

УДК [613.955:612.014.04]:616-073.7

Гончаренко М. С., Тимченко А. Н.

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ХРОНОТИПА

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,
г. Харьков

Ключові слова: хронотип, адаптція

Состояние здоровья населения Украины продолжает ухудшаться. Большую часть в структуре заболеваний составляют детские заболевания, при чем возраст заболеваний сердечнососудистой системы, которая является индикатором адаптационных возможностей человека, каждый год молодеет [1, 2, 3]. В связи с тем, что активность каждого физиологического процесса определяется адаптационными возможностями организма, в данной работе выдвигается гипотеза о том, что снижение адаптационных возможностей организма у детей различного возраста является признаком ухудшения состояния здоровья подрастающего поколения, в частности эти изменения вызваны перестройками в биоритмологических особенностях человека.

Цель настоящей работы состояла в исследовании возрастных и хронобиологических особенностей реагирования учащихся на нагрузку учебного процесса в современной школе.

Особенности реактивности организма определяются силой и скоростью реагирования на действие факторов окружающей среды, что, прежде всего, отражается на таких индикаторах здоровья, как антропометрические показатели (рост, вес, артериальное давление, пульс, задержка дыхания на вдохе и жизненная емкость легких), которые определяют физиологические возможности организма, его резерв здоровья и информируют об общем адаптационном потенциале организма.

Новизна данного исследования состояла в том, что первоначально проводили изучение распределения биоритмологических особенностей школьников в младшем, среднем и старшем школьном возрасте с помощью тест-опросника Остберга. Затем проводили сравнительное исследование экспресс-оценки состояния физического здоровья внутри хронотипов школьников в зависимости от возраста.

В работе высказывается гипотеза о том, что возрастные особенности адаптационных возможностей организма к процессу обучения в школе в значительной степени зависят от соотношения хронотипов учащихся.

Для решения поставленной задачи прежде всего были выяснены биоритмологические особенности учащихся школьников в возрасте 10, 13 и 16 лет. Согласно анализу полученных данных было выявлено, что в младшем школьном возрасте преобладал утренний (50 %) хронотип над аритмическим (36 %) и вечерним (14 %); в среднем школьном возрасте — аритмический (70 %) над утренним (20 %) и вечерним (10 %) хронотипами; в старшем школьном возрасте — аритмический (74 %) над утренним (11 %) и вечерним (15 %) хронотипами. Получается, что перестройки биоритмологических особенностей школьников в возрасте 10, 13 и 16 лет, характеризуются уменьшением доли утреннего хронотипа и увеличением доли аритмиков.

Если учесть, что утренним хронотип характеризуется сильной и быстрой реакцией на внешнее воздействие, то выявленная возрастная динамика утреннего хронотипа позволяет предположить, что в процессе интенсификации учебной нагрузки происходит истощение адаптационных возможностей учащихся с утренним хронотипом и формирование новых биоритмологических особенностей аритмического типа, способного легко приспосабливаться к изменениям суточных нагрузок и рационально использовать свою внутреннюю энергию.

Судя по тому, что количество школьников с аритмическим хронотипом возрастает в два раза при переходе от младшего к среднему школьному возрасту, можно предположить, что именно в возрасте 10-13 лет происходит адаптационная перестройка функциональных возможностей организма, которая обеспечивает формирование нового биоритма реагирования на действие внешних факторов, а именно — аритмического типа.

В связи с тем, что действие окружающей среды остается постоянным во всех исследуемых возрастных группах, то можно предположить, что выявленная перестройка биоритмологического типа индуцирована учебной нагрузкой образовательного процесса. С одной стороны, причина перестройки хронотипа школьников связана со сменой особенностей педагогического процесса в младшей и средней школе, с другой стороны — она может быть индуцирована физиологическими возможностями критического периода развития организма ребенка.

Для получения адекватных ответов на выявленные адаптационные изменения в детском организме в возрасте 10, 13 и 16 лет представляет интерес выяснить антропометрические особенности хронотипов в младшем, среднем и старшем школьном возрасте.

Прежде всего был проведен анализ роста и веса учащихся в различных хронотипах (табл. 1). Среди учащихся по абсолютным величинам наибольшие значения роста и веса выявлены у вечернего хронотипа на протяжении всего школьного возраста. Возрастная динамика роста и веса соответствовала норме.

Таблица 1. Показатели роста и веса в различных возрастах и хронотипах

Показатель Биоритм. тип	Школьный возраст		
	Младший	Средний	Старший
<i>Утренний</i>	<i>n = 21</i>	<i>n = 8</i>	<i>n = 4</i>
Рост (см)	145,67 ± 2,49 ¹	159,28 ± 1,88	160,5 ± 3,66
Вес (кг)	38,05 ± 2,49 ¹	48,48 ± 1,96	53,5 ± 7,48
<i>Аритмический</i>	<i>n = 20</i>	<i>n = 25</i>	<i>n = 21</i>
Рост (см)	141,74 ± 4,05 ¹	158,38 ± 2,01 ²	169,52 ± 1,87
Вес (кг)	36,95 ± 2,87 ¹	46,0 ± 2,46 ²	62,24 ± 2,69
<i>Вечерний</i>	<i>n = 3</i>	<i>n = 7</i>	<i>n = 10</i>
Рост (см)	155,67 ± 9,62	162,38 ± 2,65 ²	172,9 ± 3,28
Вес (кг)	52,67 ± 14,5	48,13 ± 2,56 ²	59,6 ± 4,29

Примечание: достоверность признака ($p \leq 0,05$):

¹ – при сравнении младшего школьного возраста со средним;

² – при сравнении среднего школьного возраста со старшим

Индекс Кетле, характеризующий росто-весовое соотношение (табл. 2), организма в младшем школьном возрасте не отличался у утреннего и аритмического типов и несколько превышал возрастную норму. К среднему школьному возрасту индекс увеличивался и указывал на возрастную норму. В старшем школьном возрасте индекс Кетле практически не отличался во всех хронотипах. По количеству лиц с утренним хронотипом значительно уменьшился, что указывает на окончание к данному возрасту адаптационных перестроек.

При рассмотрении сердечнососудистой системы (табл. 3) были установлены следующие особенности реагирования школьников в младшем школьном возрасте утреннего типа.

После выполнения дозированной физической нагрузки показатели АТс увеличиваются, а АТд уменьшаются, что свидетельствует о неустойчивом функциональном развитии системы кровообращения. Также после выполнения физической нагрузки наблюдаются высокие показатели частоты сердечных сокращений (106,48 ± 3,34 уд./мин.). По-видимому, истощение в работе

сердечнососудистой системы у утреннего хронотипа и необходимость перестройки адаптационного процесса формируются уже в процессе обучения в младшей школе. Эти данные также подтверждают показатели индекса Робинсона ($84,7 \pm 3,43$ ус.ед.).

При переходе утреннего хронотипа в средний школьный возраст наблюдается значительное снижение ЧСС ($64,83 \pm 5,03$ уд./мин.).

Таблица 2. Показатели индекса Кетле в различных возрастах и хронотипах

Показатель Биоритм. тип	Школьный возраст		
	Младший	Средний	Старший
<i>Утренний</i>	$n = 21$	$n = 8$	$n = 4$
Индекс Кетле	$257,76 \pm 12,2^1$	$302,8 \pm 9,82$	$330,75 \pm 39,03$
<i>Аритмический</i>	$n = 20$	$n = 25$	$n = 21$
Индекс Кетле	$256,16 \pm 12,45$	$290,5 \pm 15,09$	$364,96 \pm 12,92$
<i>Вечерний</i>	$n = 3$	$n = 7$	$n = 10$
Индекс Кетле	$330,0 \pm 74,22$	$296,0 \pm 13,9$	$343,0 \pm 21,45$

Примечание: достоверность признака ($p \leq 0,05$):

¹ – при сравнении младшего школьного возраста со средним.

Таблица 3. Показатели сердечнососудистой системы в различных возрастах и хронотипах

Показатель Биоритм. тип	Школьный возраст		
	Младший	Средний	Старший
<i>Утренний</i>	$n = 21$	$n = 8$	$n = 4$
P1 (уд. за 15 с)	$20,65 \pm 0,41$	$21,92 \pm 0,50$	$22,75 \pm 2,62$
P2 (уд. за 15 с)	$31,52 \pm 0,72$	$32,64 \pm 0,89$	$32,5 \pm 2,32$
P3 (уд. за 15 с)	$22,65 \pm 0,81$	$24,92 \pm 0,92$	$25,0 \pm 2,34$
ЧСС (уд./мин.)	$74,75 \pm 3,60$	$64,83 \pm 5,03$	$75,60 \pm 4,82$
ЧСС2 (уд./мин.)	$106,48 \pm 3,34$	$103,0 \pm 5,42$	$108,20 \pm 2,40$
АТс (мм.рт.ст)	$110,13 \pm 4,70$	$108,83 \pm 6,22$	$106,60 \pm 2,79$
АТд (мм.рт.ст)	$80,25 \pm 4,55$	$74,83 \pm 3,37$	$72,20 \pm 2,18$
АТс2 (мм.рт.ст)	$117,00 \pm 3,93^1$	$133,0 \pm 5,16^2$	$111,80 \pm 6,58$
АТд2 (мм.рт.ст)	$78,50 \pm 3,94$	$84,18 \pm 3,89$	$73,80 \pm 7,00$
<i>Аритмический</i>	$n = 20$	$n = 25$	$n = 21$
P1 (уд. за 15 с)	$21,1 \pm 0,56$	$20,88 \pm 0,81$	$20,12 \pm 0,80$
P2 (уд. за 15 с)	$31,0 \pm 0,91$	$29,0 \pm 2,35$	$31,24 \pm 0,88$
P3 (уд. за 15 с)	$23,45 \pm 0,95$	$23,0 \pm 1,60$	$22,72 \pm 0,79$
ЧСС (уд./мин.)	$72,20 \pm 3,91$	$77,65 \pm 3,31$	$75,43 \pm 3,94$
ЧСС2 (уд./мин.)	$104,62 \pm 4,02$	$106,5 \pm 9,84$	$107,93 \pm 4,91$
АТс (мм.рт.ст)	$99,50 \pm 0,97^1$	$109,53 \pm 2,24^2$	$99,71 \pm 2,28$
АТд (мм.рт.ст)	$63,80 \pm 1,32^1$	$76,00 \pm 3,12^2$	$66,64 \pm 2,35$
АТс2 (мм.рт.ст)	$105,30 \pm 3,90$	$119,75 \pm 10,14$	$113,14 \pm 2,11$
АТд2 (мм.рт.ст)	$76,30 \pm 3,68$	$79,5 \pm 6,53$	$78,21 \pm 1,81$

Вечерний	n = 3	n = 7	n = 10
P1 (уд. за 15 с)	19,67 ± 0,33	17,75 ± 2,46	19,5 ± 0,734
P2 (уд. за 15 с)	28,67 ± 1,20	30,88 ± 2,25	30,4 ± 1,17
P3 (уд. за 15 с)	20,67 ± 0,66	22,75 ± 0,75	22,7 ± 0,88
ЧСС (уд./мин.)	74,75 ± 3,60	82,00 ± 13,00	84,00 ± 4,73
ЧСС2 (уд./мин.)	106,48 ± 3,34	88,83 ± 4,68	104,67 ± 8,41
АТс (мм.рт.ст)	110,13 ± 4,70	107,00 ± 8,00	105,00 ± 3,06
АТд (мм.рт.ст)	80,25 ± 4,55	82,00 ± 2,00	70,33 ± 5,21
АТс2 (мм.рт.ст)	117,00 ± 3,93	129,0 ± 4,71 ²	106,67 ± 6,89
АТд2 (мм.рт.ст)	78,50 ± 3,94	83,33 ± 3,82	74,00 ± 7,02

Примечание: достоверность признака ($p \leq 0,05$):

- ¹ – при сравнении младшего школьного возраста со средним;
- ² – при сравнении среднего школьного возраста со старшим

Реакция на выполнение дозированной физической нагрузки практически не выявляет возрастных изменений (Табл. 4) и характеризуется превышающими возрастными нормами показателями индекса Руфье ($11,8 \pm 0,77$ ус. ед.). также превышают возрастную норму показатели индекса Робинсона ($95,48 \pm 4,57$ ус.ед.) и Шаповаловой ($240,38 \pm 19,89$ ус.ед.), что дает возможность высказать предположение о формировании гиперфункционирования сердечнососудистой системы как компенсационной реакции на приспособление к условиям жизнедеятельности.

Таблица 4. Индексы здоровья в различных возрастах и хронотипах

Показатель Биоритм. тип	Школьный возраст		
	Младший	Средний	Старший
<i>Утренний</i>	<i>n = 21</i>	<i>n = 8</i>	<i>n = 4</i>
Индекс Руфье	9,87 ± 0,67	11,8 ± 0,77	12,0 ± 2,82
Индекс Робинсона	84,7 ± 3,43	95,48 ± 4,57	81,5 ± 8,74
Индекс Шаповаловой	205,95 ± 10,91	230,04 ± 9,19	264,25 ± 33,48
<i>Аритмический</i>	<i>n = 20</i>	<i>n = 25</i>	<i>n = 21</i>
Индекс Руфье	10,25 ± 0,81	9,12 ± 1,807	9,64 ± 0,89
Индекс Робинсона	83,75 ± 5,21	89,63 ± 8,89	81,64 ± 3,74
Индекс Шаповаловой	219,89 ± 13,07	240,38 ± 19,89	292,64 ± 15,48
<i>Вечерний</i>	<i>n = 3</i>	<i>n = 7</i>	<i>n = 10</i>
Индекс Руфье	7,33 ± 0,88	8,62 ± 1,59	9,1 ± 0,88
Индекс Робинсона	68,67 ± 7,68	93,5 ± 5,63	88,0 ± 3,08
Индекс Шаповаловой	249,33 ± 55,8	215,75 ± 13,81	264,6 ± 16,47

При переходе к старшему школьному возрасту школьники утреннего хронотипа практически не выявляют возрастных особенностей реагирования (табл. 3), что дает возможность предположить о максимально возможном реагировании

сердечнососудистой системы утреннего хронотипа уже в младшем школьном возрасте.

Жизненная емкость легких у школьников утреннего хронотипа увеличивается с возрастом (табл. 5). В то же время величина показателя задержки дыхания во всех исследуемых возрастах остается без изменения, что указывает на снижение функциональной активности кардио-респираторной системы у утреннего хронотипа.

Таблица 5. Показатели кардио-респираторной системы в различных возрастах и хронотипах

Показатель Биоритм. тип	Школьный возраст		
	Младший	Средний	Старший
<i>Утренний</i>	<i>n = 21</i>	<i>n = 8</i>	<i>n = 4</i>
ЗДВ (с)	33,50 ± 3,01	32,50 ± 3,85	37,60 ± 4,87
ЖЕЛ (л)	1,70 ± 0,09 ¹	2,18 ± 0,07	2,58 ± 0,29
Индекс Скибинского	862,64 ± 107,2	943,6 ± 108,76	
<i>Аритмический</i>	<i>n = 20</i>	<i>n = 25</i>	<i>n = 21</i>
ЗДВ (с)	25,40 ± 2,55 ¹	34,24 ± 2,07 ²	41,14 ± 2,82
ЖЕЛ (л)	1,53 ± 0,07 ¹	2,02 ± 0,09 ²	2,78 ± 0,16
Индекс Скибинского	681,5 ± 123,35	1 084,75 ± 319,01	
<i>Вечерний</i>	<i>n = 3</i>	<i>n = 7</i>	<i>n = 10</i>
ЗДВ (с)	43,33 ± 8,33	40,50 ± 0,50	46,33 ± 10,17
ЖЕЛ (л)	1,40 ± 0,10	2,30 ± 0,40	2,40 ± 0,38

Примечание: достоверность признака ($p \leq 0,05$):

- ¹ – при сравнении младшего школьного возраста со средним;
- ² – при сравнении среднего школьного возраста со старшим

Рассмотрим особенности реагирования показателей развития школьников с аритмическим хронотипом. Возрастная динамика увеличения показателей роста и веса характеризуется высокими показателями физического развития организма (табл. 1). Это подтверждается высокими значениями индекса Кетле, величина которых соответствует рамкам возрастной нормы (табл. 2). Состояние работы сердечнососудистой системы во всех возрастных группах (табл. 3) не изменяется относительно младшего школьного возраста, несколько превышая рамки возрастной нормы.

Показатели адаптационного потенциала во всех возрастных группах и хронотипах (табл. 6) свидетельствуют о достаточных функциональных возможностях организма.

Наиболее четкое представление о возрастных особенностях функционирования сердечнососудистой системы отражается в сравнительном анализе индексов Робинсона в различных возрастных группах и хронотипах (рис. 1).

Таблица 6. Показатели адаптационного потенциала в различных возрастах и хронотипах

Показатель Биоритм. тип	Школьный возраст		
	Младший	Средний	Старший
<i>Утренний</i>	<i>n = 21</i>	<i>n = 8</i>	<i>n = 4</i>
АП	1,911 ± 0,05	2,05 ± 0,01	1,90 ± 0,13
<i>Аритмический</i>	<i>n = 20</i>	<i>n = 25</i>	<i>n = 21</i>
АП	1,855 ± 0,09	1,94 ± 0,15	1,88 ± 0,07
<i>Вечерний</i>	<i>n = 3</i>	<i>n = 7</i>	<i>n = 10</i>
АП	1,721 ± 0,21	2,00 ± 0,06	1,96 ± 0,06

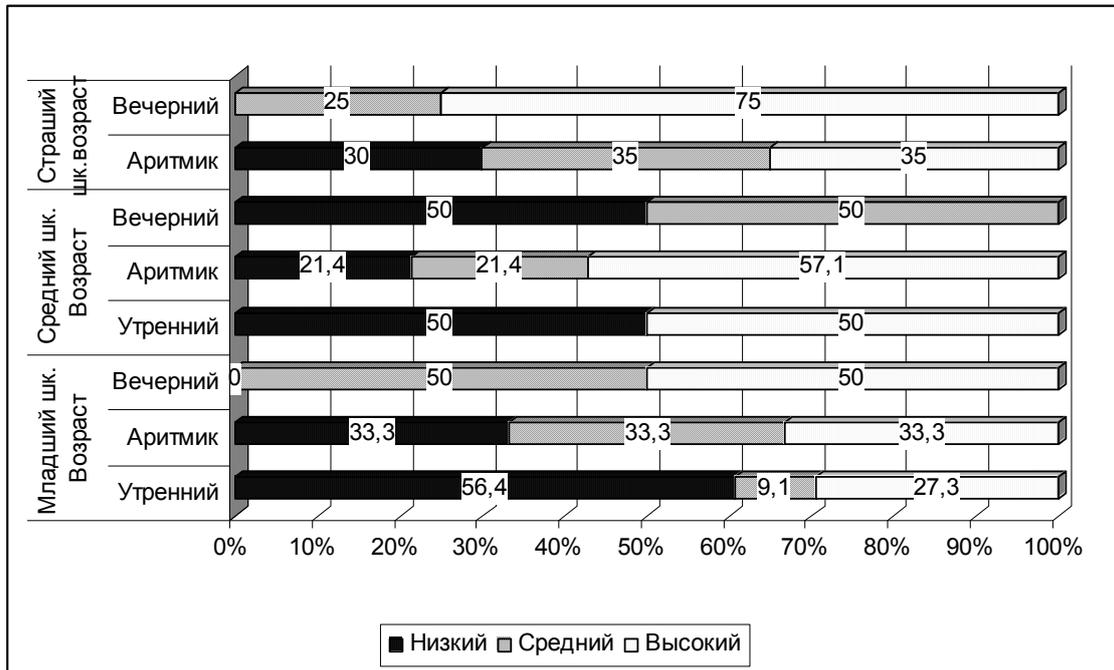


Рис. 1. Индекс Робинсона в различных возрастных группах и хронотипах.

Так, индекс Робинсона в утреннем хронотипе в младшем школьном возрасте характеризуется 56% показателей ниже средней величины и 27% — выше средней величины. В среднем школьном возрасте у 50% обследованных утреннего хронотипа выявлены низкие показатели данного индекса, что свидетельствует о группе риска и соответственно низких возможностях сердечнососудистой системы. В то же время в старшем школьном возрасте выявлены высокие и средние показатели данного индекса в равном процентном соотношении 50:50.

К старшему школьному возрасту значение индекса Робинсона с высокими значениями данного показателя увеличивается до 75%, что свидетельствует об устойчивых возможностях работы сердечнососудистой системы у данного хронотипа. Средний школьный возраст совпадает с критическим периодом в развитии

ребенка. Поэтому у 50% лиц вечернего хронотипа выявлены низкие и средние показатели данного индекса, что свидетельствует о низком типе реагирования данного хронотипа, осложненном возрастными перестройками в организме.

Наиболее разнообразная динамика показателей индекса Робинсона выявлена у аритмического хронотипа. Так, младший и старший школьный возраст в данном хронотипе представлен равными соотношениями низких, средних и высоких значений индекса Робинсона. В среднем школьном возрасте 57% обследованных выявили высокие значения данного показателя, а остальную часть составляют низкие и высокие значения. Исходя из такого процентного соотношения лиц с низкими значениями данного показателя, можно утверждать, что именно у аритмического хронотипа проявляется наибольшая устойчивость в работе сердечнососудистой системы по сравнению с другими хронотипами.

При характеристике адаптационного потенциала (рис. 2) у лиц утреннего хронотипа в младшем школьном возрасте 87,5% выявляют удовлетворительную адаптацию, а 12,5% — напряжение механизмов адаптации. При переходе к среднему школьному возрасту процентное соотношение показателя, характеризующего напряжение механизмов адаптации, увеличивается в 2 раза, уменьшая процент учащихся с удовлетворительной адаптацией.

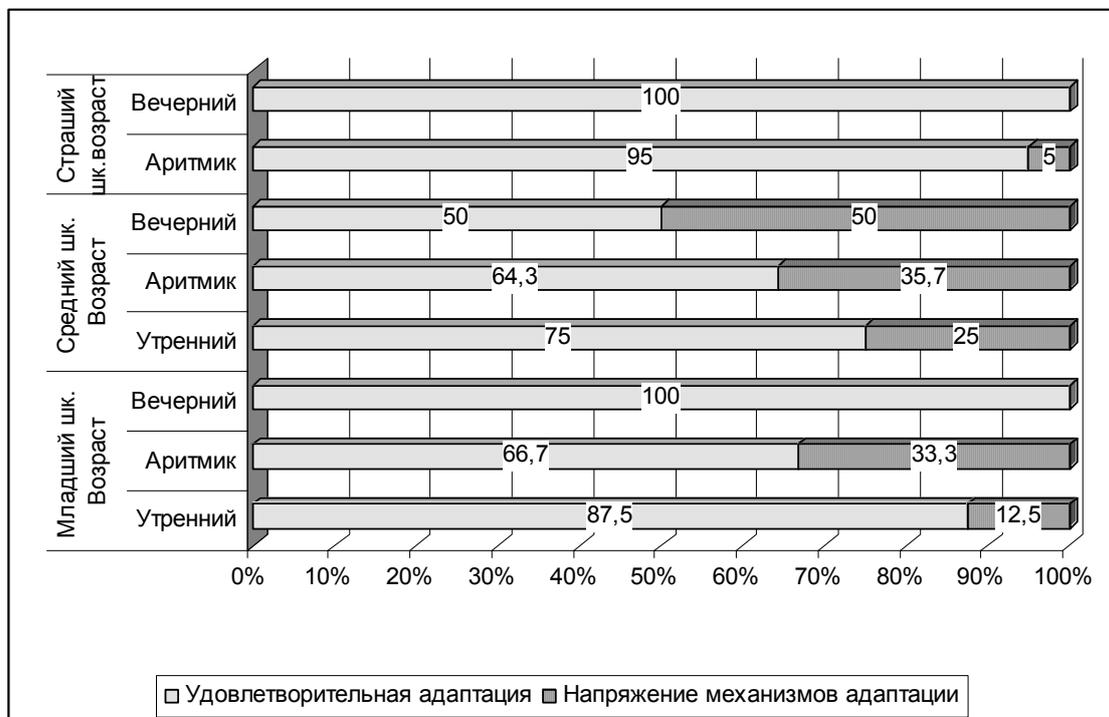


Рис. 2. Адаптационный потенциал в различных возрастных группах и хронотипах.

У школьников с аритмическим хронотипом возрастная динамика адаптационного потенциала направлена в сторону совершенствования адаптационных возможностей. Так, в младшем и среднем школьном возрасте напряжение механизмов адаптации наблюдается у 33 % школьников, а в старшей — только у 5%. Остальные школьники аритмического хронотипа выявляют удовлетворительную адаптацию.

При характеристике вечернего хронотипа выявлена удовлетворительная адаптация к условиям жизнедеятельности в младшем и старшем школьном возрасте (в возрасте 10 и 16 лет). В то же время в среднем школьном возрасте у 50 % обследуемых обнаружено напряжение механизмов адаптации, что позволяет предположить, что у вечернего хронотипа наиболее критическим в характеристике приспособительных возможностей организма является период полового созревания (13-14 лет).

Таким образом, перестройки биоритмологических особенностей школьников в возрасте 10, 13 и 16 лет, характеризуются уменьшением доли утреннего хронотипа и увеличением доли аритмиков. В зависимости от типов реагирования на условия жизнедеятельности каждый хронотип проявляет свои приспособительные возможности на различных этапах школьного возраста. К среднему школьному возрасту лица утреннего хронотипа уже проявляют зрелые функциональные возможности организма, в отличие от вечернего хронотипа, которые только к старшему школьному возрасту завершают свои функциональные перестройки в организме. Аритмический хронотип является наиболее лабильным на протяжении всего периода школьного возраста, максимально проявляя свои компенсаторные возможности к условиям жизнедеятельности в возрасте 13-14 лет, т.е. в период полового созревания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Радыш И.В., Совершаева С. Л. Хронофизиология, экология человека и адаптация // Экология человека. — 1995. — № 1. — С. 9-15.
2. Баевский Р.М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. — М.: Медицина, 1997. — 236 с.
3. Мезенцев С. А., Кузьминых В. Г. Хронобиологический подход, как метод объективного прогнозирования адаптации человека // Материалы XI Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации» 24-28 янв. 2003 г. — М.: Изд-во РУДН, 2003. — С. 355-356.

М. С. Гончаренко, А. Н. Тимченко

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ХРОНОТИПА

Ключевые слова: хронотип, адаптация

В статье рассмотрено состояние адаптационных возможностей учащихся разных биоритмологических типов в зависимости от возраста. Разработанная комплексная оценка функционального состояния организма позволяет выявить функциональные перестройки детского организма в разных возрастных и хронобиологических группах к действию экзогенных факторов.

M.S. Goncharenko, A.M. Timchenko

ADAPTABILITY OF PUPILS DEPENDING ON THEIR AGE AND CHRONOTYPES

Key words: chronotypes, adaptation

The study looks at the state of adaptability of pupils of different biorhythmological types depending on their age. An integrated method developed for the assessment of functional parameters helps to identify functional changes in pupils' bodies in different age and chronobiological groups as their response to exogenous factors.