

# Факторная структура функционального состояния детей младшего школьного возраста

Давиденко Е.В.,<sup>1</sup> Билецкая В.В.<sup>2</sup>

Національний університет фізического виховання і спорту України<sup>1</sup>

Національний авіаційний університет<sup>2</sup>

## Анотации:

Проведено обстеження школярів молодшого шкільного віку з метою визначення рейтингу значущих чинників, що визначають структуру їх функціонального стану залежно від рівня фізичного здоров'я. Показано, що основним фактором у структурі функціонального стану молодших школярів з низьким і нижчим рівнем фізичного здоров'я є морфо-функціональний статус, що характеризує функції організму в стані спокою. Для дітей із середнім і вищим за середній рівнем фізичного здоров'я провідним є фактор фізичної підготовленості школярів.

**Давиденко О.В., Білецька В.В. Факторна структура функціонального стану дітей молодшого шкільного віку.** Проведено обстеження школярів молодшого шкільного віку з метою визначення рейтингу значущих чинників, що визначають структуру їх функціонального стану залежно від рівня фізичного здоров'я. Показано, що основним фактором у структурі функціонального стану молодших школярів з низьким і нижчим за середній рівнем фізичного здоров'я є морфо-функціональний статус, що характеризує функції організму в стані спокою. Для дітей із середнім і вищим за середній рівнем фізичного здоров'я провідним є фактор фізичної підготовленості школярів.

**Davidenko O., Biletskaya V. Factor structure of functional state of primary school age children.** The examination of primary school children to determine the ranking of significant factors that determine the structure of their functional state depending on the level of physical health. It is shown that the main factor in the structure of the functional state of younger schoolchildren in low-and lower-middle level of physical fitness is selected morpho-functional status, which characterizes the functions of the body at rest. For children with average or above average level of physical fitness is a leading factor in physical fitness of schoolchildren.

## Ключевые слова:

младшие школьники, функциональное состояние, физическое здоровье.

молодші школярі, функціональний стан, фізичне здоров'я.

junior students, functional status, physical health.

## Введение.

Высокий функциональный уровень основных систем организма детей и подростков, а также социальная адаптация являются важнейшими элементами здоровья [2, 5]. Одним из информативных критериев состояния здоровья признано функциональное состояние ведущих систем организма и характер их возрастного развития [4, 7, 8]. Под функциональным состоянием понимается состояние человека в целом с точки зрения эффективности его деятельности и задействованных в нем систем [3]. Функции организма претерпевают изменения при тесном взаимодействии организма детей младшего школьного возраста и внешней среды. Адаптация организма школьников в различные возрастные периоды напрямую зависит от морфо-функциональной зрелости физиологических систем, уровня их физического здоровья (УФЗ) и адекватности педагогических воздействий [1, 6]. Поэтому актуальным является изучение особенностей функционирования различных систем организма детей младшего школьного возраста в состоянии покоя и при выполнении физических нагрузок в процессе физического воспитания в зависимости от уровня их физического здоровья.

Избранное направление исследований выполнялось в соответствии с темой 3.1.6.1.п. «Организационно-педагогические особенности физического воспитания детей младшего школьного возраста в условиях школ различного типа» (№ госрегистрации 0105U008191) «Сводного плана НИР в сфере ФКиС на 2006–2010 гг.» Министерства Украины по делам семьи, молодежи и спорта.

## Цель, задачи работы, материал и методы.

*Цель работы* – определение рейтинга значимых факторов, определяющих структуру функционального состояния организма детей младшего школьного возраста в зависимости от уровня их физического здоровья.

*Методы исследований.* Для исследования наиболее значимых компонентов структуры функционального состояния детей младшего школьного возраста использовали методы математической статистики: корреляционный анализ – для изучения взаимосвязи между отдельными компонентами, факторный анализ – для выявления скрытых общих факторов, объясняющих связи между наблюдаемыми признаками объекта. В качестве компонентов функционального состояния организма младших школьников использовали 121 показатель, среди которых: результаты функциональных проб; результаты педагогического тестирования; показатели функционального проявления свойств системы дыхания и кровообращения на заданные тестовые нагрузки на беговом эргометре в период покоя перед выполнением теста, во время выполнения трех ступеней нагрузочного тестирования и в период восстановления после бега; показатели математического анализа сердечного ритма в период покоя, во время ортостатического воздействия и в период восстановления после нагрузки на беговом эргометре. В исследовании принимали участие школьники в возрасте от 7 до 10 лет в количестве 21 человека.

## Результаты исследований.

На основании факторного анализа было установлено, что структура функционального состояния детей младшего школьного возраста с низким и ниже среднего УФЗ несколько отличается от структуры функционального состояния детей младшего школьного возраста со средним и выше среднего УФЗ. Данные отличия могут характеризовать особенности функционирования различных систем организма в состоянии покоя и при выполнении физической нагрузки в зависимости от УФЗ обследованных школьников 7-10 лет.

Структура функционального состояния организма наблюдаемых детей младшего школьного возраста с низким и ниже среднего УФЗ включала пять

ортогональних факторов, сума вкладу которых в обшую дисперсию выборки составила 78,8 % (табл. 1).

В первом, наиболее существенном, генеральном факторе (27,3 %), самый высокий вес имеет комплекс показателей, характеризующих длину тела (0,701), массу тела (0,735), ОГК (0,704), диастолическое АД (0,632), ЖЕЛ (0,737), результаты пробы задержки дыхания на вдохе (0,750), силу кисти сильнейшей руки (0,712), а также показатели, отражающие деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма детей в период выполнения нагрузки на беговом эргометре, а также в состоянии относительного покоя до тестирования и в период восстановления после него. Данные показатели позволили интерпретировать первый фактор как морфо – функциональный статус, отражающий показатели соматометрии и физиометрии, а также функции организма в период вработывания, максимальной нагрузки и в период восстановления после выполненной работы на беговом эргометре.

Во втором факторе (18,6 %) системообразующими являются показатели, отражающие, прежде всего, реакцию организма детей младшего школьного возраста с низким и ниже среднего УФЗ на вторую ступень нагрузки на беговом эргометре: легочная вентиляция (-0,734), дыхательный объем (0,586), частота дыхания (0,801), уровень потребления  $O_2$  (-0,738), уровень выделения  $CO_2$  (-0,741), дыхательный коэффициент (0,749), ЧСС (0,511), вентиляционный эквивалент для углекислого газа (0,675). Исходя из содержания наиболее значимых параметров второй фактор интерпретируется как фактор физической работоспособности в устойчивом состоянии.

Третий фактор (15,0 %) с наиболее значимым вкладом содержит показатели вариабельности сердечного ритма в период покоя – Мо (-0,514), АМо (0,883), вариационный размах (-0,712), индекс напряжения (0,896), ЧСС (0,656), ИВР (0,844), ПАПР (0,889), ВПР (0,786); во время ортостатического воздействия – индекс напряжения (0,622), ЧСС (0,624), ИВР (0,594), ПАПР (0,520) и в период восстановления – АМо (0,538), ВПР (0,655), которые в основном характеризуют функциональные резервы сердечно-сосудистой системы детей младшего школьного возраста. Гео-

ретическое обоснование третьего фактора позволило определить его как фактор функциональных резервов сердечно-сосудистой системы организма.

В четвертом факторе (10,1 %) наибольший уровень взаимосвязи показателей систолического АД (-0,698), частоты дыхания (0,560) и дыхательного коэффициента (0,552) в состоянии относительного покоя, дыхательного объема (0,620) на 4-6 минуте теста на эргометре, а также АМо (0,517) во время ортостатического воздействия, Мо (0,769), ЧСС (0,711) и ПАПР (-0,506) в период восстановления, что позволяет интерпретировать его как функциональное состояние кардиореспираторной системы организма детей младшего школьного возраста.

Пятый фактор (7,8 %) составили показатели, полученные в результате педагогического тестирования: бег 30 м (-0,694), сгибание рук в упоре лежа (0,604), прыжок в высоту (0,784), бег 1000м (-0,615), а также в результате газоанализа в состоянии относительного покоя перед выполнением теста на беговом эргометре. Таким образом, пятый фактор обозначен нами как физическая подготовленность.

Факторная матрица функционального состояния обследованных детей младшего школьного возраста со средним и выше среднего УФЗ также представлена пятью ортогональными факторами, объясняющими 83,7 % дисперсии (табл. 1).

Первый фактор (28,9 %) выделил показатели, отражающие уровень физической подготовленности: бег 10х5м (0,580), вис на согнутых руках (-0,706), сгибание рук в упоре лежа (0,518), подъем в сед за 60 с (-0,550), прыжок в высоту (-0,568), бег 4х9 м (0,697); реакцию сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма в течение 1-3 минуты нагрузочного тестирования на беговом эргометре, а также в течение 7-9 минуты теста; показатели вариабельности сердечного ритма в период покоя – Мо (0,821), ЧСС (-0,774), ПАПР (-0,820) и в период восстановления – вариационный размах (0,734), ЧСС (-0,783), ПАПР (-0,733). Анализ показателей, вошедших в первый фактор, позволяет назвать его физической подготовленностью, так как он отражает результаты двигательных тестов, а также реакцию организма младших школьников со средним и

Таблица 1

*Факторная структура функционального состояния детей младшего школьного возраста с различным уровнем физического здоровья*

Переменные	Уровень физического здоровья									
	низкий и ниже среднего					средний и выше среднего				
	фактор					фактор				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Длина тела, см	0,701	0,639	0,087	0,047	0,392	-0,471	0,765	0,122	-0,036	0,303
Масса тела, кг	0,735	0,464	0,134	-0,361	0,337	-0,046	0,422	0,255	0,603	-0,087
ОГК, см	0,704	0,205	0,107	-0,165	0,181	0,256	0,538	0,024	0,593	-0,273
ЧССп, уд. мин <sup>-1</sup>	-0,383	0,585	0,536	0,080	-0,003	0,127	0,074	-0,472	0,267	-0,356
АДс, мм.рт.ст.	0,363	0,123	0,168	-0,698	-0,252	0,109	0,072	-0,192	0,530	-0,250
АДд, мм.рт.ст.	0,632	0,166	-0,471	-0,169	0,406	0,511	0,042	-0,386	0,373	-0,312
Частота дыхания, раз	-0,244	0,171	0,360	-0,217	0,426	0,369	-0,367	0,380	0,186	0,567
ЖЕЛ, мл	0,737	0,558	-0,159	-0,052	-0,002	-0,444	0,831	-0,162	-0,217	-0,090
Проба Штанге, с	0,750	0,539	0,144	0,042	0,207	-0,380	0,891	0,032	-0,141	0,147
Проба Генче, с	0,657	0,668	0,103	0,129	0,151	-0,223	0,783	-0,162	-0,021	0,118
Проба Руфье, у.е.	0,16	0,772	-0,059	0,169	-0,308	0,291	0,069	-0,433	0,146	-0,403
Динамометрия кисти, кг	0,712	0,328	0,238	-0,090	0,445	0,332	0,587	0,131	0,560	-0,216
Бег 30м, с	-0,497	0,324	-0,132	-0,208	-0,694	-0,035	-0,43	-0,385	0,172	-0,596
Бег 10х5м, с	-0,245	0,266	0,139	-0,017	-0,339	0,580	-0,447	-0,203	-0,513	0,300
Перекрест. движ. рук, раз	-0,616	-0,511	-0,037	-0,451	-0,125	-0,051	-0,746	0,336	-0,240	-0,015
Хват, см	-0,431	-0,414	-0,073	0,119	-0,396	0,385	-0,180	-0,799	0,162	-0,056
Бег на месте за 15с, раз	0,132	0,142	0,466	-0,020	-0,304	-0,190	0,414	0,163	0,022	-0,241

Вис, с	0,310	-0,198	0,201	0,378	0,493	-0,706	0,236	-0,412	0,27	-0,344
Сгибание рук, раз	0,438	-0,017	0,273	-0,36	0,604	-0,518	-0,523	-0,507	0,240	-0,315
Подтягивание, раз	0,360	-0,382	0,570	0,114	0,262	-0,055	0,574	-0,437	0,302	-0,357
Подъем в сед за 30с, раз	0,303	0,605	0,061	-0,075	0,207	-0,550	0,367	-0,342	-0,420	0,329
Подъем в сед за 60с, раз	0,559	0,535	0,320	0,099	0,191	-0,023	0,704	0,353	-0,219	0,068
Прыжок в длину, см	0,62	0,378	0,080	-0,148	0,289	-0,420	0,464	0,080	-0,081	0,215
Прыжок в высоту, см	0,357	0,069	-0,083	0,243	0,784	-0,568	0,581	-0,104	0,051	-0,348
Наклон сидя, см	0,286	0,592	-0,035	-0,152	0,547	-0,060	0,129	0,590	-0,672	0,375
Бег 4x9 м, с	-0,782	0,082	0,308	-0,209	-0,155	0,697	-0,362	-0,205	0,053	-0,308
Бег 1000м, с	-0,373	-0,177	0,089	-0,387	-0,615	0,277	-0,495	-0,418	0,392	-0,414
Период покоя (перед тестированием на беговом эргометре)										
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup>	0,774	-0,079	0,172	0,283	-0,370	0,538	-0,112	-0,513	0,016	0,156
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,402	-0,354	0,077	0,527	-0,589	0,550	-0,244	-0,579	-0,190	0,175
Дыхательный объем (VT), л	0,291	0,603	0,195	-0,419	-0,159	-0,246	0,358	-0,663	-0,169	-0,452
Дыхат. объем (VT), л·кг <sup>-1</sup>	0,104	0,509	0,093	-0,321	-0,454	-0,176	0,147	-0,781	-0,394	-0,338
Частота дыхания (f), 1мин <sup>-1</sup>	0,296	-0,504	0,131	0,560	-0,246	0,540	-0,418	-0,188	0,120	0,410
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,850	-0,136	-0,043	0,152	-0,370	0,643	0,122	-0,564	-0,167	-0,065
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,442	-0,409	-0,100	0,373	-0,636	0,633	-0,060	-0,613	-0,355	0,010
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,809	-0,180	-0,062	0,284	-0,354	0,75	0,108	-0,505	-0,157	-0,180
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,45	-0,413	-0,118	0,463	-0,566	0,701	-0,061	-0,559	-0,326	-0,081
RER	0,404	-0,262	-0,110	0,552	-0,022	0,648	-0,182	0,135	-0,137	-0,612
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	0,318	0,573	0,410	0,055	-0,26	-0,14	0,263	-0,522	0,020	0,209
O2/HR, мл	0,902	-0,144	0,110	0,185	-0,214	0,620	-0,103	-0,614	-0,418	-0,102
EqO <sub>2</sub>	0,229	0,381	0,525	0,177	-0,144	-0,614	-0,033	-0,657	-0,409	-0,116
EqCO <sub>2</sub>	-0,167	0,621	0,630	-0,235	-0,043	-0,699	0,247	-0,393	-0,265	0,254
1-3 минута тестирования на беговом эргометре										
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup>	0,874	-0,034	0,414	0,022	-0,103	0,756	-0,48	0,100	-0,043	0,090
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,647	-0,417	0,38	0,72	-0,450	0,754	-0,560	-0,022	-0,313	0,125
Дыхательный объем (VT), л	0,670	0,535	-0,007	-0,353	-0,073	0,721	0,551	-0,121	-0,015	-0,097
Дыхат. объем (VT), л·кг <sup>-1</sup>	0,578	0,367	-0,269	-0,305	-0,392	0,608	0,148	-0,247	-0,394	0,014
Частота дыхания (f), 1мин <sup>-1</sup>	0,297	-0,355	0,725	0,304	-0,020	0,355	-0,724	0,212	-0,017	0,159
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,884	0,200	0,318	-0,112	-0,069	0,304	0,260	0,271	-0,408	0,430
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,802	-0,046	0,391	0,146	-0,311	0,820	-0,353	-0,175	-0,371	0,139
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,943	0,091	0,158	0,078	-0,084	0,905	-0,237	0,029	-0,189	-0,249
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,78	-0,297	0,057	0,284	-0,392	0,809	-0,338	-0,105	-0,382	-0,107
RER	0,675	-0,406	0,275	0,42	-0,176	0,652	-0,273	0,200	-0,267	-0,557
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	0,018	0,394	0,282	-0,334	-0,611	0,722	0,042	-0,294	-0,164	0,498
O2/HR, мл	0,935	0,081	0,248	-0,036	0,039	0,408	-0,367	-0,083	-0,100	-0,421
EqO <sub>2</sub>	0,377	-0,576	0,182	0,301	-0,174	0,511	-0,605	0,068	-0,318	-0,368
EqCO <sub>2</sub>	-0,553	0,021	0,581	-0,324	0,018	-0,020	-0,375	-0,245	-0,484	-0,206
4-6 минута тестирования на беговом эргометре										
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup>	0,190	-0,734	0,455	-0,419	0,138	0,146	-0,642	-0,277	0,677	-0,054
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,268	-0,598	0,366	0,210	-0,428	0,595	-0,500	0,153	-0,275	0,313
Дыхательный объем (VT), л	-0,168	0,586	0,144	0,620	-0,270	0,096	0,275	0,476	-0,737	0,199
Дыхат. объем (VT), л·кг <sup>-1</sup>	0,444	0,563	-0,169	-0,366	-0,249	0,831	-0,096	-0,290	-0,219	0,244
Частота дыхания (f), 1мин <sup>-1</sup>	0,421	0,801	-0,176	0,17	-0,086	0,313	0,509	0,408	-0,613	0,205
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,181	-0,738	0,465	-0,407	0,129	0,163	-0,651	0,282	0,665	-0,069
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,529	0,640	-0,283	0,346	-0,059	0,335	0,413	0,434	-0,674	0,72
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,172	-0,741	0,461	-0,411	0,134	0,167	0,651	-0,314	0,631	-0,132
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,537	-0,550	-0,202	0,405	-0,17	0,809	-0,421	0,097	-0,289	0,122
RER	-0,234	0,749	-0,405	0,307	-0,287	-0,011	0,564	0,294	-0,713	0,220
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	-0,037	0,511	0,345	-0,352	-0,196	0,197	-0,370	-0,519	-0,459	0,189
O2/HR, мл	0,665	-0,506	0,057	-0,378	0,183	0,458	-0,380	-0,061	0,740	-0,141
EqO <sub>2</sub>	-0,721	0,223	0,306	0,139	-0,199	-0,089	-0,269	0,104	0,540	0,469
EqCO <sub>2</sub>	-0,262	0,675	-0,534	0,245	0,087	-0,360	0,735	0,128	-0,462	-0,069
7-9 минута тестирования на беговом эргометре										
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup>	0,646	-0,010	0,327	0,460	0,049	0,801	-0,119	0,208	0,497	0,123
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,573	-0,423	0,243	0,410	0,004	0,854	-0,241	0,143	0,174	0,227
Дыхательный объем (VT), л	0,717	0,464	-0,271	-0,052	-0,031	0,533	0,72	-0,133	0,247	-0,002
Дыхат. объем (VT), л·кг <sup>-1</sup>	0,696	0,298	-0,406	0,096	-0,059	0,640	0,62	-0,270	-0,185	0,178
Частота дыхания (f), 1мин <sup>-1</sup>	-0,030	-0,651	0,615	0,043	0,027	0,319	-0,249	0,666	0,076	0,402
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,803	0,328	0,139	0,012	-0,045	0,799	0,289	0,180	0,447	-0,045
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,837	0,044	0,080	0,219	-0,035	0,914	0,157	0,149	0,21	0,078
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,841	0,221	-0,001	0,145	0,050	0,883	0,207	0,228	0,282	-0,139
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,780	-0,098	-0,094	0,376	0,009	0,945	0,078	0,156	0,032	-0,010
RER	0,721	-0,115	-0,238	0,400	0,264	0,694	-0,257	0,432	-0,323	-0,269

ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	0,650	0,431	0,132	-0,205	-0,305	0,880	0,064	-0,170	0,011	0,152
O <sub>2</sub> /HR, мл	0,840	0,197	0,001	0,090	-0,100	0,0617	-0,003	0,410	0,603	0,87
EqO <sub>2</sub>	0,231	-0,528	0,472	0,375	0,181	-0,011	-0,439	-0,138	-0,589	-0,240
EqCO <sub>2</sub>	-0,413	-0,401	0,649	-0,048	-0,040	-0,614	-0,059	-0,516	-0,368	-0,081
Период восстановления после тестирования на беговом эргометре										
$\dot{V}E$ , л·мин <sup>-1</sup>	0,72	-0,406	0,205	-0,355	0,201	0,203	0,135	0,128	0,560	0,625
$\dot{V}E_{\text{н}}$ , л·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,479	-0,740	0,174	-0,245	-0,004	0,504	-0,223	0,122	0,162	0,712
Дыхательный объем (VT), л	0,799	0,324	-0,269	-0,379	0,089	0,107	0,913	-0,051	0,313	0,179
Дыхат. объем (VT), л·кг <sup>-1</sup>	0,787	0,14	-0,453	-0,307	-0,141	0,328	0,714	-0,087	0,062	0,348
Частота дыхания ( $\dot{f}$ ), 1·мин <sup>-1</sup>	0,033	-0,751	0,549	-0,111	0,072	-0,005	-0,859	0,168	0,059	0,200
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,817	-0,171	0,093	-0,468	0,107	0,093	0,812	-0,230	0,466	0,219
$\dot{V}O_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,616	-0,619	0,061	-0,343	-0,163	0,192	0,470	-0,545	-0,081	0,394
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup>	0,867	-0,235	-0,093	-0,330	0,182	0,552	0,759	-0,039	0,331	0,025
$\dot{V}CO_2$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	0,726	-0,580	-0,147	-0,230	-0,017	0,831	0,235	-0,022	0,006	0,232
RER <sub>2</sub>	0,660	-0,314	-0,432	-0,219	0,181	0,781	-0,050	0,442	-0,199	-0,345
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	0,436	0,24	0,523	-0,502	0,129	-0,234	-0,158	-0,492	-0,514	0,541
O <sub>2</sub> /HR, мл	0,750	-0,298	-0,133	-0,323	0,027	-0,153	0,185	0,064	0,851	0,314
EqO <sub>2</sub>	0,546	-0,568	0,214	0,053	0,356	0,375	-0,372	0,548	-0,323	0,335
EqCO <sub>2</sub>	-0,385	-0,842	0,789	-0,092	0,062	-0,410	-0,198	0,034	-0,255	0,547
Состояние покоя (лежа)										
Мода (Mo), с	0,085	-0,100	-0,514	0,545	0,171	0,821-	-0,174	0,441	0,130	-0,228
Амплитуда моды (АМо), %	-0,011	0,047	0,883	0,323	-0,057	0,550	-0,482	0,573	0,261	0,185
ΔX, с	-0,002	-0,123	-0,712	-0,213	-0,212	0,317	-0,371	-0,693	-0,272	-0,019
ИН, у.е.	-0,144	0,042	0,896	0,160	0,072	-0,526	-0,309	0,739	0,166	-0,024
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	0,009	0,082	0,656	-0,479	-0,179	-0,774	-0,193	-0,457	-0,256	0,217
ИВР	-0,151	0,019	0,844	0,281	0,137	-0,400	-0,344	0,799	0,162	-0,077
ПАПР	-0,031	0,081	0,889	0,126	-0,102	-0,820	-0,334	0,313	0,173	0,253
ВПР	-0,208	0,052	0,786	0,042	0,232	-0,531	-0,236	0,687	0,115	-0,059
Ортогическое воздействие (стоя, 1 мин. восстановления)										
Мода (Mo), с	0,165	-0,474	-0,144	0,153	0,242	0,144	0,558	0,665	0,099	-0,332
Амплитуда моды (АМо), %	-0,043	0,393	0,469	0,517	0,416	-0,476	-0,154	-0,347	0,593	0,419
ΔX, с	-0,21	-0,615	-0,555	-0,286	-0,006	0,502	0,648	0,350	-0,039	-0,393
ИН, у.е.	-0,119	0,617	0,622	0,316	0,098	-0,563	-0,324	-0,520	0,380	0,347
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	-0,083	0,516	0,624	-0,155	-0,227	-0,202	-0,475	-0,664	-0,207	0,299
ИВР	-0,115	0,593	0,594	0,356	0,150	-0,586	-0,297	-0,434	0,433	0,36
ПАПР	-0,062	0,42	0,520	0,469	0,336	-0,435	-0,267	-0,495	0,473	0,386
ВПР	-0,040	0,684	0,620	0,158	-0,125	-0,515	-0,488	-0,597	0,090	0,301
Период восстановления после тестирующих нагрузок на беговом эргометре										
Мода (Mo), с	-0,246	-0,346	-0,061	0,769	0,350	0,627	0,097	0,708	0,230	-0,187
Амплитуда моды (АМо), %	0,367	-0,317	0,538	-0,329	-0,13	-0,658	-0,608	0,325	-0,17	-0,210
ΔX, с	0,527	0,356	-0,489	-0,182	0,00	0,734	0,466	-0,253	0,138	0,159
ИН, у.е.	-0,295	0,502	0,333	0,265	-0,333	-0,635	-0,285	0,477	-0,265	-0,414
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	0,297	0,298	0,099	-0,711	-0,449	-0,783	-0,341	-0,364	-0,251	0,248
ИВР	-0,288	0,415	0,298	0,432	-0,259	-0,552	-0,30	0,573	-0,237	-0,419
ПАПР	0,395	-0,168	0,475	-0,506	-0,243	-0,773	-0,544	0,083	-0,220	-0,171
ВПР	-0,114	-0,496	0,655	-0,263	-0,003	-0,684	-0,242	0,420	-0,268	-0,388
Общая дисперсия	33,02	22,49	18,16	12,18	9,47	34,92	22,52	18,52	15,22	10,24
Доля общей дисперсии, %	27,3	18,6	15,0	10,1	7,8	28,9	18,6	15,3	12,4	8,5

Примечание:

 $\dot{V}E$  – легочная вентиляция $\dot{V}O_2$  – уровень потребления кислорода $\dot{V}CO_2$  – уровень выделения углекислого газа  
RER<sub>2</sub> – дыхательный коэффициентO<sub>2</sub>/HR – кислородный пульс

ΔX – вариационный размах

ИВР – индекс вегетативного равновесия

ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции

ВПР – вегетативный показатель ритма

EqO<sub>2</sub> – вентиляционный эквивалент для кислородаEqCO<sub>2</sub> – вентиляционный эквивалент для углекислого газа

ИН – индекс напряжения миокарда

Таблица 2

Факторная структура функционального состояния организма обследованных школьников младших классов с различным уровнем физического здоровья (УФЗ)

Порядок факторов	Факторы, %	
	дети с низким и ниже среднего УФЗ	дети со средним и выше среднего УФЗ
I	морфо-функциональный статус – 27,3%	физическая подготовленность, 28,9%
II	физическая работоспособность в устойчивом состоянии – 18,6%	морфо-функциональный статус – 18,6%
III	функциональные резервы сердечно-сосудистой системы – 15%	функциональные резервы сердечно-сосудистой системы – 15,3%
IV	функциональное состояние кардиореспираторной системы – 10,1%	физическая работоспособность в устойчивом состоянии – 12,4%
V	физическая подготовленность, 7,8%	реакция восстановления – 8,5%

выше среднего УФЗ в период вработывания и в период максимальной нагрузки.

Во втором факторе (18,6 %) сгруппировались показатели, отражающие физическое развитие детей со средним и выше среднего УФЗ: длина тела (0,765), ОГК (0,538), ЖЕЛ (0,831), результаты проб с задержкой дыхания на вдохе (0,891) и выдохе (0,783), а также показатели частоты движений руками (-0,746) и подъема в сед за 60 с (0,704). Во второй фактор также вошли показатели газоанализа, полученные в период 1-3 минуты тестирования на беговом эргометре – частота дыхания (-0,724), 4-6 минуты тестирования – вентиляционный эквивалент для углекислого газа (0,735), 7-9 минуты тестирования – дыхательный объем (0,752), и в период восстановления: дыхательный объем (0,913), дыхательный объем на кг массы тела (0,714), частота дыхания (-0,859), уровень потребления  $O_2$  (0,812), уровень выделения  $CO_2$  (0,759). Второй фактор был верифицирован как морфо – функциональный статус.

Третий фактор (15,3 %) включает показатели variability сердечного ритма в покое – АМо (0,537), вариационный размах (-0,639), ИВР (0,799), индекс напряжения (0,739), ВПР (0,687); в период выполнения ортопробы – Мо (0,665), индекс напряжения (-0,520), ЧСС (-0,664), ВПР (-0,597) и в период восстановления – Мо (0,708), ИВР (0,573). Данные показатели отражают деятельность сердечно-сосудистой системы организма школьников со средним и выше среднего УФЗ. Третий фактор был обозначен как функциональные резервы сердечно – сосудистой системы организма школьников.

Четвертый фактор (12,4 %) объединил показатели, характеризующие деятельность организма в устойчивом состоянии при выполнении нагрузочного тестирования на беговом эргометре во время второй ступени нагрузки – легочная вентиляция (0,677), дыхательный объем (-0,737), частота дыхания (-0,613), уровень потребления  $O_2$  (0,665), дыхательный коэффициент (-0,713), кислородный пульс (0,740), вентиляционный эквивалент для кислорода (0,540), что позволило обозначить данный фактор как физическая работоспособность в устойчивом состоянии.

В пятый фактор (8,5 %) выделились показатели, отражающие протекание восстановительных процессов после нагрузочного тестирования на беговом эргометре – легочная вентиляция (0,625), легочная вентиляция на кг массы тела (0,712), ЧСС (0,541), вентиляционный эквивалент для углекислого газа (0,547), что позволило обозначить данный фактор как реакция восстановления.

Изменения значимости факторов функционального состояния детей младшего школьного возраста в зависимости от УФЗ иллюстрируют данные табл. 2.

Таким образом, проведенный факторный анализ позволил установить, что показатели, интерпретируемые в факторном анализе, отражают функциональное состояние детей младшего школьного возраста не только в покое, но и характеризуют реакцию организма школьников в период выполнения нагрузочного тестирования на беговом эргометре и при выполнении ортостатической пробы.

## Выводы.

1. Структура функционального состояния детей с разным уровнем физического здоровья имеет отличия, что свидетельствует о различной степени значимости используемых в её оценке показателей.
2. В структуре функционального состояния организма детей младшего школьного возраста с низким и ниже среднего УФЗ приоритетным является фактор морфо-функционального статуса. Далее по уровню значимости следуют: показатели физической работоспособности в устойчивом состоянии; показатели variability сердечного ритма, характеризующие резервы сердечно-сосудистой системы организма школьников; функциональные показатели кардиореспираторной системы и показатели физической подготовленности.
3. В структуре функционального состояния школьников со средним и выше среднего УФЗ ведущим является фактор физической подготовленности. Значимость остальных факторов распределилась следующим образом: морфо – функциональный статус, резервы сердечно-сосудистой системы организма, работоспособность в устойчивом состоянии и особенности восстановительных процессов после нагрузочного тестирования на беговом эргометре.
4. Реакция организма школьников 7-10 лет в период вработывания и выполнения максимальной нагрузки зависела от их УФЗ, при этом эффективность адаптации детей с низким и ниже среднего УФЗ зависела от их физического развития и состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а у детей со средним и выше среднего УФЗ – от уровня развития двигательных качеств.

В дальнейшем планируется поиск новых подходов к оценке функционального состояния организма детей младшего школьного возраста в процессе физического воспитания.

## Литература:

1. Абольянина С.Г. Дифференцированная технология физического воспитания детей с различным уровнем физической подготовленности: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / С.Г. Абольянина; Дальневосточная государственная академия физической культуры. – Хабаровск, 2009. – 24 с.
2. Бар-Ор О. Здоровье детей и двигательная активность / О. Бар-Ор, Т. Роуланд. – Киев: Олимпийская литература, 2009. – 528 с.
3. Вайнбаум Я.С. Гигиена физического воспитания и спорта / Я.С. Вайнбаум. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 240 с.
4. Гетман В.О. Методологічні та організаційні засади оздоровлення людини / В.О. Гетман, Ю.В. Новицький, О.П. Питомець. – К.: Основа, 2009. – 200 с.
5. Гигиена и экология человека / Н.А. Матвеева. – М.: Академия, 2008. – 304 с.
6. Гончарова Н.Н. Автоматизированные системы контроля физического состояния детей младшего школьного возраста в процессе физического воспитания: дис. ... канд. наук по физ. воспитанию и спорту: 24.00.02 / Н.Н. Гончарова; Национальный университет физического воспитания и спорта Украины. – Киев, 2008. – 228 с.
7. Детская спортивная медицина / Т.Г. Авдеева. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 320 с.
8. Шульпина В.П. Методология и технология совершенствования дыхательной функции в процессе физического воспитания школьников с различным состоянием здоровья. – Автореф. дис. ... д.п.н.: 13.00.04 – Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровительной адаптивной физической культуры / В.П. Шульпина. – Омск, 2007. – 48 с.

Поступила в редакцию 27.12.2010 г.

Давиденко Елена Витальевна  
dav\_helen@ukr.net  
Билецкая Виктория Викторовна  
biletskaya@ukr.net