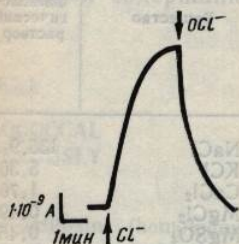


ла $0,55-1,63 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2$, сред-
соответствующей ($19,29 \pm$

дествлялось при отсутствии
ции; внутриклеточный раст-
о соответствует его естест-
я раствором, содержащим
явление входящего тока,
ко медленнее (рис. 2), чем



калиевого тока утечки:

ом и появления тока; $\downarrow \text{OK}^+$ — начало
и исчезновения тока.

натриевого тока утечки:

ром и появления тока; $\uparrow \text{ONa}^+$ —
ом и исчезновения тока.

хлорного тока утечки:

и появления тока; $\downarrow \text{OCl}^-$ — начало
исчезновения тока.

натриевым раствором при-
плотность натриевого тока
 м^2 ; $n=10$.

ствии калиевого и хлорно-
содержалась естественная
рфузия клетки извне раст-
ловила появление выхода-
тока, максимум которого
м калиевого. Хлорный ток
ию клетки извне бесхлор-
о тока утечки составляла

ток определяется ионной
ей силой, источником ко-
потенциалом и потенциа-
равновесных потенциалов
ственно создаваемых нами
 $E_{\text{Na}} = +54$, $E_{\text{Cl}} = -33 \text{ мВ}$.
в, рассчитанные значения
кисированного потенциала
 $g_{\text{Na}} = 0,4 \cdot 10^{-4}$ и $g_{\text{Cl}} = 1,4 \times$
 $= 1:0,08:0,28$.

имости, вне- и внутрикле-
хлора, по формуле Гольд-

изиол. журн., 1986, т. 32, № 2

мана находим, что рассчитанная мембранная разность потенциалов со-
ставляет -53 мВ . Это значение удовлетворительно согласуется со зна-
чением фиксированного потенциала, при котором проводили измерения
токов утечки, и средним значением потенциала покоя этих клеток.
С помощью микроэлектродной техники отведения на большой выборке
($n=70$) мы нашли, что при рН 7,0 потенциал покоя этих клеток со-
ставляет в среднем $-57,7 \pm 1,6 \text{ мВ}$, а снижение рН вызывает деполяри-
зацию мембраны. Разница между рассчитанным значением мембран-
ного потенциала и средним значением потенциала покоя обусловлена,
вероятно, электрогенным эффектом натрий-калиевого насоса, о нали-
чии которого в этих клетках мы уже сообщали на основании других
фактов [1].

Таким образом, как и в нервных и мышечных клетках, мембрана
секреторных клеток в покое наиболее проницаема для ионов калия.
Мембрана секреторных клеток, находящихся в состоянии покоя, доволь-
но хорошо проницаема и для ионов натрия, которые принимают замет-
ное участие в поляризации мембраны, снижая мембранную разность
потенциалов по сравнению с калиевым равновесным потенциалом.

М. Yu. Klevets

A STUDY OF ION CONDUCTANCE BY PLASMA MEMBRANE OF SECRETORY CELLS AT REST BY THE METHOD OF INTRACELLULAR DIALYSIS

Potassium, sodium and chlorine transmembrane currents of leak of secretory cells
in a salivary gland of Chironomus larva at rest were measured by the method of intracel-
lular dialysis and voltage-clamp. It was established that $g_{\text{K}} = 0,4 \cdot 10^{-4}$, $g_{\text{Na}} = 0,4 \cdot 10^{-4}$
and $g_{\text{Cl}} = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ S/cm}^2$ and their ratio is $g_{\text{K}} : g_{\text{Na}} : g_{\text{Cl}} = 1 : 0,08 : 0,28$.

I. Franko State University, Lvov

1. Клевещ М. Ю. Деякі електрофізіологічні властивості клітин слинної залози личинки хірономуса // XI з'їзд Укр. фізіол. т-ва. — К.: Наук. думка, 1982. — С. 190—191.
2. Костюк П. Г., Крышталь О. А. Механизмы электрической возбудимости нервной клет-
ки. — М.: Наука, 1981. — 203 с.
3. Крышталь О. А., Пидопличко В. И. Внутриклеточная перфузия гигантских нейронов
улитки // Нейрофизиология. — 1975. — 7, № 3. — С. 327—329.
4. Крышталь О. А., Пидопличко В. И. Рецептор протонов в мембране нервной клетки // Докл. АН СССР. — 1980. — 255, № 6. — С. 1494—1496.
5. Крышталь О. А., Коркушко А. О., Марченко С. М., Пидопличко В. И. Хемочувстви-
тельность сенсорных нейронов млекопитающих // XIV съезд Всесоюз. физиол. о-ва
им. И. П. Павлова (Баку 1983 г.). — М.: Наука, 1983. — Т. 1. — С. 52—53.
6. Obaid A. L., Socolar S. J., Rose B. Cell-to-cell channels with two independently regu-
lated gates in series/ analysis of junctional conductance modulation by membrane po-
tential, calcium and pH // J. Membrane Biol. — 1983. — 73, N 1. — P. 69—89.
7. Palmer L. G., Civan M. M. Distribution of Na^+ , K^+ and Cl^- between nucleus and cy-
toplasm in chironomus salivary gland cells // Ibid. — 1977. — 33, N 12. — P. 41—61.

Львов. ун-т им. И. Франко МВССО УССР

Поступила 30.10.84

УДК 612.796.422

Т. А. Юримяз, А. А. Виру, А. А. Нурмекиви,
К. М. Карельсон, М. Э. Линтси

ВЛИЯНИЕ 20-КИЛОМЕТРОВОГО БЕГА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ТРЕНИРОВАННЫХ И НЕТРЕНИРОВАННЫХ СТУДЕНТОВ

За последние 10 лет в некоторых работах [1, 12] представлены ре-
зультаты изучения влияния продолжительного бега на биохимические
показатели крови у бегунов. Однако почти полностью отсутствуют ра-
боты по изучению влияния длительного бега на указанные показатели
у нетренированных молодых мужчин. Данная работа посвящена изу-

Физиол. журн., 1986, т. 32, № 2

7*

227

чению влияния 20-километрового бега на содержание лактата, мочевины, глюкозы, липидов и липопротеидов в крови, а также на гематокрит у малотренированных студентов по сравнению с тренированными.

Методика

Обследованы 30 студентов-мужчин Тартуского университета. Из них 13 — регулярно тренировались по бегу на средние и длинные дистанции (I—III спортивный разряд, 2—5 лет тренировочного стажа) и 17 — занимались 2 раза в неделю по 2 часа физической тренировкой на подготовительном отделении. Средний возраст студентов двух исследуемых групп составлял $(19,6 \pm 0,5)$ и $(20,9 \pm 0,2)$ лет, рост — $(1,80 \pm 0,02)$ и $(1,79 \pm 0,02)$ м, масса тела до бега — $(67,7 \pm 2,4)$ и $(70,2 \pm 1,4)$ кг соответственно. Бег проводили в парке по однокilометровому кругу в благоприятных климатических условиях (температура воздуха $21-22^\circ\text{C}$, атмосферное давление 760 мм рт. ст. (10,132 кПа), скорость ветра 1 м/с. Средняя продолжительность бега в группе тренированных студентов составляла $(5\ 384,1 \pm 116,3)$ с, а нетренированных — $(6\ 688,8 \pm 202,9)$ с.

До и после бега у исследуемых брали пробы венозной крови. Мочевину, глюкозу, общий холестерин (ХС), триглицериды, липопротеиды высокой плотности (ЛПВП) определяли с помощью комплектов реактивов фирмы «Lanchema» (ЧССР). В частности, после осаждения липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) гепарином и MnCl_2 [7] ЛПВП определяли с помощью ХС указанной фирмы; а ЛПНП — уравнения Friedewald [9]. Лактат определяли энзиматическим методом с помощью комплекта реактивов фирмы «Boehringer» (ФРГ), а гематокрит — с помощью микрогематокритной центрифуги (марка «Cellocrit-2», фирма «Linson Instrument», Швеция).

Результаты и их обсуждение

Во время бега на длинные дистанции энергообеспечение осуществляется преимущественно аэробно. Об этом свидетельствует и низкая концентрация лактата в крови после бега [1, 3, 12]. Результаты проведенных исследований показали, что в группе тренированных студентов концентрация лактата увеличивалась на 73,3% (до $2,79 \pm 0,26$ ммоль/л), но не превышала общепринятой границы (4 ммоль/л) анаэробного порога [13] (таблица). В группе тренированных концентрация лактата отрицательно взаимосвязана с концентрацией триглицеридов (r составляет $-0,60$), в чем выражается угнетающее действие анаэробного гликолиза на мобилизацию липидных источников [11].

Влияние 20-километрового бега на некоторые биохимические показатели крови у тренированных (спортсменов) и нетренированных студентов ($\bar{X} \pm m$)

Показатель	Тренированные (n-13)			Нетренированные (n-17)		
	до бега	после бега	P	до бега	после бега	P
Лактат, ммоль/л	$1,61 \pm 0,14$	$2,79 \pm 0,26$	$<0,01$	$1,86 \pm 0,14$	$1,89 \pm 0,15$	$>0,05$
Глюкоза, ммоль/л	$5,42 \pm 0,21$	$5,47 \pm 0,17$	$>0,05$	$5,72 \pm 0,16$	$5,51 \pm 0,20$	$>0,05$
Мочевина, ммоль/л	$5,99 \pm 0,52$	$7,12 \pm 0,35$	$>0,05$	$6,60 \pm 0,31$	$8,65 \pm 0,53$	$<0,01$
Гематокрит, %	$46,7 \pm 0,6$	$45,2 \pm 1,2$	$>0,05$	$47,6 \pm 0,6$	$46,9 \pm 0,7$	$>0,05$
Триглицериды, ммоль/л	$1,27 \pm 0,43$	$1,21 \pm 0,38$	$>0,05$	$1,17 \pm 0,47$	$1,13 \pm 0,39$	$>0,05$
ХС, ммоль/л	$4,97 \pm 0,79$	$4,95 \pm 0,76$	$>0,05$	$4,91 \pm 0,57$	$4,92 \pm 0,64$	$>0,05$
ЛПВП, ммоль/л	$1,39 \pm 0,32$	$1,43 \pm 0,31$	$>0,05$	$1,26 \pm 0,19$	$1,27 \pm 0,26$	$>0,05$
ЛПНП, ммоль/л	$3,33 \pm 0,67$	$3,28 \pm 0,71$	$>0,05$	$3,42 \pm 0,57$	$3,41 \pm 0,56$	$>0,05$
ЛПВП/ХС, %	$27,9 \pm 0,6$	$28,9 \pm 0,7$	$>0,05$	$25,6 \pm 0,5$	$26,0 \pm 0,5$	$>0,05$

Во время длительного бега (по данным некоторых исследователей) увеличивается интенсивность одновременно двух процессов: выброса глюкозы из печени в кровотока [10, 15] и периферической утилизации глюкозы, в результате чего в некоторых случаях может развиваться гипогликемия [5]. Данные наших исследований не подтверждают тот факт, что бег вызывает существенные изменения концентрации глюкозы в

крови (см. таблицу). Ли достаточные значения гликемии в течение бега.

Определение энергии (кал/л) имеет практическое значение к нагрузкам. Неадекватность тренировок приводит к нетренированности (на 31,1%) увеличению физиологической нагрузки, например, концентрации нитратов в крови с результатами бега — глюкозы.

Влияние длительности бега на физиологическую нагрузку изучено. Известно, что содержание глюкозы в крови во время бега на 20-километровой дистанции [6]. По литературным данным [8], а ЛПНП — уменьшаются. Однако полученные результаты бега не изменяются.

Многими исследователями изучены различные виды нагрузки, увеличена концентрация глюкозы в крови. Результаты бега на 20-километровой дистанции с помощью ЛПВП/ХС у тренированных ($r = -0,60$).

Таким образом, бег на 20-километровой дистанции у молодых нетренированных студентов проявляется только у нетренированных аминокислот. Известно, что энергетические запасы в печени и мышцах не изменяются. Бег не изменял концентрации глюкозы ни у спортсменов.

T. A. Jürimäe

INFLUENCE OF
PARAMETERS

Hematocrit of the blood, total cholesterol, lipoproteins to the total cholesterol of students before and after the 20 km run does not exhaust energy of the protein catabolism significant only in untrained sportsmen.

State University, Tartu, E

ржание лактата, мочевины, а также на гематокрит с тренированными.

ерситета. Из них 13 — регуляр-
ни (I—III спортивный разряд,
а в неделю по 2 часа физичес-
кий возраст студентов двух
) лет, рост — $(1,80 \pm 0,02)$ и
 $\pm 1,4$ кг соответственно. Бег
приятных климатических усло-
ие 760 мм рт. ст. (10,132 кПа),
в группе тренированных сту-
— $(6\ 688,8 \pm 202,9)$ с.
ной крови. Мочевину, глюкозу,
иской плотности (ЛПВП) опи-
схема» (ЧССР). В частности,
НП) гепарином и $MnCl_2$ [7]
ПНП — уравнения Friedewald
дью комплекта реактивов фир-
рогематокритной центрифуга-
ция).

ние
обеспечение осуществля-
тельству и низкая кон-
12]. Результаты прове-
тренированных студентов
73,3 % (до $(2,79 \pm$
той границы (4 ммоль/л)
тренированных концент-
концентрацией тригли-
угнетающее действие
ных источников [11].

ические показатели крови
их студентов ($\bar{X} \pm m$)

Нетренированные (n=17)		
до бега	после бега	P
$86 \pm 0,14$	$1,89 \pm 0,15$	$>0,05$
$72 \pm 0,16$	$5,51 \pm 0,20$	$>0,05$
$60 \pm 0,31$	$8,65 \pm 0,53$	$<0,01$
$7,6 \pm 0,6$	$46,9 \pm 0,7$	$>0,05$
$17 \pm 0,47$	$1,13 \pm 0,39$	$>0,05$
$91 \pm 0,57$	$4,92 \pm 0,64$	$>0,05$
$26 \pm 0,19$	$1,27 \pm 0,26$	$>0,05$
$42 \pm 0,57$	$3,41 \pm 0,56$	$>0,05$
$5,6 \pm 0,5$	$26,0 \pm 0,5$	$>0,05$

которых исследователей)
ух процессов: выброса
и ферической утилизации
х может развиться гипо-
одтверждают тот факт,
центрации глюкозы в

крови (см. таблицу). Даже у нетренированных студентов мы определя-
ли достаточные запасы гликогена, что предупреждало развитие гипо-
гликемии в течение 1,5—2 ч мышечной работы.

Определение в крови мочевины (как показателя белкового катабо-
лизма) имеет практическое значение для контроля адаптации организ-
ма к нагрузкам [3]: увеличение концентрации в крови характеризует
неадекватность тренировочных нагрузок и свидетельствует о состоянии
детренированности и утомления. В наших исследованиях только в груп-
пе нетренированных студентов концентрация мочевины существенно
(на 31,1 %) увеличивалась (см. таблицу), превышая верхнюю границу
физиологической нормы состояния покоя [2]. У одного из исследуемых,
например, концентрация мочевины составляла 13,8 ммоль/л. У нетре-
нированных концентрация мочевины после бега положительно коррели-
ровала с результатами бега ($r=0,61$) и отрицательно с источниками
энергии — глюкозой ($r=-0,63$) и триглицеридами ($r=-0,52$).

Влияние длительных физических нагрузок на содержание ХС и его
фракций изучено относительно мало. Полученные нами данные показы-
вают, что содержание ХС в обеих группах студентов не изменилось в
течение 20-километрового бега, что подтверждено результатами других
работ [6]. По литературным данным, ЛПВП умеренно увеличивается
[8], а ЛПНП — уменьшается [6] в течение длительной мышечной рабо-
ты. Однако полученные нами результаты показали, что 20-километро-
вый бег не изменяет концентрации ЛПВП и ЛПНП.

Многими исследователями [4, 16] установлено, что у людей, зани-
мающихся видами спорта, развивающими главным образом выносли-
вость, увеличена концентрация ЛПВП в крови. Проведенные нами ис-
следования показали то же самое. В группе тренированных бегунов
результаты бега сильнее взаимосвязаны с концентрацией ЛПВП и от-
ношением ЛПВП/ХС до бега ($r=-0,74$ и $r=-0,68$), чем в группе не-
тренированных ($r=-0,47$ и $r=-0,52$).

Таким образом, проведенные нами эксперименты показывают, что
бег на 20-километровую дистанцию не истощает запасы энергии даже
у молодых нетренированных студентов, усиление белкового катаболи-
зма, проявляющееся в накоплении мочевины при такой нагрузке, выра-
жено лишь у нетренированных. Это указывает на нарастающее окисле-
ние аминокислот [14], за счет чего у малотренированных компенсиру-
ются энергозапасы по сравнению с тренированными без появления ги-
погликемии и различия в содержании триглицеридов плазмы крови [3].
Бег не изменял концентрацию ХС, ЛПВП, ЛПНП и отношение ЛПВП/
ХС ни у спортсменов, ни у нетренированных студентов.

T. A. Jürimäe, A. A. Viru, A. A. Nurmekivi, K. M. Karelson,
M. E. Lintsi

INFLUENCE OF 20 KM RUNNING ON THE BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS IN TRAINED AND UNTRAINED STUDENTS

Hematocrit of the blood plasma, the content of lactate, glucose, urea, triglycerides,
total cholesterol, lipoproteids of high and low density, the ratio of high-density lipopro-
teids to the total cholesterol have been determined in the trained sportsmen and untrained
students before and after 20 km running. It is established that running at such a distance
does not exhaust energy reserves independently of the students' training. Intensification
of the protein catabolism which is expressed by urea accumulation under such load is sig-
nificant only in untrained students. The lactate concentration considerably increases in
sportsmen.

State University, Tartu, Estonian SSR

1. Кароблис Б., Скерневичус Ю., Милашюс К. Равномерный бег // Лег. атлетика.— 1977.— № 9.— С. 11.
2. Колб В. Г., Камышников В. С. Справочник по клинической химии.— Минск: Беларусь, 1982.—366 с.
3. Яковлев Н. Н. Биохимия спорта.— М.: Физкультура и спорт, 1974.—288 с.
4. Altekruze E. B., Wilmore J. H. Changes in blood chemistries following a controlled exercise program // J. Occup. Med.— 1973.—15.— P. 110—113.
5. Bergstrom J., Hultman E. Nutrition for maximal sports performance // JAMA.— 1972.—211.— P. 999—1006.
6. Carlson L. A., Mossfeldt F. Acute effects of prolonged, heavy exercise on the concentration of plasma lipids and lipoproteins in men // Acta physiol. scand.— 1964.—62.— P. 51—59.
7. Demacker P. N., Vos-Jansen H. E., Hijmans A. G. et al. Measurement of high-density lipoprotein cholesterol in serum by comparison of six isolation methods combined with enzymatic cholesterol analysis // Clin. Chem.— 1980.—26.— P. 1780.
8. Durstine J. L., Miller W., Farrell S. et al. Increases in HDL-cholesterol and the HDL/LDL cholesterol ratio during prolonged endurance exercise // Metabolism.— 1983.—32.— P. 993—997.
9. Friedewald W. T., Levy R. I., Fredrickson D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein-cholesterol in plasma, without the use of the preparative ultracentrifuge // Clin. Chem.— 1972.—18.— P. 499—502.
10. Hultman E. Regulation of carbohydrate metabolism in the liver during rest and exercise with special reference to diet // 3rd intern. symp. biochem. exercise / Eds by F. Landry, W. A. R. Orban.— Miami: Symp. spec. inc., 1978.— P. 99—126.
11. Issekutz B., Miller H. I. Plasma free fatty acids during exercise and be effect of lactic acid // Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.— 1962.—110.— P. 237—239.
12. Keul J., Kohler R., von Glutz G. et al. Biochemical changes in a 100 km run: carbohydrates, lipids, and hormones in serum // Europ. J. Appl. Physiol.— 1981.—47.— P. 181—189.
13. Kindermann W., Simon G., Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training // Europ. J. Appl. Physiol.— 1979.—42.— P. 25—34.
14. Millward D. J., Davies C. T. M., Halliday D., Wolman S. L., Matthews D., Rennie M. Effect of exercise on protein metabolism in humans as explored with stable isotopes // Fed. Proc.— 1982.—41.— P. 2686—2691.
15. Wahren J., Björkman O. Hormones. Exercise and regulation of splanschnic glucose output in normal man // Biochemistry of Exercise IV / Eds by Poortmans and G. Niset.— Baltimore: Univ. Park press, 1981.— P. 149—160.
16. Wood P. D., Haskell W. L. The effect of exercise on plasma high density lipoprotein // Lipids.— 1979.—14.— P. 417—427.

Тартус. ун-т МВССО ЭССР

Поступила 10.09.84

ВВЕДЕНИЕ
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА РАБОТЫ
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ
РЕЗУЛЬТАТЫ
ВЫВОДЫ
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА РАБОТЫ
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ
РЕЗУЛЬТАТЫ
ВЫВОДЫ
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА РАБОТЫ
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ
РЕЗУЛЬТАТЫ
ВЫВОДЫ
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА РАБОТЫ
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ
РЕЗУЛЬТАТЫ
ВЫВОДЫ
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА РАБОТЫ
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ
РЕЗУЛЬТАТЫ
ВЫВОДЫ
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

УДК 616—092.9:57.081.4.1.616.132.2.0

Н. П. Строган

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСВЕТА

Исследованию соотношения диаметра сосудов и коронарного просвета посвящено большое число работ. В них описаны различные виды окклюдеров, позволяющие моделировать сужение просвета сосуда [1, 2, 7, 8, 10]. Однако в литературе отсутствуют работы, посвященные моделированию концентрического сужения сосуда.

Учитывая известное влияние диаметра сосудов при их атеросклеротическом просвете, а также частоту эксцентрического просвета сосуда, и возможные повреждения на гидроокклюдер, позволяющий моделировать его количественные характеристики, разработано окклюдер, позволяющий моделировать плавное или ступенчатое сужение сосуда.

Окклюдер представляет собой коническое стекло. Корпус окклюдера — верхней части (а) и гообразной части (б), которая имеет радиус внутренней части (а), радиус наружной части (б), радиус сосуда, на который надет окклюдер (с), радиус передней нисходящей или задней коронарной артерии (r). Радиус сосуда (r) и радиус окклюдера (с) связаны соотношением: $r = c \cdot \sin(\alpha/2)$, где α — угол сужения сосуда. Радиус сосуда (r) и радиус окклюдера (с) связаны соотношением: $r = c \cdot \sin(\alpha/2)$, где α — угол сужения сосуда. Радиус сосуда (r) и радиус окклюдера (с) связаны соотношением: $r = c \cdot \sin(\alpha/2)$, где α — угол сужения сосуда.

Расчет площади просвета сосуда проводится по формуле:

где S — площадь поперечного сечения сосуда; S_{π} — площадь поперечного сечения окклюдера; $S_{\text{окк}}$ — площадь поперечного сечения окклюдера.