

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА ПРОТЕОЛИПИДОВ В РАЗНЫХ ОТДЕЛАХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ДРУГИХ ОРГАНАХ БЕЛЫХ КРЫС

Л. Г. КИРАКОСЯН, К. Г. МАНУКЯН, К. Л. ЛЕВОНЯН

Показано, что содержание белка протеолипидов выше в богатых проводниковыми структурами отделах нервной системы—продолговатом и спинном мозге и ниже—в головном. Из других органов наиболее богаты протеолипидами сердце, почки (в корковом слое которых протеолипидов несколько больше, чем в мозговом), печень, надпочечники, матка. В скелетных мышцах протеолипидов мало, однако в красных больше, чем в белых.

Ключевые слова: протеолипиды, нервная система, различные органы.

Протеолипиды (ПЛ), обнаруженные впервые Фолчем и Лис в 1951 г. [9], являются особыми липопротеинами, отличающимися специфической растворимостью в органических растворителях. Они характерны для нервной ткани и главным образом белого вещества мозга, однако в небольших количествах присутствуют и в других органах и тканях, а также в растительных и микробных клетках [9, 12].

Имеющиеся в литературе данные относительно содержания ПЛ в различных органах малочисленны и разноречивы. О содержании ПЛ судят большей частью по количеству белка, выпадающего в осадок из липидных экстрактов после денатурации этих комплексов. Однако денатурация и выпадение белка ПЛ могут быть неполными, чем, возможно, и объясняется расхождение в полученных результатах. В связи с этим в настоящей работе была поставлена задача изучить содержание белка ПЛ в разных отделах нервной системы и других органах белых крыс. Параллельно определяли также количество общего белка ткани. Содержание белка ПЛ определяли как после их денатурации, так и непосредственно в промытых липидных экстрактах мозга и других органов.

Материал и методика. Опыты ставили на 4—6-месячных белых крысах. Животных декапитировали. Быстро извлекали головной и спинной мозг, сердце, печень, почки, надпочечники, матку и скелетные мышцы: смешанные—двуглавая мышца бедра, белые—большая поясничная (psoas major), красные—камбаловидная. Головной мозг отделяли от продолговатого. В некоторых опытах отделяли также корковый слой почек от мозгового. Освобожденные от крови и оболочек отделы нервной системы и другие органы размельчали на холоду до однородной кашицы и брали пробы для определения сухой массы ткани. Оставшуюся часть взвешивали и гомогенизировали с 19-

кратным по отношению к массе ткани объемом смеси хлороформ—метанол, 2:1. Отбирали часть гомогената, соответствующую 12,5—25,0 мг ткани, для определения общего белка. Остальную часть фильтровали через стеклянный фильтр № 2. Полученные липидные экстракты, содержащие ПЛ, отмывали на холоду 0,2 объемами дистиллированной воды [11]. Верхний водно-метаноловый слой удаляли. Промежуточный слой еще три раза осторожно промывали верхней фазой растворителей (хлороформ—метанол—вода—3:48:47). Содержание белка ПЛ в промытых липидных экстрактах различных органов определяли по методу Лоури [17] параллельно в двух модификациях, предложенных Хесс и Левином [13] и Лис, Паксман [16]. Подробно методика определения белка ПЛ и общего белка этими методами описана нами ранее [1]. Поскольку в наших условиях результаты определения белка ПЛ в различных органах двумя указанными методами довольно хорошо совпадали, эти данные раздельно не приводятся.

Наряду с непосредственным определением белка ПЛ в липидных экстрактах различных органов, в специальной серии опытов производили денатурацию этих комплексов с помощью трикалийцитрата по методу Вебстера и Фолча [21] и определяли количество денатурированного материала. Для более полного осаждения процедуру денатурации повторяли три раза. Отмытые от липидов осадки белка ПЛ высушивали сначала под вакуумом, затем в термостате при 105° до постоянной массы.

Результаты и обсуждение. В табл.1 приведено содержание общего белка и белка ПЛ, определенного по методу Лоури в двух модификациях—Хесс и Левина [13] и Лис, Паксман [16], в разных отделах нервной системы и других органах крыс в расчете на влажную и сухую массу ткани. Полученные нами данные относительно содержания общего белка в различных органах в основном согласуются с имеющимися в литературе.

В табл. 2 представлены результаты отдельной серии экспериментов, где содержание белка ПЛ в разных органах определялось параллельно в одних и тех же пробах по методу Хесс и Левина [13] и после денатурации трикалийцитратом. Почти во всех органах количество белка ПЛ после денатурации в среднем на 20% ниже, чем определенное непосредственно в липидных экстрактах.

Из табл. 1 и 2 видно, что содержание белка ПЛ высокое в богатых проводниковыми структурами отделах мозга—продолговатом и спинном, в головном—оно в 2—2,5 раза ниже. Из других изученных органов наиболее богато ПЛ сердце, в котором концентрация протеолипидного белка в расчете на влажную массу ткани лишь несколько ниже, чем в головном мозге, затем почки, в корковом слое которых ПЛ в 1,25 раза больше, чем в мозговом. В печени содержание белка ПЛ в 2, в надпочечниках в 4, в мышце матки в 7 раз ниже, чем в сердце. Из скелетных мышц сравнительно высоким уровнем белка ПЛ характеризуется красная мышца, где его содержание такое же, как в гладкой мышце (матка) и почти вдвое выше, чем в белой (табл. 1). Смешанная мышца занимает промежуточное положение. Таким образом, высокое содержание ПЛ характерно именно для сердечной мышцы, а не мышечной ткани вообще.

Сравнение с данными литературы показывает, что концентрация белка ПЛ в головном мозге крысы, найденная нами, значительно выше приведенной Лис (1,8 мг/г влажной массы) [15] и приближается к полученной Фолчем для головного мозга мыши (4,85 мг/г) [10]. Наши данные

Содержание общего белка и белка ПЛ в разных отделах нервной системы и других органах крыс

Органы	Общий белок		Белок ПЛ	
	мг/г влажной массы	мг/100 мг сухой массы	мг/г влажной массы	мг/100 мг сухой массы
Отдел нервной системы: головной мозг	114,09±1,37 (32)	52,55	5,45±0,06 (65)	2,50
продолговатый мозг	102,82±2,46 (14)	37,23	12,16±0,25 (24)	4,40
спинной мозг	91,31±2,14 (16)	30,40	12,29±0,27 (35)	4,09
Сердце	182,84±3,66 (14)	83,64	4,35±0,08 (28)	1,99
Почки:				
цельные	161,05±2,15 (16)	77,13	2,88±5,04 (14)	1,38
корковый слой	181,21±2,01 (20)	—	2,70±0,02 (36)	—
мозговой слой	123,98±1,42 (18)	—	2,18±0,03 (34)	—
Печень	189,46±3,86 (15)	67,83	2,08±0,04 (24)	0,74
Надпочечники	128,28±2,21 (14)	—	1,11±0,03 (20)	—
Матка	145,13±3,97 (13)	—	0,64±0,03 (10)	—
Скелетная мышца:				
красная (камбаловидная)	178,95±4,35 (17)	—	0,64±0,02 (26)	—
смешанная (двуглавая мышца бедра)	185,09±1,80 (23)	80,37	0,52±0,01 (28)	0,23
белая (большая поясничная)	173,87±1,80 (27)	—	0,33±0,01 (45)	—

Таблица 2

Содержание белка ПЛ в липидных экстрактах разных отделов нервной системы и других органов крыс, определенное различными методами

Органы	Белок ПЛ, мг/г влажной ткани		$\frac{\text{II}}{\text{I}} \times 100$
	по методу Хесс и Левина I	после денатурации трикалийцитратом II	
Отдел нервной системы: головной мозг	5,56±0,48 (4)	4,25±0,23 (6)	76,4
продолговатый мозг	11,62±0,77 (4)	10,15±1,26 (4)	87,3
спинной мозг	11,54±0,4 (4)	8,99±0,86 (4)	77,9
Сердце	4,78±0,24 (4)	3,37±0,16 (4)	70,4
Почки	2,97±0,05 (4)	2,26±0,21 (4)	77,0
Печень	2,10±0,16 (3)	1,66±0,02 (3)	79,0
Скелетная мышца (смешанная)	0,47±0,02 (4)	0,48±0,05 (3)	102,0

относительно содержания белка ПЛ в продолговатом и спинном мозге крысы намного превышают величины, полученные Адамсом и Тукваном (7,7 мг/г в спинном мозге) [4] и близки к данным Амадуччи для человека (16,5 и 14,3 мг/г соответственно) [5]. Концентрация белка ПЛ в сердце, печени и почках, полученная нами, несколько выше приведенной Фолчем и Лис для этих органов крупного рогатого скота (3,48; 1,95 и 1,63 мг/г соответственно) [9], намного превышает результаты Вольфграма (1,8; 1,5 и 1,0 мг/г) [22] и совпадает с данными Ейхберга [17]. Наши результаты относительно содержания белка ПЛ в скелетной мышце крысы в основном согласуются с данными других авторов для крупного рогатого скота (0,4 мг/г [9] и 0,7 мг/г [22]).

Более высокие величины белка ПЛ, полученные нами для большинства органов, по сравнению с другими авторами, объясняются, вероятно, тем, что его содержание определялось не после денатурации, которая могла быть неполной, а непосредственно в липидных экстрактах мозга и исследованных органов. Не исключено также, что в наших опытах происходила и лучшая экстракция ПЛ.

Следует отметить, что белок ПЛ составляет значительный процент от общих белков ткани только в нервной системе, особенно в продолговатом и спинном мозге (11-13). В других органах на его долю приходится лишь небольшой процент суммарных белков: в сердце—2,4, почках—1,8, печени—1,1, скелетной мышце—0,28. Таким образом, если ПЛ и являются структурными белками, то только в нервной системе, в других органах они, по-видимому, входят в состав особых функционально специализированных структур клетки.

Высокое содержание ПЛ в белках мозга, особенно богатых проводниковыми структурами отделов, объясняется преимущественной локализацией этих комплексов в миелине. Белок ПЛ является главным белковым компонентом миелина ЦНС и составляет 30-55% общего белка миелина, выделенного из головного мозга разных млекопитающих [2, 8, 18]. Однако ПЛ обнаружены в небольших количествах и в составе других субклеточных образований нервной ткани: митохондрий, синапсом, синаптических пузырьков, синаптических мембран и т. д. [3, 14], где, наряду со структурной, они играют определенную роль в мембраносвязанных функциях, в частности, как рецепторы ряда нейромедиаторов и нейроактивных аминокислот [20]. В остальных изученных органах, особенно в сердце, ПЛ являются главным образом компонентами митохондрий [19] и, как полагают, могут принимать определенное участие в процессах трансформации энергии [6]. Этим, вероятно, объясняется их более высокое содержание в сердечной мышце, а также в красных мышцах, характеризующихся большой скоростью окислительного обмена.

Լ. Գ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ, Կ. Հ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Կ. Լ. ԼԵՎՈՆՅԱՆ

Նրեք տարբեր մեթոդներով ուսումնասիրվել է պրոտեոլիպիդների սպիտակուցի պարունակությունը սպիտակ առնետների օրգաններում: Ցույց է տրվել, որ պրոտեոլիպիդների սպիտակուցի պարունակությունը բարձր է ուղեղի այն բաժիններում, որոնք հարուստ են հազորդիչ ստրուկտուրաներով:

Մնացած օրգաններից պրոտեոլիպիդներով ավելի հարուստ է սիրտը, հետո երիկամները, որտեղ կեղևային շերտում պրոտեոլիպիդների պարունակությունը մի փոքր բարձր է, քան միջուկային մասում, լյարդում, մակերիկամներում, արգանդում: Պրոտեոլիպիդների պարունակությունը կմախքային մկաններում ցածր է, ընդ որում, կարմիր մկաններում այն ավելի բարձր է, քան սպիտակ մկաններում:

THE CONTENT OF PROTEOLIPID PROTEIN IN VARIOUS PARTS OF NERVOUS SYSTEM AND SOME OTHER ORGANS OF WHITE RATS

L. G. KIRAKOSIAN, K. H. MANUKIAN, K. L. LEVONIAN

It has been shown that the level of proteolipid protein is higher in parts of nervous system rich with conductive structures — medulla oblongata and spinal cord, and lower in brain. From other organs abundant in proteolipids are heart, kidney (in cortex of which the content of proteolipids is somewhat higher than in medulla) [liver, adrenals, uterus. The skeletal muscles are poor in proteolipids, but in red muscles their level is comparatively higher than in white.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Манукян К. Г., Киракосян Л. Г., Левонян К. Л., Захарян В. Н. Вопросы биохимии мозга, 9, 109, Ереван, 1974.
2. Манукян К. Г., Киракосян Л. Г., Левонян К. Л., Степанян А. А. Вопросы биохимии мозга, 11, 116, Ереван, 1976.
3. Манукян К. Г., Левонян К. Л., Степанян А. А., Киракосян Л. Г., Казарян Т. И. Вопросы биохимии мозга, 12, 68, Ереван, 1977.
4. Adams C. W. M., Tuqan N. A. J. Neurochem., 6, 334, 1961.
5. Amaducci L. J. Neurochem., 9, 153, 1962.
6. Beechey R. B., Hubbard S. A., Linnett P. E., Mitchell A. D., Munn E. A. Biochem. J., 148, 533, 1975.
7. Eichberg J. Biochim. Biophys. Acta, 187, 533, 1968.
8. Eng L. F., Chzo F. C., Gerstl B., Pratt D., Tavaststjerna M. G. Biochemistry, 7, 4455, 1968.
9. Folch J., Lees M. J. Biol. Chem., 191, 807, 1951.

10. *Folch-Pi J.* In *Biochemistry of the Developing Nervous System*, 121. New York, 1955.
11. *Folch J., Lees M. B., Sloane-Stanley G. H.* *J. Biol. Chem.* 226, 497, 1957.
12. *Folch-Pi J., Stoffyn P. J.* *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 195, 86, 1972.
13. *Hess H. H., Lewin E. J.* *Neurochem.*, 12, 205, 1965.
14. *Lapetina E. G., Soto E. F., De Robertis E. J.* *Neurochem.*, 15, 437, 1968.
15. *Lees M. B.* *J. Neurochem.*, 15, 153, 1968.
16. *Lees M. B., Paxman S.* *Analyt. Biochem.*, 47, 184, 1972.
17. *Lowry O. H., Rosebrough N. Y., Farr A. L., Randall R. J.* *J. Biol. Chem.*, 193, 265, 1951.
18. *Mehl E., Halaris A. J.* *Neurochem.*, 17, 1049, 1970.
19. *Murakami M., Ozawa Y., Funahashi S. J.* *Biochemistry (Japan)*, 54, 166, 1963.
20. *De Robertis E.* *Science*. 171, 963, 1971.
21. *Webster G. R., Folch J.* *Biochim. Biophys. Acta*, 49, 399, 1961.
22. *Wolfgram F.* *Biochim. Biophys. Acta*, 147, 383, 1967.