

47 1310720  
288

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Библиограф*  
*16.X.79*  
*[Signature]*

На правах рукописи

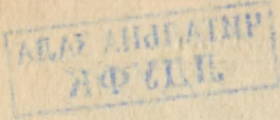
БАТЫРШИНА Александра Алексеевна

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ЭЛЕКТРОЛИТНОГО ОБМЕНА У СПОРТСМЕНОВ  
ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

03.00.13 физиология человека и животных  
03.00.04 биологическая химия

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

ТАРТУ 1973



МАНДОУМ

Диссертация выполнена на кафедре физиологии и биохимии (зав. кафедрой — доцент В. И. Яхонтов) Волгоградского государственного института физической культуры (ректор — доцент Н. В. Печерский).

Научный руководитель:

доцент, канд. мед. наук В. И. ЯХОНТОВ

Научный консультант:

профессор, доктор биологических наук Н. Н. ЯКОВЛЕВ

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук А. А. ВИРУ

кандидат биологических наук П. К. КЫРГЕ

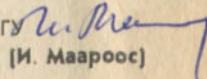
Ведущее учреждение:

Всесоюзный научно-исследовательский институт физической культуры (сектор физиологии — Москва).

Автореферат разослан « 22 » ..... X ..... 1973 г.

Защита диссертации состоится « 15 » ..... XI ..... 1973 г. в 10 ч. на заседании совета медицинского факультета Тартуского государственного университета по присуждению ученых степеней в области физической культуры и спорта (г. Тарту, ул. Юликооли 18, главное здание университета).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Тартуского государственного университета.

Ученый секретарь ТГУ   
(И. Маароос)

---

Современные спортивные тренировки характеризуются большими по объему и интенсивности физическими нагрузками. Они вызывают существенные сдвиги в деятельности различных систем организма и требуют развертывания адаптационных механизмов, обуславливающих приспособление организма к этим изменениям. Минералокортикоидная функция коры надпочечников является важным звеном в системе регуляции ионного метаболизма. Ионы натрия и калия участвуют в большинстве важнейших биохимических реакций, тесно связаны с деятельностью центральной нервной системы, сердечно-сосудистой и других систем организма. Адаптационные изменения минералокортикоидной функции коры надпочечников, возникающие под воздействием интенсивной и длительной мышечной деятельности, направлены на обеспечение ионного гомеостаза. Сохранение постоянства содержания натрия и калия в биологических жидкостях и тканях в покое и оптимальных изменений его при работе является необходимым условием длительного сохранения работоспособности. Поэтому изучение показателей электролитного обмена при физических нагрузках позволяет лучше оценить состояние спортсмена и воздействие этих нагрузок. Имеющиеся в литературе данные касаются, главным образом, изменений электролитного состава крови (S. Salminen, A. Kantinen, 1963, E. Preisler, R. Kabza, 1964, R. Harris и сотр., 1968, J. Verzetti и сотр., 1968, В. П. Правосудов, 1969, П. К. Кырге, 1969 и др.).

Механизмы регуляции электролитного обмена при физических нагрузках остаются мало изученными. Имеются лишь единичные работы по исследованию влияния двигательной активности и физических нагрузок на экскрецию альдостерона (J. Romani, 1959, R. Horton, 1969, P. Bugard, M. Henry, 1959, P. Bugard и сотр., 1961.) Это обусловлено большой методической сложностью определения этого гормона. Поэтому в условиях физических нагрузок большое практическое значение приоб-



ретают не только исследование продукции альдостерона, но и косвенные тесты определения минералокортикоидной функции коры надпочечников. Их поиски основаны на способности альдостерона регулировать транспорт ионов в клеточных мембранах, и, прежде всего, в почечных канальцах и слюнных железах. Однако, хотя работы по исследованию электролитного состава мочи при физических нагрузках имеются (G. Carraz и сотр. 1960, J. Castenfers 1967, Баранов Н. Н., 1969, П. К. Кырге, 1969, П. Е. Калугина, Л. А. Ланцберг, 1970 и др.), большинство из них проведено без параллельного определения альдостерона. Работы по исследованию закономерностей изменений электролитного состава слюны при физических нагрузках весьма малочисленны (S. Salminen, A. Kantinen 1963, J. Shannon 1967, Н. А. Асланян, Л. С. Манасян, 1967 и др.) Поэтому вопрос о возможности использования косвенных показателей минералокортикоидной функции коры надпочечников в этих условиях остается невыясненным. Решение этого вопроса имеет большое значение, так как позволило бы получать быструю информацию об изменениях минералокортикоидной функции коры надпочечников спортсменов в условиях тренировок.

Мышечная деятельность является также мощным стрессорным фактором. В связи с этим в условиях физических нагрузок важное значение имеет исследование продукции гормонов, отражающих общее функциональное состояние коры надпочечников (G. Pin, 1953, G. Carraz и сотр., 1960, Синаюк Ю. Г., 1966, М. Я. Горкин и сотр., 1962, Н. Н. Баранов, 1969, П. К. Кырге, 1969, А. А. Виру, Э. А. Виру, 1964, А. А. Виру, 1970 и др.). Представляет интерес параллельное исследование изменений этих гормонов и некоторых показателей электролитного обмена у спортсменов при физических нагрузках.

В связи с вышеизложенным основной задачей работы было исследование изменений некоторых показателей электролитного обмена у спортсменов в состоянии покоя и при физических нагрузках, зависимости этих изменений от характера работы и степени тренированности спортсмена, а также изучение некоторых сторон регуляции электролитного обмена.

#### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом исследований служили систематически тренировавшиеся пловцы и легкоатлеты, всего 174 человека. Среди испытуемых 4 мастера спорта международного класса, 46 ма-

стеров спорта, 22 кандидата в мастера спорта, 85 спортсменов первого и 17 спортсменов второго разрядов. Многие спортсмены исследованы повторно. Исследования проводили в лабораторных условиях, на местах спортивных занятий. Часть исследований выполнена в условиях учебно-тренировочного сбора сборной команды РСФСР по плаванию при подготовке к IV Спартакиаде Народов СССР (г. Москва 8. 7—3.8.1967 г.).

В качестве контрольной группы были обследованы 50 студентов Волгоградского государственного медицинского института, которые не посещали никаких спортивных секций. Возраст всех испытуемых 17 — 28 лет.

В ходе работы было проведено 5 серий исследований:

**В первой серии** исследовали влияние различных по характеру и интенсивности тренировочных нагрузок на изменения электролитного состава крови и мочи спортсменов. Исследовано 17 высококвалифицированных пловцов и 29 легкоатлетов (22 спортсмена высокого класса и 7 спортсменов второго разряда).

**Во второй серии** исследовали суточную экскрецию альдостерона и концентрацию электролитов в слюне у лиц, не занимающихся спортом, и у спортсменов в различные периоды тренировочного цикла. Исследовано 50 неспортсменов, 58 высококвалифицированных пловцов и 62 легкоатлета.

**В третьей серии исследований** изучали влияние тренировочных нагрузок недельного микроцикла на изменение электролитного состава слюны и экскрецию нейтральных 17-кетостероидов. Исследовано 27 высококвалифицированных спортсменов, членов сборной РСФСР по плаванию.

**В четвертой серии** исследований изучали воздействие тренировочных и соревновательных нагрузок на изменение электролитного состава слюны спортсменов (исследовано 48 пловцов и 37 легкоатлетов).

**В пятой серии** были проведены параллельные исследования влияния физических нагрузок на экскрецию альдостерона, нейтральных 17-кетостероидов, натрия и калия в моче и слюне 25 спортсменов.

Кровь из локтевой вены, а также из пальца брали до и после работы, мочу собирали за сутки, а также за 2—3 и 6-часовые промежутки времени до и после работы. Слюну собирали в состоянии покоя утром, натошак, а также до и после работы и на различных ее этапах.



Концентрацию натрия и калия в биологических жидкостях определяли методом пламенной фотометрии. В качестве горючего газа использовали смесь пропан-бутан-сжатый воздух. Стандартные растворы для определения электролитов крови и мочи готовили по методу, предложенному В. Н. Бриккер (1965), для определения электролитов слюны — по методу, предложенному О. В. Киреевой (1961). Концентрацию электролитов выражали в мэкв/л.

Экскрецию нейтральных 17-кетостероидов определяли колориметрически в модификации Л. Б. Шеффер и М. А. Евстифеевой (1964) и выражали в мг.

Экскрецию альдостерона определяли хроматографированием в тонком слое по методу, предложенному И. С. Челнаковой и А. С. Микошей (1971) и выражали в мкг.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИИ

В первую очередь мы провели исследование изменений электролитного состава крови у спортсменов при физических нагрузках. Колебания натрия и калия в крови играют пусковую роль в цепи действия регуляторных механизмов электролитного обмена и прежде всего, минералокортикоидной функции коры надпочечников. С другой стороны, эти изменения могут найти отражение и в моче еще до того, как минералокортикоиды вторично изменяют ее минеральный состав.

В плазме крови у высококвалифицированных пловцов при тренировке на развитие скоростной выносливости имело место снижение концентрации калия ( $p < 0,001$ ); концентрация натрия мало изменилась (табл. 1).

В моче отмечено снижение концентрации натрия и калия ( $p < 0,001$ ) и повышение величины коэффициента натрий/калий. У бегунов при аналогичной по объему тренировке на развитие скоростной выносливости изменения концентрации натрия в плазме крови не были достоверными, концентрация калия увеличивалась ( $p < 0,01$ ). В моче отмечено снижение концентрации натрия ( $p < 0,001$ ), повышение калия ( $p < 0,001$ ) и уменьшение ( $p < 0,001$ ) величины коэффициента натрий/калий (таблица 1).

При кратковременной интенсивной работе у бегунов наблюдали повышение концентрации натрия в плазме крови с  $141,2 \pm 0,74$  до  $145,0 \pm 0,64$  мэкв/л ( $p < 0,001$ ), концентрация калия до работы была  $4,91 \pm 0,09$  мэкв/л, после работы  $4,57 \pm 0,10$

Таблица 1.

Изменение концентрации натрия и калия в плазме крови спортсменов при тренировке на развитие скоростной выносливости

Специализация	Показатель Время определения	М пп	Плазма		Моча		
			натрий	калий	натрий	калий	натрий/калий
Пловцы	До тренировки	М	140,08	5,10	260,29	60,70	4,39
		п	0,86	0,06	7,78	2,68	0,20
	После тренировки	М	140,02	4,25	98,23	19,76	5,03
		п	0,74	0,06	8,77	1,23	0,38
Бегуны	До тренировки	М	141,2	4,91	206,2	60,2	3,53
		п	0,74	0,09	4,1	4,70	0,21
	После тренировки	М	143,8	5,38	170,3	85,6	2,04
		п	0,50	0,11	3,7	3,7	0,12

мэкв/л (изменения недостоверны). В моче концентрация натрия до работы была  $199,3 \pm 16,42$  мэкв/л, после работы  $179,2 \pm 11,16$  (изменения недостоверны), концентрация калия до работы  $60,2 \pm 5,13$  мэкв/л, после работы  $47,3 \pm 5,65$  мэкв/л.

При марафонском беге в цельной крови изменения электролитов мало выражены. У высококвалифицированных бегунов отмечена тенденция к повышению концентрации калия, у бегунов второго разряда — к снижению натрия. В моче у всех спортсменов найдено значительное уменьшение концентрации натрия, повышение калия и снижение величины коэффициента натрий/калий (все изменения достоверны ( $p < 0,001$ )).

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что изменения электролитов крови и мочи у спортсменов при работе зависят от ее характера. При аналогичной по объему тренировке на развитие скоростной выносливости у бегунов и пловцов в плазме крови, а также в моче отмечена различная направленность изменений концентрации калия. Малая изменчивость электролитного состава крови при такой большой работе, как марафонский бег, свидетельствует о действии регуля-



торных механизмов, стоящих на страже постоянства ионного состава внутренней среды. Важная роль в этом процессе принадлежит альдостерону.

Экскреция альдостерона у лиц, не занимающихся спортом (контрольная группа), составляла  $7,6 \pm 0,64$  мкг/сутки. У высококвалифицированных спортсменов в период высокой спортивной формы в соревновательном периоде экскреция альдостерона равнялась у пловцов  $26,9 \pm 2,93$  мкг/сутки, у бегунов  $30,0 \pm 1,70$  мкг/сутки. В конце подготовительного периода, после того, как спортсмены-пловцы преодолели большой по объему этап тренировочных нагрузок, экскреция альдостерона составляла  $11,5 \pm 3,18$  мкг/сутки. Полученные данные свидетельствуют о том, что минералокортикоидная функция у высококвалифицированных спортсменов в состоянии высокой спортивной формы повышена, тогда как после преодоления этапа больших по объему и интенсивности тренировочных нагрузок она мало отличается от экскреции у лиц, не занимающихся спортом.

Параллельно исследованию экскреции альдостерона определяли концентрацию электролитов в слюне. В соревновательном периоде концентрация натрия в слюне составляла  $8,2 \pm 0,64$  мэкв/л, калия  $26,2 \pm 1,97$  мэкв/л, коэффициент натрий/калий в слюне  $0,32 \pm 0,05$ . В конце подготовительного периода концентрация натрия в слюне составляла  $13,6 \pm 1,43$  мэкв/л, калия —  $27,6 \pm 4,79$  мэкв/л и величина коэффициента натрий/калий  $0,58 \pm 0,10$ .

Коэффициент корреляции между экскрецией альдостерона и концентрацией натрия в слюне в соревновательном периоде был равен  $-0,64$ . В конце подготовительного периода коэффициенты корреляции между экскрецией альдостерона и содержанием натрия =  $-0,74$ , коэффициентом натрий/калий  $-0,52$ . Это свидетельствует о том, что концентрация натрия и в меньшей мере коэффициент натрий/калий в слюне отражают уровень секреции альдостерона. Приведенные данные позволяют считать, что и низкие величины содержания натрия и величины коэффициента натрий/калий, определенные нами в начале подготовительного периода у высококвалифицированных спортсменов (таблица 2), обусловлены более высоким уровнем секреции альдостерона по сравнению с лицами, не занимающимися спортом.

Различия в содержании натрия и величины коэффициента натрий/калий в слюне спортсменов и лиц, не занимающихся спортом, достоверны ( $p < 0,001$ ).



**Средние величины содержания натрия, калия (мэкв/л) и коэффициента натрий/калий в слюне у лиц, не занимающихся спортом, и высококвалифицированных спортсменов в состоянии покоя**

		Натрий	Калий	Натрий/калий
Контрольная группа	мужчины	14,3 ± 0,84	21,5 ± 0,68	0,65 ± 0,04
	женщины	13,9 ± 1,28	22,8 ± 1,00	0,63 ± 0,059
Пловцы	мужчины	8,04 ± 0,51 (3,0—10,0)	26,1 ± 0,87 (20,0—37,0)	0,31 ± 0,015 (0,14—0,51)
	женщины	8,5 ± 0,25 (6,5—11,5)	24,6 ± 0,95 (17,0—32,0)	0,35 ± 0,018 (0,21—0,50)
Легкоатлеты	стайеры	9,7 ± 0,39 (7,0—15,0)	24,1 ± 0,87 (15,0—33,0)	0,39 ± 0,016 (0,31—0,55)
	спринтеры	7,3 ± 0,34 (5,0—10,0)	24,5 ± 0,54 (19,0—30,0)	0,31 ± 0,014 (0,22—0,48)

Под влиянием больших по объему тренировочных нагрузок недельного «ударного» микроцикла в слюне высококвалифицированных спортсменов имело место повышение концентрации натрия (с  $13,8 \pm 0,59$  до  $17,78 \pm 0,96$  мэкв/л у мужчин ( $p < 0,001$ ) и с  $10,54 \pm 0,55$  до  $16,6 \pm 2,27$  у женщин ( $p < 0,05$ ). Концентрация калия мало изменялась (с  $27,92 \pm 1,06$  до  $26,88 \pm 1,29$  в группе мужчин и с  $28,6 \pm 2,13$  до  $30,6 \pm 2,64$  мэкв/л в группе женщин). Коэффициент натрий/калий увеличился (с  $0,49 \pm 0,02$  до  $0,67 \pm 0,04$  ( $p < 0,001$ ) в группе мужчин и с  $0,37 \pm 0,03$  до  $0,54 \pm 0,04$  ( $p < 0,01$ ) в группе женщин). Указанным изменениям соответствовало значительное снижение суточной экскреции нейтральных 17-кетостероидов под влиянием «ударного» микроцикла (в группе мужчин с  $14,35 \pm 0,70$  мг/сутки до  $12,9 \pm 0,84$  мг/сутки, в группе женщин с  $12,32 \pm 2,12$  до  $10,3 \pm 1,43$  мг/сутки). Приведенные данные свидетельствуют о некотором снижении минералокортикоидной функции и общего функционального состояния коры надпочечников. Исследование корреляционной зависимости между указанными показателями наличия между ними связи не выявило.

При стандартной работе  $1637 \pm 52,09$  кгм (за 10 мин.) у высококвалифицированных пловцов было отмечено повышение активности минералокортикоидной функции. Оно зафиксировано и по повышению экскреции альдостерона (с  $8,81 \pm 0,58$  до  $14,51 \pm 0,73$  мкг  $p < 0,001$ ) и по снижению концентрации натрия (с  $8,16 \pm 0,74$  до  $5,83 \pm 0,61$  мэкв/л ( $p < 0,001$ ) и величины коэффициента натрий/калий в слюне (с  $0,32 \pm 0,03$  до  $0,20 \pm 0,0018$ ).

У пловцов II разряда большая тренировочная нагрузка привела к снижению экскреции альдостерона (с  $5,06 \pm 0,28$  до  $2,77 \pm 0,48$  мкг  $p < 0,01$ ). Достоверных изменений концентрации натрия в моче не обнаружено ( $209,37 \pm 9,36$  мэкв/л до работы и  $183,12 \pm 8,03$  мэкв/л после работы). Концентрация калия уменьшалась с  $91,0 \pm 5,79$  до  $36,5 \pm 3,80$  мэкв/л ( $p < 0,001$ ), величина коэффициента натрий/калий возросла с  $2,34 \pm 0,15$  до  $5,27 \pm 0,46$  ( $p < 0,001$ ).

Концентрация натрия в слюне повысилась с  $9,37 \pm 0,57$  мэкв/л до  $18,87 \pm 0,95$  мэкв/л ( $p < 0,001$ ), концентрация калия снизилась с  $23,37 \pm 1,10$  мэкв/л до  $15,56 \pm 0,55$  мэкв/л ( $p < 0,001$ ). Величина коэффициента натрий/калий увеличилась с  $0,40 \pm 0,031$  до  $1,27 \pm 0,087$  ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, в исследуемых условиях имело место снижение активности минералокортикоидной функции коры надпочечников, отмеченное как по изменению экскреции альдостерона, так и по динамике косвенных показателей (электролитного состава мочи и слюны). Одновременно наблюдали снижение экскреции 17-кетостероидов с  $5,08 \pm 0,26$  до  $3,52 \pm 0,23$  мг/6 час. Таким образом, направленность изменений минералокортикоидной функции и общего функционального состояния коры надпочечников была одинаковой.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что у пловцов как в состоянии покоя, так и при физических нагрузках изменения электролитного состава слюны отражают состояние минералокортикоидной функции коры надпочечников. Это имеет большое практическое значение, так как дает возможность в условиях тренировочных нагрузок получать быструю информацию о состоянии функции коры надпочечников.

В связи с вышеизложенным можно заключить, что малая изменчивость концентрации натрия в слюне высококвалифицированных пловцов при трехразовой тренировке в день, общим объемом в 14 км, свидетельствуют о большой устойчиво-



сти минералокортикоидной функции коры надпочечников в этих условиях. Данные этих исследований приведены в таблице 3.

Таблица № 3

Изменение содержания натрия, калия (в мэкв/л) и величины коэффициента натрий/калий в слюне высококвалифицированных пловцов при трехразовой тренировке

Показатели Время определения	М m	Мужчины		Женщины			
		натрий	калий	натрий калий	натрий	калий	натрий калий
Утром	М	9,2	21,3	0,43	8,3	21,3	0,39
до работы	m	0,35	0,57	0,02	0,41	0,99	0,02
После	М	9,5	16,6	0,59	9,3	17,8	0,51
I тренировки	m	0,57	0,92	0,04	0,89	1,43	0,05
Перед	М	8,2	22,3	0,37	8,7	21,7	0,40
II тренировкой	m	0,31	0,39	0,02	0,28	0,63	0,01
После	М	10,1	14,7	0,72	11,6	16,9	0,72
II тренировки	m	0,62	0,93	0,06	0,74	1,63	0,08
Перед	М	8,68	21,6	0,42	7,2	22,0	0,35
III тренировкой	m	0,79	0,82	0,05	0,59	0,94	0,03
После	М	9,7	14,8	0,68	10,7	15,3	0,73
III тренировки	m	0,56	0,71	0,05	1,32	0,93	0,09

Снижение концентрации калия в слюне, очевидно, связано с уменьшением концентрации этого электролита в крови, отмеченным нами при данной тренировке.

Под влиянием соревновательных нагрузок у высококвалифицированных пловцов концентрация натрия в слюне значительно возрастает (с  $9,52 \pm 0,31$  мэкв/л до  $17,79 \pm 1,88$  мэкв/л у мужчин и с  $9,5 \pm 0,53$  мэкв/л до  $22,07 \pm 3,43$  мэкв/л у женщин) Концентрация калия уменьшилась соответственно у мужчин с  $25,64 \pm 0,53$  мэкв/л до  $16,35 \pm 0,87$  мэкв/л и у женщин с  $26,07 \pm 0,69$  мэкв/л до  $15,85 \pm 1,23$  мэкв/л. Величина коэффициента натрий/калий возросла соответственно с  $0,37 \pm 0,01$  до  $1,13 \pm 0,12$  и с  $0,36 \pm 0,02$  до  $1,51 \pm 0,32$ . Все изменения статистически достоверны ( $p < 0,001$ ).

Учитывая ранее описанные нами данные о взаимосвязи концентрации натрия в слюне и экскреции альдостерона, можно полагать, что при соревновательных нагрузках имеет место некоторое снижение минералокортикоидной функции коры надпочечников.

Так же как и у пловцов, тренировочные нагрузки у бегунов приводят к значительным изменениям показателей электролитного обмена.

Исследование характера изменений электролитного состава слюны марафонцев (7 спортсменов высокого класса и 5 спортсменов II разряда) на различных этапах 42 км дистанции свидетельствует о зависимости исследуемых показателей от продолжительности работы. Концентрация натрия в слюне высококвалифицированных спортсменов до работы равнялась  $9,5 \pm 0,63$  мэкв/л, на 12-м км дистанции  $12,4 \pm 2,14$  мэкв/л, на 25-м км —  $17,7 \pm 2,4$  мэкв/л ( $p < 0,001$ ), на 35-м км —  $23,4 \pm 2,30$  мэкв/л ( $p < 0,001$ ), после работы  $26,7 \pm 2,72$  мэкв/л ( $p < 0,001$ ) по сравнению с дорабочим уровнем. Концентрация калия увеличивалась вначале ( $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ ,  $p = 0,001$ ), а после работы статистически не отличалась от исходной величины ( $21,2 \pm 1,35$ ;  $35,5 \pm 3,42$ ;  $31,3 \pm 1,4$ ;  $32,7 \pm 2,32$ ;  $25,6 \pm 2,18$  мэкв/л). Величина коэффициента натрий/калий до работы была  $0,45 \pm 0,03$ , после I этапа  $0,34 \pm 0,05$ , после II —  $0,56 \pm 0,06$ , после III —  $0,70 \pm 0,06$  ( $p < 0,01$ ) и по окончании работы  $1,05 \pm 0,1$  ( $p < 0,001$ ) по сравнению с исходным.

У бегунов второго разряда повышение концентрации натрия в слюне на всех этапах работы еще более выражено, чем у высококвалифицированных спортсменов (различия между одноименными показателями для обеих групп спортсменов после I этапа  $p < 0,05$ , после II этапа  $p < 0,01$ , после III —  $p < 0,001$  и по окончании работы  $p = 0,01$ ). Концентрация калия также постепенно росла, но после работы уменьшилась в гораздо большей степени, чем у высококвалифицированных спортсменов (разница достоверна  $p = 0,01$ ). Величина коэффициента натрий/калий постепенно повышалась и на каждом из этапов была выше, чем соответствующая величина у высококвалифицированных спортсменов ( $p < 0,01$ ,  $p = 0,01$ ,  $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ ).

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что имеется прямая зависимость между продолжительностью работы и концентрацией натрия и величиной коэффициента натрий/калий. Изменения электролитного состава слюны зависят от степени тренированности спортсменов.



Большой интерес представляют исследования электролитного состава слюны спортсменов при 4-дневном пробеге, общей протяженностью 199 км. Работа выполнялась по этапам (всего 7 этапов). В первый день испытуемые пробежали 68 км (I этап — 36 км, II этап — 32 км), во второй день—58 км (I этап 26 км, II этап—32 км), в третий день было преодолено 37 км (I этап—29 км, II этап—8 км) и в последний день один этап составил 36 км. Средняя скорость бега 1 км за 5 мин. Слюну собирали утром, до завтрака и физзарядки, после первого и второго этапов пробега и перед сном. Для получения исходных данных испытуемые были обследованы в состоянии покоя за неделю до пробега. Исследовано 13 спортсменов.

Результаты исследований представлены в таблице 4.

Полученные данные показали, что концентрация натрия, калия и величина коэффициента натрий/калий в утренней слюне бегунов увеличивались от первого дня к третьему и были особенно высокими в третий день пробега ( $p < 0,001$  по сравнению с исходными значениями). В последний день пробега исследуемые показатели снижались.

При пробегании отдельных этапов наибольшие изменения содержания натрия и величины коэффициента натрий/калий в слюне отмечены при преодолении длинных дистанций (26—36 км). Небольшая работа (8 км дистанция) мало изменяла величины исследуемых показателей.

Нами были дополнительно проанализированы результаты пробега для выявления степени развития адаптационных механизмов с ростом тренированности спортсменов. С этой целью бегуны были разделены на 2 группы по уровню тренированности, а также на основании данных анкетирования и наблюдения во время пробега. При сравнении результатов оказалось, что концентрация натрия, калия и величина коэффициента натрий/калий почти во всех случаях в слюне у мало-квалифицированных спортсменов были выше, чем у спортсменов высокой квалификации и в большинстве случаев эти различия были достоверными.

Проведенные исследования свидетельствуют о зависимости изменений электролитного состава слюны от продолжительности работы и степени тренированности спортсмена.

Учитывая литературные данные, а также полученные нами результаты при исследовании пловцов, свидетельствующие о взаимосвязи изменений натрия и величины коэффициента натрий/калий и экскреции альдостерона можно было предположить, что при длительной умеренной работе у спортсменов

Таблица 4

Изменение концентрации натрия, калия (в мэкв/л) и коэффициента натрий/калий в слюне спортсменов при сверхдальнем пробеге

Показатели	Время исследования	Утром	После I этапа пробега	После II этапа пробега	Перед сном
Натрий	Фон	11,9 ± 0,68	—	—	—
	I день пробега	16,3 ± 1,39	17,5 ± 2,71	18,0 ± 2,74	17,5 ± 2,43
	II день пробега	19,4 ± 1,92	24,9 ± 2,96	23,7 ± 2,95	16,7 ± 2,08
	III день пробега	31,4 ± 1,79	25,4 ± 3,62	13,9 ± 2,16	14,1 ± 1,31
	IV день пробега	17,4 ± 1,53	19,4 ± 2,44	—	—
Калий	Фон	24,9 ± 1,02	—	—	—
	I день пробега	24,0 ± 1,97	17,8 ± 2,07	25,7 ± 1,57	27,5 ± 2,59
	II день пробега	26,3 ± 2,76	31,0 ± 1,81	30,5 ± 1,92	29,2 ± 2,53
	III день пробега	36,4 ± 2,34	26,8 ± 2,17	22,1 ± 1,08	27,5 ± 2,10
	IV день пробега	30,2 ± 2,66	27,5 ± 1,28	—	—
Натрий калий	Фон	0,48 ± 0,02	—	—	—
	I день пробега	0,67 ± 0,036	0,99 ± 0,13	0,70 ± 0,07	0,61 ± 0,05
	II день пробега	0,83 ± 0,11	0,80 ± 0,06	0,79 ± 0,09	0,58 ± 0,06
	III день пробега	0,91 ± 0,11	0,95 ± 0,11	0,64 ± 0,11	0,51 ± 0,05
	IV день пробега	0,59 ± 0,05	0,71 ± 0,09	—	—



имеет место некоторое снижение минералокортикоидной функции коры надпочечников.

Для выяснения этого были проведены параллельные определения электролитного состава слюны, мочи, экскреции альдостерона, нейтральных 17-кетостероидов. Результаты этих исследований приведены в таблице 5.

Таблица 5

Экскреция альдостерона (в мкг/6 час.), нейтральных 17-кетостероидов (в мг/6 час), и изменение концентрации электролитов в моче и слюне (в мэкв/л) у высококвалифицированных бегунов при длительной умеренной работе

Показатели Время определения	М m	Слюна			Моча				
		натрий	калий	натрий/калий	натрий	калий	натрий/калий	альдостерон	нейтр. 17-кетостероиды
До работы	М	9,5	22,5	0,43	184,72	60,90	3,34	4,52	3,83
	m	0,34	1,60	0,02	15,96	7,17	0,53	0,53	0,23
После работы	М	15,11	26,12	0,57	155,98	88,98	1,80	8,57	2,89
	m	1,87	2,45	0,04	17,30	4,67	0,25	1,40	0,19

Приведенные данные свидетельствуют о том, что повышению концентрации натрия и величины коэффициента натрий/калий в слюне соответствовало повышение экскреции альдостерона ( $p < 0,05$ ), уменьшение концентрации натрия и коэффициента натрий/калий в моче. Другими словами, изменению экскреции альдостерона соответствовали лишь изменения электролитного состава мочи. Повышению концентрации натрия и коэффициента натрий/калий в слюне соответствовало снижение экскреции 17-кетостероидов. Особенно заметная связь между этими показателями выявилась при марафонском беге (таблица 6).

Из таблицы видно, что повышению концентрации натрия и величины коэффициента натрий/калий в слюне соответствовало снижение экскреции нейтральных 17-кетостероидов.

**Таблица 6.**  
**Изменение концентрации натрия, калия (в мэкв л),**  
**величины коэффициента натрий/калий в слюне, и экскреции**  
**нейтральных 17-кетостероидов в моче (мг/2ч) у спортсменов**  
**при марафонском беге**

Вре- мя сбора	Пока- зате- ли	Моча		Слюна	
		нейтральные 17-кетосте- роиды	натрий	калий	$\frac{\text{натрий}}{\text{калий}}$
спортсмены I разряда					
До работы		$1,4 \pm 0,11$	$10,5 \pm 0,40$	$21,7 \pm 1,12$	$0,49 \pm 0,02$
После работы		$0,51 \pm 0,05$	$25,0 \pm 2,52$	$25,5 \pm 1,93$	$1,05 \pm 0,21$
спортсмены II разряда					
До работы		$1,05 \pm 0,12$	$10,7 \pm 0,55$	$19,6 \pm 1,65$	$0,54 \pm 0,03$
После работы		$0,35 \pm 0,07$	$30,8 \pm 3,78$	$19,8 \pm 2,55$	$2,06 \pm 0,42$

Коэффициент корреляции между концентрацией натрия в слюне и величиной экскреции 17-кетостероидов был равен— 0,51, между экскрецией нейтральных 17-кетостероидов и величиной коэффициента натрий/калий в слюне — 0,65. Это свидетельствует о наличии обратной зависимости между исследуемыми показателями.

### ВЫВОДЫ

1. В плазме крови у бегунов при тренировке на развитие скоростной выносливости концентрация калия увеличивается, у пловцов — снижается, изменения концентрации натрия в обоих случаях мало выражены.

При длительной умеренной работе в крови у высококвалифицированных бегунов имеется тенденция к повышению концентрации калия, у бегунов второго разряда — к снижению концентрации натрия.

2. Содержание натрия в моче при физических нагрузках снижается у всех спортсменов. При тренировке на развитие скоростной выносливости концентрация калия в моче пловцов уменьшается, а у бегунов увеличивается. При длительной работе умеренной интенсивности содержание калия в моче у бегунов также увеличивается.



Изменения концентрации калия в моче связаны с изменениями содержания этого иона в крови.

3. Изменение содержания натрия в слюне при физических нагрузках находится в прямой зависимости от величины проделанной работы. Наиболее высокая концентрация его имеет место при наибольших по объему тренировках и во время соревнований.

Изменение содержания калия в слюне при работе зависит от специализации спортсменов. У бегунов концентрация его в слюне, как правило, повышается и лишь в конце работы может снижаться. У пловцов при тренировках концентрация этого иона в слюне уменьшается.

4. Изменения содержания ионов калия, и в особенности натрия, в слюне спортсменов при работе зависят от степени тренированности. По мере роста тренированности эти изменения менее выражены.

5. Экскреция альдостерона у спортсменов высокого класса в покое в состоянии спортивной формы повышена по сравнению с лицами, не занимающимися спортом. Поэтому концентрация ионов натрия и коэффициент натрий/калий в слюне снижены.

В период больших по объему и интенсивности физических нагрузок экскреция альдостерона уменьшается и это приводит к увеличению концентрации натрия и коэффициента натрий/калий в слюне.

6. Под влиянием стандартной работы у высококвалифицированных пловцов экскреция альдостерона несколько повышается. При этом в слюне уменьшается концентрация натрия и величина коэффициента натрий/калий. У пловцов II разряда при длительной скоростной работе экскреция альдостерона снижается. Концентрация натрия и величина коэффициента натрий/калий в слюне возрастают, содержание натрия в моче снижается.

Таким образом, у пловцов концентрация натрия и в некоторых случаях коэффициент натрий/калий в слюне отражают состояние минералокортикоидной функции коры надпочечников.

7. У бегунов при умеренной работе экскреция альдостерона повышается. В слюне содержание натрия и величина коэффициента натрий/калий повышаются, а в моче снижаются. Та-

ким образом, у бегунов изменениям экскреции альдостерона в этих условиях соответствуют лишь изменения натрия и коэффициента натрий/калий в моче.

8. Экскреция нейтральных 17-кетостероидов у спортсменов под влиянием больших тренировочных нагрузок снижается. Это снижение у пловцов совпадает со снижением экскреции альдостерона, у бегунов — с повышением его экскреции. Имеет место обратная связь между экскрецией 17-кетостероидов и содержанием натрия и величиной коэффициента натрий/калий в слюне спортсменов при марафонском беге.

**Материалы диссертации опубликованы в следующих изданиях:**

1. Сравнительные данные результатов исследования экскреции натрия и калия со слюной и мочой у пловцов и легкоатлетов под влиянием тренировки.

Материалы V научно-методической конференции по физической культуре и спорту. Волгоград 1966, стр. 156—158.

2. Некоторые данные по исследованию солевого обмена у марафонских бегунов.

Материалы IX Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханике мышечной деятельности (тезисы докладов). М., 1966, т. I, стр. 27—28.

3. Соотношение коэффициента натрий/калий в слюне и нейтральных 17-кетостероидов в моче при физических нагрузках.

В кн. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1969, стр. 194—200.

4. Изменение электролитов крови и мочи спортсменов под воздействием физических нагрузок.

Второй Всесоюзный биохимический съезд. Тезисы секционных сообщений. 9 секция. Биохимия мышц: Ташкент, 1969, стр. 62—63.

5. Изучение активности коры надпочечников пловцов во время интенсивных физических нагрузок. В кн. Вопросы физической культуры и совершенствования учебного процесса. Волгоград, 1969, стр. 230—233.

6. Об особенностях изменений функции коры надпочечников у бегунов на сверхдлинные дистанции.

В кн. Научные основы физической культуры и спорта. Материалы 2-й Поволжской конференции. Саратов, 1970, стр. 233—234.



7. Изменение содержания натрия и калия в слюне бегунов при многодневном пробеге.

В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1971, стр. 169-176 (в соавторстве с Ю. В. Сысоевым).

8. Изменение коэффициента натрий/калий в слюне пловцов в подготовительном периоде.

В сб.: Вопросы физической культуры и совершенствования учебного процесса. Волгоград, 1971, вып. II, стр. 100—102.

9. Коэффициент натрий/калий в слюне высококвалифицированных спортсменов в состоянии покоя.

В сб.: Вопросы физической культуры и совершенствования учебного процесса. Волгоград, 1971, вып. II, стр. 212—214.

10. Экскреция альдостерона у высококвалифицированных спортсменов.

Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Проблема «Биологические показатели эффективности тренировки». Львов, 1972, стр. 183—184.

8925

БИБЛИОТЕКА  
Львовского университета  
УЧЕБНО-НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА