

СОДЕРЖАНИЕ ЖИРА В ТЕЛЕ ЖИВОТНЫХ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

А. В. НАГОРНЫЙ и Е. Ф. СЕРГИЕНКО

Сектор общей физиологии (зав.—проф. А. В. Нагорный) Зоолого-биологического института Харьковского государственного университета

I.

Жиры играют весьма значительную и разнообразную роль и в статике и в динамике живых организмов и по поводу их количества и качества в теле взрослых животных и человека имеется весьма обширный материал.

Данные, касающиеся жирового состава у представителей различных возрастных групп, напротив, весьма немногочисленны, а между тем при исследовании химической эволюции живого организма на протяжении его индивидуальной жизни знание количественных и качественных изменений в жировом составе представляет весьма большой интерес.

Появляется жир при развитии животных весьма рано. Так Szantoch (1932) установил, что жировые включения имеются во всех тканях куриного эмбриона, образуя крупные и мелкие капли.

По мере развития содержание жира значительно увеличивается. Например, по определениям Fr. Liesenfeld'a, H. Dahmen и P. Junkersdorf (1927) у эмбрионов-собак имеем:

Возраст эмбрионов в днях	30	50	Новорожд.
% жира	0,81	6,54	7,90

По Eскерт'у, после рождения количество жира дает такие цифры:

Возраст в днях	0	13	29	69
% жира	1,4	14,1	18,0	20,90

Dora Naх (1927) нашла, в согласии с этим, что щенки появляются на свет с очень малым содержанием жира (ок. 1%), затем до 4 недели

это содержание очень быстро растет и вплоть до 9 недели остается почти неизменным (10—15%). К 12 неделе содержание жира резко падает (до 8%), а затем достигает максимума на 14 неделе (17,6%). Первые 4 недели щенки сосали мать, а затем были переведены на смешанный корм со значительным содержанием углеводов.

У кроликов (Fehling, Steinitz, Friedenthal) содержание жира изменяется менее резко.

Возраст в днях	Плод				После рождения			Взрос- лый
	21	24	27	30	1	10	18	
% жира	2,12	2,77	4,37	4,90	3,90	3,40	4,40	7,78

I. Наммар (1932) в своих обширных исследованиях для содержания жира в постэмбриональный период развития кроликов дает несколько иные цифры:

Возраст	Новорожд.	1 мес.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	5 мес.
% жира	$1,9 \pm 0,23$	$4,6 \pm 0,69$	$2,1 \pm 0,31$	$1,4 \pm 0,31$	$1,6 \pm 0,28$	$2,9 \pm 0,29$

Возраст	6 мес.	7 мес.	10 мес.	12 мес.	21 мес.	42 мес.
% жира	$2,6 \pm 0,34$	$4,0 \pm 0,56$	$5,3 \pm 0,87$	$5,8 \pm 1,14$	$4,0 \pm 1,14$	$2,4 \pm 0,52$

Для человека Fehling дает следующие цифры:

Возраст в днях	Плод			После рождения	
	120	210	240	0	56
% жира	0,51	2,36	2,44	9,10	13,11

У взрослых Moleschott и Bischoff нашли содержание жира колеблющимся от 10,5% до 21%.

Такое же нарастание содержания жира в первый период жизни имеет место не только в целом животном, но и в отдельных его органах.

Так в мышцах телят, по Якубовичу (1891), имеются такие количества нейтрального жира:

	Длина плода (см)					Доно- шенный плод	Взрослый
	10	20	30	40	50		
% жира	0,79	0,82	1,17	1,68	1,72	1,94	2,50

В костях кроликов, по Wildt'y, имеем:

Возраст	0	14 дней	6 мес.	1 год	4 года
% жира	0,57	1,65	12,30	18,05	16,20

В печени эмбрионов-собак, по Fr. Ljesenfeld'y, Н. Dahmen и Junkersdorf (1927), содержание жира, напротив, резко падает, а после рождения вновь увеличивается:

Плод на 50 дне беременности	9,50% жира
" " 53 " "	4,70% "
Новорожденные	3,0%
Взрослые	5,13—9,80%, в среднем 7,74% жира

II.

Наши исследования были проведены на белых крысах, начиная от эмбрионов и заканчивая двухгодичными крысами.

Методика была следующая. Животное убивалось вскрытием грудной клетки, кишечник освобождался от содержимого, труп взвешивался и затем подсушивался при 100° в сушильном шкафу, после чего изрезывался на мелкие куски, истирался в ступке до состояния мелкого и равномерного порошка, каковой и высушивался до постоянного веса.

Затем бралась навеска около 200 мг, помещалась в обезжиренные пакетики из фильтровальной бумаги и подвергалась экстрагированию смесью спирта и эфира до постоянного веса.

По разности веса пакетика до экстрагирования и после определялось количество жира в сухом веществе, а путем пересчета и во влажном.

Полученные данные приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Содержание жира в теле белых крыс в %

Возраст	Содержание жира на сухой вес	Среднее содержание	
		на сухой вес	на сырой вес
Эмбрионы 20 дней	21,00; 25,30.	23,15	3,02
Новорожденные 1—3 дней	16,8; 17,00; 17,50; 18,70; 20,50; 21,60; 21,70; 21,70; 21,80; 22,35; 23,20; 24,00; 27,50; 29,05; 33,60; 34,40; 34,50; 34,50.	24,37	4,03
15—20 дней	27,80; 29,25; 29,75; 30,00; 30,15; 30,60; 30,90; 31,40; 31,80; 31,80; 32,40; 32,80; 32,80; 33,15; 33,20; 33,30; 33,40; 33,60; 33,66; 34,00; 34,50.	31,91	8,13
30—60 дней	23,75; 23,80; 24,00; 25,20; 25,50; 26,30; 26,70; 27,00; 27,70; 28,20; 29,10; 29,10; 29,20; 30,30; 31,10; 32,50; 33,30.	27,00	7,45
90 дней	22,60; 24,10; 26,45; 26,60; 27,40; 27,80; 29,50; 29,80; 32,00; 33,50; 34,70; 36,70.	29,26	9,09
180—240 дней	23,25; 23,85; 27,50; 27,70; 28,00; 28,20; 28,70; 28,80; 29,00; 29,20; 29,50; 29,90; 30,10; 30,70; 33,60; 33,85; 34,90; 36,75.	29,78	9,83
360 дней	27,15; 27,60; 27,95; 28,00; 29,00; 29,40; 30,60; 31,00; 31,00; 31,20; 31,60; 32,60; 32,85.	29,96	10,19
700 дней	39,20; 39,30; 39,40; 39,50; 40,00; 40,60; 40,70; 48,00; 48,30; 48,60.	42,36	14,23

На основании этих данных можно установить, что содержание жира в теле белых крыс, начиная с эмбрионального возраста, растет до возраста 15—20 дней, т. е. в течение всего периода питания материнским молоком. При переходе на самостоятельное питание содержание жира резко падает и затем растет на протяжении остальной жизни сначала очень постепенно, а в старости очень быстро.

Сопоставляя данные для содержания жира в целом животном с таковыми же для отдельных органов у тех же животных (В. Н. Никитин—1936), получаем следующую картину (табл. 2):

Таблица 2

Содержание жира у белых крыс в %

Возраст в днях	Целое животное		М о з г		П е ч е н ь	
	на сырой вес	на сухой вес	на сырой вес	на сухой вес	на сырой вес	на сухой вес
Эмбрионы	3,02	23,15	—	—	—	—
1—3	4,03	24,37	—	—	—	—
15—20	8,13	31,91	—	—	—	—
30—60	7,45	27,00	9,67	49,90	6,50	23,8
90	9,09	29,26	—	—	—	—
180—240	9,83	29,78	11,60	53,70	6,50	22,6
360	10,19	29,96	13,10	57,30	5,50	19,6
700	14,23	42,36	11,70	53,10	6,23	21,5

Возраст в днях	П о ч к и		М ы ш ц ы		С е р д ц е	
	на сырой вес	на сухой вес	на сырой вес	на сухой вес	на сырой вес	на сухой вес
Эмбрионы	—	—	—	—	—	—
1—3	—	—	—	—	—	—
15—20	—	—	—	—	—	—
30—60	4,8	22,3	4,6	21,30	4,6	21,9
90	—	—	—	—	—	—
180—240	6,1	25,7	4,7	19,60	5,3	23,2
360	6,50	26,7	4,9	19,80	5,1	22,1
700	5,70	24,30	3,6	22,10	4,95	21,5

Из этой таблицы следует, что наибольшее количество липидов находится в мозгу; содержание жира в печени, почках, мышцах и сердце значительно меньше и почти одинаково во всех органах.

Что касается возрастных изменений, то относительно содержания жира в органах до месячного возраста данные не были получены. Начиная же с 1 месяца содержание жира в мозгу несколько увеличивается, а в остальных органах почти не изменяется.

ЛИТЕРАТУРА

Никитин, В. Н. и Кузнецова, М. П.—Вікові зміни вмісту холестерину, ліпідного фосфору і ліпідів в органах білих щурів. Праці Зоолого-біол. інституту ХДУ, т. 3, стр. 147, 1936.

Якубович, В.—К учению о количественном составе эмбриональных мышц. Медич. обозр., т. 35, стр. 779, 1891.

Hammar, I.—Über Wachstum und Rückgang, über Standardisierung, Individualisierung und bauliche Individualtypen im Laufe des normalen Postfötallebens.

Konstitutionsanatomische Studien an Kaninchen. Zeitsch. f. mikroskopisch-anatomische Forschung. Bd. 29, Hf. 1—3. s. 1—539, 1932.

H a x, D.—Tierexperimentelle Wachstumsstudien. III. Pflüger's Arch. Bd. 216, s. 627, 1927.

Liesenfeld Fr., Dahmen H. u. Junkersdorf P.—Tierexperimentelle Wachstumsstudien. Pflüger's Arch. Bd. 216, s. 712, 1927.

S z a n t o c h, Z.—Untersuchungen über den Fettgehalt embryonaler Gewebe. Anat. Anz. Bd. 75, s. 46, 1932.

FAT CONTENT IN THE BODY OF ANIMALS OF VARIOUS AGE

A. V. NAGORNY and E. F. SERGUIENKO

Sector of General Physiology of the Zoo-Biological Institute of the Kharkov State University (Chief—Prof. A. V. Nagorny)

The determination of the fat content in the body of albino rats of various age shows that this content at first increases and reaches its maximum by the 15—20 day after birth. After passing to independent feeding the fat content at first decreases (at 30—60 days of age) and then increases at first gradually, and in old age (700 days) very rapidly.

О ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ЦИСТИНА

И. Д. ШУМЕНКО и И. В. АРХИПЧЕНКО

Сектор общей физиологии (зав.—проф. А. В. Нагорный) Зоолого-биологического института Харьковского государственного университета

В нашей работе по вопросу о степени участия глутатиона в окислительных процессах в организме белых крыс нам удалось установить определенные закономерности возрастного порядка. Наряду с этим нами изучались также и возрастные изменения цистина, который в „обратимых редоксистемах“ принимает участие как водородный акцептор и является необходимым компонентом глутатиона.

Объект и методика

Объектом исследования служили мышцы и печень белых крыс разных возрастных групп. Количество цистина определялось по методу Folin'a и Marensi. Полученные результаты наблюдений приводим ниже:

Таблица 1

Содержание цистина в мышцах в мг % (на сухой вес)

	В о з р а с т						
	10 дней	20 дней	1 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	24 мес.
	711,8	669,7	569,6	455,4	447,0	466,8	435,6
	715,7	669,0	561,8	481,5	436,7	441,6	433,2
	714,2	682,2	572,2	498,8	455,4	482,5	485,4
	702,9	644,1	572,4	493,6	451,8	461,4	458,0
	717,0	678,7	551,6	455,5	489,0	441,5	446,9
		623,4	528,8	476,6	502,5		463,9
		647,6	577,1	459,6	453,6		483,4
		628,6	557,3	457,4	470,8		453,9
			556,9	460,0	454,5		488,5
			575,5	455,4	443,1		
Среднее	712,3	655,4	562,3	468,3	460,4	458,7	461,3

Таблица 2

Содержание цистина в печени в мг % (на сухой вес)

	В о з р а с т					
	10 дней	20 дней	1 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.
	434,5	382,7	419,1	364,9	366,4	356,6
	473,7	381,1	380,3	368,3	348,8	359,9
Среднее	454,1	381,9	399,7	366,6	357,6	358,2

Данные табл. 1 и 2 свидетельствуют о том, что содержание цистина как в мышцах, так и в печени резко уменьшается к 1 месяцу, после чего остается величиной почти постоянной. Ту же картину возрастных изменений мы наблюдаем, если расчеты производить и на сырой вес.

Таблица 3

Содержание цистина в мг % (на сырой вес)

	В о з р а с т						
	10 дней	20 дней	1 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	24 мес.
Мышцы	160,9	142,8	122,6	114,0	109,6	114,2	111,4
Печень	123,5	109,2	109,9	103,0	103,3	103,8	—

Аналогичную кривую возрастных изменений содержания цистина получили L. Birkofer и A. Taurins (1940) для глобинов крови лошадей и человека, а именно:

У лошадей (0⁷)

Возраст	Колич. цистина мг %
6 лет	904,0
10 "	860,0
20 "	715,0

У человека

Возраст	Пол	Колич. цистина мг %
38—44 года	Муж.	1290
50 лет	Жен.	1240
63 года	"	1190
68 лет	"	1200

Если сопоставить между собою полученные нами количества цистина и глутатиона в разные возрасты, то можно установить (табл. 4), что у белых крыс, начиная с 1 месяца постэмбрионального развития, соотношения между цистином и глутатионом как в печени, так и в мышцах остаются почти постоянными. Интересно, что такая же картина была установлена и при различном пищевом режиме в экспериментах A. Blanchetiere (1926), N. C. Laclau и A. D. Marenzi (1929), L. Mellon (1929), H. M. Dyer (1930) и др.

Таблица 4
Соотношения между цистином и глутатином

	В о з р а с т в м е с я ц а х					
	0,5	1	2—3	6	12	24
Мышцы	—	3,7	4,5	3,1	3,0	3,0
Печень	1,0	0,5	0,4	0,4	0,4	—

Данные табл. 4 свидетельствуют вместе с тем, что в разных органах на одно и то же количество глутатиона приходится не одинаковое количество цистина. Например, в печени относительное содержание цистина почти в 10 раз меньше, чем в мышцах.

Подводя итоги полученных нами данных, можно установить следующее:

1. С возрастом содержание цистина у исследованных нами животных как в мышцах, так и в печени уменьшается к 1 месяцу постэмбрионального развития, после чего остается почти постоянным.

2. В печени и мышцах количественные соотношения между цистином и глутатином, повидимому, постоянны на всем взятом нами отрезке жизни.

3. В организме белых крыс, при почти одинаковом содержании цистина, имеются различные количества глутатиона. В печени сравнительно больше глутатиона, чем в мышцах.

ЛИТЕРАТУРА

Шуменко, И. Д.—О возрастных изменениях содержания глутатиона в крови и органах животных—см. данный сборник.

Birkofer, L. и Taurins, A.—Quantitative Bestimmung der Schwefelhaltigen Aminosäuren in Verschiedenen Globinen. Zeit. f. physiol. Chem. Bd. 265, s. 94, 1940.

Blanchetiere, A.—Цитировано по Колдаеву. Глутатон та його властивості. Киев, 1935.

Dyer, H. M.—The utilisation of glutathion in connection with a cystine deficient diet. Jour. Biol. Chem., v. CXV, 1936.

Laclau, N. C. и Marensi, A. D.—Pouvoir reducteur des tissus et regime pauvre en cystine. C. R. Soc. Biol., v. 103, 1930.

Mellon, L.—Influence d'une alimentation riche en cystine sur la glutathion des tissus. C. R. Soc. Biol., v. 101, 1929.

ON AGE CHANGES OF CYSTINE

I. D. SHUMENKO and I. V. ARKHIPCHENKO

Sector of General Physiology of the Zoo-Biological Institute of the Kharkov State University (Chief—Prof. A. V. Nagorny)

This investigation had for its task the explanation of age changes in the cystine content in the animal body.

As object of the investigation served muscles and liver of albino rats of various age groups (1—24 months). The amount of cystine was determined by the method of Folin and Marensi.

The obtained results are given in tables 1—4.

On basis of the carried out investigations the following can be established:

1. The cystine content sharply diminishes with age both in the muscles and in the liver by the first month of the postembryonal development. After this the cystine content represents an almost constant value.
 2. In each of the taken by us organs the quantitative correlation between cystine and glutathion are evidently constant at various age.
 3. However, at an almost equal cystine content in the liver and muscles the glutathion content is extremely unequal in these organs: the liver contains relatively almost 10 times more glutathion than the muscles.
-

О ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ СОДЕРЖАНИЯ ГЛЮТАТИОНА В КРОВИ И ОРГАНАХ ЖИВОТНЫХ

И. Д. ШУМЕНКО

Сектор общей физиологии (зав.—проф. А. В. Нагорный) Зоолого-биологического института Харьковского государственного университета

Исследования последних лет, касающиеся выяснения роли глутатиона в животном и растительном организмах, дают нам определенные доказательства непосредственного участия глутатиона в обмене веществ, в частности в окислительно-восстановительных процессах.

Литературные данные, касающиеся специально возрастных изменений глутатиона, однако, противоречивы и недостаточны. Так, J. Thompson и C. Voegtlin (1926) установили в целом животном, что количество общего глутатиона с возрастом уменьшается.

Таблица 1
Содержание общего глутатиона в целом животном у белых крыс (по J. Thompson'у и C. Voegtlin'у—1926)

Вес животных в г	Число подопытных животных	Содержание глутатиона в мг%	Возраст
0,068—0,811	391	60	Эмбрионы
1,042—1,974	288	58	
2,321—2,948	99	54	
3,895—4,667	104	44	
4,646—4,950	29	36	Новорожденные
23—26	38	32	Кормятся молоком матери
30—50	20	31	Отняты от груди и посажены на диету
137—170	20	23	

Однако для содержания глутатиона в различных органах этих же животных Thompson и Voegtlin такой закономерности найти не могли.

Таблица 2

Содержание общего глутатиона в различных органах белых крыс в мг %
(J. Thompson и C. Voegelin)

Вес животных в г	Число подопытных животных	О р г а н ы			
		Печень	Мышцы скелетн.	Мозг	Почки
Эмбрионы 1,02—1,83	129	151	—	—	—
После рожд. 20—26	108	261	24	102	156
41—59	135	171	25	99	111
64—77	30	154	23	74	52
86—94	33	135	27	78	45?
142—178	45	179	32	132	115
188—206	20	177	34	112	94
245—276	30	204	24	40	19

М. Л. Карп (1937) пытался установить связь между восстановленным глутатионом и возрастом у овец и крупного рогатого скота, однако полученные им данные для крови различных пород овец позволили автору только сделать вывод, что концентрация глутатиона в крови животных, повидимому, изменяется с возрастом. Так, содержание восстановленного глутатиона в крови с возрастом у овец гиссары нарастает; у овец мериносы—уменьшается; у овец перикос-мериносы и каракули—нарастает, а затем уменьшается; у овец перикос—нарастает, а затем падает и снова нарастает.

Таблица 3

Содержание восстановленного глутатиона у различных пород овец в мг %
в разные возрасты (М. Л. Карп—1937)

	В о з р а с т					
	2 года	3 года	4 года	5 лет	6 лет	7 лет
Гиссары	17,5	—	—	—	—	27,0
Мериносы	—	30,2	31,3	—	—	24,8
Перикос-мериносы	—	19,3	25,8	28,2	21,5	—
Перикосы	—	30,9	38,3	19,0	26,4	—
Каракули	—	24,8	27,8	39,3	32,4	—

В. И. Патрушев (1940) для содержания глутатиона в крови различных пород рогатого скота находит, что показатель глутатиона в крови у всех пород после рождения с возрастом резко уменьшается, затем, после одного года, нарастает и в более поздний период снова уменьшается. С нашей точки зрения, содержание глутатиона в общем не проявляет заметного изменения в течение взятого В. И. Патрушевым времени. Установленные В. И. Патрушевым (1940) возрастные изменения коэффициента Gabbe у калмыцкого скота (от 2 до 8 лет) свидетельствуют о возрастной изменчивости содержания глутатиона в эритроцитах: к 4 годам количество глутатиона достигает максимума, а затем постепенно снижается. Экспериментальные данные В. И. Патрушева (1940), на основании которых был вычислен коэффициент Gabbe, в тексте работы не указаны. Таким образом, анализируя литературные данные, касающиеся количественных изменений глутатиона на протяжении постэмбрионального развития животных, не представляется возможным сделать какие-либо определенные выводы. В литературе, повидимому, не имеется также и работ, которые касались бы возрастных изменений роли глутатиона в процессах оксидоредукции.

Таблица 4

Возрастные изменения общего глутатиона в крови крупного рогатого скота
в мг % (В. И. Патрушев)

Наименование пород	В о з р а с т					
	1—6 мес.	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет
Калмыцкий рог. скот . . .	47,5—32,0	—	—	31,1	37,1	36,2
Шотгорны " "	39,5	27,7	37,1	36,2	—	—
Шотгорн-калм. рог. скот	35,3—30,0	24,1	30,6	32,1	40,2	—
Абдердин-ангус-калм. рог. скот	32,4—30,9	26,2	26,6	28,6	—	—

Настоящее исследование представляет собой попытку подойти более близко к разрешению вопроса о возрастных изменениях содержания глутатиона, а также и о степени участия глутатиона в процессах оксидоредукции.

Объект и методика

Объектами исследования служили печень, мышцы и кровь белых крыс в возрасте от 1 до 24 месяцев. В крови—фракции глутатиона (G—SH и G—SS—G) определялись по методу Woodward—Fry. Кровь для анализа бралась из сердца (с помощью полрой хирургической иглы). В мышцах и печени—фракции глутатиона (G—SH и G—SS—G) определялись по методу Купнаи. Вот полученные нами результаты (табл. 5):

Таблица 5

Кровь. Изменение общего и восстановленного глутатиона в мг %

	1 мес.		2—3 мес.		6 мес.		12—24 мес.	
	G	G—SH	G	G—SH	G	G—SH	G	G—SH
26,4	—	34,4	30,5	37,0	30,4	33,5	25,0	
27,6	26,0	38,0	37,0	44,4	36,7	35,6	30,7	
26,4	20,8	32,2	28,0	35,5	24,5	36,5	26,0	
28,0	26,0	40,6	29,2	36,0	24,5	32,1	24,6	
—	21,5	42,0	31,3	52,1	—	35,3	33,	
28,5	25,2	40,0	32,2	50,6	40,5	46,0	30,0	
—	26,0	42,0	30,7	50,6	40,0	30,7	24,5	
24,5	21,5	40,0	30,3	41,7	32,2	42,5	30,	
27,6	24,3	43,8	32,2	—	—	46,0	34,3	
—	—	42,1	30,0	—	—	—	—	
Среднее	27,0	23,7	39,5	31,1	43,7	32,8	37,3	29,0

Данные табл. 5 свидетельствуют о том, что содержание как общего, так и восстановленного глутатиона с возрастом сначала увеличивается, достигает максимума в 6 месяцев, а затем остается почти неизменным.

Таблица 6

Изменение коэффициента Gabbe

	1 мес.	2—3 мес.	6 мес.	12—24 мес.
G:E ¹	4,6	5,6	5,8	5,0

¹ Данные о количестве эритроцитов позаимствованы из работы А. А. Рубановской (1934).

Таким образом коэффициент Gabbe до 6 месяцев нарастает, после чего уменьшается, что свидетельствует о неодинаковом содержании глутатиона в эритроцитах в разные возрастные периоды жизни животных.

Таблица 7

Мышцы. Изменение общего и восстановленного глутатиона в мг % (на сырой вес)

	1 мес.		2—3 мес.		6 мес.		12—24 мес.	
	G	G—SH	G	G—SH	G	G—SH	G	G—SH
	30,0	15,6	25,1	18,4	22,8	13,3	44,0	11,3
	26,5	16,1	25,0	20,0	36,5	12,2	32,1	2,5
	39,0	13,3	23,2	26,6	33,0	13,0	37,6	следы
	38,5	13,3	22,0	18,7	—	15,7	35,3	—
	35,4	12,4	22,6	25,0	37,5	15,8	39,8	—
	35,4	—	27,4	25,0	40,4	—	39,9	—
	32,0	—	26,4	21,0	—	—	34,0	—
	27,4	—	26,4	17,0	41,1	—	43,0	—
	—	—	—	—	—	—	40,0	—
Среднее	33,0	14,1	25,0	21,4	35,0	14,0	38,4	2,5

Эти данные свидетельствуют о том, что содержание общего глутатиона в мышцах, в общем, с возрастом почти не изменяется. Количество же восстановленного глутатиона сначала резко нарастает, достигает максимума в 2—3 месяца, после чего уменьшается и в 24 месяца мы находим только следы восстановленного глутатиона.

Таблица 8

Печень. Изменение общего и восстановленного глутатиона в мг % (на сырой вес)

	0,5 мес.		1 мес.		2—3 мес.		6 мес.		12—24 мес.	
	G	G—SH	G	G—SH	G	G—SH	G	G—SH	G	G—SH
	116,0	104,0	223,0	223,0	252,0	213,0	265,0	263,0	260,0	260,0
	102,0	119,0	230,0	222,0	263,0	220,0	216,0	246,0	250,0	250,0
	117,0	118,0	200,0	203,0	264,0	225,0	287,0	240,0	254,0	253,0
	120,0	108,0	210,0	232,0	262,0	232,0	264,0	247,0	246,0	240,0
	119,0	112,0	215,0	193,0	215,0	238,0	290,0	245,0	280,0	251,0
	—	108,0	225,0	214,0	245,0	233,0	265,0	—	265,0	265,0
	—	—	220,0	242,0	201,0	257,0	205,0	—	253,0	222,0
	—	—	230,0	214,0	—	230,0	—	—	246,0	224,0
	—	—	—	211,0	—	—	—	—	260,0	256,0
	—	—	—	202,0	—	—	—	—	245,0	240,0
Среднее	114,8	111,5	219,1	215,6	243,0	231,0	256,0	248,2	255,0	246,0

Следовательно, количества восстановленного и общего глутатиона в печени резко нарастают уже к 1 месяцу, достигают максимума в 6 месяцев и затем почти не изменяются.

Данные табл. 9 свидетельствуют о том, что содержание общего и восстановленного глутатиона в печени и в крови с возрастом сначала увеличивается, достигает максимума в 6 месяцев, а затем остается почти неизменным. В мышцах содержание общего глутатиона с возрастом почти не изменяется. Количество восстановленного глутатиона сначала резко нарастает, достигает максимума в 2—3 месяца, после чего уменьшается. Окисленный глутатион в печени и в крови достигает максимального содержания в 2—3 месяца, а затем остается

Таблица 9

Возрастные изменения показателей глутатиона в крови, мышцах и печени белых крыс (по средним данным)

Органы	0,5 мес.	1 мес.	2—3 мес.	6 мес.	12—24 мес.
--------	----------	--------	----------	--------	------------

Общий глутатион в мг %

Кровь	—	27,0	39,5	43,7	37,3
Мышцы	—	33,0	25,0	35,0	38,4
Печень	114,8	219,1	243,1	256,0	255,0

Восстановленный глутатион в мг %

Кровь	—	23,7	31,1	32,8	29,0
Мышцы	—	14,1	21,4	14,0	2,5
Печень	111,5	215,6	231,1	248,2	246,0

Окисленный глутатион в мг %

Кровь	—	3,3	8,4	10,9	10,6
Мышцы	—	18,9	3,6	21,0	35,9
Печень	3,3	3,5	12,1	7,8	9,0

Восстановленный глутатион : общий глутатион

Кровь	—	0,88	0,80	0,75	0,77
Мышцы	—	0,43	0,85	0,4	0,4
Печень	0,96	0,98	0,95	0,97	0,96

Восстановленный глутатион : окисленный глутатион

Кровь	—	7,2	3,7	3,0	3,5
Мышцы	—	0,74	6,0	7,0	0,06
Печень	33,7	61,6	19,0	31,8	27,3

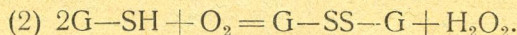
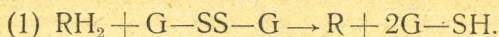
величиной почти постоянной. В мышцах количество окисленного глутатиона в 2—3 месяца резко уменьшается, а затем столь же резко нарастает. С возрастом не остается постоянным в исследованных нами органах также и соотношение между окисленным и восстановленным глутатионом. Об этом свидетельствуют коэффициенты $G-SH:G$ и $G-SH:G-SS-G$.

Анализируя полученные нами и литературные цифровые данные, мы не можем еще разрешить вопроса о роли глутатиона в биологических процессах оксидоредукции, но такое участие представляется нам весьма вероятным.

Из сводных данных табл. 9 и диаграммы видно, что окисленный глутатион как в крови, так и в мышцах в постэмбриональном периоде развития животного к 2—3-месячному возрасту резко нарастает в своем количестве; это обстоятельство нашло, вероятно, свое отражение и в величине редокспотенциала, достигающей в этом возрасте максимума.

Глутатион принимает, по всей вероятности, участие в процессах дыхания, вызывая окисление таких соединений, которые, сами по себе, кислородом воздуха не окисляются. Он может отнимать водород от

органических соединений и окислять его за счет молекулярного кислорода. Например:

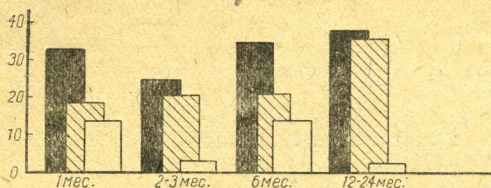


В итоге этой реакции, как видно, образуется перекись водорода, которая или разлагается каталазой, или может служить для окисления иных соединений. Окисленный глутатион (G-SS-G) к старости,

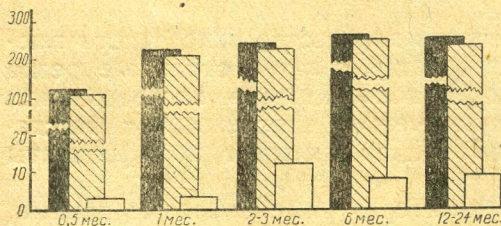
Изменения глутатиона в крови белых крыс в мг %



Изменения глутатиона в мышцах белых крыс в мг %



Изменения глутатиона в печени белых крыс в мг %



повидимому, переходит в какую-то нелябильную форму, которая нарастает в своем количестве с возрастом и тем самым исключает глутатион из общей цепи биологического окисления-восстановления. Возможно также, что к старости в организме изменяются свойства субстрата или условия, при которых окисленный глутатион (G-SS-G) может стать восстановленным (G-SH); во всяком случае, на основании наших данных мы можем предполагать, что к старости у исследованных нами животных глутатион в общей цепи биологического окисления, повидимому, не имеет уже той окислительно-восстановительной активности, которая имелась в период бурного развития животных—период роста. Конечно, это предположение требует дополнительных исследований.

Подводя итоги полученным нами данным, можно установить следующее:

1. Концентрации общего, восстановленного и окисленного глутатиона в крови, мышцах и печени исследованных нами животных с возрастом не остаются в своих количествах постоянными (табл. 5—9).
2. Содержание общего, восстановленного и окисленного глутатиона в крови резко нарастает к 2—3 месяцам, после чего остается величиной почти постоянной.
3. Коэффициент Gabbe с возрастом описывает характерную кривую, давая максимум в 2—3 месяца.
4. С возрастом в крови исследованных нами животных нарастает в своем относительном количестве окисленная форма глутатиона, коэффициенты $\text{G-SH}:\text{G}$ и $\text{G-SH}:\text{G-SS-G}$ уменьшаются.
5. В мышцах концентрация восстановленного глутатиона достигает максимума в 2—3 месяца, после чего, к старости, уменьшается в своем количестве.

6. Количество общего глутатиона в мышцах с возрастом существенно не изменяется.

7. В мышцах соотношения между окисленным ($G-SS-G$) и восстановленным ($G-SH$) глутатионом с возрастом заметно нарушаются; в 2—3 месяца резко нарастает в своем количестве $G-SH$, после чего, к старости, он резко уменьшается.

8. Количество $G-SS-G$ в мышцах достигает максимального содержания в 24 месяца.

9. Содержание общего (G) и восстановленного ($G-SH$) глутатиона с возрастом в печени резко нарастает в 1 месяц, после чего остается величиной почти постоянной.

10. Содержание окисленного глутатиона в печени, повидимому, имеет место только у взрослых животных.

11. Во всех исследованных нами органах у взрослых животных нами обнаружено накопление $G-SS-G$, что, повидимому, свидетельствует о нарушении обратимости этой системы.

ЛИТЕРАТУРА

Гольдман, С.—К методике определения глутатиона в тканях. Укр. біохім. журн., т. X, № 3, 1937.

Колдаев, Б. М.—Глутатіон, його властивості та роль у фізіології й патології. Киев, 1935.

Карп, М. Л.—Глутатіон и наследование роста у овец и крупного рогатого скота. Зоологический журнал, т. XVI, 1937.

Патрушев, В. И.—Физиологические различия лошадей в связи с их возрастом, породой и производительностью. Доклады Акад. наук СССР, т. XXIII, № 7, 1939.

Патрушев, В. И.—Физиологические различия в пределах породы чистокровных английских скаковых лошадей. Доклады Акад. наук СССР, № 7, 1939.

Патрушев, В. И.—Физиологические подходы к племенной оценке с.-х. животных. Доклады Акад. наук СССР, т. XXVII, № 5, 1940.

Патрушев, В. И.—О физиологических различиях у тяжеловозов в связи с их рабочей производительностью. Доклады Акад. наук СССР, т. XXIV, № 2, 1939.

Рубановская, А. А.—До питання закономірності окисання еритроцитів. Праці Зоолого-біол. інституту ХДУ, т. II, 1934.

Dyer, H. M.—The utilisation of glutathion in connection with a cistine de ficient diet. Journ. Biol. Chem., v. CXV, 1936.

Thompson, J. W. и Voegtlin, C.—Glutathion in normal animals. The journ. Biol. Chem., v. LXX, p.p. 793, 801, 1926.

Wolff, R. и Maureau, S.—Sur la teneur en glutathion des tissus du cobaye. C. R. Soc. Biol., v. III, 1932.

ON AGE CHANGES OF THE GLUTATHION CONTENT IN ANIMAL BLOOD AND ORGANS

I. D. SHUMENKO

Sector of General Physiology of the Zoo-Biological Institute of the Kharkov State University (Chief—Prof. A. V. Nagorny).

This investigation represents one of the attempts of solving the question on age changes of glutathion content as well as on the degree of glutathion participation in the processes of oxidoreduction.

As objects of the investigation served muscles, liver and blood of albino rats at the age of one to 24 months.

The glutathion fractions ($G-SH$ and $G-SS-G$) in the blood were determined by the method of Woodward—Fry. The blood for the analysis was taken from the heart. In the muscles and liver the glutathion fractions were determined by the method of Kuhnau. On basis of the carried out by us work we can make the following conclusions.

1. The concentration of the total, reduced and oxidized glutathion in the blood and muscles of the investigated by us animals does not remain constant with age (tables 5—9 and diagrams).

2. The content of the total, reduced and oxidized glutathion of the blood sharply increased by the 2—3 months, after which it remains an almost constant value (t. 5—9).

3. The Gabbe-coefficient described a characteristic curve, reaching its maximum by the 2—3 months.

4. With age there increases in the blood of the investigated by us animals the oxidized form of glutathion in its relative quantity (t. 9).

5. In the muscles the concentration (G—SH) reaches its maximum in the 2—3 months, after which it decreases towards old age (t. 7, 9).

6. The amount of total glutathion (G) in the muscles does not essentially change with age (t. 7, 9).

7. In the muscles the correlations between the oxidized and reduced glutathion are markedly disturbed with age; in the 2—3 months the quantity of G—SH sharply increases, after which towards old age it also sharply decreases (t. 9).

8. The amount of G—SS—G in the muscles reaches its maximal content towards old age (in the 24th month).

9. The content of the total (G) and reduced (G—SH) glutathion in the liver sharply increases during the first month; after which it remains an almost constant value.

10. The presence of oxidized glutathion in the liver evidently occurs only in adult animals.

11. We found in all investigated by us organs of adult and old animals an accumulation of G—SS—G, which testifies as to the disturbance of the reversibility of this system.

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА (Eh) В МЫШЦАХ И КРОВИ БЕЛЫХ КРЫС

И. Д. ШУМЕНКО

Сектор общей физиологии (зав.—проф. А. В. Нагорный) Зоолого-биологического института Харьковского государственного университета

В настоящее время механизм окислительных процессов можно рассматривать с двух точек зрения: с точки зрения кислородно-водородной интерпретации, объясняющей процессы окисления и восстановления своеобразным перемещением кислорода или водорода (А. Н. Бах, Варбург, Виллянд и др.), и с точки зрения электрон-ной интерпретации, объясняющей эти процессы (окисления-восстановления) „электронным обменом“ (Вюрмзер, Михаэлис, Л. Писаржевский и др.).

Эти две точки зрения, объясняющие по-разному окислительно-восстановительные процессы—обмен электронами и обмен кислородом и водородом в водной среде и организме,—есть разные стороны одного и того же процесса, называемого окислением-восстановлением, и было бы неправильно противопоставлять эти две интерпретации.

Не имея возможности более подробно останавливаться здесь на этом вопросе, следует сказать, что процессы окисления и восстановления в данное время, несмотря на свое расплывчатое определение, могут быть обобщены одним более расширенным понятием; под окислением следует рассматривать, во-первых, присоединение кислорода, во-вторых—отдачу электрона, а обратные процессы следует рассматривать как процессы восстановления.

Окислительно-восстановительные процессы в организме человека, животных и растений играют весьма значительную роль, они связаны с процессами синтеза и диссимиляции на протяжении всего жизненного цикла. Из литературных данных, касающихся окислительно-восстановительного показателя, кроме работ теоретического и методического характера, следует указать работы J. Needham'a (1925—1926), E. Aubel'a и K. Levy (1929), впервые определявших окислительно-восстановительный потенциал в живой клетке, E. Friedheim'a (1929), определявшего pH в экстрактах цыплят, F. Vles'a, P. Reis'a и L. Deloyer'a (1931), впервые определивших Eh артериальной и венозной крови у кроликов и собак непосредственно в крове-

носных сосудах. Представляют большой интерес также работы В. В. Ковальского и О. М. Глезиной (1936), Р. Чаговца (1936) и др. об изменениях E_h в связи с функциональными изменениями в организме. За последние годы появился ряд работ по E_h в связи с влиянием внешних факторов, в частности света различной длины волны—J. Amap (1926) и др.

В заключение необходимо указать также на целый ряд работ, касающихся изменения окислительно-восстановительного потенциала в связи с различными заболеваниями. Это работы E. Sogu et R. Braupner'a (1931), Н. А. Ойвина и Р. Е. Кавецкого (1932), Г. Н. Калашникова (1934), В. В. Ковальского и О. М. Глезиной (1936), Д. Н. Стражеско (1936) и др.

Работ же, касающихся возрастных изменений окислительно-восстановительного потенциала, в литературе нам, к сожалению, не удалось найти, за исключением нескольких работ об изменениях окислительно-восстановительного потенциала эмбрионального периода развития (у кур). Это исследования J. Needham'a (1929) и О. М. Глезиной (1938), показывающие изменения E_h и дегидрирующей способности по Тунбергу во время эмбрионального и постэмбрионального развития птиц.

Таким образом в литературе, повидимому, не имеется ни одной работы, которая касалась бы возрастных изменений E_h в организме на протяжении всего постэмбрионального развития животного. Ввиду этого мы и поставили себе задачей выяснить изменения окислительно-восстановительного потенциала в организме в связи с возрастом животного.

Объект и методика

Объектами исследования служили мышцы и кровь белых крыс в возрасте от 0,5 до 24 месяцев. Измерения окислительно-восстановительного потенциала производились электрометрическим путем гладкими платиновыми электродами: для мышц—по методу Ковальского и Глезиной (1936) *in vivo*, *in situ*, а для крови—по методу Кавецкого и Ойвина (1932) в шприце в аэробных условиях при температуре 37° С. Перед опытом платиновые электроды выдерживались в течение суток, после предварительной обработки, в смеси 1:1 закисного и окисного железа.

Окислительно-восстановительный потенциал измерялся как в мышцах, так и в крови через каждые 10 минут на протяжении 1,5 часа. Кровь для определения E_h бралась цельная. В качестве противосвертывающих веществ применяли *Kalium citricum*, так как предварительные опыты показали, что *Kalium citricum* не влияет на E_h крови.

Полученные результаты наших наблюдений приведены в табл. 1—14.

Таблица 1

Кровь. Изменения E_h в тп крови крыс в возрасте 15 дней

	Время измерения после начала опыта в минутах								
	10	20	30	40	50	60	70	80	Средн.
236	236	237	236	285	266	276	266	255	
235	266	285	237	267	276	283	276	266	
266	285	235	295	285	235	285	276	270	
265	265	265	271	265	265	271	285	269	
Среднее	251	263	256	260	278	260	280	276	265

Таблица 2

Изменения Еh крови крыс в возрасте 2 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								Средн.
	10	20	30	40	50	60	70	80	
	397	397	416	465	474	455	474	474	444
	426	455	436	445	455	455	474	472	452
	368	407	407	445	455	474	474	445	434
	368	388	407	426	474	436	426	436	421
	368	388	407	445	445	436	465	445	425
Среднее	385	407	415	445	461	451	463	454	435

Таблица 3

Изменения Еh крови крыс в возрасте 3 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								Средн.
	10	20	30	40	50	60	70	80	
	220	194	200	133	162	283	376	404	247
	447	402	404	386	357	403	483	484	421
	287	413	445	415	443	455	457	452	421
	331	376	411	376	327	415	393	395	378
Среднее	321	346	365	328	322	389	427	434	367

Таблица 4

Изменения Еh крови крыс в возрасте 6 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								Средн.
	10	20	30	40	50	60	70	80	
	322	320	349	349	329	312	320	329	329
	359	340	378	387	397	378	359	368	371
	340	368	378	368	359	378	397	397	373
	318	328	347	328	328	318	318	338	328
	318	347	338	328	328	318	338	318	329
Среднее	331	341	358	352	348	341	346	350	346

Таблица 5

Изменения Еh крови крыс в возрасте 12 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								Средн.
	10	20	30	40	50	60	70	80	
	332	315	304	363	359	322	363	342	338
	242	247	251	242	295	321	--	301	271
	332	343	328	316	314	324	314	316	323
	320	329	339	320	349	320	349	339	333
	320	359	329	358	358	329	349	329	341
Среднее	309	319	310	320	335	323	344	325	323

Таблица 6

Изменения Eh крови крыс в возрасте 24 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								
	10	20	30	40	50	60	70	80	Средн.
Среднее	174	203	215	241	259	272	302	302	246
	205	197	197	155	194	214	242	251	207
	255	278	320	278	313	313	294	294	293
	305	314	295	295	305	305	295	314	304
	235	248	257	242	268	276	283	290	262

Таблица 7

Мышцы. Изменения Eh в мышцах крыс в возрасте 15 дней

	Время измерения после начала опыта в минутах								
	10	20	30	40	50	60	70	80	Средн.
Среднее	322	311	322	322	322	322	311	311	319
	322	311	322	332	284	311	322	311	314
	284	261	311	294	303	265	275	284	285
	294	294	311	322	303	284	311	294	302
	284	322	311	311	322	311	322	311	312
	301	300	315	311	309	299	308	302	306

Таблица 8

Изменения Eh в мышцах крыс в возрасте 1 месяца

	Время измерения после начала опыта в минутах								
	10	20	30	40	50	60	70	80	Средн.
Среднее	362	333	313	307	288	398	392	353	343
	337	333	335	387	445	339	405	387	372
	312	431	347	307	294	292	298	284	321
	335	352	430	333	335	378	343	311	352
	372	431	—	333	400	380	343	362	374
	385	329	391	402	381	315	325	315	354
	351	368	363	345	357	350	351	335	353

Таблица 9

Изменения Eh в мышцах крыс в возрасте 2 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								
	10	20	30	40	50	60	70	80	Средн.
Среднее	416	446	418	448	—	533	375	430	438
	313	369	396	436	456	347	367	406	386
	430	395	389	423	458	434	436	458	428
	429	451	468	465	513	501	501	513	481
	374	456	428	448	487	460	513	436	450
	390	423	420	444	478	455	438	448	437

Таблица 10

Изменения Eh в мышцах крыс в возрасте 3 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								Средн.
	10	20	30	40	50	60	70	80	
	387	430	386	386	401	377	376	371	389
	270	375	382	375	413	415	475	455	395
	327	376	336	321	336	325	395	368	348
	327	325	342	346	375	346	327	325	339
	380	412	452	474	522	532	567	579	490
Среднее	338	384	380	380	409	399	428	420	392

Таблица 11

Изменения Eh в мышцах крыс в возрасте 6 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								Средн.
	10	20	30	40	50	60	70	80	
	374	391	401	333	352	368	406	439	383
	354	325	381	381	410	410	415	386	383
	381	407	352	360	391	391	360	374	377
	360	339	375	358	352	345	360	401	361
	349	312	320	329	349	312	329	349	331
Среднее	364	355	366	352	371	365	374	390	367

Таблица 12

Изменения Eh в мышцах крыс в возрасте 12 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								Средн.
	10	20	30	40	50	60	70	80	
	336	328	326	317	325	326	311	296	321
	317	296	296	285	290	295	286	285	294
	266	279	332	345	455	415	431	339	359
	334	353	368	342	287	285	308	306	323
	317	289	306	269	317	323	297	307	304
Среднее	314	309	326	312	335	329	327	307	320

Таблица 13

Изменения Eh в мышцах крыс в возрасте 24 месяцев

	Время измерения после начала опыта в минутах								Средн.
	10	20	30	40	50	60	70	80	
	320	318	330	349	339	329	310	294	324
	329	304	329	358	329	358	310	339	332
	318	304	275	304	283	259	322	314	297
	322	333	309	294	322	304	313	294	311
	313	342	305	362	352	342	323	342	335
Среднее	320	320	310	333	325	318	316	317	320

Обсуждение полученных данных

Приведенные выше данные показывают, что на протяжении внеутробного развития животного окислительно-восстановительный потенциал (Eh) как в мышцах, так и в крови описывает с возрастом характерную кривую с максимумом повышения в возрасте 2 месяцев, а затем Eh постепенно уменьшается в своей величине. Более же наглядно это видно из данных табл. 14.

Таблица 14

Средние возрастные изменения Eh

	Возраст в месяцах						
	0,5	1	2	3	6	12	24
Мышцы	306	353	437	392	367	320	320
Кровь	265	—	435	367	346	323	262

Для объяснения причинной связи кривой Eh с возрастом организма можно допустить следующее.

В живом организме несомненно существуют самые разнообразные окислительно-восстановительные системы с различными их свойствами и особенностями, зависящими от концентрации растворенных веществ, принимающих активное участие в окислительно-восстановительных процессах. Из веществ, обуславливающих окислительно-восстановительные процессы (потенциал) организма, немаловажное значение следует признать, наряду с другими веществами, за кислородом и водородом. Кислородно-водородное равновесие имеет место, несомненно, и в организме, и ему принадлежит, по всей вероятности, главная роль, обуславливающая характер направленности окислительно-восстановительных процессов. Изменения в соотношениях H_2 и O_2 приводят к установлению суммированного электронного равновесия, которое может быть выражено электропотенциалом. Таким потенциалом и будет Eh—показатель напряженности окислительно-восстановительных процессов, что вытекает из формулы, которая связывает величину окислительно-восстановительного потенциала с величинами, характеризующими данную систему, а именно:

$$Eh = K + \frac{RT}{nF} \cdot \ln \frac{[Ox]}{[Red]}.$$

Для исчерпывающей характеристики окислительно-восстановительного процесса необходимо знать, кроме Eh, также и величину гН, характеризующую редуцирующую силу среды организма. Так как экспериментальное определение гН¹ недоступно, то мы воспользовались данными о Ph проф. А. В. Нагорного (1936) и, произведя соответствующие пересчеты, получили (табл. 15 и диаграмма):

Таблица 15

Изменения гН с возрастом

	Возраст в месяцах						
	0,5	1	2	3	6	12	24
гН в мышцах . .	23,9	25,4	28,2	26,8	26,0	24,4	24,0
гН в крови . . .	23,6	—	29,1	26,9	26,2	25,3	23,2

$$^1 \text{ гН} = \frac{Eh}{0,0305} + 2Ph.$$

Кривая гН, установленная J. Needham (1929) для эмбрионального периода развития (для птиц), говорит нам о повышении восстановительной способности (гН уменьшается) в первой половине этого периода и о понижении восстановительной способности организма к концу этого периода (гН увеличивается).

В нашей работе мы установили, что в пост-эмбриональном периоде до 2-месячного возраста восстановительная способность уменьшается (гН увеличивается), после чего она постепенно нарастает до 12-месячного возраста (гН уменьшается), а затем остается величиной почти неизменной.

Если мы проанализируем возрастную кривую общего дыхания в мышцах (данные А. А. Рубановской для крыс), то и здесь мы наблюдаем ту же закономерность возрастного порядка, что и для Eh, а именно: в мышцах окислительная способность до 1 месяца нарастает, а затем уменьшается (табл. 16).

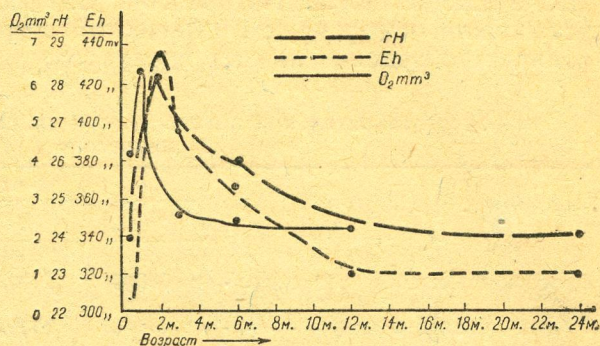


Таблица 16

Изменения тканевого дыхания мышц у крыс
(поглощение O_2 в $мм^3$ за 1 час на 1 мг сухого вещества)

	Возраст в месяцах						
	0,5	1	2	3	6	12	24
Мышцы	4,1	6,3	—	2,64	2,46	2,3	—

Данные, приведенные нами в табл. 14—16 и диаграмме, характеризующие окислительно-восстановительные процессы в организме крыс на протяжении их индивидуального развития, позволяют утверждать, что окислительные процессы в организме крыс с возрастом претерпевают существенные изменения. Сопряженный характер кривых общего дыхания и редуцирующей способности на протяжении почти всей жизненной кривой говорит нам, во-первых, о взаимосвязи процессов окисления и восстановления и, во-вторых, об интенсивности окислительных процессов. У крыс, повидимому, в раннем периоде развития в мышцах интенсивность окислительных процессов доминирует над процессом восстановления. В этом периоде кислородная емкость на единицу массы нарастает, в то время как способность восстановления уменьшена (гН увеличивается). В дальнейшем, к старости, мы имеем обратную картину. Эти, отмеченные нами изменения в соотношениях между окислительно-восстановительными процессами нашли свое отражение и в Eh, который в раннем периоде развития нарастает в своей величине, а затем постепенно уменьшается.

Наши предположения об изменении соотношений между процессами окисления и процессами восстановления находят свое подтверждение и в экспериментальных данных И. Маевской и А. А. Рубановской (1940), которые показывают, что если принять окислительно-восстановительные процессы для раннего периода развития

(0,5 месяца) за 100%, то в возрасте 12 месяцев (табл. 17) процессы восстановления увеличиваются в два раза, в то время как процессы кислородного окисления уменьшаются почти в то же число раз.

За уменьшение интенсивности кислородного окисления говорят также данные проф. Нагорного и С. П. Зелинского (1938), которые установили, что у крыс в старческом возрасте в моче увеличивается количество недоокисленных продуктов.

Таблица 17

Изменения относительной интенсивности окислительно-восстановительных процессов

	Возраст в месяцах				
	0,5	1	3	6	12
Способность к восстановлению	100%	240%	220%	200%	200%
Общее дыхание мышц	100%	154%	64%	59%	56%
Способность к восстановлению	1	1,6	3,4	3,4	3,6
Общее дыхание					

Резюмируя наши соображения, мы можем сделать следующие выводы:

1. С возрастом Ен описывает характерную кривую с максимумом в 2 месяца, что свидетельствует о повышении окислительных процессов в организме крыс в этом периоде, а затем эти процессы постепенно уменьшаются (табл. 1—15 и диаграмма).

2. Ен с возрастом изменяется в общем параллельно поглощению O_2 .

3. Кривая гН с максимумом для 2-месячного возраста, а затем ее постепенное падение свидетельствует о понижении восстановительной способности организма в период усиленного роста (до 2 месяцев), а в дальнейшем о повышении ее. Однако сказать, обусловлено ли это изменение гН уменьшением или увеличением восстановленных систем на основании наших данных еще не представляется возможным.

ЛИТЕРАТУРА

Aubel, E. et Levy, R.—Le potentiel d'oxydo-reduction dans les larves de Mouche. C.-R. de la Soc. de Biol., 101, 1929.

Aubel, E. et Levy, R.—Le potentiel d'oxydo-reduction dans les chenilles. C.-R. de la Soc. de Biol., 101, 1929.

Amar, J.—Cpt. rend. de l'Academ. des Sciences, 182, 980, 1926.

Глезина, О. М.—Окислительно-восстановительные процессы в мышечной ткани птиц в онтогенезе. Доклад на конференции по биохимии мышечной деятельности 20—23/XII 1938. Киев.

Friedheim, E.—Le potentiel d'oxydo-reduction d'extrait embryonnaires. C.-R. de la Soc. de Biol., 101, 1929.

Ковальский, В. В., Бугаева, М. М. и Глезина, О. М.—Окислительно-восстановительные процессы в воспалительном очаге слизистой оболочки. Укр. биохим. журн., т. IX, № 2, 1936.

Ковальский, В. В. и Глезина, О. М.—Окислительно-восстановительный потенциал мышечной ткани и его функциональные изменения. Укр. биохим. журн., т. IX, № 2, 1936.

Кавецкий, Р. Е. и Ойвин, Н. А.—Визначення оксидо-редукційних потенціалів, як метод вивчати оксидативні процеси в організмі. Журн. медич. науки, т. II, вып. 3, 1932.

Калашников, Г. Н.—Окислительно-восстановительный потенциал крови при экспериментальном артериосклерозе. Биол. журн., т. III, № 1, 1934.

Нагорный, А. В. и Зелинский, С. П.—Вік і хімічний склад сечі. Праці Зоолого-біол. інституту ХДУ, т. V, 1938.

Нагорный, А. В.—Активна реакція органів тваринного організму різного віку. Праці Зоолого-біол. інституту ХДУ, т. III, 1936.

Needham, J.—Chemical embryology, 1931.

Ойвин, И. А.—Является ли потенциал, образующийся на платиновом электроде в крови, окислительно-восстановительным? Бюлл. exper. биол. и мед., т. IV, вып. 6, 1937.

Ойвин, И. А.—Системы, определяющие величину Eh в крови. Бюлл. exper. биол. и мед., т. IV, вып. 6, 1937.

Ойвин, И. А.—Окислительно-восстановительный потенциал Eh крови. Бюлл. exper. биол. и мед., т. III, вып. 6, 1937.

Рубановская, А. А.—Вікові зміни дихання шкіри і хряща. Праці Зоолого-біол. інституту ХДУ, т. VII, 1938.

Рубановская, А. А.—Вікові зміни окисаційних процесів у тканинах. Там же, т. V, 1938.

Soru, E. et Brauner, R.—Le potentiel d'oxydo-reduction de la mode osseuse du Lapin normal, et anemie. C.-R. Soc. Biol., № 107, 1931.

Чаговец, Р.—Влияние работы и тренировки на окислительно-восстановительный потенциал в мышечной ткани. Укр. биохим. журн., т. IX, № 2, 1936.

Стражеско, Д. Н.—Окислительно-восстановительные потенциалы мозга кроликов при отравлении стрихнином и кокаином. Укр. биох. журн., т. IX, вып. 1, 1936.

Vles F., Reiss P. и др.—Comp. rend. Soc. Biol., v. 108, № 27, 1931 (цитировано по Г. Н. Калашникову).

AGE CHANGES IN THE OXIDO-REDUCING POTENTIAL (Eh) IN MUSCLES AND BLOOD OF ALBINO RATS

I. D. SHUMENKO

Sector of General Physiology of the Zoo-Biological Institute of the Kharkov State University (Chief—Prof. A. V. Nagorny)

The carried out measurements of the oxido-reducing potential (Eh) by the electro-metric method in the muscles and blood of albino rats of various age (from 0,5—24 months) show that.

1. With age Eh describes a characteristic curve with a maximum at 2 months, which testifies as to an increase of the oxidizing processes in the organism of rats during this period. Then these processes gradually diminish (tables 1—14 and diagram).

2. Eh changes with age in general parallel with the absorption of O_2 .

3. The curve rH with a maximum at two months testifies as to the decrease of the reducing capacity of the organism during the period of intensive growth (up to 2 months), and then of its decrease.

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ БЕЛКОВЫМ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ МЕТАБОЛИЗМОМ У РАЗНЫХ ЖИВОТНЫХ ВИДОВ

А. В. НАГОРНЫЙ

Сектор общей физиологии (зав.—проф. А. В. Нагорный) Зоолого-биологического
института Харьковского государственного университета

I.

Метаболизм является процессом, в котором неразрывно связаны между собою обмен энергии и обмен вещества. Следовательно, при наличии одинаковых начальных веществ и одинаковых продуктов конечного распада между развитой энергией и количеством распавшегося вещества должно существовать постоянное, неизменное соотношение (Гесс—1838).

Так как метаболизм наблюдается только в живом, то всякое вещество может стать участником этого метаболизма только после вхождения в состав живого (после вивификации). Следовательно, источником энергии в организме является распад живого вещества. Это приводит к выводу, что между развитием энергии в организме и диссимиляцией живого вещества должна существовать определенная взаимосвязь.

Установление этой взаимосвязи, однако, сопряжено с значительными трудностями, так как мы до настоящего времени не располагаем каким-либо безупречным показателем размеров распада живого вещества.

Поскольку, однако, главной, основной частью всякого живого вещества являются белки, можно было бы сделать заключение о распаде этого живого вещества на основании количества определенных конечных продуктов белкового обмена. Какие конечные продукты белкового распада при этом необходимо брать, однако, не достаточно ясно.

Так, W. Palmer, J. Means и J. Gambe (1914) высказали предположение, что выделение организмом креатинина находится в прямой связи с содержанием белка в организме и может, следовательно, служить показателем белкового распада. Сопоставляя, однако, количества выделяемого креатинина и величину основного обмена, они, а затем Terroine и Garot (1927), установили, что отношение между выде-

ляемым креатинином и основным обменом является величиной значительно колеблющейся у разных видов и тем большей, чем крупнее животное.

Вот данные Garot (1927) на 1 кг веса тела и 24 часа:

Вид животного	Крыса	Морская свинка	Кролик	Собака	Человек	Лошадь
Креатинин мг (К)	60,93	39,84	35,45	31,55	23,62	16,25
Б. калорий (В)	207,0	96,0	81,0	55,0	24,0	12,0
К/В	0,294	0,415	0,437	0,573	0,984	1,355

S. Brody, R. Procter и U. Ashworth (1934) на основании обширного материала подтвердили это, установив, что суточный основной метаболизм— $V_m = 70,5 m^{0,734}$, а выделение креатинина $N_{кр.} = 12,7 m^{0,896}$ (m — живой вес в кг). Из этих формул следует, что $\frac{N_{кр.}}{V_m}$ имеет тенденцию к повышению при увеличении размеров животных.

В пределах одного и того же вида коэффициент $\frac{N_{кр.}}{V_m}$ также не остается неизменным.

Так, для человека имеем:

Возраст	6—24 мес.	5—10 лет	10—16 лет	15—30 лет	40—50 лет	50—70 лет	
К/ V_m . . .	0,50	0,67	—	0,95	0,91	0,80	По Garot
	—	0,34	0,61	—	0,99	0,77	Наши пересчеты по данным различных авторов

Для белых крыс, по нашим данным (В. Н. Никитин), картина получается следующая:

Возраст в днях	Общий креатинин мг на 1 кг за 24 ч. К	Основной обмен б. калорий на 1 кг и 24 ч. V_m	К/ V_m
30—45	27,97	268,9	0,103
90—120	31,15	203,1	0,153
210	36,20	166,5	0,217
360—420	38,31	140,8	0,272
540—600	38,70	} 133,6	} 0,314
800	45,20		

Такой характер изменений с возрастом в значительной степени может быть объяснен постепенным увеличением в течение первого периода жизни образований богатых креатинином, а именно мышц,

а в старости усиленным распадом их в связи с явлениями общей дегенерации мышечной системы.

Во всяком случае, можно с совершенной определенностью утверждать, что выделение креатинина не отражает в полной мере ни распада белка, ни распада живого вещества, так как пришлось бы допустить, что при падении энергетического метаболизма распад живого вещества усиливается.

II.

Несколько иначе к вопросу о связи между энергетическим обменом и распадом белковых веществ подходит М. Rubner (1908). Показателем белкового обмена он считает выделение общего азота. Определяя основной обмен и количество выводимого из организма эндогенного азота (коэффициент изнашивания), М. Rubner пришел к выводу, что на долю белка падает около 5% развитой за то же время энергии (1,6 мг азота на 1 б. калорию основного обмена). В дальнейшем этим вопросом весьма подробно занялись Terroine и его сотрудники (1926 и следующие годы) и пришли к весьма интересному выводу, что между количеством выводимого эндогенного азота и размерами основного обмена существует независимо от вида, пола и возраста неизменное отношение, а именно 2,0—2,3 мг эндогенного азота на 1 б. калорию основного обмена. Этот вывод затем нашел подтверждение в исследованиях D. B. Smuts'a (1939), который у мышей, крыс, морских свинок, кроликов и свиней нашел колебания этого коэффициента в весьма узких пределах между 1,908 и 2,128.

К тому же, в общем, выводу пришел S. Brody (1932), установив, что у взрослых млекопитающих и птиц величины основного обмена (B_m — б. калорий за 24 часа), суточного выделения эндогенного азота (N мг) и нейтральной серы (S мг) связаны одной и той же зависимостью от массы тела (m кг), а именно $B_m = 70,5 m^{0,734}$, $N = 145 m^{0,720}$ и $S = 6,85 m^{0,740}$. Из этого следует, что коэффициенты N/B_m и S/B_m имеют тенденцию сохранять постоянную величину у различных видов животных.

Утверждение о постоянстве коэффициента N/B_m , однако, встречает ряд возражений чисто методологического порядка, ибо по сути оно молчаливо отвергает несомненно доказанную качественную специфичность живого вещества у разных видов и наличие качественных же изменений на протяжении индивидуальной эволюции. Следует поэтому считать, что вывод о постоянстве терруановского коэффициента основан на недостаточном фактическом материале и предвзятой точке зрения. Действительно, Lauter (1922) для человека установил, что у детей коэффициент Терруана меньше, чем у взрослых. По Ashworth и Brody (1933), у крыс этот коэффициент колеблется между 0,7 мг и 2,0 мг на 1 калорию основного обмена.

Произведенные нами определения коэффициента изнашивания и основного обмена у белых крыс, морских свинок и собак, а также соответствующие пересчеты для человека обнаруживают совершенно ясную закономерность в возрастных изменениях терруановского коэффициента: начиная от рождения этот коэффициент непрерывно растет и, повидимому, несколько снижается в глубокой старости. Точно так же достаточно ясно выступает и разница в величинах коэффициента у представителей различных видов.

Коэффициент Терруана

Возраст	Эндоген. N мг на 1 кг веса за 24 ч. N	Теплопродукция на 1 кг веса за 24 ч. б. калорий B _m	N/B _m	Примечание
Белые крысы				
15—20 дней . . .	147,6	256,8	0,57	Собствен- ные данные (В. И. Ма- хинько, Г. А. Горбунова)
30 "	190,2	268,9	0,77	
90 "	169,4	203,1	0,83	
180 "	162,7	166,5	0,98	
360 "	147,1	140,8	1,04	
720 "	123,5	133,6	0,92	
Морские свинки				
3—16 дней	235,4	191,7	1,23	Собствен- ные данные (В. И. Ма- хинько, Г. А. Горбунова)
30 "	216,1	113,8	1,90	
3—5 мес.	174,0	71,4	2,44	
1—2 года	162,6	53,9	3,02	
3—3,5 года	133,3	51,4	2,59	
8 лет	112,5	50,8	2,21	
Собаки				
1 мес.	212,3	—	—	Цифры для теплопродук- ции заимство- ваны из сводки Abderhalden'a
2,5 "	236,8	—	—	
5 "	222,3	88,07	2,64	
1—2 года	190,3	65,16	2,92	
3 года	166,2	40,91	4,06	
10—13,5 лет	167,8	—	—	
Человек				
1 мес.—1 год . . .	68,2	87,60	0,78	Цифры для коэф- фициента изнаши- вания составлены по данным Edel- stein'a и Langstein'a, Kraus'a, Lauter'a, Folin'a, Landegre- en'a, Thomas'a, Si- ven'a, Robison'a и Martin'a, Smith'a, Heyer'a и др. Циф- ры для основного обмена взяты Langstein'a и Me- yer'a и A. Löwy
2—2,5 года	62,6	68,16	0,91	
10—15 лет	42,8	37,92	1,12	
Зрелый возраст . .	40,3	24,72	1,63	
68—71 год	31,5	23,05	1,36	

Таким образом и у представителей различных видов, и у представителей одного и того же вида на разных этапах индивидуальной эволюции распад живого вещества и развитие энергии не являются величинами строго пропорциональными распаду белка. В онтогенезе одно и то же количество энергии развивается при тем большем относительном распаде белка, чем старше организм. Повидимому, только в глубокой старости относительный распад белка снова слегка уменьшается.

Интересно, что спонтанное образование аммиака и аминного азота в тканях (А. А. Рубановская), свидетельствующее о размерах белкового окислительного распада описывает с возрастом совершенно сходную кривую. Так, для почек белых крыс (на 2 г сырой ткани за 2 часа) найдено образование аммиачного и аминного азота.

Возраст в днях	10—13	30	75—90	360—420	720
$N_{NH_3} + N_{NH_2}$ мг.	1,91	2,22	2,24	2,78	2,41

III.

Для объяснения постепенного возрастного нарастания терруановского коэффициента можно сделать несколько допущений.

Достаточно доказанным, например, представляется, что с возрастом способность белка к соединению с другими небелковыми и богатыми энергией веществами падает. Вследствие этого более „старый“ белок, очевидно, сможет вводить в состав живого вещества („вивифицировать“) все меньшие и меньшие количества небелковых группировок. Естественно, что при таких условиях возникновение одного и того же количества энергии будет сопровождаться тем большим относительным распадом белка, чем он менее активен, т. е. чем старше.

Исходя, далее, из того, что распад белка может носить и обратимый и необратимый характер, допустимо, что одно и то же количество азота используется при разрушении и созидании протоплазмы многократно, т. е. „один и тот же белковый азот“ повторно связывает небелковые группировки, вивифицирует их и вместе с ними разрушается, после чего, однако, возникшие продукты белкового распада не покидают протоплазму, а регенерируются в белок; последний вновь соединяется с другими массами безазотистых веществ, вивифицирует их и т. д. При таком допущении увеличение терруановского коэффициента можно было бы объяснить тем, что с возрастом уменьшается „обратимый“ распад белка.

Предложенные возможности, конечно, ни в какой степени не исключают друг друга и, по всей вероятности, взаимно связаны.

Однако, и каждая в отдельности и взятые вместе, они не объясняют падения терруановского коэффициента в конце жизни и требуют, очевидно, учета других особенностей живого вещества и прежде всего — химической гетерогенности его белковой массы. Наличие этой гетерогенности вытекает из отсутствия точной пропорциональности между энергетическим метаболизмом и содержанием общего белка в организме. Правда, Moulton (1916) на основании измерения белковой массы у быка, а затем Boothby и Sandiford (1922) установили, что и содержание азота в теле и развитие энергии пропорциональны поверхности тела, т. е. пропорциональны друг другу. Однако более точные определения азота, имеющегося в теле животных, произведенные Terroine'ом, Brenckmann'ом и Feuerbach'ом (1923) показали, что количество азота в теле пропорционально не поверхности, а весу животного, особенно, если брать животных, лишившихся жировых запасов вследствие голодания. Действительно, если взять количество белка в 1 кг веса тела, то у различных животных мы получим почти одну и ту же величину (185 г — у быка, 160 — у человека, 178 — у кролика, 175 — у мыши), тогда как энергетический метаболизм чрезвычайно различен.

Совершенно ясно это отсутствие пропорциональности выступает и в онтогенезе. Так, согласно полученным у нас данным для белых крыс, имеем следующие количества энергии (CO_2) в 1 час на 1 кг живого веса или 1 кг белковой массы:

Возраст в днях	10—15	30	90	180	360	720
CO_2 г на 1 кг живого веса .	3,70 100,0	4,17 112,7	2,22 60,0	1,82 49,1	1,75 47,3	1,70 45,9
CO_2 г на 1 кг белка . . .	26,2 100,0	23,7 90,5	12,4 47,3	10,0 38,1	9,50 36,2	9,3 35,5

Отсутствие пропорциональности между общей белковой массой и энергетическим метаболизмом, естественно, приводит к заключению о наличии среди этой белковой массы двоякого рода образований—активных (протоплазматических) и неактивных (мета- или параплазматических). Энергетический обмен, очевидно, и должен быть пропорционален, главным образом, не всему белку, а активной массе (*masse activ Terroine'a*). Но что может служить показателем последней? В известной степени наличие ядерной массы и, следовательно, нуклеиновых веществ.

Действительно, еще в 1899 году В. И. Палладин нашел, что количество CO_2 , выделяемое различными растениями, остается постоянным при пересчете на 1 час и количество непереваримого пепсином азота, т. е. в общем на количество нуклеиновых веществ. В 1923 году Le Breton и Schäffer, наблюдая за развитием цыпленка, установили, что высокая интенсивность энергетического метаболизма совпадает с высоким содержанием нуклеиновых веществ (высоким нуклеоплазматическим отношением) и при развитии зародыша обе эти величины довольно правильно снижаются.

Однако какой-либо точной пропорциональности между энергетическим метаболизмом и содержанием нуклеиновых веществ Le Breton'у и Schäffer'у установить не удалось. Полученные же у нас данные (Е. Ф. Сергиенко) устанавливают эту пропорциональность достаточно ясно. Вот количества энергии (CO_2), перечисленные на 1 г нуклеопротеидного фосфора в теле белых крыс:

Возраст в днях	10—15	30	90	180	360	720
CO_2 мг на 1 г нуклеопро- теидного фосфора . . .	9100 100,0	14500 159,3	8900 97,8	9200 101,0	9500 104,3	9300 102,2

На основании этого мы имеем право заключить, что часть белковой массы организма (нуклеопротеиды) в общем почти не изменяет свою метаболическую активность на протяжении всей жизни животного и что наблюдаемое с возрастом падение метаболической интенсивности общей белковой массы связано с уменьшением этой активной части и нарастанием пассивной метаплазмической части.

Из этого следует, что выводимый организмом эндогенный азот берет свое начало частью из активного, протоплазматического, частью из пассивного, метаплазматического белка. Так как, вследствие своей малой активности, метаплазматические белки обладают лишь в малой степени способностью к вивифицированию небелковых веществ, то,

очевидно, распад метаплазмы должен быть связан с относительно большим необратимым распадом белка.

Следовательно, и распад живого вещества, обогащающегося на протяжении жизни метаплазмой, должен сопровождаться возрастным нарастанием белкового распада и увеличением коэффициента Терруана. Однако дело не ограничивается только количественными изменениями в соотношениях между прото- и метаплазмой. Последняя с возрастом становится все более и более пассивной, все более стабилизируется, и можно представить себе такое состояние живого вещества, когда его метаплазма достигает максимальной стабилизации и практически перестает принимать участие в общем метаболизме. Результатом этого будет дальнейшее падение интенсивности метаболизма живого вещества, но так как при этих условиях распаду будет подвергаться сравнительно высокоактивный протоплазматический белок, сохранивший способность к вивифицированию небелковых масс, то терруановский коэффициент, естественно, должен уменьшаться.

Изложенные здесь соображения требуют, конечно, экспериментальной проверки и в случае подтверждения открывают возможность для установления простым способом процессов метаплазмирования организма. Особенный интерес представляет период, когда наступает перелом и увеличение терруановского коэффициента заменяется его уменьшением. Возможно, что этот период и является тем, с которого начинается последний заключительный период индивидуального развития.

IV.

Установив мнимое постоянство своего коэффициента, Terroine сделал из этого довольно далеко идущие выводы. Так, считая, что выделение эндогенного азота является показателем „изнашивания“ живого вещества, Terroine приходит к заключению, что „чем активнее живет животный организм, тем он более изнашивается“. Это заключение является, таким образом, логическим добавлением к теории, развитой М. Rubner'ом, согласно которой продолжительность жизни теплокровных животных обратно пропорциональна интенсивности энергооборота, ибо протоплазма животных благодаря своим внутренним свойствам может переработать на протяжении своей жизни только совершенно определенное количество энергии. R. Pearl сделал попытку экспериментально подтвердить это положение и для беспозвоночных.

Согласно М. Rubner'у, количество энергии, которое может быть переработано 1 кг живого вещества теплокровных, равно в среднем 191600 б. калориям (для человека—725800 б. кал.). Если принять, что на каждую калорию выделяется 2 мг азота, то, очевидно, теплокровные на протяжении своей жизни могут разрушить свой протоплазматический белок в количестве, соответствующем 383200 мг азота (у человека 1451600 мг), т. е. 2395 г на 1 кг веса тела.

Так как разрушение протоплазматического белка сопровождается его восстановлением, то коэффициент изнашивания (выделение эндогенного азота) в известной степени является показателем самообновления организма и из теории Rubner—Terroine'a следует, что чем более энергично совершается самообновление организма, тем короче должна быть естественная продолжительность жизни.

Таким образом теория Rubner—Terroine'a является своеобразным физиологическим обоснованием квиетизма, бездеятельности, покоя; она требует от жизни, для сохранения жизни, отказа от своего основного свойства—метаболизма и упускает из виду, что процессы раз-

рушения в организме (диссимиляция) являются естественными и обязательными стимулами процессов созидания (ассимиляции).

Согласно Rubner—Terroine'у, основой долгой жизни является бездеятельность. Общеизвестно, однако, что бездеятельность ведет к атрофии и, в конце концов, к преждевременной гибели органа и функции, тогда как повышенная деятельность, напротив, увеличивает массу органа и его функциональную устойчивость. Очевидно, $\frac{\text{ассимиляция}}{\text{диссимиляция}}$ есть нерасторжимое и никогда самому себе не равное единство. Причем имеются такие качества и количества диссимиляции, которые могут приводить и к возрастанию коэффициента А/Д (период роста) и к его уменьшению (период старческой атрофии).

Одной из основных задач, стоящих перед наукой о долголетию, и является нахождение таких условий, которые смогли бы предугадать снижение коэффициента А/Д. Вопреки положению Rubner—Terroine'a, это возможно только при усилении „самообновления“, при повышении метаболизма.

AGE CHANGES OF CORRELATIONS BETWEEN THE PROTEIC AND ENERGETIC METABOLISM IN VARIOUS ANIMAL SPECIES

A. V. NAGORNY

Sector of General Physiology of the Zoo-Biological Institute of the Kharkov State University (Chief—Prof. A. V. Nagorny)

On basis of literary and experimental data obtained by us it has been shown that the secretion of creatinin does not remain in constant correlation with the formation of energy and cannot serve as a precise index of the proteic metabolism.

The relation between the secreted endogenic nitrogen and the basal metabolism, in spite of the opinion of Terroine and his adherents, does not represent a constant value, but changes regularly depending on the species and age of the animal. In the ontogenesis in albino rats, guinea pigs, dogs and man Terroine's coefficient at first increases, and then diminishes in extreme old age. The cause of this phenomenon lies in the age evolution of the chemical proteic activity and in the gradual increase of stable metaplasmic proteins.

Methodologically the doctrine about the constancy of Terroine's coefficient represents logically an addition to the theory of Rubner on life duration, as well as a peculiar attempt to give a physiological basis for the antiphysiological thesis about inactivity as the foundation of prolonged life.