

об их точности и специфичности [7]. Ранее было показано, что данные метода изучения состава тела (величина тощей массы) путем измерения БЭИ с высокой степенью достоверности коррелируют с результатами измерения тощей массы с помощью денситометрии [6]. В результате настоящей работы выяснилось, что хотя средние (групповые) абсолютные значения, характеризующие величину тощей массы при измерении БЭИ и экскреции креатинина, практически совпадают (см. табл. 1), коррелятивной связи между этими данными не отмечается. В то же время данные, полученные путем измерения БЭИ и толщины подкожного жирового слоя, коррелируют весьма значимо, причем, когда речь идет о величине тощей массы, эта корреляция выражена в большей степени, чем когда определяется содержание жира в теле. Помимо этого, степень данной взаимосвязи модифицируется в зависимости от возраста обследуемых и, отчасти, от величины индекса Брока (см. табл. 2, 3). Не все формулы, рекомендованные для пересчета данных измерения БЭИ, оказались, по нашим наблюдениям, пригодными в этих целях. В целом же использование БЭИ для изучения состава тела представляется удобным, надежным и адекватным методом, который может широко применяться в эндокринологической практике (ожирение, болезни щитовидной железы, корковой части надпочечников и т.д.) в процессе диагностики и лечения больных и при исследовании различных типов макросомии [1].

Выводы

1. Использование метода БЭИ позволяет оценить величину тощей (безжировой) массы, и полученные при этом данные коррелируют в большей степени с результатами, основанными на измерении толщины подкожного жирового слоя, чем с результатами определения содержания креатинина в моче.

© Б. А. ЗЕЛИНСКИЙ, С. А. СОКУР, 1995

УДК 616-056.257-092:616.16-005-07

Б. А. Зелинский, С. А. Сокур

ПАТОФИЗИОЛОГИЯ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА ПРИ ОЖИРЕНИИ

Кафедра клинической эндокринологии (зав. — проф. Б. А. Зелинский) факультета усовершенствования врачей и лечебного факультета Винницкого государственного медицинского института им. Н. И. Пирогова

Роль нейроэндокринной системы в создании необходимого для жизни тканевого гомеостаза и гемокинеза делает проблему микроциркуляции при различных эндокринных заболеваниях особенно важной. Микрососудистое русло — конечное звено сердечно-сосудистой системы, где реализуется ее транспортная функция, обеспечивающая транскпиллярный обмен [4, 8, 9]. Этим и объясняется большое внимание, уделяемое исследованию микроциркуляции при сахарном ди-

2. Наиболее оптимальной из расчетных формул для перехода от результатов измерения БЭИ к величине тощей массы является формула К. Segal и соавт. [9] для лиц с нормальной массой тела.

3. Метод БЭИ может быть использован для оценки состава тела у больных с различной эндокринной патологией как до начала лечения, так и для контроля за его эффективностью при некоторых заболеваниях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берштейн Л. М. // Успехи соврем. биол. — 1991. — Т. 111. — С. 765-781.
2. Комаров Ф. И., Коровкин Б. Ф., Меньшиков В. В. Биохимические исследования в клинике. — М., 1981.
3. Durmin J. V. G. A., Womersley J. // Brit. J. Nutr. — 1974. — Vol. 32. — P. 77-97.
4. Forbes G. B. Human Body Composition: Growth, Aging, Nutrition and Activity. — New York, 1987.
5. Heymsfield S. B., Gallagher D., Poehlman E. T. // Exp. Geront. — 1994. — Vol. 29. — P. 377-389.
6. Lukaski H. C., Johnson P. E., Bolonchuk W. W., Lykken G. I. // Amer. J. clin. Nutr. — 1985. — Vol. 41. — P. 810-817.
7. Lukaski H. C. // Ibid. — 1987. — Vol. 46. — P. 537-556.
8. Roubenoff R., Kehayias J. J. // Nutr. Rev. — 1991. — Vol. 49. — P. 163-175.
9. Segal K. R., Van Loan M., Fitzgerald P. I. et al. // Amer. J. clin. Nutr. — 1988. — Vol. 47. — P. 7-14.
10. Yki-Jarvinen H., Koivisto V. A. // Diabetes. — 1983. — Vol. 32. — P. 965-969.

Поступила 08.12.94

L. M. Bershtein, Ye. V. Tsyrlina, Ye. B. Samoilova, I. G. Kovalenko - ASSESSMENT OF BODY COMPOSITION IN NORMAL-WEIGHING AND OBESE SUBJECTS BY THE BIOELECTRICAL IMPEDANCE METHOD

Summary. Body composition (lean mass, fat content) was assessed in 32 women aged 21 to 78 by measuring the thickness of subcutaneous fat in 4 typical sites and urinary excretion of creatinine, and estimating whole-body bioelectrical impedance (BI) by tetrapolar analyzer attached to personal computer. Results of BI measurements better correlated with body composition values assessed from the thickness of subcutaneous fat (particularly so in subjects aged under 50 and with Broca's index from 0 to +19%). Hence, BI assessment may be used to evaluate body composition in patients with various endocrine diseases before the treatment and to monitor its efficacy in some diseases.

абете [2], атеросклерозе, ишемической болезни сердца [5, 7, 10].

Известно, что одним из важнейших этиопатогенетических факторов развития указанных заболеваний является ожирение [1, 3, 6]. В то же время на фоне многочисленных работ по исследованию функционального состояния мышц сердца, сердечно-сосудистой системы в целом при ожирении остается малоизученным микроциркуляторное русло, что, несомненно, влияет

на поиски путей профилактики и лечения ожирения и его осложнений.

Цель настоящей работы — оценить состояние микроциркуляции, трансапикалярного обмена и кислородного обеспечения тканей у больных алиментарно-конституциональным ожирением (АКО) и гипоталамическим ожирением (ГО) в зависимости от его степени, продолжительности заболевания.

Материалы и методы

Обследовано 207 больных ожирением (98 — АКО и 108 — ГО, в том числе 86 мужчин и 121 женщина) в возрасте от 18 до 62 лет. Продолжительность АКО до 5 лет была у 26 больных, от 5 до 10 лет — у 27, более 10 лет — у 45, при ГО — соответственно у 30, 32 и 47 больных.

Наряду с общеклиническим обследованием у больных исследовали микроциркуляторное русло с помощью фотошейлевой лампы фирмы "Carl Zeiss" (ГДР) с 64-кратным увеличением. Результаты оценивали по шкале (в баллах) [8]. Определяли такие показатели микроциркуляции, как внутрисосудистый (ВнуКИ), сосудистый (СКИ), внесосудистый (ВнеКИ) и общий (ОКИ) конъюнктивальный индекс.

Трансапикалярный обмен изучали методом капиллярно-венозной разницы по общему белку и величине гематокрита [4]. Для определения адаптивных возможностей и скрытых нарушений трансапикалярного обмена использовали гидростатическую пробу.

Кислородное обеспечение тканей оценивали по определению напряжения кислорода в коже предплечья методом полярографии с использованием полярографа ЛП-7 (ЧССР) и открытого остекленного платинового игольчатого электрода диаметром 0,2 мм. Для оценки доставки и потребления кислорода тканям проводились кислородная и ишемическая пробы. При этом изучали следующие показатели: pO_2 — начальное напряжение кислорода (в кПа), t_1 — латентный период начала увеличения напряжения кислорода при ингаляции кислородом (в с), $pO_{21'}$ и $pO_{22'}$ — величина прироста pO_2 соответственно за 1-ю и 2-ю минуты кислородной пробы, pO_2^{max} — максимальное pO_2 на высоте кислородной пробы, t_2 — время достижения максимального pO_2 , t_1 — латентный период начала потребления кислорода при ишемической пробе, $pO_{21'}$ и $pO_{22'}$ — величина pO_2 за 1-ю и 2-ю минуты ишемической пробы, t_4 — время достижения стабильного уровня pO_2 , pO_3 — конечное напряжение pO_2 , t_5 — латентный период начала прироста pO_2 в тканях после прекращения ишемической пробы, t_6 — время достижения исходного уровня pO_2 .

Контрольную группу составили практически здоровые лица (24) аналогичного возраста.

Результаты и их обсуждение

Как показали проведенные исследования, у больных ожирением имели место выраженные нарушения различных звеньев системы микроциркуляции. Внесосудистые изменения проявлялись периваскулярным отеком, кровоизлияниями в сетчатую оболочку, при этом если при I-II степени ожирения они имели место у отдельных больных, то при IV степени они отмечались у 75% больных. Более ранние изменения претерпевали сами сосуды, которые отмечались у 45% больных ожирением I степени и характеризовались неравномерностью калибра, извитостью, сетевидной структурой, наличием микроаневризм. Частота и степень изменения сосудов нарастали по мере увеличения массы тела, такие изменения наблюдались у всех больных ожирением IV степени. Внутрисосудистые изменения проявлялись прерывистостью кровотока, микротромбозом, сладж-феноменом, увеличивались

с прогрессированием ожирения и имели место у 95% обследованных с IV степенью ожирения. Следует отметить, что как сосудистые, так и внесосудистые изменения были более выражены при ГО (СКИ при I и IV степени ожирения составил $3,06 \pm 0,10$ и $8,35 \pm 0,25$ соответственно при норме $1,68 \pm 0,05$, ВнеКИ — $0,45 \pm 0,05$ и $2,65 \pm 0,12$ при норме $0,18 \pm 0,05$; у больных АКО — соответственно $2,45 \pm 0,06$ и $5,53 \pm 0,18$, $0,25 \pm 0,06$ и $1,75 \pm 0,12$). Это же относится к внутрисосудистым нарушениям микрогемодинамики, особенно у больных ожирением IV степени (при ГО ВнуКИ — $7,50 \pm 0,25$, АКО — $2,75 \pm 0,18$ при норме $0,63 \pm 0,08$; $p < 0,01$). Нарушения различных звеньев микроциркуляции были тесно связаны между собой, о чем свидетельствует корреляционная связь между изучаемыми конъюнктивальными индексами ($r = +0,55-0,41$).

Величина проницаемости сосудистой стенки для жидкости и белка зависела от степени ожирения и его формы. У больных АКО I степени проницаемость стенки капилляров для жидкости была в 2 раза больше нормы ($5,32 \pm 0,56$ при норме $2,74 \pm 0,19$ мл; $p < 0,01$) и увеличивалась при II степени ожирения с последующей стабилизацией (при II степени — $7,11 \pm 0,65$ мл, IV степени — $7,56 \pm 0,90$ мл).

Проницаемость стенки капилляров для белка также была значительно увеличенной, однако не зависела от степени ожирения (при I степени — $8,40 \pm 0,82\%$, при II и IV степени соответственно $9,39 \pm 1,10$ и $9,54 \pm 1,34\%$, $p > 0,05$). У больных ГО проницаемость сосудистой стенки как для жидкости, так и для белка также была увеличенной (соответственно $8,33 \pm 1,20$ мл и $9,28 \pm 1,59\%$), однако по мере увеличения массы тела проницаемость снижалась и при IV степени ожирения не отличалась от нормы ($3,52 \pm 0,55$ мл и $4,69 \pm 0,98\%$; $p > 0,05$), что, вероятно, было связано с превалированием органических изменений стенок капилляров. Проведенный анализ состояния проницаемости стенки сосудов и внесосудистых изменений показал, что внесосудистые изменения во многом зависели от состояния сосудистой стенки (между проницаемостью стенок капилляров и внесосудистыми изменениями имела место прямая корреляционная связь $r = +0,26$). Состояние проницаемости стенки капилляров для жидкости и белка влияло на внутрисосудистую гемокциркуляцию (коэффициент корреляции между ВнуКИ и проницаемостью для жидкости составлял $r = -0,26$ и для белка $r = -0,20$, при этом между проницаемостью стенок капилляров для жидкости и белка была прямая корреляционная связь $r = +0,34$, $r = +0,44$).

Вектор проницаемости как для жидкости, так и для белка у больных ожирением чаще (у 62,30%) был отрицательным — кровь — ткань.

При проведении гидростатической пробы прирост проницаемости для жидкости и белка стенок капилляров у больных АКО составил соответственно $3,24 \pm 0,21$ мл и $3,93 \pm 0,46\%$ при норме $2,23 \pm 0,15$ мл и $3,52 \pm 0,42\%$, однако в процентном отношении к исходной величине он был существенно снижен (на 25-36%) по сравне-

нию с контролем. У больных ГО абсолютная величина прироста проницаемости для жидкости не отличалась от нормы, для белка была снижена (соответственно $2,59 \pm 0,30$ мл и $2,32 \pm 0,41\%$). Следует отметить, что если у больных АКО и ГО IV степени прирост проницаемости для жидкости после гидростатической пробы по сравнению с I степенью ожирения не изменился, то для белка у больных АКО — увеличился ($5,32 \pm 1,22\%$), у больных ГО — уменьшился ($2,0 \pm 0,63\%$).

Увеличение степени проницаемости стенок капилляров ведет к накоплению в интерстициальном пространстве жидкости с низкомолекулярными белками, что, с одной стороны, нарушает транспортную функцию капилляров, ухудшает диффузию кислорода в ткани, с другой — ухудшает реологические свойства крови, гемомикроциркуляцию, усугубляет гипоксию тканей, метаболические процессы, в том числе в самих капиллярах.

Исследование кислородного баланса тканей показало, что базальное напряжение кислорода в коже больных АКО практически не отличается от контроля, в то же время у больных ГО оно было существенно снижено (у больных АКО — $3,73 \pm 0,20$ кПа, у больных ГО — $2,56 \pm 0,12$ кПа соответственно: $p > 0,05$ и $p < 0,05$, у здоровых — $3,84 \pm 0,22$ кПа). Латентный период начала увеличения напряжения кислорода при ингаляции кислородом у всех больных был удлинен, напряжение кислорода через 1,2 мин и максимальное было снижено, латентный период начала потребления кислорода увеличен, его утилизация на протяжении всей ишемической пробы снижена. Период восстановления начального уровня кислорода в тканях после прекращения ишемической пробы был увеличен, а величина pO_2 была существенно ниже контроля (см. рисунок).

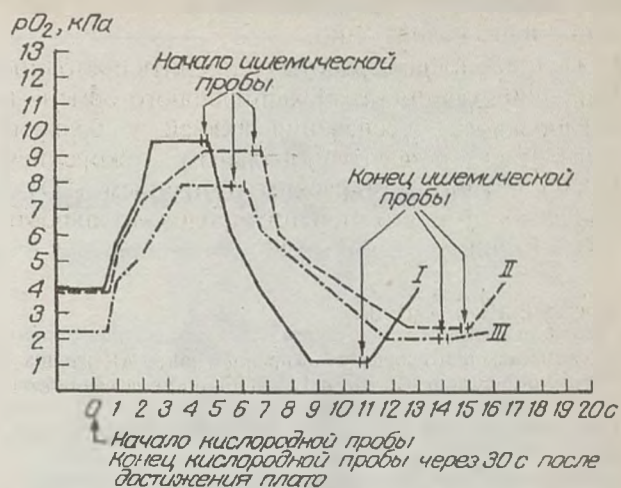
Нарушение кислородного обеспечения тканей нарастало по мере увеличения степени ожирения и зависело от состояния микроциркуляции и проницаемости стенок капилляров, о чем свидетельствовала прямая корреляционная связь между начальным напряжением кислорода в коже и состоянием стенок капилляров, гемомикроциркуляцией (соответственно $r = +0,32$ и $r = +0,37$).

Таким образом, несмотря на увеличение времени доставки и потребления кислорода, у всех больных ожирением имели место гипоксия тканей, снижение потребления ими кислорода (микроциркуляторная и тканевая гипоксия).

Выводы

1. При ожирении возникают существенные нарушения микроциркуляции, которые проявляются изменениями капиллярного кровотока, стенок сосудов и в большей степени внесосудистого пространства. Повышается проницаемость стенок капилляров для жидкости и белка с преимущественным направлением субстратов из крови в ткань, существенно снижаются их адаптивные резервы.

2. У больных АКО и ГО нарушается кислородное обеспечение тканей, которое проявляется



Кислородное обеспечение тканей в контроле (I), у больных АКО (II) и ГО (III).

ухудшением как доставки, так и утилизации кислорода, прогрессирует по мере увеличения степени ожирения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бейл Е. А., Оленева В. А., Шатерников В. А. Ожирение. — М., 1986.
2. Ефимов А. С., Карабун П. М., Эпштейн Е. В. Ожирение и сахарный диабет. — Киев, 1987.
3. Иванов С. И. // Патология внутренних органов при нейрогормональных и обменных нарушениях. — Л., 1988. — С. 118-128.
4. Казначеев В. П., Дзизинский А. А. Клиническая патология транскapиллярного обмена. — М., 1975.
5. Коваленко Е. А., Березовский В. А., Эпштейн И. М. // Кардиология. — 1971. — № 3. — С. 134.
6. Коваленко Е. А. // Актуальные вопросы нарушений гемодинамики и микроциркуляции в клинике и эксперименте. — М., 1984. — С. 26.
7. Копытов Ю. Л., Кузько П. В. Профилактика ожирения в поликлинических условиях. — Киев, 1985.
8. Малая Л. Т., Микляев П. Ю., Кравчун П. Г. Микроциркуляция в кардиологии. — Харьков, 1977.
9. Чернух А. М., Александров П. Н., Алексеев О. В. Микроциркуляция. — М., 1984.
10. Vacherow A. // Rev. Palais Lecouv. — 1991. — Vol. 19, N 185. — P. 47-56.

Поступила 11.11.94

B. A. Zelinsky, S. A. Sokur - PATHOPHYSIOLOGY OF THE MICROCIRCULATORY BED IN OBESITY

Summary. A total of 207 patients with alimentary constitutional and hypothalamic obesity were examined in order to assess the status of the microcirculatory bed, including the status of capillary walls, hemocirculation, transcapillary metabolism, oxygen delivery to tissues in patients with various forms of obesity. Bulbobiomicroscopy, assessment of capillary wall permeability by the hydrostatic test, polarographic study of oxygen tension in the skin using oxygen and ischemic test were employed. Obese patients were found to develop appreciable microcirculatory disorders (vascular, intravascular, extravascular); capillary walls became better penetrable for liquid and proteins and the adaptation reserve of these vessels decreased, with the substrate movement from blood to tissues predominating. A correlation has been traced between the status of the circulation and capillary walls, and extravascular shifts, on the one hand, and capillary permeability, on the other. Oxygen delivery to tissues was disordered in obese patients, this manifesting by deterioration of both oxygen delivery and consumption. The degree of impairment of various components of microcirculation and oxygen supply of tissues augmented with body mass increase.