0,58$	$6,6 \pm 0,54$	$6,5 \pm 0,51$
ОПС _{уд}	1211 ± 61	917 ± 51	635 ± 51	640 ± 51	701 ± 67	744 ± 71
И _{уд} б. к. к.	$0,10 \pm 0,004$	$0,15 \pm 0,006$	$0,30 \pm 0,017$	$0,33 \pm 0,024$	$0,32 \pm 0,017$	$0,33 \pm 0,017$
УИ/ЧСС	$0,46 \pm 0,013$	$0,51 \pm 0,015$	$0,29 \pm 0,013$	$0,23 \pm 0,010$	$0,25 \pm 0,016$	$0,24 \pm 0,015$
АД _п /АД _д	$0,50 \pm 0,013$	$0,53 \pm 0,016$	$0,86 \pm 0,051$	$0,83 \pm 0,055$	$0,68 \pm 0,048$	$0,62 \pm 0,022$
УИ·АД _п	$0,23 \pm 0,007$	$0,27 \pm 0,012$	$0,24 \pm 0,018$	$0,19 \pm 0,014$	$0,17 \pm 0,014$	$0,15 \pm 0,011$
ЧСС·АД _д						

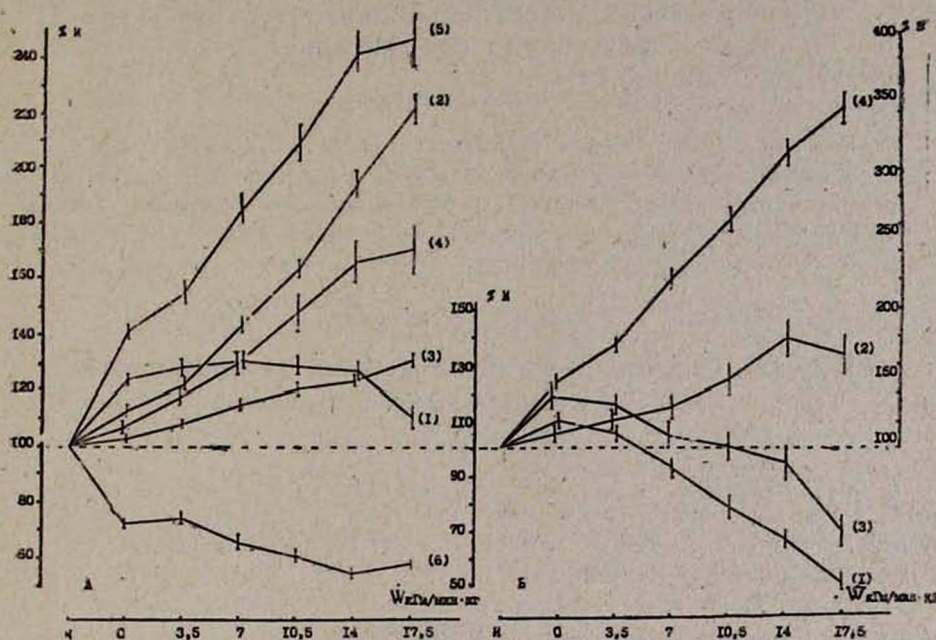
Обозначения: УИ/ЧСС, АД_п/АД_д и УИ·АД_п/ЧСС·АД_д — синтетические индексы, выраженные в условных единицах.

дается увеличение AD''/AD_x ($P < 0,01$) и снижение значений УИ/ЧСС до 68% И, в третьей зоне мощности оба показателя имеют тенденцию к снижению. Индекс УИ·АД / ЧСС·АД выявляет двухфазный характер динамики (рис. 2Б, 3). После заметного возрастания на 18% И ($P < 0,01$) в первой зоне мощности, наблюдается спад и стабилизация его значений на исходном уровне и дальнейшее их снижение до 70% И в зоне «субмаксимальной» мощности нагрузки.



В табл. 1 сравниваются средние величины исследуемых показателей при педалировании с «нулевой» мощностью и в исходном состоянии, а также данные по сериям при педалировании с одинаковой «субмаксимальной» мощностью, но разным соотношениям скорости наращивания

мощности и величины выполненной работы. Различные соотношения дифференциального и интегрального мощностных факторов не сказываются с достоверностью на значениях $N_{уд}$ б. к. к., ОПС_{уд}, СИ и АД_п, в то время как для показателей УИ, ЧСС, АД_д, а, в особенности, для индексов АД_п/АД_д, УИ/ЧСС и УИ·АД_п/ЧСС·АД_д они приводят к достоверным различиям средних величин. При этом значения индекса УИ/ЧСС тем ниже, чем больше выполненная работа, а АД_п/АД_д тем выше, чем больше скорость наращивания мощности. Показано также достоверное возрастание значений УИ и УИ/ЧСС при переходе от статического усилия поддержания сидячей позы в исходном состоянии к динамической нагрузке «нулевой» мощности. Это согласуется с данными [6], свидетельствующими о снижении ударного объема крови и возрастании ЧСС при силовых статических напряжениях.



Заключение. Характерная динамика показателей $N_{уд}$ б. к. к., ОПС_{уд}, СИ и АД_п, пропорциональная мощности выполняемой нагрузки, а также отсутствие достоверного влияния на их величины как частотно-силовой пропорции мощности, так и ее интегрально-дифференциальных характеристик, позволяет говорить о регулировании этих показателей «по мощности», что согласуется с данными литературы [5] и подтверждается физиологическим значением этих показателей для поддержания уровня метаболизма, адекватного энергорасходу организма [8, 15].

Индекс УИ/ЧСС отражает влияние степени частотно-силовой уравновешенности, выполняемой нагрузки на организм. Величина индекса

AA_n/DD_n не зависит от частотно-силовой пропорции нагрузки, и, очевидно, отражает влияние на организм соотношения: «скорость нарастания мощности/величина выполненной работы».

Значения индекса $\frac{УИ \cdot АД_n}{ЧСС \cdot АД_n}$ достоверно изменяются при смещении как частотно-силовой, так и мощностной дифференциально-интегральной уравниваемости нагрузки и могут служить показателем степени взаимоскомпенсированности влияний этих факторов на организм человека.

НИИ нормальной физиологии им. П. К. Анохина

Поступила 2/III 1983 г.

Ս. Վ. ԴՈՒՍԿՈՎ, Տ. Ս. ԿԻԼԻՆԱ, Վ. Ի. ՍԵԼԵԶՆՅՈՎ, Լ. Ա. ՄԻԽԱՅԼՈՎԱ

ԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ԲԱՐՑԱՆ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՎՐԱ
ԱԶԴՈՂ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԾԱՆՐԱՔՆՈՒՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՖԱԿՏՈՐՆԵՐԻ
ՏԱՐՔԵՐԱԿՎԱԾ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո մ

Մանրաբնակչության տարբեր ռեժիմներով 12—13 տարեկան տղաների մոտ հեծանվառաջխառնալիության տեսալուսանկարման ժամանակ ցույց է տրված, որ նրա ուժային և հաճախականության կոմպոնենտների, ինչպես նաև կատարած աշխատանքի զուգարի և հզորության աճի արագության հարաբերությունը տարբերակված ձևով են ազդում սրտային արյան շրջանառության մի շարք ցուցանիշների նշանակության վրա:

S. V. Gouskov, T. S. Kilina, V. I. Seleznyov, L. A. Mikhaylova

Differentiative Effect of the Physical Load on the Circulative Indices in Adolescents

S u m m a r y

In veloergometrical testing of 12—13 years old boys with different regimens of physical load it has been shown that the correlations of its power and frequent components as well as the speed of the power increase and the action influence differentially some cardiohemodynamic indices

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Анохин П. К. Принципы системной организации. М., Медицина, 1973.
2. Аудик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. М., Медицина, 1979.
3. Бураковский В. И., Лищук В. А., Соколов М. В. В кн.: Применение математических моделей в клинике сердечно-сосудистой хирургии. М., 1980, 62—70.
4. Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. М., Ф и С, 1974.
5. Карпман В. Л., Любина Б. Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М., Ф и С, 1982.
6. Костомарова Л. Г., Цетков А. А. Тер. архив, 1981, 4, 98—100.
7. Медеяновский А. Н. Успехи физиологических наук, 1982, 3, 96—126.
8. Мотылянская Р. Е., Стогова Л. И., Иорданская Ф. А. Физическая культура и возраст. М., Ф и С, 1967.
9. Пирогова Г. В. Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1976.
10. Судаков К. В. Функциональные системы организма. М., Наука, 1976.
11. Францвич Л. И. Обработка результатов биологических экспериментов на микро-ЭВМ «Электроника БЗ-21». Киев. Наукова думка, 1979.
12. Astrand P.—O., Rodahl K. Textbook of work physiology. N. Y.—London, 1970.
13. Carlsten A., Grimby G. The circulatory response to muscular experience in man. Springfield, Thomas, 1966.