

3. Кристаль Н. В., Зажаева В. В., Дьякова Т. Е., Панчук Н. Н. Влияние стимуляции и блокады α -адренорецепторов на гистофизиологию аденогипофиза, семенников, щитовидной железы и коры надпочечников.— Эндокринология, 1979, № 9, с. 24—28.
4. Мошков Е. А. Роль октапептидов гипоталамуса в регуляции функции гипофизарно-тиреоидного комплекса.— Пробл. физиологии гипоталамуса, 1978, вып. 12, с. 115—121.
5. Степанов Г. С. Определение йода, связанного с белками крови.— Лаб. дело, 1965, № 10, с. 594—599.
6. Стеценко М. А. Функциональное состояние гипоталамо-тиреоидного комплекса у зрело- и незрелорождающихся млекопитающих в период беременности и при солевой нагрузке.— Пробл. физиологии гипоталамуса, 1977, вып. 11, с. 103—109.
7. Стеценко М. А., Мошков Е. А. Развитие гипоталамо-тиреоидного комплекса в раннем онтогенезе индеек.— Там же, 1979, вып. 13, с. 116—121.
8. Brownstein M. Neurotransmitters and hypothalamic hormones in the central nervous system.— Fed. Proc., 1977, 36, N 7, p. 1960—1963.
9. Buijs R. M., Swaab D. F., Dogterom J., van Leeuwen F. W. Intra- and extrahypothalamic vasopressin and oxytocin pathways in the rat.— Cell and Tissue Res., 1978, 186, N 3, p. 423—433.
10. Grimm Y., Reichlin S. Thyrotropin-releasing hormone (TRH): neurotransmitter regulation of secretion by mouse hypothalamic tissue in vitro.— Endocrinology, 1973, 93, N 3, p. 626—631.
11. Harris M. C. The concept of the neuroendocrine relex.— In: Biol. cell process. neurosecret. hypothalam. Colloq., Bordeaux, 1977. Paris, 1978, p. 47—61.
12. Jeffcoate S. L., White N. Is there any thyrotrophin releasing hormone in mammalian extra-hypothalamic brain tissue.— J. Endocrinol., 1975, 67, N 2, p. 42—43.
13. Negoro H., Akaishi T. Effect of anterior or posterior deafferentation of the hypothalamus on unit activity in the paraventricular nucleus of ovariectomized female rats with or without estrogen treatment.— Endocrinol. Jap., 1981, 28, N 1, p. 37—43.
14. Ziem M. T., Beastall G. H., Ratcliffe J. G., Thomson J. A. A neuropharmacological study of thyroid stimulating hormone (TSH) secretion in the rat.— Acta endocrinol., 1977, 84, Suppl., N 208, p. 5—6.

Киев. ун-т

Поступила 12.03.82

УДК 577.16

А. В. Паранич

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА Е В ОРГАНИЗМЕ БЕЛЫХ КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Дефицит витамина Е приводит к возникновению различных патологий: общей дегенерации эмбрионов у крыс, кур, индюков, коров, овец; стерильности у самцов крыс, морских свинок, хомяков, собак, петухов; гемолизу эритроцитов у крыс, цыплят, человека; некрозу печени у крыс, голубей и т. д. [5]. Установлено, что α -токоферол как естественный антиоксидант играет важную роль в процессах стабилизации мембран клеток. Он способен до вступления в необратимую реакцию дезактивировать до 40 молекул синглетного кислорода. В выраженной гидрофобных областях биологических мембран его эффективность еще выше [8].

В значительных количествах витамин Е накапливается прежде всего в печени. Явно выраженные признаки Е-авитаминоза проявляются только тогда, когда уровень его в этом органе снижается до 1,5 мкг/г [13]. Выявлено большое количество α -токоферола в надпочечниках человека [2]. Уровень его в крови колеблется в широких пределах: от 13,8—8,0 [10] до 9,7—0,7 мкг/мл [16], что свидетельствует о высокой лабильности содержания витамина Е в плазме крови. В литературе имеются сведения о возрастных колебаниях этого показателя [14]. Однако при высоком содержании витамина Е в корме эти различия, как и сезонные, мало заметны. Для животных, впадающих в зимнюю спячку (суслики), показаны ярко выраженные сезонные колебания этого витамина в организме [3]. Данных о сезонных изменениях уровня витамина Е у белых крыс разного возраста нет.

Т а б л и ц а 1. Изменение массы тела, печени и надпочечников белых крыс разного возраста в зависимости от сезона года

Сезон и число опытов (n)	Масса						Достоверность возрастных различий (p)
	тела		печени		надпочечников		
	(г)	$\frac{p}{\text{лето/зима}}$	(г)	$\frac{p}{\text{лето/зима}}$	(мг)	$\frac{p}{\text{лето/зима}}$	
1 мес							
Лето n	64,5±0,9 154		2,38±0,16 7		21,25±2,78 7		
Зима n	64,7±1,2 113	>0,05	2,18±0,24 5	>0,05	28,66±3,08 5	<0,05	
12 мес							
Лето n	437,4±5,8 109		10,54±0,62 8		71,51±15,71 8		12 мес/1 мес <0,01
Зима n	427,9±5,7 98	>0,05	9,34±0,69 5	>0,05	68,80±3,30 5	>0,05	
24 мес							
Лето n	474,6±5,5 135		12,27±0,51 8		72,17±14,84 8		24 мес/1 мес
Зима n	467,8±10,6 50	>0,05	7,94±0,92 6	<0,01	61,40±5,74 6	>0,05	<0,01

Мы определяли сезонные и возрастные изменения содержания α -токоферола в печени, плазме крови и надпочечниках белых крыс.

Методика. Исследования проводили на молодых (1 мес), половозрелых (12 мес) и старых (24 мес) крысах-самцах линии Вистар в летний (июль — август) и зимний (декабрь — февраль) периоды года. Животных содержали в условиях вивария на обычном лабораторном рационе, в который вводили в качестве источника витамина Е просроченную пшеницу. Температурный режим поддерживали на уровне 20—30 °C летом и 16—18 °C зимой.

За 18—20 ч до начала опыта крысы не получали воды и пищи. Животных декапитировали, собирали кровь в гепаринизированные пробирки для получения плазмы, органы быстро извлекали, взвешивали и замораживали в жидком азоте, растирали в ступке и гомогенаты хранили при соответствующих температурных условиях до анализа. Содержание α -токоферола определяли после дефростации образцов печени, плазмы крови и

Т а б л и ц а 2. Содержание витамина Е в печени, плазме крови и

Сезон и число опытов (n)	Печень			Плазма
	концентрация (мкг/г)	p лето/зима	содержание (мг/орган)	концентрация (мкг/мл)
1				
Лето n	76,90±4,60 7		0,18±0,1 7	6,12±2,16 7
Зима n	41,70±5,57 5	<0,05	0,09±0,01 5	9,68±1,76 5
12				
Лето n	74,23±10,55 8		0,94±0,12 8	3,08±1,27 8
Зима n	49,20±6,06 5	<0,05	0,44±0,05 5	8,14±1,11 5
24				
Лето n	87,05±10,07 8		1,08±0,15 8	8,85±0,99 8
Зима n	41,29±4,30 6	<0,05	0,29±0,01 6	9,30±1,90 6

Примечание. * различие содержания витамина в летний период у 1 мес, по сравне

надпочечников по [12] с использованием тонкослойной хроматографии неомыляемой фракции по [6]. Результаты трехлетних исследований обработаны статистически [1].

Результаты. Крысы в течение всего года были активными, однако в зимний период года наблюдался некоторый спад половой активности. Нами выявлены определенные сезонные колебания массы тела и органов (табл. 1). Так, в зимний период наблюдалась тенденция к снижению массы тела у половозрелых животных, не достигающая статистически достоверных величин. У 24 мес крыс масса печени значительно снижалась в зимний период года ($p < 0,01$). У крыс остальных возрастных групп имелось некоторое недостоверное снижение массы печени в этот сезон. Масса надпочечников была значительно выше в зимний период ($p < 0,05$) только у молодых животных, у крыс других возрастов была отмечена тенденция к ее снижению.

В процессе исследований нами выявлены определенные сезонные колебания количества α -токоферола в печени и надпочечниках (табл. 2). Так, в печени для зимнего периода характерна более низкая концентрация витамина, не имеющая выраженных возрастных отличий. Общее содержание витамина Е в целом органе с возрастом увеличивается независимо от сезона года, хотя и находится на количественно различных уровнях. Следует отметить, что у старых крыс зимние запасы витамина оказались на 35,9 % ниже, чем у половозрелых крыс в этот период года (соответственно, в мг на орган, — $0,29 \pm 0,01$ и $0,44 \pm 0,05$).

В плазме крови половозрелых и старых крыс достоверных возрастных и сезонных различий не выявлено, что свидетельствует о достаточной обеспеченности их организмов витамином Е на протяжении всего года. Однако наблюдаемая тенденция к повышению концентрации его в плазме крови животных всех возрастных групп в зимнее время может указывать на более интенсивное перераспределение витамина Е в организме в этот период.

Обращает на себя внимание тот факт, что с возрастом запасы α -токоферола в надпочечниках половозрелых и старых крыс увеличиваются вдвое по сравнению с молодыми животными за счет повышения массы органа при практически одинаковой концентрации. Это свидетельствует о жизненной важности постоянства высокого уровня

надпочечниках белых крыс разного возраста в летний и зимний периоды года

крови	Надпочечники		
	концентрация (мкг/г)		содержание (мкг/орган)
лето/зима		лето/зима	
мес			
	$692,16 \pm 88,86$ 7		$14,03 \pm 1,52$ 7
> 0,05	$371,58 \pm 34,25$ 5	< 0,05	$10,29 \pm 0,75$ 5
мес			
	$406,13 \pm 114,30$ 8		$27,66 \pm 5,18$ 8
> 0,05	$426,78 \pm 24,28$ 5	> 0,05	$29,12 \pm 1,08$ 5
мес			
	$430,66 \pm 41,38^*$ 8		$31,77 \pm 5,53$ 8
> 0,05	$483,68 \pm 108,90$ 6	> 0,05	$27,66 \pm 5,05$ 6

нию с 24 мес, достоверно, $p < 0,02$.

этого естественного антиоксиданта во все возрастные периоды и сезоны года. И только у 1 мес крыс была обнаружена более высокая концентрация ($p < 0,05$) витамина в летний период.

Обсуждение результатов. Поскольку в наших исследованиях уровень витамина Е в рационе поддерживался постоянно высоким (по расчетным данным 42—48, а по результатам периодических проверок 52—59 мг/кг корма), отмеченные во всех возрастах сезонные колебания уровня витамина в печени не могут быть объяснены сезонными колебаниями поступления его в организм, а скорее связаны с сезонными изменениями механизма его обмена и метаболизма целостного организма.

При ограничении количества ретинола и токоферола в кормах наблюдалось быстрое снижение (в среднем на 20 %) уровня их в крови и печени крыс, содержащихся в условиях повышенной до $+43^{\circ}\text{C}$ температуры среды [10]. В наших опытах, при высоком уровне витамина Е, по-видимому, включается компенсаторный механизм накопления его в ткани печени в жаркое время года для предотвращения повышенного перекисного окисления липидов и других нарушений обмена веществ, обусловленных действием повышенных температур на организм. Зимой же происходит перераспределение α -токоферола, сопровождающееся снижением уровня его в этом органе. В пользу этого предположения свидетельствует также тенденция к росту концентрации витамина в плазме, крови в зимний период года. Тем не менее при значительных сезонных колебаниях заметно постоянство концентрации его в ткани печени на определенном уровне во всех возрастных группах в летнее время. С возрастом происходит увеличение общего содержания витамина во всем органе, не зависящее от сезона года. Однако запасы его в печени в зимнее время значительно ниже во всех возрастных группах. Причем содержание α -токоферола в печени старых животных зимой снижалось в 1,5 раза по сравнению с 12 мес, хотя в летний период его уровень в этом органе увеличивался. Это свидетельствует о возрастных нарушениях работы системы, поддерживающей постоянный уровень витамина в печени в зимнее время года, и, следовательно, о большей потребности в нем крыс этой возрастной группы.

Известно, что с возрастом происходит уменьшение концентраций естественных антиоксидантов в организме [11], сопровождающееся накоплением продуктов перекисного окисления липидов [7] и увеличением скорости катаболизма белков [9]. Наши данные показывают наличие, возможно, разных механизмов регуляции антиокислительного гомеостаза и среди них — механизмов регуляции обмена витамина Е, поддерживающих его уровень в разные сезоны года в соответствии с процессами перекисного окисления липидов. В 24 мес возрасте интенсивность расходования запасов α -токоферола у крыс значительно усиливается в зимний период, причем механизмы восстановления не успевают компенсировать потерю (тем более что в это время у них значительно снижается масса печени), несмотря на некоторое повышение его транспорта кровью в этот период года. Отсутствие подобной картины в летнее время свидетельствует о высокой чувствительности стареющего организма даже к незначительным колебаниям уровня витамина Е в рационе и, возможно, повышенной потребности старых животных в этом витамине зимой.

В литературе имеются данные о гормональных свойствах α -токоферола и его синергизме с половыми гормонами [15], а также о связи с гормонами, регулирующими проницаемость гематоэнцефалического барьера, которая у крыс значительно снижается в зимнее время [4]. В связи с этим интересно было изучить изменение уровня его в возрастном аспекте, учитывая сезоны года, в надпочечниках — органе, запускающем механизмы адаптации, начальной фазой которых является реакция напряжения или «стресса». Данные, приведенные в табл. 2, показывают наличие значительных количеств витамина Е в

этом органе во всех возрастных группах, причем уровень его строго контролирован и не изменяется по сезонам года, что свидетельствует о важности этого показателя для функциональной активности железы на протяжении всего онтогенеза. У молодых крыс выявлена значительно более высокая концентрация α -токоферола в надпочечниках летом, которая резко снижается в зимнее время. Это снижение сопровождается достоверным повышением транспорта его кровью и может свидетельствовать о еще не сформировавшихся механизмах поддержания постоянного уровня витамина Е в этом органе.

Таким образом, нами определена высокая концентрация α -токоферола в надпочечниках крыс, имеющая, по-видимому, большое функциональное значение. Обмен витамина в этом органе строго контролируется на протяжении всего онтогенеза, однако у молодых животных обнаружены сезонные колебания его уровня, которые, возможно, объясняются несовершенством механизма поддержания антиокислительного гомеостаза в этом органе.

Обнаруженные сезонные колебания уровня витамина Е в печени во всех возрастных группах имеют приспособительный характер.

A. V. Paranich

SEASONAL VARIATIONS IN VITAMIN E CONTENT IN THE ORGANISM OF DIFFERENT AGE WHITE RATS

The vitamin E content was determined in serum blood, liver and adrenals of male rats (Wistar line) 1, 12, 24 months old in summer (July-August) and in winter (December-February). With practically identical amount of α -tocopherol in food 52-59 mg/kg seasonal variations of vitamin E content in liver were found in all age groups. Concentration of vitamin E in the blood serum varied from 6.12 to 9.68 μ g/ml and had no important age distinctions. A considerable amount of the vitamin in adrenals of 1-month rats was found to vary depending on the season of a year. The vitamin amount in this organ decreased with age (till 12 months) and further it practically did not change till 24 months. A conclusion is made on the functional character of high concentration of α -tocopherol in adrenals and on adaptive importance of seasonal variations in its content in the liver.

Institute of Public Catering, Kharkov;
Institute of Biology of the Kharkov University

Список литературы

1. Полянцев Ю. В., Дивеева Г. М., Розен В. Б. Сезонные изменения эндокринной функции яичников у клеточных соболей.— Бюл. УкрНИИ физиологии и биохимии с-х животных. 1980, вып. 1(4), с. 42—43.
2. Сопін Є. Ф., Виноградова Р. П. Основи біохімічних методів дослідження.— К.: Вища школа, 1975.— 243 с.
3. Спиричев В. Б., Матусис И. И., Бронштейн Л. М. Витамин Е.— В кн.: Экспериментальная витаминология. Минск: Наука и техника, 1979, с. 18—57.
4. Тепла Н. И. Содержание витамина Е и биохимические особенности жира малого суслика.— Пробл. особоопас. инфекций, Саратов, 1975, 3—4, вып. 43, 44, с. 78—83.
5. Теплый Д. Л. Влияние витамина Е на проницаемость гемато-энцефалического барьера.— Физиол. журн. СССР, 1979, 65, № 10, с. 1506—1512.
6. Чаговец Р. В., Лахно Е. В. Актуальные вопросы биохимии витамина Е.— В кн.: Витамины, Киев, 1975, 8, с. 3—7.
7. Bieri I. G., Prival E. L. Determination of vitamin E in serum blood by TLC.— Proc. Exp. Biol. Med., 1965, 120, N 2, p. 554—557.
8. Csallany A. S., Ayaz K. L., Su Pe-Chu. Effect of dietary vitamin E and aging on tissue lipofuscin pigment concentration in mice.— J. Nutr. 1977, 107, N 10, p. 1792—1799.
9. Fragata M., Bellemare F. Model of singlet oxygen scavenging by α -tokeferol in biomembranes.— Chem. und Phys. Lipids, 1980, 27, N 2, p. 93—99.
10. Hirahara F., Takai Y., Iwao H. The effects of vitamin E on protein metabolism in the aging process of rat.— Nutr. Repts. Int., 1979, 20, N 2, p. 261—267.
11. Jouanneteau J., Rousson-Perbet B., Pebes G. Effects d'une augmentation de la temperature ambiante sur le metabolisme des vitamines liposolubles (A et E).— Bull. Soc. Sci. Vet. et med. comp. Lion, 1981, 83, N 3, p. 139—144.
12. Leibovitz B. E., Siegel B. V. Aspects of free radical reactions in biological systems: aging.— J. Gerontol., 1980, 35, N 1, p. 45—56.
13. Freed M. Methods of vitamin assay. Vitamin E. Amsterdam: Interscience Publishers, 1966, p. 389—391.