

Инесса И. Саливон, Н.И. Полина

**Обыт использования
адаптационного потенциала в
качестве критерия реактивности
организма детей и подростков в
условиях
высокоубранизированной
городской среды**

Prace Naukowe. Kultura Fizyczna 4, 243-252

2001

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Инееса И. Саливон, Н.И.Полина

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА В КАЧЕСТВЕ КРИТЕРИЯ РЕАКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОУРБАНИЗИРОВАННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Интенсивно нарастающее техногенное загрязнение городской среды породило ряд насущных проблем урбозологии. Разработка новых технологий, направленных на защиту окружающей среды и обитающих в ней живых организмов, а также совершенствование медико-биологических методов диагностики и коррекции адаптационных процессов у городского населения на индивидуальном и популяционном уровнях привлекают пристальное внимание ученых. Высокая чувствительность и пластичность развивающегося организма в отношении воздействия как благоприятных, так и неблагоприятных факторов, позволяет при систематическом наблюдении за динамикой морфофункциональных показателей у детей в дошкольных учреждениях и школах своевременно выявить напряженность адаптационных процессов и предотвратить их срыв, т.е. переход от нормы к патологии.

Известно, что изменение характера взаимодействия систем или их элементов, всегда связанное с усилением метаболических и энергетических процессов, ведет к нарушению гомеостаза лишь при перенапряжении регуляторных механизмов и истощении функционального резерва. Поэтому состояние организма можно определить на основании оценки уровня функционирования системы, степени напряжения регуляторных механизмов [2, 4, 7].

Существует ряд методических приемов, которые при определении перехода от нормы к патологии позволяют получить информацию о состоянии одновременно нескольких систем, являясь достаточно чувствительными к изменениям на разных уровнях структурно-функциональной организации человека. Для оценки степени напряжения регуляторных механизмов наиболее надежно использование биохимических способов

определения содержания кортикостероидов и катехоламинов в крови и моче. Трудоемкость выполнения этих методик и необходимость стационарных условий существенно ограничивают возможность их использования.

При оценке уровня функционирования организма важная роль принадлежит показателям сердечно-сосудистой системы, так как от кровоснабжения зависит уровень метаболизма. Поэтому система кровообращения является индикатором адаптационных реакций организма. Впервые концепция о системе кровообращения как индикаторе адаптационно-приспособительной деятельности организма была сформулирована в монографии «Космическая кардиология» [5]. Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы отражают «цену адаптации».

«Переход от здоровья к болезни, от нормы к патологии представляет собой процесс постепенного снижения степени адаптации организма к условиям окружающей среды (уменьшение адаптационного потенциала — АП), в результате которого возникают различные пограничные состояния, в том числе донозологические и преморбидные» [3]. Под АП подразумевается запас адаптационных приспособительных возможностей организма, обеспечивающий его развитие и защитно-приспособительные реакции.

Для определения АП предложена формула [3], которая может быть использована при массовых исследованиях населения с разным половозрастным составом.

$$\text{АП (в баллах)} = 0.011 (\text{ЧП}) + 0.014 (\text{СД}) + 0,008 (\text{ДД}) + 0.014 (\text{В}) - 0.009 (\text{М}) - 0.009 (\text{Р}) - 0.27,$$

где СД и ДД — величины систолического и диастолического давления (мм рт. ст.), ЧП — частота пульса в 1 мин, В — возраст (годы), М — масса тела (кг), Р — длина тела (см).

Р.М. Баевским с сотрудниками [3] разработана также классификация функциональных состояний (уровни здоровья) здоровых людей, представленная 4-мя градациями: состояние удовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды при высоких или достаточных функциональных возможностях организма; состояние напряжения адаптационных механизмов, при котором достаточные функциональные возможности обеспечиваются за счет мобилизации функциональных резервов; неудовлетворительная адаптация имеет место при снижении функциональных возможностей организма; срыв адаптации сопровождается резким снижением функциональных возможностей организма.

Пороговым значением для удовлетворительной адаптации является уровень 2.1 балла, т.е. все значения ниже этого показателя говорят о нормальной адаптации; о напряжения адаптационных механизмов свидетельствуют

значения АП от 2.11 до 3.2 балла; пределы колебаний от 3.21 до 4.3 балла характерны для неудовлетворительной адаптации; срыв адаптации наступает после 4.31 баллов.

Шкала АП, разработанная для взрослых, успешно применялась в условиях Севера при динамическом наблюдении за уровнем здоровья первоклассников, в результате чего было выявлено постепенное возрастание компенсаторно-приспособительных возможностей организма в ходе адаптации к учебному процессу [6].

Однако известно, что уровень артериального давления крови у детей не только генетически детерминирован, но в значительной степени зависит от стадии полового созревания, длины и массы тела, степени развития скелетной мускулатуры и сердечной мышцы, характера физических нагрузок, психологического климата в семье и школе и от других факторов внутренней и внешней среды. Поэтому при оценке уровня индивидуальной адаптированности сердечно-сосудистой системы детей и подростков использование нормативной шкалы АП, разработанной для взрослого населения, требует определенной коррекции, учитывающей стадию развития формирующегося организма и его конституциональные особенности.

Была предпринята попытка разработать нормативную шкалу АП для 10 – 11-летних подростков [1]. Предложенные для этой возрастной категории нормативы смещены в сторону более низких показателей: удовлетворительное состояние — до 1,9 балла; напряжение механизмов адаптации — 1,9 – 2,09; неудовлетворительная адаптация — 2,10 – 2,28; срыв адаптации — от 2,29 и более. Однако и эта нормативная шкала не может считаться универсальной, так как не учитывает конституциональных особенностей адаптивности организма.

Высокая информативность АП как интегративного показателя адаптированности не только отдельного организма, но и определенных половозрастных групп населения, побудила нас попытаться использовать данный показатель для сравнительной характеристики состояния адаптационных механизмов сердечно-сосудистой системы детского населения в двух высокоурбанизированных городах Беларуси. Из-за отсутствия нормативных шкал АП для разных половозрастных групп детей и подростков мы сочли возможным применить оценочную шкалу АП взрослого населения с целью выявления характера не индивидуальных, а меж-групповых различий.

Половозрастная изменчивость основных морфофункциональных показателей физического развития детей и подростков в условиях нарастающего неблагополучия городской среды, предъявляющей повышенные требования к механизмам адаптации, изучалась на основании поперечных исследований наиболее экосенситивных групп школьников г. Минска

(8, 13 и 17 лет) в 1993 – 94 гг. и в 1999 г. Аналогичные возрастные группы учащихся были исследованы в 1998–99 гг. в школах г. Гомеля. Данные по гомельским школьникам были сгруппированы в 2 территориальные выборки с учетом вероятных различий экологических условий в центре города (Гм – Ц) и в микрорайоне Волотова (Гм – В). Анализ изменчивости АП позволил проследить динамику адаптационных процессов во времени (на примере минских школьников) и характер территориальной вариабельности исследуемого показателя реактивности (на примере учащихся Гомеля).

Используя приведенную формулу АП, мы определили индивидуальные показатели для оценки функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы как индикатора адаптационных резервов организма школьников трех возрастов в исследованных нами выборках гг. Минска и Гомеля. На основании исходных данных были рассчитаны статистические параметры АП и достоверность межгрупповых различий.

Анализ полученных данных показал (табл. 1 – 2.) высоко достоверное ($p \leq 0.001$) увеличение средних величин АП у 8-летних школьников обоего пола в г. Минске в 1999 году по сравнению с ровесниками в 1993 – 94 гг. Мальчики и девочки Гм – Ц в 8 и 13 лет достоверно ($p \leq 0.01$) отличаются от ровесников Гм – В меньшими величинами показателя. Те же возрастные группы мальчиков ($p \leq 0.001$) и 8-летних девочек ($p \leq 0.01$) Гм – Ц характеризуются меньшими величинами АП по сравнению с минскими ровесниками 1999 г. исследования.

О напряженности механизмов адаптации у 17-летних юношей Минска в 1993 – 94 гг. и в 1999 г., а также в Гм – В свидетельствует среднегрупповой показатель АП, превышающий 2,1 балла. В остальных случаях среднегрупповые показатели АП относятся к категории удовлетворительной, т.е. нормальной, адаптации. Судя по тенденции к увеличению среднегруппового уровня АП от 1993 – 1994 гг. к 1999 г. во всех половозрастных группах Минска, в 1990-е гг. возросла экологическая нагрузка на организм школьников. Более высокие показатели индекса в Гм – В по сравнению с Гм – Ц, что являются косвенным показателем большего экологического неблагополучия в микрорайоне Волотова г. Гомеля.

Выделение в пределах исследованных выборок индивидуумов с повышенным АП (2,11 – 3,2 балла) выявило следующие закономерности (табл. 3). Для всех сравниваемых групп характерно значительное увеличение с возрастом частоты встречаемости индивидуумов, у которых АП превышал 2,11 балла, что характерно для напряжения механизмов адаптации. Как и ожидалось, у 8-летних детей такие значения довольно редки (от 1,4% в Гм – В до 5,9% у Гм – Ц среди мальчиков, а среди девочек – от 0,9% в Минске в 1993-94 гг. до 5,5% в Минске 1999 г.). Это

объясняется тем, что для данного возраста пороговый уровень напряжения механизмов адаптации ниже, чем 2,11 балла АП, что в младших возрастных группах, не достигших дефинитивного уровня развития, критический уровень адаптивности будет несколько ниже, чем 2,11 балла АП.

К периоду полового созревания — в 13 лет частота АП, характеризующего напряжения адаптивных механизмов возрастает и колеблется у мальчиков от 10,9% у Гм – Ц до 23,5% — у минчан в 1999 г., а среди девочек — от 17% у минчанок в 1993 – 94 гг. и в 1999 г. до 33% у Гм – Ц. В 17-летнем возрасте еще более высок процент показателей АП, превышающих 2,11 балла. Частота таких случаев среди юношей варьирует от 45% в Гм – Ц до 60 – 61% среди минчан 1999 г. и Гм – В, а среди девушек — от 23,8% (среди минчанок 1999 г.) до 40,6% (в Гм – В). При этом среди минских школьников мужского пола наблюдается явная тенденция к нарастанию частоты случаев напряженной адаптации от 1993 – 94 гг. к 1999 г.; в Гомеле в 1998 – 99 гг. большей частотой отличаются школьники Гм – В обоего пола по сравнению Гм – Ц. Среди школьников Минска определенной динамики во времени повышенного АП не наблюдается.

Таким образом, наш материал показывает, что использование нормативных шкал АП взрослого населения не позволяет адекватно оценить на индивидуальном уровне состояние механизмов адаптации в предефинитивный период формирования организма из-за того, что пороговые значения АП в половозрастных группах будут тем ниже, чем меньше возраст, длина и масса тела исследуемого. Однако при межгрупповом сравнении применение таких шкал приемлемо, так как позволяет сопоставить средние величины АП и внутригрупповой характер распределения градаций данного индекса с целью определения направления динамики во времени популяционной адаптивности и межпопуляционных особенностей адаптации на стадии формирования организма.

Повышенный процент индивидуумов с напряжением адаптационных механизмов среди исследованных в 1998 – 99 гг. школьников гг. Минска и Гомеля свидетельствует о значительном неблагополучии внешней среды (природной и социальной), в которой формируется нынешнее поколение молодежи. В соответствии с общими закономерностями онтогенеза давление негативных факторов среды сильнее воздействует на мужской организм, что в большей мере проявилось в Минске. Судя по характеру распределения категорий АП, в Гомеле р-н Волотова в экологическом отношении более неблагополучен по сравнению с центром города.

Таблица 1. Сравнительная характеристика показателей АП (баллы) в исследованных группах мальчиков

Возраст, годы	n	Min	Max	x	m(x)	s	n	Min	Max	x	m(x)	s
	Минск 1993-94						Минск 1999					
8	257	0.87	2.39	1.57	0.02	0.26	50	1.44	2.24	1.78	0.02	0.17
13	98	0.98	2.55	1.82	0.03	0.28	68	1.12	2.44	1.87	0.04	0.29
17	65	1.48	2.76	2.14	0.03	0.26	54	1.72	3.11	2.19	0.03	0.25
	Гомель (центр) 1998-99						Гомель (Волотова) 1998-99					
8	101	1.03	2.28	1.63	0.03	0.26	69	1.18	2.34	1.73	0.03	0.22
13	101	1.13	2.58	1.77	0.03	0.27	69	1.38	2.51	1.91	0.03	0.26
17	100	1.39	3.30	2.10	0.04	0.36	45	1.64	3.18	2.18	0.04	0.30
	Минск 1993-94						Гомель (центр) 1998-99					
8	257	0.87	2.39	1.57	0.02	0.26	101	1.03	2.28	1.63	0.03	0.26
13	98	0.98	2.55	1.82	0.03	0.28	101	1.13	2.58	1.77	0.03	0.27
17	65	1.48	2.76	2.14	0.03	0.26	100	1.39	3.30	2.10	0.04	0.36
	Минск 1999						Гомель (центр) 1998-99					
8	50	1.44	2.24	1.78	0.02	0.17	101	1.03	2.28	1.63	0.03	0.26
13	68	1.12	2.44	1.87	0.04	0.29	101	1.13	2.58	1.77	0.03	0.27
17	54	1.72	3.11	2.19	0.03	0.25	100	1.39	3.30	2.10	0.04	0.36
	Минск 1993-94						Гомель (Волотова) 1998-99					
8	257	0.87	2.39	1.57	0.02	0.26	69	1.18	2.34	1.73	0.03	0.22
13	98	0.98	2.55	1.82	0.03	0.28	69	1.38	2.51	1.91	0.03	0.26
17	65	1.48	2.76	2.14	0.03	0.26	45	1.64	3.18	2.18	0.04	0.30
	Минск 1999						Гомель (Волотова) 1998-99					
8	50	1.44	2.24	1.78	0.02	0.17	69	1.18	2.34	1.73	0.03	0.22
13	68	1.12	2.44	1.87	0.04	0.29	69	1.38	2.51	1.91	0.03	0.26
17	54	1.72	3.11	2.19	0.03	0.25	45	1.64	3.18	2.18	0.04	0.30

Таблица 2. Сравнительная характеристика показателей АП (баллы) в исследованных группах девочек

Возраст, годы	n	Min	Max	x	m(x)	s	n	Min	Max	x	m(x)	s
	Минск 1993-94						Минск 1999					
8	247	0.66	2.44	1.49	0.02	0.24	55	1.23	2.19	1.71	0.03	0.23
13	80	1.22	2.43	1.80	0.03	0.28	70	1.36	2.85	1.90	0.03	0.27
17	89	1.51	2.98	2.00	0.03	0.25	63	1.55	2.69	2.01	0.03	0.25
	Гомель (центр) 1998-99						Гомель (Волотова) 1998-99					
8	103	0.96	2.18	1.57	0.02	0.23	67	1.25	2.36	1.75	0.03	0.21
13	104	0.68	2.54	1.83	0.03	0.28	69	1.39	2.84	2.02	0.04	0.30
17	100	1.37	2.70	2.00	0.03	0.27	69	1.58	2.70	2.07	0.03	0.24
	Минск 1993-94						Гомель (центр) 1998-99					
8	247	0.66	2.44	1.49	0.02	0.24	103	0.96	2.18	1.57	0.02	0.23
13	80	1.22	2.43	1.80	0.03	0.28	104	0.68	2.54	1.83	0.03	0.28
17	89	1.51	2.98	2.00	0.03	0.25	100	1.37	2.70	2.00	0.03	0.27
	Минск 1999						Гомель (центр) 1998-99					
8	55	1.23	2.19	1.71	0.03	0.23	103	0.96	2.18	1.57	0.02	0.23
13	70	1.36	2.85	1.90	0.03	0.27	104	0.68	2.54	1.83	0.03	0.28
17	63	1.55	2.69	2.01	0.03	0.25	100	1.37	2.70	2.00	0.03	0.27
	Минск 1993-94						Гомель (Волотова) 1998-99					
8	247	0.66	2.44	1.49	0.02	0.24	67	1.25	2.36	1.75	0.03	0.21
13	80	1.22	2.43	1.80	0.03	0.28	69	1.39	2.84	2.02	0.04	0.30
17	89	1.51	2.98	2.00	0.03	0.25	69	1.58	2.70	2.07	0.03	0.24
	Минск 1999						Гомель (Волотова) 1998-99					
8	55	1.23	2.19	1.71	0.03	0.23	67	1.25	2.36	1.75	0.03	0.21
13	70	1.36	2.85	1.90	0.03	0.27	69	1.39	2.84	2.02	0.04	0.30
17	63	1.55	2.69	2.01	0.03	0.25	69	1.58	2.70	2.07	0.03	0.24

Таблица 3. Возрастное распределение показателей адаптационного потенциала в зависимости от состояния механизмов адаптации

Возраст, лет	Мальчики					Девочки				
	N	Величины АП				N	Величины АП			
		до 2,1 балла		2,11-3,2 балла			до 2,1 балла		2,11-3,2 балла	
		п	%	п	%		п	%	п	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Минск 1993-94 гг.										
8	238	230	96.6	8	3.4	231	229	99.1	2	0.9
13	98	86	87.8	12	12.2	80	66	82.5	14	17.5
17	65	33	50.8	32	49.2	89	63	70.8	26	29.2

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Минск 1999 г.										
8	50	48	96.0	2	4.0	55	52	94.5	3	5.5
13	68	52	76.5	16	23.5	70	58	82.9	12	17.1
17	54	21	38.9	33	61.1	63	48	76.2	15	23.8
Гомель (центр)										
8	101	95	94.1	6	5.9	103	101	98.1	2	1.9
13	101	90	89.1	11	10.9	104	83	79.8	21	20.2
17	100	55	55.0	45	45.0	100	68	68.0	32	32.0
Гомель (Волотова)										
8	71	70	98.6	1	1.4	67	64	95.5	3	4.5
13	69	57	82.6	12	17.4	69	46	66.7	23	33.3
17	45	18	40.0	27	60.0	69	41	59.4	28	40.6

Литература

1. Антропова М.В., Бородкина Г.В., Кузнецова Л.М., Манке Г.Г., Параничева Т.М. *Прогностическая значимость адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 10 – 11 лет*, Физиология человека, Т. 26, № 1, 2000. С. 56 – 61.
2. Баевский Р. М., *Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии*. М., 1979. 295 с.
3. Баевский Р. М., Берсенева А. П., Вакулин В. К., Палеев Н. Р., Хвастунов Р. М. *Оценка эффективности профилактических мероприятий на осн-*

- ове измерения адаптационного потенциала системы кровообращения, Здравоохранение Российской Федерации. 1987. N 8. С. 6 – 10.
4. Баевский Р. М., Берсенева А. П., *Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний*, М., 1997. 235 с.
 5. Парин В. В., Баевский Р. М., Волков Ю. И., Газенко О. Г., *Космическая кардиология*, Л., 1967 (цит. по Баевский, 1979) .
 6. Поборский А. Н., Пшенцова И. Л., *Оценка уровня здоровья и компенсаторно-приспособительных возможностей организма первоклассников в условиях Севера*, Здравоохранение Российской Федерации, 1999, N 1, С. 31 – 33.
 7. Ямпольская Ю.А., *Физическое развитие и адаптационные возможности современных школьников*, Российский педиатрический журнал, 1998, № 1, С. 9 – 11.

SUMMARY

И.И. Саливон, Н.И.Полина

At an estimation of a level of operation of an organism the relevant role belongs to parameters of a cardiovascular system, as the metabolic rate depends on a level of a blood supply. Therefore system of blood circulation is the indicator of adaptive reactions of an organism. The classification of functional statuses (levels of health) introduced by 4 gradations is designed by R.M. Bayevsky with the employees (1987): a status of **satisfactory adapting** to environmental conditions at high or sufficient functional capabilities of an organism; a condition of **stress of adaptation** mechanisms, at which the sufficient functional capabilities are provided at the expense of mobilization of functional reserves; **an unsatisfactory adapting** takes place at a decrease of functional capabilities of an organism; **the failure of adapting** is accompanied by fall-off of functional capabilities of an organism.

With the purpose of definition of sex and age variability of the main morpho-functional parameters of physical development of children and adolescents in conditions of increasing trouble of urban environment presenting the heightened requirements to mechanisms of adapting, the cross-sectional research of three age most ecosensitive groups of the pupils of Minsk(8, 13 and 17 years) in 1993-94 years and 1999 was conducted. The similar age groups of the pupils were investigated in 1998-99 at schools of Gomel; this category of the data was clustered in 2 territorial samplings in view of probable distinctions of ecological conditions in downtown (Gm – D) and in a microdistrict Volotova (Gm – V). Gomel — regional city, large industrial centre located in a zone of radiation control.

Rather high percent of individuals with stress of adaptive mechanisms among the pupils studied in 1998 – 99 years in Minsk and Gomel testifies to considerable trouble of

an environment (natural and social), in which the present breed of youth is formed. According to general appropriateness of the ontogenesis the pressure of negative environmental factors renders more strong effect on a man's organism, that in the greater measure was exhibited in Minsk. By nature of distribution of AP categories, in Gomel the microdistrict Volotova is more ill-behaved in ecological relation.

The analysis of variability of AP has allowed to find out dynamics of adaptive processes in time (on an example of the Minsk pupils) and to observe nature of territorial variability of a studied parameter of a reactivity (on an example of pupils of Gomel).