

отмечается минимальное ее снижение. При дальнейшем нарастании гипоксии снижение линейной скорости кровотока увеличивается. Иначе изменяется объемная скорость кровотока. При pO_2 во вдыхаемом воздухе 112 мм рт. ст. наблюдается максимальное ее увеличение в мозговой (на 15—20 %) и мышечной (на 35 %) тканях ($P < 0,05$). Дальнейшее уменьшение кислорода во вдыхаемом воздухе снижает прирост объемной скорости вплоть до ее снижения по сравнению с исходным значением на 40 % ($P < 0,05$) при pO_2 64 мм рт. ст.

Анализ данных литературы показывает, что в регуляции кровотока в органах и тканях вообще и в микроциркуляторном русле в частности

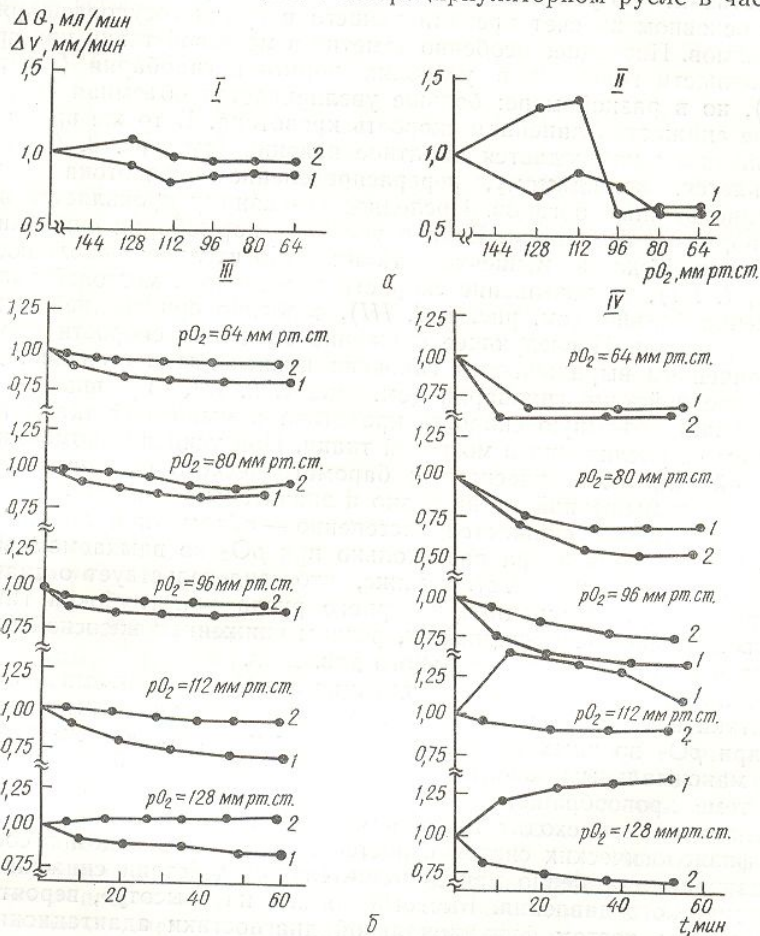


Рис. 2. Динамика объемной (1; $\Delta Q, \times 100\%$) и линейной (2; $\Delta V, \times 100\%$) скорости кровотока в ткани приводящей мышцы бедра при гипоксии в условиях нормо- (I, III) и гипобарии (II, IV):

а — в зависимости от pO_2 во вдыхаемом воздухе на 20-й минуте действия гипоксии; б — в зависимости от продолжительности действия гипоксии.

принимает участие множество механизмов, вклад которых качественно и количественно неодинаков в зависимости от условий среды. Главным образом действие этих механизмов реализуется посредством регуляции сосудистого тонуса и работы сердца. Основными механизмами регуляции тонуса микрососудов органов и тканей при действии гипоксии на организм являются, с одной стороны, стимуляция симпатической нервной системы, вызывающая сужение сосудов и тем самым увеличение линейной скорости кровотока, с другой, — действие продуктов метаболизма на сосудистую стенку, расширяющее сосуды [3] и снижающее таким образом линейную скорость кровотока. Кроме того, в условиях

гипоксии изменяются минутный объем крови и системное артериальное давление [3]. Следует также учитывать увеличение общего сечения микроциркуляторного русла за счет включения в работу ранее нефункционирующих капилляров. Последнее имеет большое значение в мышечной ткани, в которой капиллярная сеть образована ветвлением магистральных сосудов, в отличие от мозговой, где отмечается значительная вариабельность нейрон-капиллярных отношений [4].

Таким образом, поскольку при гипоксии наблюдается увеличение объемной скорости кровотока и снижение линейной, то это может свидетельствовать об увеличении сечения микроциркуляторного русла, причем в основном за счет превалирующего влияния сосудорасширяющих механизмов. Последнее особенно заметно в мозговой ткани при средней выраженности гипоксии в условиях нормо- и гипобарии (см. рис. 1, I—IV), но в разной мере: больше увеличивается объемная скорость и меньше снижается линейная скорость кровотока. В то же время в мышечной ткани наблюдается обратное явление (см. рис. 2, I—IV), что объясняется, по-видимому, перераспределением кровотока в пользу жизненно важных органов. Последнее по-разному проявляется в условиях нормо- и гипобарии. Если в условиях нормобарии снижение скорости кровотока в мышечной ткани относительно небольшое (см. рис. 2, I, III), то повышение скорости кровотока в мозговой ткани существенно больше (см. рис. 1, I, III), особенно при средней выраженности гипоксии. Последующее снижение объемной скорости кровотока с увеличением выраженности гипоксии происходит постепенно. Дополнительное действие гипобарии (см. рис. 1, 2, III, IV) вначале резко увеличивает объемную скорость кровотока в мышечной ткани при неувеличении ее увеличения в мозговой ткани. При усилении комбинированного действия гипоксического и барометрического факторов скорость кровотока в мышечной ткани резко и значительно снижается. В мозговой же ткани она снижается постепенно — объемная и линейная скорость уменьшается в два раза только при pO_2 во вдыхаемом воздухе, составляющем 64 мм рт. ст. и ниже, что свидетельствует о значительном расширении микроциркуляторного русла при глубокой гипоксии, сопровождающейся, по-видимому, резким снижением насосной функции сердца и системного артериального давления.

Наличие экстремумов в изменениях линейной и объемной скорости кровотока в мозговой и мышечной тканях в условиях нормо- и гипобарии при pO_2 во вдыхаемом воздухе 112 мм рт. ст. объясняется, вероятно, максимальным развитием адаптационных реакций и прежде всего в системе кровообращения. При дальнейшем увеличении выраженности гипоксии происходит перенапряжение функциональных возможностей физиологических систем с постепенным их переходом в состояние дезадаптации, особенно при дополнительном действии сниженного барометрического давления. Быстрый подъем на «высоту», вероятно, может служить тестом функциональной диагностики адаптационных реакций организма на гипоксию, включая и организм человека, для которого используют специальные игольчатые или торцовые электроды, помещенные, например, в инъекционную иглу. У организмов с большими функциональными возможностями указанные экстремумы будут смещены в сторону увеличения выраженности гипоксии и наоборот.

Проведенное исследование показало, что комбинированное действие гипобарии и гипоксии и действие только одного гипоксического фактора вызывают различную реакцию микроциркуляторного русла тканей организма. При этом снижение барометрического давления усложняет адаптацию организма к гипоксии и уменьшает гипоксический порог его дезадаптации.

W. P. Agafonov

LOCAL BLOOD FLOW IN AT HYPOXIA UNDER CON

Dynamics of the linear and cular tissues in the case of of normo- and hypobarism. I ferently change in various

S. M. Kirov Institute of Adva Studies, Leningrad

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов В. П. Клиренс ческой генерацией водород
2. Агафонов В. П. Частота Лечение, неотложная пом Саратов: Изд-во Саратов
3. Малкин В. Б., Гиппенрей 1977.— 319 с.
4. Чернух А. М., Александ цина, 1984.— 429 с.
5. Шошенко К. А. Кровено

Ленинград. ин-т усовершенс М-ва здравоохранения СССР

УДК 612.397—08

К. Л. Писарчук

Апробация тритиев содержания жира в

Уже давно большой и ределению содержания вызван тем, что в пат склероза, ишемии, ги тельное место занимае шение липидного и уч чения влияния различ химические процессы, в разработке метод организме.

Возможны два п экспериментальных ж тивных — это прямой Однако из-за сложнос ния для исследований вотных для дальнейш ям, не пригоден.

В связи с этим, метода прижизненног тритиевого теста, а та лизом в возрастном ас

По результатам п раторных крыс найде (%) воды и жира в = 70,91 — 0,72 · x (r =

LOCAL BLOOD FLOW IN THE BRAIN TISSUES AND FEMUR MUSCLES AT HYPOXIA UNDER CONDITIONS OF NORMO- AND HYPOBARISM

Dynamics of the linear and volume blood flow rate in microareas of the brain and muscular tissues in the case of rapidly formed hypoxia has been studied under conditions of normo- and hypobarism. It is shown that the above parameters of the blood flow differently change in various tissues as dependent the environmental conditions.

S. M. Kirov Institute of Advanced Medical Studies, Leningrad

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов В. П. Клиренсный метод измерения тканевого кровотока с электрохимической генерацией водорода // Физиол. журн.— 1989.— 35, № 1.— С. 90—93.
2. Агафонов В. П. Частота дыхания при гипоксии в условиях гипо- и нормобарии // Лечение, неотложная помощь, профилактика неспецифических заболеваний легких.— Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1988.— С. 6—7.
3. Малкин В. Б., Гиппенрейтер Е. Б. Острая и хроническая гипоксия.— М.: Наука, 1977.— 319 с.
4. Чернух А. М., Александров П. Н., Алексеев О. В. Микроциркуляция.— М.: Медицина, 1984.— 429 с.
5. Шошенко К. А. Кровеносные капилляры.— Новосибирск: Наука, 1975.— 375 с.

Ленинград, ин-т усовершенствования врачей им. С. М. Кирова Материал поступил
М-ва здравоохранения СССР в редакцию 06.03.89

УДК 612.397—08

К. Л. Писарчук

Апробация тритиевого теста для определения содержания жира в организме крыс

Уже давно большой интерес вызывают исследования, посвященные определению содержания жира в организме [5, 6, 8, 12]. Этот интерес вызван тем, что в патогенезе зависимых от возраста болезней (атеросклероза, ишемии, гипертонии, ожирения, сахарного диабета) значительное место занимает избыток жира в организме, вызывающий нарушение липидного и углеводного обменов [2, 7, 11]. Поэтому для изучения влияния различного количества жира на физиологические и биохимические процессы, а также на их динамику возникла необходимость в разработке метода для прижизненного определения жира в организме.

Возможны два подхода к определению химического состава тела экспериментальных животных. Один из наиболее точных и информативных — это прямой химический анализ, или каркасный метод [1]. Однако из-за сложности его проведения и невозможности его применения для исследований во времени (при необходимости сохранения животных для дальнейших экспериментов), он по понятным соображениям, не пригоден.

В связи с этим, целью наших исследований является апробация метода прижизненного определения содержания жира в организме — тритиевого теста, а также его сопоставление с прямым химическим анализом в возрастном аспекте.

По результатам прямого химического анализа состава тела лабораторных крыс найдено взаимоотношение относительного содержания (%) воды и жира в организме, которое выражается уравнением $\bar{y} = 70,91 - 0,72x$ ($r = -0,87$; $P < 0,001$), где x — относительное содер-

жание жира, у — воды. Следовательно, принцип метода состоит в установлении объема воды, содержащейся в теле, по которому можно судить об относительном содержании жира в организме [3, 6, 10].

Методика

В эксперимент были взяты 4- (24 животных) и 12- (12 животных) месячные крысы-самки линии Вистар средней массой ($372 \pm 6,3$) и ($514,6 \pm 14,8$) г соответственно. Для определения объема воды в тканях с использованием трития крысам внутривенно вводили 500 мкл раствора ^3HON (вода, меченная тритием — 220 мКи/моль), содержащего 1 000 мКи в 1 мл физиологического раствора. Исследования проводили натощак, спустя 16 ч после кормления. Перед введением раствора животных взвешивали. Через определенные промежутки времени (1, 2, 3 ч) после введения изотопа из хвостовой вены крысы, фиксированных в индивидуальных клетках, брали кровь в гепаринизированные капилляры. После центрифугирования плазму (10 мкл) вносили во флаконы со сцинтилляционной жидкостью (ЖС-8) для определения радиоактивности трития. Параллельно исследовали активность разведенного стандарта (10 мкл раствора трития, смешанного с 1,0 мл физраствора). Радиоактивность определяли на сцинтилляционном счетчике «Mark-III» фирмы «Tracor Analytic».

Расчет содержания воды в тканях проводили по формуле

$$W = \frac{\text{Активность стандарта} \times 101 \times 49,4 \times 10}{\text{Активность пробы} \times 1,06} \text{ (мкл)},$$

где 101 — разведение стандарта (10 мкл тритиевого раствора с 1,0 мл — 1000 мкл физиологического раствора); 1,06 — коэффициент перерасчета в проценты содержания воды в плазме, выраженного в микролитрах (так как в плазме содержится 94 % воды); 10 — объем в микролитрах стандарта, взятого на исследование; 49,4 — масса стандарта (перевод единиц объема в единицы массы).

Перерасчет единиц объема (мкл) воды в проценты производят, исходя из массы тела

$$W' = \frac{\text{Объем воды}}{\text{Масса тела}} \cdot 100 (\%).$$

Относительное содержание жира в теле определяли по формуле

$$F = \left(1 - \frac{W'}{K}\right) \cdot 100 (\%),$$

где K — отношение объема воды к массе тела, свободной от жира.

Одновременно с тритиевым тестом (для сопоставления в контроле полученных результатов) проводили прямой химический анализ тела экспериментальных животных. После гибели животных под наркозом их целиком помещали в стакан вместимостью 1,0 л с 50 мл 5,0 %-ного раствора соляной кислоты. Стакан ставили в автоклав на 4 ч при температуре 121 °C, закрытый стеклом для предупреждения испарения. Тушку целиком интенсивно растирали в гомогенизаторе. Аликвотные навески высушивали под вакуумом. Определяли массу тушки, сухую массу содержания жира в аппарате Сокслета в навесках по 5 г и относительное содержание жира в тушке [1].

Результаты и их обсуждение

При сравнении результатов, полученных с помощью тритиевого теста и прямого химического анализа, показано, что у 4-месячных крыс среднее значение относительного содержания воды в теле, найденное первым способом, составляет ($62,0 \pm 0,57$) %, что почти соответствует истинному — ($61,4 \pm 0,55$) %, полученному прямым химическим анализом. При этом средняя абсолютная ошибка — абсолютное отклонение относительного содержания воды, полученное тритиевым тестом, от такового, полученного прямым химическим анализом, составила 1 %. Эти результаты согласуются с данными литературы [4, 6]. И все же, для крысы, при использовании тритиевого теста в большинстве случаев описано избыточное содержание воды, а следовательно, и жира, с распределением ошибки в диапазоне от 4,6 до 12 % [8—10]. Как показали

результаты исследования трития. При увеличении объема воды в теле. Таким же объясняется равномерным шимся длительное время

Сходные результаты в данном случае абсолютные 4,3 %, при этом значении близкому к реальному ($60,5 \pm 0,9$) %.

При сравнении результатов анализа и трития крысы при наиболее близком к реальному значению жира в организме. При этом среднее содержание составило ($12,5 \pm 0,78$) % $\pm 0,63$) %. У 12-месячных крыс сходной сред

Анализ полученных результатов крыс (7 из 12) — трития, у остальных — трития, низкие, или даже отрицательные, вследствие значительного еще раз подтверждает, что в низме проходит индивидуальности однократного анализа литературы и результатов комментировать время анализа

Таким образом, у 4-месячных животных в тритиевом тесте наблюдалось существенное отклонение, что можно сделать вывод, что погрешность тритиевого теста следует подходить, чтобы избежать ошибки, увеличения

K. L. Pisarchuk

APPROBATION OF THE TRITIUM TEST FOR THE DETERMINATION OF THE WATER AND FAT CONTENT IN THE RAT OR

An indirect method for estimating the water and fat content in the body of rats, based on the tritium test, was studied on laboratory rats. The results of the tritium test and direct chemical analysis of the body of rats were compared. The results of the tritium test were found to be close to the results of the direct chemical analysis.

The data obtained test the necessity to carry additional experiments.

Institute of Gerontology, Academy of Sciences of the USSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буриштейн А. И. Метод определения содержания воды в организме животных. УССР, 1963. — 642 с.
2. Гацко Г. Г., Чайка Л. В. Метод определения содержания жира в организме животных. 1984. — 63 с.
3. Gordon B. J., Topps J.

Физиол. журн., 1990, т. 3

Физиол. журн., 1990, т. 36, № 2

результаты исследования, животные реагируют неодинаково на введение трития. При увеличении времени распределения метки в конечном счете достигается приближенное к истинному значение содержания воды в теле. Таким же образом наблюдается и достижение плато, что объясняется равномерным распределением тритиевой воды, сохраняющимся длительное время.

Сходные результаты получены и на 12-месячных крысах, однако, в данном случае абсолютная ошибка тритиевого теста увеличилась до 4,3 %, при этом значение $(63,2 \pm 1,7)$ % соответствовало наиболее приближенному к реальному значению содержания воды в организме — $(60,5 \pm 0,9)$ %.

При сравнении результатов, полученных с помощью прямого химического анализа и тритиевого теста, по содержанию жира в организме крыс при наиболее благоприятном времени распределения метки у 4-месячных животных, показано, что при расчете относительного содержания жира в организме средняя абсолютная ошибка возросла до 8 %. При этом среднее содержание жира, определенное тритиевым тестом, составило $(12,5 \pm 0,78)$ % и прямым химическим анализом — $(13,5 \pm 0,63)$ %. У 12-месячных крыс — $(11,6 \pm 1,2)$ и $(12,5 \pm 0,9)$ % соответственно со сходной средней абсолютной ошибкой 8 %.

Анализ полученных результатов показал, что лишь у 58 % 12-месячных крыс (7 из 12) удалось получить близкие к истинным результаты, у остальных — тритиевый метод был не эффективен (не реально низкие, или даже отрицательные значения содержания жира в теле, вследствие значительного превышения содержания в нем воды). Это еще раз подтверждает то положение, что распределение метки в организме проходит индивидуально и неодинаково по времени. При необходимости однократного исследования — взятия крови, исходя из данных литературы и результатов собственных исследований, следует рекомендовать время аппликации метки от 2 до 3 ч.

Таким образом, тритиевый тест имеет ряд дефектов, и если на 4-месячных животных получено удовлетворительное совпадение результатов тритиевого теста и прямого химического анализа, то у 12-месячных наблюдалось существенное расхождение. Исходя из этого, можно сделать вывод, что с увеличением возраста и массы тела растет погрешность тритиевого теста. В связи с этим, к выбору тритиевого теста следует подходить избирательно, принимая во внимание возможность ошибки, увеличивающейся с возрастом и массой тела.

K. L. Pisarchuk

APPROBATION OF THE TRITIUM TEST TO DETERMINE FAT CONTENT IN THE RAT ORGANISM

An indirect method for estimation of the fat percentage in the animal organism, a tritium test, was studied on laboratory male rats aged 4 and 12 months. Results obtained from the tritium test and direct chemical analysis were compared. With age a mean absolute error of the tritium test increased (from 1 to 8 %) as against actual values of the water and fat percentage in the organism obtained by a direct chemical analysis.

The data obtained testify to the relative insolvency of the tritium test, as well as the necessity to carry additional investigations in order to obtain adequate data.

Institute of Gerontology, Academy of Medical
Institute of the USSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурштейн А. И. Методы исследования пищевых продуктов. — Киев; Госмедиздат УССР, 1963. — 642 с.
2. Гацко Г. Г., Чайка Л. Д. Избыточный вес и преждевременное старение. — Минск, 1984. — 63 с.
3. Gordon B. J., Topps J. H., Begg T. W. Total body water of rats as measured with