

Адаптационные возможности организма и состав тела молодых мужчин

Кафедра военной эпидемиологии и военной гигиены ВМедФ в УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Изучены адаптационные возможности военнослужащих по адаптационному потенциалу системы кровообращения в зависимости от состава тела. Установлены величины адаптационного потенциала в зависимости от состава тела - содержания жирового компонента организма. Между содержанием жира в организме и адаптационным потенциалом системы кровообращения установлена прямая сильная корреляционная связь.

Достаточно хорошо известно, что любое заболевание не возникает внезапно. Переход от физиологической нормы к болезни происходит через несколько стадий, на которых организм приспосабливается к новым для него условиям путем изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов [1].

В настоящее время для определения состояния здоровья как отдельного человека, так и организованных коллективов, многими исследователями используются методологические подходы оценки состояния адаптации [7, 8, 9, 10]. Для оценки адаптационных возможностей организма можно, по-видимому, использовать значительный перечень показателей, характеризующих эти возможности. Сюда следует отнести практически все показатели, отражающие состав тела и функциональные возможности организма. Тем не менее, принято использовать в качестве показателей адаптационных резервов те, которые характеризуют состояние обмена веществ, иммунный статус организма, состояние адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения [1, 2].

Система кровообращения играет ведущую роль в обеспечении адаптационной деятельности организма, она является индикатором общих приспособительных реакций организма. Эта роль определяется прежде всего её функцией транспорта питательных веществ и кислорода - основных источников энергии для клеток и тканей. Энергетический механизм занимает главное место в процессах адаптации. Дефицит энергии является пусковым сигналом, запускающим всю цепь регуляторных приспособлений, формирующих необходимый адаптационный потенциал на новом гомеостатическом уровне.

Изучение и оценка АП системы кровообращения позволяет определять так называемую структуру здоровья коллективов, т. е. распределение (в %) лиц с различной степенью адаптации в конкретных условиях жизнедеятельности.

В.П. Казначеев [8] и Р.М. Баевский с соавт. [2, 10] отмечают, что из различных уровней функциональных состояний к донозологическим относятся состояние напряжения механизмов и состояние неудовлетворительной адаптации при отсутствии выраженных специфических отклонений. На основе такого подхода ими предложена система массовых профилактических осмотров населения.

В доступной литературе практически нет сведений об изменении состояния АП системы кровообращения при различном составе тела. Имеются материалы по изучению этого показателя среди подростков 13 - 17-летнего возраста [6]. Авторы

приводят сведения о том, что на этапе развития от 13 к 17 годам среди юношей более чем на 30 % уменьшается число подростков с удовлетворительным уровнем адаптации. При этом практически в равной мере возрастает численность юношей, имеющих напряжение и неудовлетворительный уровень адаптационных возможностей.

Установлены нормативные величины АП системы кровообращения для взрослого населения [2] и подростков [3], которые отличаются между собой.

Целью настоящего исследования явилось изучение состояния адаптации по АП системы кровообращения у военнослужащих с различным составом тела, установление для них нормативных значений данного показателя.

Материал и методы

Объектом исследования были военнослужащие срочной службы 18-25-летнего возраста, у которых определялись соматометрические данные (рост, масса тела) и показатели гемодинамики (частота сердечных сокращений, артериальное давление) общепринятыми методиками. АП системы кровообращения рассчитывали по формуле [2].

Состав тела определялся по процентному содержанию жира в теле калиперометрическим методом по толщине кожно-жировых складок в четырёх точках на левой половине тела (над бицепсом и трицепсом, под углом лопатки и в паховой области) [11]. Группу контроля составили молодые люди с содержанием жира в организме 12-18 %, у которых масса тела находилась в пределах 90-110 % относительно идеальной.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования и используя нормативные величины, предложенные Р.М. Баевским с соавт. [2], установлено, что из всех обследованных лиц в 98,9 % случаев отмечалось удовлетворительное состояние адаптации, в 1,1 % - напряжение механизмов адаптации (табл. 1).

Как видно из представленных данных, среди обследованных молодых людей не выявлено лиц с неудовлетворительным состоянием адаптации и срывом адаптации.

Таблица 1. АП системы кровообращения военнослужащих с различной структурой тела ($P \pm m$)

Содержание жира в теле, %	Количество обследованных (n)	Состояние адаптации, %			
		удовлетворительная	напряжение механизмов	неудовлетворительная	срыв адаптации
менее 9	30	96,7±1,80	3,3±0,33***	-	-
9 – 12	119	99,1±0,91	0,8±0,08	-	-
12 – 18	1276	99,2±0,28	0,8±0,02	-	-
18 – 21	229	97,8±0,65*	2,2±0,09***	-	-
более 21	10	90,0±3,00**	10,0±1,00***	-	-
Всего	1664	98,9±0,24	1,1±0,03	-	-

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

Максимальное количество молодых мужчин с удовлетворительным состоянием адаптации (99,2±0,28 %) выявлено в группе обследованных военно-служащих, у которых жировой компонент в организме находился в пределах 12 - 18 %. Практически такая же численность (99,1±0,91 %) лиц с таким же состоянием адаптации наблюдалось в группе военнослужащих с содержанием жира в теле 9 - 12 %. Несколько меньше (96,7±1,8 %) молодых людей с удовлетворительной адаптацией установлено среди военнослужащих, у которых жир в теле был менее 9 %. Однако достоверных различий с указанной выше первой группой не выявлено ($P > 0,05$), что

можно объяснить сравнительно небольшой численностью военнослужащих последней группы и, соответственно, большой статистической ошибкой.

Среди военнослужащих с более высоким содержанием жира в теле достоверно уменьшается количество лиц, имевших удовлетворительную адаптацию. Так, среди молодых людей с жировым компонентом 18 - 21 % с такой адаптацией выявлено $97,8 \pm 0,65$ %, а с жиром в теле более 21 % - $90,0 \pm 3,00$ %.

Состояние напряжения механизмов адаптации было практически одинаковым у военнослужащих с количеством жира в организме 12 - 18 и 9 - 12 %. Количество таких лиц не превышало 0,8 %. Среди обследованных военнослужащих с меньшим (менее 9 %) и более высоким содержанием жира (более 18 %) статистически достоверно ($P < 0,001$) увеличивался процент лиц, у которых определялось напряжение механизмов адаптации. Наиболее высокий процент ($10,0 \pm 1,00$ %) лиц с такой адаптацией регистрировался среди военнослужащих с содержанием жира в теле более 21 %.

Если сравнить полученные нами результаты с данными литературы, то по материалам В.П. Казначеева с соавт. [8] приводятся сведения о том, что среди мужского населения 18 - 25-летнего возраста удовлетворительная адаптация определялась среди обследованных в 75,5 % случаев, напряжение механизмов адаптации - в 10,5 %, неудовлетворительная адаптация - в 7 % случаев и срыв адаптации - также в 7 % случаев. Довольно высокий процент состояния удовлетворительной адаптации среди обследованной нами популяции можно объяснить тем, что молодые люди призываются на военную службу после прохождения медицинского обследования и освидетельствования, а также соответствующего отбора по состоянию здоровья.

В соответствии с критериями адаптации, разработанными А.Г. Ильиным и Л.А. Агаповой [6], из общего количества юношей в возрасте 17 лет 61,1 % имели удовлетворительное состояние адаптации, в 23,8 % - напряжение и в 11,1 % - неудовлетворительную адаптацию. При этом следует отметить, что критерии АП системы кровообращения, по которым оценивались подростки, отличаются от критериев, предложенных Р.М. Баевским с соавт [2].

Результаты исследований состояния адаптации обследованных нами лиц с различным сроком службы (табл. 2) свидетельствуют, что существенных различий величин АП не имеет.

Представленные в таблице материалы показывают что, что среди вновь призванных на военную службу молодых людей с удовлетворительной адаптацией было $98,7 \pm 0,48$ %, состояние напряжения механизмов адаптации отмечалось в $1,3 \pm 0,05$ % случаев. Среди военнослужащих, прослуживших в воинском коллективе 6 месяцев, уменьшилось количество лиц с удовлетворительной адаптацией на 0,7 %, при этом на такое же количество увеличилось численность молодых людей с напряжением механизмов адаптации. Уменьшение величины изучаемого показателя можно объяснить тем, что на функциональное состояние военнослужащих неблагоприятное влияние оказали новые условия жизнедеятельности.

Таблица 2. Изменение АП системы кровообращения военнослужащих различного срока службы

Срок службы	Состояние адаптации, %			
	удовлетворительная	напряжение механизмов	неудовлетворительная	срыв адаптации
Пополнение	98,7 ± 0,48	1,3 ± 0,05	-	-
6 месяцев	98,0 ± 0,48	2,0 ± 0,07	-	-
12 месяцев	99,7 ± 0,48	0,3 ± 0,03	-	-
18 месяцев	99,4 ± 0,51	0,6 ± 0,04	-	-

К концу первого года службы практически все обследованные нами военнослужащие имели удовлетворительное состояние адаптации, что указывает на их приспособление к условиям учебно-боевой деятельности и быта. К завершению срока воинской службы из всех обследованных лишь у 0,6±,04 % лиц определялось состояние напряжения механизмов адаптации.

В результате анализа представленных выше материалов становится очевидным, что срок воинской службы существенно не влияет на состояние АП системы кровообращения. Установленные значения данного показателя у военнослужащих в разные периоды воинской службы практически одинаковы, а имеющиеся количественные изменения статистически не значимы ($P > 0,05$). Данные наших исследований свидетельствуют, что адаптационные возможности (время и степень адаптации), по-видимому, в большей мере зависят от основных показателей гомеостаза, а именно, показателей состава тела.

Средние значения АП системы кровообращения у военнослужащих с различным составом тела (рис. 1) указывают на то, что у подавляющего большинства военнослужащих наблюдается удовлетворительное состояние адаптации: величины АП не превышают верхней границы (2,6 баллов) данного уровня адаптации. У военнослужащих с содержанием жира в теле 12,0 - 18,0 % данный показатель составил $2,17 \pm 0,04$ усл. ед., у лиц с количеством жира в организме 9,0 - 12 % - $1,94 \pm 0,13$ усл. ед. Наименьшая величина данного показателя составила $1,75 \pm 0,24$ усл. ед. у молодых людей, в теле которых жировой компонент был менее 9 %. При содержании жира в теле 18,0 - 21,0 % АП системы кровообращения определялся на уровне $2,32 \pm 0,10$ усл. ед.

Максимальный уровень АП ($2,54 \pm 0,50$ усл. ед.) имел место в группе лиц с содержанием жира в теле более 21 %. При этом различия значений АП системы кровообращения в обследованных группах были статистически недостоверными ($P > 0,05$).

При статистической оценке взаимосвязи АП системы кровообращения с процентным содержанием жира в организме установлена их сильная прямая зависимость ($r = 0,99$).

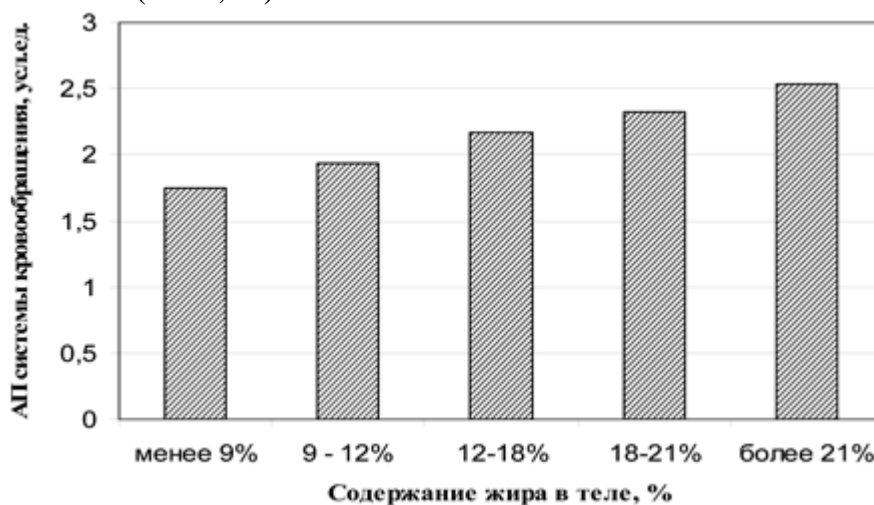


Рис. 1. АП системы кровообращения у военнослужащих с различной структурой тела

Такую связь можно объяснить тем, что в методике расчёта АП используются показатели гемодинамики и величины МТ, значения которой возрастают при увеличении содержания жира в организме.

Следует отметить, что нормативные величины АП [2, 8] для взрослого населения рассчитаны без учета состава тела. Более того, А.Г. Ильиным и Л.А. Агаповой [6] разработаны и определены отдельно нормативные значения АП системы кровообращения, соответствующие различным уровням адаптации для подростков 15-17 лет. Однако и они не учитывали состав тела возрастной популяции.

На основании же полученных нами данных установлена сильная корреляционная связь, по типу функциональной между АП системы кровообращения и содержанием жира в теле.

Учитывая результаты оценки степени адаптации по методике Р.М. Баевского можно предположить, что предложенные им нормативы АП системы кровообращения не совсем корректны для мужчин 18 - 25-летнего возраста и нуждаются в уточнении. Применяв методику математической обработки первичных показателей [4, 5], с помощью нелинейного преобразования значения АП переведены во вторичные нормально распределенные оценки - процентиля (табл. 3). Из представленных данных выясняется, что максимальное количество обследованных военнослужащих (75 человек) имели АП системы кровообращения равный 2,12 усл. ед. В соответствии с законом нормального распределения это значение в данном случае соответствует «моде», процент же лиц, имевших данное значение АП, составляет всего лишь 4,5 %. В результате расчета процентилей видно, что ближе к 50 процентилю, который соответствует медиане - одному из показателей центральной тенденции, в исследуемой популяционной выборке находится 49,33 % лиц. АП у них равен 2,11 усл. ед. Установлено, что для мужчин 18 - 25-летнего возраста, независимо от структуры тела, оптимальное значение АП системы кровообращения является 2,11 усл. ед., нижней границе АП соответствует 2,0 и верхней границе - 2,21 усл. ед. Однако указанные выше значения АП характеризуют распределение военнослужащих по данному показателю в целом, без учёта состава их тела и не дают возможность определить границы значений АП для различных уровней адаптации. Поэтому с помощью регрессионного анализа была установлена зависимость АП системы кровообращения от процентного содержанием жира в организме (рис. 2).

Таблица 3. Перевод значений АП системы кровообращения в проценти (Р, %)

АП, усл.ед.	Число людей	Нарастающий итог	Р, %	АП, усл.ед.	Число людей	Нарастающий итог	Р, %
1,33	3	3	0,17	2,02	31	469	28,17
1,51	2	5	0,33	2,03	25	494	29,67
1,52	3	8	0,50	2,04	38	532	32,00
1,65	2	8	0,67	2,05	42	574	34,5
1,67	3	11	0,83	2,06	39	613	36,83
1,68	7	19	1,17	2,07	41	654	39,33
1,70	9	28	1,67	2,08	36	690	41,50
1,72	5	33	2,00	2,09	31	721	43,33
1,76	5	38	2,33	2,10	36	757	45,50
1,77	3	41	2,50	2,11	64	821	49,33
1,78	6	47	2,83	2,12	75	896	53,83
1,79	11	58	3,50	2,13	52	948	57,00
1,80	11	69	4,17	2,14	53	1001	60,17
1,81	6	75	4,50	2,15	36	1037	62,33
1,82	11	86	5,17	2,16	28	1065	64,00
1,83	5	91	5,50	2,17	58	1123	67,50
1,84	9	100	6,00	2,18	28	1151	69,17
1,85	13	113	6,83	2,19	47	1198	72,00
1,86	9	122	7,33	2,20	19	1217	73,17
1,87	5	127	7,67	2,21	42	1259	75,67
1,88	17	144	8,67	2,22	25	1284	77,17
1,89	17	161	9,67	2,23	28	1312	78,83
1,90	13	174	10,50	2,24	27	1339	80,50
1,91	23	197	11,83	2,25	11	1350	81,17
1,92	36	233	14,00	2,26	20	1370	82,33
1,93	19	252	15,17	2,27	14	1384	83,17
1,94	20	272	16,33	2,28	22	1406	84,50
1,95	14	286	17,17	2,29	14	1420	85,33
1,96	24	310	18,67	2,30	8	1428	85,83
1,97	45	355	21,33	2,31	17	1445	86,83
1,98	22	377	22,67	2,32	19	1464	88,00
1,99	19	396	23,83	2,33	20	1484	89,17
2,00	20	416	25,00	2,34	5	1489	89,50
2,01	22	438	26,33	2,35	14	1503	90,33
2,36	25	1528	91,83	2,49	6	1625	97,67
2,37	11	1539	92,50	2,50	3	1628	97,83
2,38	6	1545	92,83	2,52	3	1631	98,00
2,39	8	1553	93,33	2,54	8	1639	98,50
2,40	14	1567	94,17	2,55	3	1642	98,67
2,41	11	1578	94,83	2,56	2	1644	98,83
2,42	8	1586	95,33	2,57	6	1650	99,17
2,43	14	1600	96,17	2,58	3	1653	99,33
2,45	6	1606	96,50	2,59	3	1656	99,50
2,46	5	1611	96,83	2,64	3	1659	99,67
2,47	6	1617	97,17	2,65	3	1662	99,83
2,48	2	1619	97,33	2,66	2	1664	100,00

Используя полученное нами уравнение регрессии ($y = 1,4 + 0,05 \cdot x$), рассчитаны пределы колебаний значений АП (табл. 4) для молодых людей в возрасте 18 - 25 лет с различным содержанием жира в теле. В соответствии с ними вся совокупность обследованных военнослужащих была распределена по степени адаптации (табл. 5).

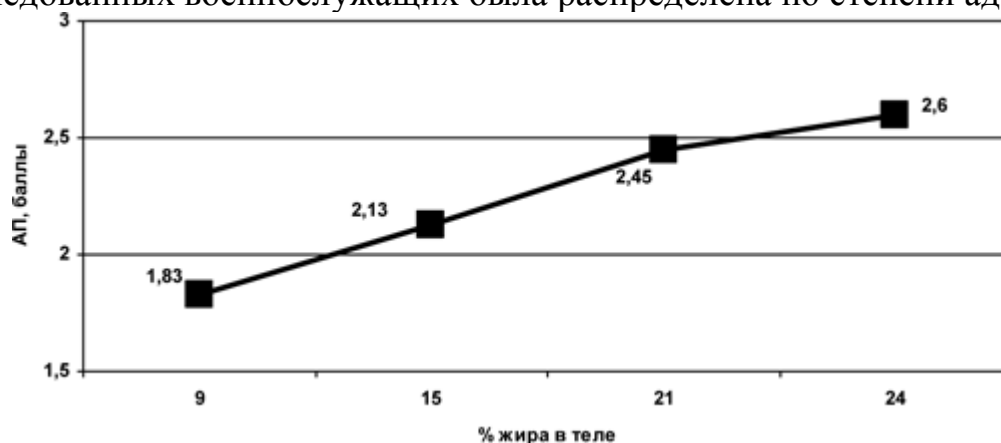


Рис. 2. Регрессия зависимости АП системы кровообращения от содержания жира в организме

При использовании установленных нами пределов колебаний значений АП системы кровообращения оказалось, что у 81,7% военнослужащих отмечается удовлетворительное состояние адаптации, у 17,1% военнослужащих - напряжение механизмов адаптации и у 1,2% - неудовлетворительная адаптация.

Таблица 4. Пределы колебаний значений АП для молодых людей 18 - 25 лет с различным составом тела ($M \pm m$)

Количество жира в теле, %	Значения АП, в баллах			
	удовлетворительная адаптация	напряжение адаптации	неудовлетворительная адаптация	срыв адаптации
менее 9	1,70 – 1,85	1,86 – 2,19	2,20 – 2,47	2,48 и более
9–12	1,86 – 2,00	2,01 – 2,38	2,39 – 2,69	2,70 и более
12–18	2,01 – 2,30	2,31 – 2,73	2,74 – 3,06	3,09 и более
18–21	2,31 – 2,45	2,46 – 2,91	2,92 – 3,29	3,30 и более
более 21	2,46 – 2,60	2,61 – 3,09	3,10 – 3,49	3,50 и более
Всего	2,00 – 2,24	2,25 – 2,66	2,67 – 3,00	3,01 и более

Более высокий процент с указанным выше содержанием жира в организме военнослужащих с удовлетворительной адаптацией в наших исследованиях объясняется, как уже отмечалось выше, сложившейся системой отбора призывников по состоянию здоровья.

Как следует из данных наших исследований, степень адаптации к условиям учебно-боевой деятельности можно связать со структурой тела. Наибольшая численность военнослужащих ($88,1 \pm 0,26$ %) с удовлетворительным уровнем адаптации регистрируется в группе лиц с содержанием жира в теле 12 - 18 %. Избыток жира в теле в меньшей степени отражался на показателях адаптации. В группе военнослужащих с содержанием жира в теле 18 - 21 % число лиц с удовлетворительной адаптацией составляло $84,3 \pm 0,61$ %, а среди военнослужащих с количеством жира в теле более 21 % - $54,5 \pm 2,33$ %. В то же время количество военнослужащих с удовлетворительным состоянием адаптации при содержании жира в теле 9 - 12 % было равно $38,6 \pm 0,57$ %, а при менее 9 % - 22,2 %.

Таблица 5. Уровни адаптации у военнослужащих в зависимости от состава тела ($P \pm m$)

Количество жира в теле, %	Уровень адаптации, %			
	удовлетворительный	напряжение	неудовлетворительный	срыв адаптации
менее 9	$22,2 \pm 0,86^*$	$66,7 \pm 1,49^*$	$11,1 \pm 0,61^*$	-
9 – 12	$38,6 \pm 0,57^*$	$57,9 \pm 0,69^*$	$3,5 \pm 0,17^*$	-
12 – 18	$88,1 \pm 0,26$	$11,7 \pm 0,09$	$0,2 \pm 0,01$	-
18 – 21	$84,3 \pm 0,61^*$	$14,3 \pm 0,25^*$	$1,4 \pm 0,08^*$	-
более 21	$54,5 \pm 2,33^*$	$27,3 \pm 1,65^*$	$18,2 \pm 1,35^*$	-
Всего	$81,7 \pm 0,22$	$17,1 \pm 0,10$	$1,2 \pm 0,03$	-

*- $P < 0,001$ - статистическая достоверность различий с группой лиц, у которых количество жира в теле 12 - 18 %

Состояние напряжение механизмов адаптации и неудовлетворительное состояние адаптации были более частыми у военнослужащих с недостаточным содержанием жира в теле: при количестве жира в организме от 9 до 12 %, соответственно, $57,9 \pm 0,69$ % и $3,5 \pm 0,17$ %, а при содержании жира менее 9 % - $66,7 \pm 1,49$ % и $11,1 \pm 0,61$ %. В группе лиц с количеством жира в теле 18 - 21 % военнослужащие с напряжением

механизмов адаптации составляли $14,3 \pm 0,25$ %, с неудовлетворительной адаптацией - $1,4 \pm 0,08$ %, а среди молодых мужчин с содержанием жира в организме более 21 %, соответственно, $27,3 \pm 1,65$ % и $18,2 \pm 1,35$ %.

Следовательно, результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. На состояние адаптационных возможностей организма существенное влияние оказывает состав тела, его жировой компонент. Между содержанием жира в организме и АП системы кровообращения имеется прямая сильная степень связи ($r = 0,99$, $P < 0,001$).
2. Структура здоровья по показателям АП системы кровообращения военнослужащих с различным содержанием жирового компонента имеет существенные отличия. Наибольшая численность (88,1 %) с удовлетворительным состоянием адаптации регистрируется среди лиц, имеющих содержание жира в теле от 12 до 18 %.
3. У военнослужащих с количеством жира в теле менее 12 и более 18 % достоверно изменяется распределение лиц с различной степенью адаптации: снижается количество военнослужащих с удовлетворительным состоянием адаптации, увеличивается доля лиц с напряжением механизмов адаптации и неудовлетворительной адаптацией, что указывает на снижение способности данных микропопуляций противостоять отрицательному воздействию комплекса отрицательных факторов условий жизнедеятельности.

Литература

1. Баевский, Р. М. Оценка и классификация уровней здоровья с точки зрения теории адаптации / Р. М. Баевский // Вестн. АМН СССР. 1989. № 8. С. 73 - 78.
2. Баевский, Р. М., Береснева, А. П., Палеев, Р. Н. 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. Василенко, С. Г., Беренштейн, Г. Ф. Функциональные возможности организма подростков в зависимости от индекса массы тела / С. Г. Василенко, Г. Ф. Беренштейн // Гигиена и санитария. 2003. № 3. С. 53 - 55.
4. Венцлав, С. В., Данилов, М. А., Богачев, А. Ф. Применение математических методов в задачах профессионального отбора и распределения кадров. М., 1987. С. 42.
5. Власенко, В. И., Вех, В. В., Дубровская, О. В. К вопросу об использовании среднестатистических норм / В. И. Власенко, В. В. Вех, О. В. Дубровская. Тез. докл. науч.-практ. конф. М., 1986. С. 48 - 49.
6. Ильин, А. Г., Агапова, Л. А. Функциональные возможности организма и их значение в оценке состояния здоровья подростков / А. Г. Ильин, Л. А. Агапова // Гигиена и санитария. 2000. № 5. С. 43 - 46.
7. Казначеев, В. П. Экология человека и проблема адаптации / В. П. Казначеев // Адаптация человека в различных климатогеографических и производственных условиях: тез. докл. III Всесоюз. конф., г. Ашхабад, 1981 г. / АМН СССР, Сиб. отделение. Ашхабад, 1981. Т. 1. С. 5 - 7.
8. Казначеев, В. П., Баевский, Р. М., Береснева, А. П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения / В. П. Казначеев, Р. М. Баевский, А. П. Береснева. Л.: Медицина, Ленингр. отделение, 1980. 208 с.
9. Меерсон, Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф. З. Меерсон. М.: Наука, 1981. 278 с.

10. Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе измерения адаптационного потенциала системы кровообращения / Р. М. Баевский, А. П. Береснева, В. К. Вакулин [и др.] // *Здравоохранение Рос. Федерации*. 1987. № 8. С. 6 - 10.
11. 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. Womersley // *Brit. J. Nutr.* 1974. Vol. 32. № 2. P. 77 - 97.
- 12.