

# ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФАКТОРНОЙ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ С.А. ДУШАНИНА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕАКЦИИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

Голец В.А., Евдокимов Е.И.

Институт здоровья, спорта и туризма Классического частного университета

Запорожский Национальный Университет

**Аннотация.** Представлены результаты применения методики многофункциональной экспресс-диагностики. Дана оценка вегето-сосудистой регуляции. Рассмотрены возможности для прогнозирования реакции учащейся молодежи на физическую нагрузку. Показаны устойчивые коррелятивные связи между амплитудными и частотными параметрами электрокардиограммы. Они позволяют выделить лиц "зоны риска" и предупредить нежелательные последствия физической тренировки. Исследование демонстрирует однотипность групп студентов и школьников по соотношению различных видов метаболизма.

**Ключевые слова:** методика, студент, школьник, электрокардиограмма, физическая нагрузка

**Анотація.** Голець В.О., Евдокімов Е.І. Застосування багатофакторної експрес-діагностики С.О. Душаніна для прогнозування реакції на фізичне навантаження. Представлено результати застосування методики багатофункціональної експрес-діагностики. Дано оцінку вегето-судинної регуляції. Розглянуто можливості для прогнозування реакції учнівської молоді на фізичне навантаження. Показано стійкі корелятивні зв'язки між амплітудними і частотними параметрами електрокардіограми. Вони дозволяють виділити осіб "зони ризику" і попередити небажані наслідки фізичного тренування. Дослідження демонструє однотипність груп студентів і школярів по співвідношенню різних видів метаболізму.

**Ключові слова:** методика, студент, школяр, електрокардіограма, фізичне навантаження

**Annotation.** Holets V.A., Evdokimov E.I. The employment of S.A. Dushanins multifactorial express diagnostics for predicting response to physical stress. The results of application of method of multifunction express diagnostics are presented. The estimation of the vegetovascular regulation is given. Possibilities are considered for prognostication of reaction of studying young people on the physical loading. Steady correlative connections are rotined between the peak and frequency parameters of electrocardiogram. They allow to select persons of "risk area" and to warn the undesirable consequences of the physical training. Demonstrates research of the same type of groups of students and schoolboys on correlation of different types of metabolism.

**Keywords:** methodology, student, pupil, electrocardiogram, physical training

## **Введение.**

Проблема прогнозирования реакции организма человека на физическую нагрузку всегда была и остается в поле особого внимания спортивных медиков, тренеров и всех специалистов, работающих в сфере физической культуры. Постоянно совершенствуются методы функциональной диагностики, биохимического, гематологического и иных видов контроля за состоянием здоровья физкультурников и спортсменов [3,4]. В то же время, к сожалению, нередки фатальные случаи, в том числе и на обычных занятиях физкультурой. Введенные изменения в порядок проведения уроков физкультуры в школах, возможно изменят отношение к оцениванию уровня функциональной готовности учеников и студентов высших учебных заведений, однако вопрос о достаточности применения в начале года теста Руфье для этих целей, является, на наш взгляд, весьма проблематичным.

Одной из методик оценки функциональной подготовленности, не требующим выполнения физических нагрузок значительной интенсивности, является многофакторная экспресс - диагностика по методу проф. С.А. Душанина, позволяющая без нагрузочных тестов, применения газоанализаторов и инвазивных методов исследования получить ориентировочное представление об основных параметрах аэробного и энергетического метаболизма. Однако относительная

субъективность трактовки результатов этого исследования, трудоемкость в вычислениях породила определенный скепсис у специалистов. В настоящее время существует программное обеспечение, позволяющее объективизировать и ускорить процесс оценки результатов пробы, что и послужило поводом к выполнению данного исследования.

Данная работа выполнена в рамках научной темы "Теоретико-методические основы физического воспитания и физической реабилитации разных групп населения" номер госрегистрации 0107U004193.

### **Цель, задачи работы, материал и методы.**

*Цель работы* - проанализировать данные, полученные при проведении многофакторной экспресс-диагностики С.А. Душанина у студентов высших учебных заведений и учащихся школ и оценить их взаимосвязь с другими методами функциональной диагностики с целью прогнозирования реакции организма на физическую нагрузку.

*Организация исследования.* Исследование проводилось на кафедрах физической реабилитации Института здоровья, спорта и туризма Классического Приватного Университета г. Запорожья и медико-биологических основ физической культуры Запорожского Национального Университета. В нем приняли участие 104 студента Института здоровья спорта и туризма и 162 школьника. Для оценки параметров энергообеспечения использовался комплекс КАРДИОЛАБ с функциями ВСР (вегето - сосудистая регуляция) и МД (методика Душанина). Регистрация производилась в состоянии покоя, предварительная оценка включала автоматическое формирование предварительного лингвистического заключения. В случае отсутствия противопоказаний в дальнейшем испытуемый выполнял тест PWC170 путем велоэргометрирования с применением комплекса "KETLER". После выполнения теста немедленно предлагалось повторно пройти регистрацию параметров. Для оценки изменений сердечного ритма проводилась запись состояния его вегетативной регуляции (ВСР) до и после нагрузки. По ВСР оценивались 34 показателя, характеризующих активность и взаимоотношение отделов вегетативной нервной системы на разных уровнях регуляции [6]. Полученные данные обрабатывались методами параметрического и непараметрического анализа с использованием стандартного пакета программ Statistica 8.0 с расчетом критериев Стьюдента, Пирсона и Спирмена (недостовверные связи не учитывались).

### **Результаты исследований.**

Полученные результаты, обработанные с расчетом критерия Стьюдента, представлены в таблицах 1 - 5. Согласно предложенной автором методики терминологии, использовались следующие термины: анаэробно - креатинфосфатный механизм "взрывная сила" или "креатинфосфат", анаэробно - гликолитический механизм - "скорость" или "лактат", аэробная мощность - выносливость или "МПК" [1].

Таблица 1

*Показатели многофакторной экспресс-диагностики С.А. Душанина у учеников 6 классов*

Параметр		Первая группа	Вторая группа	Процент изменений	Достоверность
Анаэробно - креатинфосфатный механизм "взрывная сила"	мальчики	36,14±1,272	28,11±1,568	-22,2	P<0,001
	девочки	31,23±1,735	23,01±1,220	-26,3	P<0,01
Анаэробно - гликолитический механизм - "скорость"	мальчики	36,27±1,422	28,31±2,577	-22,0	P<0,05
	девочки	32,09±1,619	24,54±1,831	-23,5	P<0,01
Аэробная мощность - выносливость	мальчики	72,89±3,342	71,62±2,181	-1,7	p>0,05
	девочки	73,60±2,165	70,30±2,859	-4,5	p>0,05
Аэробная экономичность W ПАНО,%	мальчики	66,56±1,018	72,25±2,043	+8,5	P<0,01
	девочки	68,91±1,450	74,19±1,875	+7,7	P<0,05
ЧСС ПАНО уд/ мин.	мальчики	177,89±2,095	166,88±1,878	-6,2	P<0,001
	девочки	175,50±2,634	169,04±2,591	-3,7	p>0,05
Общая метаболическая емкость (способность противостоять утомлению)	мальчики	212,93±2,343	195,64±1,334	-8,2	P<0,001
	девочки	206,33±2,633	192,14±3,483	-6,9	P<0,01

Таблица 2

*Показатели многофакторной экспресс-диагностики С.А. Душанина у учеников 7 классов*

Параметр		Первая группа	Вторая группа	Процент изменений	Достоверность
Анаэробно - креатинфосфатный механизм "взрывная сила"	мальчики	33,01±0,821	23,30±1,157	-29,4	P<0,001
	девочки	28,19±0,392	25,14±2,672	-10,9	p>0,05
Анаэробно - гликолитический механизм - "скорость"	мальчики	36,19±1,447	29,32±1,967	-19,0	P<0,01
	девочки	30,60±1,563	28,56±2,079	-6,7	p>0,05
Аэробная мощность - выносливость	мальчики	73,12±0,807	68,76±1,926	-6,0	P<0,05
	девочки	73,88±3,342	69,18±1,856	-6,4	p>0,05
Аэробная экономичность W ПАНО,%	мальчики	66,28±0,780	71,43±1,479	+7,7	P<0,01
	девочки	69,48±1,709	70,52±1,764	+1,5	p>0,05
ЧСС ПАНО уд/ мин.	мальчики	176,47±1,393	168,58±2,608	-4,5	P<0,01
	девочки	176,75±1,815	167,67±3,145	-5,2	P<0,05
Общая метаболическая емкость (способность противостоять утомлению)	мальчики	211,79±1,946	193,00±1,739	-8,9	P<0,001
	девочки	204,50±3,295	193,5±2,131	-5,4	P<0,001

Таблица 3

Показатели многофакторной экспресс-диагностики С.А. Душанина у учеников 8 классов

Параметр		Первая группа	Вторая группа	Процент изменений	Достоверность
Анаэробно - креатинфосфатный механизм "взрывная сила"	мальчики	36,81±4,589	22,35±1,200	-39,3	P<0,001
	девочки	28,14±1,135	21,13±0,427	-25,0	P<0,001
Анаэробно - гликолитический механизм - "скорость"	мальчики	36,65±1,729	28,08±1,837	-23,4	P<0,01
	девочки	32,82±2,458	24,26±1,159	-26,1	P<0,01
Аэробная мощность - выносливость	мальчики	73,76±1,744	68,74±1,366	-7,9	P<0,05
	девочки	74,26±3,265	75,13±1,776	+1,0	p>0,05
Аэробная экономичность W ПАНО,%	мальчики	66,98±1,370	72,66±1,418	+8,5	P<0,05
	девочки	69,32±2,358	75,60±1,178	+9,1	P<0,05
ЧСС ПАНО уд/ мин.	мальчики	175,20±2,783	169,40±1,288	-3,3	p>0,05
	девочки	176,20±3,732	175,00±3,731	-0,6	p>0,05
Общая метаболическая емкость (способность противостоять утомлению)	мальчики	211,64±3,083	192,08±1,847	-9,3	P<0,001
	девочки	204,60±2,885	197,71±2,195	-3,42	p>0,05

Таблица 4

Показатели многофакторной экспресс-диагностики С.А. Душанина у учеников 9 классов

Параметр		Первая группа	Вторая группа	Процент изменений	Достоверность
Анаэробно - креатинфосфатный механизм "взрывная сила"	мальчики	33,10±2,421	24,71±1,187	-25,4	P<0,001
	девочки	28,36±1,160	22,189±0,767	-21,8	P<0,01
Анаэробно - гликолитический механизм - "скорость"	мальчики	33,11±1,603	28,53±1,740	-13,9	p>0,05
	девочки	31,98±1,368	24,26±1,546	-24,2	P<0,01
Аэробная мощность - выносливость	мальчики	71,52±2,574	64,83±1,659	-9,4	P<0,05
	девочки	76,42±2,093	71,92±1,459	-5,9	p>0,05
Аэробная экономичность W ПАНО,%	мальчики	66,77±1,909	70,06±1,047	+4,9	p>0,05
	девочки	70,37±0,830	72,87±1,420	+3,6	p>0,05
ЧСС ПАНО уд/ мин.	мальчики	174,64±1,812	164,23±1,834	-6,0	P<0,001
	девочки	178,63±1,564	170,70±1,507	-4,4	P<0,01
Общая метаболическая емкость (способность противостоять утомлению)	мальчики	207,93±4,130	189,41±2,042	-8,9	P<0,001
	девочки	206,81±1,818	193,10±1,621	-6,6	P<0,001

## Показатели многофакторной экспресс-диагностики С.А.Душанина у студентов в возрасте 19-21 год

Параметр		Первая группа	Вторая группа	Процент изменений	Достоверность
Анаэробно - креатинфосфатный механизм "взрывная сила"	юноши	31,1±0,92	26,5±2,7	-14,8	P<0,05
	девушки	32,1±1,31	27,8±1,27	-13,4	P>0,05
Анаэробно - гликолитический механизм - "скорость"	юноши	34,5±1,18	24,3±0,60	-29,6	P<0,05
	девушки	41,0±2,26	22,8±1,21	-44,4	P<0,05
Аэробная мощность - выносливость	юноши	66,7±1,11	67,7±1,04	+1,5	P>0,05
	девушки	69,0±1,26	69,3±4,03	+0,04	P>0,05
Аэробная экономичность W ПАНО, %	юноши	66,0±0,88	73,6±0,9	+11,5	P<0,01
	девушки	63,0±1,43	75,2±1,98	+19,4	P>0,05
ЧСС ПАНО уд/ мин.	юноши	167,3±1,51	165,6±1,43	-1,1	P>0,05
	девушки	173,1±1,75	167,3±4,86	-3,4	P>0,05
Общая метаболическая емкость (способность противостоять утомлению)	юноши	198,4±1,36	192,1±1,3	-3,2	P<0,05
	девушки	205,2±2,16	195,1±3,86	-1,5	P>0,05

На основании предварительно сформированного компьютерного заключения, учащиеся были распределены в первую группу (удовлетворительное и хорошее состояние восстановленности, тренированности) и вторую группу, для которых формулировались заключения по следующим типам:

1. Не рекомендуются скоростно - силовые упражнения.
2. Опасность возникновения переутомления, перегрузки.
3. Восстановление снижено или недостаточное.
4. Тренировки под контролем врача и подобное.

При анализе причин подобной трактовки обращает внимание на себя тот факт, что у учащихся вторых групп отмечается снижение, чаще всего, показателей анаэробно-креатинфосфатного механизма, анаэробно-гликолитического механизма, показателя частоты сердечных сокращений на уровне порога анаэробного обмена (ЧСС ПАНО), несколько реже - аэробной экономичности (W ПАНО), аэробной мощности и общей метаболической емкости. Обращает на себя внимание тот факт, что абсолютные показатели по каждому параметру существенно не изменяются в возрастном интервале от 12 лет до 21 года, что, естественно, не соответствует общепринятым представлениям о возрастных изменениях процессов биоэнергетики. Это связано, по нашему мнению с природой полученных данных, которые вычисляются на основании отношений амплитуд зубцов R и S в отведениях V3R, V2, V6 дифференциальной электрокардиограммы, отражающей только электрическую активность миокарда. Из этого следует, что методика не может использоваться для сравнения лиц различных возрастных групп. В то же время, в одной возрастной группе она позволяет с достаточной степенью вероятности (не менее 95%) провести первичный скрининг для выявления людей со скомпрометированной сердечно-сосудистой системой, низкой тренированностью, высоким утомлением и иными видами предпатологических и патологических состояний.

В результате врачебно-педагогических наблюдений оказалось, что во вторую группу (41% от общего количества обследованных) вошли лица, недавно перенесшие респираторные заболевания, страдающие вегето-сосудистой дистонией, синдромом перетренированности, острым физическим переутомлением, а также психоэмоциональным стрессом. В отличие от автора методики, мы также не считаем возможным применять при описании полученных результатов использовать предложенную размерность (например, в миллимолях лактата на литр

для оценки анаэробно-гликолитического механизма), что противоречит всем имеющимся данным, полученным путем биохимических исследований [5]. Также не может отождествляться показатель аэробной мощности и МПК (максимального потребления кислорода), так как это делается в авторской методике. Это подтверждается данными таблицы № 6, из которой следует, что показатели креатинфосфата, лактата практически не изменяются после выполнения такой мощной нагрузки, как в тесте PWC 170. Такое заключение, естественно неприемлемо.

Таблица 6

*Динамика показателей многофакторной экспресс-диагностики С.А. Душанина у студентов под влиянием теста PWC<sub>170</sub>*

Параметр	До нагрузки	После нагрузки	Достоверность
Анаэробно - креатинфосфатный механизм "взрывная сила"	31,6±2,04	32,6±5,02	P>0,05
Анаэробно - гликолитический механизм - "скорость"	31,5±2,08	31,3±2,68	P>0,05
Аэробная мощность - выносливость	65,1±1,06	64,3±1,66	P>0,05
Аэробная экономичность W ПАНО, %	67,6±1,66	67,5±1,81	P>0,05
ЧСС ПАНО уд/ мин.	164,2±1,25	163,1±6,26	P>0,05
Общая метаболическая емкость (способность противостоять утомлению)	195,8±2,45	195,7±5,85	P>0,05

Учитывая, что важное место в обеспечении физической работоспособности принадлежит сбалансированности процессов вегето-сосудистой регуляции, мы провели корреляционный анализ взаимосвязи параметров методики С.А. Душанина, базирующихся на амплитудных параметрах электрокардиограммы и параметров ВСР, рассчитываемых на основе частотных компонентов ЭКГ. В результате анализа данных, полученных в состоянии покоя были сделаны определенные предположения (табл. 7).

Таблица 7

*Коэффициент корреляции показателей ВСР и методики С.А. Душанина по Пирсону*

Показатель	Креатинфосфат	Лактат	МПК	W pano	ЧСС пано	ОМЕ
Xmin	-0,6471	-	-	-	-	-
	P<0,02	-	-	-	-	-
Xmax	-0,7063	-	-	-	-	-
	P<0,005	-	-	-	-	-
Mo	-0,5548	-	-	-	-	-
	P<0,05	-	-	-	-	-
L	-	-	-	-	-	-0,5354
	-	-	-	-	-	P<0,05
VLF	-	-	-	-0,5581	-	-
	-	-	-	P<0,05	-	-
W	-	-	-	-	-	-0,5359
	-	-	-	-	-	P<0,05
S	-	-	-	-	-	-0,5352
	-	-	-	-	-	P<0,05

Между показателями Xmin (наиболее короткий нормальный кардиоинтервал), Xmax (наиболее длинный нормальный кардиоинтервал), Mo (мода, наиболее часто встречающиеся значения RR- интервала, соответствующие наиболее вероятному уровню функционирования систем регуляции) и показателем анаэробно - креатинфосфатного механизма ("взрывная сила" или "креатинфосфат"), существует весьма тесная отрицательная корреляционная связь, то есть, проявляется зависимость частотных и амплитудных параметров ЭКГ. При этом такая же степень

связи обнаруживается между показателем VLF, являющегося вегетативным признаком тревоги и наблюдающегося при стрессе, физической нагрузке, кардиальной патологии и аэробной экономичностью (иными словами, чем выше степень стресса, тем меньше аэробная экономичность). Тесная взаимосвязь показателей L (амплитуда регуляторных влияний вегетативной нервной системы), W (мера активности парасимпатического звена) и S (суммарный абсолютный уровень) с значением общей метаболической емкости (ОМЕ) подтверждает постулат о роли симпатической нервной системы в реализации метаболизма мышечного сокращения [2].

В еще более выраженной степени взаимосвязь между исследованными параметрами проявилась при оценке показателей ВСР, полученных немедленно после выполнения теста РWC 170 (табл. 8)

Таблица 8

*Коэффициент корреляции показателей ВСР и методики С.А.Душанина по Пирсону после физической нагрузки*

Показатель	Креатинфосфат	Лактат	МПК	W рано	ЧСС пано	ОМЕ
SDNN	-	0,6737	-	-0,5356	-	-
	-	P<0,01	-	P<0,05	-	-
RMSSD	-0,5342	0,5471	-	-	-	-
	P<0,05	P<0,05	-	-	-	-
PNN50	-0,5562	-	-	-	-	-
	P<0,05	-	-	-	-	-
TP	-	0,7375	-	-0,5879	-	-
	-	P<0,005	-	P<0,05	-	-
ULF	-	0,7562	-	-0,6187	-	-
	-	P<0,01	-	P<0,02	-	-
VLF	-	0,7609	-	-0,5962	-	-
	-	P<0,002	-	P<0,05	-	-
LF	-	0,7412	-	-0,6236	-	-
	-	P<0,002	-	P<0,02	-	-
HF	-	0,6502	-	-	-	-
	-	P<0,02	-	-	-	-

Исходя из представленных данных, можно предположить, что анаэробная мощность тесно взаимосвязана с суммарным эффектом вегетативной регуляции (SDNN), (TP), активностью парасимпатки (HF, RMSSD), и, особенно симпатического звена, что проявляется при стрессе (ULF, VLF, LF). Практически теми же факторам определяется и обратная зависимость аэробного звена энергопродукции (Wрано).

Таблица 9

*Коэффициент ранговой корреляции прироста показателей ВСР и методики С.А.Душанина по Спирмену под влиянием физической нагрузки*

Показатель	Креатинфосфат	Лактат	МПК	W рано	ЧСС пано	ОМЕ
ULF	-	-	-	-	-	-0,615350
L	-	-	-	-	-	-0,657143
W	-	-	-	-	-	-0,608791
S	-	-	-	-	-	-0,613187

Подобные данные могут быть расценены как обратная зависимость общей метаболической емкости от повышения амплитуды регуляторных влияний вегетативной системы (L,S), прежде всего, при активации парасимпатического звена(W).

## **Выводы.**

1. Многофакторная экспресс - диагностика по методу проф. С.А. Душанина, позволяет без нагрузочных тестов, применения газоанализаторов и инвазивных методов исследования получить ориентировочное представление о допустимости выполнения физических упражнений и выделить среди учащихся группу относительного риска, нуждающуюся в углубленном медицинском обследовании и особом подходе к дозированию режимов и объемов физических нагрузок.
2. Данная методика находится в тесной коррелятивной связи с параметрами вегето-сосудистого равновесия, как в покое, так и после выполнения физической нагрузки, что дает возможность прогнозирования реакции организма на физическую нагрузку.
3. Методика С.А. Душанина не позволяет получить абсолютные величины декларированных параметров, однако является весьма ценным средством первичного скрининга отклонений функционального состояния и косвенного наблюдения за изменением метаболических параметров в процессе тренировки.

Нам представляется перспективным исследование взаимосвязи упомянутых в данной работе методик с параметрами центральной и периферической гемодинамики, функции внешнего и тканевого дыхания, биохимическими параметрами крови в состоянии покоя и под влиянием физической нагрузки у разных групп населения. Возможно, данный вариант методики или упрощенный вариант с использованием более простых электрокардиографов будет применен для массового скрининга в группах студентов и школьников для предупреждения нежелательных результатов при занятиях физкультурой и спортом.

## **Литература**

1. Душанин С.А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и оперативном врачебно-педагогическом контроле / С.А. Душанин. - Москва, ФиС, 1986. - 24 с.
2. Котельников С.А. Вариабельность сердечного ритма: представление о механизмах / С.А. Котельников, Ноздрачев А.Д., Одинак М.М. // Физиология человека. - 2003. - № 28 - С. 130 - 143.
3. Михалюк Е.Л. Вариабельность сердечного ритма у баскетболистов и ее связь с показателями центральной гемодинамики и физической работоспособности / Е.Л. Михалюк // Вісник проблем біології і медицини. - 2005. - Вип. 4. - С. - 162-166.
4. Михалюк Е.Л. Особенности вариабельности сердечного ритма у футболистов высокого класса / Е.Л. Михалюк, В.В. Сиволап // Науково-теоретичний журнал Національного університету фізичного виховання і спорту України. - 2006. - № 1. - С. 46-49
5. Хмелевский Ю.В. Основные биохимические константы человека в норме и при патологии. / Ю.В. Хмелевский, О.К. Усатенко. - 2-е изд. - Киев: Здоровье. - 1987. - 159с.
6. Heart rate variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. - 1996. - 93. - P. 1043 - 1065.

Поступила в редакцию 21.11.2009 г.  
Голец Валентина Александровна  
Евдокимов Евгений Иванович  
Fizreab@mail.ru