

~~612~~ 28.903

A139

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УЗБЕКСКОЙ ССР  
ТАШКЕНТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. И. ЛЕНИНА

Абдумавлян Абдурахманов

ВЛИЯНИЕ МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ  
РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И  
КРАТНОСТИ НА ВОДНО-МИНЕРАЛЬНЫЙ  
СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ОРГАНОВ ЖИВОТНЫХ  
В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

(03.0013— Физиология человека и животных)

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Ташкент—1974

Работа выполнена в проблемной лаборатории по физиологии труда и спорта Узбекского Государственного института физической культуры (ректор — доцент Х. Тураходжаев) и в Отделе физиологии АН УзССР (заведующий — профессор З. Т. Турсунов).

Научный руководитель — доктор биологических наук, профессор **З. Т. Турсунов**.

**Официальные оппоненты:**

1. Заслуженный деятель науки УзССР, доктор биологических наук, профессор **А. С. Шаталина**.

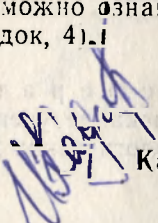
2. Доктор медицинских наук, профессор **А. И. Яроцкий**

Ведущее учреждение — Институт физиологии и экспериментальной патологии аридной зоны АН Туркменской ССР.

Автореферат разослан « 23 » *августа* 1974 г.

Защита состоится « 26 » *сентября* 1974 г. в 14 час. на заседании Ученого Совета по присуждению ученых степеней по биологическим наукам Ташкентского государственного университета им. В. И. Ленина (ул. К. Маркса, 35, ауд. 40).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ТашГУ (Вузгородок, 4).

Ученый секретарь  
Совета, доцент  **Кадыров И. К.**

При воздействии на организм высокой температуры внешней среды в результате напряжения процессов терморегуляции, в нем происходит значительное перераспределение воды и минеральных солей.

Для сохранения теплового баланса и температуры внутренней среды организм расходует значительное количество воды. Потеря ее при этом сопровождается усилением выделения электролитов и стимулирует функции водно-солевых депо. Все эти процессы носят саморегуляторный характер и направлены на целесообразное изменение степени участия органов и тканей в водно-солевом обмене.

Несмотря на наличие в настоящее время довольно солидного фактического материала, характеризующего состояние водно-солевого обмена в условиях высокой температуры (З.Т. Турсунов, 1961; М.Г. Мирзакаримова, 1965; Э.С. Махмудов, 1967; Т.А. Ващенко, 1967; Л.С. Клемешева, 1969; А.Ю. Юнусов, 1969 и др.), изменение его при мышечной деятельности в экстремальных условиях остается далеко нерешенным.

Определенный интерес в этом плане представляет выяснение роли отдельных тканей в депонировании и отдаче воды и минеральных солей в зависимости от объема и кратности мышечной нагрузки не только в условиях высокой температуры, но и при оптимальной.

Нет данных о влиянии мышечной нагрузки на водно-минеральный состав органов в условиях нарастающей температуры, а также в процессе адаптации к ней.

Принимая во внимание вышеизложенное, представлялось интересным провести сравнительное изучение особенностей перераспределения воды и электролитов в отдельных органах при различной длительности и кратности мышечной нагрузки в различ-

ных температурных условиях.

Особое внимание при этом уделялось выяснению характера распределения воды и солей в организме при комплексном воздействии мышечной и тепловой нагрузки после предварительной тренировки.

Придавая большое значение роли физической нагрузки в развитии адаптации, мы также проводили исследования при многократном сочетании мышечной и тепловой нагрузки.

#### Объекты и методы исследования

Изучался водно-минеральный состав тканей печени, почек, сердечной мышцы, двух - и четырехглавых мышц бедра, кожи (область спины), средней части стенки тонкого кишечника и его содержимого, а также цельной крови взрослых лабораторных белых крыс, примерно одного возраста и веса (160-180 г.). При этом определялось содержание и распределение воды, натрия и калия в тканях перечисленных органов, кишечном содержимом и крови животных.

Опыты ставились как в состоянии относительного покоя (контроль), так и при мышечной нагрузке различной продолжительности, но одинаковой интенсивности (22 м/мин.).

Подопытные животные находились в одинаковых условиях содержания и на синтетическом рационе, предложенном АМН СССР (от 12/ХП-1952 г.). Часть животных получала смешанное питание по нормативам, установленным Институтом Питания АМН СССР для лабораторных крыс.

Животные брались в опыт через 17-18 часов после последнего кормления. Эксперимент состоял из 4 серий.

В I серии эксперимента водно-минеральный состав ряда органов и субстратов изучался в процессе одно- и многократной (10;20-и 30-разовая) мышечной нагрузки в течение 15 и 60 минут в условиях оптимальной температуры.

Во II серии водно-минеральный состав тканей изучался у предварительно тренированных и нетренированных животных под влиянием высокой температуры и мышечной нагрузки. Предварительная тренировка осуществлялась в условиях оптимальной температуры (18-20°) в течение 10, 20 и 30 дней по 15 и 60 минут. По окончании тренировочного периода животные подвергались одновременному воздействию высокой температуры (35-37°) и мышечной нагрузке на солнцеплощадке (в течение 15 минут). При этом интенсивность солнечной радиации соответствовала - I, I4-I,48 кал. см<sup>2</sup>/мин. Идентичную нагрузку получали и нетренированные животные.

III-серия эксперимента ставила целью определение сдвигов, происходящих в водно-минеральном составе тех же органов, кишечном содержимом и крови животных при одновременном воздействии на них физической и тепловой нагрузки 15-минутной продолжительности. Причем интенсивность последней была различной, температурный режим тепловой камеры изменялся: 25, 30, 35 и 40° при относительной влажности 80, 75, 28 и 25% соответственно.

IV серия опыта была предназначена для определения наступления адаптивных изменений в водно-минеральном составе изучаемых органов, кишечном содержимом и крови крыс, в процессе одно- и многократного (10,20 и 30) воздействия мышечной и тепловой нагрузки на солнцеплощадке в течение 15 минут (температура окружающего воздуха и солнечная радиация была такой же как и во второй серии).

Во всех исследованиях учитывалась ректальная температура и вес животных до начала опыта и после физической и тепловой нагрузки.

Фиксировались также температура и относительная влажность окружающей среды.

Большинство исследователей (В.А. Рогозкин, 1961; А. Alexandro, 1969; В.А. Барашков, 1971; Л.К. Битюцкая, 1971 и др.), проводя опыты с физической нагрузкой для мелких лабораторных животных, останавливают свой выбор на плавании. Однако, на наш взгляд, данный метод для изучения водно-солевого обмена неприемлем, т.к. животные в процессе плавания заглатывают воду, что вызывает изменения в изучаемых показателях.

Кроме того, для определения влияния теплового фактора на водно-минеральный состав органов при мышечной деятельности необходимо проведение опытов на солнцеплощадке, что, в свою очередь, осложняет, а в отдельных случаях исключает возможность прибегнуть к данному виду мышечной нагрузки.

С учетом этого в своих исследованиях мы использовали специально сконструированный нами тротбан, который приводился в движение синхронным двигателем с редуктором, что обеспечивало высокое постоянство скорости вращения (22 м/мин.).

Концентрация электролитов в тканях изучаемых органов, хямусе кишечника и цельной крови определялась на пламенном фотометре ФПЛ-1 после обработки их по методу А.Г. Руммеля и А.Ф. Баженовой (1967).

Полученные данные обработаны статистически методом малых выработок (И.А. Ойвин, 1960). Анализ материала производился с учетом его достоверности.

Влияние мышечной нагрузки различной продолжительности и кратности на водно-минеральный состав некоторых органов животных в условиях оптимальной температуры

Мышечная активность, вызывая напряжение терморегуляторных механизмов, влечет за собой перераспределение воды и минеральных веществ в тканях и некоторую потерю их из организма (С.Я. Марамаа, П.К. Кырге, 1971; П.К. Кырге, С.Я. Марамаа, М.А. Вайкмаа, 1971; В.И. Пини, Г.С. Шоня, Д.М. Цверова, 1971; К.Н. Кувелли, 1971; П.К. Кырге, 1972; А.А. Виру, П.К. Кырге, Э.А. Виру, 1973 и др.).

При этом для сохранения водно-солевого равновесия, значительно активизируются функции водно-солевых депо. Интенсивность гомеостатических реакций при мышечном напряжении, естественно, зависит от таких факторов, как объем и кратность физической нагрузки, температура окружающей среды, обеспеченность организма водой, его функциональное состояние и пр.

Результаты исследований, проведенных в условиях обычной температуры свидетельствуют, что мышечная тренировка различной продолжительности и кратности по-разному влияет на водно-минеральный состав тканей. Наблюдаемые сдвиги характеризуются не только изменением степени оводненности тканей и крови, но также концентрации минеральных солей в них.

Отдельные органы при этом теряют воду и минеральные соли, другие, наоборот, их накапливают. Увеличение концентрации солей сопровождается депонированием воды, правда, эта закономерность наблюдается лишь в отдельных органах и зависит от продолжительности и кратности мышечной нагрузки. Так, например, при одно-

кратной кратковременной тренировке увеличение натрия и воды имеет место только в ткани кожи и в цельной крови при снижении уровня калия. Однако в других органах, в частности в мышечной ткани, при достоверном повышении содержания воды уровень натрия снижается, что, по-видимому, связано с ее оводнением. Повышение концентрации натрия наблюдается в кишечном химусе. Следует полагать, что прирост количества натрия в кишечном химусе связан с уменьшением в нем воды, с одной стороны, и переходом данного электролита из крови в полость кишечника - с другой. При недостоверном увеличении калия в кишечном химусе содержание его заметно возрастает в тканях печени и почек.

Обнаруженное нами при кратковременной работе увеличение содержания воды в скелетных мышцах и снижение натрия в сердечной и бедренной мышцах согласуется с данными П.К. Кырге (1969).

С увеличением кратности мышечной тренировки, за исключением кишечника и его содержимого, в тканях исследуемых органов и в цельной крови происходит накопление воды. Недостоверные изменения ее содержания при этом отмечаются при 10- и 20-кратной тренировке в тканях сердечной и скелетных мышц. Наряду с этим происходит прирост натрия в печени, почках и ткани передних мышц бедра. После месячной тренировки достоверное увеличение его количества наблюдается и в стенках тонкого кишечника, тогда



как в остальных органах отмечается либо понижение, либо недостоверное изменение. Одновременно с натрием увеличивается содержание калия в печени и кишечном химусе. Причем систематическая тренировка в течение месяца способствует повышению концентрации калия также в тканях почек и кожи (табл. I).

Продолжительная 60-минутная тренировка вызывает сходные с кратковременной мышечной нагрузкой сдвиги в водно-минеральном составе тканей исследуемых органов и биологических жидкостей. Причем изменение содержания воды и минеральных солей в отдельных органах довольно значительное. В процессе многократной тренировки при почти неизменном уровне воды в скелетных и сердечных мышцах происходит ее нарастание в ткани кожи при одновременном снижении в полости и стенках кишечника, в цельной крови, печени и почках. Эти сдвиги во многих органах оказались более выраженными после 20- и 30-кратной тренировки.

Характерным для 60-минутной тренировки явилось и снижение уровня натрия и калия в большинстве органов в первые 10 дней тренировки, с последующим нарастанием первого после 20-30-кратной тренировки. При этом достоверное нарастание концентрации калия (после 20-30-кратной нагрузки) происходило только в тканях печени, почек и сердечной мышцы, а в остальных органах она, наоборот, понижалась как при однократной, так и при 10-кратной нагрузке.

Следует отметить, что, несмотря на увеличение кратности 60-минутной мышечной нагрузки, степень изменений водно-минерального состава отдельных органов усугубляется. К этому нужно добавить, что при данном режиме организм животных теряет для нужд терморегуляции больше воды, чем при кратковременной

тренировке. Тем не менее при 60-минутной нагрузке, независимо от ее кратности, прирост температуры тела больше. Это свидетельствует о неэффективной теплоотдаче в результате неkoordinированной деятельности терморегуляторного аппарата.

По мере увеличения кратности 15-минутной тренировки терморегуляторный расход воды и прирост температуры тела снижались. Одновременно степень изменения водно-минерального состава многих органов ослабевала.

Регулярная мышечная тренировка сопровождается изменением деятельности коры головного мозга, что характеризуется увеличением подвижности нервных процессов, повышением лабильности клеточных элементов коры, расширением функционального диапазона нервных клеток и концентрации нервных процессов в пространстве и во времени, упрочением условно-рефлекторных связей (Э.Б. Косовская, А.Ф. Корякина, 1952; М.М. Круглик, 1968; М.И. Виноградов, 1969). При этом формируется определенный динамический стереотип и устанавливается тесное функциональное взаимоотношение между двигательными и вегетативными его компонентами. Все это обеспечивает взаимосвязь моторных и вегетативных функций и соответствующую перестройку функции эндокринных желез, регулирующих водно-солевой обмен.

Эти изменения, очевидно, более эффективно проявляются при многократной кратковременной тренировке, в результате чего происходит целесообразное распределение жидкости и минеральных веществ и организм более экономно использует воду и соли для нужд терморегуляции. При этом уместно напомнить, что в наблюдениях Н.Н. Яковлева (1960, 1962), Л.Г. Лешкевич, А.Ф. Макаровой (1960), А.В. Коробкова с соавт. (1962), проводившихся на спортсменах,

ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЙ МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ  
 НА СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ (%), МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ В ОРГАНАХ (мэкв) И ЦЕЛЬНОЙ КРОВИ x)  
 В УСЛОВИЯХ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ  
 (M ± m) (n=5-6)

Таблица I

Исследуемые органы	К о н т р о л ь			После однократной нагрузки			После 10-кратной нагрузки			После 20-кратной нагрузки			После 30-кратной нагрузки		
	Вода	Натрий	Калий	Вода	Натрий	Калий	Вода	Натрий	Калий	Вода	Натрий	Калий	Вода	Натрий	Калий
Печень	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03	69,9±0,22	7,6±0,81	35,2±0,30	69,4±0,26	13,4±0,22	33,4±0,28	72,9±0,22	15,1±0,91	36,6±0,07	71,3±0,10	15,9±0,37	38,1±0,37
				69,3±0,20	8,0±0,54	36,4±0,33	71,1±0,20	10,2±0,38	31,8±0,26	71,4±0,22	17,3±0,71	35,1±0,02	69,7±0,84	19,3±0,33	38,9±0,51
Почки	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	76,6±0,30	17,0±0,45	35,6±0,49	74,8±0,28	23,0±0,22	31,1±0,32	77,1±0,26	22,4±0,36	30,2±0,07	76,5±0,17	24,6±0,66	37,0±0,14
				76,6±0,32	19,3±0,38	33,4±0,30	76,3±0,35	19,0±0,56	29,4±0,24	76,8±0,17	27,2±0,70	32,5±0,06	76,1±0,30	28,3±0,67	35,7±0,36
Сердце	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,4±0,17	16,3±0,32	36,7±0,48	77,0±0,10	17,7±0,32	31,7±0,03	77,5±0,26	19,2±0,33	31,2±0,01	77,3±0,17	17,2±0,32	36,0±0,32
				77,0±0,14	17,9±0,33	35,7±0,36	77,3±0,14	15,9±0,41	31,4±0,14	76,8±0,50	19,4±0,46	36,5±0,03	76,9±0,14	20,1±0,61	38,4±0,40
Кожа	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	61,8±0,56	15,6±0,64	7,9±0,42	63,0±0,20	11,4±0,14	9,2±0,64	62,5±0,14	11,7±0,62	10,0±0,05	62,6±0,14	15,2±0,36	10,6±0,20
				62,2±0,10	10,2±0,14	8,7±0,10	64,1±0,28	6,6±0,20	4,2±0,10	60,1±0,47	15,3±0,30	9,4±0,03	61,9±0,36	14,2±0,42	10,8±0,45
4-х головная мышца бедра	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	77,5±0,17	7,4±0,22	47,1±0,51	75,8±0,17	14,9±0,20	45,1±0,28	76,7±0,14	15,1±0,56	45,9±0,04	77,7±0,10	17,1±0,61	48,2±0,41
				76,9±0,10	6,5±0,14	46,7±0,00	76,8±0,10	12,6±0,26	43,8±0,26	76,1±0,40	17,2±0,50	45,9±0,00	76,8±0,40	22,0±0,36	47,7±0,24
Двуглавая мышца бедра	76,5±0,10	14,0±0,26	49,4±0,68	78,0±0,32	8,3±0,24	46,9±0,59	76,7±0,14	14,5±0,37	47,4±0,30	76,7±0,43	14,7±0,74	46,2±0,00	77,4±0,17	15,7±0,33	47,2±0,40
				77,2±0,17	6,7±0,17	49,4±0,22	77,0±0,00	13,7±0,45	44,0±0,24	76,1±0,40	17,1±0,50	46,0±0,10	76,9±0,35	21,8±0,76	48,3±0,30
Стенки тонкого кишечника	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,9±0,52	15,4±0,50	46,2±0,40	73,8±0,10	16,7±0,33	43,0±0,69	74,8±0,35	17,3±0,44	44,6±0,00	75,3±0,50	19,9±0,32	41,6±0,42
				72,3±0,41	12,3±0,17	48,3±0,10	76,4±0,20	17,6±0,77	41,5±0,14	75,1±0,67	20,3±0,54	40,8±0,06	70,8±0,32	19,2±0,33	44,0±0,22
Содержимое тонкого кишечника	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	77,8±0,10	26,9±0,36	46,5±0,33	77,0±0,10	25,4±0,36	47,2±0,20	76,4±0,20	24,4±0,80	46,9±0,05	79,4±0,42	24,4±0,88	46,8±0,41
				77,8±0,41	26,8±0,39	48,8±0,43	78,1±0,17	24,5±0,36	43,6±0,26	78,6±0,30	30,1±0,94	41,9±0,06	77,0±0,47	30,1±0,94	46,4±0,36
Цельная кровь	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	80,9±0,10	102,0±2,51	43,0±1,38	77,8±0,28	65,0±2,23	50,0±0,26	82,4±0,36	99,0±0,14	43,0±1,04	81,2±0,24	73,0±2,43	41,0±0,20
				79,0±0,14	95,0±2,86	36,0±1,73	81,7±0,14	84,0±2,44	48,0±0,24	80,4±0,53	108,0±3,16	35,0±0,04	80,3±0,20	89,0±1,87	35,0±0,59

x) содержание электролитов в цельной крови (мэкв/л)

Примечание: Числитель - после кратковременной нагрузки  
 Знаменатель - после продолжительной нагрузки

наиболее благоприятными оказались достаточно интенсивные, но кратковременные тренировки.

Влияние высокой температуры и мышечной нагрузки  
на водно-минеральный состав некоторых органов  
животных после многократной мышечной тренировки

Наблюдениями ряда авторов установлено, что под влиянием высокой температуры и солнечного облучения происходят значительные изменения водно-солевого обмена ( G.S. Kanter, 1953; F.G. Saiki 1957; В.А. Ходжиматов, 1964; Т.А. Ващенко, 1967; Б.В. Кадыров, 1967; Л.С. Клемешева, 1970 и др.).

В первую очередь в ответную реакцию на тепловое воздействие вовлекаются терморегуляторные аппараты и организм для сохранения теплового баланса расходует значительное количество воды, что сопровождается перераспределением жидкости и электролитов в организме и усилением выведения минеральных солей (G.B. Spragg и J. Varlow, 1959; G. Frada, G. Montesana, 1960; Б.Г. Афанасьев, В.А. Жестовский, 1969 и др.).

При сочетании тепловой нагрузки с мышечной изменение физиологических функций, особенно процессы терморегуляции, протекают более напряженно, в связи с чем содержание жидкости и минеральных солей в организме претерпевает значительные сдвиги. К сожалению, в литературе почти нет сведений о водно-минеральном составе тканей при мышечной деятельности в экстремальных условиях. Имеющиеся данные получены в основном на людях. При этом более или менее изучен минеральный состав биологических жидкостей, преимущественно в производственных условиях ( W.M. Politzer et al., 1954; J.W. Conn et al., 1956; M. Torr et al., 1964; D. Szadkowski et al., 1969; Э.С. Белова, В.А. Ходжиматов, 1970;

А.Х. Бабаева с соавт. 1970 и др.). За последнее время появились работы, характеризующие минеральный состав крови, мочи, слюны и пота при спортивной мышечной деятельности в условиях высокой температуры (К. Hellman, G.S. Weiner, 1958; Э. Симон, 1959; Ф. Г. Еронян, 1963; М.Н. Дмитриев, 1969; К.Н. Кувелли, 1971; А.Т. Ра-сулев, 1972 и др.). Изменения, наступающие в водно-минеральном составе тканей в этих условиях остаются не изученными.

С учетом вышесказанного, на следующем этапе исследований водно-солевой состав ряда органов и биологических жидкостей животных мы изучали при комбинированном воздействии тепловой и мышечной нагрузки у нетренированных и предварительно тренированных животных в условиях оптимальной температуры.

Многokратная мышечная тренировка, как уже сказано, осуществлялась кратковременными (15 мин.) и продолжительными (60 мин.) нагрузками в течение 10, 20 и 30 дней. Затем животные подвергались однократному воздействию высокой температуры и мышечной нагрузке. Наблюдения показали, что одновременное воздействие тепловой и мышечной нагрузки у нетренированных животных на фоне оводнения крови вызывает понижение уровня натрия и повышение калия. Увеличение воды в крови связано с переходом ее из кишечника и кожи для нужд терморегуляции. Это подтверждается достоверным уменьшением в них количества воды. Минеральный состав как стенок, так и содержимого тонкого кишечника остается без особых отклонений от контрольного уровня. Гиперкалиемия, очевидно, обусловлена выходом в кровь калия из работающих мышц. Такое предположение подтверждается значительным уменьшением запаса калия в ткани мышц. Аналогичное изменение при мышечной работе в обычных условиях выявлено В.А. Телешевой (1969), Л.А. Ланцбергом (1969), П.К. Кырге, С.Я.

Марамаа, М.А. Вайкмаа (1971) и др.

Гиперкалиемиа в наших исследованиях сопровождалась ростом концентрации калия лишь в тканях почек и кожи. Комбинированное воздействие на организм животных мышечной и тепловой нагрузок способствовало снижению уровня натрия в цельной крови, по-видимому, в результате усиленной его утилизации тканями отдельных органов, на что указывает заметное накопление натрия в тканях водно-солевых депо и миокарде.

Таким образом, мышечная деятельность в сочетании с высокой температурой способствует депонированию натрия в отдельных органах при почти неизменном уровне в них воды.

Наблюдаемые изменения в водно-минеральном составе ряда органов животных в аналогичных условиях комбинированной нагрузки после десятикратной кратковременной предварительной мышечной тренировки характеризуются уменьшением потери воды кишечником и депонированием ее в тканях почек и кожи. В соответствии с этим осмоленность крови и тканей других органов остается на уровне контрольных показателей. При этом на фоне гипернатриемии и гипокалиемии минеральный состав многих органов остается также неизменным. Правда, в этих условиях химус кишечника теряет некоторое количество натрия, при одновременном увеличении его запаса в печени. В то же время стенки кишечника теряют калий, тогда как кожа депонирует его, а в мышечной ткани запас калия остается стабильным.

После двадцатикратной предварительной тренировки одновременная мышечная и тепловая нагрузка понижает осмоленность многих органов и даже цельной крови. Особенно большое количество воды теряют стенки (на 5,9%) и содержимое тонкого кишечника

(на 8,0%). При увеличении концентрации натрия и калия в цельной крови уровень этих электролитов в мышечной ткани и кишечнике падает, в то же время ткань кожи по-прежнему депонирует калий и воду (табл.2).

Аналогичная, но менее выраженная закономерность изменений в содержании воды в тканях выявлена после 30-кратной кратковременной тренировки, когда происходит увеличение воды в крови. Содержание натрия и калия изменяется несколько в ином плане. В частности, уровень натрия в ткани мышц, печени и кишечника возрастает, а калия - падает при достоверном снижении первого и повышении второго в крови. Уровень натрия повышается и в почках при одновременном приросте калия в коже. Эти данные наглядно показывают, что в зависимости от кратности мышечной тренировки в обычных условиях физическая нагрузка в сочетании с высокой температурой среды оказывает неодинаковое влияние на водно-минеральный состав исследуемых органов. При этом наименьшие сдвиги и более целесообразное распределение в организме воды, натрия и калия происходит после 10- и 30-кратной тренировки, а прирост температуры тела и внепочечная влагопотеря оказались минимальными при 30-кратной тренировке.

Одновременное воздействие мышечной и тепловой нагрузки после многократной продолжительной тренировки в водно-минеральном составе тканей вызывает примерно такие же сдвиги, как и у предварительно тренированных животных с кратковременной нагрузкой. Однако, выраженность обнаруженных изменений при этом более значительная. В частности, после 10-кратной тренировки в условиях высокой температуры и физической нагрузки потеря воды из стенки и содержимого кишечника, оводненность крови более

Таблица 2  
 ВЛИЯНИЕ МЫШЕЧНОЙ И ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ (%), МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ В ОРГАНАХ  
 (мэкв) и в ЦЕЛЬНОЙ КРОВИ<sup>х</sup>) у НЕТРЕНИРОВАННЫХ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ТРЕНИРОВАННЫХ ЖИВОТНЫХ ПОСЛЕ КРАТКО-  
 ВРЕМЕННОЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ  
 (  $\bar{M} \pm m$  ) (n=5-6)

Исследуемые органы	К о н т р о л ь			Нетренированные животные			П р е д в а р и т е л ь н о т р е н и р о в а н н ы е в течение 10 дней			т р е н и р о в а н н ы е в течение 20 дней			в течение 30 дней		
	Вода	Натрий	Калий	Вода	Натрий	Калий	Вода	Натрий	Калий	Вода	Натрий	Калий	Вода	Натрий	Калий
Печень	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03	70,0±0,63	15,6±0,30	31,9±0,17	73,9±0,22	16,4±0,66	31,6±0,61	68,9±0,24	13,0±0,41	33,1±0,28	69,1±0,17	16,4±0,54	29,8±0,41
				71,1±0,70	16,9±0,26	33,9±0,22	72,8±0,45	20,0±0,63	37,4±0,44	71,7±0,36	22,6±0,72	27,1±0,50	71,2±0,46	18,9±0,55	32,7±1,32
Почки	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	74,1±0,40	22,4±0,42	33,3±0,20	75,1±0,22	21,6±0,35	30,8±1,09	73,3±0,28	20,5±0,24	30,1±0,14	73,2±0,67	23,8±0,78	30,5±0,24
				72,0±0,20	23,8±0,71	32,5±0,20	75,2±0,17	21,6±0,51	32,1±0,57	71,1±0,20	24,9±0,63	28,1±0,56	73,5±0,14	28,4±0,40	30,0±0,94
Сердце	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,7±0,20	21,3±0,37	36,1±0,71	76,9±0,41	18,0±0,77	35,8±1,22	74,4±0,37	17,4±0,46	34,1±0,67	76,3±0,37	17,4±0,47	36,4±0,66
				77,1±0,34	19,6±0,84	35,8±0,10	77,6±0,17	18,8±0,50	38,7±0,68	74,9±0,24	19,5±0,20	38,1±0,64	77,6±0,28	21,1±0,77	40,2±0,52
К о ж а	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	59,2±0,58	16,2±0,46	12,4±0,14	62,9±0,24	14,8±0,64	12,1±0,72	62,2±0,36	13,7±0,55	14,1±0,46	59,7±0,22	15,3±0,96	11,3±0,46
				62,4±0,26	15,1±0,26	9,2±0,28	61,5±0,32	15,0±0,20	14,1±0,41	56,6±0,44	13,6±0,64	12,1±0,68	60,3±0,20	18,2±0,60	12,0±0,28
4-х головая мышца бедра	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,1±0,17	16,2±0,37	46,1±0,37	76,8±0,14	14,4±0,49	48,3±0,76	75,5±0,20	13,9±0,55	45,1±0,37	75,3±0,37	14,5±0,26	45,6±0,81
				77,6±0,14	15,0±1,03	46,1±0,22	76,7±0,20	15,2±0,60	46,3±0,32	71,1±0,71	14,1±0,01	46,1±0,78	76,0±0,01	15,1±0,64	52,3±0,57
Двуголовая мышца бедра	76,5±0,10	14,0±0,26	49,4±0,68	76,4±0,24	16,9±0,35	45,8±1,06	76,1±0,17	13,6±0,20	47,8±1,05	74,4±0,17	12,8±0,26	45,1±0,26	75,5±0,39	14,2±0,14	46,3±0,49
				77,0±0,22	14,9±0,63	46,5±0,40	76,2±0,14	14,6±0,41	47,2±0,28	69,7±0,49	13,2±0,26	47,1±0,76	76,1±0,01	16,7±0,78	50,7±0,69
Стенки тонкого кишечника	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	72,4±0,50	18,3±0,69	42,2±0,70	73,2±0,36	17,0±0,56	41,2±1,03	69,7±0,17	15,9±0,54	38,1±0,40	70,5±0,36	21,4±0,90	31,8±0,83
				74,2±0,26	21,6±0,97	41,0±0,43	71,9±0,17	18,8±0,67	41,7±0,50	66,4±0,30	17,9±0,60	36,1±0,28	71,5±0,47	19,7±0,26	43,4±0,69
Содержимое тонкого кишечника	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	75,7±0,51	26,4±0,65	43,4±0,46	77,0±0,17	22,8±0,43	47,6±0,76	72,2±0,46	21,3±0,64	44,1±0,49	76,0±0,35	27,2±0,54	43,3±0,89
				78,1±0,36	24,0±0,67	47,2±0,37	75,7±0,40	23,6±0,47	50,0±0,28	70,2±0,32	21,3±0,41	40,1±1,59	75,6±0,33	26,7±0,63	43,8±1,53
Цельная кровь	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	80,5±0,42	82,0±1,14	51,0±0,50	81,3±0,32	131,0±3,34	40,0±1,39	77,7±0,33	122,0±8,06	50,1±0,75	80,6±0,46	88,0±0,28	59,0±0,80
				79,0±0,14	98,0±1,30	39,0±1,22	81,6±0,17	151,0±1,87	36,4±0,50	78,7±0,30	127,0±2,00	45,1±0,50	81,1±0,70	102,0±2,55	48,0±1,81

х) Содержание электролитов в цельной крови (мэкв/л)

Примечание: Числитель - после кратковременной нагрузки  
 Знаменатель - после продолжительной нагрузки



ощутимы при неизменном уровне содержания воды в мышечной ткани и коже. В этих условиях резко увеличивается запас натрия в печени, цельной крови и калия в коже. Интересно, что после 20-кратной тренировки в условиях высокой температуры потеря запаса воды из кишечника и его содержимого прогрессирует. В первом случае она достигает 9,2%, во втором - 10%.

Уменьшение запаса воды, хотя и незначительное, наблюдается также в других органах при неизменном уровне ее в цельной крови. Значительное обезвоживание организма связано с большим расходом воды на нужды терморегуляции в результате некоординированной деятельности терморегуляторных аппаратов. Об этом свидетельствует довольно ощутимый прирост внепочечной влагопотери (3,5% от веса тела).

В отдельных органах, в частности в печени, на фоне оводнения еще больше возрастает депонирование натрия, при этом запас его в цельной крови несколько снижается, оставаясь тем не менее выше (на 33,6%) контрольных показателей. Аналогичный характер изменений претерпевает и содержание калия в ткани кожи при отсутствии каких-либо сдвигов в крови. Эти изменения сопровождаются понижением уровня калия в стенке и химусе тонкой кишки, мышечной ткани и печени и ростом его в миокарде. В последнем одновременно наблюдается и увеличение содержания натрия, связанное с дегидратацией миокарда.

После 30-кратной тренировки при мышечной деятельности в

условиях высокой температуры стенки кишечника и его содержимое теряют меньше воды (4,1 и 4,6%), возрастает осводненность крови и миокарда. При увеличении запасов натрия содержание воды в других органах остается без особых изменений по сравнению с контрольным уровнем. При этом достоверное повышение запасов калия отмечается в миокарде, коже, мышечной ткани и химусе кишечника при уменьшении его в стенке. Терморегуляторный расход воды (3,5% от веса тела) и прирост температуры тела (на 1,7%) по-прежнему остаются высокими.

Следовательно, после многократной продолжительной тренировки при мышечной деятельности в условиях высокой температуры не происходит эффективной теплоотдачи, наступает перегревание организма. Это сопровождается заметным изменением водно-минерального состава тканей животных.

Необходимо отметить, что влияние факторов внешней среды на обменные процессы, в частности на водно-солевой обмен после многократной мышечной тренировки, в литературе почти не освещено.

Как отмечалось выше, в наших исследованиях после многократной продолжительной мышечной тренировки в условиях высокой температуры и физической нагрузки адаптивных сдвигов в исследуемых показателях не выявлено (изменения отдельных показателей по своей величине оказались выше, чем у нетренированных животных).

Систематическая физическая тренировка изменяет не только деятельность центральной нервной системы, но и течение интимных процессов в организме (Л.Ф. Краснова, 1959; Л.К. Битюцкая, 1971; Н.Н. Яковлев, 1972 и др.). Происходит увеличение гликогена в мышечной ткани и печени, миокарде и активности цитохромоксидазы (Г.С. Самоданова, 1970). Мышечная нагрузка (особенно кратковременная) у предварительно тренированных животных сопровождается более экономным расходом гликогена и креатинин-фосфата, менее значительным нарастанием молочной кислоты в мышцах и крови (Л.И. Ямпольская, 1959; Л.И. Музыкант, 1963; Г.С. Самоданова, 1970 и др.), экономно используются источники энергии (В.С. Фарфель, 1945; Н.Н. Яковлев, 1947, 1949), увеличивается содержание миозина и АТФ-азной активности мышц (Л.Ф. Краснова, 1969), а также улучшается дыхательная активность митохондрий (Э.Р. Андрис, Н.И. Волков, 1972). При этом почти не изменяется антидиуретическая активность крови и запас воды в скелетных мышцах (Т.Ф. Сэне, П.К. Кырге, 1973). Все эти изменения, очевидно, лучше протекают при многократной кратковременной тренировке в связи с совершенствованием координационных процессов и нейроэндокринных механизмов регуляции. Об этом свидетельствует обнаруженная нами эффективность многократной кратковременной тренировки не только в условиях оптимальной температуры, но и при физической нагрузке в экстремальных условиях. Происходит экономное расходование воды и солей для нужд терморегуляции, снижается прирост температуры тела, водно-минеральный состав многих органов либо нормализуется либо стабилизируется.

Влияние мышечной нагрузки на водно-минеральный  
состав некоторых органов животных в различных  
температурных условиях

Наши наблюдения показали, что степень и направленность изменений водно-минерального состава тканей во многом зависят от интенсивности воздействующего на организм животных тепла.

При 25° температуре водно-минеральный состав исследуемых органов в условиях относительного мышечного покоя особых изменений не претерпевает.

При 30° температуре происходит оводнение тканей, особенно цельной крови, за счет воды кишечного содержимого. Нарастание температуры окружающего воздуха до 35 и 40° вызывает дегидратацию тканей.

Достоверная потеря воды при этом происходит не только из стенок кишечника, но и его химуса, а также из других органов. В ответную реакцию, помимо кишечника, включаются и ткани водно-солевых депо. Одновременно понижается степень оводненности крови.

При температуре 30 и 40° при накоплении калия в цельной крови и печени концентрация его во всех остальных органах падает. Интересно, что при 30° температуре депонирование калия в почках и печени сопровождается снижением его запасов в других органах и даже в цельной крови.

Примерно такое же перераспределение натрия выявлено при температуре 30 и 35°. В первом случае на фоне накопления его в печени, во втором — в цельной крови. При 40° увеличение уровня натрия во всех органах сопровождается понижением его содержания в цельной крови.

Обнаруженные нами закономерные сдвиги в водно-минеральном составе тканей согласуются с результатами исследований М.Г. Мирзакаримовой (1965), Д.Д. Шариповой (1966), Л.С. Клемешевой (1969), А.Ю. Юусова и М.Г. Мирзакаримовой (1971).

Изменение водно-минерального состава тканей и биологических жидкостей при комплексном воздействии на организм животных мышечной и тепловой нагрузок протекает несколько иначе. При этом немаловажное значение имеет интенсивность температурного фактора. В частности, стандартная мышечная нагрузка при 25° существенно не изменяет содержание воды и солей в тканях. Лишь кишечник теряет воду, тогда как ткань мышц накапливает натрий (табл. 3.).

При 30 и 40° на фоне достоверного оводнения крови уровень воды в тканях печени, миокарда и мышц практически остается неизменным. Аналогичные изменения наблюдаются и в условиях воздействия 35° температуры при наличии значительной дегидратации кишечника. Интересно, что при всех температурных режимах ткань кожи почти в равном количестве депонирует воду.

Таким образом, при мышечной деятельности в условиях высокой температуры в обмене воды значительное участие принимают ткани кожи и кишечника. Первая накапливает, а вторая — теряет ее. Такое перераспределение воды следует рассматривать как компенсаторное явление, направленное на обеспечение нужд терморегуляции. Тем не менее мышечная работа в условиях высокой темпера-

туры сопровождается гипертермией, что указывает на неэффективную теплоотдачу. Об этом свидетельствует прогрессивный прирост температуры тела на фоне повышения температуры окружающей среды. Если в условиях относительного мышечного покоя при температуре окружающего воздуха 30-35-40° прирост температуры тела животных соответствует 0,9; 2,3 и 2,8° соответственно, то при мышечной деятельности в этих температурных режимах этот прирост составляет 1,9, 4,0 и 5,1°.

При всех температурных режимах стенки кишечника и кожа теряют калий. Такая потеря происходит также из ткани мышц и печени, начиная с 35° температуры. При этом одновременно увеличивается запас калия в цельной крови.

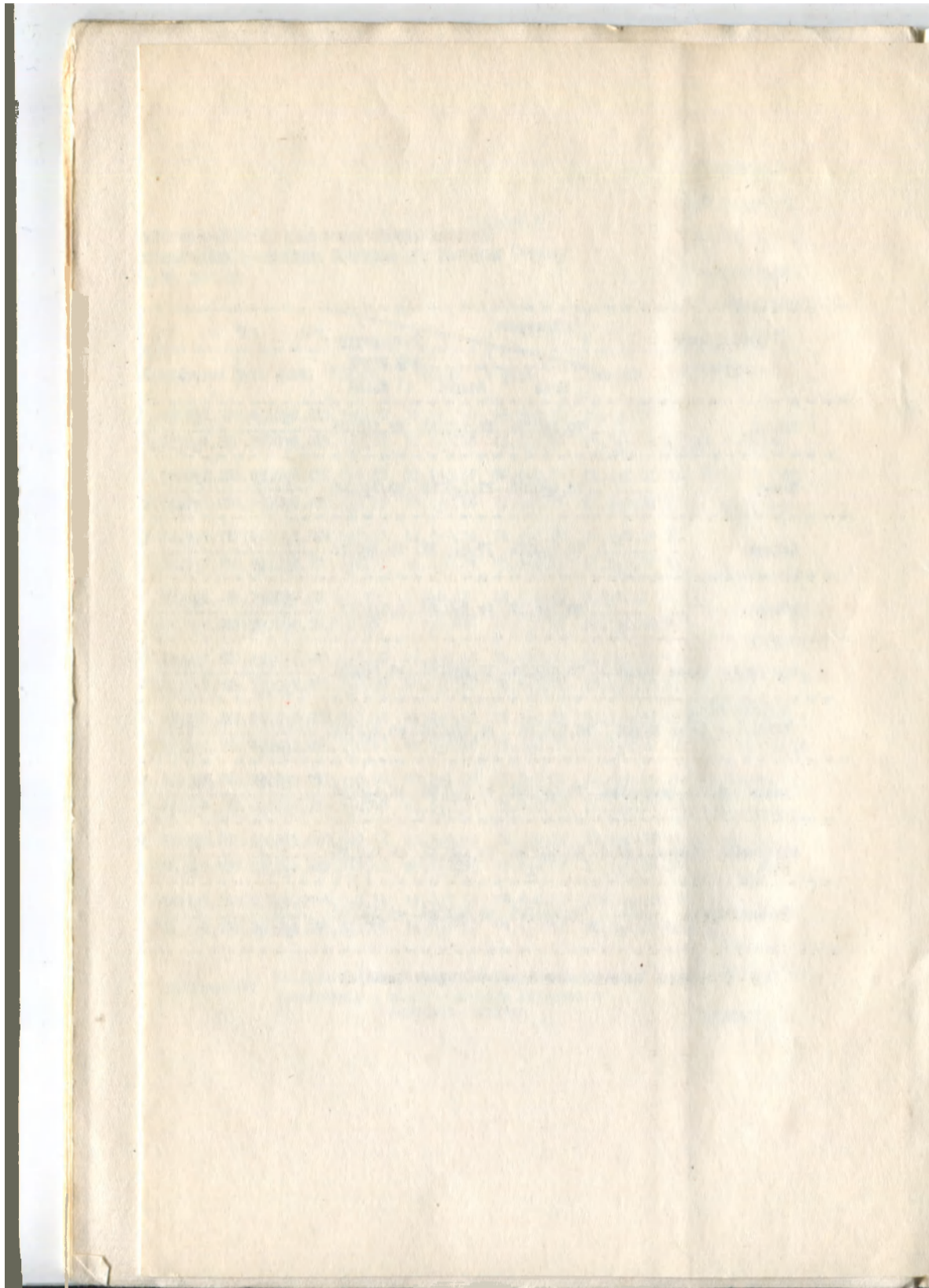
Изменение содержания натрия при мышечной деятельности в основном характеризуется ростом его уровня в печени и понижением в коже. Максимальные сдвиги при этом наблюдаются при 30°. В этом температурном диапазоне небольшое накопление натрия происходит в мышечной ткани и миокарде при одновременном, но незначительном уменьшении его запаса в стенках и химусе кишечника. При температуре 35 и 40° запасы натрия в почках, миокарде, четырехглавой мышце бедра и стенке кишечника особых изменений не претерпевают.

Таким образом, характер и направленность изменений распределения воды и минеральных солей в организме животных при мышечной деятельности во многом зависят от режима температуры. Наиболее стабильный уровень воды в тканях большинства органов наблюдается при 25°, калия — при 30°, а натрия — при 35 и 40°. В распределении натрия сравнительно активное участие принимают печень и кожа, а калия — стенка кишечника и кожа.

ТАБЛИЦА 3  
ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ (В), МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ В ОРГАНИКАХ (МЕРС) И В ЦЕЛЮЛОЗЕ  
КРОВИ (Х) ЖИВОТНЫХ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ НАПРУЖЕННОСТИ И РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ УСЛОВИЙ

Органы	Температура:																							
	25°		30°			35°			40°															
	Вода	Камни	Вода	Камни	Вода	Камни	Вода	Камни	Вода	Камни														
Почки	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,03			
	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41
Селезенка	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26	76,5±0,36	17,8±0,37	35,9±0,26
	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22
4-х главная мышца бедра	76,3±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,3±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,3±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,3±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,3±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,3±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,3±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,3±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36
	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36
Двуглавая мышца бедра	76,5±0,10	14,0±0,26	49,1±0,68	76,5±0,10	14,0±0,26	49,1±0,68	76,5±0,10	14,0±0,26	49,1±0,68	76,5±0,10	14,0±0,26	49,1±0,68	76,5±0,10	14,0±0,26	49,1±0,68	76,5±0,10	14,0±0,26	49,1±0,68	76,5±0,10	14,0±0,26	49,1±0,68	76,5±0,10	14,0±0,26	49,1±0,68
	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86
Остатки тонкого кишечника	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86
	71,6±0,35	17,8±0,44	39,5±0,20	71,6±0,35	17,8±0,44	39,5±0,20	71,6±0,35	17,8±0,44	39,5±0,20	71,6±0,35	17,8±0,44	39,5±0,20	71,6±0,35	17,8±0,44	39,5±0,20	71,6±0,35	17,8±0,44	39,5±0,20	71,6±0,35	17,8±0,44	39,5±0,20	71,6±0,35	17,8±0,44	39,5±0,20
Остатки тонкого кишечника	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95
	76,4±0,30	27,1±0,50	43,4±1,04	76,4±0,30	27,1±0,50	43,4±1,04	76,4±0,30	27,1±0,50	43,4±1,04	76,4±0,30	27,1±0,50	43,4±1,04	76,4±0,30	27,1±0,50	43,4±1,04	76,4±0,30	27,1±0,50	43,4±1,04	76,4±0,30	27,1±0,50	43,4±1,04	76,4±0,30	27,1±0,50	43,4±1,04
Целизная кровь	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98
	79,6±0,14	77,0±1,44	80,3±0,36	79,6±0,14	77,0±1,44	80,3±0,36	79,6±0,14	77,0±1,44	80,3±0,36	79,6±0,14	77,0±1,44	80,3±0,36	79,6±0,14	77,0±1,44	80,3±0,36	79,6±0,14	77,0±1,44	80,3±0,36	79,6±0,14	77,0±1,44	80,3±0,36	79,6±0,14	77,0±1,44	80,3±0,36

х) Содержание электролитов в цельной крови (мэкв/л)  
Примечание: Число в скобках - после тепловой нагрузки  
Знак в скобках - после содействия тепловой и мышечной нагрузки





Влияние многократного воздействия высокой температуры и мышечной нагрузки на водно-минеральный состав некоторых органов животных

Результаты исследований, полученные в процессе многократной тепловой и мышечной тренировки показали наличие в организме животных физиологических сдвигов, обеспечивающих развитие адаптивных реакций. Показателем этого служит установление определенного уровня воды в тканях отдельных органов. При этом имеющийся запас воды в них расходуется экономно, целесообразно, хотя и в разной степени.

Если тепловая тренировка без мышечной нагрузки на 10- и 20-й дни опыта способствует увеличению запасов воды в печени и почках, то на 30-й день она обуславливает понижение ее запаса. Уменьшение запаса воды наблюдается, начиная с 20-го дня опыта и в миокарде, и в мышечной ткани. С этого момента в ткани кожи происходит накопление воды. Во все дни тепловой нагрузки на фоне оводнения крови ткань кишечника и его содержимое постоянно теряют воду, причем по мере увеличения кратности влияния высокой температуры потеря ее прогрессирует.

При сочетании тепловой тренировки с мышечной перераспределение воды приобретает несколько иной характер, а именно, величина отдачи воды тканями кожи и мышц уменьшается, а кишечника — возрастает, и к 30-му дню тепловой и мышечной нагрузки во многих органах содержание воды достигает контрольного уровня. В этот срок уменьшается потеря воды и из стенок тонкого кишечника, а также из его содержимого. Именно в этот период экономно расходуется вода для нужд терморегуляции и уменьшается прирост температуры тела. Если в 1, 10, 20 и 30-й дни тепловой тренировки внепо-

чечная влагопотеря составляет 2,4, 1,4, 1,4 и 1,3% соответственно от веса тела, то в процессе мышечной и тепловой тренировки потеря воды в эти дни равняется 2,6, 1,7, 1,3 и 1,0%. В соответствии с этим прирост температуры тела составляет 2,6, 2,0, 1,8 и 1,0°. Однако при увеличении кратности только тепловой тренировки таких ощутимых снижений прироста температуры тела не происходит. Соответственно в 1, 10, 20 и 30-й дни опыта он составляет 1,9; 1,8, 1,5 и 1,3°.

Таким образом, при многократном сочетании тепловой и мышечной тренировки терморегуляторные аппараты функционируют координированно, организм лучше приспосабливается к экстремальным воздействиям и срабатывают механизмы, способствующие уменьшению потери воды.

В работах ряда авторов (С. W. Moehle, T. F. Hatch, 1947; L. W. Eichna et al., 1950; Н. А. Матюшкина, 1956, 1957; O. G. Edholm 1969) указывается на значение мышечной деятельности в развитии адаптации.

W. B. Bean et al. (1944) показали, что адаптация к высокой температуре начинается с первого же дня ее воздействия и значительно облегчается при выполнении мышечной работы. П. А. Соломко (1967) считает, что для ускорения адаптации к высокой температуре следует повторять действие метеорологических факторов в условиях пустыни в сочетании с физическими нагрузками. В этих условиях наиболее выраженное приспособление организма возникает при

ежедневных тепловых воздействиях ( C.S. Leithhead et al, 1964). При этом постепенная нормализация координационных механизмов обуславливает более эффективное и экономное использование функций организма (А.Ю. Юнусов, 1971).

Таким образом, отдельные наблюдения, проведенные на людях свидетельствуют о благоприятном влиянии мышечной работы на развитие адаптации к высокой температуре. Систематическая мышечная тренировка в условиях высокой температуры среды, очевидно, вызывает перестройку процессов тканевого метаболизма, которую следует рассматривать, как приспособительное явление, способствующее нормализации теплового баланса.

Как указывает А.Ю. Юнусов (1961), адаптивные реакции, происходящие на уровне водно-солевого обмена, немислимы без электролитного перераспределения между вне- и внутриклеточным пространством, и механизм этих изменений осуществляется на клеточном уровне. При этом участие тканей различных органов в сохранении электролитного гомеостаза неодинаково (Д.Д. Шарипова, 1966; Л.С. Клемешева, 1969; А.Ю. Юнусов, 1969; А.Ю. Юнусов и М.Г. Мирзакаримова, 1971).

Тканевое перераспределение минеральных солей в процессе многодневной тепловой и мышечной тренировки характеризуется увеличением запаса натрия в печени и снижением его в кишечном химусе в течение 30-дневной мышечной и тепловой тренировки. Эти изменения сопровождаются гипернатриемией различной степени. В этих условиях более выраженный прирост натрия в крови наблюдается на 20-й день тренировки. Именно в этот период возрастает запас натрия и в мышечной ткани. Кроме того, изменение концентрации натрия в отдельных органах носит фазный характер.

В I- и 20-й день опыта уровень натрия в тканях кожи и миокарда возрастает, а на 10- и 30-й - понижается (табл.4).

Анализ полученных результатов показал, что наименьшие сдвиги в содержании данного электролита в ткани миокарда наблюдаются при 10-кратной тренировке. В таких органах, как печень, кожа, стенка кишечника и его химус наиболее благоприятное перераспределение натрия происходит при 20-дневной комбинированной нагрузке. Для подробного перераспределения натрия в почках, мышцах и цельной крови требуется более длительная тренировка (30 дней).

Перераспределение в тканях калия в первый день тепловой нагрузки характеризуется потерей его из мышечной ткани и кишечника при одновременном росте в остальных органах. В дальнейшем, с увеличением кратности теплового фактора, помимо кишечника и мышц, калий теряют ткани печени, почек и миокарда. Правда, на 30-й день отдельные ткани теряют несколько меньше калия, чем в предыдущие дни. При этом в ткани кожи его запас значительно возрастает.

Уменьшение калия в исследуемых нами органах на фоне гипертермии связано не только с выходом его со слюной, но и с выведением его через стенку кишечника и химус (Д.Д. Шарипова, 1966). Эти изменения в основном сопровождаются некоторым ростом уровня калия либо в цельной крови, либо в ткани печени.

Аналогичные изменения в содержании калия происходят при комбинированной мышечной и тепловой нагрузке. В отличие от тепловой нагрузки обнаруженные при этом сдвиги в первый день происходят при стабильном уровне калия в миокарде и кишечном химусе. Потеря его на 10-, 20- и 30-й дни из стенки кишечника

ВЛИЕНИЕ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ И ТЕПЛОЙ ТЕПЛИЦЫ НА СОДЕРЖАНИЕ В ДУ (%), И МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ В ОРГАНИКАХ (МЖК) И ЦЕЛЫХ КРОМБ ЛИБОТНЫХ

Т а б л и ц а 4

После даче ОГТН	К о н т р о л ь			П о с л е 10-дневной времени от к			П о с л е 20-дневной времени от к			П о с л е 30-дневной времени от к					
	В о д а	Н е р т и	К а л и	В о д а	Н е р т и	К а л и	В о д а	Н е р т и	К а л и	В о д а	Н е р т и	К а л и			
П е ч е л ь	70,1±0,24	12,7±0,26	32,1±0,07	70,8±0,63	13,5±0,28	35,3±0,12	71,5±0,33	18,5±0,30	35,4±0,28	72,8±0,30	18,6±0,83	30,5±0,11	69,5±0,54	12,8±0,26	34,1±0,32
П е ч е л ь	73,6±0,28	21,1±0,68	30,3±0,41	73,0±0,63	15,6±0,30	36,2±0,43	73,5±0,10	16,8±0,33	30,8±0,22	68,7±0,24	16,2±0,40	30,5±0,11	69,2±0,26	16,9±0,28	30,7±0,28
С е р д л е	76,5±0,36	17,8±0,77	35,9±0,26	76,6±0,43	15,5±0,41	32,9±0,90	76,7±0,64	15,8±0,28	32,8±0,10	75,7±0,37	16,6±0,36	34,0±1,12	75,6±0,35	16,7±0,14	32,1±0,33
К о к а	60,7±0,17	14,5±0,20	9,7±0,22	60,7±0,65	15,3±0,19	12,6±0,55	61,4±0,44	11,6±0,24	9,5±0,10	62,5±0,35	14,2±0,41	12,7±0,18	62,1±0,14	16,5±0,42	15,9±0,14
4-х и 2-х дневная кормовка	76,8±0,14	13,5±0,22	49,8±0,36	76,4±0,30	13,6±0,85	47,2±0,36	77,1±0,22	13,4±0,24	46,2±0,22	76,1±0,10	14,8±0,26	49,2±0,28	75,1±0,26	14,2±0,41	46,9±0,67
Л у г о в а я м а с с а о б р а	76,5±0,10	14,0±0,26	49,4±0,18	76,1±0,17	16,2±0,37	46,1±0,37	77,0±0,43	15,1±0,17	42,1±0,30	76,1±0,01	18,0±0,26	48,4±0,12	76,3±0,17	15,8±0,14	45,4±0,43
С т е н а л о ж к о к и с е ч н и к	75,6±0,56	17,7±0,38	46,4±0,86	72,0±0,51	17,0±0,22	39,0±0,35	73,6±0,39	15,5±0,17	37,2±0,28	70,2±0,39	15,9±0,22	38,8±0,50	69,9±0,17	16,0±0,20	39,1±0,35
С о д е р ж а н и е т о р т о к и с е ч н и к	80,2±0,60	25,5±0,32	44,8±0,95	77,1±0,45	23,4±0,40	48,6±0,65	76,9±0,33	25,0±0,40	39,2±0,33	75,4±0,15	19,4±0,49	45,2±0,49	74,1±0,43	20,1±0,26	43,4±0,46
П е ч е н а я к р о м б	78,8±0,40	95,0±1,89	45,0±0,98	75,7±0,51	26,4±0,65	43,4±0,46	76,3±0,44	21,6±0,28	39,2±0,40	72,8±0,32	22,9±0,45	45,5±0,49	74,8±0,42	17,6±0,41	38,6±0,44
				78,8±0,39	102,0±2,55	46,0±0,89	81,0±0,22	107,0±1,32	49,0±0,77	79,5±0,24	95,0±3,87	44,0±0,59	79,5±0,33	121,0±1,87	47,0±0,54
				80,5±0,42	82,0±1,14	51,0±0,50	81,0±0,24	112,0±2,51	36,0±1,41	80,6±0,39	125,0±1,93	45,0±0,59	79,9±0,50	83,0±2,55	50,0±0,77

Х) Содержание электролитов в целых кромбах (мжк х)

Примечание: Числитель - после тепловой обработки, знаменатель - после тепловой и химической обработки

уменьшается. На 30-й день понижается депонирование его в ткани кожи при ощутимой гиперкалиемии.

Сопоставление результатов исследования показывает, что менее существенные отклонения в содержании калия от контроля и более стабильный его уровень в отдельных органах наблюдается на 20- и 30-й дни комбинированной мышечной и тепловой тренировки, чего не отмечалось в те же сроки при тепловом воздействии на животных.

Таким образом, эффективность комбинированной (мышечной и тепловой) тренировки нами показана не только на примере тканевого перераспределения воды, но и электролитов.

#### В Ы В О Д Ы

1. Установлены закономерные особенности в содержании и распределении воды и минеральных солей в ряде органов белых крыс под влиянием мышечной нагрузки в зависимости от ее продолжительности и кратности; происходит уменьшение содержания воды в ткани и содержимом кишечника и увеличение в почках, коже и крови. Уровень воды в мышечной ткани, миокарде существенно не изменяется. Значительные сдвиги содержания воды в почках и крови происходят после 20-кратной кратковременной нагрузки, а в стенке и химусе тонкого кишечника — после 30-кратной продолжительной нагрузки.

2. Одно- и 10-кратная продолжительная мышечная нагрузка обуславливает понижение уровня натрия во всех органах, тогда как 20- и 30-кратная — увеличение. Аналогичная закономерность в большинстве органов обнаружена при кратковременной нагрузке,

уровень его после 10- и 30-кратной нагрузки остается неизменным в миокарде, стенке и химусе кишечника.

3. В ткани печени и почек содержание калия при мышечной нагрузке возрастает. Такое увеличение происходит на 20- и 30-й день после кратковременной нагрузки, в коже и миокарде в эти же сроки после продолжительной нагрузки. Уровень его в кишечном содержимом увеличивается во все дни кратковременной нагрузки. Сравнительно меньшие сдвиги в водно-минеральном составе многих органов наблюдаются после 10- и 30-кратной кратковременной нагрузки.

4. После предварительной многократной тренировки одновременное воздействие мышечной и тепловой нагрузки почти во всех органах при нарастании осмотической крови вызывает снижение запаса воды. В ткани печени запас воды после 10- и 20-кратной тренировки увеличивается.

5. Комплексное воздействие мышечной и тепловой нагрузки на фоне гипонатриемии у нетренированных животных способствует увеличению содержания натрия в миокарде, печени, мышечной ткани и коже. У предварительно тренированных животных с кратковременной нагрузкой во многих органах достоверные изменения натрия не отмечены. Содержание его во всех органах и в крови предварительно тренированных животных в течение 30 дней продолжительной нагрузки возрастает.

6. У нетренированных животных при воздействии мышечно-тепловой нагрузки происходит увеличение содержания калия в ткани почек, кожи и в крови и понижение в мышечной ткани и кишечнике.

У предварительно тренированных животных постоянный рост уровня калия сохраняется лишь в ткани кожи (после кратковременной нагрузки). Возрастает содержание его во всех органах животных, предварительно тренированных в течение 30 дней продолжительной нагрузки.

7. Более стабильный уровень водно-минерального состава тканей при мышечной деятельности в условиях высокой температуры сохраняется у предварительно тренированных животных с кратковременной нагрузкой.

8. С нарастанием температуры окружающей среды изменяется уровень и направленность изменений водно-солевого состава ряда органов. При 30° возрастает оводненность тканей печени, почек, миокарда, кожи и крови при одновременном снижении содержания воды в кишечном химусе. Запас ее в ткани кишечника и мышц остается стабильным. Содержание натрия и калия в ткани печени повышается, а в других органах — понижается. При 40° на фоне дегидратации тканей содержание натрия в отдельных органах нарастает, а калия снижается.

9. Мышечная деятельность в условиях нарастающей температуры внешней среды сопровождается прогрессивным увеличением потери воды из кишечника и других органов при повышении оводненности тканей печени. При температуре 30° запас натрия и калия в ткани печени, почек и миокарде возрастает, а в остальных органах — снижается. Повышение уровня калия происходит и в мышечной ткани. При температуре 35 и 40° уровень натрия на фоне гиперкалиемии во всех органах падает, натрий изменяется так же, как и при 30° температуре.



Ю. Повторное воздействие тепловой нагрузки увеличивает потерю воды, натрия и калия из кишечника, одновременно уменьшается содержание калия в мышечной ткани, коже, миокарде на фоне оводнения крови и ткани печени. Содержание натрия в печени, почках и крови увеличивается.

II. Сочетание многократной тепловой и мышечной тренировки, особенно на 20-й и 30-й дни опыта, обуславливает сравнительно меньшие сдвиги в водно-минеральном составе отдельных органов и эффективной теплоотдаче. При этом снижается прирост температуры тела и организм лучше приспосабливается к стрессорным факторам.

С п и с о к  
работ, опубликованных по теме  
диссертации

1. Влияние мышечной работы на содержание и распределение воды и минеральных веществ в тканях. В материалах IV конференции физиологов республик Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата, 1969.

2. Влияние мышечной нагрузки на содержание и распределение минеральных веществ в тканях в условиях повышенной температуры. В материалах конференции по морфо-физиологическим и биохимическим механизмам адаптации животных к факторам среды. Краснодар, 1972.

3. Влияние многократной мышечной нагрузки на содержание и распределение минеральных веществ в тканях. В материалах XII конференции по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханике мышечной деятельности. Львов, 1972 (в соавторстве с З.Т. Турсу-

новым).

4. Влияние однократной мышечной нагрузки на содержание и распределение минеральных веществ в тканях. В тезисах докладов II межвузовской научной конференции по физическому воспитанию и спорту. Ташкент, 1973.

5. Изменение содержания и распределения воды и минеральных солей в организме при различной кратности и длительности мышечной нагрузки. В тезисах докладов II конференции физиологов Узбекистана. Ташкент, 1973 (в соавторстве с З.Т. Турсуновым).

6. Влияние тепловой и мышечной нагрузки на водно-минеральный состав некоторых органов нетренированных и тренированных животных. Узбекский биологический журнал. 1974, I, 23-27.

#### МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ДОЛЖНЫ

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

2. На IV конференции физиологов республик Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата, 1969.

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

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

5. На II конференции физиологов Узбекистана. Ташкент, 1973

