

УДК 612.213 (575)(04)

**Сатаркулова Айнура Манасовна, н.с.**  
*Институт горной физиологии и медицины НАН КР, Бишкек*  
**Айсаева Шадия Юсупджановна, к.б.н., с.н.с.**  
*Международная высшая школа медицины, Бишкек*  
**Алипбекова Айгуль Сураповна, ст. преп.**  
*АО "Национальный Медицинский Университет", Алматы*  
**Satarkulova Ainura Manasovna, researcher**  
*Institute of Mountain Physiology and Medicine of the NAS KR, Bishkek*  
**Aisaeva Shadia Yusupjanovna, Ph.D., senior researcher**  
*International Higher School of Medicine, Bishkek*  
**Alipbekova Aigul Surapovna, senior teacher**  
*JSC «National Medical University», Almaty*

### ТРАНСФОРМАЦИЯ ТИПОВ САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПРИ ПЕРЕДИСЛОКАЦИИ ИЗ СРЕДНЕГОРЬЯ В ВЫСОКОГОРЬЕ

**Аннотация.** Представлены результаты исследований по оценке изменений гемодинамических показателей у военнослужащих с различным типом саморегуляции кровообращения. Демонстрируется, что в условиях высокогорья для военнослужащих более оптимален сердечно-сосудистый тип саморегуляции. Треть обследуемых на этапах длительной деятельности сохраняли сосудистый тип и высокую работоспособность, у 48 % – отмечался сосудистый тип и низкая работоспособность.

**Ключевые слова:** среднегорье, высокогорье, функциональные показатели кардиогемодинамики, типы саморегуляции кровообращения, военнослужащие.

### АСКЕР КЫЗМАТКЕРЛЕРДИН ОРТО ТООЛОРДОН БИЙИК ТООЛОРГО КӨЧҮҮДӨ КАН АЙЛАНУУНУН ӨЗҮН-ӨЗҮ ЖӨНГӨ САЛУУСУНУН ТҮРЛӨРҮНҮН ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ

**Аннотация.** Аскер кызматкерлердин гемодинамикалык көрсөткүчтөрүнүн өзгөрүүлөрү кан айлануунун өзүн – өзү жөнгө салуусунун ар кандай түрлөрүнө жараша изилдөөлөрүнүн жыйынтыгы көрсөтүлгөн. Бийик тоонун шартында аскер кызматкерлерде өзүн-өзү жөнгө салуунун жүрөк-кан тамыр түрү оптималдуу экени далилденген. Аскер кызматкерлердин үчтөн бир бөлүгүндө кан тамыр түрү жана жогорку иш чара аныкталган.

**Негизги сөздөр:** орто тоолуу, бийик тоолуу, кардиогемодинамиканын функционалдуу көрсөткүчтөрү, кан айлануунун өзүн – өзү жөнгө салуусунун түрлөрү, аскер кызматкерлери.

### TRANSFORMATION OF TYPES OF CIRCULATION SELF-REGULATION IN MILITARY PERSONNEL DURING RELOCATION FROM MIDDLE TO HIGH MOUNTIES

**Abstract.** The results of studies on the assessment of changes in hemodynamic parameters in military personnel with various types of self-regulation of blood circulation are presented. It is demonstrated that in the conditions of high mountains, the cardiovascular type of self-regulation is more optimal for military personnel. A third of the subjects at the stages of long-term activity retained the vascular type and high efficiency, 48% had the vascular type and low efficiency.

**Key words:** middle mountains, high mountains, functional indicators of cardio hemodynamics, types of self-regulation of blood circulation, military personnel.

В оценке адаптивно-приспособительных реакций организма человека в экстремальных условиях среды важная роль принадлежит сердечно-сосудистой системе. Основными показателями гемодинамики, отражающими интенсивность кровоснабжения органов и тканей, а также функцию сократимости сердца, являются частота сердечных сокращений, систолическое, диастолическое и пульсовое артериальное давление, систолический и минутный объем крови [1, 2]. Вместе с тем, оценка состояния сердечно-сосудистой системы более эффективна в применении наиболее интегральных критериев, характеризующих функциональное состояние. В этих целях в прикладной физиологии используется анализ типов саморегуляции кровообращения (ТСК), который является интегральным показателем надежности как функционального состояния сердечно-сосудистой системы, так и организма в целом [3].

В предыдущих исследованиях по оценке типов саморегуляции кровообращения у жителей гор Алая было показано, что ТСК существенно изменяется в зависимости от высоты местности: так если в среднегорье число лиц с сердечным и сердечно-сосудистым типами составляют 50% и 37% соответственно, а с сосудистым типом – 13%, в высокогорье происходило двукратное увеличение лиц с сосудистым типом, причем в большей степени за счет изменения кровообращения у лиц с сердечным типом саморегуляции [4].

**Цель** настоящей работы состояла в определении типов саморегуляции кровообращения у военнослужащих в условиях среднегорья и оценке их трансформации на этапах краткосрочной и долговременной профессиональной деятельности в высокогорье.

**Материалы и методы.** Исследование было выполнено в условиях среднегорья (1700

м над ур. м.) и высокогорья (3600 м над ур. м.) Тянь-Шаня. Обследовано 160 военнослужащих в возрасте 18–28 лет, у которых определялись и рассчитывались в состоянии относительного покоя следующие показатели: систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление (мм рт. ст.); частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин); минутный объем кровообращения (МОК, л/мин); систолический объем (СО, мл); пульсовое давление (ПД, мм.рт.ст.); среднединамическое давление (СДД, мм.рт.ст.); общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, дин.•с•см–5); коэффициент экономичности кровообращения (КЭК, усл.ед.); тип саморегуляции кровообращения ( $TCK = \frac{ДАД}{ЧСС} * 100$ ): при  $TCK < 90$  усл.ед. – сердечный; при  $TCK$  от 90 до 110 усл.ед. – сердечно-сосудистый; при  $TCK > 110$  усл.ед. – сосудистый; вегетативный индекс Кердо (ВИК) =  $(1 - \frac{ДАД}{ЧСС}) * 100$ .

Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2008). Все обследуемые были проинформированы о характере исследования и подтвердили письменным согласием свое участие в нем.

Статистическая обработка полученных данных была проведена при помощи пакета прикладных статистических программ SPSS. Статистически значимым принимали уровень различий при  $p \leq 0,01$ .

**Результаты и их обсуждение.** По усредненным значениям ТСК в среднегорье для военнослужащих в целом характерен сердечно-сосудистый тип саморегуляции. В зависимости от соотношения сердечного и сосудистого компонентов у 24% обследованных лиц выявлен сердечный тип саморегуляции кровообращения, у 54% – сердечно-сосудистый, у 22% – сосудистый тип. У этих лиц определены различия в значениях гемодинамических показателей (табл. 1):

Таблица 1.

**Гемодинамические показатели у военнослужащих с различными типами саморегуляции кровообращения**

Показатели	Сердечный тип	Средний тип	Сосудистый тип	P
ЧСС, уд/мин.	83,18±12,04	71,2±7,06	63,9±6,74	0,000*
САД, мм.рт.ст.	106,36±12,86	106,8±9,45	110,0±9,43	0,664
ДАД, мм.рт.ст.	64,55±6,88	71,2±7,81	81,0±7,38	0,000*
ПД, мм.рт.ст.	41,82±10,79	35,6±10,03	29,0±12,87	0,034
СДД, мм.рт.ст.	78,48±7,79	83,07±6,93	90,67±5,39	0,001*
СО, мл.	64,01±9,37	55,43±9,41	44,97±9,09	0,000*
МОК, л/мин.	5,25±0,63	3,90±0,49	2,87±0,58	0,000*
ОПСС, дин·с·см <sup>-5</sup>	1205,99±153,47	1734,02±303,19	2658,16±736,54	0,000*
КЭК, усл.ед.	3459,09±910,66	2504,0±617,09	1848,0±757,69	0,000*
ВИК, усл.ед.	21,93±5,5	0,08±6,02	-27,51±1,32	0,000*
ТСК, усл.ед.	78,06±5,50	100,0±6,02	127,51±1,33	0,000*

Примечание: \* – значимость различий при  $p \leq 0,01$

В частности, в группе военнослужащих с сосудистым ТСК зафиксированы высокие значения показателей САД, ДАД, СДД и ОПСС, тогда как у лиц с сердечным ТСК выявлены более высокие величины ЧСС, ПД, СО, МОК, КВ и КЭК. В числовом выражении САД и ДАД возрастают от 106 и 64 мм.рт.ст в группе с сердечным ТСК до 110 и 81 мм.рт.ст у лиц с сосудистым типом. В группе с сосудистым типом поддержание уровня АД осуществляется преимущественно за счет сосудистого компонента, что проявляется в более высоких и достоверно значимых величинах ОПСС (2658,16±736,54 дин.с.см<sup>5</sup>) и ДАД (81,0±7,38 мм.рт.ст.). У этих военнослужащих отмечается уменьшение ЧСС (63,9±6,74 уд/мин) и МОК (2,87±0,58 л/мин). По литературным данным при снижении МОК происходит снижение стимуляции барорецепторов, которое ведет к рефлекторному повышению сосудистого тонуса и, как правило, к увеличению ОПСС и ДАД [5]. Следовательно, у военнослужащих с сосудистым ТСК эффективное движение крови обеспечивается не столько сократительной деятельностью сердца, сколько активностью сосудистого компонента, что способствует минимальной внешней работе сердца с низким энергетическим запросом. В группе с сердечным ТСК поддержание уровня артериального давления осуществляется путем высоких значений МОК и ЧСС. Средне-динамическое давление у лиц с сердечным и средним типами находилось в пределах нормы (75–85

мм.рт.ст.), в то время как у лиц с сосудистым типом было 90,67±5,39мм.рт.ст., указывая на перенаполнение кровеносного русла и перенапряжение сосудистой стенки.

Достоверно изменялась у военнослужащих с сердечным и сосудистым типами саморегуляции кровообращения величина пульсового артериального давления (ПД), которая зависит как от сократительной способности сердца, так и от податливости сосудистой стенки артерий крупного калибра. Этот показатель в группе с сердечным ТСК зарегистрирован на уровне 41,82±10,79 мм.рт.ст., у лиц с сосудистым ТСК –29,0±12,87 мм.рт.ст., то есть был выше в 1,4 раза. У лиц с сердечным типом величина КЭК превысила нормативные данные (3459,09 усл.ед.) и значения группы военнослужащих с сосудистым ТСК (1848,0 усл.ед.), что указывает на снижение эффективности её гемодинамических функций.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях среднегорья у военнослужащих определяются три типа саморегуляции кровообращения: сердечный, средний и сосудистый. В группе с сердечным ТСК артериальное давление поддерживаются за счет увеличения частоты сердечных сокращений, систолического объема и усиления сократительной мощности миокарда, у сосудистого – за счет повышения общего периферического сопротивления сосудов. У первых отмечается преобладание симпатического влияния на сер-

дечную деятельность (ВИК=21,93±5,5 усл.ед.), у вторых – парасимпатической регуляции (ВИК=–27,51±1,32 усл.ед.). У лиц с сердечно-сосудистым ТСК сохраняется баланс между сердечным и сосудистыми компонентами, который характеризуется оптимально сбалансированной саморегуляцией системы кровообращения (ВИК = 0,08±6,02) [6].

В высокогорье (3600 м) у обследуемых в период краткосрочной адаптации (от 15 до 30

дней) преобладают лица со средним ТСК (41%), в этот период существенную роль играют и деятельность сердца, и резервные возможности сосудов. Примерно третья часть военнослужащих (32%) обеспечивают приспособление к экстремальным воздействиям гор за счет механизмов сердечной регуляции, ещё 27% – за счет сосудистой регуляции (табл.2):

Таблица 2.

Распределение военнослужащих по типам саморегуляции кровообращения (%)

Период адаптации	Сердечный	Средний	Сосудистый
15 – 30 дней	32%	41%	27%
1,5 – 2 года	46%	37%	17%

Длительная военно-профессиональная деятельность на высоте 3600 м приводила к тому, что в группе военнослужащих уменьшалось число лиц с сосудистым типом (17%), но возрастал процент лиц с сердечным типом (46%). У данной группы отмечалось в большей степени повышение МОК, которое достигалось как увеличением СО, так и учащением ЧСС. Подобная реакция сердечно-сосудистой системы на воздействие внешних факторов, по мнению С.Б. Даниярова, является «эффективным», но малозатратным способом реагирования, по-

скольку сердце выполняет большую работу по перекачиванию крови [7]. Длительное и интенсивное функционирование сердца, несмотря на его универсальный характер первичного реагирования, может приводить к ограничению физиологических механизмов, обеспечивающих работоспособность человека. Подтверждением тому служат результаты исследований по оценке уровня работоспособности военнослужащих с различным типом саморегуляции кровообращения при долговременной деятельности в высокогорье (табл.3):

Таблица 3.

Соотношение типов саморегуляции кровообращения в зависимости от уровня работоспособности в высокогорье (%)

Уровень работоспособности	Период адаптации	Сердечный	Средний	Сосудистый
Высокий	15 – 30 дней	35%	58%	7%
	1,5 – 2 года	8%	62%	30%
Средний	15 – 30 дней	42%	40%	18%
	1,5 – 2 года	12%	52%	36%
Низкий	15 – 30 дней	45%	25%	30%
	1,5 – 2 года	48%	24%	28%

В таблице демонстрируется, что в период длительной профессиональной деятельности в высокогорье высоким уровнем физической работоспособности обладают 62% военнослужащих с сердечно-сосудистым типом саморегуляции кровообращения, 30 % – с сосудистым типом и лишь 8% располагали сердечным типом саморегуляции кровообращения. Низкий уровень работоспособности был характерен для 28% лиц с сосудистым и 48% лиц с сердечным ТСК. Увеличение числа лиц с сердечным типом, имеющих низкую работоспособность происходило за счет трансформации кровообращения у лиц со средним и сосудистым типами саморегуляции. Как считает В.В. Трифонов типы саморегуляции кровообращения имеют различные пути адаптации к стрессовым ситуациям, сопровождающиеся физическим напряжением. В этих случаях военнослужащие с сердечным ТСК более стрессоустойчивы, чем лица с сосудистым ТСК [8]. Напротив, в наших исследованиях в условиях высокогорной гипок-

сии у военнослужащих с низкой работоспособностью формировался более высокий и затратный уровень мобилизации гемодинамических реакций, то есть при длительном труде снижалась роль сосудистого компонента и превалировала значимость сердечного.

Таким образом, обобщая результаты исследования, можно сделать заключение, что на этапе краткосрочной адаптации основная часть военнослужащих располагает самым надежным и устойчивым типом саморегуляции кровообращения – сердечно-сосудистым. При этом большинство из них обладают высокой работоспособностью. Для одной трети военнослужащих, которые сохраняли в период долгосрочной деятельности высокую и среднюю работоспособность были характерны реакции с преобладанием сосудистого компонента и они, по данным Кротова В.П., более резистентны к условиям больших высот, чем лица с сердечным типом регуляции [9].

### Список литературы:

1. Шхвацабая И.К., Константинов Е.Н., Гундаров И.А. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы // Кардиология. – 1981. – Т. 21. – № 3. – С. 10-13.
2. Балыкин М.В., Астахов О.Б., Сагидова С.А., Васильева Е.В. Системные и органые особенности адаптации к физическим нагрузкам в горах // Патогенез. – 2008. – Т. 6. – № 3. – С. 45.
3. Аринчин Н.И., Горбачевич А.И., Кононцев В.И. Экспресс-метод определения типов саморегуляции кровообращения, предпатологических состояний и патогенетических форм гипер- и гипотензии // Автоматизация научных исследований: материалы XI Всесоюз. школы по автоматизации научных исследований. – Минск. – 1978. – С. 31–34.
4. Сатаркулова А.М., Айсаева Ш.Ю., Алипбекова А.С. Тип саморегуляции кровообращения и характер изменения гемодинамических параметров у постоянных жителей в условиях средне- и высокогорья // Известия НАН КР. – 2019. – №4. – С.68–70.
5. Берн Р.М., Леви М.Н. Физиология сердечно-сосудистой системы // М.: Академия. – 2004. – 702 с.
6. Петров С.В. Особенности механизмов формирования типов саморегуляции кровообращения: автореф. дис. ... канд.мед.наук. – М. – 1996. – 20 с.
7. Данияров С.Б. Работа сердца в условиях высокогорья // Л.: Медицина. – 1979. – 150 с.
8. Трифонов В.В., Ранцев Н.П. Тип саморегуляции кровообращения: значение при осуществлении сотрудниками правоохранительных органов силового воздействия, перспективы применения в профессиональном отборе // Актуальные вопросы права, образования и психологии : сб. науч. тр. – Могилев. – 2018. – № 6 – С. 165–172.
9. Кротов В.П. Показатели гемодинамики в качестве критерия переносимости здоровым человеком острой гипоксии. // Косм. биология и авиакосм. медицина. Тезисы докл. VII Всес. конф. по косм. биол. и авиакосм. медицине. – Калуга. – 1982. – Т.1. – С. 167-168.