

Д.И. Ширко¹, В.И. Дорошевич¹, В.В. Игнатьев¹, Е.Г. Берняк²
**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
ОРГАНИЗМА У МОЛОДЫХ МУЖЧИН С РАЗЛИЧНЫМ
СОСТАВОМ ТЕЛА**

*Кафедра военной эпидемиологии и военной гигиены ВМедФ в БГМУ1
УО «Военная академия Республики Беларусь» 2*

В формирование состояния здоровья, наряду с генетическими особенностями и различными факторами внешней среды, существенный вклад вносит фактическое питание. Состояние здоровья, его нарушения и развитие болезней являются следствием взаимодействия организма с окружающей средой путем потребления из нее питательных веществ.

По определению, представленному в преамбуле Устава Всемирной организации здравоохранения (1948) «здоровье – это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физического дефекта», т.е. в состоянии здоровья выделяют физическую, психическую и социальную составляющую.

Для исследования физического здоровья рекомендуется оценивать состав тела, функциональные и адаптационные возможности организма, которые по своей сути отражают и характеризуют статус питания, сложившийся под влиянием предшествующего питания (потребляемого состава и количества пищи), а также условий ее потребления и генетически детерминированных особенностей метаболизма питательных веществ.

Если показатели, характеризующие состав тела и функциональные возможности организма, используемые для оценки состояния здоровья, изучены достаточно хорошо, то состояние адаптационных резервов организма при различных уровнях статуса питания недостаточно.

Х.Х. Лавинский [7] считает их приоритетными, а под сформировавшимся статусом питания человека рекомендует понимать результат взаимодействия организма с окружающей средой, обуславливающий возможность адаптации к ней.

Для оценки адаптационных возможностей организма в настоящее время наибольшее распространение нашли определение состояния адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения и показатели вариабельности сердечного ритма – амплитуда моды (АМо), вариационный размах (ВР), индекс напряжения регуляторных систем (ИН) [1, 2, 6, 8, 9].

Это связано с тем, что система кровообращения играет ведущую роль в обеспечении адаптационной деятельности организма и является индикатором общих приспособительных реакций организма [2].

Целью настоящего исследования явилось изучение состояния адаптации по АП системы кровообращения и показателям вариабельности сердечного ритма у курсантов с различным составом тела, установление связи между показателями адаптации и состава тела, выбор наиболее достоверных показателей для оценки статуса питания, для чего они должны отвечать следующим требованиям:

- иметь статистически достоверную связь с показателями состава тела;
- достоверно отличаться в группах обследуемых с различным составом тела.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись 312 курсантов 1 – 5 курсов УО «Военная академия Республики Беларусь» и 1664 военнослужащих срочной службы.

Соматометрические показатели (рост, масса тела, окружность грудной клетки), часто-та сердечных сокращений, систолическое и диастолическое артериальное давление определялись общепризнанными методиками

Содержание жира в теле определялось калиперометрическим методом по толщине кожно-жировых складок в четырёх точках на правой половине тела (над бицепсом и трицепсом, под углом лопатки и в паховой области) и рассчитывалось по формуле [10]:

$$\text{ЖМТ} = 495 : 1,162 - 0,063 \times \lg(\sum \text{КЖС}) - 450, \quad (1)$$

где ЖМТ – жировая масса тела, в %;

1,162 и 0,0630 – эмпирические коэффициенты для расчета удельного веса тела у курсантов 17 – 19 лет, для курсантов 20 и более лет использовались коэффициенты 1,1631 и 0,0632;

$\sum \text{КЖС}$ - сумма толщины кожно-жировых складок, измеренных в 4 точках, мм.

Группу контроля составили курсанты с содержанием жира в организме 12 – 18 %.

Индекс массы тела определялся по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{вес, кг} : \text{рост, м}^2 \quad (2)$$

В качестве контрольной группы были взяты обследуемые с ИМТ 20,0 – 25,0 кг/м².

Конституциональный тип определялся по методике М.В.Черноруцкого [7], с использованием индекса Пинье (ИП), рассчитываемого по формуле:

$$\text{КТ} = \text{рост, см} - (\text{вес, кг} + \text{окружность грудной клетки, см}) \quad (3)$$

В группу контроля вошли курсанты с ИП 10 - 30 усл. ед.

Идеальная масса тела определялась по методике, предложенной Европейской ассоциацией нутрициологов и рассчитывалась по формуле:

$$\text{МТ} = \text{рост, см} - 100 - (\text{рост, см} - 152) \times 0,2 \quad (4)$$

Группу контроля составили курсанты с МТ 90 – 110 % от идеальной.

АП системы кровообращения рассчитывался по формуле [2]:

$$\text{АП} = 0,011(\text{ЧП}) + 0,014(\text{СД}) + 0,008(\text{ДД}) + 0,009(\text{М}) - 0,009(\text{Р}) + 0,014(\text{КВ}) - 0,27, \quad (5)$$

где АП – адаптационный потенциал, усл.ед.;

ЧП – частота пульса, ударов в 1 мин.;

СД – систолическое давление, мм. рт. ст.;

ДД – диастолическое давление, мм. рт. ст.;

М – масса тела, кг;

Р – рост, см;

КВ – календарный возраст, полных лет.

Оценка полученных результатов АП проводилась по следующим критериям [6]:

- менее 2,25 усл. ед. – организм обладает удовлетворительной адаптацией;
- 2,25-2,66 усл. ед – напряжение механизмов адаптации;
- 2,67-3,00 усл. ед – неудовлетворительная адаптация;
- 3,01 и более усл. ед – срыв адаптации.

Показатели сердечного ритма определялись при помощи экспресс-анализатора часто-ты пульса «Олимп» (сертификат № 2444 от 31.07.2003)

Оценка адаптационных возможностей организма проводилась по следующим критериям (табл.1) [1, 9]:

Таблица 1

Критерии оценки адаптационных возможностей организма по показателям variability сердечного ритма

Уровень адаптации	ИН, усл. ед	ВР, с	АМО, %
удовлетворительный	50 – 200	0,15 – 0,3	30 – 50
напряжение механизмов адаптации	25 – 50	0,06 – 0,15	50 – 80
	200 – 500	0,3 – 0,5	15 – 30
неудовлетворительный	10 – 25	0,01 – 0,06	10 – 15
	500 – 900	0,5 – 0,75	80 – 90
срыв адаптации	менее 10	менее 0,01	менее 10
	более 900	более 0,75	более 90

Результаты и обсуждение.

При исследовании показателей АП у курсантов с различным индексом массы тела установлено напряжение механизмов адаптации во всех группах обследуемых (табл. 2). По мере увеличения в ИМТ отмечалось снижение показателей адаптационных резервов организма. Так в группе с ИМТ меньше 18,5 кг/м² АП составил $2,25 \pm 0,05$ усл.ед., 18,5 – 20 кг/м² – $2,30 \pm 0,07$ усл.ед., 20,0 – 25,0 кг/м² – $2,35 \pm 0,02$ усл.ед., 25,0 – 27,5 кг/м² – $2,54 \pm 0,05$ усл.ед., больше 27,5 кг/м² – $2,65 \pm 0,09$ усл.ед., достоверно отличаясь ($P < 0,01$) от контрольной только у курсантов с ИМТ 25,0 – 27,5 кг/м².

Таблица 2

Показатели адаптационных резервов организма у курсантов с различным ИМТ ($M \pm m$)

ИМТ кг/м ²	АП, усл. ед.	ИН, усл. ед.	АМо, %	ВР, с
менее 18,5	$2,25 \pm 0,05$	$156,86 \pm 30,00$	$41,43 \pm 6,43$	$0,31 \pm 0,07$
18,5 – 20,0	$2,30 \pm 0,07$	$246,21 \pm 52,88$	$44,86 \pm 2,84$	$0,29 \pm 0,03$
20. - -25.0	$2,35 \pm 0,02$	$292,67 \pm 21,46$	$49,54 \pm 1,44$	$0,24 \pm 0,01$
25,0 – 27,5	$2,54 \pm 0,05^{**}$	$667,36 \pm 49,60^{***}$	$56,60 \pm 3,73$	$0,14 \pm 0,03^{**}$
более 27,5	$2,65 \pm 0,09$	$246,00 \pm 68,72$	$46,67 \pm 6,01$	$0,26 \pm 0,13$

** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ – статистическая достоверность различий с группой лиц, у которых

ИМТ составляет 20.0–25.0 кг/м²

По значениям ИН удовлетворительные показатели адаптационных возможностей организма имели место только в группе курсантов с ИМТ менее 18,5 кг/м² – $156,86 \pm 30,00$ усл. ед. Неудовлетворительное состояние адаптации

зафиксировано у обследуемых с ИМТ 25,0 – 27,5 кг/м² – 667,36 ± 49,60 усл. ед., в остальных группах показатели ИН соответствовали напряжению механизмов адаптации (от 246,00 ± 68,72 усл.ед. в группе с ИМТ более 27,5 кг/м² до 292,67 ± 21,46 усл. ед. у курсантов с ИМТ 20,0 – 25,0 кг/м²). Достоверные отличия по сравнению с контрольной группой (P<0,001) имели место только у курсантов с ИМТ 25,0 – 27,5 кг/м².

Значения АМо увеличивались с ростом ИМТ от 41,43 ± 6,43 % в группе с ИМТ менее 18,5 кг/м² до 56,60 ± 3,73 % у обследуемых с ИМТ 25,0 – 27,5 кг/м², снижаясь у курсантов с ИМТ более 27,5 кг/м² (46,67 ± 6,01 %), достоверно не отличаясь от контрольной ни в одной из групп. Показатели АМо во всех группах, кроме курсантов с ИМТ 25,0 – 27,5 кг/м² (на-пряжение механизмов адаптации), соответствовали удовлетворительному уровню адаптации.

Величины ВР напротив с ростом ИМТ снижались от 0,31 ± 0,07 с в группе с ИМТ менее 18,5 кг/м² до 0,14 ± 0,03 с у обследуемых с ИМТ 25,0 – 27,5 кг/м², и увеличиваясь у курсантов с ИМТ более 27,5 кг/м² (0,26 ± 0,13 с). Достоверные отличия по сравнению с контрольной группой (P<0,01) зафиксированы только у курсантов с ИМТ 25,0 – 27,5 кг/м².

При исследовании показателей адаптационных возможностей организма у военно-служащих с различной массой тела (табл. 3) отмечены абсолютно аналогичные тенденции с незначительным отличием значений исследуемых показателей.

Таблица 3

Показатели адаптационных резервов организма у курсантов с различной массой тела (M ± m)

ИМТ, % от идеальной	АП, усл. ед.	ИН, усл. ед.	АМо, %	ВР, с
менее 80	2,27 ± 0,06	147,00 ± 41,83	42,00 ± 9,30	0,36 ± 0,09
80 - 90	2,31 ± 0,05	214,56 ± 31,55	46,09 ± 1,93	0,26 ± 0,03
90 - 110	2,35 ± 0,02	303,87 ± 23,19	49,68 ± 1,56	0,25 ± 0,01
110-120	2,55 ± 0,06**	686,42±154,70***	56,88 ± 3,88	0,14 ± 0,03**
более 120	2,65 ± 0,09	246,00 ± 68,72	46,67 ± 6,01	0,26 ± 0,13

** - P<0,01, *** - P<0,001 – статистическая достоверность различий с группой лиц, у которых отклонение от идеальной массы тела составляет ± 10 %

Так величины АП находились в пределах от 2,27 ± 0,06. до 2,65 ± 0,09 усл. ед., ИН – от 147,00 ± 41,83 до 686,42±154,70 усл. ед., АМо – от 42,00 ± 9,30 до 56,88 ± 3,88 %, ВР – от 0,14 ± 0,03 до 0,36 ± 0,09 с.

Изучение состояния адаптации по показателям АП и ИН у лиц с различными конституциональными типами показало (табл. 4) напряжение приспособительных механизмов во всех группах обследуемых. Показатели АП у обследуемых с ИП 10 – 30 и более 30 усл. ед. аналогичны и составляют 2,30 усл.ед., увеличиваясь в группе гиперстеников (ИП более 30 усл. ед.) – 2,47 ± 0,03

усл. ед., достоверно отличаясь от контрольной группы только у гипер-стеников ($P < 0,001$).

Значения ИН с увеличением ИП снижались и составили в группе астеников (индекс Пинье больше 30 усл. ед.) $245,63 \pm 50,62$ усл. ед., в группе индесом Пинье 10-30 усл. ед. – $269,10 \pm 23,75$ усл. ед. и в группе гиперстеников – $403,55 \pm 47,31$ усл. ед, только в ней достоверно отличаясь от контрольной группы ($P < 0,01$).

Таблица 4

Показатели адаптационных резервов организма у курсантов различных конституцио-нальных типов ($M \pm m$)

Индекс Пинье, усл. ед.	АП, усл. ед.	ИН, усл. ед.	АМо, %	ВР, с
менее 10	$2,47 \pm 0,03^{***}$	$403,55 \pm 47,31^{**}$	$50,14 \pm 1,70$	$0,22 \pm 0,02$
10 - 30	$2,30 \pm 0,02$	$269,10 \pm 23,75$	$49,68 \pm 1,90$	$0,25 \pm 0,01$
более 30	$2,30 \pm 0,05$	$245,63 \pm 50,62$	$45,67 \pm 2,61$	$0,24 \pm 0,03$

** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$ – статистическая достоверность различий с группой лиц, у которых индекс Пинье составляет 10 – 30 усл.ед.

Величины АМо и ВР в группах обследуемых с различными конституциональными по сравнению с контрольной достоверных отличий не имели.

Наименьшие показатели АМо отмечались в группе астеников – $45,67 \pm 2,61$ %, не-сколько выше они были у нормостеников – $49,68 \pm 1,90$ % (в обеих группах удовлетвори-тельный уровень адаптации), достигая максимальных значений в группе обследуемых с ИП более 30 усл. ед. – $50,14 \pm 1,70$ % (напряжение механизмов адаптации).

Распределение показателей ВР было следующим: нормостеники – $0,25 \pm 0,01$ с, асте-ники – $0,24 \pm 0,03$ с, гиперстеники – $0,22 \pm 0,02$ с.

Средние значения АП системы кровообращения у курсантов с различным содержи-ем жира в организме (табл. 5) указывали на удовлетворительное состояние адаптации у лиц с ЖМТ менее 12 %. У обследуемых с содержанием жира в теле менее 9 % они составили $2,20 \pm 0,08$ усл. ед., 9 – 12 % – $2,22 \pm 0,03$ усл. ед.

У курсантов с содержанием жира в теле 12,0 – 18,0 % данный показатель составил $2,38 \pm 0,02$ усл. ед., 18 – 21 % – $2,52 \pm 0,05$ усл. ед. и более 21 % – $2,60 \pm 0,09$ усл. ед., что со-ответствует напряжению механизмов адаптации.

При этом различия значений АП системы кровообращения во всех обследованных группах были статистически достоверными.

Таблица 5

Показатели адаптационных резервов организма у курсантов с различным содержи-ем жира в организме ($M \pm m$)

ЖМТ, %	АП, усл. ед.	ИН, усл. ед.	АМо, %	ВР, с
менее 9,0	2,20 ± 0,08*	178,07 ± 40,63	49,21 ± 4,38	0,29 ± 0,04
9,0 – 12,0	2,22 ± 0,03***	278,09 ± 33,37	54,21 ± 4,26	0,25 ± 0,02
12,0 – 18,0	2,38 ± 0,02	308,57 ± 28,51	48,17 ± 1,19	0,24 ± 0,01
18,0 – 21,0	2,52 ± 0,05*	328,38 ± 77,55	44,53 ± 2,95	0,28 ± 0,04
более 21,0	2,60 ± 0,09*	660,08 ± 199,54**	56,25 ± 4,97	0,13 ± 0,03*

* - P<0,05, ** - P<0,01, *** - P<0,001 – статистическая достоверность различий с группой лиц, у которых содержание жира в теле составляет 12 – 18 %.

По значениям ИН удовлетворительные показатели состояния адаптационных возможностей организма были отмечены только в группе курсантов с содержанием жира в теле менее 9 % – 178,07 ± 40,63 усл. ед. Неудовлетворительное состояние адаптации зафиксировано у обследуемых с ЖМТ более 21 % – 660,08 ± 199,54 усл. ед., в остальных группах показатели ИН соответствовали напряжению механизмов адаптации и составили в группах обследуемых с содержанием жира в организме 9 – 12 % 278,09 ± 33,37 усл. ед., 12 – 18 % – 308,57 ± 28,51 усл. ед. и 18 – 21 % – 328,38 ± 77,55 усл. ед. Достоверные отличия по сравнению с контрольной группой (P<0,01) зафиксированы у курсантов с ЖМТ более 21 %.

Распределение показателей АМо и ВР имело случайный характер.

Значения АМо лежали в интервале от 44,53 ± 2,95 % в группе лиц с содержанием жира в организме 18 – 21 % до 56,25 ± 4,97 % у курсантов с ЖМТ более 21 %, ВР от 0,13 ± 0,03 с у обследуемых с содержанием жира в организме более 21 % до 0,29 ± 0,04 с у лиц с ЖМТ менее 9 %.

В группах курсантов с содержанием жира в организме менее 9 и 12– 21 % величины АМо соответствовали удовлетворительному, а в группах с ЖМТ 9 – 12 и более 21 % – напряжению механизмов адаптации.

Во всех группах курсантов с различными ИМТ, МТ, КТ и ЖМТ показатели ВР соответствовали удовлетворительному уровню адаптации.

Следующим этапом исследования было определение зависимости адаптационных возможностей организма от показателей состава тела. В результате проведенного корреляционного анализа (табл. 6) было установлено, что показатели АП в наибольшей степени зависят от содержания жира в организме ($r = 0,35$, $P < 0,001$), в равной мере от ИМТ и МТ ($r = 0,25$, $P < 0,001$) и не имеют связи с КТ ($r = - 0,2$, $P > 0,05$).

Значения ИН имеют слабую достоверную связь с ИМТ, МТ ($r = 0,2$, $P < 0,001$) и ЖМТ ($r = 0,14$, $P < 0,05$) и не зависят от КТ ($r = - 0,19$, $P > 0,05$).

Величины АМо зависят только от КТ обследуемых ($r = - 0,09$, $P < 0,001$), а ВР от ИМТ и МТ ($r = - 0,12$, $P < 0,05$).

Таблица 6

Оценка корреляционной связи между составом тела и показателями адаптационных резервов организма

Показатели	M±m	АП	ИН	АМо	ВР
		2,36 ± 0,02	314,21 ± 21,9	49,47 ± 1,22	0,24 ± 0,01
ИМТ	22,36 ± 0,11	0,25, P< 0,001	0,2, P.< 0,001	0,09, P.>0,05	- 0,12, P< 0,05
КТ	13,68 ± 0,65	- 0,2, P>0,05	- 0,19, P>0,05	- 0,09, P.< 0,00	0,11, P>0,05
% ЖМТ	14,29 ± 0,19	0,35, P< 0,001	0,14, P< 0,05	- 0,04, P>0,05	- 0,08, P>0,05
% ИдМТ	97,50 ± 0,49	0,25, P< 0,001	0,2, P< 0,001	0,09, P.>0,05	- 0,12, P< 0,05

По итогам проведенных исследований было сделано заключение, что для оценки ста-туса питания наиболее целесообразно использовать показатели АП и проведено их изучение у военнослужащих срочной службы.

В результате математической обработки первичных показателей [3,4] с помощью не-линейного преобразования и перевода показателей АП во вторичные нормально распреде-ленные оценки (процентили) [5] установлено, что оптимальные значения АП для мужчин 18–25-летнего возраста, независимо от состава тела, лежат в интервале от 2,0 до 2,21 усл. ед., что по нашему мнению, соответствует оптимальному статусу питания.

Границей пониженного и недостаточного статуса питания должен являться показатель АП равный 1,91 усл. ед., повышенного и избыточного – 2,32 усл. ед.

Выводы:

1. Показатели адаптационных возможностей организма в наибольшей степени зависят от содержания жира в организме.

2. Для оценки статуса питания наиболее целесообразно использовать показатели АП в соответствии со следующими критериями:

менее 1,91 усл. ед. – недостаточный статус питания;

1,91 – 2,0 усл. ед – пониженный;

2,0 – 2,21 усл. ед – оптимальный;

2,21 – 2,32 усл. ед. – повышенный;

более 2,32 усл. ед. – избыточный.

Литература

1. Баевский, Р. М. Оценка функционального состояния организма на основе математиче-ского анализа сердечного ритма: метод. рекомендации / сост. Р. М. Баевский [и др.]. Влади-восток; ДВО АН СССР, 1988. 72 с.

2. Баевский, Р. М. Оценка адаптационного потенциала системы кровообращения при массовых профилактических обследованиях населения / Р. М. Баевский, А. П. Береснева, Р. Н. Палеев // Экспресс-информация / ВНИИМИ. М., 1987. 65 с.

3. Венцлав, С. В. Применение математических методов в задачах профессионального отбора и распределения кадров / С. В. Венцлав, М. А. Данилов, А. Ф. Богачев. М., 1987. С. 42.

4. Власенко, В. И. К вопросу об использовании среднестатистических норм / В. И. Вла-сенко, В. В. Вех, О. В. Дубровская: тез. докл. науч.-практ. конф. М., 1986. С. 48–49.

5. Дорошевич, В. И. Адаптационные возможности организма и состав тела молодых мужчин / В. И. Дорошевич // Военная медицина. 2009. № 1. С. 115–121.
6. Дорошевич, В. И. Адаптационный потенциал системы кровообращения молодых мужчин с различным статусом питания / В. И. Дорошевич, Д. И. Широко // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч. практ. центр гигиены; гл. ред. В. П. Филонов. Минск, БелСАинформ Смэлток, 2009. Вып. 14. С. 80–86.
7. Лавинский, Х. Х. Статус питания как критерий состояния здоровья подрастающего поколения / Х. Х. Лавинский, Н. Л. Бацукова // Здоровье и окружающая среда: материалы докл. Респ. науч.-практ. конф. по итогам выполнения ГНТП. Минск, 1998. С. 126–128.
8. Никитюк, Б. А. Морфология человека. / Б. А. Никитюк, В. П. Чтецов. М.: Изд-во МГУ, 1983. 320 с.
9. Сарычев, С. А. Методы оценки адаптированности организма нефтяников к экстремальным условиям труда в Заполярье / А. С. Сарычев // Экология человека. 2006. № 8. С. 62–64.
10. Durnin, J. V. Body fat assessed from total body density and its estimation from skin fold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years / J. V. Durnin, J. Wo-mersley // Brit. J. Nutr. 1974. Vol. 32, № 2. P. 77–97.