

## Изменение состава и свойства крови при мышечной нагрузке в условиях высокой температуры

Воздействие высокой температуры в условиях жаркого климата резко увеличивает тепловую нагрузку и вызывает изменение ряда функций организма. В результате напряжения теплорегуляции происходит усиление секреции пищеварительных соков, диуреза при одновременном увеличении внепочечная потеря воды и солей. Наряду с этим меняется морфологический и солевой состав крови (Е.С. Тихачек). Наиболее быстро реагирует сосудистая система: сосуды кожи расширяются, вследствие чего увеличивается теплоотдача, а сосуды внутренних органов, напротив, сужаются, что предотвращает резкое падение системного артериального давления крови. Увеличивается концентрация в крови катехоламинов, глюкокортикоидов, тироксина вследствие чего замедляются гликогенез, гликолиз, расход энергии, увеличиваются содержание гемоглобина в эритроцитах. При действии тепла повышается проницаемость мембран лизосома, что ведет к выходу в кровь лизосомальных протеиназ, которые могли бы подвергать избыточному протеолизу белки и клеточные элементы крови. Однако этого не происходит, поскольку у адаптированных лиц увеличивается содержание альфа-антитрипсина - мощного ингибитора протеолитических ферментов. Однако влияние высокой температуры высшей среды на организм спортсменов, в частности, на показатели крови при спортивной мышечной деятельности до настоящего времени остается мало изученным.

Между тем изучением этого вопроса на современном этапе имеют большое значение для районов с жарким климатом, а так же основные спортивные соревнования мирового масштаба и олимпийские игры проводятся, чаще, в летнее время.

В связи с изложенным целью наших исследований было изучение морфологического, минерального состава и свойства крови при естественных спортивных тренировочных занятиях с учетом возраста, тренированности испытуемых в условиях высокой температуры.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования показателей крови проводилось в естественных условиях спортивной тренировки на 12 испытуемых, занимающихся на спортивных базах школы спортивных комплексах.

Согласно задаче исследования, изучение состава и свойства крови в процессе мышечной работы проводилось на 2 группах спортсменов:

1. На юношах занимающихся боксом, не имеющих не спортивного разряда.
2. На спортсменах высокого класса по 1 видам спорта (легкоатлеты).

Характеристика всех групп спортсменов представлена в таблицах №1.

Изменение показателей красной крови, СОЭ и времени свертывание крови при мышечной деятельности в условиях высокой температуры.

$M^+ m, n = 12$

№	Группы испытуемых	Эритроциты (мл)	Гемоглобин (г %)	Объем форменных элементов(%)	СОЭ (мм/час)	Время свертывании крови (мин)
<b>ДО НАГРУЗКИ</b>						
1	Подростки	4,770 <sup>+0,05</sup>	14,0 <sup>+0,23</sup>	41,2 <sup>+1,00</sup>	6,4 <sup>+ 0,59</sup>	2,4 <sup>+ 0,32</sup>
2	Юноши	4.690 <sup>+0,6</sup>	14,4 <sup>+0,10</sup>	41,0 <sup>+0,95</sup>	14,6 <sup>+0,88</sup>	2,3 <sup>+0,17</sup>
3	Менее тренированны е боксеры	4,880 <sup>+0,04</sup>	14,5 <sup>+0,80</sup>	43,5 <sup>+0,80</sup>	8,1 <sup>+0,39</sup>	2, <sup>+0,20</sup>
4	Более тренированны	4,930 <sup>+0,01</sup>	16,1 <sup>+0,110</sup>	46,3 <sup>+0,60</sup>	6,1 <sup>+0,17</sup>	3,2 <sup>+0,9</sup>

	е боксеры					
5	Легкоатлеты	4,900 <sup>+0,03</sup>	15,6 <sup>+0,08</sup>	43,2 <sup>+0,30</sup>	8,3 <sup>+0,30</sup>	2,2 <sup>+0,9</sup>
<b>ПОСЛЕ НАГРУЗКИ</b>						
1	Подростки	5,200 <sup>+0,05</sup>	15,0 <sup>+0,13</sup>	46,2 <sup>+1,20</sup>	11,3 <sup>+00,5</sup>	1,3 <sup>+0,12</sup>
2	Юноши	5,130 <sup>+0,06</sup>	16,4 <sup>+0,9</sup>	45,9 <sup>+0,89</sup>	19,5 <sup>+0,68</sup>	1,3 <sup>+0,14</sup>
3	Менее тренированны е боксеры	5,450 <sup>+0,09</sup>	16,2 <sup>+0,18</sup>	48,9 <sup>+0,88</sup>	61,5 <sup>+0,49</sup>	1,2 <sup>+0,12</sup>
4	Более тренированны е боксеры	5,110 <sup>+0,09</sup>	16,9 <sup>+0,11</sup>	47,9 <sup>+0,70</sup>	5,1 <sup>+0,13</sup>	1,7 <sup>+0,19</sup>
5	Легкоатлеты	5,060 <sup>+0,01</sup>	16,0 <sup>+0,09</sup>	45,9 <sup>+0,32</sup>	5,5 <sup>+0,36</sup>	1,2 <sup>+0,09</sup>

Объем тренировочной нагрузки давался в соответствии с возрастными особенностями и спортивной квалификацией (В.М. Романов).

Для соблюдения суточной ритмики биологических процессов, происходящих в организме, мы старались проводить исследования состава и свойства крови в одно и то же время дня. Тренировочные занятия начинались через 2 часа после последнего приема пищи. Общепринятыми методами определяли количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, гемоглобина, СОЭ и время свертывания крови. Содержание натрия и калия в цельной крови методом пламенной фотометрии. У каждого спортсмена в дни опытов кровь для исследования бралась 2 раза: до и сразу после окончания двухчасовой спортивной тренировки. При этом измеряли температуру и вес тела. А также учитывались характер и интенсивность тренировочных занятий и температура внешней среды, осуществлялся постоянный медицинский и педагогический контроль.

Исследование показателей крови проводилось в условиях высокой (30-38<sup>0</sup>С) температуры в жаркое время года. Кровь на анализ в дней. В условиях высокой температуры в 1,2,3,9, и 10-й дни ее воздействия.

### Результаты исследования

#### Изменение состава и свойств крови при мышечной нагрузке в условиях высокой температуры.

Интенсивная мышечная тренировка вызывало достоверное увеличение количество эритроцитов, содержание гемоглобина, объема форменных элементов, замедление реакции оседание эритроцитов. Нарастание тромбоцитов и укорочение времени свертывание крови.

Сравнительный анализ результатов исследования дал возможность выявить различную степень изменения показателей крови в зависимости от возраста, тренированность испытуемых.

В результате напряжения механизмов терморегуляции наступает усиление слюноотделения у животных, потоотделения у человека, снижается мочеотделение и секреция желудочных, поджелудочных и кишечных желез, увеличивается внепочечная потеря воды и солей. Наряду с этим меняется морфологический и солевой состав крови.

Результаты показали, что при одновременном сочетании воздействия на организм испытуемых мышечной и тепловой нагрузок происходят значительные сдвиги в составе и свойствах крови. Изменения красной крови при этом характеризуются более резким увеличением количества эритроцитов, гемоглобина и объема форменных элементов у подростков (на 9,0; 9,2 и 10,5% соответственно) и юношей (на 9,6; 11,8 и 13,5%).

Увеличение этих показателей в условиях высокой температуры как у подростков, так и у юношей было в 2-3 раза больше, чем при оптимальной температуре. В этих условиях значительно повышалось число тромбоцитов, прирост которых составил у подростков 92,5% от таким ростом числа тромбоцитов происходило укорочение времени свертывания крови на 50% и у первых и 47,9% - у вторых. СОЭ ускорялась, причем более заметно у подростков (на 73,2%, чем у юношей на 33,4).

Интенсивная мышечная тренировка в экстремальных условиях способствовала увеличению лейкоцитов, которое более значительным оказалась у юношей (на 58,8%) по сравнению с подросткам (на 30,4%).

Изменение солевого состава крови характеризовалось снижением концентрации минеральных веществ. При этом натрий и калий как у подростков (на 11,1 и 17,4% соответственно), так и у юношей (на 9,9 и 15,5%) уменьшились почти в равной степени. В соответствии с этим происходило снижение осмотической стойкости эритроцитов.

При выполнении одинаковой по характеру и продолжительности мышечной тренировки у менее – и высокотренированных боксеров происходят однонаправленные, но различные по степени изменения в показателях красной крови. Эти изменения характеризовались увеличением количества эритроцитов (на 11,9%), гемоглобина (на 11,0%) и особенно объема форменных элементов (на 14,0%) у малотренированных спортсменов, по сравнению с высокотренированными (3,4; 4,4 и 5,4% соответственно). Следует отметить что, увеличение показателей красной крови у менее тренированных спортсменов степень повышения показателей красной крови была почти на уровне данных, полученных при оптимальной температуре. При этом у первых значительно увеличивается и число тромбоцитов (на 23,6 тыс.) однако время свертывания крови более существенно укорачивается у спортсменов высшего класса (на 50%). Ациклическая работа с переменной интенсивностью в условиях высокой температуры обуславливает замедление СОЭ. Причем, у малотренированных спортсменов замедление СОЭ было более выраженным (25,9%), а у высоко тренированных - менее существенным (12%), чем при оптимальной температуре.

Изменение показателей белой крови в значительной мере также зависит и от степени тренированности спортсменов (табл. №2).

Изменение элементов белой и концентрации натрия, калия при мышечной деятельности в условиях высокой температуры.

M-m, n =12

<b>До нагрузки</b>				
№	Группы испытуемых	Лейкоциты (тыс)	Натрий мг %	Калий мг %
1	Подростки	6,700-0,59	4000,9-3,98	270,7-15,002
2	Юноши	6,250-0,26	406,9-17,95	310,015-8,98
3	Менее тренированные боксеры	6,571-0,18	423,0-6,02	290,9-20,95
4	Более тренированные боксеры	5,720-0,09	185,2-7,64	156,3-1.009
5	Легкоатлеты	5,579-0,09	175,1-3,09	162,1-1,30
<b>После нагрузки</b>				
1	Подростки	8,750-0,45	360,3-5,24	221,9-19,87
2	Юноши	9,899-0,29	368,9-29,87	258,9-9,85
3	Менее тренированные боксеры	8,799-0,98	384,9-15,08	265,1-32,56
4	Более тренированные боксеры	9,045-0,56	197,1-6,54	145,2-0,3
5	Легкоатлеты	6,920-0,65	178,3-1,01	161,3-3,43

Так, как более существенной нарастание лейкоцитов у высоко тренированных спортсменов (на 58,6%) происходило за счет относительного и абсолютного увеличения нейтрофилов (на 6,3 и 6,8%) и особенно лимфоцитов (на 14,6 и 81,9% собственно). У менее тренированных спортсменов увеличение лейкоцитов (на 35,1%) происходило преимущественно за счет относительного и абсолютного (на 20,2 и 62,5% соответственно) повышения нейтрофилов, концентрация натрия и калия у менее тренированных спортсменов снижалась примерно в равной степени (на 11,5 и 11,2 %). Осмотическая устойчивость эритроцитов при этом у обеих групп испытуемых снижалась.

Время свертывания крови более существенно укорачивалось и СОЭ резко замедлялось у спортсменов. У спортсменов повышение число лейкоцитов происходило преимущественно за счет относительного и абсолютного числа лимфоцитов. Изменение концентрации натрия в различных группах носили разнонаправленный характер. В процессе многократного воздействия высокой температуры у нетренированных и малотренированных испытуемых не отмечено адаптивных изменений в составе и свойствах крови. Большинство показателей крови, как у подростков, юношей, так и у менее тренированных спортсменов по мере увеличения кратности влияния тепловой нагрузки увеличивалось. Так, например, при росте числа эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов, увеличения объема форменных элементов, укорочение времени свертывания крови и уменьшение концентрации натрия при повторном воздействии высокой температуры у юношей прогрессивно нарастали.

Результаты исследования, полученные, в процессе многократного воздействия высокой температуры у высокотренированных боксеров показали, адаптивные изменения показателей крови. В первые дни исследования в условиях высокой температуры организм испытуемых на одновременное воздействие мышечной и тепловой нагрузок реагировал резко, что прежде всего проявлялось максимальной степени изменения показателей крови. В последующие дни, с увеличением кратности тепловой нагрузки, наблюдаемые сдвиги либо ослабевали, либо оставались стабильными. Происходило более экономное расходование воды для нужд теплорегуляции.

Таким образом, обнаружение нами сдвиги в составе и свойствах крови испытуемых при мышечной нагрузке в условиях высокой температуры, очевидно, направлены на установление нового функционального уровня действительности в ответ на предъявленные организму повышенные требования. При этом подростки, юноши и малотренированные испытуемые недостаточно хорошо переносят интенсивное и продолжительные физические нагрузки в жаркое время дня. Об этом свидетельствуют резкие изменения свойства и состава крови, отсутствие адаптивных сдвигов в процессе многократного воздействия термического фактора, а также высокий уровень влагопотери и прирост температуры тела.