

42 451012
99
АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР

Объединенный ученый Совет по зоологическому
профилю Отделения биологических наук

К. Н. КЮВЕЛЛИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДНО-СОЛЕВОГО
ОБМЕНА ПРИ СПОРТИВНОЙ МЫШЕЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ

(03.102—физиология человека и животных)

Диссертация написана на русском языке

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Ташкент—1971

Работа выполнена в Отделе физиологии (зав.-академик АН УзССР, заслуженный деятель науки и техники, профессор **А. Ю. Юнусов**) и в Узбекском Государственном институте физической культуры (ректор—доцент **Х. Х. Тураходжаев**).

Научный руководитель:

Доктор биологических наук, профессор **З. Т. Турсунов**.

Официальные оппоненты:

1. Доктор медицинских наук, профессор **А. И. Яроцкий**.
2. Кандидат биологических наук, доцент **А. Т. Астанакулова**,

Учреждение, давшее внешний отзыв—Ташкентский Государственный педагогический институт им. Низами.

Диссертация объёмом в 251 страницу машинописного текста состоит из введения, 4 глав, 28 таблиц, 32 рисунков, заключения, выводов и списка литературы (231 отечественных и 82 иностранных авторов).

Защита диссертации состоится „ 31 „ января 1972 г. на заседании Ученого Совета по зоологическому профилю Отделения биологических наук АН УзССР (г. Ташкент, ул. Гоголя, 70).

Автореферат разослан „ 31 „ декабря 1971 года. С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке АН УзССР (г. Ташкент, ул. А. Тукаева, 1).

Ученый секретарь Совета
доктор медицинских наук

М. Г. МИРЗАКАРИМОВА

Изменение состояния водно-солевого обмена под влиянием мышечной нагрузки в последнее время интересует широкий круг исследователей, в частности, специалистов в области спортивной физиологии и медицины (А. А. Батыршина, 1964, 1966, 1969; В. П. Правосудов, 1965, 1966, 1968, 1969; Я. С. Васильцев, А. И. Флиппус, 1966; А. И. Воробьев, 1968, 1970; М. М. Круглый, Н. А. Куприянова, 1968; П. К. Кырге, 1969; С. А. Борисова, Н. Т. Мишаков, 1970; А. А. Виру, 1970 и др.).

Сдвиги в водно-солевом обмене под влиянием мышечной нагрузки влекут за собой закономерные компенсаторные процессы, вызывающие определенные изменения в деятельности вегетативных и соматических систем, что в конечном итоге отражается в той или иной степени на работоспособности организма. Поэтому разностороннее изучение водно-солевого обмена имеет теоретическое и практическое значение в любых аспектах его исследований.

Многочисленными исследованиями (А. Ю. Юнусов, 1961; З. Т. Турсунов, 1963; Э. С. Махмудов, 1967; А. Х. Бабаева, Ф. Ф. Султанов, Е. П. Серебряков, Н. И. Тодрис, Н. В. Стефановская, А. Е. Елдашев, 1970; А. Ю. Юнусов, М. Г. Мирзакаримова, 1971 и др.) установлено, что внешняя высокая температура, а также мышечная работа вызывают значительные изменения водно-солевого обмена, т. к. они сопряжены с активным включением терморегуляторных механизмов, главным образом, физической теплоотдачи через потоотделение.

Если раздельное влияние высокой внешней температуры или мышечной деятельности на водно-солевой обмен уже изучено в известной степени (*W. S. Ladell, 1947; E. F. Adolph, 1952; L. Parameggiani, S. Sassi, C. Croce, 1955; G. S. Kanter, 1955; G. Frada, G. Montesana, 1960; Y. Kuno, 1961; В. Н. Райчева, 1966, А. Г. Афанасьев, В. А. Жестовский, 1969; Э. С. Белова, В. А. Ходжиматов, 1970; Е. Б. Колтунов, В. Л. Гришаев, А. А. Истомин, 1970 и др.*), то комплексное их воздействие на водно-солевой обмен мало ис-

следовано и тем более, при выполнении спортивной мышечной деятельности.

Вместе с тем теоретические и практические потребности спортивной физиологии также требуют специального разрешения вопроса рациональной организации тренировочного процесса в условиях жаркого климата, т. к., очевидно, что физкультура и спорт только тогда имеют оздоровительное значение, когда нагрузка не является чрезмерной и адекватна возможностям организма.

Учитывая все это, нами была поставлена задача: изучить в сравнительном аспекте состояние водно-солевого обмена при спортивной мышечной деятельности в зависимости от возраста, тренированности и вида спорта в условиях оптимальной и высокой температуры.

Методы исследования

Изучение водно-солевого обмена проводилось в естественных условиях спортивной тренировки на 97 спортсменах, занимающихся на спортивных базах ДСО „Мехнат“ и Высшей школы спортивного мастерства УзССР.

В соответствии с поставленной перед нами задачей, исследования водно-солевого обмена проводились у 3-х групп спортсменов:

1. У подростков и юношей, не имеющих спортивного стажа и разряда, занимающихся боксом;
2. У менее тренированных и более тренированных боксеров;
3. У спортсменов высокого класса, занимающихся по 6 видам спорта (легкоатлеты, баскетболисты, гандболисты, теннисисты, фехтовальщики и штангисты).

Характеристика испытуемых спортсменов представлена в табл. 1.

Объем тренировочной нагрузки находился в строгом соответствии с возрастными особенностями и спортивной квалификацией (А. Фисенко, 1959; К. В. Градополов, 1961; Н. А. Худаков, В. Н. Сергеев, 1964 и др.).

Исследования водно-солевого обмена у всех групп спортсменов проводились в идентичных условиях. Тренировочные занятия при этом, как правило, начинались через 2 часа после приема пищи.

В качестве основных показателей водно-солевого обмена изучались диурез, потоотделение, спонтанное слюноотделение и концентрация натрия, калия в моче, поте, слюне, а также в цельной крови методом пламенной фотометрии (В. С. Аса-

тпани, 1957). Кроме того в моче и слюне определялась концентрация кальция комплексометрическим титрованием трилоном Б (И. Булбука, С.Гаврилеску, Г. Дейтш, Н. Диаконеску, 1962).

Порядок проведения исследований был следующим. Перед тренировкой в условиях относительного мышечного покоя собирали обычным способом полуторачасовую порцию мочи, одновременно в течение 45 минут собирали самопроизвольно выделяющуюся слюну. Для изучения потоотделения использовали метод сбора пота с помощью обеззоленных фильтров определенного размера, которые накладывались на кожу средней части лба и привязывались полиэтиленовой лентой. При этом пот собирали в течение 30 минут.

Таблица 1

Характеристика испытуемых спортсменов

Группы испытуемых	Кол-во испыт.	Возраст (года)	Вес (кг)	Спортивная квалификация					
				но-нички	шр.	пр.	Гр	км/с	м/с
Подростки	9	14-15	49,8-62,4	9					
Юноши	9	16-17	49,2-63,9	9					
Боксеры:									
Менее трениров.	9	20-26	53,6-72,4		5	4			
Более трениров.	13	20-26	49,6-80,9					5	8
Легкоатлеты	6	23-31	61,0-76,5					2	4
Баскетболисты	13	18-28	75,0-95,8				1	8	4
Гандболисты	10	17-32	70,6-94,0					6	4
Штангисты	9	21-32	54,0-121,6					2	7
Фехтовальщики	10	21-26	62,2-82,0					3	7
Теннисисты	9	17-23	59,7-87,0				5	1	3

Учитывались и клинические показатели испытуемых: температура тела, частота пульса, дыхания, вес. После измерения клинических показателей у испытуемых брали кровь, и затем они приступали к тренировочным занятиям.

К концу первого часа тренировки собиралась первая порция пота (за 30 минут), вторую порцию пота за тот же период и слюну брали на втором часу тренировки. Сразу после окончания тренировки собирали мочу, измеряли все выше перечисленные клинические показатели и повторно брали кровь. Продолжительность занятий составляла 2 часа (академических).

Во время исследований учитывались нагрузка, характер и интенсивность тренировочного процесса, а также темпера-

тура и влажность, барометрическое давление внешней среды и осуществлялся медицинский и педагогический контроль.

Исследования проводились в условиях оптимальной (19—20° С) и высокой (33—38° С) внешней температуры.

При изложении фактического материала, для сравнительной характеристики состояния водно-солевого обмена и раскрытия его закономерностей в процессе спортивной тренировки в зависимости от специализации вышеперечисленные виды спорта нами в основном характеризуются по проявлению в той или иной степени преимущества определенного признака. К спортсменам, выполняющим преимущественно динамическую работу, мы отнесли легкоатлетов, баскетболистов, гандболистов, а в группу испытуемых, выполняющих динамическую работу с элементами статических усилий включили теннисистов и фехтовальщиков. Сюда же отнесли штангистов, выполняющих преимущественно статическую работу.

Состояние водно-солевого обмена в процессе мышечной тренировки в условиях оптимальной температуры

При изучении возрастных особенностей изменений водно-солевого обмена при мышечной нагрузке отмечено уменьшение концентрации минеральных солей в цельной крови. У подростков снижение солей натрия и калия происходит в большей степени, чем у юношей.

Закономерные изменения при спортивной мышечной деятельности претерпевает и водо-солевыделительная функция почек: достоверно угнетался диурез, уменьшалась концентрация натрия, кальция в моче, что согласуется с результатами Н. К. Кырге (1969), З. Т. Кисляковой, В. И. Рудницкого, Е. И. Кочурко (1970). Содержание калия с возрастом увеличивается у юношей в 1,5 раза больше, чем у подростков.

Обнаруженное нами значительное снижение абсолютного количества минеральных солей в моче в процессе мышечной тренировки в основном связано с уменьшением общего объема выделенной мочи в результате изменения кровоснабжения почек (Б. Д. Кравчинский, 1958).

В процессе активной мышечной деятельности определенные сдвиги происходят и в секреторной деятельности слюнных желез. При этом секреция слюны уменьшается

больше у подростков, чем у юношей (на 68,1 и 61,7% соответственно). Уровень солей в слюне нарастает с возрастом: у подростков концентрация калия, кальция в среднем увеличилась на 35,6 и 27,4%, а у юношей на 47,1 и 42,1%. В отношении изменений количества натрия также выявлены определенные возрастные различия, что выражается в увеличении абсолютного содержания натрия (на 160%) в слюне юношей, собранной во время мышечных упражнений. В то же время, в аналогичных условиях опыта, количество натрия в слюне у подростков остается почти неизменным.

В процессе спортивных упражнений не менее существенные изменения происходят и в деятельности потовых желез и минеральном составе пота. Так, количество пота достоверно увеличивается. Нарастание терморегуляторного потоотделения у юношей как в первый, так и во второй час мышечной работы оказалось больше, чем у подростков. Несмотря на интенсивное потоотделение, изменение солевого состава пота характеризуется резким повышением концентрации натрия и калия. При сопоставлении полученных данных у испытуемых обнаруживаются некоторые возрастные различия, что выразилось в неодинаковых потерях солей с термическим потом. При напряженной мышечной работе количество натрия, калия у подростков увеличивается до 2,67—2,69 мг и 0,26—0,25 мг соответственно в 1 и 2-й часы тренировки, а у юношей до 5,48—5,71 мг и 0,66—0,55 мг.

Таким образом, с увеличением терморегуляторного потоотделения потеря минеральных веществ с потом у юношей нарастает почти в 2-3 раза больше, чем у подростков.

Наблюдаемые некоторые различия в отдельных показателях водно-солевого обмена у подростков и юношей следует, прежде всего, поставить в связь с изменением ряда признаков физического развития и особенностей нейро-эндокринной регуляции вегетативных функций растущего организма (Я. А. Эголинский, 1955; А. В. Коробков, В. А. Шкурдода, Н. Н. Яковлев, Е. С. Яковлева, 1962; Р. Е. Мотылянская, 1963; Т. А. Третилова, 1966; Т. П. Вольхина, 1967 и др.).

Возрастные особенности водно-солевого обмена, отмеченные нами, а также выявленная рядом авторов возрастная реактивность организма являются факторами, определяющими качество и пределы приспособления организма к мышечной нагрузке. Степень этого приспособления может изменяться в процессе систематической тренировки.

Под влиянием тренировки происходит глубокая перестройка показателей водно-солевого обмена. И не случайно Э. И. Воробьева (1969) считает, что исследование минерального обмена может быть эффективно использовано для управления тренировочным процессом.

Наши наблюдения за двумя группами боксеров, отличающихся степенью тренированности, показали, что в условиях относительного покоя электролитный состав крови менее тренированных спортсменов отличается повышенным содержанием натрия и калия.

При мышечной нагрузке у этих спортсменов снижение концентрации калия в крови проявлялось в большей степени, что обусловлено значительным выведением калия почками. Между тем концентрация электролитов в моче у высокотренированных испытуемых была гораздо ниже, по сравнению с менее тренированными (табл. 2).

Зависимость величины и характера изменения диуретической и солевывделительной функций почек от степени тренированности, проявляется в более экономном расходовании воды и минеральных веществ по мере тренированности. Так, диурез снижался у боксеров первой группы (менее тренированные) на 55,1%, а у высокотренированных—на 75%. С этим совпадает значительная задержка солей, т. к. абсолютное количество выделенного натрия и калия у хорошо тренированных спортсменов уменьшается на 85,5 и 90,1%, тогда как у другой группы—на 71,0 и 47,5% соответственно.

Более экономно протекает у высокотренированных спортсменов водо- и солевывделительная деятельность слюнных желез. Это проявляется в отсутствии при мышечной работе изменений в содержании натрия в слюне, и в значительном уменьшении валового количества калия в ней. Вызываемая систематическим упражнением приспособительная биохимическая перестройка организма находится в тесной зависимости от протекания процессов терморегуляции. Экономия функций организма, как проявление тренированности, выражается в сниженном уровне терморегуляторного потоотделения и уменьшении количества минеральных веществ в поте высокотренированных спортсменов, тогда как в условиях относительного покоя электролитный состав пота у них отличался высоким содержанием минеральных веществ. Относительно высокий уровень содержания минеральных веществ в поте у спортсменов высшей квалификации, по-видимому, связан с тесным функциональным взаимоотношением потовых желез и почек,

Таблица 2

Изменение диуреза, слюноотделения и концентрации минеральных солей в моче, слюне, крови при мышечной деятельности в условиях оптимальной температуры $M \pm m$, $t_2 = 30 - 50$

Группы испытуемых	Э Р О В Л				М О А				С Л Ю Н А											
	натрий (мг%)	Р	калий (мг%)	Р	к - во (мл)	Р	натрий (мг%)	Р	калий (мг%)	Р	кальций (мг%)	Р	к - во (мл)	Р	натрий (мг%)	Р	калий (мг%)	Р	кальций (мг%)	Р
Подростки	393,4 \pm 4,60		289,2 \pm 3,18		131,1 \pm 7,76		925,1 \pm 14,37		271,1 \pm 8,64		4,5 \pm 0,41		18,8 \pm 1,08		6,5 \pm 0,97		118,7 \pm 3,75		5,1 \pm 0,35	
	465,5 \pm 3,92	97,5	245,2 \pm 4,29	99,0	57,1 \pm 5,45	99,2	582,4 \pm 8,13	96,6	387,3 \pm 8,15	98,9	2,8 \pm 0,34	96,5	6,0 \pm 0,40	99,9	25,3 \pm 3,99	97,1	161,0 \pm 3,71	98,1	6,5 \pm 0,21	96,8
Юноши	378,1 \pm 3,85		305,8 \pm 6,21		110,2 \pm 5,54		986,9 \pm 7,73		233,3 \pm 5,21		5,6 \pm 0,32		10,7 \pm 0,39		5,9 \pm 5,20		155,1 \pm 4,78		5,7 \pm 0,39	
	352,1 \pm 6,19	96,4	263,8 \pm 7,68	97,8	46,2 \pm 5,94	99,9	588,4 \pm 9,45	99,8	379,7 \pm 7,10	99,9	3,6 \pm 0,31	96,5	4,1 \pm 0,21	99,5	43,6 \pm 5,20	99,9	228,3 \pm 7,91	99,2	8,1 \pm 0,19	97,8
Менее тренированные боксеры	401,6 \pm 3,16		322,2 \pm 3,05		109,6 \pm 5,12		1075,3 \pm 5,00		334,6 \pm 5,22		6,5 \pm 0,30		12,4 \pm 0,77		8,0 \pm 0,56		164,9 \pm 5,88		6,9 \pm 0,38	
	383,5 \pm 3,05	98,0	295,1 \pm 1,95	99,6	49,3 \pm 5,13	98,9	767,7 \pm 7,49	99,9	461,3 \pm 3,36	99,2	4,4 \pm 0,25	99,5	4,3 \pm 0,34	99,6	69,2 \pm 3,36	99,9	255,1 \pm 5,13	99,1	7,9 \pm 0,20	96,5
Полне тренированные боксеры	184,0 \pm 4,37		154,0 \pm 2,82		130,3 \pm 9,57		426,6 \pm 8,86		221,7 \pm 6,05		6,4 \pm 1,07		11,9 \pm 0,87		9,6 \pm 1,27		71,9 \pm 2,47		5,8 \pm 0,37	
	165,6 \pm 3,18	97,5	142,2 \pm 1,83	96,2	32,6 \pm 6,32	99,1	243,8 \pm 5,82	99,9	284,8 \pm 5,82	97,3	3,6 \pm 0,32	99,1	2,2 \pm 0,28	99,9	58,0 \pm 5,34	99,1	105,5 \pm 5,20	98,7	8,7 \pm 0,81	97,7
Гандболисты	158,1 \pm 2,05		151,9 \pm 5,36		98,0 \pm 3,07		342,2 \pm 4,36		195,0 \pm 3,35		5,6 \pm 0,31		11,9 \pm 0,65		13,8 \pm 1,93		96,7 \pm 4,36		8,2 \pm 0,30	
	141,0 \pm 1,27	99,6	138,0 \pm 5,64	86,9	47,3 \pm 3,22	99,6	221,6 \pm 6,34	99,9	257,6 \pm 5,94	99,8	4,4 \pm 0,47	98,9	3,2 \pm 0,32	99,7	23,9 \pm 3,09	98,0	103,8 \pm 5,17	86,0	9,6 \pm 0,33	97,6
Баскетболисты	187,2 \pm 1,76		144,4 \pm 2,39		98,6 \pm 3,43		397,2 \pm 6,85		113,0 \pm 4,74		5,6 \pm 0,31		11,4 \pm 0,34		6,1 \pm 1,75		73,7 \pm 3,33		6,8 \pm 0,21	
	192,1 \pm 2,22	84,9	131,0 \pm 1,39	96,3	53,3 \pm 5,60	98,3	295,1 \pm 8,49	99,4	166,8 \pm 3,67	99,9	3,4 \pm 0,27	99,9	3,3 \pm 0,23	99,9	13,6 \pm 1,68	97,1	99,1 \pm 5,00	98,2	9,6 \pm 0,44	98,2
Легкоатлеты	187,4 \pm 5,34		163,8 \pm 1,31		113,4 \pm 5,82		434,9 \pm 8,36		97,2 \pm 4,44		6,4 \pm 0,28		10,3 \pm 0,55		9,7 \pm 1,68		76,9 \pm 2,98		7,2 \pm 0,29	
	181,5 \pm 5,39	72,1	152,4 \pm 1,44	98,4	74,1 \pm 1,60	99,8	283,2 \pm 7,74	99,9	145,2 \pm 5,67	97,6	4,5 \pm 0,33	99,1	3,1 \pm 0,16	99,9	25,6 \pm 2,03	95,5	72,2 \pm 7,15	65,4	8,6 \pm 0,35	95,4
Теннисисты	186,4 \pm 3,75		151,4 \pm 2,98		102,9 \pm 6,73		476,9 \pm 5,41		179,9 \pm 6,46		7,0 \pm 0,20		11,5 \pm 0,50		3,7 \pm 0,41		77,4 \pm 2,51		5,5 \pm 0,17	
	180,8 \pm 3,22	81,4	141,7 \pm 1,28	97,7	54,6 \pm 4,30	98,4	373,6 \pm 7,55	97,0	229,0 \pm 7,73	97,6	5,1 \pm 0,10	99,9	4,2 \pm 0,18	99,9	9,2 \pm 0,40	99,8	73,8 \pm 4,59	84,5	7,4 \pm 0,14	99,4
Фехтовальщики	182,2 \pm 3,53		149,9 \pm 1,60		98,2 \pm 8,02		600,3 \pm 1,98		175,6 \pm 5,96		6,9 \pm 0,29		9,4 \pm 0,43		8,1 \pm 0,80		81,3 \pm 4,15		6,1 \pm 0,22	
	173,8 \pm 2,17	90,7	143,1 \pm 1,93	92,5	51,6 \pm 4,95	97,9	491,5 \pm 6,39	99,9	228,6 \pm 5,60	98,0	4,8 \pm 0,21	98,9	3,1 \pm 0,35	99,5	15,6 \pm 1,52	96,5	102,5 \pm 5,29	97,8	8,4 \pm 0,45	97,8
Штангисты	200,2 \pm 4,71		178,5 \pm 5,08		123,5 \pm 9,39		441,6 \pm 4,86		198,6 \pm 7,35		7,3 \pm 0,38		8,5 \pm 0,37		8,8 \pm 1,20		86,7 \pm 3,35		6,1 \pm 0,48	
	195,1 \pm 4,44	72,7	174,6 \pm 3,44	73,0	62,7 \pm 5,70	98,7	284,5 \pm 7,20	99,9	268,7 \pm 9,21	96,9	4,9 \pm 0,37	96,0	2,4 \pm 0,25	98,7	18,8 \pm 2,38	95,3	105,0 \pm 6,57	89,5	7,3 \pm 0,35	75,8

ПРИМЕЧАНИЕ: числитель - до нагрузки
знаменатель - в процессе нагрузки

поскольку это взаимоотношение совершенствуется в процессе образования двигательных навыков. Очевидно, на стадии высшего спортивного мастерства потовые железы в некоторой степени берут на себя солевывделительную функцию даже в условиях относительного мышечного покоя, тогда как у менее тренированных спортсменов в этих условиях основную солевывделительную функцию осуществляют почки.

Б. С. Гиппенрейтер, З. А. Матвеева и Л. А. Сирык (1967) наблюдали значительную экономию обмена энергии по мере роста тренированности, что сочеталось с урежением пульса, дыхания и увеличением процента потребления кислорода.

Остатываясь на биохимической характеристике тренированности, Н. Н. Яковлев (1959) указывает, что под влиянием тренировки увеличивается содержание в мышцах структурных белков, нарастает аденозинтрифосфатазная активность мышц, что способствует быстрой трансформации химической энергии мышц в механическую.

При изучении влияния мышечной деятельности на вегетативные функции весьма существенным представляется тот факт, что развертывание функциональных возможностей вегетативных систем во многом зависит от характера мышечной деятельности.

Биохимические приспособительные изменения под влиянием мышечной деятельности являются прежде всего следствием химической авторегуляции обмена веществ и, следовательно, строго зависят от характера протекания биохимических процессов при выполнении тех или иных упражнений.

Это вполне согласуется с результатами наших исследований, проведенных на гандболистах, баскетболистах, легкоатлетах, фехтовальщиках, теннисистах и штангистах.

У спортсменов, выполняющих преимущественно динамическую работу (гандболисты, баскетболисты, легкоатлеты) в условиях мышечного покоя показатели крови более вариабельны, чем у испытуемых, выполняющих динамическую работу с элементами статических усилий.

Как уже указывалось, все наши испытуемые имели высокий уровень спортивной квалификации. Следует заметить, что систематическая тренировка физическими упражнениями ведет к повышению работоспособности организма, которая обусловлена экономным использованием функций, увеличением функциональных возможностей организма. В этой связи мышечная деятельность у всех групп испытуемых вызвала однонаправленные сдвиги, подтверждением чего служит сни-

жение диуреза, слюноотделения и выведения электролитов с мочой и слюной. Наряду с этим возрастает термическое потоотделение и значительное количество минеральных веществ выводится с потом.

Однако специфика отдельных физических упражнений обуславливает различную степень сдвигов в динамике изучаемых показателей.

Полученные нами данные показывают, что при мышечной работе происходят сдвиги в электролитном составе биологических жидкостей. Прежде всего это отражается на физико-химических свойствах крови.

В отношении содержания натрия в крови спортсменов, выполняющих преимущественно динамическую работу, четких закономерностей не отмечалось.

Снижение концентрации калия в крови было достоверным у легкоатлетов (7%) и баскетболистов (9,3%). Можно высказать предположение, что это связано с перераспределением электролитов между вне- и внутриклеточной жидкостью. Так, П. К. Кырге (1969) нашел увеличение калия во внеклеточной жидкости скелетных мышц, что автор рассценивает как эффект деполяризации клеточных мембран.

Рассматривая изменения водо- и солевывделительной функции почек у спортсменов, мы отмечали, что у баскетболистов и гандболистов, несмотря на наличие небольших индивидуальных колебаний, средние данные о величине диуреза и концентрации минеральных веществ в моче как до, так и после тренировки очень близки. У легкоатлетов исходный уровень мочеотделения и содержание натрия в моче гораздо выше.

Напряженная мышечная деятельность, происходящая в условиях эмоционального подъема, изменяет выделительную функцию почек. Прежде всего это проявляется в снижении диуреза. Это особенно выражено у гандболистов. В среднем, диурез снижался на 46,0% у баскетболистов, на 51,8% — у гандболистов и на 34,7% — у легкоатлетов. Концентрация натрия в моче у спортсменов всех групп была снижена в равной мере, а уменьшение кальция в большей степени проявлялось у баскетболистов.

Изучение уровня слюноотделения и определение содержания минеральных веществ в слюне спортсменов в условиях мышечной нагрузки показало, что в процессе выполнения тренировочной нагрузки у всех групп спортсменов снижается уровень секреции слюны, почти в одинаковой

степени (на 70,0—73,2%). Некоторые закономерности удалось установить и в изменении содержания солей в слюне. Концентрация натрия возрастает в значительной степени у гандболистов (в среднем на 73,1%), а у легкоатлетов и баскетболистов увеличение оказалось статистически достоверным лишь у половины испытуемых. При этом степень увеличения достигала значительных величин: у баскетболистов — 122,9% и у легкоатлетов — 163,9%.

Разнонаправленные и во многих случаях недостоверные изменения были и в концентрации калия.

Характер потоотделительной реакции на мышечную нагрузку также в значительной степени зависит от вида спорта. По мере продолжительности тренировочного занятия интенсивность потоотделения у легкоатлетов возрастает, у баскетболистов снижается, а у гандболистов остается на одном уровне. За счет усиленного потоотделения осуществляется выведение большого количества калия и, особенно, натрия (табл. 3).

Анализ полученного нами фактического материала показывает, что наибольшая потеря веса отмечалась у легкоатлетов, большое содержание калия в моче и слюне присуще гандболистам.

У спортсменов, выполняющих работу с преобладанием статических усилий, была меньше выражена индивидуальная вариабельность показателей водно-солевого обмена, а специфика спортивных упражнений приводит к тому, что у штангистов, например, несмотря на высокий уровень диуреза, снижение мочеотделения после нагрузки было выражено в большей степени (49,3%) но значительно меньше, чем у других спортсменов теряется солей с потом. У фехтовальщиков, напротив, с потом теряется много натрия. Концентрация натрия у них возрастает в 31 раз. Это может быть связано с тем, что от характера мышечной работы зависит количество вовлекаемых в работу мышц и изменяется степень энергозатрат. Немаловажное значение имеет также взаимодействие вегетативных и двигательных функций.

Наряду с отмеченными особенностями, следует признать, что усиленная физическая работа ведет к повышению калия во внеклеточном пространстве. По Л. А. Виру (1969), этим затрудняется выход свободнодвижущихся ионов калия из клетки и тем самым переход клеток от состояния покоя в состояние возбуждения. Чтобы избежать этого, усиливается действие альдостерона, повышается отдача калия в мочу.

И действительно, концентрация калия в моче у наших спортсменов значительно возрастала. Выделение калия почками, вызывающее дефицит этого катиона, влияет на сокращаемость мышц, приводит к нарушению синтеза белков и гликогена. Для наших высокотренированных спортсменов было характерным наличие комплекса ответных реакций, обеспечивающих в одних случаях мобилизацию функций, в других — торможение. Так, несмотря на высокую концентрацию электролитов в моче, говорить о потере их не приходится, т. к. в данной ситуации в силу вступает другой важный механизм, обеспечивающий снижение диуреза и выделение калия даже уменьшается. Уменьшение мочеотделения некоторые авторы связывают с понижением выделения кортикоидов (П. К. Кырге, 1969).

Усиленная секреция альдостерона многими авторами рассматривается как реакция для сохранения жизненно-важных жидкостных пространств на оптимальном уровне. Альдостерон регулирует соотношение выделяемых с мочой натрия и калия. Значительная дегидратация организма, по П. К. Кырге (1969), приводила к задержке натрия и к уменьшению коэффициента натрий/калий мочи. Наши данные также свидетельствуют об экономии натрия.

Отмеченные нами сдвиги в показателях водно-солевого обмена являются важным условием для сохранения динамической координации мышечной и вегетативной систем. Полнотой этой координации, как отмечает М. Р. Могендович (1965), обуславливается физическая работоспособность организма. Однако характер и степень изменения показателей водно-солевого обмена нельзя ставить в однозначную зависимость от мышечной деятельности. Результаты исследования показывают, что на изменение деятельности органов и систем, в частности, на изменение водо- и солевыделительной функции почек, слюнных и потовых желез при выполнении мышечной работы определенное влияние оказывают такие факторы, как возраст, тренированность и характер мышечной деятельности.

Состояние водно-солевого обмена в процессе мышечной тренировки в условиях высокой температуры

В экстремальных условиях, вследствие напряжения процессов терморегуляции, предъявляются повышенные требования к гидро-ионному гомеостазу организма. В связи с

Изменение выделения пота и концентрации в нем минеральных солей при мышечной деятельности в условиях оптимальной температуры $M_{1/12}$, $t_2 = 30-50$

Группы испытуемых	До нагрузки			В процессе нагрузки					
	к - во (мг)	натрий (мг%)	калий (мг%)	к - во (мг)	Р	натрий (мг%)	Р	калий (мг%)	Р
Подростки	13 ± 2,00	1,5±0,18	1,2±0,09	1464±15,30	99,9	236,9±13,15	99,9	20,6 ± 1,75	99,9
				1339± 8,90	99,9	247,9± 5,92	99,9	21,5 ± 1,20	99,9
Юноши	11 ± 0,88	2,1±0,48	1,7±0,22	1827± 8,10	99,9	288,7± 6,87	99,9	35,8 ± 3,18	99,9
				1595±12,15	99,9	357,1± 9,42	99,9	35,9 ± 5,06	99,1
Менее тренированные боксеры	17 + 1,05	2,1±0,19	1,4±0,11	2242± 9,45	99,9	401,1±10,00	99,9	37,6 ± 6,33	99,3
				2311± 6,47	99,9	424,0± 6,31	99,9	35,0 ± 6,05	99,0
Более тренированные боксеры	17 ± 2,29	5,5±0,87	4,4±0,20	2068±14,64	99,9	193,0± 5,05	99,9	16,4 + 1,25	99,9
				2217±12,76	99,9	187,0± 4,08	99,9	11,6 ± 1,01	99,3
Гандболисты	10 ± 1,75	6,0±1,78	8,7±0,85	1119± 8,79	99,9	127,9± 5,98	99,9	31,5 ± 1,81	99,5
				1105±12,43	99,9	144,4± 3,53	99,9	27,0 ± 1,60	99,7
Баскетболисты	8 ± 1,54	7,6±2,00	3,3±0,56	1887±12,24	99,9	147,0± 5,53	99,9	10,2 ± 0,40	99,6
				1657±11,88	99,9	167,5± 3,63	99,9	10,7 ± 0,71	99,6
Легкоатлеты	8 + 2,46	7,7±2,11	4,4±0,63	1336±13,67	99,9	69,6± 2,31	99,9	21,2 ± 2,78	99,3
				1879± 9,18	99,9	93,9±5,40	99,9	20,2 ± 1,12	99,7
Теннисисты	9 + 1,91	5,9±1,24	1,8±0,49	1085± 7,76	99,9	136,4± 5,58	99,9	18,6 ± 0,97	99,9
				1372± 7,18	99,9	129,8± 8,55	99,9	15,4 ± 0,98	99,9
Фехтовальщики	11 ± 2,87	6,4±0,77	4,9±0,34	1395±10,71	99,9	198,3± 6,28	99,9	24,5 ± 1,07	99,9
				1301± 7,40	99,9	201,0± 7,01	99,9	27,6 ± 1,48	99,9
Штангисты	12 ± 2,59	3,7±0,68	2,2±0,47	942± 9,36	99,9	69,6 ± 7,36	99,9	24,5 ± 2,86	99,9
				606±8,92	99,9	96,2 ± 9,93	98,9	21,8 ± 2,98	99,0

ПРИМЕЧАНИЕ : числитель - 1-й час тренировки
знаменатель - 2-й час тренировки

этим водно-солевой обмен, принимающий большое участие в процессах терморегуляции отвечает на воздействие тепла целым рядом гомеостатических реакций. Однако решать такие важные вопросы, как сохранение работоспособности человека в условиях жаркого климата невозможно без знаний сложной картины протекания физиологических процессов в организме.

Наши дальнейшие исследования проводились в условиях высокой внешней температуры на тех же испытуемых с учетом возраста, тренированности и специализации. Спортсмены подвергались обследованию в течение 10 дней. Пробы крови, мочи, слюны, пота брались в 1, 3, 5, 7 и 10-й дни.

При сравнительном анализе полученных результатов можно отметить, что мышечная нагрузка в условиях высокой температуры у подростков вызывает в большей степени уменьшение калия (на 20%) в крови, чем у юношей (16,7%). Уровень снижения натрия, независимо от возраста, был почти одинаковым (9,6 и 11,0%).

Снижение концентрации минеральных солей в цельной крови связано с увеличением их потерь через органы выделения, главным образом в составе термического пота. Об этом свидетельствуют результаты исследования водо- и солевывделительной функции почек, слюнных и потовых желез.

В этих условиях происходит достоверное угнетение выделения мочи, снижение концентрации в ней натрия, кальция и возрастание калия. По своей величине изменение этих показателей было различно в зависимости от возраста испытуемых.

У подростков, по отношению к исходному уровню, уменьшение мочеотделения, в среднем, составляло 59,4%, натрия—28%, кальция—30%, повышение калия—42%, а у юношей — 48, 2, 33, 1, 55, 6, 42,6% соответственно.

Таким образом, анализ этих данных показал, что выполнение одинаковой по характеру и продолжительности мышечной работы в условиях высокой температуры вызывает более значительное угнетение диуреза у подростков, а снижение концентрации натрия, кальция в моче — у юношей. Повышение калия у обеих групп испытуемых было в равной степени. Независимо от концентрации минеральных солей, перерасчет их на валовое количество показал снижение натрия и калия в моче.

Одновременно с угнетением мочеотделения при мы-

печной деятельности наблюдалось снижение секреции слюнных желез и изменение минерального состава слюны. При этом более значительное подавление водовыделительной функции слюнных желез наблюдается у подростков, а повышение натрия, кальция — у юношей (табл. 4).

Наблюдаемые сдвиги в диуретической функции почек в секреторной деятельности слюнных желез имеют приспособительное значение, направленное на удержание воды и солей в организме для нужд более важной — потоотделительной функции.

Количество выделенного пота в покое в летний период года, независимо от возраста испытуемых и температуры среды, увеличивалось почти в 30–50 раз по сравнению с данными, полученными в зимний период года. Такое увеличение потоотделения с наступлением летнего сезона является одной из приспособительных реакций организма, направленной на сохранение температурного гомеостаза, на что указывали А. Ю. Юнусов (1950), М. Е. Маршак (1965) и Ш. Ахмеджанова (1970).

Увеличение выделения пота особенно выражено у юношей. При этом с удлинением времени нагрузки интенсивность потоотделения ослабевала, а у подростков, наоборот, нарастала. Согласно данным М. Е. Маршака и Л. М. Клауса (1927), увеличение потоотделения происходит в ранней стадии приспособления испытуемых к высокой температуре, а позднее, в процессе закалывания организма количество испаряемого пота увеличивается. Обильная перфузия пота относительно малоэффективна и почти не влияет на величину теплоотдачи, поэтому степень приспособления организма к экстремальным условиям зависит не только от количества выделяющегося за единицу времени пота, но и от объема его испарения.

Увеличенный расход воды потоотделением подкрепляется и данными внепочечной влагопотери, величина которой у юношей составляла 3,3% от веса тела. В то же время эта потеря у подростков соответствовала 2,7%. Значительная потеря солей с термическим потом также обнаружена у юношей, у них установлено увеличение соответственно 1-му и 2-му часу тренировки секреции пота в среднем на 330,2 и 303,1% и возрастание натрия в нем на 652,0 и 728,3% и калия на 228 и 179%.

При этом температура тела у юношей повышалась сравнительно меньше, чем у подростков.

Таблица 4

Изменение диуреза, осмолоделения и концентрации минеральных солей в моче, слюне, крови при мышечной деятельности в условиях высокой температуры $M \pm m, n = 30 - 50$

Группы испытуемых	К Р О В Ь				М О Ч А								С Л Ю Н А							
	натрий (мг%)	P	калий (мг%)	P	к - во (мл)	P	натрий (мг%)	P	калий (мг%)	P	кальций (мг%)	P	к - во (мл)	P	натрий (мг%)	P	калий (мг%)	P	натрий (мг%)	P
Подростки	$396,9 \pm 5,91$		$272,8 \pm 12,47$		$76,7 \pm 4,14$		$685,2 \pm 8,54$		$349,7 \pm 9,13$		$4,0 \pm 0,26$		$8,5 \pm 0,63$		$22,0 \pm 3,78$		$135,0 \pm 6,88$		$3,9 \pm 0,21$	
	$359,1 \pm 13,11$	95,7	$216,5 \pm 7,36$	98,2	$31,2 \pm 5,61$	99,7	$494,0 \pm 9,65$	99,9	$498,0 \pm 8,82$	99,8	$2,8 \pm 0,16$	97,4	$2,0 \pm 0,38$	99,5	$71,7 \pm 1,17$	97,5	$245,7 \pm 8,22$	99,6	$6,2 \pm 0,29$	98,0
Гномы	$425,3 \pm 16,89$		$302,1 \pm 7,11$		$68,5 \pm 2,40$		$788,8 \pm 25,58$		$315,8 \pm 10,26$		$27 \pm 0,99$		$6,7 \pm 0,53$		$7,0 \pm 3,08$		$150,4 \pm 8,69$		$3,6 \pm 0,16$	
	$378,7 \pm 25,96$	84,7	$251,9 \pm 6,99$	97,9	$35,5 \pm 5,21$	99,1	$528,3 \pm 23,15$	96,7	$450,7 \pm 10,75$	96,9	$1,2 \pm 0,15$	97,5	$2,5 \pm 0,22$	99,1	$61,5 \pm 5,73$	99,8	$262,4 \pm 9,81$	97,1	$7,2 \pm 0,38$	98,0
Менее тренированные боксеры	$414,7 \pm 9,04$		$296,4 \pm 14,43$		$118,3 \pm 7,03$		$845,3 \pm 13,74$		$359,8 \pm 9,10$		$4,4 \pm 0,25$		$9,0 \pm 0,34$		$9,0 \pm 2,15$		$128,6 \pm 6,30$		$3,9 \pm 0,33$	
	$356,8 \pm 11,03$	99,6	$251,7 \pm 18,18$	87,0	$46,8 \pm 5,47$	99,0	$548,8 \pm 13,13$	99,9	$477,9 \pm 10,01$	99,3	$2,3 \pm 0,23$	98,5	$2,3 \pm 0,24$	99,7	$72,2 \pm 4,35$	99,3	$206,0 \pm 9,64$	98,9	$7,9 \pm 0,41$	99,1
Более тренированные боксеры	$180,6 \pm 5,83$		$152,5 \pm 4,89$		$86,1 \pm 3,44$		$455,3 \pm 9,82$		$245,7 \pm 8,49$		$4,9 \pm 0,24$		$11,3 \pm 0,76$		$19,3 \pm 1,40$		$93,6 \pm 3,45$		$7,7 \pm 0,31$	
	$187,5 \pm 5,22$	76,6	$139,2 \pm 7,06$	82,7	$24,1 \pm 2,35$	99,7	$318,5 \pm 2,48$	99,2	$327,8 \pm 10,77$	96,8	$3,5 \pm 0,29$	96,0	$3,2 \pm 0,41$	99,4	$99,5 \pm 4,41$	99,7	$122,0 \pm 3,41$	98,2	$8,5 \pm 0,57$	95,6
Гандболисты	$194,4 \pm 4,12$		$147,8 \pm 5,07$		$83,8 \pm 3,15$		$418,0 \pm 6,48$		$213,0 \pm 3,85$		$6,1 \pm 0,31$		$8,4 \pm 0,33$		$16,5 \pm 1,89$		$112,2 \pm 4,23$		$7,0 \pm 0,38$	
	$188,0 \pm 4,44$	78,4	$140,7 \pm 3,85$	79,1	$41,0 \pm 1,42$	99,9	$210,9 \pm 6,0$	99,9	$260,6 \pm 4,70$	99,5	$4,4 \pm 0,09$	98,4	$2,3 \pm 0,22$	99,6	$66,5 \pm 5,65$	96,6	$180,7 \pm 4,17$	99,4	$8,3 \pm 0,20$	96,3
Баскетболисты	$194,9 \pm 5,65$		$151,4 \pm 3,19$		$95,5 \pm 4,14$		$444,9 \pm 9,36$		$222,3 \pm 9,36$		$4,4 \pm 0,39$		$14,0 \pm 0,38$		$12,4 \pm 1,89$		$92,5 \pm 3,88$		$5,5 \pm 0,38$	
	$207,9 \pm 6,38$	80,2	$139,9 \pm 2,85$	93,2	$42,7 \pm 5,65$	99,7	$279,6 \pm 9,75$	98,9	$282,7 \pm 5,57$	98,9	$3,6 \pm 0,32$	98,6	$2,8 \pm 0,27$	99,2	$38,0 \pm 2,31$	99,4	$125,1 \pm 3,50$	98,9	$7,4 \pm 0,48$	98,5
Легкоатлеты	$174,1 \pm 2,07$		$161,6 \pm 2,70$		$76,9 \pm 2,14$		$463,0 \pm 5,10$		$271,9 \pm 6,40$		$6,4 \pm 0,29$		$7,7 \pm 0,21$		$3,6 \pm 0,67$		$93,9 \pm 2,93$		$7,2 \pm 0,06$	
	$177,8 \pm 0,99$	82,5	$154,6 \pm 3,24$	79,0	$33,8 \pm 2,81$	99,9	$282,8 \pm 6,67$	99,9	$318,7 \pm 4,37$	98,6	$3,8 \pm 0,25$	98,6	$2,1 \pm 0,07$	99,9	$72,3 \pm 1,47$	99,9	$110,9 \pm 1,91$	99,6	$10,2 \pm 0,05$	99,9
Теннисисты	$177,6 \pm 4,85$		$153,3 \pm 3,06$		$84,7 \pm 3,06$		$460,3 \pm 3,36$		$262,7 \pm 2,82$		$5,8 \pm 0,25$		$9,1 \pm 0,24$		$2,4 \pm 0,26$		$84,4 \pm 1,93$		$5,8 \pm 0,17$	
	$170,6 \pm 4,45$	87,5	$145,9 \pm 5,13$	96,4	$34,9 \pm 2,90$	99,9	$351,2 \pm 3,84$	99,9	$300,9 \pm 2,42$	99,1	$3,6 \pm 0,12$	99,0	$2,2 \pm 0,20$	99,9	$8,1 \pm 0,67$	99,9	$113,9 \pm 1,41$	99,9	$7,7 \pm 0,19$	99,2
Секундарьшики	$185,6 \pm 9,76$		$165,1 \pm 7,93$		$110,3 \pm 5,16$		$430,3 \pm 12,39$		$137,3 \pm 4,17$		$5,5 \pm 0,37$		$11,4 \pm 1,04$		$12,9 \pm 1,28$		$73,8 \pm 3,20$		$5,6 \pm 0,13$	
	$197,1 \pm 1,48$	97,0	$145,9 \pm 2,77$	95,9	$65,0 \pm 3,86$	98,2	$341,2 \pm 7,79$	97,9	$193,9 \pm 5,55$	98,2	$3,7 \pm 0,42$	98,7	$3,2 \pm 0,42$	98,9	$23,6 \pm 2,62$	96,1	$85,5 \pm 4,59$	97,3	$7,3 \pm 0,41$	96,5
Штангисты	$196,1 \pm 4,22$		$178,2 \pm 4,81$		$77,4 \pm 4,01$		$379,3 \pm 9,37$		$306,3 \pm 8,64$		$8,7 \pm 0,29$		$6,2 \pm 0,17$		$9,7 \pm 0,47$		$101,3 \pm 3,01$		$6,9 \pm 0,16$	
	$179,4 \pm 2,18$	97,4	$166,9 \pm 4,80$	97,8	$26,6 \pm 2,49$	99,5	$262,7 \pm 6,22$	96,5	$377,0 \pm 10,62$	90,2	$5,0 \pm 0,20$	99,7	$1,6 \pm 0,11$	99,9	$26,0 \pm 2,21$	96,0	$129,3 \pm 6,59$	97,7	$9,5 \pm 0,40$	96,8

ПРИМЕЧАНИЕ : числитель - до нагрузки
знаменатель - в процессе нагрузки

Следовательно, сохранение относительного постоянства температуры тела у этих групп испытуемых осуществляется путем увеличения расхода для нужд терморегуляции воды и солей.

Как показали исследования, степень и характер изменений показателей водно-солевого обмена в значительной мере зависели от кратности влияния высокой температуры. С увеличением кратности влияния высокой температуры у подростков и юношей не происходили приспособительные изменения водно-солевого обмена. Об этом свидетельствует прогрессивное снижение солей в крови, угнетение диуреза, слюноотделения и нарастание потоотделения на 5-й и 10-й дни воздействия высокой температуры. Наибольшее изменение минерального состава мочи, слюны и пота также наступает в эти дни.

Изменение водно-солевого обмена в условиях высокой температуры в значительной степени зависит и от тренированности испытуемых.

Данные, полученные нами, с достаточной наглядностью показали, что высокотренированный организм за счет развития двигательной адаптации гораздо лучше приспособляется к экстремальным напряжениям. Это, прежде всего, выражается в более экономном расходовании воды и минеральных веществ за время тренировочного занятия.

Об этом свидетельствуют обнаруженные нами менее выраженные изменения минерального состава крови и более экономное выделение жидкости и минеральных солей через органы выделения. Сравнительные исследования потоотделительной реакции показали, что при выполнении одинаковой по характеру и продолжительности мышечной работы у малотренированных боксеров наблюдалась значительная секреция пота, скорость которой достигла 89,0 и 90,7 мг/мин (табл. 5). Суммарное количество выделенного пота при этом заметно превышало тот объем пота, который был собран в аналогичных условиях опыта у высокотренированных испытуемых. Для малотренированных испытуемых характерными были потери с потом довольно значительного количества минеральных солей. В собранном объеме пота малотренированных спортсменов было обнаружено 15,7 мг натрия и 2,48 мг калия, а у высокотренированных 8,7 и 1,1 мг. Эти данные отчетливо показывают дифференцированную реакцию потовых желез в ответ на мышечную нагрузку в условиях высокой температуры в зависимости от

степени приспособленности к мышечным нагрузкам испытуемых.

Так, общая влагопотеря у менее тренированных спортсменов составляла 3,8%, а у хорошо тренированных—2,8% от веса тела. При этом температура тела у высококвалифицированных спортсменов повышалась даже в меньшей степени (на 1,0°), чем у испытуемых другой группы (1,3°).

В процессе многократного воздействия высокой температуры при мышечной деятельности более выраженные приспособительные реакции со стороны органов выделения происходят у спортсменов, адаптированных к мышечным нагрузкам.

Полученный фактический материал показывает, что изменение основных показателей водно-солевого обмена при мышечной деятельности у малотренированных испытуемых, как правило, наблюдается на 5 и 10-й дни воздействия высокой температуры, а у высокотренированных—в 1-й день. Причем, у первых изменение водно-солевого обмена протекает с большим напряжением процесса терморегуляции. Кожно-легочная потеря воды по мере роста тепловой нагрузки возрастает. В 1-й день потеря воды составила 3,5% от веса тела, а в 5 и 10-й дни—3,7 и 4,2%, при этом температура тела повышалась на 1,2; 1,3 и 1,5°. Интересно то, что внепочечная потеря воды во все дни тепловой и мышечной нагрузки у высокотренированных испытуемых составляет равную величину 2,9; 2,8; 2,9% от веса тела. Соответственно этому прирост температуры тела у них в опытные дни был примерно одинаковым.

Это свидетельствует о лабильности реакций со стороны водно-солевого обмена, о возможности организма посредством соответствующего перераспределения жидкостей и минеральных веществ сохранять гомеостаз. Вопреки установившемуся мнению о том, что степень тренированности определяется характером изменения клинических показателей, таких, как пульс, дыхание и т. д., нам не удалось обнаружить особых различий в этих показателях у спортсменов с различной степенью тренированности. Видимо, в условиях высокой температуры различия в клинических показателях сглаживаются и поэтому особого внимания должно заслуживать изучение сдвигов водно-солевого равновесия.

Изменения показателей водно-солевого обмена у мало- и высокотренированных спортсменов, очевидно, связаны с особенностью взаимоотношения двигательных и вегетатив-

Таблица 5

Изменение выделения пота и концентрации в нем минеральных солей при мышечной деятельности в условиях высокой температуры $M \pm m, n = 30 - 50$

Группы испытуемых	До нагрузки			В процессе нагрузки					
	к - во (мг)	натрий (мг%)	калий (мг%)	к - во (мг)	Р.	натрий (мг%)	Р	калий (мг%)	Р
Подростки	461 \pm 5,76	41,5 \pm 1,01	21,1 \pm 0,75	1887 \pm 6,04	99,9	283,3 \pm 7,85	99,9	45,5 \pm 1,75	99,1
				1928 \pm 11,65	99,9	236,8 \pm 4,60	99,9	37,9 \pm 1,70	99,9
Юноши	470 \pm 8,71	38,8 \pm 1,43	18,8 \pm 0,86	2022 \pm 7,60	99,9	291,8 \pm 5,73	99,9	61,7 \pm 2,93	99,9
				1895 \pm 6,78	99,9	321,6 \pm 7,08	99,9	52,5 \pm 2,03	99,9
Менее тренированные боксеры	381 \pm 4,03	10,4 \pm 0,66	7,9 \pm 0,67	2680 \pm 9,36	99,9	288,9 \pm 9,05	99,9	44,9 \pm 1,26	99,9
				2720 \pm 10,79	99,9	296,4 \pm 8,98	99,9	36,6 \pm 1,48	99,9
Более тренированные боксеры	122 \pm 8,89	10,4 \pm 0,44	12,4 \pm 0,41	2557 \pm 9,14	99,9	156,0 \pm 4,18	99,9	25,2 \pm 0,79	99,7
				2672 \pm 105,85	99,9	168,0 \pm 2,96	99,9	19,0 \pm 0,60	98,4
Гандболисты	158 \pm 6,69	11,0 \pm 2,40	5,6 \pm 0,96	1772 \pm 7,81	99,9	175,1 \pm 4,10	99,9	24,0 \pm 1,71	99,8
				1964 \pm 8,58	99,9	155,6 \pm 4,42	99,4	21,3 \pm 1,94	99,0
Баскетболисты	161 \pm 9,35	4,7 \pm 0,26	7,1 \pm 0,62	2226 \pm 114,20	99,8	182,7 \pm 9,70	99,3	20,1 \pm 0,74	99,9
				2241 \pm 47,39	99,9	195,5 \pm 7,37	99,9	18,2 \pm 0,83	99,7
Легкоатлеты	115 \pm 5,90	15,4 \pm 1,21	12,2 \pm 1,25	1945 \pm 5,07	99,9	66,3. \pm 3,64	99,9	25,5 \pm 1,73	95,5
				2107 \pm 7,59	99,9	70,1 \pm 3,14	99,9	19,6 \pm 0,93	98,4
Теннисисты	149 \pm 8,03	9,1. \pm 1,18	6,8 \pm 0,56	2248 \pm 6,22	99,9	102,0 \pm 4,38	99,9	18,7 \pm 1,18	99,9
				2109 \pm 7,79	99,9	109,7 \pm 3,64	99,9	14,6 \pm 0,60	99,9
Фехтовальщики	85 \pm 7,78	2,7 \pm 0,21	3,3 \pm 0,23	1414 \pm 31,55	99,9	164,8 \pm 5,52	99,9	16,2 \pm 1,36	99,6
				1474 \pm 25,90	99,9	156,5 \pm 4,61	99,4	19,4 \pm 1,46	99,2
Штангисты	164 \pm 5,77	14,4 \pm 1,17	7,8 \pm 0,66	1420 \pm 6,93	99,9	84,6 \pm 1,27	99,9	24,2 \pm 0,51	99,9
				1089 \pm 4,35	99,9	82,1 \pm 1,33	99,9	21,0 \pm 0,64	99,2

ПРИМЕЧАНИЕ : числитель - 1-й час тренировки
знаменатель - 2-й час тренировки

ных компонентов динамического стереотипа. В результате некоординированной деятельности двигательного аппарата у малотренированных испытуемых происходит неэкономное расходование воды и солей для нужд терморегуляции.

Для малотренированных испытуемых при этом характерной является и некоординированная деятельность аппарата физической терморегуляции.

Особенностью организма при мышечной деятельности в условиях высокой температуры, как указывает А. И. Яроцкий (1968), является ухудшение функционального состояния высших регуляторных механизмов, проявляющееся в нарушении нервных процессов и расстройстве координации двигательных актов. Согласно указаниям А. А. Смирнова (1970), в условиях мышечной нагрузки, под влиянием высокой температуры наступает удлинение сенсомоторной реакции на световой и звуковой раздражители, что указывает на снижение возбудительных процессов в коре головного мозга. Следует полагать, что нарушение динамики нервных процессов прежде всего неблагоприятно отражается на содержании и распределении минеральных веществ в организме. Неблагоприятные функциональные сдвиги в системе органов выделения в процессе напряженной мышечной работы сопряжены со значительным перегреванием организма.

В наблюдаемых сдвигах показателей водно-солевого обмена немаловажное значение имеет и характер выполняемой работы. При сопоставлении полученных данных выявляются некоторые различия в степени и характере изменения показателей водно-солевого обмена в зависимости от вида спорта. Так, потоотделение и внепочечная потеря солей более выраженными оказались у баскетболистов по сравнению с другими группами спортсменов, выполняющих преимущественно динамическую работу. При этом валовое содержание натрия в слюне у гандболистов и легкоатлетов нарастало (25 и 65%), у баскетболистов—снижалось (35,1%).

Максимальное выделение натрия с потом в условиях тепловой и мышечной нагрузки происходит у баскетболистов (3,71 и 4,40 мг), наименьшая—у легкоатлетов (1,41 и 1,44 мг), у гандболистов же в большей степени увеличивается концентрация калия в поте.

Наибольшая кожно-легочная потеря жидкости отмечалась у легкоатлетов—3,4% от веса тела, в то время как баскетболисты теряли 2,2, а гандболисты—2,3%.

Выполнение преимущественно динамической работы с

элементами статических усилий у высокотренированных спортсменов в условиях высокой температуры так же, как при оптимальной температуре вызывало снижение минерального состава цельной крови. Уменьшение при этом натрия и калия у теннисистов в среднем составляло соответственно 4,0 и 4,9%, у штангистов—8,6 и 6,4%. При возрастании натрия (6,1%), уровень калия у фехтовальщиков значительно снижался (11,7%).

При одновременном воздействии тепловой и мышечной нагрузки происходило угнетение мочеотделения, снижение натрия, калия и возрастание калия в моче.

Заметное угнетение диуреза наблюдалось у теннисистов (58,9%) и особенно у штангистов (65,7%), по сравнению с фехтовальщиками (47%).

Спортивная тренировка вызывала заметное уменьшение выделения натрия у теннисистов и фехтовальщиков (на 70 и 65%), количество калия при этом значительно снижалось у штангистов и фехтовальщиков (на 64,3 и 53,7%).

Таким образом, у большинства обследованных групп высокотренированных спортсменов происходит экономное выделение натрия, калия. Уменьшение выделения воды и минеральных солей при мышечной деятельности имело место и через слюнные железы, хотя при этом наблюдался значительный рост их концентрации в слюне. В этих условиях слюноотделение уменьшалось. По отношению к исходному уровню секреция слюны у теннисистов сокращалась на 76%, фехтовальщиков—72%, штангистов—74,2%. Повышение концентрации солей в слюне также было в различной степени. Более значительное увеличение натрия, калия обнаружено в слюне теннисистов (на 237,5 и 35%) и штангистов (на 168 и 27,6%).

Экономное выделение через почки и слюнные железы воды и минеральных солей обусловлено усилением терморегуляторного потоотделения, т. к. для организма в условиях мышечной и тепловой нагрузки первостепенное значение имеет сохранение терморегуляторного гомеостаза. Тем более при интенсивной мышечной работе усиливается образование тепла. Именно в этих условиях активизируются механизмы физической терморегуляции, способствующие усилению теплоотдачи. Этот процесс невозможен без расхода воды и солей.

В частности, у штангистов, выполняющих преимущественно статическую работу, в процессе тепловой и мышечной нагрузки секреция пота и потеря с ним натрия и калия была заметно меньше, чем у фехтовальщиков и теннисистов, выпол-

пяющих динамическую работу с элементами статических усилий. В данном случае четко выявляется специфика вида спорта.

Отмеченные различия в некоторых показателях водно-солевого обмена, очевидно, связаны с изменением подвижности нервных процессов, которые зависят от преимущественной направленности тренировки.

При многократном воздействии высокой температуры у всех обследованных высококвалифицированных спортсменов, начиная с 4-5 дня наступают признаки активной адаптации. Если у неприспособленных к мышечным нагрузкам спортсменов степень изменения водно-солевого обмена по мере увеличения кратности влияния высокой температуры нарастает, то у спортсменов, выполняющих преимущественно динамическую работу, наоборот, либо ослабевает, либо стабилизируется. При этом потеря солей с потом по дням опытов уменьшается. У спортсменов, выполняющих динамическую работу с элементами статических усилий, наибольшие изменения минерального состава крови, слюны и пота происходили в первые 5 дней воздействия высокой температуры и в эти дни отмечены большие кожно-легочные потери воды для нужд терморегуляции, чем в последующее время.

В приспособлении организма к экстремальным факторам особое значение имеет центральная нервная система. Согласно данным В. А. Алиджановой (1965) и Э. С. Махмудова (1967), выключение шейных, грудных и брюшных симпатических узлов у животных значительно ослабляет приспособительные реакции организма к повторному солнечно-тепловому воздействию. При этом частично выпадает корректирующее и интегрирующее влияние коры головного мозга через симпатическое звено вегетативной нервной системы на органы и системы, участвующие в сохранении водно-солевого и терморегуляторного гомеостаза.

Ведущее значение коры головного мозга в процессе развития адаптации доказано исследованиями А. Ю. Юнусова (1961), З. Т. Турсунова (1963), В. А. Ходжиматова (1964) и др.

Как указывает Б. Б. Койранский (1961), повторное раздражение вызывает перестройку в центральной нервной системе функции анализаторов, при этом одновременно с процессами возбуждения возникает процесс торможения, который усиливается по мере роста тренировки. Только при уравнивании процесса возбуждения с торможением, как считают

А. М. Уголев, В. М. Хаютин, В. Н. Черниговский (1950), возникает адаптация.

В осуществлении адаптационных процессов гипофизарно-надпочечниковая система, хотя и имеет немаловажное значение, однако не является обособленной, а представляет лишь одно из звеньев сложной цепи нервно-гуморальной регуляции и находится под влиянием коры головного мозга (И. Д. Гервазиева, П. И. Любовская, 1962).

Обнаруженные нами адаптивные изменения показателей водно-солевого обмена у приспособленных к мышечным нагрузкам испытуемых к повторному влиянию высокой температуры, очевидно, связаны с более ранним уравниванием корковых процессов, поскольку на стадии высшего спортивного совершенствования происходят устойчивые функциональные сдвиги в коре мозга (Ю. А. Шпагин, 1968) и повышенные подвижности нервных процессов (М. М. Круглый, 1968), которые обеспечивают высокую двигательную активность.

Результаты исследования дают основание рекомендовать в условиях высокой температуры воздержаться от проведения тренировочных занятий с подростками, юношами и малотренированными спортсменами в жаркое время дня, поскольку при сочетании тепловой и физической нагрузки у них наблюдались резкие нарушения водно-солевого обмена и перегревание организма. Мышечная нагрузка в сочетании с тепловой у высокотренированных спортсменов не сопровождается глубокими изменениями водно-солевого обмена, и они успешно могут проводить тренировочные упражнения в условиях высокой температуры.

В Ы В О Д Ы

1. Установлены закономерные особенности в характере изменения показателей водно-солевого обмена под влиянием тренировочной нагрузки в зависимости от температуры внешней среды, а также от возраста, степени тренированности и вида спорта.

Происходит угнетение диуреза, слюноотделения, усиление потоотделения, увеличение концентрации минеральных веществ в слюне, поте и снижение их в цельной крови.

2. У подростков при мышечной деятельности степень снижения концентрации натрия и калия в крови выражена больше, чем у юношей. С возрастом отмечается увеличение

количества натрия в слюне и калия в моче. Терморегуляторное потоотделение более выражено у юношей.

3. При мышечной нагрузке у большинства обследованных высокотренированных спортсменов значительно снижается концентрация калия в крови. Водо-и солевывделительная деятельность почек, слюнных и потовых желез по мере тренированности испытываемых протекает более экономно.

4. Характер мышечной деятельности сказывается на степени сдвигов показателей водно-солевого обмена: у штангистов, выполняющих преимущественно статическую работу, резко снижается диурез и меньше, чем у других групп спортсменов теряется солей с потом. Для фехтовальщиков характерна большая потеря натрия в процессе потоотделения, а у легкоатлетов, выполняющих динамическую работу, более интенсивной оказалась кожно-легочная потеря воды.

5. Мышечная деятельность в сочетании с тепловой нагрузкой (при тренировках в условиях жаркого лета) заметно угнетает диурез, слюноотделение и усиливает потоотделение, что обеспечивает максимальную теплоотдачу организма.

6. Испытуемые различного возраста по-разному реагируют на воздействие высокой температуры при мышечной работе: у юношей наблюдается обильное потоотделение, однако, с удлинением времени нагрузки, интенсивность потоотделения ослабевает; у подростков, напротив, возрастает

7. Значительные потери жидкости и минеральных солей с потом, мочой и слюной отмечаются у малотренированных спортсменов. Терморегуляторный расход воды и электролитов у высокотренированных спортсменов по своей величине заметно меньше, что свидетельствует об эффективной работе механизмов терморегуляции в экстремальных условиях.

8. У спортсменов, выполняющих преимущественно динамическую работу, отмечается нарастание концентрации натрия и снижение калия в крови с различным выведением этих электролитов через органы выделения.

9. Многократное воздействие высокой температуры при мышечной деятельности вызывает приспособительные сдвиги со стороны показателей водно-солевого обмена у высокотренированных спортсменов, адаптированных к мышечным нагрузкам.

10. Признаки активной адаптации к тепловому фактору у высокотренированных спортсменов наступают на 4—5-й дни воздействия высокой температуры.

11. Результаты исследований дают основание рекомен-

довать в условиях высокой температуры воздержаться от проведения тренировочных занятий с подростками, юношами и малотренированными спортсменами в жаркое время дня, поскольку при сочетании тепловой и физической нагрузки у них наблюдались резкие нарушения водно-солевого обмена и перегревание организма.

12. Динамика изменения показателей минерального состава крови, мочи, слюны и пота в условиях относительного покоя может служить критерием для оценки тренированности спортсменов.

СПИСОК

РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. «Влияние мышечной тренировки на функцию почек и слюнных желез у различных возрастных групп спортсменов». В материалах IX научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М, 1969, 383—384.

2. «Влияние мышечной нагрузки на состояние водно-минерального обмена у спортсменов высших разрядов». Тезисы докладов научной конференции по обобщению опыта подготовки сборных команд УзССР к V Спартакиаде народов СССР. Ташкент, 1969, 27 (в соавторстве с З. Т. Турсуновым и др.).

3. «Особенности водно-солевого обмена при мышечной деятельности». Там же, 24—25 (В соавторстве с З. Т. Турсуновым).

4. «Особенности содержания и перераспределения жидкости, минеральных веществ в организме при работе скоростно-силового характера». В сборнике: «Функции организма в жарком климате». Ташкент, 1970, 178—179.

5. «Особенности водно-солевого обмена в процессе спортивной тренировки у спортсменов высшей квалификации». В тезисах XI съезда Всесоюзного физиологического общества имени И. П. Павлова, Л., 1970, II, 443 (В соавторстве с З. Т. Турсуновым и др.).

6. «Особенности водно-солевого обмена у людей в зависимости от возраста и времени года». В сборнике: «Проблемы биоклиматологии и климатофизиологии». (Сборник материалов симпозиума. «Климатофизиологические проблемы Сибири и Дальнего Востока» 26—29 мая 1970 г., Новосибирск). Новосибирск, 1970, 279—280 (В соавторстве с З. Т. Турсуновым).

7. «Особенности потоотделения в процессе физической работы в зависимости от приспособленности испытуемых».

Узбекский биологический журнал (в печати).

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ДОЛОЖЕНЫ:

1. На IX научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Москва, 1969.

2. На XVI конференции молодых ученых АН УзССР. Ташкент, 1969.

3. На научной конференции профессорско-преподавательского состава Узбекского Государственного института физической культуры, посвященной 99-летию со дня рождения В. И. Ленина. Ташкент, 1969.

4. На X итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава Узбекского Государственного института физической культуры. Ташкент, 1970.

5. На симпозиуме «Климатофизиологические проблемы Сибири и Дальнего Востока». Новосибирск, 1970.

6. На XI съезде Всесоюзного физиологического общества имени И. П. Павлова. Л., 1970.

4512

БИБЛИОТЕКА
Узбекского государственного
института физической культуры