

УДК 582.288:577.159.7

И. З. Ахметов

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ГРЫЗУНОВ, ПРИСПОСОБЛЕННЫХ К ЗАСУШЛИВЫМ И АРИДНЫМ УСЛОВИЯМ

В последние годы в зоологических исследованиях для познания механизмов адаптации животных к условиям их обитания широко применяются радиоактивные изотопы. Известно, что в формировании реакции животных на природные факторы важное значение имеют железы внутренней секреции. В связи с этим нами проводилось изучение гормональных механизмов адаптации на примере функциональной активности щитовидной железы у двух видов песчанок (*Rhombomys opimus* L., *Meriones libycus erythourus* Gray) и сусликов (*Citellus fulvus* Licht., *Spermophilopsis leptodactylus* Licht.), ведущих резко несходный образ жизни. Опыты были проведены на 379 животных.

Для определения функционального состояния щитовидной железы радиоактивный йод вводился под кожу задней лапки животного из расчета 3—4 микрокури на 1 кг живого веса для радиометрических и 10—15 микрокури для биохимических исследований. Проводилось также определение тироксинсвязывающей способности сывороточных белков крови с помощью тироксина, меченого J^{131} . Измерение активности железы проводилось при помощи гамма-щупа в свинцовой оболочке и пересчетных установках Б-3 и ПП-8. После инъекции изотопа в организм отсчеты снимались через 1, 2, 4, 6 и 8 часов, а потом через день по одному разу в течение 18 суток. Определение содержания связанного с белком йода (СБ J^{131}) в железе и крови проводилось через 1 и 24 часа после введения изотопа на установке ПП-8, в свинцовом домике с помощью торцового счетчика МСТ-17. Тироксинсвязывающие свойства белков крови изучались путем добавления к сыворотке крови *in vitro* меченого тироксина, с последующим разделением ее на электрофоретическом аппарате ЭФА-1. Полученные данные обрабатывали статистически.

Большая и краснохвостая песчанка широко распространены в Средней Азии. Они значительно различаются по образу жизни и распределению по биотопам. Большая песчанка заселяет преимущественно песчаные пустыни (Каракумы, Кызылкумы, Моюнкумы) и ведет дневной образ жизни. Краснохвостая песчанка предпочитает плотнокаменистые почвы и ведет ночной образ жизни. Существенное различие наблюдается также в сроках размножения, в характере питания, в степени вредоносности и т. д. (Калабухов, 1969).

Экологические особенности находят отражение в функциональной активности щитовидной железы. У большой песчанки, ведущей дневной образ жизни, максимальное накопление радиоактивного йода в железе наблюдается днем, минимальное — ночью. У краснохвостой песчанки, ведущей сумеречный образ жизни, ночное поглощение изотопа намного превышает дневное (табл. 1). Кроме того, из приведенного материала следует, что физиологическая активность щитовидной железы несколько выше у краснохвостой песчанки. Наблюдаемые видовые отличия функциональной активности щитовидной железы, по-видимому, обусловлены экологическими особенностями изученных видов, что находит свое отра-

Т а б л и ц а 1
Суточные изменения содержания радиоактивного йода
в щитовидной железе у большой и краснохвостой песчанок

Время после введения изотопа в организм	Содержание J^{131}		Достоверность разницы между группами
	днем	ночью	
Большая песчанка			
1 час	16,6±1,12	10,2±0,75	<0,001
2 часа	19,6±1,27	12,7±0,87	<0,001
4 часа	23,4±1,62	16,4±0,90	<0,001
6 часов	29,1±2,00	21,2±0,85	<0,001
8 часов	37,1±2,15	28,5±0,85	<0,001
1 сут.	34,9±1,91	26,1±0,72	<0,001
2 сут.	29,4±1,77	22,2±0,63	>0,001
4 сут.	20,5±1,54	18,8±0,56	>0,5
6 сут.	18,5±1,32	14,3±0,47	>0,01
Краснохвостая песчанка			
1 час	13,4±1,18	20,2±1,51	>0,01
2 часа	17,5±1,08	25,2±1,48	>0,001
4 часа	22,5±1,09	28,6±1,47	<0,01
6 часов	25,6±1,19	32,8±1,44	>0,001
8 часов	30,7±1,28	38,5±1,24	<0,001
1 сут.	27,3±1,39	36,9±1,33	<0,001
2 сут.	25,4±1,16	33,7±1,20	<0,001
4 сут.	20,3±0,94	25,9±1,10	>0,001
6 сут.	16,4±0,98	21,9±1,05	>0,001

Примечание: во всех таблицах содержание радиоактивного йода дано в процентах от активности введенной дозы.

жение в выработке специфических эколого-физиологических особенностей. Последнее подтверждается также различиями в газознергетическом обмене указанных видов (Калабухов, 1956, 1969; Слоним, 1961).

Изучение сезонной периодичности показало, что наибольшая функциональная активность щитовидной железы и, следовательно, наибольшее содержание в ней радиоактивного йода наблюдается весной ($35,1 \pm 2,15\%$, $P < 0,01$) и наименьшая — летом ($24,2 \pm 1,56\%$, $P < 0,01$). Зимой и осенью степень накопления J^{131} в железе занимает промежуточное положение (табл. 2).

Уровень гормонального йода в щитовидной железе, о котором судили по количеству связанного с белком йода (СБ J^{131}), а также выделение этого комплекса в русло крови весной значительно выше по сравнению с другими сезонами года (табл. 3). Резкое снижение образования органического йода в щитовидной железе и выделение его в кровь у пустынных животных в летний период находится в прямой зависимости от уровня общего обмена веществ организма, направленного на сохранение температурного гомеостаза (Слоним, 1971).

Для определения функционального состояния щитовидной железы нами также изучалась тироксинсвязывающая способность сывороточных белков. При этом рассчитывали фактор F — показатель гормонообразовательного свойства железы, определяющийся отношением тироксинсвяз-

Таблица 2

Сезонные изменения содержания радиоактивного йода в щитовидной железе у большой песчанки

Время после введения изотопа в организм	Содержание J^{131}			
	зимой	весной	летом	осенью
1 час	14,5±1,22	16,6±1,12	10,5±0,86	13,0±0,89
2 часа	17,7±1,27	19,6±1,27	12,5±1,04	15,0±0,99
4 часа	22,3±1,37	23,4±1,62	16,6±1,04	19,3±1,05
6 часов	26,3±1,37	29,1±2,00	—	—
8 часов	29,6±1,87	35,1±2,15	23,2±1,29	26,8±1,41
1 сут.	27,9±1,54	34,9±1,91	24,2±1,56	28,2±1,60
2 сут.	23,0±1,46	29,4±1,77	18,5±1,33	24,2±1,41
4 сут.	19,5±1,32	20,5±1,54	15,4±1,25	20,1±1,41
6 сут.	17,4±1,37	18,5±1,32	—	15,3±1,73
8 сут.	14,2±1,12	15,6±1,27	10,5±0,90	12,5±1,25
10 сут.	10,4±0,92	11,9±1,09	8,6±0,87	9,8±1,20
14 сут.	5,3±0,86	6,0±0,76	4,8±0,71	5,9±0,84
16 сут.	3,4±0,67	3,1±0,55	3,2±0,55	3,5±0,62
18 сут.	0,9±0,01	1,9±0,41	2,1±0,39	1,6±0,25

Таблица 3

Содержание связанного с белком йода в щитовидной железе и плазме крови у прызунов в различные сезоны года

Сезон	Содержание СБ J^{131}			
	в щитовидной железе		в плазме крови	
	1 час	24 часа	1 час	24 часа
Большая песчанка				
Зима	85,8±2,06	92,3±1,48	21,5±1,57	70,4±1,85
Весна	95,2±1,86	97,3±0,74	34,2±1,82	78,4±1,30
Лето	77,6±1,87	85,1±1,75	20,6±1,82	67,6±1,27
Осень	83,7±1,63	89,4±1,68	21,5±1,69	71,4±1,41
Желтый суслик				
Зима (спячка)	6,9±0,43	16,0±0,74	3,9±0,16	8,4±0,46
Весна	98,4±0,51	99,2±0,11	43,4±1,25	85,2±1,29
Лето	60,7±1,11	79,4±1,59	18,4±1,22	55,6±1,68
Осень	54,3±1,43	72,4±1,44	11,4±0,79	42,5±1,47
Тонкопалый суслик				
Зима	87,3±1,10	94,1±1,01	25,2±1,40	73,2±1,20
Весна	96,3±0,67	98,0±0,36	36,5±1,40	80,2±1,91
Лето	79,7±1,89	86,6±1,13	22,6±1,29	67,3±1,59
Осень	84,3±1,14	91,4±1,41	23,7±1,46	72,3±1,29

зываются глобулинов $\alpha_1 + \alpha_2$ и β -фракции глобулинов. Чем выше этот показатель, тем ниже функциональная активность железы, и наоборот. Исследования, проведенные на большой песчанке, показали, что фактор F значительно ниже весной (0,98) и выше летом (1,73), что указывает

на понижение функции щитовидной железы в летние месяцы. Таким образом, у большой песчанки весной функция щитовидной железы значительно повышается, что, видимо, связано с усилением обменных процессов в организме и с повышением половой активности животных в этот период.

Другими представителями дикой фауны, адаптированными к условиям аридной зоны, но отличающимися друг от друга многими экологическими особенностями, являются желтый и тонкопалый суслики. Первый обитает в степях на уплотненно-глинистых почвах юго-востока Европейской части СССР, заселяет Казахстан и Среднюю Азию, а второй — приспособлен к жизни в среднеазиатских песках. Резко отличаются они между собой и по образу жизни: желтый суслик впадает на длительный срок (7—9 месяцев) в глубокую спячку (Кашкаров, Лейн-Соколова, 1927), а тонкопалый круглогодично ведет активный образ жизни (Лавров, Наумов, 1933; Калабухов, 1969).

При изучении функциональной активности щитовидной железы у желтого суслика установлено, что наибольшее содержание радиоактивного йода в железе отмечается весной. Однако у данного вида в темпе и уровне поглощения изотопа щитовидной железой в весенний период имеются свои специфические особенности. Максимальное накопление радиоактивного йода (табл. 4) наблюдается в первые дни после пробуж-

Таблица 4
Сезонные изменения содержания радиоактивного йода в щитовидной железе у желтого и тонкопалого сусликов

Время после введения изотопа в организм	Содержание J^{131}				
	зимой	весной после пробуждения от спячки		летом	осенью
		в первые дни	через 1,5—2 м-ца		

Желтый суслик

1 час	$1,6 \pm 0,15$	$20,8 \pm 1,41$	$11,9 \pm 0,89$	$8,1 \pm 0,57$	$5,7 \pm 0,58$
2 часа	$1,9 \pm 0,10$	$37,6 \pm 1,11$	$16,8 \pm 1,76$	$10,6 \pm 0,66$	$7,3 \pm 0,59$
4 часа	$2,7 \pm 0,23$	$50,5 \pm 1,61$	$21,0 \pm 2,07$	$13,9 \pm 0,95$	$9,3 \pm 0,79$
6 часов	$3,4 \pm 0,26$	$61,5 \pm 1,81$	$26,2 \pm 2,20$	$17,9 \pm 0,97$	$12,3 \pm 0,81$
8 часов	$4,3 \pm 0,33$	$70,5 \pm 1,96$	$34,3 \pm 1,57$	$18,6 \pm 0,91$	$13,3 \pm 0,95$
1 сут.	$5,1 \pm 0,42$	$68,2 \pm 2,32$	$32,5 \pm 1,88$	$20,3 \pm 1,11$	$14,8 \pm 1,14$
2 сут.	$5,8 \pm 0,46$	$61,3 \pm 2,49$	$27,4 \pm 1,16$	$21,7 \pm 1,16$	$16,0 \pm 1,06$
4 сут.	$7,8 \pm 0,55$	$54,0 \pm 2,57$	$20,0 \pm 0,95$	$20,1 \pm 0,98$	$16,3 \pm 0,96$
6 сут.	$8,7 \pm 0,71$	$47,7 \pm 2,14$	$17,8 \pm 1,05$	$18,6 \pm 1,13$	$15,2 \pm 1,09$

Тонкопалый суслик

1 час	$15,6 \pm 0,94$	$18,4 \pm 1,13$	$13,4 \pm 1,27$	$14,7 \pm 1,16$
2 часа	$21,5 \pm 1,00$	$24,3 \pm 1,45$	$17,8 \pm 1,10$	$19,5 \pm 0,91$
4 часа	$26,4 \pm 1,12$	$29,6 \pm 1,31$	$22,3 \pm 1,50$	$24,4 \pm 1,02$
6 часов	$31,9 \pm 1,21$	$36,7 \pm 1,61$	$25,6 \pm 1,43$	$28,5 \pm 1,15$
8 часов	$33,6 \pm 1,15$	$40,8 \pm 1,67$	$26,0 \pm 1,20$	$31,5 \pm 1,08$
1 сут.	$32,2 \pm 1,03$	$36,1 \pm 1,35$	$26,8 \pm 1,18$	$30,6 \pm 0,88$
2 сут.	$28,3 \pm 1,01$	$30,4 \pm 1,13$	$22,5 \pm 1,07$	$27,6 \pm 0,96$
4 сут.	$24,4 \pm 0,86$	$24,7 \pm 1,11$	$19,7 \pm 1,02$	$23,4 \pm 1,06$
6 сут.	$20,8 \pm 0,68$	$19,7 \pm 0,91$	$15,6 \pm 0,94$	$19,8 \pm 1,10$

дения животного от спячки (I весенняя стадия активности), через 1,5—2 месяца включение изотопа в железо снижается более чем в 2 раза (II весенняя стадия активности). Несмотря на такое значительное снижение физиологической активности щитовидной железы, поглощение ею изотопа в это время еще достаточно высоко (34,3%), что свидетельствует об интенсивном функционировании железы в более поздний весенний период (конец апреля). Аналогичную динамику наблюдала О. Ч. Михневич (1973), изучавшая гистологическую структуру щитовидной железы у краснощеких сусликов в различные периоды их жизни.

У тонкопалого суслика накопление радиоактивного йода в щитовидной железе весной также находится на более высоком уровне. Содержание изотопа в щитовидной железе у данного вида соответствует примерно уровню, наблюдаемому во II весенней стадии активности железы желтого суслика (табл. 4). В летний период функциональная активность щитовидной железы у данных видов животных заметно снижается. Содержание радиоактивного йода в железе у желтого суслика составляет только 54,2% весеннего уровня, а у тонкопалого — 69,8%. В осенний период различие в физиологической активности железы у двух видов сусликов еще больше ощутимо (табл. 4). В летне-осенний сезон различие в интенсивности и уровне накопления радиоактивного йода в щитовидной железе между желтым и тонкопалым сусликами достоверно ($P < 0,001$).

Зимой, в период спячки, у желтого суслика наблюдается незначительное накопление радиоактивного йода в щитовидной железе (5,1% через 24 часа после введения изотопа в организм). При этом не наблюдается период максимального накопления изотопа в железе и его содержание находится в более стабильном состоянии. Однако накопление хотя бы минимального количества радиойода в щитовидной железе указывает на то, что и после 1,5—2,5-месячной спячки животного железа не находилась в состоянии полного физиологического покоя, а продолжала функционировать. Однако ее функциональная активность в этот период в 14—15 раз меньше по сравнению с I весенней стадией и в 7—8 раз меньше — со II весенней стадией бодрствования. Понижение функциональной активности щитовидной железы в период спячки у садовой сони и европейского суслика также наблюдалось ранее (Lachiver, Oliverau, Kayser, 1957; Vidovic a. Popovic, 1954). Понижение интенсивности обменных процессов в щитовидной железе в предспячечном состоянии организма также согласуется с уже имеющимися наблюдениями, посвященными изучению терморегуляторных механизмов данных видов грызунов (Козакевич, 1959; Калабухов, 1969; Слоним, 1971; Султанов, 1973 и др.). Адаптивные особенности тонкопалого суслика, не впадающего в спячку, заключаются в том, что зимой по сравнению с летом и осенью происходит значительное повышение функции щитовидной железы, выражающееся в более интенсивном поглощении радиоактивного йода (табл. 4).

В весенний период повышается не только уровень поглощения радиоактивного йода щитовидной железой у двух видов сусликов, но и интенсивность превращения неорганического йода в железе в органический комплекс (СБ J^{131}) и выделение его в кровь по сравнению с другими сезонами года. Минимальное количество органически связанного с белками йода наблюдается у желтого суслика зимой (период спячки), у тонкопалого — летом. Одновременно тироксинсвязывающая способность крови весной снижается, в остальные сезоны — повышается. Так, у желтого суслика весной F был равен 0,85 ед., летом — 2,32, осенью — 3,05 и зимой (в период спячки) — 4,06; у тонкопалого суслика соответственно 0,88;

1,67; 1,38 и 1,14 ед., что свидетельствует о том, что в весенний период функция щитовидной железы значительно повышена.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что у исследованных видов наблюдаются как общие, так и специфические особенности функциональной активности щитовидной железы. Видовой особенностью краснохвостой песчанки является ночное повышение функциональной активности железы, а у большой песчанки — дневное. Максимальная активность щитовидной железы у всех обследованных видов животных наблюдается весной, в период усиления обменных и воспроизводительных функций организма. Значительное понижение физиологической активности железы у не впадающих в спячку животных наблюдается летом, а у впадающих — зимой, в период глубокого оцепенения.

ЛИТЕРАТУРА

- Калабухов Н. И. Сезонные изменения реакции краснохвостой (*Meriones erythrousus* Gray) и большой (*Rhombomys opimus* Licht.) песчанок на влияние температуры среды.—Труды Ин-та биологии (АН ТССР), т. 4. Ашхабад, 1956, с. 3—19.
- Калабухов Н. И. Периодические (сезонные и годовичные) изменения в организме грызунов, их причины и последствия. Л., «Наука», 1969. 250с.
- Кашкар Д. К., Лейн-Соколова Л. В. Экологические наблюдения над Туркестанским желтым сусликом.—Узб. станция заш. раст. Ташкент, 1927, с. 1—21.
- Козакевич В. П. Сезонные изменения уровня обмена веществ, терморегуляции и активности желтого и малого сусликов Волжско-Уральских песков. В кн.: Грызуны и борьба с ними, вып. 6. Саратов, 1959, с. 3—20.
- Лавров Н. П., Наумов С. П. Распространение и биология тонкопалого суслика (*Spermophilopsis leptodactylus* Licht.).—Зоол. журн., 1933, 12, вып. 2, с. 80—116.
- Михневич О. Ч. О сезонных изменениях газообмена и функции щитовидной железы у зимоспящих грызунов. Автореф. канд. дисс., Новосибирск, 1973. 18 с.
- Слоим А. Д. Основы общей экологической физиологии млекопитающих. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961. 432 с.
- Слоим А. Д. Экологическая физиология животных. М., «Высшая школа», 1971, 448 с.
- Султанов М. Эколого-физиологические особенности приспособления млекопитающих к условиям жаркого климата. Автореф. докт. дисс., Свердловск, 1973, 35 с.
- Шварц С. С. О роли желез внутренней секреции в процессе приспособления млекопитающих к сезонной смене условий существования.—Труды Уральского отд. МОИП, вып. 2, 1959, с. 137—145.
- Lachiver F., Oliveureau M., Kayser Ch. L'activite de la thyroide chez un hibernant. le Lérot (*Eliomys quercinus*) en hiver et au printemps.—Compt. rend. Soc. Biol., 1957, 151, N 4, p. 653—656.
- Vidovic V. L. a. Popovic V. Studies on the adrenal and thyroid glands of the ground squirrel during hibernation.—J. Endocrinology, 1954, 11, N 2, p. 125—133.

Институт зоологии и паразитологии
АН УзССР

Поступила в редакцию
5.II 1974 г.

I. Z. Akhmetov

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THYROID GLAND FUNCTION IN RODENTS ADAPTED TO DRY AND ARID CONDITIONS

Summary

Functional state of thyroid gland was studied and compared in *Rhombomys opimus* Lichtenstein and *Meriones libycus erythrousus* Gray, in *Citellus fulvis* Lich. and *Spermophilopsis leptodactylus* Lich. by means of radioactive iodine-131 and labelled thyroxine. Species, daily, and seasonal peculiarities of the functional activity of thyroid gland are determined in four species of rodents with different mode of life.

Institute of Zoology and Parasitology,
Academy of Sciences, Uzbek SSR