

р.—В кн.:  
с.  
жое изд-во,  
огии. Физи-  
Легкие. Кли-  
с.  
жежность ре-  
—В кн.: Ве-  
шность и про-  
ри острой ги-  
недостаточ-  
шого віку при  
T. M., Пожа-  
на раних ета-  
н. АН УРСР,  
ре моделирова-  
6 с.  
en Gasaufnahme  
fusion.— Skand.

riental analysis  
blood during rest  
N 1, p. 199—216.  
sed O<sub>2</sub> uptake in  
09—218.  
y at basal and in-  
9, 6, N 2, p. 219—  
упала в редакцию  
2.III 1979 г.

## ARIES BLOOD

on and PO<sub>2</sub> in blood  
ly dissolved oxygen.  
ean alveolar-capillary  
od. The lungs diffu-  
ity for O<sub>2</sub> was consi-  
um Hg<sup>-1</sup> for dogs of  
application of the O<sub>2</sub>  
Po<sub>2</sub> and simplifying  
use Po<sub>2</sub> and simplify-  
to use Po<sub>2</sub> in alveo-  
higher O<sub>2</sub> concentra-

УДК 612.67:612.441.014.423.018.2:612.433.441

E. Н. Горбаль

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТИРОТРОПНОГО ГОРМОНА НА МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КЛЕТОК ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Возрастные изменения функциональной активности щитовидной железы играют важную роль в механизмах старения организма [3, 6, 21]. В настоящее время накоплен значительный фактический материал о возрастных изменениях регуляции функции щитовидной железы тиротропным гормоном (ТТГ) [1, 4], о возрастных изменениях содержания тиреоидных гормонов в крови и тканях, уровнях их синтеза, секреции и распада [15, 18], о некоторых возрастных особенностях транспортных форм гормонов щитовидной железы [18], об изменении чувствительности тканей к их воздействию [11], хорошо изучены структурные изменения ткани железы при старении [9].

Наряду с этим до настоящего времени мало изучены в общефизиологическом плане и совершенно не изучены в геронтологическом аспекте биофизические свойства мембран клеток секреторной ткани щитовидной железы. В литературе нет данных о возрастных особенностях величины мембранных потенциала (МП) клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы, а также о возрастных особенностях его регуляции. В то же время работами последних лет показано, что биофизические свойства клеточной мембраны, в частности трансмембранный разность потенциалов и механизмы ее поддержания определяют не только возбудимость и аккомодационные свойства клеток, но и играют важную роль в регуляции метаболизма клеток, в трансмембральном транспорте различных веществ, в регуляции биосинтеза белка и энергетики клетки [2, 7, 10, 12, 13, 17].

Мы изучали возрастную динамику трансмембранный разности потенциалов клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы и особенности ее регуляции ТТГ при старении организма.

### Методика исследований

Исследования проведены на изолированных щитовидных железах крыс-самцов двух возрастных групп: молодых (7—8 мес) и старых (27—32 мес). Определяли мембранный потенциал (МП) клеток фолликулярного эпителия.

После торакотомии извлекали щитовидную железу, отпрепаровывали ее, фиксировали на пластмассовой подложке и помещали в перфузционную камеру. Для перфузии использовали раствор Кребс—Хенселята ( $t=37^{\circ}\text{C}$ ) с бикарбонатным буфером для стабилизации РН в пределах 7,2—7,4 на протяжении опыта. Аэрацию раствора осуществляли постоянным пропусканием через него газовой смеси, содержащей 95% O<sub>2</sub> и 5% CO<sub>2</sub>.

Регистрацию МП осуществляли с помощью стандартной микроэлектродной техники. Величину МП контролировали визуально по показаниям стрелочного прибора (микроамперметра типа «М-265М» с добавочным сопротивлением), подключенного к выходу усилителя постоянного тока типа «УПТ-2». Использовали стеклянные микроэлектроды (стекло пирекс), заполненные 2,5 М раствором KCl, имеющие диаметр кон-

чика менее 1 мкм, сопротивление 15—30 МОм и собственный потенциал не более — 5 мВ. Идентификацию регистрируемых величин МП производили в соответствии с имеющимися литературными данными о корреляции регистрируемых электрических потенциалов с гистологическими особенностями строения секреторной ткани щитовидной железы [27]. Высота клеток фолликулярного эпителия крыс у взрослых животных составляет  $17,9 \pm 0,36$  мкм и достоверно снижается у старых до  $13,7 \pm 0,47$  мкм ( $p < 0,001$ ) [3]. МП измеряли в течение 15—20 с после появления скачка потенциала при проникновении кончика микроэлектрода в клетку. (При регистрации величины МП на протяжении более длительных промежутков времени — до 3—5 мин — иногда наблюдалось градуальное снижение МП по сравнению с величиной определяемой в первые 15—20 с, обусловленное, вероятно, повреждением клеточной мембраны). Стимуляцию секреторной активности щитовидной железы осуществляли путем внутривенного введения интактным крысам 5 или 0,5 ед/100 г ТТГ.

Статистическая обработка результатов исследований проведена общепринятыми методами.

### Результаты исследований

Установлено, что с возрастом наблюдается достоверное снижение величины МП клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы крыс ( $p < 0,001$ ). Так, у молодых животных МП составил  $44,7 \pm 0,58$  мВ (результаты измерения МП 214 клеток щитовидной железы восьми животных), а у старых  $40,3 \pm 0,43$  мВ (МП 261 клетки щитовидной железы девяти крыс).

Стимуляция секреторной активности щитовидной железы путем введения 5 ед/100 г ТТГ сопровождалась определенными изменениями уровня МП клеток фолликулов, а именно: и у молодых, и у старых животных под влиянием ТТГ наблюдалось снижение величин МП на протяжении первых 3 ч после введения ТТГ. Однако, динамика и степень выраженности этого снижения проявляли существенные возрастные различия (см. таблицу).

Так, у молодых крыс уже через 1 ч после введения ТТГ наблюдалось статистически достоверное снижение МП, которое прогрессировало ко 2 и 3 ч, но с меньшей степенью выраженности. В то же время у старых животных на протяжении первых 2 ч после введения ТТГ в этой дозе не наблюдалось изменений поляризации мембран, и лишь к 3 ч после введения он снижался ( $p < 0,01$ ).

Определение величины МП клеток фолликулов щитовидной железы, проведенное в более отдаленные сроки после введения 5 ед/100 г ТТГ, позволило выявить новые особенности изменения величин МП (см. таблицу). У взрослых животных через сутки после введения ТТГ наблюдалась выраженная гиперполяризация клеточных мембран ( $p < 0,01$ ). Гиперполяризация продолжала наблюдаться и через двое суток после введения ТТГ, и лишь на третий сутки происходило снижение МП до исходных величин. У старых животных динамика МП в отдаленные сроки после введения ТТГ была иной. Так, через сутки наблюдалась лишь тенденция к повышению, а на 2 и 3 сут величина МП достоверно превышала исходные величины, характерные для интактных животных (соответственно  $p < 0,05$  и  $p < 0,01$ ).

Таким образом, стимуляция секреторной активности ткани щитовидной железы 5 ед/100 г ТТГ сопровождается двухфазными изменениями уровня трансмембранный разности потенциалов клеток фолликулярного эпителия: снижением МП в первые часы после введения ТТГ и последующей гиперполяризацией в отставленные сроки (через 1—3 сут) после введения. Возрастные различия в двухфазной динамике МП клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы под влиянием ТТГ проявляются в степени выраженности и сроках развития первоначальной деполяризации и последующей гиперполяризации.

Влияние внутривенного введения ТТГ на мембранный потенциал ( $mV$ ) клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы крыс разного возраста в различные сроки после введения

Группа животных	Статистические показатели	МП клеток фолликулярного эпителия в различные сроки после введения ТТГ						
		Исходная величина МП клеток фолликулярного эпителия	1 ч	2 ч	3 ч	1 сут	2 сут	3 сут
Молодые (7—8 мес)	$n_1$	8	6	7	6	8	8	6
	$n_2$	214	179	184	170	311	236	183

дее — 5 мВ.  
с имеющи-  
м потенциалов  
ной железы  
составляет  
(<0,001) [3].  
шила при  
величины  
— 5 мин —  
величиной,  
и клеточной  
существляли  
цепринятыми

е снижение  
ой железы  
,7±0,58 мВ  
езы восьми  
видной же-

лезы путем  
зменениями  
и у старых  
чин МП на  
мника и сте-  
ные возраст-

ГГ наблюда-  
прогрессиро-  
то же время  
дения ТТГ в  
ран, и лишь

щитовидной же-  
ния 5 ед/100 г  
величин МП  
введения ТТГ  
ых мембран  
и через двое  
исходило сни-  
динамика МП  
к, через сутки  
сут величина  
ерные для ин-

и ткани щито-  
зными измене-  
еток фоллику-  
введения ТТГ  
оки (через 1—  
ной динамике  
лезы под влия-  
роках развития  
ерполяризации.

Влияние внутривенного введения ТТГ на мембранный потенциал ( $mV$ ) клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы крыс разного возраста в различные сроки после введения ТТГ

Группа животных	Статистические показатели	Исходная величина МП клеток фолликулярного эпителия	МП клеток фолликулярного эпителия в различные сроки после введения ТТГ					
			1 ч	2 ч	3 ч	1 сут	2 сут	3 сут
Молодые (7—8 мес)	$n_1$	8	6	7	6	8	8	6
	$n_2$	214	179	184	170	311	236	183
	$M \pm m$	44,7±0,58	40,3±0,78	38,5±0,74	37,7±0,79	47,7±0,56	48,0±0,59	45,0±0,35
	$\Delta$	—4,4	—4,4	—6,2	—7,0	+3,3	+0,3	>0,05
	$p$		>0,001	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	
Старые (27—29 мес)	$n_1$	9	6	6	6	7	6	6
	$n_2$	261	201	179	187	225	178	199
	$M \pm m$	40,3±0,43	40,4±0,35	39,6±0,58	37,9±0,42	41,6±0,62	42,5±0,84	43,8±0,84
	$\Delta$	+0,1	+0,1	—0,7	—2,4	+1,3	+2,2	+3,5
	$p$		>0,05	>0,05	<0,01	>0,05	<0,05	<0,01
Молодые (7—8 мес)			0,5 ед/100 г					
	$n_1$	8	6	6	6	7	6	6
	$n_2$	214	121	146	124	165	165	178
	$M \pm m$	44,7±0,58	44,2±0,78	43,9±0,74	44,0±0,56	44,0±0,96	44,4±0,77	44,6±1,53
	$\Delta$	—0,5	—0,5	—0,8	—0,7	—0,7	—0,3	—0,1
	$p$		>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Старые (27—32 мес)	$n_1$	9	6	6	7	6	6	6
	$n_2$	261	128	120	164	121	137	140
	$M \pm m$	40,3±0,43	40,1±0,57	39,9±0,46	39,7±1,97	41,2±0,98	42,0±1,69	43,3±0,37
	$\Delta$	—0,2	—0,2	—0,4	—0,6	+0,9	+1,7	+3,0
	$p$		>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,001

Приимечания.  $n_1$  — количество животных;  $n_2$  — количество исследованных клеток;  $\Delta$  — градиент изменений по сравнению с исходным уровнем;  
 $p$  — достоверность различий с исходной величиной МП.

В специальной серии опытов на молодых и старых животных были исследованы сдвиги МП клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы при введении ТТГ в дозе в 10 раз меньшей — 0,5 ед/100 г веса (см. таблицу). Оказалось, что в этом случае ни в ранние (1—3 ч), ни в отставленные (1—3 сут) сроки после введения ТТГ не наступает достоверных сдвигов величины МП у молодых животных. Вместе с тем у старых крыс на третьи сутки после введения ТТГ в дозе 0,5 ед/100 г наступает достоверное повышение величины МП ( $p < 0,001$ ).

### Обсуждение результатов исследований

Согласно современным представлениям, с возрастом функциональная активность щитовидной железы понижается [3, 6, 21], уменьшается скорость накопления радиоактивного йода железой, замедляется скорость его выведения из железы. Можно предположить, что обнаруженное нами снижение величины МП клеток фолликулов щитовидной железы у 27—32 мес крыс отражает наблюдаемое в этом возрасте снижение функциональной активности щитовидной железы.

Как свидетельствуют литературные данные, при активации функции щитовидной железы введением ТТГ или стимуляцией выработки эндогенного ТТГ с помощью холодового стресса [25], у взрослых животных наблюдается некоторое снижение величины МП клеток фолликулярного эпителия. По современным представлениям, под влиянием ТТГ наблюдается определенная последовательность активации функции клеток фолликулярного эпителия, а именно: первоначальной реакцией ткани щитовидной железы на повышение уровня ТТГ является протеолиз коллоида фолликулов и активация транспорта интрафолликулярного тиреоглобулина через эпителиальную стенку фолликула с параллельным выделением из тиреоглобулина тироксина и эндоцитозом последнего в просвет капилляра: далее к этому подключаются почти одновременно синтез и усиление секреции гормона [5].

По данным ряда авторов [19, 25], снижение удельного мембранныго сопротивления и повышение удельной емкости мембранных клеток фолликулярного эпителия, сопровождающие понижение МП клеток щитовидной железы под влиянием ТТГ, могут отражать резкое увеличение площади апикальной мембранны эпителиальной клетки. Так, показано [22], что уже через 10 мин после внутривенного введения ТТГ крысам появляются большие псевдоподии на апикальной поверхности клетки фолликулярного эпителия, что отражает начальные этапы активации пиноцитоза содержимого фолликула. Однако, наблюдаемые под влиянием ТТГ в ранние сроки изменения электрических свойств клеточной мембранны обуславливаются не только увеличением площади поверхности эпителиальной клетки. Снижение удельного мембранныго сопротивления может также отражать повышение проницаемости мембранны к одному или более ионам. Предполагается, что речь может идти о первичном появлении проницаемости к ионам  $\text{Na}^+$  [25]. Этую точку зрения подтверждают данные [23], свидетельствующие, что ТТГ одновременно повышает как проникновение радиоактивного натрия в щитовидную железу цыпленка, так и активирует секрецию щитовидной железы.

Степень снижения величины МП у молодых животных, наблюдавшегося в наших экспериментах в первые 3 ч после введения (5 ед/100 г) ТТГ, согласуется с имеющимися литературными данными [25]. Интерес представляют результаты, полученные в опытах на старых животных — т. е. отставленное и менее выраженное снижение МП под

влиянием ТТГ по сравнению с крысами. Можно предположить, что под влиянием ТТГ в первых опытах, являются отражением щитовидной железой влиянием однократного введения ТТГ, наблюдается уже в первых сутках — лишь на третьих более медленно меняться градиент его концентрации. Данными об отставлении уровня тироксина каких-то возрастных изменений в щитовидной эпителии, возможных биофизических свойств.

По современным представлениям, мембранны играет роль в гомеостазе, энергетики клетки. Показано [8, 12—14] связь между уровнем гомеостаза и биосинтеза белков в клетке. Сопровождается изменением персполяризацией, которая приводит к торможению.

По этой причине мы можем наблюдать снижение синтеза белков в щитовидной железе у крыс (3 сут) после введения ТТГ на фоне нормального уровня тироксина. Весьма возможно, что мембранны клеток фолликулов сдвигов белоксинтеза под влиянием ТТГ.

Как было показано, инъекция крысе ТТГ в дозе около 8 ед/100 г увеличивает синтез белка в щитовидной железе на 50—100%. Предполагается, что это связано с тем, что синтез белка в щитовидной железе до конца не достигает максимального уровня лишь в щитовидной железе.

Работами Тонг и Симмонса [26] показано, что порта йодида изолирована из щитовидной железы под влиянием ТТГ. Белок — актиномицин D — подтверждается мылью, что белок — это белок.

Согласно общей концепции активирования генетического материала в основе всех эффектов ТТГ лежит усиление синтеза белка. Численные данные, свидетельствующие о том, что в щитовидной железе как *in vivo*, так и *in vitro* усиливается синтез белка, подтверждены.

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что в наших опытах через

х были  
видной  
г веса  
—3 ч),  
ступает  
е с тем  
ед/100 г

ункцио-  
, умень-  
амедля-  
ить, что  
ликулов  
в этом  
железы.  
и функ-  
работки  
лых жи-  
ток фол-  
влияни-  
ктизации  
ачальной  
ТГ явля-  
а интра-  
у фолли-  
оксина и  
подклю-  
она [5].  
мембранны  
клеток

клеток  
акое уве-  
тки. Так,  
введения  
й поверх-  
ьные эта-  
наблюда-  
трических  
еличением  
удельного  
ение про-  
лагается,  
и к ионам  
свидетель-  
енне ради-  
активирует

наблюда-  
5 ед/100 г)  
[25]. Ин-  
тарых жи-  
е МП под

влиянием ТТГ по сравнению с наблюдаемым в первые 3 ч у молодых крыс. Можно предположить, что возрастные различия динамики МП под влиянием ТТГ в первые часы после введения, отмеченные в наших опытах, являются отражением особенностей функциональной активности щитовидной железы при старении. Так показано [4], что под влиянием однократного введения ТТГ крысам разного возраста выраженное повышение уровня тироксина в крови молодых животных наблюдается уже в первый час после введения ТТГ, у старых животных — лишь на третий час. Возможно, выявленное нами у старых животных более медленное снижение уровня МП щитовидной железы и меньший градиент его изменения под влиянием ТТГ в совокупности с данными об отставленном к третьему часу после введения ТТГ повышении уровня тироксина у старых животных [4], свидетельствуют о каких-то возрастных изменениях свойств мембран клеток фолликулярного эпителия, возможно, модификации ионной проницаемости или иных биофизических свойств мембрани.

По современным представлениям, уровень поляризации клеточной мембраны играет важную роль в регуляции клеточного метаболизма, энергетики клетки и осуществлении ее важнейших функций. Показано [8, 12–14] существование тесной причинно-следственной связи между уровнем поляризации клеточной мембраны и процессами биосинтеза белков в клетке: активация биосинтеза белка в клетке сопровождается изменением электрических свойств мембраны, ее гиперполяризацией, которая, в свою очередь, по типу обратной связи приводит к торможению биосинтеза белка.

По этой причине мы сочли возможным проанализировать динамику МП клеток щитовидной железы в отставленные сроки (через 1–3 сут) после введения ТТГ с позиций механизма отставленного действия ТТГ на белоксинтезирующую функцию клеток фолликулярного эпителия. Весьма возможно, что отсроченная гиперполяризация мембрани клеток фолликулярного эпителия является следствием первичных сдвигов белоксинтетической функции этих клеток, возникающих под влиянием ТТГ.

Как было показано впервые Халми и соавт. [20], единичная инъекция крысе ТТГ приводит по истечении лаг-периода, длящегося около 8 ч, к увеличению поглощения йода щитовидной железой на 50–100%. Предполагается, что этот инкубационный период имеет отношение к синтезу новых энзимов и переносчиков йода. Поглощение радиоиода доходит до максимума через 18–24 ч и падает до первоначального уровня лишь через 5–6 дней [16].

Работами Тонг и соавт. [24, 26] показано, что активация транспорта йодида изолированными клетками щитовидной железы быка, наблюдаемая под влиянием ТТГ, блокируется ингибиторами синтеза белка — актиномицином Д, пуромицином, циклогексимиодом — подтверждается мысль об участии в этом процессе синтеза РНК и белка.

Согласно общей концепции о механизме действия гормонов путем активирования генетического аппарата клетки, предполагается, что в основе всех эффектов, наступающих в железе после введения ТТГ, лежит усиление синтеза специфических белков [5]. Получены многочисленные данные, свидетельствующие, что ТТГ усиливает включение меченных аминокислот во вновь синтезируемые белки щитовидной железы как *in vivo*, так и *in vitro* в срезах и изолированных клетках.

Исходя из изложенного, можно предположить, что наблюданная в наших опытах через 24 и 48 ч после введения ТТГ гиперполяриза-

ция мембранных клеток фолликулярного эпителия у взрослых крыс является отражением усиления белоксинтетической функции. Отставленная во времени гиперполяризация у старых животных, которая по абсолютным величинам не отличается значительно от показателей, характерных для молодых, развивается медленнее. Возможно, это связано с уменьшением скорости включения метаболитов в белоксинтезирующий аппарат клеток фолликулярного эпителия, поскольку максимальный уровень гиперполяризации у старых животных на третий сутки после введения ТТГ достигает таких же величин, как и у молодых животных через 2 сут. Наряду с этим можно высказать предположение, что в динамике отставленной и «растянутой» во времени гиперполяризации определенную роль играет ослабление механизма обратной связи гиперполяризации с белоксинтетической функцией клетки.

При изучении возрастных изменений реакции различных тканей на действие гормонов щитовидной железы по сдвигам величины газообмена, интенсивности гликогенолиза в миокарде и печени было показано, что если на большие дозы сдвиги более выражены у взрослых животных, то на малые дозы — у старых [15]. В связи с этим следует сослаться на приведенные нами результаты исследований (см. таблицу), в которых при введении 0,5 ед/100 г ТТГ сдвиги величины МП случаются только у старых животных. То-есть, изменения уровня МП клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы у старых животных возникают при введении меньших доз ТТГ; однако при использовании больших дозировок ТТГ (5 ед/100 г) у них менее выражена двухфазная реакция изменения величины МП, чем у молодых. Можно полагать, что это свидетельствует о возрастном уменьшении диапазона реакции клеток щитовидной железы на действие ТТГ.

### Выводы

1. Установлено возрастное снижение уровня МП клеток фолликулярного эпителия щитовидной железы у крыс.
2. Уровень МП эпителиальных клеток фолликулов щитовидной железы отражает функциональную активность железы.
3. Наблюдаемая в отставленные сроки после введения ТТГ гиперполяризация мембран клеток фолликулов, по-видимому, отражает активацию белоксинтетических процессов в ткани щитовидной железы под влиянием тропного гормона.

### Литература

1. Валуева Г. В., Вержиковская Н. В. Тиреотропная активность гипофиза у крыс в различные возрастные периоды. — Пробл. эндокринол., 1977, 23, № 5, с. 99—103.
2. Вепринцев Б. Н. О связи электрической активности нервной клетки с синтезом в ней РНК и роли клеточной мембраны в регулировании биосинтеза РНК в клетке. — Автореф. докт. дис., Пущино, 1971. 38 стр.
3. Вержиковская Н. В. Щитовидная железа и возраст. — Автореф. докт. дисс., Киев, 1971. 46 стр.
4. Вержиковская Н. В., Валуева Г. В. Возрастные особенности влияния тиреотропного гормона (ТТГ) на функцию щитовидной железы. — В кн.: III Всес. съезд геронтологов и гериатров. Тез. и реф. докл. 1—4 июня 1976 г. Киев, 1976, с. 65.
5. Гагельганс А. И. и др. Тиреоидные гормоны. Биосинтез, физиологические эффекты и механизм действия. — Ташкент: Фан, 1972.—332 с.
6. Гацко Г. Г. Эндокринная система при старении. Минск: 1969.—145 с.
7. Коротконожкин В. Г. Возрастные особенности регулирования уровня мембранныго потенциала клеток (на примере мышечных волокон и клеток печени). Автореф. дисс. ... канд. мед. наук, Киев, 1972.—16 с.

8. Парамонова Г. И. Индукция возрастной зависимости генетических механизмов гиперполяризации мембраны клеток щитовидной железы. — Вестн. АН УРСР, 1951, 1951.—231 с.
10. Разумович А. Н. Биоэнергетика и техника. 1972.—230 с.
11. Фролькис В. В. О возрастных изменениях гормонов. — Физиол. ж. СССР им. И. М. Сеченова, 1972, 58, № 1, с. 103—109.
12. Фролькис В. В. Новые данные о гормонах щитовидной железы. — Физиол. ж. АН УРСР, 1972, 58, № 1, с. 103—109.
13. Фролькис В. В. Влияние гормонов щитовидной железы на потенциалы клеток. — Биохимия, 1974, 49, № 4, с. 98—103.
16. Einhorn J., Larson L. C. Thyrotropin-releasing factor. — J. Clin. Endocrinol., 1963, 53, N 2, p. 70—81.
20. Halmi N. S., Granner D. B. Effect of TSH on thyroid function. — J. Clin. Endocrinol., 1963, 53, N 2, p. 70—81.
21. Pittman J. A., Jr. The thyroid gland. — In: The Thyroid Gland, 1968, p. 10—21.
22. Seljelid R. — Цит. по [25].
23. Solomon D. H. Effect of thyrotropin on the chick. — Endocrinology, 1968, 82, p. 1063—1070.
24. Tong W. The actions of thyrotropin on the chick. — Endocrinology, 1968, 82, p. 1063—1070.
25. Williams J. A. Effect of thyrotropin on the chick. — Excerpta Med. Four. Internat., 1968, 86, N 5, p. 1154—1158.
26. Wilson B., Raghupathy J. Effect of thyrotropin on isolated bovine thyroid. — J. Endocrinol., 1968, 77, p. 169—174.
27. Woodbury D. M., Woodbury D. M. Histology of rat thyroid. — J. Endocrinol., 1968, 77, p. 169, N 3, p. 553—567.

Институт геронтологии АМН  
Киев

### AGE PECULIARITIES OF THE MEMBRANE

The age dynamics of the membrane and the peculiarities of its on isolated thyroid glands were studied by the electrode technique. With increasing age, the amplitude of biphasic changes in membrane potential decreased. Stimulation of the membrane by thyrotropin caused a decrease in the first phase of polarization after thyrotropin injection. After 24-72 hours in old animals, the second phase of polarization was prolonged. The relationship between the magnitude of the membrane potential and the time of thyrotropin injection by means of thyrotropin was established.

Institute of Gerontology, Academy of Medical Sciences, USSR

8. Парамонова Г. И. Индуктивный синтез некоторых ферментов печени крыс разного возраста под влиянием анодной поляризации.— В кн.: Геронтология и гериатрия. Генетические механизмы старения и долголетия. Киев, 1977, с. 93—97.
9. Пузик В. И. Возрастная морфология желез внутренней секреции у человека.— М., 1951.— 231 с.
10. Разумович А. Н. Биоэнергетические процессы и старение организма.— Минск : Наука и техника, 1972.— 230 с.
11. Фролькис В. В. О возрастных особенностях чувствительности тканей к действию гормонов.— Физиол. ж. СССР, 1965, 60, № 7, с. 857—862.
12. Фролькис В. В. Новые утверждения про взаимозвязок функций клетки та биосинтезу белка.— Физiol. ж. АН УРСР, 1970, 16, № 2, с. 221—227.
13. Фролькис В. В. Влияние активации биосинтеза белка на величину мембранныго потенциала клеток.— Биофизика, 1974, 19, вып. 3, с. 470—473.
14. Фролькис В. В. Гено-регуляторная гипотеза старения.— В кн.: Геронтология и гериатрия. Генетические механизмы старения и долголетия, Киев, 1977, с. 7—18.
15. Фролькис В. В., Вержиковская Н. В., Валуева Г. В. Возрастные особенности обмена тиреоидных гормонов и чувствительности к ним тканей.— Пробл. эндокринол., 1974, 20, № 4, с. 98—103.
16. Einhorn J., Larson L. G. Studies on the effect of thyrotropin on human thyroid function.— J. Clin. Endocrinol. and Metabol., 1959, 19, N 1, p. 28—34.
17. Frolkis V. V. Protein biosynthesis and hyperpolarization of cells.— Experientia, 1973, 29, N 12, p. 1492—1494.
18. Frolkis V. V., Valueva G. V. Metabolism of thyroid hormones during aging.— Gerontology, 1978, 24, N 2, p. 81—94.
19. Gorbman A., Ueda K. Electrical properties of thyroid follicles in normal and thyrotropin-injected frogs and in premetamorphic and metamorphic tadpoles.— Gen. Comp. Endocrinol., 1963, 3, N 2, p. 308—311.
20. Halmi N. S., Granner D. K., Doughmann D. J., Peters B. N., Müller G. Biphasic effect of TSH on thyroidal iodide collection in rats.— Endocrinology, 1960, 67, N 1, p. 70—81.
21. Pittman J. A., Jr. The thyroid and aging.— J. Am. Geriatrics Soc., 1962, 10, N 1, p. 10—21.
22. Seljelid R.— Цит. по [25].
23. Solomon D. H. Effect of thyrotropin on thyroidal water and electrolytes in the chick.— Endocrinology, 1961, 69, N 5, p. 939—957.
24. Tong W. The actions of TSH on isolated thyroid cells.— In: Progress in endocrinology. Proc. of the third intern. congress of endocrinology, Mexico, June 30—July 5, 1968. Excerpta Med. Found, Amsterdam, 1969, p. 669—674.
25. Williams J. A. Effect of TSH on thyroid membrane properties.— Endocrinology, 1970, 86, N 5, p. 1154—1158.
26. Wilson B., Raghupathy E., Tonoue T., Tong W. TSH-like actions of dibutyryl-c-AMP on isolated bovine thyroid cells.— Endocrinology, 1968, 83, N 4, p. 877—884.
27. Woodbury D. M., Woodbury J. M. Correlation of microelectrode potential recordings with histology of rat and guinea pig thyroid glands.— J. Physiol. (London), 1963, 169, N 3, p. 553—567.

Институт геронтологии АМН СССР,  
Киев

Поступила в редакцию  
27.III 1978 г.

E. N. Gorban'

#### AGE PECULIARITIES OF THYROTROPIN EFFECTS ON THE MEMBRANE POTENTIAL OF THE THYROID CELLS

The age dynamics of the membrane potential (MP) of follicular epithelium cells and the peculiarities of its regulation with thyrotropin were studied in the experiments on isolated thyroid glands from male rats aged 7-8 and 27-32 months, using the micro-electrode technique. With aging the value of MP of the follicular epithelium cells decreased. Stimulation of the thyroid gland with thyrotropin (5 U/100 g) was accompanied by biphasic changes in MP: depolarization of the cellular membrane within the first 3 hours after thyrotropin administration and hyperpolarization during the following 24-72 hours. In old animals the depolarization phase was less expressed and the hyperpolarization phase was delayed, as compared with the young rats. The possible relationship between the MP dynamics and the peculiarities of the thyroid gland activation by means of thyrotropin is discussed.

Institute of Gerontology, Academy  
of Medical Sciences, USSR, Kiev

5 — Физиологический журнал, № 4.