

10120476  
С949

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

*Библиотечка*

Т.П. Сээне

**О РЕНАЛЬНЫХ И ЭКСТРАРЕНАЛЬНЫХ  
ПОТЕРЯХ ВОДЫ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ И  
ИХ РЕГУЛЯЦИИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ  
НАГРУЗКАХ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

ТАРТУ 1974

Диссертационная работа выполнена при кафедре спортивной физиологии и проблемной научно-исследовательской лаборатории по основам мышечной деятельности Тартуского государственного университета.

Научный руководитель:

кандидат биологических наук П.К.Кырге

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук Е.К.Валдман

кандидат медицинских наук и.о.проф. О.И.Имелик

Ведущее учреждение

Таллинский научно-исследовательский институт эпидемиологии, микробиологии и гигиены.

Автореферат разослан 25.III 1974 г.

Защита диссертации состоится 25.IV 1974 г. в 17<sup>30</sup> ч. на заседании совета медицинского факультета Тартуского государственного университета по присуждению ученых степеней в области физической культуры и спорта (г. Тарту, ул.Оликооли 18, главное здание университета).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Тартуского государственного университета.

Ученый секретарь ТГУ

*И. Маарос*  
/И.Маарос/

Поскольку вода и электролиты непосредственно или косвенно участвуют в регуляции всех жизненно важных функций организма, совершенно естественно, что в литературе имеется значительное число исследований, посвященных изменениям этого сектора метаболизма при физической работе.

Изменения водно-электролитного баланса, возникающие при физической нагрузке, в основном обусловлены потерей воды и электролитов с потом (П.К.Кырге, 1969). Так как литературные данные относительно адаптационных изменений экскреторной функции потовых желез при физической работе, как правило, получены в условиях воздействия на организм в качестве добавочного фактора повышенной температуры среды (J.S.Weiner, R.E.van Heyningen, 1952; C.S.Leithhead и соавт., 1958; C.S.Leithhead, 1963; T.P.Mc Conahay и соавт., 1964; R.S.Gordon, H.L.Andrew, 1965; L.G.Pugh и соавт., 1967; К.Н.Кувелин, 1971; J.P.Knochel и соавт., 1972), то и закономерности, полученные при этих исследованиях, не могут быть перенесены на спортсменов, тренирующихся в условиях умеренного климата.

Определение тотальных потерь электролитов во время физической работы, особенно у спортсменов в условиях тренировок и соревнований, весьма сложная задача. Единая пригодная для этой цели методика отсутствует. Значительные индивидуальные различия в содержании электролитов пота на различных участках тела (A.B.Hertzman, 1957;

N.B.Strudom, L.D.Holdsworth, 1968; K.J.Buetner, 1971) не позволяют судить о тотальных потерях электролитов по концентрации их в поте, собранном только с одной точки поверхности кожи.

Снижение диуреза — одного из основных показателей функционального состояния почек, отмечается при длительных тяжёлых физических нагрузках (J.Castenfora, 1967; C.P.Dancaster и соавт., 1969; П.К.Кырге, 1969; W.A.Kachadorian, R.E.Johnson, 1970). Снижение диуреза также наблюдалось и при кратковременных интенсивных напряжениях как у людей (J.A.Hellebrandt и соавт., 1936), так и у подопытных животных (H.Rydin, E.Verney, 1936). Однако часть авторов считает, что при кратковременных нагрузках снижение диуреза имеет место лишь у



нетренированных лиц, а у тренированных при аналогичном напряжении происходит повышение диуреза (Л.А.Лацберг, А.А.Некрасова, 1970; Т.Е.Калугина, Л.А.Лацберг, 1970). Авторы связывают повышение диуреза у тренированных лиц с активацией кининной системы при данном напряжении. Г.А.Глезер и К.Д.Лубун (1973) отмечают, что повышение диуреза при физических нагрузках наблюдается и у тренированных лиц, однако в условиях значительно более высоких нагрузок по сравнению с нетренированными лицами. Повышение диуреза отмечено также и при длительных напряжениях (N.Zuntz, W.Schumburg, 1901; W.A.Kachadorian, R.E.Johnson, 1970).

Часть исследователей изменения диуреза при длительной физической работе связывает, главным образом, с изменением клубочковой фильтрации (P.O.Файтельберг, 1941; W.A.Kachadorian, R.E.Johnson, 1970), другие же исследователи - с изменением реабсорбции воды в дистальных отделах нефрона и в собирательных трубках (J.Castenforts, 1967; S.Kozlowski и соавт., 1967).

Относительно действия физических нагрузок на антидиуретическую активность (АДА) плазмы в литературе имеются лишь единичные исследования. Часть авторов отметила значительное повышение АДА плазмы уже после кратковременных интенсивных напряжений (A.Baivset, P.Montastrue, 1962), согласно данным другой части исследователей 20-минутная работа умеренной интенсивности на велоэргометре не оказывала влияния на АДА плазмы, в то время как тяжелая нагрузка той же продолжительности вызывала существенное повышение АДА плазмы (S.Kozlowski и соавт., 1967). До настоящего времени нет исследований, где одновременно с изменениями водно-электролитного обмена при физических нагрузках рассматриваются изменения АДА плазмы и глюкокортикоидной функции коры надпочечников в зависимости от работоспособности организма. Поэтому мнение некоторых авторов (Г.А.Глезер, К.Д.Лубун, 1973) о том, что механизмы регуляции диуреза при физической работе, а также изменения функционального состояния почек в связи регулярной физической тренировкой весьма не ясны, вполне обосновано.

Целью настоящей работы является:

- 1) Исследовать в динамике действие продолжительного физического напряжения на потоотделение и концентрацию электролитов пота на различных участках поверхности тела;
- 2) выяснить особенности экскреторной функции потевых желез у регулярно тренирующихся спортсменов высокой квалификации;
- 3) найти на поверхности тела такой участок, где концентрация Na и K пота имела бы наиболее тесную связь со средней концентрацией соответствующего электролита и где сбор пота не мешал бы спортсмену при выполнении физической работы;
- 4) сравнить потери воды и электролитов с потом и ночью при физических нагрузках различной продолжительности и интенсивности;
- 5) исследовать изменения диуреза, особенности этих изменений, а также механизмы его регуляции (клубочковую фильтрацию, АДА плазмы и глюкокортикоидную функцию коры надпочечников) при физической нагрузке различной интенсивности и продолжительности, в зависимости от работоспособности организма;
- 6) исследовать изменения АДА плазмы и действие этих изменений на содержание воды в тканях при физических напряжениях в зависимости от уровня тренированности организма.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

##### А. Наблюдения над спортсменами

Первая серия. Обследовались 15 квалифицированных бегунов-марафонцев (I спортивный разряд, мастера спорта) во время Вьендраского марафона. Температура воздуха была 16,5°C, относительная влажность воздуха - 72%. Режим питания и питьевой режим свободные. Наблюдаемые опорожнялись мочевого пузыря за 2 часа до соревнований. Мочу на пробу перед нагрузкой собирали за полчаса до старта. Для исследования мочи во время физической работы пробы собирали в течение 2-х часов после финиширования. Пот собирали по используемой нами методике. Степень дегидратации организма определяли как в этом, так и в последующих сериях путём взвешивания с точностью ±50 г. В моче и поте опреде-



ляли концентрацию Na и K и вычисляли потерю электролитов во время работ.

Вторая серия. 18 спортсменов, имеющих III спортивный разряд, выполняли работу на велоэргометре мощностью 918 км/мин при скорости педалирования 75 оборотов в минуту. Температура воздуха в помещении была 22,0 - 23,5°C, относительная влажность - 54,6 - 57,2%. Режим питания и питьевой режим обследуемых - свободные. За I час до работы обследуемые опорожнялись мочевой пузырь, а затем сидели до самой работы. Порции мочи до нагрузки собирали непосредственно перед началом работы. Через 30 минут после нагрузки собирали вторую порцию мочи. Пот собирали в 7 различных участках поверхности тела через каждые 30 минут. Кровь брали из локтевой вены непосредственно перед нагрузкой и через 1-3 минуты после нагрузки. В плазме крови, моче и поте определяли концентрацию Na и K. На основании величин диуреза и потери пота вычисляли потерю жидкости и электролитов с мочой и потом во время работы. Оглюкокортикоидной функцией коры надпочечников судили по экскреции 17-оксикортикостероидов.

Третья серия. 12 высококвалифицированных спортсменов, регулярно тренирующихся по видам спорта на выносливость в течение 90 минут совершали работу на велоэргометре мощностью 918 км/мин со скоростью педалирования 75 оборотов в минуту. Температура воздуха в помещении была 22,0 - 23,5°C, относительная влажность - 54,6 - 57,2%. Ход обследования был аналогичен описанному во 2 серии.

Четвертая серия. 20 спортсменов, регулярно тренирующихся на выносливость (с установленной предварительно работоспособность 1687 ± 53,1 км/мин), совершали на велоэргометре 20-минутную работу. Мощность работы устанавливалась индивидуально и соответствовала работоспособности обследуемого при частоте сердечных сокращений 170 раз в минуту. Скорость педалирования составляла в этой серии, а также и в последующих сериях 70 оборотов в минуту. Температура воздуха помещения была 22,3±0,15°C, относительная влажность - 49,8±0,79%. За два часа до начала опыта обследуемые съели 2 бутер-

брода с сыром к выпивали 1 стакан чая. За 1 час до работы обследуемые опорожняли ночевой пузырь, выпивали воды 3 мл на 1 кг веса тела и сидели до начала опыта. Непосредственно до работы собирали порцию мочи. Через 30 минут после работы собирали вторую порцию мочи.

Кровь для анализов брали непосредственно перед и через 1-3 минуты после нагрузки. Пот собирали с лумбальной области. В плазме крови определяли содержание АДА, Na, K и креатина. В поте - концентрации Na и K, а также вычисляли общую потерю электролитов с потом и коэффициент Na/K. В моче экскрецию 17-оксикортикостероидов, концентрации Na, K и креатинина. Вычисляли коэффициент Na/K, экскрецию 17-оксикортикостероидов на 1 мг креатинина в час. Кроме того, экскрецию Na, K и креатинина в час. Клиренс эндогенного креатинина выражали к  $1,73 \text{ м}^2$  поверхности тела.

Пятая серия. 9 спортсменов, принявших участие в 4-й серии опытов (с предварительно установленной средней работоспособностью -  $1687 \pm 53,1 \text{ кгм/мин}$ ), в течение 20 минут выполняли работу на велоэргометре мощностью, соответствующей 40% от их работоспособности, при частоте сердечных сокращений 170 раз в минуту. Температура воздуха помещения была  $25,1 \pm 0,49^\circ\text{C}$ , относительная влажность - 51,6%. Режим питания и питьевой режим, методика взятия проб и проведенные исследования соответствовали подобным в 4 серии.

Шестая серия. 13 обследуемых совершали работу на велоэргометре с повышающимися нагрузками до тех пор, пока испытуемый был в состоянии педалировать в заданном темпе.

Первая нагрузка составляла 50 вт, через каждые 3 минуты нагрузку повышали на 50 вт. Средняя проделанная работа и время, потраченное на нее, были в этой группе соответственно  $9738,4 \pm 302,7 \text{ кгм}$ ; 12 мин. 28 сек. Температура воздуха помещения была  $22,0 - 23,5^\circ\text{C}$ , относительная влажность 54,6 - 57,2%. Питьевой режим, режим питания, методика взятия проб и проведенные исследования были аналогичны исследованиям в 4 серии.

Седьмая серия. 8 обследуемых совершали ту же рабо-



ту, как в 6 серии. Средняя проведенная работа и время, потраченное на нее составляли в этой группе соответственно  $15334,0 \pm 1247,3$  кгм; 16 мин 23 сек. Температура воздуха помещения была  $22,0 - 23,5^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность -  $54,6 - 57,7\%$ . Питьевой режим, режим питания, методика взятия проб и проведенные исследования были такими же, как в 4 серии.

Восьмая серия. II обследуемых совершали работу на велоэргометре с повышающимися нагрузками до тех пор, пока испытуемый был в состоянии педалировать в заданном темпе. Первая нагрузка составляла 50 вт, через каждые 2 минуты нагрузку повышали на 50 вт. Совершенная работа и потраченное на это время равнялись соответственно  $14777,5 \pm 951,7$  кгм; 13 мин. Температура воздуха помещения была  $22,0 - 23,5^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность -  $54,6 - 57,2\%$ . Режим питания и питьевой режим свободные. За I час до начала опыта обследуемые опорожнялись ночевой пузырь и сидели до момента приступа к работе. Пробу мочи собирали непосредственно перед работой и через 30 минут после нагрузки. В плазме крови определяли концентрации Na и K, содержание воды и АДА. В моче - концентрации Na и K, а также экскрецию 17-оксикортикостероидов.

Девятая серия. II обследуемых совершали на велоэргометре работу с возрастающей через каждую 2 минуты мощностью по 50 вт. до сердечных сокращений 170 раз в минуту. Все II спортсменов участвовали в 4 серии опытов (средняя работоспособность  $1687 \pm 53,1$  кгм/мин). Температура воздуха помещения была  $22,0 - 23,5^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность -  $54,6 - 57,2\%$ . Питьевой режим и режим питания те же, что в 4 серии. У обследуемых собирали мочу и проводили исследования, как в 4 серии.

Десятая серия. I3 обследуемых совершали на велоэргометре работу с возрастающей через каждую 2 минуты мощностью по 50 вт. до сердечных сокращений 170 раз в минуту. Температура воздуха помещения была  $22,0 - 23,5^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность -  $54,6 - 57,2\%$ . Питьевой режим и режим питания свободные. У обследуемых собирали пробы и проводили исследования, как в 8 серии.



## Б. Опыты на крысах

Для опытов выбирали крыс, способных бегать на тротуаре. Тренировка заключалась в беге со скоростью 27 метров в минуту. Опыт начинался бегом в течение 5 минут, затем нагрузку ежедневно повышали на 5 минут, доводя ее до 150 минут. Продолжительность тренировки была 4 месяца, общий километраж составлял 61 км. По истечении 48 часов после последней тренировки, тренируемых крыс подразделяли на три группы (контрольная группа:  $n = 7$ , вес  $355,0 \pm 13,6$  г; 15-минутный бег:  $n = 3$ , вес  $411,0 \pm 15,2$  г; 150-минутный бег:  $n = 8$ , вес  $354,0 \pm 28,1$  г). Нетренированных животных подразделяли на 2 группы (контрольная группа:  $n = 7$ , вес  $329,8 \pm 11,4$  г; 15-минутный бег:  $n = 10$ , вес  $314,0 \pm 2,5$  г).

Животных, получивших нагрузку, деканетировали через 1 минуту после нагрузки. В плазме крови определяли АДА, концентрацию натрия и содержание воды. Содержание воды определяли также в сердечной мышце и бедренной мышце задней конечности. Содержание воды в скелетных мышцах у части животных определяли отдельно в мышцах, состоящих преимущественно из красных волокон (*m. quadriceps femoris*) и мышцах состоящих преимущественно из белых волокон (*m. sartorius*). Температура воздуха помещения была  $22,0-23,5^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность -  $54,6-57,2\%$ .

Тренировки по плаванию начинали 30-минутной нагрузкой. Через каждые 3 дня нагрузку повышали на 10 минут. Тренировки проводили 5 раз в неделю в течение 6 недель. По истечении 48 часов после последней тренировки тренируемые крысы были разделены на контрольную группу ( $n = 5$ , вес  $209,2 \pm 20,0$  г.), группу с 90-минутным плаванием ( $n = 5$ , вес  $197,6 \pm 12,1$  г.) и группу с плаванием до предельной длительности ( $n = 10$ , вес  $223,1 \pm 11,7$  г., средняя продолжительность плавания 22 часа 40 минут). Нетренированных животных подразделяли на контрольную группу ( $n = 8$ , вес  $275,8 \pm 12,4$  г.), группу с 15-минутным плаванием ( $n = 7$ , вес  $288,3 \pm 18,3$  г.), группу с 90-минутным плаванием ( $n = 7$ , вес  $293,4 \pm 14,3$  г.) и группу с плаванием до предельной длительности ( $n = 8$ , вес  $290,17 \pm 18,12$  г.), средняя продолжительность плавания 17

часов 04 минуты). Животных декаптеввали через 1-2 минуты после нагрузки. Кроме того, проводились такие же анализы плазмы крови и мышечных тканей, как и в первой серии опытов. Температура воды была 33-34°C.

#### В. М е т о д и к а п р о в е д е н и я а н а л и з о в

Сбор пота проводили с помощью обеззоленных фильтров, полосками диаметром 2,8 см. Пять слоев фильтра складывали в пластмассовые капсулы, которые накладывали на коку, предварительно вымыв дистиллированной водой и вытернув марлевым тампоном. Пот собирали в 7-и различных местах: 1) с поверхности лба; 2) средней части внутренней поверхности плеча; 3) средней части внутренней поверхности бедра; 4) с поверхности грудной области, вправо от медиальной линии, парастернально, на уровне третьего межреберья; 5) с поверхности спины, паравертебрально на уровне 5-6-го грудного позвонка; 6) с поверхности живота, в области правого гипохондриума по мамиллярной линии; 7) с поверхности спины по скапулярной линии, на уровне 3-го лумбального позвонка. Пот с указанных мест собирали во время работы через каждые 30 минут, причем всего брали 21 пробу. Через каждые 30 минут пробы взвешивали в герметически закрытых пробирках на электрических весах с точностью  $\pm 0,1$  мг. После этого разводили дистиллированной водой 1:30. Пробы регулярно взбалтывали и по истечении суток на пламенном фотометре (фирмы ФЭБ Карл Цейсс модель III) определяли концентрацию натрия и калия.

Определение АДА плазмы крови. Для определения АДА плазмы крови по методу J.Heller, J.Stulc, (1959) использовали крыс самок линии Вистар весом 90-140 г. В течение одного месяца крысы находились на специальной богатой белками диете. Для определения АДА плазмы у обследуемых спортсменов использовали 1 мл плазмы, в опытах на животных 0,2-0,5 мл которую вводили внутривенно. АДА плазмы калькулировали планметрическим путем на основании единиц действия питуитрина. Ошибка методики при 1,25 мкед -  $\pm 0,32$  мкед; при 2,0 мкед -  $\pm 0,5$  мкед и при 5,0 мкед -



-1,3 мкед.

Концентрацию креатинина в плазме и моче определяла по модифицированной методике R. Henry (1964). Оптическую плотность определяли при помощи ФЭК-56И (490 нм.).

Концентрацию натрия и калия определяли методом пламенной фотометрии (фотометр фирмы ФЭБ Карл Цейсс модель III) по общепринятому методу В.Н. Бриккер (1963). Концентрацию натрия в плазме определяли при разведении 1:100 и в моче - 1:100, концентрацию калия соответственно при разведении 1:20 и 1:200.

Экскреции 17-оксикортикостероидов определяли по методу Редди в модификации Брауна (1955).

рН мочи определяли при помощи рН-340.

Содержание воды в плазме крови, скелетной и сердечной мышцах определяли путем виссуливания исследуемого материала при 104°C до постоянного веса. Все пробы взвешивали на электрических весах с точностью -0,1 мг.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

##### А. Наблюдения над спортсменами

Изменения потоотделения и концентрации электролитов пота. В результате исследования выяснили, что в обеих группах на 60-ой минуте интенсивность потоотделения была значительно ниже интенсивности наблюдаемой на 30-ой минуте. При дальнейшем продолжении работы потоотделение существенно не изменяется (таблица I). Местом, наиболее быстро реагирующим и отличающимся самым высоким потоотделением, является лоб (в обеих группах). Местом наиболее низкого потоотделения является бедро (рис.2). Хотя потоотделение на всех обследуемых участках тела у квалифицированных спортсменов преобладало уровень потоотделения у спортсменов III разряда, статистически достоверное различие между группами наблюдалось лишь в потоотделении на спине ( $P < 0,05$ ) и на плече ( $P < 0,01$ ). Полученные результаты показывают, что концентрация натрия в поте у высококвалифицированных спортсменов была значительно ниже в течение всего периода работы ( $P < 0,01$ ; таблица I). Эта закономерность наблюдалась на всех обследуемых



Таблица I

Изменения среднего потовыделения и концентрации электролитов поверхности тела

Показатель и группа	30 мин.		60 мин.		90 мин.					
	мг	мэкв/л	мг	мэкв/л	мг	мэкв/л				
Высококвалифицированные спортсмены	12	157,76 <sup>±</sup> ±3,20	30,62 <sup>±</sup> ±0,61	5,77 <sup>±</sup> ±0,61	237,50 <sup>±</sup> ±22,59	31,47 <sup>±</sup> ±4,01	5,12 <sup>±</sup> ±0,47	233,15 <sup>±</sup> ±28,27	28,85 <sup>±</sup> ±2,59	5,08 <sup>±</sup> ±0,63
	18	138,00 <sup>±</sup> ±17,25	60,55 <sup>±</sup> ±3,59	7,95 <sup>±</sup> ±0,87	196,63 <sup>±</sup> ±9,84	63,71 <sup>±</sup> ±5,14	7,03 <sup>±</sup> ±0,58	196,88 <sup>±</sup> ±11,36	59,85 <sup>±</sup> ±3,78	6,21 <sup>±</sup> ±0,47

Примечание: I) Все результаты в таблицах даны как средние значения со стандартной ошибкой

2) Данные, которые статистически достоверны отмечаются от исходных

Х - P < 0,05  
XX - P < 0,01

3) I до нагрузки  
II после нагрузки

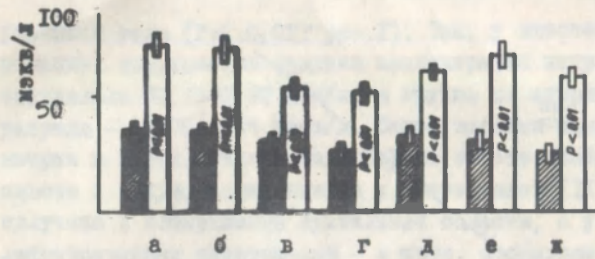


Рис. 1

Концентрация натрия в поте на различных участках тела

Обозначение на рис. 1 и 2:

а - лоб; б - плечо; в - бедро; г - грудь; д - спина; ж - живот; з - лумбальная область.

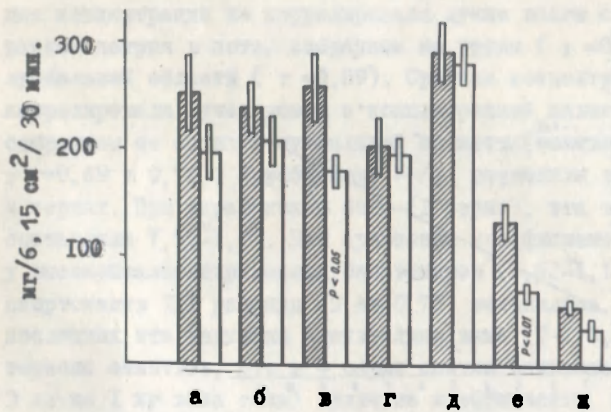


Рис. 2

Потоотделение на различных участках тела

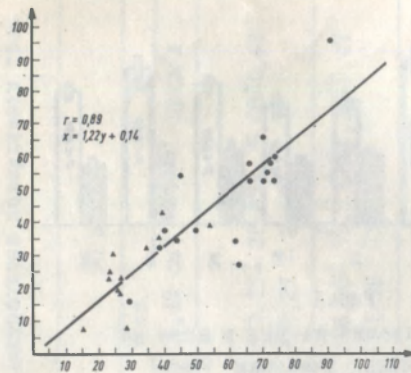


Рис. 3

Связь между средней концентрацией натрия пота и концентрацией натрия пота лумбальной области

Обозначения на рис. 3 и 4:

▲ - высококвалифицированные спортсмены

● - третьеразрядники

абсцисса - средняя концентрация натрия мэкв/л

ордината - концентрация натрия пота лумбальной области мэкв/л

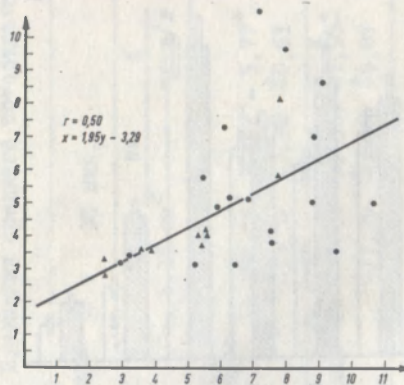


Рис. 4

Связь между средней концентрацией калия пота и концентрацией калия пота лумбальной области

абсцисса - средняя концентрация калия мэкв/л

ордината - концентрация калия пота лумбальной области мэкв/л



участках тела ( $P < 0,01$ ; рис.1). Так, у высококвалифицированных спортсменов средняя концентрация натрия в поте составляла  $30,15 \pm 2,92$  мэкв/л, в группе же спортсменов III разряда -  $62,06 \pm 4,04$  мэкв/л. Самая высокая концентрация натрия в обеих группах содержалась в поте, собранном на животе и груди, самая низкая у спортсменов III разряда получена с поверхности лумбальной области, а у высококвалифицированных спортсменов - в поте, собранном на бедре и лумбальной области (рис.1). Самая высокая концентрация калия в обеих группах была в поте, собранном за первые 30 минут работы. Средняя концентрация калия в поте, собранном по всей поверхности тела у высококвалифицированных спортсменов составляла  $5,31 \pm 0,50$  мэкв/л, а в группе спортсменов III разряда -  $6,96 \pm 0,48$  мэкв/л. Достоверные различия в концентрации калия между группами были в поте собранном за два первых 30-минутных периода работы ( $P < 0,05$ ; таблица 1). Самая высокая концентрация калия в поте зарегистрирована на животе и плече в обеих группах, а самая низкая - на лбу и в лумбальной области. Средняя концентрация Na коррелировала лучше всего с концентрацией натрия в поте, собранном на груди ( $r = 0,91$ ) и в лумбальной области ( $r = 0,89$ ). Средняя концентрация K коррелировала лучше всего с концентрацией калия в поте, собранном со спины и лумбальной области (соответственно  $r = 0,69$  и  $0,50$ ). Коэффициент Na/K вычисляли в 1, 2, 3 и 4 сериях. При марафонском беге (1 серия), эта величина составляла  $7,55 \pm 1,22$ . При сравнении коэффициента Na/K у высококвалифицированных спортсменов ( $6,62 \pm 1,10$ ) и у спортсменов III разряда ( $9,44 \pm 0,73$ ) выяснилось, что у последних эта величина значительно выше ( $P < 0,01$ ). Интересно отметить, что в 4 серии опытов (питьевой режим 3 мл на 1 кг веса тела) величина коэффициента Na/K во время работы оказалась наивысшей ( $16,00 \pm 3,35$ ).

Изменения в антидиуретической активности плазмы крови. Исследования проводились в 4, 5, 6, 7, 8 и 10 сериях опытов (рис.5). Повышение АДА плазмы крови ( $P < 0,01$ ) было зарегистрировано после 20-минутной тяжелой работы (4 серия). В остальных сериях статистически достоверных изменений АДА плазмы крови не отмечено (рис.5).

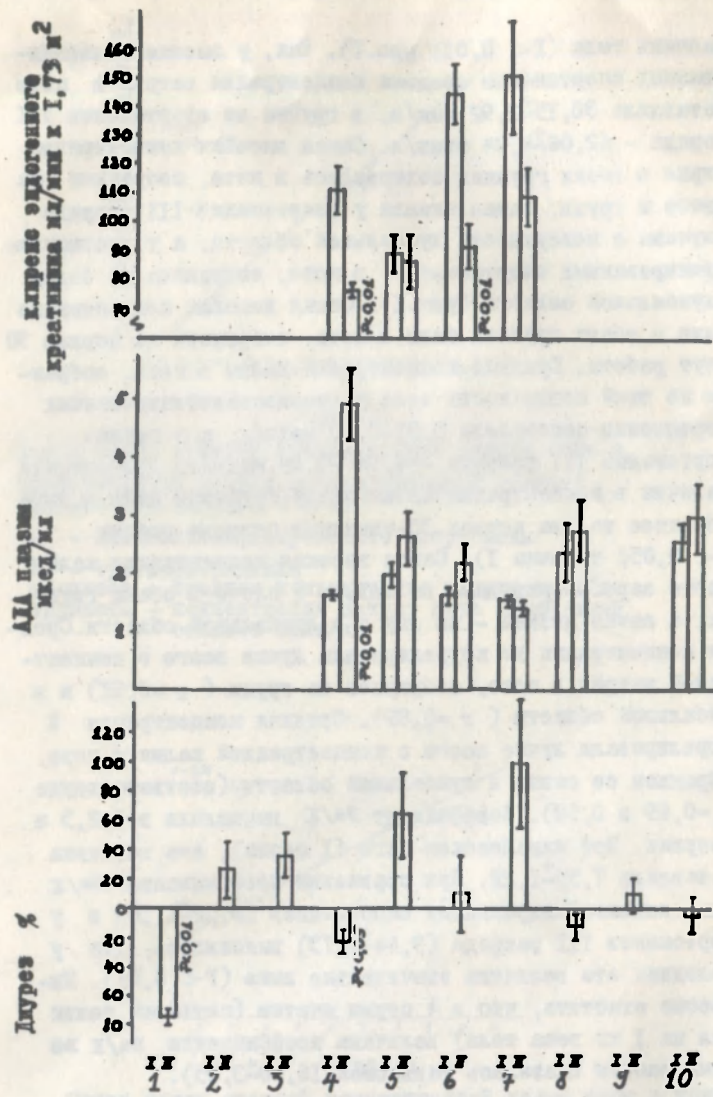


Рис. 5

Изменения диуреза, АДА плазмы и клиренса  
эндогенного креатинина

Обозначение на рис. 5 - 7: I - 10 серия опытов;  
II - после нагрузки



У спортсменов с низкой работоспособностью (6 серия) при работе с возрастающими нагрузками отмечалась тенденция к повышению АДА плазмы крови, в группе же спортсменов с высокой работоспособностью (7 серия) при такой же нагрузке преобладали случаи понижения АДА плазмы. Исходные величины АДА плазмы крови при свободном питьевом режиме (8, 10 серии) были несколько выше по сравнению с этими же величинами в опытах при питьевом режиме 3 мл на 1 кг веса тела (4, 5, 6 и 7 серии). Так, в 8 и 10 сериях опытов исходная величина АДА плазмы крови составляла соответственно  $2,32 \pm 0,24$  и  $2,07 \pm 0,14$  мкед/мл, а в 4, 5, 6 и 7 сериях соответственно  $1,61 \pm 0,10$ ;  $1,95 \pm 0,23$ ;  $1,63 \pm 0,16$  и  $1,54 \pm 0,09$  мкед/мл. При свободном питьевом режиме (8 серия) перед нагрузкой отмечалось наличие тесных коррелятивных связей между величиной АДА плазмы крови и экскрецией 17-оксикортикостероидов ( $r = -0,79$ ), а также между содержанием в плазме воды и величиной АДА плазмы крови ( $r = -1,0$ ). После 20-минутной легкой нагрузки (5 серия) зарегистрирована зависимость между изменениями величины АДА и изменениями экскреции 17-оксикортикостероидов ( $r = -0,73$ ), а также между уровнем АДА плазмы после нагрузки и работоспособностью ( $r = -0,73$ ) при работе с возрастающими нагрузками (6 серия).

Изменения экскреции 17-оксикортикостероидов. Исследования проводились в каждой серии опытов (рис. 6). Понижение экскреции 17-оксикортикостероидов было отмечено после марафонского бега ( $50,0 \pm 17,9\%$ ;  $P < 0,05$ ), а также после работы с возрастающими нагрузками ( $21,2 \pm 8,0\%$ ;  $P < 0,05$ ; 8 серия). Понижение экскреции 17-оксикортикостероидов после последней нагрузки коррелировалось с экскрецией натрия ( $r = -0,82$ ) и концентрацией натрия в плазме крови ( $r = -0,73$ ). Интересно отметить, что при свободном питьевом режиме (8 серия) экскреция 17-оксикортикостероидов перед нагрузкой была значительно выше ( $230,9 \pm 19,5$  мкг/час), чем в случаях при питьевом режиме 3 мл на 1 кг веса тела ( $355,0 \pm 33,2$  мкг/час;  $P < 0,01$ ). 20-минутная тяжелая работа, выполненная при питьевом режиме 3 мл на 1 кг веса тела (4 серия) понизила экскрецию 17-оксикортикостероидов на  $22,0 \pm 8,5\%$  ( $P < 0,05$ ). При такой нагрузке отмечено на-



личие корреляции между экскрецией 17-оксикортикостероидов после нагрузки и понижением уровня АД в плавни крови ( $r = -0,71$ ), а также экскрецией калия ( $r = -0,51$ ).

Клиренс креатинина определяли в 4, 5, 6 и 7 сериях опытов (рис. 5). В то время как после 20-минутной тяжелой нагрузки (4 серия) и работы с возрастающими нагрузками у спортсменов с низкой работоспособностью (6 серия) имело место достоверное понижение клиренса ( $P < 0,01$ ), в остальных сериях опытов существенных изменений не отмечалось. При 20-минутной тяжелой работе (4 серия) наблюдалось понижение клиренса  $111,8 \pm 7,65$  мл/мин  $\rightarrow$   $76,97 \pm 4,75$  мл/мин. У спортсменов с низкой работоспособностью (6 серия) понижение клиренса было  $147,7 \pm 10,78$  мл/мин  $\rightarrow$   $90,25$  мл/мин.

Изменения диуреза регистрировались в каждой серии опытов (рис. 5). Достоверное понижение диуреза ( $P < 0,01$ ) наблюдалась после марафонского бега (1 серия) и после 20-минутной тяжелой работы (4 серия). После марафонского бега диурез понижался на 75,54%, после 20-минутной тяжелой работы - на 20,81%. Многие нагрузки вызвали тенденцию к повышению диуреза. При свободном питьевом режиме у спортсменов III разряда после 90-минутной работы (2 серия) наблюдалась тенденция к повышению диуреза на 27,59%, а у квалифицированных спортсменов при той же нагрузке (3 серия) - на 35,48%. При питьевом режиме 3 мл на 1 кг веса тела после 20-минутной легкой работы (5 серия) зарегистрирована тенденция к повышению диуреза на 65,64%, у спортсменов с низкой работоспособностью при работе на велоэргометре с возрастающими до отказа нагрузками (6 серия) - на 11,06%, а у спортсменов с более высокой работоспособностью после той же нагрузки (7 серия) - на 101,27%. После работы с возрастающими нагрузками (до 170 сердечных сокращений в минуту) отмечена тенденция к повышению диуреза на 10,07%. Если при свободном питьевом режиме исходная величина диуреза составляла  $74,0 \pm 13,79$  мл/час (1 серия),  $42,64 \pm 6,06$  мл/час (2 серия),  $60,30 \pm 9,05$  (3 серия),  $52,43 \pm 5,21$  мл/час (8 серия) и  $42,75 \pm 4,21$  мл/час (10 серия), то в сериях опытов при водном режиме (3 мл на 1 кг веса тела) исходные величины диуреза

были выше:  $102,68 \pm 15,10$  мл/час (4 серия),  $71,93 \pm 9,46$  мл/час (6 серия),  $55,88 \pm 6,40$  мл/час (7 серия) и  $86,64 \pm 17,30$  мл/час (9 серия). При свободном режиме величина диуреза перед нагрузкой (10 серия) коррелировалась с величиной АДА плазмы крови ( $r = -0,64$ ), экскрецией 17-оксикортикостероидов ( $r = 0,76$ ), экскрецией натрия и калия (соответственно  $r = -0,88$  и  $0,71$ ), а также с содержанием воды в плазме крови. В этой же серии опытов после нагрузки наличие корреляции отмечено между величиной диуреза и содержанием АДА в плазме крови ( $r = -0,62$ ), экскрецией 17-оксикортикостероидов ( $r = 0,65$ ), а также содержанием воды в плазме крови ( $r = -0,59$ ). Чем выше была работоспособность организма, тем выше были и величины диуреза после работы ( $r = -0,68$ ).

При водном режиме (3 мл на 1 кг веса тела) до работы (4 серия) наличие корреляционных связей отмечено, между диурезом с одной стороны, и экскрецией 17-оксикортикостероидов ( $r = 0,74$ ), АДА плазмы крови ( $r = -0,85$ ), концентрацией в моче натрия, калия и креатинина (соответственно  $r = -0,76$ ;  $-0,81$  и  $-0,89$ ), а также экскрецией натрия ( $r = -0,63$ ), с другой стороны. После 20-минутной тяжелой работы в этой же серии опытов диурез коррелировался с экскрецией 17-оксикортикостероидов ( $r = 0,89$ ), АДА плазмы крови ( $r = -0,51$ ), концентрацией калия и креатинина (соответственно  $r = -0,50$  и  $-0,79$ ), а также с экскрецией натрия ( $r = 0,80$ ). Наиболее тесная корреляционная зависимость в этой серии опытов зарегистрирована между диурезом и выраженной на 1 мг креатинина экскрецией 17-оксикортикостероидов ( $r = 0,94$ ). Если в группе спортсменов с низкой работоспособностью после кратковременной интенсивной работы (6 и 7 серии) диурез лучше всего коррелировался с некоторыми показателями функции почек (экскрецией натрия, концентрацией натрия в моче, клиренсом креатинина), то в отношении гормональных факторов регулирующих функцию почек, отмечалось противоположное положение. Так, величина диуреза после нагрузки находилась в более тесной корреляционной связи с экскрецией 17-оксикортикостероидов и АДА плазмы крови в группе спортсменов с высокой работоспособностью (7 серия).

Более низкие величины диуреза, отмеченные после марафо-

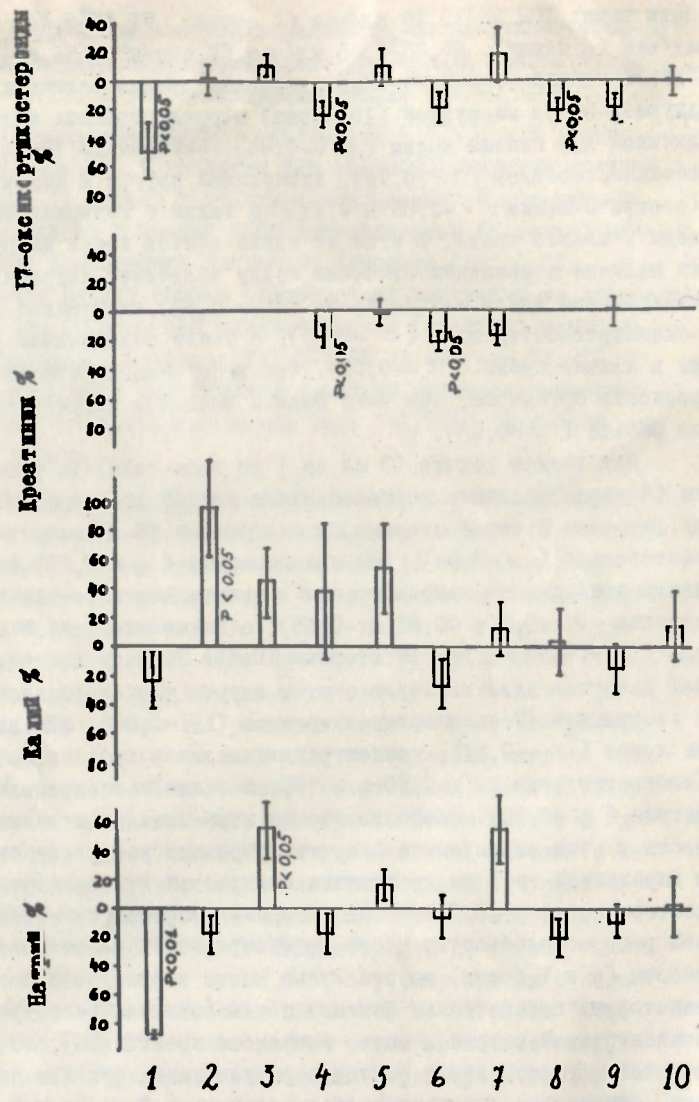


Рис. 6

Изменения экскреции натрия, калия, креатинина и 17-оксикортикостероидов



ского бега, были также связаны с экскрецией 17-оксикортикостероидов и пониженной экскрецией натрия и калия (соответственно  $r = -0,96$ ;  $0,90$  и  $0,99$ ).

pH мочи определяли в 3, 4, 5, 6, 7 и 9 сериях опытов (таблица 2). При всех нагрузках была отмечена тенденция к снижению pH; исключение составляли высококвалифицированные спортсмены после 90-минутной работы (3 серия), у которых одновременно с повышением диуреза отмечен несущественный сдвиг pH мочи в щелочном направлении. Если при свободном водном режиме (3 серия) pH мочи перед нагрузкой составляла  $5,47 \pm 0,08$ , то при водном режиме 3 мл на 1 кг веса тела (9 серия) эти величины были выше ( $6,06 \pm 0,17$ ). Как до нагрузки ( $r = -0,44$ ), так и после нагрузки ( $r = -0,51$ ) отмечено наличие корреляционной зависимости между pH и АДА плазмы крови.

Концентрацию креатинина в моче определяли в 4, 5, 6, 7 и 9 сериях опытов. Сдвиги при всех исследуемых нагрузках оказались несущественными (таблица 2).

Экскреция креатинина существенно понижалась ( $P < 0,05$ ) при 20-минутной тяжелой работе на велоэргометре (4 серия) и во время работы с возрастающими нагрузками у спортсменов с низкой работоспособностью (6 серия). Остальные нагрузки не оказали существенного влияния.

Изменения концентрации калия и натрия в моче определяли в каждой серии опытов (таблица 2). Пониженная концентрация натрия была отмечена после марафонского бега ( $P < 0,01$ ), у спортсменов III разряда - после 90-минутной нагрузки ( $P < 0,05$ ), после 20-минутной работы в 5 серии опытов ( $P < 0,05$ ) и у спортсменов с высокой работоспособностью (7 серия) после возрастающих нагрузок ( $P < 0,05$ ). В остальных сериях опытов изменения оказались несущественными.

Повышение концентрации калия было зарегистрировано после марафонского бега ( $P < 0,01$ ). Изменения после остальных нагрузок были недостоверными.

В опытах при питьевом режиме 3 мл на 1 кг веса тела (4 серия) отмечено наличие корреляции между АДА плазмы до нагрузки и концентрацией натрия в моче, а также концентра-

Таблица 2

Изменения содержания электролитов, креатинина, Na/K и рН

Серия опытов	Плазма		H <sub>2</sub> O %	Моча					
	Na мэкв/л	Креатинин мкг/мл		Na мэкв/л	Креатинин мг/100 мл				
1	I	-	-	208,83±9,19	46,28±7,64	-	4,92±0,57	-	
	II	-	-	117,50±3,48	115,96±5,80	-	1,03±0,14	-	
2	I	145,76±1,69	4,69±0,11	-	-	181,00±9,32	56,93±6,62	3,76±0,38	
	II	148,61±1,49	5,00±0,09	-	-	141,46±3,88	80,46±9,72	2,31±0,30	
3	I	170,11±1,32	2,11±0,07	-	-	163,50±10,63	72,54±1,77	2,77±0,70	
	II	148,00±1,64	5,47±0,09	-	-	167,27±12,76	75,17±12,66	3,96±1,28	
4	I	-	-	10,70±0,20	-	140,31±11,85	37,63±5,46	1,15,76±15,52	6,31±1,16
	II	-	-	12,50±0,30	-	131,10±10,79	46,78±6,44	132,41±15,13	3,64±0,66
5	I	-	-	10,76±0,30	-	147,11±3,20	60,12±9,77	2,00±0,00	2,00±0,00
	II	-	-	11,00±0,50	-	121,77±8,14	71,98±6,24	97,16±16,32	1,81±0,20
6	I	131,20±0,66	4,78±0,13	9,32±0,25	-	165,75±6,11	55,84±5,65	133,65±13,04	3,35±0,34
	II	136,00±1,01	5,11±0,37	12,66±0,65	-	148,69±10,05	43,68±9,02	126,88±17,37	5,50±1,26
7	I	135,65±2,28	4,33±0,18	8,66±0,75	-	164,62±5,39	32,11±3,10	160,68±15,48	3,63±0,73
	II	136,37±1,75	4,43±0,15	10,98±1,04	-	133,37±7,85	43,72±13,38	95,75±21,88	5,01±1,13
8	I	140,15±2,11	5,36±0,11	-	91,65±0,12	167,81±10,11	74,69±11,46	-	-
	II	141,47±2,12	5,11±0,12	-	90,13±0,15	149,18±12,55	78,83±12,48	-	-
9	I	-	-	-	-	175,18±10,74	27,04±5,11	93,72±11,89	10,97±1,03
	II	147,11±3,01	5,21±0,21	-	-	144,00±15,55	21,20±5,75	95,54±16,25	11,65±2,02
10	I	145,76±1,77	5,14±0,17	-	90,84±0,16	161,85±16,10	76,62±0,65	-	-
	II	-	-	-	-	-	-	-	-

I - до напряжения; II - после напряжения

цией калия в моче (соответственно  $r = 0,68$  и  $0,53$ ). Достоверная зависимость была отмечена между концентрациями калия и креатинина в моче ( $r = 0,81$ ). После нагрузки также отмечено наличие корреляции между АДА плазмы и концентрацией калия в моче ( $r = 0,55$ ).

Изменения экскреции натрия и калия регистрировали в каждой серии опытов (рис.6). Марафонскому бегу сопутствовало понижение экскреции натрия ( $P < 0,01$ ). Как 90-минутная работа у высококвалифицированных спортсменов (3 серия), так и 20-минутная легкая работа (5 серия), а также работа, с возрастающими нагрузками у спортсменов с высокой работоспособностью (7 серия) вызвали некоторую тенденцию к повышению экскреции натрия. Для экскреции калия при всех нагрузках было характерно наличие очень значительных внутригрупповых колебаний, в результате чего изменения оказались несущественными. Между экскрецией натрия и АДА плазмы крови при питьевом режиме 3 мл на 1 кг веса тела перед работой (4 серия) зарегистрировано наличие корреляционной связи ( $r = -0,65$ ). После возрастающих нагрузок экскреция натрия коррелировалась с экскрецией 17-оксикортикостероидов, как у спортсменов с низкой работоспособностью (6 серия), так и у спортсменов с высокой работоспособностью (7 серия) соответственно ( $r = 0,68$  и  $0,70$ ). Экскреция натрия в обеих группах находилась в корреляционной связи с показателем клиренса креатинина ( $r = 0,84$  и  $0,80$ ). Между экскрецией натрия и АДА плазмы крови в обеих группах было также отмечено наличие корреляционной связи (соответственно  $r = -0,69$  и  $-0,85$ ).

Изменения коэффициента Na/K в моче. Понижение коэффициента Na/K ( $P < 0,01$ ) зарегистрировано после марафонского бега (1 серия) и у спортсменов III разряда после 90-минутной работы (2 серия). В других сериях опытов изменения оказались несущественными (таблица 2). Если до марафонского бега коэффициент Na/K был  $4,92 \pm 0,57$ , то после бега имело место его понижение до  $1,03 \pm 0,14$ . После 90-минутной работы коэффициент Na/K в моче у спортсменов III разряда понижался ( $3,76 \pm 0,38 \rightarrow 2,3 \pm 0,30$ ;  $P < 0,01$ ), у спортсменов же высокой квалификации оставался без су-



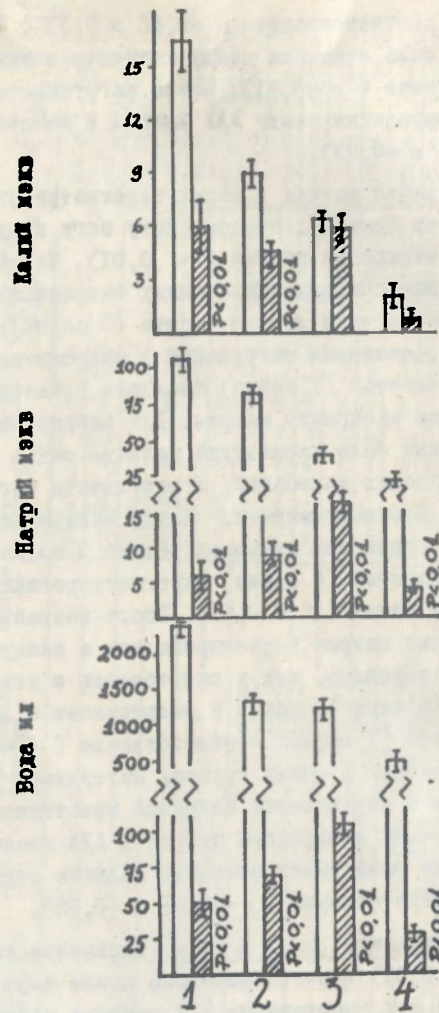


Рис. 7

Потеря воды и электролитов при физических нагрузках

□ - потом  
 ▨ - мочой

мественных изменений ( $2,76 \pm 0,37 \rightarrow 3,93 \pm 1,28$ ). 20-минутная тяжелая работа на велоэргометре (4 серия) вызывала тенденцию к понижению коэффициента  $Na/K$ . Одновременно отмечено наличие связи между коэффициентами  $Na/K$  в моче и поте ( $r = -0,37$ ). Чем выше была степень дегидратации организма, тем ниже был коэффициент  $Na/K$  в моче ( $r = -0,32$ ). Если при свободном питьевом режиме коэффициент  $Na/K$  в моче перед нагрузкой составлял от  $2,76 - 0,37$  (3 серия) до  $4,92 \pm 0,57$  (I серия), то при питьевом режиме 3 мл на 1 кг веса тела оказался значительно выше.

Ренальную и экстраренальную потерю натрия и калия при нагрузках сопоставляли в I, 2, 3 и 4 сериях опытов (рис.7). Из результатов следует, что потеря организмом воды с потом во время работы переносит эту потерю через почки при марафонском беге примерно в 50 раз, а при 20-минутной тяжелой работе (4 серия) — почти в 20 раз. Такая же закономерность наблюдается в отношении потери электролитов. Во время марафонского бега организм теряет с потом в среднем  $110,36 - 13,34$  мэкв. натрия. Высококвалифицированные спортсмены (3 серия) теряли в течение 90-минутной работы  $35,71 \pm 4,26$  мэкв., спортсмены III разряда (2 серия) теряли за то же время  $78,32 - 6,20$  мэкв. натрия, а за 20-минутную тяжелую работу  $19,87 \pm 2,88$  мэкв. натрия (рис.7). Во время марафонского бега организм теряет с потом  $16,66 \pm 2,89$  мэкв. калия. Высококвалифицированные спортсмены за 90-минутную работу (3 серия) теряют  $6,22 \pm 0,58$  мэкв., а спортсмены III разряда теряют за тот же срок  $8,52 - 0,62$  мэкв. калия. За время 20-минутной тяжелой работы (4 серия) потеря калия составляла  $1,89 \pm 0,37$  мэкв. Значительно более высокая потеря натрия во время работы у спортсменов III разряда обусловлена, в первую очередь, более высокой концентрацией натрия ( $r = 0,70$ ).

Потери организмом натрия с мочой во время марафонского бега составляют  $5,72 \pm 2,15$  мэкв; спортсмены III разряда и высококвалифицированные спортсмены за время 90-минутной работы теряют соответственно  $8,85 \pm 1,55$  мэкв. и  $18,1 \pm 2,90$  мэкв. натрия; в течение же 20-минутной тяжелой работы (4 серия) —  $3,06 - 0,62$  мэкв. натрия. Потери калия с мочой были следующие: при марафонском беге  $5,9 \pm 1,66$  мэкв., за вре-

мя 90-минутной работы у спортсменов III разряда -  $4,51 \pm 0,57$  мэкв., у высококвалифицированных спортсменов -  $5,93 \pm 0,93$  мэкв. и в течение 20-минутной тяжелой работы -  $0,82 \pm 0,15$  мэкв. (рис.7).

Концентрации натрия и калия в плазме крови исследовали во 2,3,6,7,8 и 10 сериях опытов. Изменения как натрия, так и калия после нагрузки оказались несущественными (таблица 2).

Изменения концентрации креатинина в плазме крови определяли в 4,5,6 и 7 сериях опытов (таблица 2). Несмотря на то, что физическая нагрузка вызвала, как правило, тенденцию к повышению концентрации креатинина, достоверные изменения ( $P < 0,01$ ) были отмечены лишь при 20-минутной тяжелой работе (4 серия) и у спортсменов с низкой работоспособностью после возрастающих нагрузок (6 серия). У спортсменов с высокой работоспособностью при работе с возрастающими нагрузками отмечено наличие зависимости между концентрациями натрия и креатинина в плазме крови ( $r = 0,84$ ).

Содержание воды в плазме крови определяли в 8 и 10 сериях опытов (таблица 2). Хотя содержание воды в плазме при работе с возрастающими нагрузками (8 и 10 серия) имело тенденцию к понижению, однако эти изменения не были достоверными (таблица 2). При кратковременной нагрузке (8 серия) отмечалось, что чем выше был диурез во время работы, тем ниже было содержание в плазме крови воды ( $r = -0,59$ ).

#### Б. ОПЫТЫ НА КРЫСАХ

Изменения АДА плазмы крови при различном по длительности и характеру физическом напряжении определяли в обеих сериях опытов. Если у нетренированных крыс после 15-минутного бега АДА плазмы повышалась ( $4,29 \pm 0,50$  мкд/мл  $\rightarrow 14,84 \pm 1,70$  мкд/мл;  $P < 0,01$ ), то у тренированных животных это изменение при аналогичной нагрузке оказалось недостоверным ( $4,11 \pm 0,26$  мкд/мл  $\rightarrow 5,98 \pm 1,69$  мкд/мл таблица 3). Однако нагрузка 10-кратной продолжительности (150-минутный бег) достоверно повышала АДА плазмы крови тренированных животных ( $P < 0,01$ ; таблица 3).



Таблица 3

Изменения АД, Na и воды в плазме крови

Показатель Группа	АД ммед/мл	Na мэкв/л	H <sub>2</sub> O %
контрольная	7,05 <sup>±</sup> 1,58	144,77 <sup>±</sup> 2,15	91,63 <sup>±</sup> 0,15
15 мин. плавание	5,03 <sup>±</sup> 0,85	137,78 <sup>xx</sup> ±0,65	91,33 <sup>±</sup> 0,06
контрольная	7,05 <sup>±</sup> 1,58	144,77 <sup>±</sup> 2,15	91,63 <sup>±</sup> 0,15
90 мин. плавание	8,65 <sup>±</sup> 1,29	149,03 <sup>±</sup> 1,53	91,30 <sup>±</sup> 0,27
контрольная	4,25 <sup>±</sup> 0,50	147,00 <sup>±</sup> 1,60	91,80 <sup>±</sup> 0,06
предельное плавание	14,68 <sup>xx</sup> ±2,30	126,83 <sup>xx</sup> ±4,03	89,79 <sup>xx</sup> ±0,58
контрольная	4,29 <sup>±</sup> 0,50	145,00 <sup>±</sup> 1,60	91,72 <sup>±</sup> 0,17
15 мин. бег	14,81 <sup>xx</sup> ±1,70	143,00 <sup>±</sup> 1,25	92,08 <sup>±</sup> 0,05
контрольная	7,06 <sup>±</sup> 2,88	133,76 <sup>±</sup> 3,06	91,22 <sup>±</sup> 0,31
90 мин. плавание	9,74 <sup>±</sup> 2,31	140,45 <sup>x</sup> ±2,24	91,05 <sup>±</sup> 0,24
контрольная	7,06 <sup>±</sup> 2,88	133,76 <sup>±</sup> 3,06	91,22 <sup>±</sup> 0,31
предельное плавание	28,89 <sup>±</sup> 6,92	117,82 <sup>x</sup> ±5,29	90,43 <sup>±</sup> 0,32
контрольная	4,11 <sup>±</sup> 0,26	146,08 <sup>±</sup> 2,46	91,95 <sup>±</sup> 0,26
15 мин. бег	5,98 <sup>±</sup> 1,69	146,00 <sup>±</sup> 0,88	91,22 <sup>±</sup> 0,07
контрольная	4,11 <sup>xx</sup> ±0,26	146,08 <sup>±</sup> 2,46	91,95 <sup>±</sup> 0,26
150 мин. бег	17,24 <sup>±</sup> 1,38	146,92 <sup>±</sup> 0,52	92,03 <sup>±</sup> 0,23

Неотренированные

Тренированные

Между исходным уровнем АДА плазмы крови тренированных и нетренированных животных различий не отмечено. Как 15, так и 90-минутное плавание не вызвало у нетренированных животных статистически существенных изменений АДА плазмы крови (таблица 3). У тренированных крыс уровень АДА плазмы после 90-минутного плавания ( $9,74 \pm 2,31$  мкед/мл) также существенно не отличался от исходного уровня ( $7,06 \pm 2,88$  мкед/мл). После плавания с предельной нагрузкой АДА плазмы существенно повышалась как у тренированных, так и у нетренированных животных. Уровень АДА плазмы после работы у нетренированных крыс составлял  $14,68 \pm 2,30$  мкед/мл, а у тренированных -  $28,89 \pm 6,92$  мкед/мл (таблица 3). При плавании с предельной нагрузкой у нетренированных животных имела место корреляционная связь между АДА плазмы и содержанием воды в белом мышечном волокне ( $r = 0,55$ ), а также между общим содержанием воды в скелетных мышцах ( $r = 0,91$ ).

Изменения содержания воды в мышечной ткани регистрировались в обеих сериях опытов. После 15-минутного бега у нетренированных крыс отмечено повышение содержания воды как в миокарде, так и в скелетной мышце (рис.8). Повышение содержания воды было зарегистрировано также в белых волокнах скелетной мышцы ( $P < 0,01$ ). У тренированных крыс аналогичная нагрузка вызывала повышение содержания воды лишь в миокарде ( $P < 0,05$ ; рис.9). После 150-минутного бега у тренированных крыс наблюдалось понижение общего содержания воды в скелетной мышце. Дегидратация скелетной мышцы происходила, в основном, за счет понижения содержания воды в красных мышечных волокнах ( $P < 0,05$ ; рис. 10). Корреляционные связи имели место между изменениями содержания воды в миокарде и изменениями концентрации калия в плазме крови ( $r = -0,56$ ), а также между изменениями содержания воды в плазме крови ( $r = 0,68$ ). Изменения содержания воды в белом мышечном волокне коррелируются с изменениями содержания воды в красном мышечном волокне ( $r = 0,54$ ). Изменения же общего содержания воды в скелетной мышце - с изменениями АДА плазмы крови ( $r = -0,52$ ). Если содержание воды в мышце у нетренированных животных после плавания с предельной нагрузкой было повышенным во всех исследован-

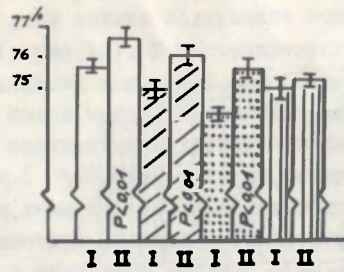


Рис. 8

Изменения содержания воды в мышечных тканях во время 15 мин. бега у нетренированных крыс

Обозначения на рис. 8 - I, II:

I - в сердечной мышце

II - в скелетной мышце

III - в белых волокнах скелетной мышцы

IV - в красных волокнах скелетной мышцы

I - контрольная группа

II - после нагрузки

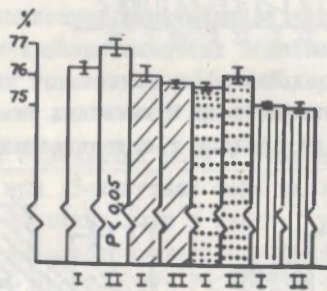


Рис. 9

Изменения содержания воды в мышечных тканях во время 15 мин. бега у тренированных крыс



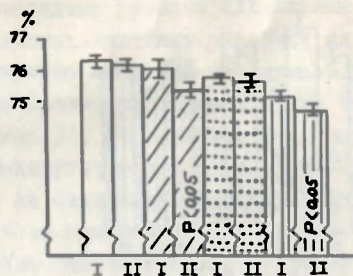


Рис. 10

Изменения содержания воды в мышечных тканях во время 150 мин. бега у тренированных крыс

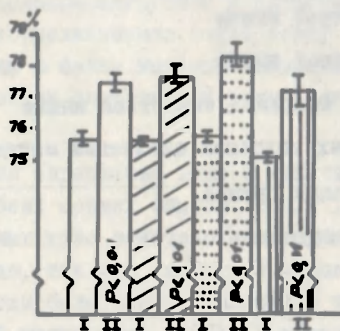


Рис. 11

Изменения содержания воды в мышечных тканях во время плавания до предела у нетренированных крыс

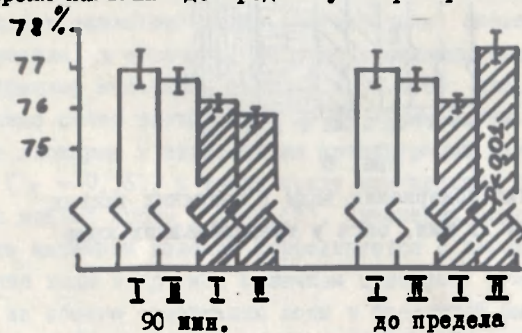


Рис. 12

Изменения содержания воды в мышечных тканях во время плавания у тренированных крыс

них тканях ( $P < 0,01$ ; рис.11), то у тренированных отмечалось повышение лишь общего содержания воды в скелетной мышце ( $P < 0,01$ ; рис.12). У нетренированных крыс после плавания с предельной нагрузкой было обнаружено наличие корреляционной связи между содержанием воды в белых мышечных волокнах и повышенном содержании воды в красных мышечных волокнах ( $r = -0,74$ ), а также между повышением общего содержания воды ( $r = -0,51$ ). Повышение содержания воды в красном мышечном волокне коррелировалось с общим содержанием воды в скелетной мышце ( $r = -0,92$ ).

Концентрацию натрия в плазме определяли в обеих сериях опытов (таблица 3). Нагрузки, проведенные на третьяке не вызвали достоверных изменений в концентрации натрия. У нетренированных животных после 15-минутного плавания концентрация натрия понижалась ( $P < 0,01$ ). После 90-минутного плавания концентрация натрия у нетренированных животных имела тенденцию к повышению ( $144,77 \pm 2,15$  мэкв/л  $\rightarrow 149,03 \pm 1,53$  мэкв/л), у тренированных же животных этот сдвиг был статистически существенным ( $P < 0,05$ ). При плавании с предельной нагрузкой концентрация натрия понижалась как у тренированных, так и у нетренированных крыс, при этом зарегистрировано наличие корреляционной связи между понижением концентрации натрия и содержанием воды в красном и белом мышечных волокнах ( $r = -0,72, -0,69$ ), а также повышенном общем содержании воды ( $r = -0,78$ ).

Изменения содержания воды в плазме крови. У нетренированных крыс при 15-минутном беге наблюдалась тенденция к повышению содержания воды в плазме, у тренированных же животных было зарегистрировано понижение содержания воды ( $91,95 \pm 0,26 \rightarrow 91,22 \pm 0,07$ ;  $P < 0,05$ ; таблица 3). Изменения содержания воды в плазме при 150-минутном беге и 90-минутном плавании оказались несущественными как у тренированных, так и у нетренированных животных. Плавание с предельной нагрузкой у тренированных животных вызвало понижение содержания воды в плазме крови ( $91,80 \pm 0,06 \rightarrow 89,79 \pm 0,58$ ;  $P < 0,01$ ; таблица 3), у тренированных же животных аналогичная нагрузка не вызвала существенных изменений.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные нами результаты относительно топографии электролитов пота совпадают с данными (А.В.Нертzman, 1957; W.B.Strydom, Holdsworth, 1968; К.Ж.Вуэтнер, 1971), которые указывают на значительные колебания в концентрации электролитов пота на различных участках поверхности тела. Есть основания полагать, что различия как в потоотделении, так и в концентрации электролитов в поте, обусловлены функциональными особенностями потовых желез в различных участках (Я.Куне, 1961; К.Икаи, 1970).

Учитывая то обстоятельство, что обследованный нами контингент составляли спортсмены, тренирующиеся по видам спорта на развитие выносливости становится понятным, что сохранение адекватного потоотделения на протяжении всего периода нагрузки играет существенную роль в поддержании высокой работоспособности. Поскольку при длительной физической нагрузке потеря воды организмом с потом сопровождается также и значительной потерей электролитов, понижение концентрации электролитов в поте у высококвалифицированных спортсменов можно рассматривать как реакцию организма, направленную на сохранение водно-электролитного равновесия. Известно, что при физических нагрузках происходит выход калия из клеток работающих скелетных мышц (S.G. Farber и соавт., 1951). При тяжелых нагрузках содержание калия в клетках может значительно понизиться, а содержание натрия — повыситься (J.D.Nosker и соавт., 1958). Поскольку существенные сдвиги в электролитном равновесии приводят к понижению работоспособности организма (A.G. Wit и соавт., 1962), понижение концентрации электролитов в поте у квалифицированных спортсменов можно рассматривать как приспособление функции потовой железы в ходе тренировки на развитие выносливости. Такие адаптационные изменения в деятельности потовых желез найдены при тренировке в условиях жаркого климата (К.Н.Кивелли, 1971). Наши наблюдения показывают, что адаптивные изменения в функции потовых желез происходят и при тренировке на развитие выносливости без воздействия на организм повышенной температуры среды. Понижение концентрации натрия в поте спортсменов высокой квалификации удивительно сходно с из-



менениями, сопровождающими приспособление функции потовых желез к условиям жаркого климата (С.С. Leithhead, 1963; Т.Д. Воаз, 1969). Значительно более высокая концентрация натрия в поте, чем в плазме крови (S.W. Brusilow, E.H. Gordon, 1964), свидетельствует о реабсорбции этого катиона в выводном протоке потовой железы (S. Robinson и соавт., 1956; G. Gordon, V. Schwarze, 1971). Исходя из данных, согласно которым концентрация натрия при работе в условиях жаркого климата ниже, чем в термически индуцированном поте (S. Rothman, 1954), возникает предположение, что при физической работе реабсорбция натрия понижается.

Учитывая то, что у наших обследуемых концентрация калия при длительной физической работе непрерывно понижалась, а в эпидермисе содержание калия высокое (Я. Куно, 1959), можно полагать, что калий как бы "вымывается" из потовой железы интенсивным потоотделением и это обуславливает понижение потерь калия с потом. Одновременно с усилением потоотделения было отмечено повышение концентрации калия (J.L. Schwartz, J.H. Thauven, 1956, R.S. Gordon, H.L. Andrew, 1965), и понижение потоотделения сопровождается понижением концентрации калия (J.L. Schwartz, J.H. Thauven, 1956).

Различия концентрации калия и натрия в поте по сравнению с их уровнем в плазме крови объясняют функциональными особенностями клеток секреторной части потовой железы (K. Ikaï, 1970).

Так как при физической работе, особенно у спортсменов в условиях тренировок и соревнований, сбор пота для анализов весьма сложен, то затруднения методического характера можно считать одной из причин того, что изменения концентрации электролитов во время работы сравнительно мало изучены. Тот факт, что в различных работах полученные величины концентрации натрия в поте существенно расходятся (от 7 до 138 мэкв/л), объясняется, по нашему мнению, во-первых различиями в степени тренированности и приспособительной способности обследуемых к высокой температуре внешней среды, а во-вторых, большими различиями в методах исследования.

Наши данные показывают, что пот, собранный с одного

участка поверхности тела, не пригоден для оценки общей потери электролитов. Поскольку же концентрация электролитов в поте различных участков поверхности тела сравнительно постоянно и в большей или меньшей степени коррелируется с средней концентрацией электролитов на поверхности тела, знание топографии концентрации электролитов дает возможность на основании электролитов в поте на одном участке найти по соответствующей номограмме (рис.3 и 4), общую потерю электролитов во время физической работы. Учитывая наличие сравнительно тесной корреляционной связи между содержанием натрия и калия в поте лумбальной области и средним их содержанием в поте всей поверхности тела, мы считаем лумбальную область самой пригодной для сбора пота, тем более, что пластмассовая капсула, прикрепленная в этой области, не мешает спортсменам даже в условиях соревнований.

Исходя из данных относительно реабсорбции пота в железе под действие АДГ ( E.M.Schleim и соавт., 1971), надо отметить, что в вышеупомянутых работах изменения потоотделения были исследованы после инъекции фармакологических доз гормона. Полученный эффект возможно был обусловлен местным сосудосуживающим действием вазопрессина. Одновременно есть основания полагать, что эндогенный АДГ не влияет на реабсорбцию воды в потовой железе во время работы в умеренных климатических условиях. Наша точка зрения относительно действия эндогенного АДГ в потовых железах, по-видимому, не может быть перенесена применительно к условиям с высокой температурой внешней среды, так как в таких условиях уровень АДГ плазмы может превышать физиологические границы почти в сто раз. ( W.Macfarlane, K.Robinson, 1957). Если вопрос о роли АДГ в регуляции потоотделения можно считать еще спорным, то относительно действия альдостерона в потовой железе имеется достаточное число убедительных исследований ( K.J.Collins, 1963; K.J.Collins и соавт., 1968; 1970; K.Ikai и соавт., 1969; 1970; J.P.Knochel и соавт., 1972). Во многих работах содержится даже рекомендации использования коэффициента Na/K в поте в качестве непрямого теста для оценки активности минералокортикоидной функции коры надпочечников ( A.Granchamp и соавт., 1969, 1969/70).

Изменения диуреза у спортсменов, выявленные в настоящей работе, не подтверждают распространенного мнения о снижении диуреза при физических нагрузках. При кратковременной интенсивной нагрузке и при более длительной легкой работе (40% от общей работоспособности) диурез не понижается. При питьевом режиме 3 мл на 1 кг веса тела диурез при аналогичных нагрузках имел даже тенденцию к повышению. Диурез понижался лишь после длительной тяжелой работы, что находится в соответствии с результатами других авторов (W.A.Kachadorian, R.E.Johnson, 1970). Разнонаправленные изменения диуреза при физических нагрузках, по-видимому, зависят от степени гидратации организма, а также от работоспособности. С другой стороны, противоречивые данные могут быть обусловлены и субъективностью при оценке степени тяжести нагрузки без учета работоспособности. Наши наблюдения показывают, что повышение диуреза, особенно при кратковременных интенсивных нагрузках, присуще спортсменам, обладающим высокой работоспособностью. Повышение диуреза у спортсменов после кратковременных интенсивных нагрузок отмечают также и другие исследователи (Л.А.Ланцберг, А.А.Некрасова, 1970), связывая это с активацией кининной системы.

Проанализировав результаты многих исследователей о влиянии физических нагрузок на диурез, мы нашли, что, несмотря на понижение среднего показателя по группе, имеет место также и случай повышения. Так, у 25% обследуемых зарегистрировано повышение диуреза после длительной нагрузки (Г.А.Глезер, К.Д.Дубук, 1973). Учитывая значительные индивидуальные колебания в величине диуреза даже в состоянии покоя (C.V.Lancaster, S.J.Wheat, 1971), изменения диуреза после нагрузки целесообразнее всего выражать в процентах по отношению к его величине в состоянии покоя (G.Grimby, 1965; J.Castenfora, 1967). Поскольку результаты настоящего исследования также подтверждают значительные индивидуальные колебания в величине диуреза (хотя и в физиологических пределах), то, по нашему мнению, процентуальное выражение как диуреза, так и экскреции электролитов, будет достовернее чем приведение соответствующих величин в абсолютных цифрах. Процентуальное из-



менение дает возможность для лучшего сравнения изменений функционального состояния почек в различных условиях проведения эксперимента и при различном питьевом режиме.

Из результатов наших исследований следует, что у спортсменов с низкой работоспособностью имеет место более значительное понижение клиренса эндогенного креатинина. Так, уже после кратковременной интенсивной работы клиренс креатинина у них понижается. Между показателями диуреза и клиренса эндогенного креатинина наблюдалось наличие тесной корреляционной связи ( $r = 0,81$ ). По-видимому, у высококвалифицированных спортсменов функциональные особенности системы кровообращения при кратковременных интенсивных нагрузках исключают столь значительное понижение кровоснабжения почек, как у нетренированных лиц (Г.А.Глезер, К.Д.Лубух, 1972; К.Д.Лубух, Г.А.Глезер, Р.К.Козьмин, 1973).

Одной из причин понижения клубочковой фильтрации при низкой работоспособности следует считать высокую чувствительность почек к гипоксии (К.Н.Килбурн, А.Д.Довелл, 1971; Н.А.Усакова, 1971). Нельзя не учесть также высказанной гипотезы (N.E.Yesberg и соавт., 1973) относительно действия АДГ на клубочковую фильтрацию при дегидратации организма.

Исследования показывают, что при физической работе секреция АДГ повышается (А.Вайссет, Р.Монтастрюе, 1962; S.Kozlowski и соавт., 1967). Результаты наших исследований совпадают с данными авторов (S.Kozlowski и соавт., 1967), которые отметили повышение АДА плазмы при одновременном понижении диуреза после тяжелой 20-минутной работы. Понижение клиренса креатинина указывает на то, что понижение диуреза у спортсменов с низкой работоспособностью при кратковременной интенсивной нагрузке может быть связано, в первую очередь, со значительным уменьшением кровообращения почек. Это мнение подтверждается многими исследователями (Г.А.Глезер, К.Д.Лубух, 1973). Известно, что повышенный уровень глюкокортикоидов в крови ингибирует секрецию АДГ (J.Dingman, G.Thorn, 1955; J.Dingman и соавт., 1956; 1960; 1965; Н.Н.Пронина, 1970). Поскольку кратковременная интенсивная нагрузка вызывает повышение функциональной активности коры надпочечников (Н.А.Столярова, 1968; R.Frenkel, 1969; А.А.Виру, 1970;

П.К.Кирге, 1973) есть основание полагать, что отсутствие повышения АДА плазмы крови у спортсменов с высокой работоспособностью отчасти обусловлено сохранением уровня глюкокортикоидов (А.А.Виру, 1970). В связи с возможным понижением глюкокортикоидной функции при длительных интенсивных нагрузках (А.А.Виру, 1969; 1970) АДА плазмы крови повышается, и на ее участие в регуляции диуреза указывает наличие отрицательной корреляционной зависимости между этими двумя показателями ( $r = -0,67$ ).

Исходя из того, что почки играют ведущую роль в поддержании гомеостаза организма, и учитывая высокую адаптивную способность почек, что показано даже на уровне ультраструктуры и энзиматической активности (Б.А.Хидоятов, 1972), есть основание полагать, что и в связи с тренированностью происходят изменения, в результате которых функциональное состояние почек при нагрузке у спортсменов с высокой квалификацией отличается от функционального состояния почек у нетренированных лиц.

Если повышение экскреции натрия у подопытных животных связывают с действием АДГ (Н.Н.Мелиди, 1970), то во многих исследованиях отмечается, что изменение экскреции натрия у людей не связано с действием этого гормона (W.P. Thomson, 1959; M. Pickford, 1966). Большие колебания экскреторной и гемодинамической функции почек получены при введении ангиотензина. При больших дозах зарегистрировано повышение диуреза и экскреции натрия без сопутствующих изменений со стороны клубочковой фильтрации (S.M. Zweig и соавт., 1972). Отмечено, что ангиотензин снижает реабсорбцию воды и натрия в почечных канальцах (J.K. Nealey, 1965; L.A. Earley, R.M. Friedler, 1966; H.G. Langford, N. Fallis, 1966; J.P. Bonjour, и соавт., 1968). На основании определения активности ренина в плазме крови можно предположить, что при физических нагрузках содержание ангиотензина в плазме повышается (J. Casatenfors, 1967). Хотя действие ангиотензина на выделение воды и натрия при физических нагрузках нуждается в дальнейшем исследовании, на основании вышеприведенных исследований можно предположить, что повышение диуреза при кратковременных интенсивных нагрузках может быть связано с действием ангиотензина.

Интересно отметить, что при кратковременных интенсивных нагрузках имеется тенденция к повышению диуреза, несмотря на снижение клубочковой фильтрации. Аналогичное положение наблюдалось при хронической почечной недостаточности (И.И.Зарецкий, 1966), которое автор объясняет быстрым движением фильтрата в почечных канальцах. При физических нагрузках эти изменения нуждаются в дальнейшем изучении.

Наши опыты на крысах после физических нагрузок показывают, что, кроме связи с диурезом, изменение АДА коррелируется еще с изменениями содержания воды в миокарде и скелетной мышце. На участие АДГ в повышении содержания воды в тканях при физических нагрузках указывает наличие корреляционной связи между АДА плазмы крови и содержанием воды в миокарде ( $r = 0,51$ ), а также и между АДА и содержанием воды в скелетной мышце ( $r = 0,60$ ). Если после непродолжительного бега содержание воды в миокарде и скелетной мышце повышалось, то при длительном беге у тренированных животных наблюдалось понижение содержания воды в мышечной ткани. Интересно отметить, что понижение общего содержания воды в скелетных мышцах после кратковременных нагрузок, происходило, в основном, за счет повышения количества воды в белых волокнах. Понижение же содержания воды при длительных нагрузках - за счет понижения содержания воды, главным образом, в красных волокнах.

Учитывая данные, полученные при плавании той же продолжительности, указывающие на понижение глюкокортикоидной функции коры надпочечников (П.К.Кырге и соавт., 1973) и одновременное значительное повышение АДА плазмы крови, можно полагать, что гипергидратация мышечной ткани при интенсивных нагрузках частично связана с действием АДГ. То, что у тренированных животных повышение содержания воды в мышечной ткани проявляется в более поздней фазе нагрузки и менее выражено может быть обусловлено высокой функциональной стабильностью коры надпочечников.

Результаты наших исследований относительно изменений АДА плазмы крови при физической нагрузке показывают, что эти изменения зависят, прежде всего, от степени тренированности организма. Значительное повышение АДА плазмы крови при кратковременных интенсивных нагрузках у спортс-



ненов с низкой работоспособностью и у нетренированных криве, по-видимому, связано как с изменениями осмотической концентрации плазмы крови, так и с гормональными факторами. Из числа последних основное значение имеет, вероятно, глюкокортикоидная функция надпочечников, по мере снижения активности которой повышается секреция антидиуретического гормона (J.Dingman, G.Thorn, 1955; J.Dingman и соавт., 1956; 1960; 1965; Н.Н.Пронина, 1970). То, что в тренированном организме повышение АДА плазмы проявляется лишь после продолжительной нагрузки, находится в соответствии с развитой Н.Яковлевым (1969, 1971) общепринятой концепцией, согласно которой сдвиги гомеостаза при физической нагрузке уменьшаются по мере повышения уровня тренированности. Эффект тренировки и адаптация организма к физической нагрузке могут выразиться в уменьшении активизации гормональной системы при физической нагрузке. Из результатов наших наблюдений следует, что антидиуретическая активность плазмы крови повышается при тяжелых физических нагрузках. Причем в нетренированном организме повышение АДА плазмы происходит быстрее. Если глюкокортикоидная активность надпочечников понижается при тяжелой нагрузке, то понижение АДА плазмы не наблюдалось даже при нагрузках до полного истощения.

#### В В В О Д И

1. В результате тренировки, направленной на развитие выносливости, функция потовых желез адаптируется также и в умеренных климатических условиях. Одним из показателей адаптации функции потовых желез служит изменение содержания в поте электролитов.
  2. Концентрация электролитов в поте (особенно концентрация натрия) у регулярно тренирующихся квалифицированных спортсменов значительно ниже, чем у спортсменов низкой квалификации.
  3. Для оценки потерь организмом электролитов при физических нагрузках можно рекомендовать сбор пота с лумбальной области по разработанной нами методике.
4. Изменения функционального состояния почек при физических нагрузках зависят от работоспособности организма,

степени гидратации и характера нагрузки.

5. У регулярно тренирующихся спортсменов кратковременные интенсивные нагрузки не вызывают понижения диуреза.
6. Снижение диуреза при тяжелых и длительных физических нагрузках связано как с повышением АДА плазмы крови, так и с понижением клубочковой фильтрации, а также снижением глюкокортикоидной функции коры надпочечников. При физических нагрузках между диурезом и экскрецией 17-оксикортикостероидов существует тесная взаимосвязь.
7. Экскреция электролитов (особенно экскреция калия) при физической нагрузке характеризуют значительные индивидуальные колебания. Экскреция натрия понижается лишь при длительной тяжелой нагрузке.
8. Изменения антидиуретической активности крови при физических нагрузках зависят от степени тренированности организма. В результате тренировки появляется уменьшение повышения АДА плазмы крови при кратковременных интенсивных нагрузках.
9. Гипергидратация мышечной ткани нетренированного организма при интенсивных физических нагрузках происходит на фоне повышенной антидиуретической активности плазмы крови.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Виру, А., П.Кырге, М.Вайкмаа, Т.Сээне, М.Окс. Адренокортикальная регуляция обмена воды, электролитов и углеводов при длительной физической работе. Материалы XIII Республиканской научно-методической конференции по проблемам спортивной тренировки. Тарту, 1971, стр. 167 и 49-52. (на русском и эст. языках).
2. Кырге, П., Т.Сээне. Об экстракренальных потерях воды и электролитов и о методике их определения при физической работе. Материалы XIII Республиканской научно-методической конференции по проблемам спортивной тренировки. Тарту, 1971, стр. 43-45 и 165-166. (на русском и эст. языках).
3. Кырге П.К., Т.П.Сээне, С.Я.Рооссон. Особенности изменения водно-электролитного и кислотно-щелочного равновесия во время физической работы в зависимости от тренированности организма. Материалы Всесоюзного симпозиума регуляция обмена веществ при мышечной деятельности и выполнении спортивных упражнений. Ленинград, 1972, стр. 135-140.
4. Сээне, Т. Регуляция ренальных и экстракренальных потерь воды во время длительной физической работы у бегунов на длинные дистанции. Тезисы IУ научно-методической конференции по вопросам спортивной тренировки. Таллин, 1972, стр. 156-158.
5. Сээне, Т. О возможностях определения концентрации электролитов пота во время тренировок и соревнований. Материалы XIV Республиканской научно-методической конференции по физическому воспитанию. Тарту, 1972, стр. 61-62. (на эст. языке).
6. Сээне, Т. Изменения антидиуретической активности плазмы крови при физической работе. Материалы XIV Республиканской научно-методической конференции по физическому воспитанию. Тарту, 1972, стр. 66-69. (на эст. языке).



7. Сээне Т.П., П.К.Кюрге. Изменения АДА плазмы крови и содержания воды в мышечной ткани при физических нагрузках. Ученые записки Тартуского государственного университета, выпуск III. Тарту, 1973, стр. 49-58.

8. Seene, T., P. Kõrge. Differences in regional sweat rate and electrolyte concentration in highly trained long-distance runners and in less trained track athletes during prolonged effort. Estonian Contributions to the International Biological Programme Progress Report IV. Human Adaptability Studies in Estonian SSR. Tartu, 1973, pp. 119-144.

9. Kõrge, P., T. Seene. Zur Bestimmung des extrarenalen Natrium- und Kaliumverlustes bei Sportlern. Med. u. Sport 1973, XIII, 7, S. 204-206.

10. Сээне Т. Изменения антидиуретической активности плазмы при физической нагрузке в зависимости от тренированности организма. Тезисы XVI Республиканской научно-методической конференции по физической культуре. Таллин, 1974, стр. 16-17. (на эст. языке).

11. Сээне Т.П. Изменения функции почек во время физических нагрузок разной интенсивности и продолжительности, зависимо от работоспособности спортсменов. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности У. Тарту, 1974. стр. 213-223.

12. Сээне Т.П. Роль антидиуретической системы в регуляции водного обмена при длительных физических нагрузках. Материалы XIII Всесоюзной научной конференции по физиологии и биохимии спорта. Таллин 1974, стр. 219-220