

УДК 612.66:373.062.3

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ И АДАПТАЦИИ
К УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ 7-16 ЛЕТ С ГАРМОНИЧНЫМ
И ДИСГАРМОНИЧНЫМ ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ***Н. Г. Блинова, Т. В. Душенина, Е. В. Васина*

Индивидуальное развитие организма отражает реализацию генетической программы в условиях среды, которая сказывается на ходе онтогенеза в определенных границах отклонений [1,6]. Наследственно детерминированные особенности конституции формируют границы канала индивидуального развития, в пределах которого возможны морфофункциональные модификации [11]. Структурным выражением конституции, ее основой является морфотип, одной из ведущих характеристик которого служит гармоничность физического развития. Основываясь на теории канализированного развития [12], можно предположить, что возрастные изменения морфофункциональных структур и психофизиологических качеств у детей, которые различаются степенью гармоничности физического развития, протекают по различающимся эпигенетическим каналам. Вместе с этим для оценки влияния детерминированной морфо-функциональной организации на индивидуальное развитие школьников требуются длительные наблюдения, что создает сложность для регистрации этого явления. Вероятно, по этой причине данный вопрос в современной литературе освещен недостаточно полно. В связи с этим целью настоящего исследования стало изучение особенностей морфофункционального и психофизиологического развития учащихся 7 – 16 лет с гармоничным и дисгармоничным физическим развитием.

Исследование было выполнено на базе психофизиологической службы Регионального центра непрерывного образования КемГУ в рамках мероприятий по длительному наблюдению за здоровьем и развитием школьников в период с 1991 по 2000 год.

Объектом исследования стали учащиеся лингвистической гимназии № 21 г. Кемерово в количестве 91 человек (39 мальчиков и 52 девочки). Набор в школу осуществлялся на основании диагностики биологического возраста и когнитивной зрелости, в результате чего в первые классы попали дети с высоким уровнем школьной готовности. Обследования школьников проводились раз год в осенний период в утренние часы.

Физическое развитие определялось на основании измерения длины тела, массы тела, оценки индивидуальных темпов роста и гармоничности физического развития с использованием региональных возрастно-половых оценочных таблиц. Для изучения особенностей вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы применялась автоматизированная кардиоритмографическая программа ORTO Science (www.orto.ru). Регистрировались статистические параметры вариабельности сердечного ритма, которые характеризуют его вегетативную регуляцию: АМо, МхДМп, частота сердечных сокращений (ЧСС), индекс напряжения (ИН).

Для анализа психофизиологических функций у всех исследовался латентный период простой зрительно-моторной реакции (ЛП ПЗМР), объем внимания, уровень функциональной подвижности нервных процессов, уравновешенность нервных процессов с помощью теста «реакция на движущийся объект». Умственная работоспособность по буквенным таблицам Анфимова, работоспособность головного мозга с использованием автоматизированной методики. Для определения групп школьников с различной соматической организацией был использован показатель: гармоничность физического развития. Для выделения групп был выполнен кластерный анализ, по результатам которого были сформированы три группы школьников с разной степенью гармоничности физического развития (рис. 1).

Первую группу составили 36 % школьников (большинство из которых в период второго детства имели дефицит массы тела). С 12 лет в этой группе увеличивалась доля подростков с гармоничным физическим развитием, и к 16 годам недостаточная масса тела отмечалась в единичных случаях. Во вторую группу вошли 51 % учащихся (преимущественно с гармоничным физическим развитием). Третья группа была представлена 13 % учащихся (дисгармоничное физическое развитие у которых наблюдалось исключительно по причине избыточной массы тела. Было обнаружено, что по соотношению полов группы между собой не отличались. Для анализа полученных результатов исследования применялись следующие статистические методы: Mann-Whitney U тест, тест знаковых рангов Wilcoxon, кластерный анализ (метод Варда). За достоверные отличия принимались отличия при $p < 0,05$. Запись в виде $M \pm m$ означает: среднее $\pm$ ошибка среднего.

Школьники с дефицитом массы тела (1-я группа) характеризовались низкими значениями длины и массы тела по сравнению со школьниками других групп (табл. 1). Школьники с **гармоничным физическим развитием (2-я группа)** на протяжении всего времени исследования характеризовались средними значениями антропометрических показателей по сравнению с другими учащимися. Школьники с **избыточной массой тела (3-я группа)** на всех возрастных этапах отличали высокие значения показателей физического развития за исключением 15-16 лет. В 15-16 лет темпы роста в 3 группе значительно снижались, тогда как в 1-й и 2-й группах оставались интенсивными. В результате этого в ранний юношеский период межгрупповые различия по длине тела нивелировались. Снижение темпов роста в этом периоде у школьников с избыточной массой тела объясняется их ускоренным развитием, в результате которого они раньше

своих сверстников достигают дефинитивных размеров.

Вегетативная регуляция у школьников в процессе развития претерпевала значительные изменения. Так, для школьников с дефицитом массы тела была характерна эйтония в период второго детства,

которая сохранялась и в начале подросткового периода – в 11–12 лет. В 13 лет, судя по увеличению показателей АМо, ИН у них возрастала активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (табл. 2).

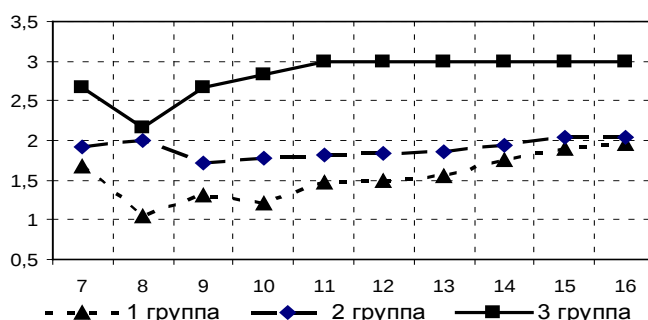


Рис. 1. Распределение учащихся 7–16 лет по группам с учетом гармоничности физического развития по результатам кластерного анализа:

1 – дефицит массы тела; 2 – нормальная масса тела;
3 – избыточная масса тела; по оси ординат – баллы ГФР.

Таблица 1

Возрастные изменения антропометрических показателей

Возраст, годы	1-я группа		2-я группа		3-я группа		Степень достоверности различий между группами		
	М	т	М	т	М	т	1 и 2	2 и 3	1 и 3
	длина тела, см								
7	126,0	0,64	127,8	0,95	132,7	0,75		p<0,05	p<0,005
8	128,1	1,54	130,9*	0,87	134,4	1,17	p<0,05	p<0,01	p<0,01
9	133,0*	1,24	136,2*	0,73	140,1*	1,89	p<0,05	p<0,05	p<0,005
10	137,2*	0,84	139,9*	0,99	144,2*	1,59		p<0,05	p<0,005
11	140,6*	0,99	145,7*	1,14	150,5****	1,88	p<0,05	p<0,05	p<0,005
12	145,7*	1,10	152,6**	1,63	158,7***	0,99	p<0,005	p<0,05	p<0,001
13	152,7**	1,00	161,03****	1,69	165,7**	1,32	p<0,005	p<0,05	p<0,001
14	164,5*****	0,95	167,1**	1,88	171,1**	1,24	p<0,05	p<0,05	p<0,01
15	168,2**	0,93	169,2*	0,85	171,5**	0,99			
16	171,1**	0,99	172,1*	0,84	172,3	1,22			
масса тела, кг									
7	23,4	0,95	26,4	0,88	33,5	0,99	p<0,005	p<0,005	p<0,001
8	23,9	0,76	27,4	0,95	34,2	1,32	p<0,005	p<0,005	p<0,001
9	25,7*	0,81	29,5*	1,59	37,8	0,81	p<0,005	p<0,005	p<0,001
10	29,0*	1,23	32,2*	0,66	42,1	0,71	p<0,005	p<0,005	p<0,001
11	32,3*	0,93	37,3**	1,14	49,3*	0,94	p<0,005	p<0,005	p<0,001
12	36,0*	0,80	41,2*	1,07	54,3*	0,90	p<0,005	p<0,005	p<0,001
13	41,1**	0,99	46,0*	1,22	60,5*	0,98	p<0,005	p<0,005	p<0,001
14	49,4**	0,88	52,7	1,25	68,5*	0,77	p<0,005	p<0,005	p<0,001
15	51,2*	0,97	55,8*	0,85	74,9****	0,71	p<0,005	p<0,005	p<0,001
16	54,0	1,00	61,1*	0,84	75,1	0,64	p<0,005	p<0,005	p<0,001

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3 знаком * обозначены достоверные различия показателей в одной группе по сравнению с предыдущим годом – * - p<0,05; ** - p<0,01; *** - p<0,005; ****- p<0,001.

Таблица 2

Возрастные изменения характеристик сердечного ритма

Возраст, годы	1-я группа		2-я группа		3-я группа		Степень достоверности различий между группами		
	М	т	М	т	М	т	1 и 2	2 и 3	1 и 3
	ЧСС (удар/мин)								
7	87,45	2,14	91,35	2,46	85,02	1,92		p<0,05	
8	85,35	2,31	87,43	2,04	83,20	2,21			
9	82,31	1,87	83,28	1,81	81,60	1,26			
10	81,14	1,67	78,79	1,75	80,70	2,05			
11	78,21	1,84	81,13	2,08	79,73	1,86			
12	81,04	2,53	80,22	2,31	82,17	2,15			
13	80,53	2,13	79,58	1,68	83,08	2,06			
14	81,29	1,54	77,15	1,66	83,55	1,22	p<0,05	p<0,01	
15	78,22	1,86	75,62	2,33	82,47	2,21		p<0,05	
16	78,38	2,09	75,61	1,58	82,09	1,26		p<0,05	
МхДМп (с)									
7	0,24	0,01	0,23	0,02	0,23	0,02			
8	0,33**	0,02	0,31**	0,01	0,25	0,01		p<0,005	p<0,005
9	0,33	0,01	0,32	0,02	0,29	0,02			p<0,01
10	0,29	0,01	0,29	0,01	0,25	0,02			p<0,05
11	0,28	0,02	0,27	0,01	0,27	0,01			
12	0,27	0,01	0,28	0,02	0,27	0,02			
13	0,25	0,02	0,29	0,01	0,28	0,02			
14	0,26	0,01	0,28	0,02	0,26	0,01			
15	0,25	0,01	0,30	0,01	0,25	0,02	p<0,01	p<0,005	
16	0,25	0,01	0,29	0,01	0,23	0,01			
АМо (%)									
7	40,32	0,92	39,68	1,23	42,30	1,22			
8	37,12	0,36	36,54	1,18	40,34	1,24		p<0,05	p<0,05
9	33,90	1,03	35,18	0,87	35,5**	1,03			
10	35,88	0,89	37,13	0,92	39,81*	0,93		p<0,05	p<0,01
11	36,91	0,87	37,09	0,85	39,16	0,87			p<0,05
12	36,18	1,12	40,54*	1,17	42,85*	1,15	p<0,01		p<0,01
13	41,28***	1,31	39,67	1,52	43,12	0,67			
14	43,52	0,89	37,20	0,98	45,07	0,83			
15	42,83	0,95	36,75	1,16	43,44	0,79	p<0,005	p<0,005	
16	42,68	0,58	38,42	1,22	43,65	1,20	p<0,005	p<0,005	
Индекс напряжения (у. е.)									
7	142,20	17,17	164,10	19,62	161,10	19,62			
8	103,37	20,38	98,61	16,42	185,60	16,42		p<0,01	p<0,01
9	89,16	15,58	121,57	27,24	112,40	27,24			
10	120,29	13,15	147,91	21,43	168,37	21,43			
11	115,20	14,53	150,00	19,69	188,60	29,69			p<0,05
12	133,20	12,00	190,00	20,00	220,00	20,00	p<0,05		p<0,05
13	203,73*	13,00	210,00	16,90	232,50	16,90			
14	283,96*	18,00	170,00	18,64	210,00	28,64	p<0,005		p<0,05
15	250,00	15,00	120,00	20,00	189,00	19,0	p<0,001	p<0,01	p<0,05
16	210,00	15,00	114,80	16,00	190,00	23,00	p<0,01	p<0,01	

Преобладание адренергической составляющей в регуляции сердечного ритма наблюдалось у учащихся 1-й группы в дальнейшем до 16 лет. У детей

во 2-й группе также на этапе второго детства наблюдался эйтонический тип вегетативной регуляции СР, который в 12 лет сменялся симпатикотоническим типом. Однако в 14 – 16 лет у школьников с

гармоничным физическим развитием отмечалось урежение ЧСС, уменьшение значений АМо, ИН, что, по-видимому, объясняется установлением новых нейрогуморальных отношений, лучше обеспечивающих функциональные возможности сердца и его автономную функцию [2, 3]. У детей 3-й группы в 7 и 9 лет регуляция характеризовалась эйтоническим типом, а в 8 и в 10 лет – симпатикотоническим. Это позволило констатировать нестабильный характер вегетативной регуляции у школьников с избыточной массой тела в период второго детства. В 12 лет, у них наблюдалось увеличение АМо, что

указывало на увеличение роли симпатического отдела в регуляции сердечной деятельности. Симпатикотония в дальнейшем сохранялась вплоть до 16 лет.

При исследовании психофизиологических функций у школьников в 7 – 9 лет межгрупповых различий установлено не было. У школьников 1-й группы в 10 – 12 лет отмечались высокая умственная работоспособность, большой объем внимания, более точные сенсомоторные реакции по сравнению с другими учащимися (табл. 3).

Таблица 3

Возрастные изменения нейродинамических показателей

Возраст, годы	1-я группа		2-я группа		3-я группа		Степень достоверности различий между группами		
	М	т	М	т	М	т	1 и 2	2 и 3	1 и 3
	<i>Сенсомоторная реакция (ЛП ПЗМР, мс)</i>								
7	414	6,12	397	8,21	414	8,04			
8	388*	8,23	370*	7,23	376*	7,55			
9	292,9****	9,18	315***	5,77	311**	7,32			
10	279	7,22	284*	8,39	289*	8,27			
11	264	9,01	259*	7,29	265*	9,08			
12	241*	6,87	262	8,08	269	6,55	P<0,05		p<0,05
13	264*	7,56	279	6,95	281	7,12			
14	277	8,27	258	7,22	261	8,03			
15	239*	7,85	227**	7,07	249	8,58			
16	228*	8,55	232	8,12	246	7,23			
<i>Умственная работоспособность (кол-во сигналов)</i>									
8	336	22,92	340	20,75	316	16,73			
9	366	19,62	362	20,00	328	20,64			
10	406	16,06	369	18,32	330	19,51	P<0,05	p<0,05	p<0,01
11	469*	15,41	430*	12,00	361	15,18	P<0,05	p<0,05	p<0,005
12	705	14,2	676	11,1	634	14,2	P<0,05	p<0,05	p<0,005
13	695	13,4	699	14,3	654	18,1		p<0,05	p<0,01
14	725*	15,8	731*	13,1	689*	14,0		p<0,05	p<0,05
15	740	17,4	762*	15,4	734*	12,2		p<0,05	
16	753	21,4	774	14,0	741	13,1		p<0,05	
<i>Функциональная подвижность НП (время прохождения теста, с)</i>									
11	70,9	0,87	72,2	0,73	73,1	0,97			p<0,05
12	69,8	0,76	71,2	1,22	72,2	1,07			p<0,05
13	67,7	1,21	65,2*	1,14	67,9*	1,17		p<0,05	
14	61,1*	1,14	59,8*	0,75	63,9*	1,22		p<0,05	p<0,05
15	58,5*	0,92	57,6	0,85	64,1	1,31		p<0,005	p<0,01
16	59,6	1,01	57,9	1,11	63,2	1,15		p<0,01	p<0,01

В 13 лет у них наблюдалось ухудшение сенсомоторной функции, что выражалось в увеличении латентного периода зрительно-моторной реакции. В

14 – 16 лет учащиеся 1-й группы отличались неуравновешенной нервной системой с преобладанием процессов возбуждения, что является характер-

ной особенностью пубертатного периода и, как правило, отмечается на начальном этапе подросткового возраста – в 12 – 13 лет [8, 9, 13]. Выявленная динамика свидетельствует о том, что изменения в центральной нервной системе, характерные для подросткового возраста и проявляющиеся в снижении функциональных возможностей, наступали у детей 1-й группы позже на 1–2 года, чем и объясняются высокие значения психофизиологических показателей в 11 – 12 лет: их уровень развития соответствует скорее периоду второго детства, чем подростковому возрасту.

Учащихся с гармоничным физическим развитием в 14 – 16 лет отличала уравновешенность нервных процессов и высокая работоспособность головного мозга, что указывало на высокий уровень организации высших корковых формаций [5].

Школьники с избыточной массой тела в 10 – 16 лет характеризовались низкими значениями работоспособности головного мозга и функциональной подвижности нервных процессов. Также у них были более выражены процессы торможения в ЦНС по сравнению с другими школьниками. Низкий уровень нейродинамических свойств, выявленный в нашем исследовании у школьников с избыточной массой тела, является характерной особенностью их психофизиологического статуса и обусловлен снижением силы и скорости проведения нервных импульсов у лиц с ускоренным индивидуальным развитием [7].

Выводы

Выявлена зависимость формирования различных морфофункциональных типов развития школьников от степени их гармоничности физического развития по массе тела:

а) учащиеся с гармоничным физическим развитием характеризуются средневозрастными значениями длины и массы тела, эйтоническим типом вегетативной регуляции, высокой работоспособностью головного мозга в юношеском периоде;

б) у школьников с дефицитом массы тела наблюдаются низкие значения длины и массы тела, эйтонический в период второго детства и симпатикотонический в подростковом возрасте тип вегетативной регуляции сердечного ритма; высокий уровень работоспособности головного мозга и большой объем внимания в 10 – 12 лет;

в) у школьников с избыточной массой тела выявляются высокие значения длины и массы тела, раннее завершение ростовых процессов; симпатикотонический тип вегетативной регуляции сердечного ритма; неуравновешенность нервных процессов с преобладанием торможения, низкая работоспособность головного мозга и низкий уровень функциональной подвижности нервных процессов.

Литература

1. Аршавский, И. А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И. А. Аршавский. – М.: Наука, 1982. – 270 с.
2. Галлеев, А. Р. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6 – 16 лет / А. Р. Галлеев, Л. Н. Игишева, Э. М. Казин // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 4. – С. 54 – 58.
3. Гринене, Э. Особенности сердечного ритма у школьников / Э. Гринене, В.-Ю. Вайткавичус, Э. Марачинскене // Физиология человека. – 1990. – Т. 16. – N 1. – С. 88 – 93.
4. Дорохов, Р. Н. Основы и перспективы возрастного соматотипирования / Р. Н. Дорохов // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 9. – С. 15 – 18.
5. Дубровинская, Н. В. Психофизиология ребенка: психофизиологические основы детской валлеологии / Н. В. Дубровинская, Д. А. Фарбер, М. М. Безруких. – М., 2000. – 144 с.
6. Никитюк, Б. А. Факторы роста и морфофункционального созревания организма (анализ наследственных и средовых влияний на постнатальный онтогенез) / Б. А. Никитюк. – М.: Наука, 1978. – С. 62 – 63.
7. Никитюк, Б. А. Интегративная биомедицинская антропология / Б. А. Никитюк, Н. А. Корнетов. – Томск: Изд-во Том. ун-та. – 1998. – 182 с.
8. Пинчуков, А. Г. Сравнительное изучение возрастных изменений свойства подвижности нервных процессов в зрительном и двигательном анализаторах / А. Г. Пинчуков // Спортивная и возрастная психофизиология. – Л., 1974. – С. 127 – 138.
9. Семенов, М. И. Возрастная динамика баланса по величине нервных процессов // Психофизиологические основы физического воспитания и спорта / М. И. Семенов. – Л., 1972. – С. 87 – 91.
10. Суханова, Н. Н. Соматотип как один из показателей индивидуального темпа роста и созревания ребенка / Н. Н. Суханова // Гигиена и санитария. – 1998. – № 5. – С. 36 – 37.
11. Сухарев, А. Г. Технология социально-гигиенического мониторинга детского и подросткового возраста / А. Г. Сухарев // Гигиена и санитария. – 2002. – № 4. – С. 17 – 20.
12. Уоддингтон, К. Морфогенез и генетика / К. Уоддингтон. – М.: Мир, 1964. – 259 с.
13. Шлемин, А. И. О некоторых факторах, улучшающих двигательную функцию детей и подростков / А. И. Шлемин // IV научная конференция по физическому воспитанию детей и подростков: материалы. – М., 1968. – С. 162.