

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЖИРОВЫХ РАЦИОНОВ НА
ЖИРНОКИСЛОТЫЙ СОСТАВ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ

Г. А. ЧУХАДЖЯН, П. А. БАКАЛЯН, О. П. СОЦКИП, Г. М. САРКИСОВА,
Ш. Э. ШАХБАТЯН, К. М. КОЧАРЯН, А. Х. МАШИНИАН

Бергманский государственный медицинский институт

Вискозирные пищевые рационы, в которых 50% калорийности обеспечивается жиром или курдючным жиром, оказывают влияние на жирно-кислотный состав мембран эритроцитов. Обнаружена взаимосвязь между спектрами жирных кислот алиментарных жиров и эритроцитарных мембран. При скармливании курдючным жиром ненасыщенные жиры, кислоты преобладают над насыщенными преимущественно за счет линолевой кислоты.

Ներգրվել են պարունակելով՝ անդամները, որոնց կազմակերպելու ժամանակ 2 խումբ կամ ավելի մարզով, ազգայնական են գործում կոմիտեայինները Բաղնիկները մարտաբնական կազմի վրա մարտարկվում և խելագարվել կապի զայրույնը անկային մարտիկի և կոմիտեայինների խզվածիկները մարզով, մարտաբնական կազմերի միջև ԳՆՆ-ի մարզով անկող իրզուխան մանուկը չունենում մարտաբնական կազմում, են անհետևանքի կառավարող՝ զննարաններում և լուրի միջոցով:

High-fat alimentary rations, in which 50 per cent of caloricity was provided with hard or fat fat, had no effect on the erythrocyte membrane fatty acids composition. The relationship between alimentary fats and erythrocyte membrane fatty acid composition was found during the feeding with fat of the unsaturated fatty acids had a prevalence over the saturated mainly at the expense of linoleic acid.

Животный жир—жирные кислоты—хембраны эритроцитов.

В настоящее время накоплен значительный фактический материал, свидетельствующий о выраженном влиянии липидного состава мембран на многие параметры их функционального состояния: проницаемость, ионный транспорт, активность мембраносвязанных ферментов и др. [1]. Установлена важная роль липидов, в частности их жирнокислотного спектра, в обновлении липидного компонента плазматической мембраны. Показано, что изменения жирнокислотного состава мембран эритроцитов отражают общие особенности формирования липидной структуры мембран, зависящих от жирового состава рациона [3] и потому могут рассматриваться и качестве объекта для изучения влияния липидов пищи на мембранную организацию [2]. Выявлена тесная взаимосвязь между «липкостью» эритроцитов к действию перекиси водорода, их проницаемостью и степенью ненасыщенности липидов рациона [15].

Поскольку признано, что решение проблемы зависит в первую очередь от способности входящих в его состав жирных кислот

ЖКЖ — жирные кислоты, ЛПВП — липопротеиды высокой плотности, ЛПНП — липопротеиды низкой плотности

наиболее эффективно обеспечивать синтез липидных структур мембран, в значительной степени отвечающих за их функциональные свойства, представлялось интересным изучить жирнокислотный спектр мембран эритроцитов белых крыс, находящихся в течение длительного времени на рационе с повышенным содержанием курдючного жира, и сопоставить его с жирнокислотным составом мембран эритроцитов животных, в диете которых алиментарный жир был представлен лярдом.

Материал и методика. Опыты проведены на 40 белых беспородных крысах с начальной массой 130—150 г, разделенных на 4 группы (по 10 животных в каждой) и содержащихся в течение 12 недель на изокалорийных рационах, различающихся качественным и количественным составом пищи. При выборе срока исходили из данных литературы, согласно которым влияние пищи на липидный состав мембран эритроцитов проявляется через несколько недель [5].

Животные I группы служили контролем и находились на сбалансированном рационе, в котором в качестве источника белка использовались яичный белок и молоко (18% от калорийности рациона), углеводов — картофельный крахмал (52%) и жира — смесь лярда с подсолнечным маслом, взятых в соотношении 1:1 (30%); в рационе животных III группы пищевой жир был представлен смесью курдючного жира с подсолнечным маслом, взятых в том же соотношении (30%); II и IV группы содержались на рационах с одинаковым количеством белков (18%) и углеводов (32%) и повышенным уровнем жиров (50%) — лярда (II группа) и курдючного жира (IV группа).

По окончании периода скормливания крысы забивали натощак путем декапитации под легким эфирным наркозом. Мембраны эритроцитов выделяли по методу Доджа с соавт. [6], липиды экстрагировали по Фолчу с соавт. [9]. Метилловые эфиры жирных кислот получали по методу Штоффеля с соавт. [4]. Состав высших жирных кислот алиментарных жиров (лярда и курдючного жира) и липидов мембран эритроцитов определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Хром-5» с пламенно-ионизационным детектором. В качестве жидкой фазы использовали полиэтилентгличольсукцинат, твердой — хромсорб W. Газ-носители — гелий. Температуры испарителя, колонки и детектора — 210°, 180°, 210° соответственно. Идентификацию метиловых эфиров жирных кислот исследуемых проб проводили путем сравнения с хроматограммой смеси насыщенных и ненасыщенных метиловых эфиров жирных кислот с длиной углеродной цепи от C_{14} до C_{22} атомов. Площади пиков отдельных жирных кислот на хроматограммах рассчитывали как произведение высоты на его ширину на половине высоты.

Результаты и обсуждение. Из данных табл. видно, что жирнокислотный спектр липидов лярда и курдючного жира состоит из одних и тех же компонентов, различающихся лишь количественными соотношениями. Так, например, в курдючном жире по сравнению с лярдом содержится больше $C_{16:0}$ и $C_{18:0}$ и меньше $C_{18:1}$, $C_{18:2}$, $C_{20:4}$ жирных кислот, в результате чего величина коэффициента $\frac{\text{сумма насыщ. ЖК}}{\text{сумма ненасыщ. ЖК}}$ почти в два раза выше.

При изучении жирнокислотного состава мембран эритроцитов было идентифицировано 8 кислот, составляющих, согласно данным литературы, 90—95% жирных кислот стromы эритроцитов, из них 5 кислот ($C_{14:0}$, $C_{15:0}$, $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$) насыщенного и 3 ($C_{18:2}$, $C_{20:4}$, $C_{22:4}$) ненасыщенного ряда. Насыщенные жирные кислоты в мембранах эритроцитов животных I группы в основном представлены пальмитиновой и стеариновой кислотами. Преобладающими ненасыщенными жирными кислотами являются олеиновая и арахидоновая кислоты, что, по-

Сдвиги в содержании высших жирных кислот липидов мембран эритроцитов белых крыс под влиянием высокожировых рационов, %

Жирная кислота	Состав использо- ванных жиров			Группы животных		
	лярд	курдюч- ный жир	I — интак- ные, лярд — подсолн. масло	II — лярд, 50%	III — кур- дючный жир — под- солн. масло	IV — кур- дючный жир, 50%
C14:0	1.8	0.76	0.43	0.22	1.43	2.41
C15:0	3.0	6.71	0.32	0.345	0.50	0.45
C16:0	20.0	32.95	11.25	35.00	27.50	29.02
C16:1	следы	следы	—	—	—	—
C17:0	—	—	1.90	1.20	1.50	1.62
C18:0	17.2	18.58	10.0	12.15	10.63	9.39
C18:1	52.2	33.45	15.00	19.33	23.49	25.83
C18:2	3.8	2.55	0.60	0.714	5.08	6.13
C20:0	2.0	следы	29.60	31.04	29.87	25.15
Сумма насыщ. ЖК	42.0	59.0	54.80	48.916	41.56	42.89
Сумма ненасыщ. ЖК	58.0	41.0	45.20	51.084	58.44	57.11
K $\frac{C18:1}{C18:2}$						
	13.8	15.0	25.00	27.00	4.62	4.21
K $\frac{\text{сумма насыщ. ЖК}}{\text{сумма ненасыщ. ЖК}}$	0.72	1.44	1.20	0.96	0.71	0.75

видимому, обусловлено наличием значительного количества первой из них в лярде и предшественника синтеза второй — линолевой кислоты — в подсолнечном масле.

Повышенный уровень лярда в рационе (до 50% калорийности) животных II группы обусловил ряд качественных и количественных сдвигов в спектре жирных кислот мембран эритроцитов. Обращает на себя внимание увеличение относительного содержания характерных для лярда жирных кислот, а именно стеариновой (на 12%) и олеиновой (на 29%) жирных кислот, исключение составляет пальмитиновая кислота, уровень которой несколько снизился. Следует отметить возрастание количества эссенциальной — линолевой кислоты (на 19%), что, возможно, объясняется высоким процентным содержанием ее в лярде. Однако из-за неодинаковой степени увеличения уровня олеиновой и линолевой кислот величина коэффициента $\frac{C18:1}{C18:2}$ имеет некоторую тенденцию к снижению. Бóльшая выраженность сдвигов и количество ненасыщенных жирных кислот по сравнению с насыщенными привела к уменьшению величины коэффициента $\frac{\text{сумма насыщ. ЖК}}{\text{сумма ненасыщ. ЖК}}$ на 20%.

Спектр жирных кислот мембран эритроцитов животных III и IV групп, находившихся на рационах, в которых лярд был заменен кур-

лущим жиром, также представлен 8 кислотами. Основными насыщенными жирными кислотами мембран эритроцитов этих животных также являются пальмитиновая и стеариновая кислоты. Однако, если уровень последней колеблется в пределах тех же значений, что и у животных, получавших лярд, содержание пальмитиновой кислоты заметно ниже (почти на 26%), несмотря на то, что в курдючном жире она является преобладающей насыщенной жирной кислотой (см. табл.). Определенные сдвиги обнаружены и относительно содержания жирных кислот с нечетным числом атомов углерода—снижение $C_{17:0}$ и повышение— $C_{15:0}$ жирных кислот. Ненасыщенные жирные кислоты представлены тремя кислотами—олеиновой и арахидоновой (почти в равных количествах) и линолевой, уровень которой ниже. Как видно из полученных данных, относительное содержание арахидоновой кислоты у животных III группы составляет, как и у животных I и II групп, приблизительно 30%. Приведенные данные заслуживают внимания, поскольку в курдючном жире в отличие от подсолнечного масла и лярда имеются лишь следовые количества указанной кислоты.

Следовательно, замена лярда курдючным жиром почти не сказывается на уровне $C_{20:4}$ кислоты, которая, являясь, наряду с другими полиненасыщенными жирными кислотами, важным компонентом фосфолипидов, оказывает воздействие на микровязкость мембран и, имея прямое отношение к синтезу простагландинов, в частности регулирующих функцию тромбоцитов [6], влияет на реологические свойства крови в целом.

Обращает на себя внимание выраженное увеличение относительного содержания олеиновой и линолевой жирных кислот в мембранах эритроцитов животных, скормливаемых курдючным жиром, по сравнению с таковым животных, в рационе которых животный жир был представлен лярдом, несмотря на значительные количества в нем этих кислот. Однако, как следует из табл., степень увеличения $C_{18:2}$ жирной кислоты в мембранах эритроцитов животных III и IV групп выше, чем степень увеличения $C_{18:1}$, в результате чего коэффициент $\frac{C_{18:1}}{C_{18:2}}$ у

них значительно ниже по сравнению с той же величиной в первых двух группах. Последствия накопления в биоструктурах клетки линолевой кислоты в результате повышенного поступления ее с пищей трактуются в литературе не однозначно. Так, согласно данным одних авторов, увеличение содержания в рационе жиров, богатых линолевой кислотой, благотворно сказывается на некоторых показателях липидного и углеводного обменов (уменьшается концентрация триглицеридов, холестерина, глюкозы в сыворотке крови) [12], на течении атеросклероза и развитии ишемической болезни сердца, на агрегационной способности эритроцитов [11], согласно другим—оказывает канцерогенное действие, усиливает образование перекисей, полициклических и ароматических углеводородов, нарушающих генетические и иммунологические процессы [7], отрицательно влияет на агрегацию тромбоцитов [14].

В ряде исследований показано, что незаменимые жирные кислоты могут выступать как предшественники синтеза простагландинов и яв-

ляться антагонистами атерогенных жирных кислот (фосфолипидов мембран) [13]. Более того, они способны понижать количество ЛПНП в сыворотке крови и стимулировать высвобождение ЛПВП. Следовательно, выявленный нами ранее низкий уровень ЛПНП и высокий ЛПВП в сыворотке животных, находящихся на рационе, обогащенном курдючным жиром (50% от калорийности), объясняется, по-видимому, наличием значительного количества линолевой кислоты в составе липидов клеточных мембран.

Сдвиги в спектре высших жирных кислот мембран эритроцитов животных III и IV групп — преобладание содержания ненасыщенных жирных кислот над насыщенными — привели к падению величины коэффициента $\frac{\text{сумма насыщ. ЖК}}{\text{сумма ненасыщ. ЖК}}$ в среднем на 33% по сравнению с таковой у животных первых двух групп.

Таким образом, полученные данные позволяют заключить, что жирнокислотный состав жиров указанных рационов оказывает выраженное влияние на спектр жирных кислот мембран эритроцитов. При этом в них обнаруживается такой набор жирных кислот, который характерен для алиментарного жира. В связи с признанием необходимости снижения в пищевом рационе содержания насыщенных жирных кислот и увеличения их ненасыщенных представителей как в профилактических, так и лечебных целях при сердечно-сосудистых заболеваниях, в том числе при атеросклерозе [10], следует отметить, что применение курдючного жира приводит к уменьшению величины коэффициента

$\frac{\text{сумма насыщ. ЖК}}{\text{сумма ненасыщ. ЖК}}$ преимущественно за счет увеличения линолевой кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апуховская Л. П., Вендр В. П., Ивашикевич С. П. Биохим. животных и человека, 3, 37—56, 1979.
2. Леваачев М. М. Вopr. питания, 5, 3—7, 1978.
3. Покровский А. А., Леваачев М. М., Львович Н. А. Вopr. питания, 3, 12—17, 1977.
4. Прохорова М. П. В кн.: Методы биохимических исследований. 148, Л., 1982.
5. Cooper R. Seminars Hemat., 7, 296—322, 1970.
6. Davenas E., Cignetti M., Nordet A. et al. Biochim. biophys. acta, 793 (68), 2, 278—286, 1981.
7. Dhopeshecarnar G. Progr. Lipid. Res., 19, 3—4, 107—118, 1980, (1981).
8. Dodge J., Mitchell C., Hananan L. Arch. Biochem. Biophys., 100, 119—130, 1963.
9. Fitch J., Lees M., Stannett-Stanley G. J. Biol. Chem., 226, 497—507, 1957.
10. Heyden S., Detsch, Gesundheitsw., 37, 31, 1353—1369, 1952.
11. Hoffman P., Forster W., Detsch, Gesundheitsw., 33, 60, 2401—2409, 1982.
12. Lederer J., Fothergill-Arnould, Nathals E. et al. Nutr. metab., 24, suppl., 119—141, 1980.
13. Masek J. Gas. lek. fest., 120, 34, 1009—1011, 1981.
14. Mobler H. M. D. Geb. Lebensmitteluntersuch., Hyg., 46—64, 1983.
15. Walker B., Kammerow F. Prog. Soc. exp. Biol. (N. Y.), 115, 1099—1101, 1964.

Получено 23 III 1987 г.