

УДК 612.44 + 612.74

© Т. И. Станишевская<sup>1</sup>, И. Н. Морозова<sup>2</sup>, В. И. Соболев<sup>2</sup>

## ХАРАКТЕР ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ ВОЗБУДИМОСТИ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ ШКАЛЫ КОНЦЕНТРАЦИИ ЦИРКУЛИРУЮЩЕГО СВОБОДНОГО ТРИЙОДИТРОНИНА

<sup>1</sup>Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана Хмельницкого; 73312, г. Мелитополь, ул. Ленина, 20; e-mail: stanisch@ukr.net

<sup>2</sup>Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46  
e-mail: v.sobolev@mail.ru

**Станишевская Т. И., Морозова И. Н., Соболев В. И.** Характер зависимости параметров возбуждения скелетной мышцы белых крыс на разных участках шкалы концентрации свободного трийодтиронина. – В экспериментах на белых крысах показано, что свободный трийодтиронин эндогенного происхождения является эффективным регулятором параметров М-ответа мышцы белых крыс: латентного периода его генерации, максимальной амплитуды М-волны и скорости развития ее восходящей фазы. В рамках физиологической шкалы концентрации регуляторный эффект гормона характеризуется с разной функциональной активностью: в начале физиологической шкалы (2,2–4,9 пмоль/л) трийодтиронин обладает слабым влиянием на возбудимость скелетной мышцы, а к концу диапазона (5,2–7,0 пмоль/л) эффект существенно нарастает (до 39%).

*Ключевые слова:* гипертиреоз, М-ответ, скелетная мышца.

**Станишевська Т. І., Морозова І. М., Соболев В. І.** Характер залежності параметрів збудливості скелетного м'яза білих щурів на різних ділянках шкали концентрації циркулюючого вільного трийодтироніну. – В експериментах на білих щурах показано, що вільний трийодтиронін ендogenous походження за стану еутиреоза є ефективним регулятором основних параметрів М-відповіді скелетного м'яза білих щурів: латентного періоду його генерації, максимальної амплітуди М-хвилі та швидкості розвитку її висхідної фази. У рамках фізіологічної шкали концентрації регуляторний ефект гормону характеризується різною функціональною активністю: на початку фізіологічної шкали (2,2–4,9 пмоль/л) трийодтиронін викazuje слабкий вплив на збудливість скелетного м'яза, а на кінці діапазону (5,2–7,0 пмоль/л) ефект істотно наростає (до 39%).

*Ключові слова:* трийодтиронін, М-відповідь, скелетний м'яз.

### Введение

Механизмы гормональной регуляции функционального состояния нервно-мышечной системы является предметом многочисленных экспериментальных исследований [5–7]. В многочисленных работах установлено, что тиреоидные гормоны способны оказывать влияние на различные звенья как нервно-мышечного аппарата в целом, так и на отдельные компоненты нервно-мышечного синапса, в частности, плотность и мобильные характеристики  $\text{Na}^+$ -каналов [9], активность  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФазы плазматической мембраны [9] и миозиновой АТФазы сократительного аппарата, степень сродства актиновых нитей к ионам  $\text{Ca}^{2+}$  [11], плотность и функциональное состояние  $\text{Ca}^{2+}$ -каналов мембраны саркоплазматического ретикулума [1] и активность его  $\text{Ca}^{2+}$ -помпы [11] и др. В электрофизиологических исследованиях [2] был получен ряд фактов, косвенно свидетельствующих в пользу неодинаковой степени нарушения процесса нервно-мышечной передачи в икроножной мышце тиреоидизированных кроликов и отражающих повышение функциональной неоднородности мышцы.

Таким образом, нарушение тиреоидного статуса вызывает многочисленные изменения со стороны различных звеньев нервно-мышечного аппарата, что является проявлением их патофизиологического эффекта. Однако остается недостаточно исследованным вопрос о состоянии базовых показателей нервно-мышечной системы в ходе нарастания степени выраженности тиреотоксикоза, а также в условиях экспериментального атиреоза.

Цель работы – выяснение в условиях *in situ* характера связи между латентным периодом генерации М-ответа передней большеберцовой мышцей белых крыс и уровнем циркулирующего свободного трийодтиронина при эутиреоидном статусе.

**Материал и методика исследования**

Эксперименты были выполнены на 50-ти взрослых беспородных белых крысах-самцах массой около 300 г. У всех животных в условиях *in situ* измеряли ряд параметров М-ответа передней большеберцовой мышцы крысы: латентный период генерации М-ответа, амплитуду М-волны и время ее формирования.

Ход опыта был следующий. Животное наркотизировалось (тиопентал 75 мг/кг) и фиксировалось в станке установки. Далее препаровался малоберцовый нерв, который в дальнейшем помещался в погружной электрод. Названный нерв иннервирует переднюю большеберцовую мышцу. Затем в переднюю большеберцовую мышцу вводились два металлических игольчатых электрода с межэлектродным расстоянием 1 мм, соединенных с биоусилителем. Это позволило регистрировать вызванный электромиографический ответ («М-ответ») в виде суммарного биоэлектрического потенциала мышцы при раздражении нерва и измерить в последующем латентный период возбуждения мышцы. Для усиления биопотенциалов мышцы применялся дифференциальный усилитель с режекторным гираторным фильтром (50 Гц), соединенный с цифровым интерфейсом (запоминающий цифровой осциллограф TDS2004C фирмы Tektronix) и компьютером.

В ходе проведения опыта малоберцовый нерв раздражался прямоугольными импульсами стимулятора длительность 100 мкс частотой 4 Гц. После измерения базовых значений исследуемых показателей животное декапитировалось, и в крови определялось содержание свободного трийодтиронина. Определение гормона проводилось с помощью метода иммуноферментного анализа с использованием системы «ThermoLabsystems» и стандартных наборов реагентов «ТиродИФА-трийодтиронин свободный» производства России.

Статистическая обработка осуществлялась с использованием стандартных методов вариационной статистики (пакеты анализа Excel и Statistica 7).

**Результаты и обсуждение**

Одним из важных и информативных электрофизиологических показателей возбудимости скелетной мышцы является латентный период (*ЛП*) генерации М-ответа (табл. 1). Так, средняя величина *ЛП* составила  $2,69 \pm 0,085$  мс при соответствующих значениях стандартного отклонения и дисперсии.

Таблица 1

**Характеристика латентного периода генерации М-ответа переднеберцовой мышцы белых крыс с эутиреоидным статусом в разных диапазонах концентрации циркулирующего свободного трийодтиронина**

Статистический показатель	Диапазон концентрации свободного трийодтиронина, пмоль/л		
	Весь диапазон	Поддиапазоны	
	2,2–7,6	2,2–4,9	5,2–7,6
среднее значение, мс	2,69	3,07	1,97
стандартная ошибка	0,085	0,033	0,107
стандартное отклонение	0,601	0,191	0,442
дисперсия	0,363	0,0367	0,196
уровень значимости для W-теста Шапиро-Уилка	p = 0,0003 не нормальное распределение	p = 0,488 нормальное распределение	p = 0,748 нормальное распределение
кол-во вариант	50	33	17

При оценке характера распределения значений *ЛП* в целостной совокупности оказалось, что он не соответствует нормальному закону. Об этом свидетельствует тест Шапиро-Уилка ( $p = 0,0003$ ). В подобном случае можно предположить существование

нескольких множеств в целостной совокупности. Действительно, с помощью метода k-средних кластерного анализа целостных вариационный ряд значений ЛПП разделяется минимум на два независимых множества, расположенных в двух разных диапазонах концентрации трийодтиронина (см. табл. 1). Обоснованность выделения двух множеств подтверждается также двухвыборочным F-тестом для дисперсии ( $p = 0,000058$ ). В каждом из вновь выделенных множеств характер распределения хорошо соответствует нормальному закону. Следует отдельно подчеркнуть, что распределение значений  $T_3$  соответствовало нормальному закону распределения ( $p = 0,15$ ).

Среднее значение латентного периода во втором множестве статистически достоверно ниже, чем во втором ( $-1,1 \pm 0,013$ ,  $-36\%$ ,  $p = 7,9E-09$ ). При построении зависимости между величиной ЛПП и уровнем трийодтиронина (рис. 1) оказалось, что последняя описывается полиномиальным уравнением, имеющим вид:  $ЛПП = 0,027 [T_3]^3 - 0,47 [T_3]^2 + 2,0 [T_3] + 0,61$  при высокой статистической достоверности коэффициента аппроксимации и членов уравнения ( $p \leq 0,00023$ ).

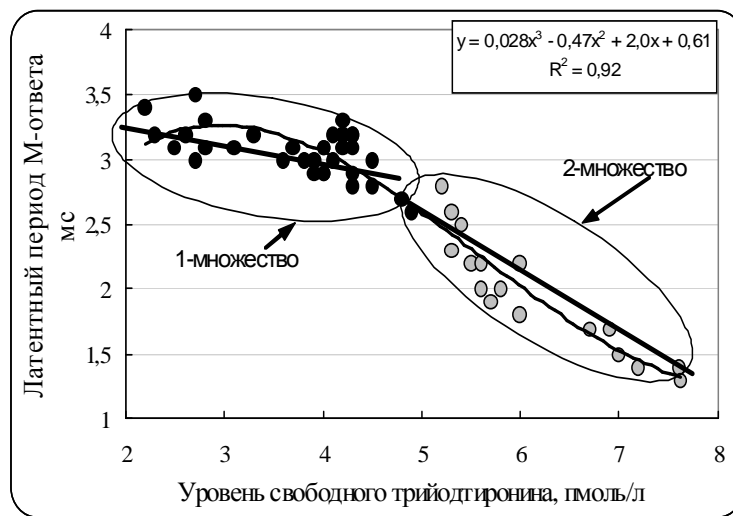


Рис. 1. Характер зависимости латентного периода М-ответа от уровня свободного трийодтиронина у крыс с эутиреоидным статусом.

В целостном вариационном ряду зависимость «ЛПП –  $T_3$ » в выделенных ранее двух множествах описывается уравнением прямой линии при статистически достоверных значениях ( $p < 0,05$ ) коэффициентов корреляции Пирсона:

$$ЛПП = - 0,15 [T_3] + 3,6 \text{ - при } b_{x/y} = - 0,15 \pm 0,036 \text{ (} p = 0,00024\text{);}$$

$$ЛПП = - 0,48 [T_3] + 4,9 \text{ - при } b_{x/y} = - 0,48 \pm 0,054 \text{ (} p = 2,4E-07\text{).}$$

Различия между коэффициентами регрессии в двух уравнениях статистически значимы ( $p < 0,01$ ).

Таким образом, латентный период генерации М-ответа существенным образом зависит от уровня циркулирующего свободного трийодтиронина: при росте концентрации  $T_3$  латентный период укорачивается с нарастающей степенью выраженности. Это свидетельствует о неравноценности эффективности регуляторного действия трийодтиронина в начале и конце физиологической шкалы концентрации трийодтиронина.

Вторым параметром М-ответа является значение максимальной амплитуды его восходящей фазы (волны). Поскольку условия регистрации М-ответа максимально стандартизировались, то приобретал смысл анализ характера зависимости между амплитудой М-волны ( $E_{\text{макс.}}$ ) и уровнем циркулирующего трийодтиронина у крыс с эутиреоидным статусом (рис. 2). Регрессионный анализ показал, что между этими показателями имеется определенная связь, описываемая уравнением прямой линии:

$E_{\text{макс.}} = 0,12 [T_3] + 3,2$  при  $b_{x/y} = 0,12 \pm 0,02$  ( $p = 6,6E-05$ ) и коэффициенте корреляции Пирсона  $0,63 \pm 0,12$  ( $p < 0,01$ ).

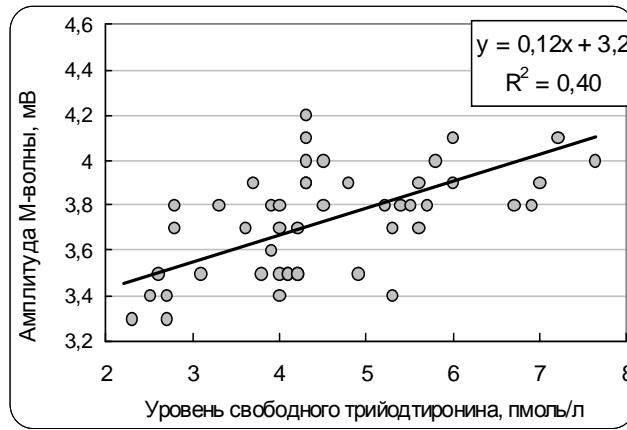


Рис. 2. Зависимость амплитуды восходящей волны М-ответа от уровня трийодтиронина у крыс с эутиреоидным статусом.

Попытка выделить в целостном вариационном ряду с помощью ранее использованных методов независимые множества не оправдалась. В табл. 2 приведены сводные результаты анализа амплитуды М-волны в рамках всего диапазона физиологических колебаний трийодтиронина и в рамках его отдельных секторов – начале и конце. Видно, что средняя величина  $E_{\text{макс.}}$  у крыс с эутиреоидным статусом в целостном вариационном ряду составила  $3,73 \pm 0,04$  мВ, а в отдельных секторах соответственно  $3,66 \pm 0,044$  мВ в начале диапазона концентраций  $T_3$  и  $3,87 \pm 0,051$  мВ в конце диапазона. Разница, следовательно, составила  $+0,21 \pm 0,07$  ( $p < 0,05$ ).

Таблица 2

**Значение амплитуды восходящей волны М-ответа у белых крыс с эутиреоидным статусом в разных диапазонах концентрации циркулирующего свободного трийодтиронина**

Статистический показатель	Диапазон концентрации свободного трийодтиронина, пмоль/л		
	Весь диапазон	Поддиапазоны	
	2,2–7,6	2,2–4,9	5,2–7,6
среднее значение, мВ	3,73	3,66	3,87
стандартная ошибка	0,04	0,044	0,051
стандартное отклонение	0,261	0,254	0,213
дисперсия	0,068	0,064	0,045
уровень значимости для W-теста Шапиро-Уилка	p = 0,31 нормальное распределение	p = 0,16 нормальное распределение	p = 0,41 нормальное распределение
кол-во вариант	50	33	17

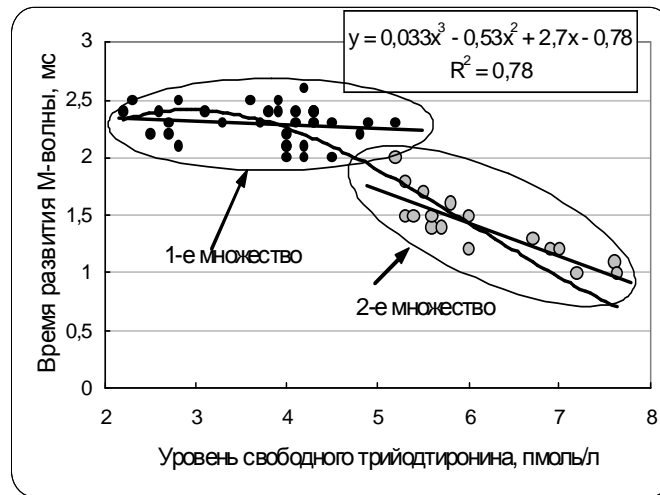
Характер распределения значений  $E_{\text{макс.}}$  как в целостном вариационном ряду, так и в его отдельных частях описывался нормальным законом (W-тест Шапиро-Уилка).

Третьим параметром М-ответа является время развития положительной М-волны –  $t_{\text{волны}}$ . Цифровой материал представлен в табл. 3. Видно, что в целостном вариационном ряду значение показателя времени составило  $1,98 \pm 0,066$  мс при высоком стандартном отклонении. Последнее свидетельствует о возможном существовании нескольких независимых множеств. Кроме того, распределение данных в целостном ряду не соответствовало нормальному закону, что также является косвенным признаком неоднородности целостной совокупности. График рассеивания точек показан на рис. 3, а характер зависимости « $t_{\text{волны}}-T_3$ » описывается полиномиальным кубическим уравнением:  $t_{\text{волны}} = 0,033 [T_3]^3 - 0,53 [T_3]^2 + 2,36 [T_3] - 0,78$ . Коэффициент регрессии составил 0,88 при  $p = 3,5E-06$  и статистически значимых членах уравнения.

Таблица 3

**Значение времени формирования восходящей волны М-ответа у белых крыс с эутиреоидным статусом в разных диапазонах концентрации циркулирующего свободного трийодтиронина**

Статистический показатель	Диапазон концентрации свободного трийодтиронина, пмоль/л		
	Весь диапазон 2,2–7,6	Поддиапазоны	
		2,2–4,9	5,2–7,6
среднее значение, мс	1,98	2,29	1,40
стандартная ошибка	0,066	0,03	0,067
стандартное отклонение	0,47	0,16	0,28
дисперсия	0,22	0,025	0,077
уровень значимости для W-теста Шапиро-Уилка	p = 0,059 нормальное распределение	p = 0,077 нормальное распределение	p = 0,67 нормальное распределение
кол-во вариант	50	33	17



**Рис. 3. Характер зависимости времени развития положительной волны М-ответа от уровня свободного трийодтиронина у крыс эутиреоидной группы.**

Использование кластерного, регрессионного и дисперсионного анализа позволило выделить в целостной совокупности два независимых множества, располагающихся в начале и конце физиологической шкалы концентраций трийодтиронина. Среднее значение времени  $t_{волны}$  в поддиапазоне «2,2–4,9 пмоль/л» составило  $2,29 \pm 0,03$  мс, а в поддиапазоне «5,2–7,6 пмоль/л»  $1,04 \pm 0,067$  мс, или на 39% больше ( $p = 1,33E-11$ ). Различие дисперсий также было статистически достоверно ( $p = 0,0036$ ).

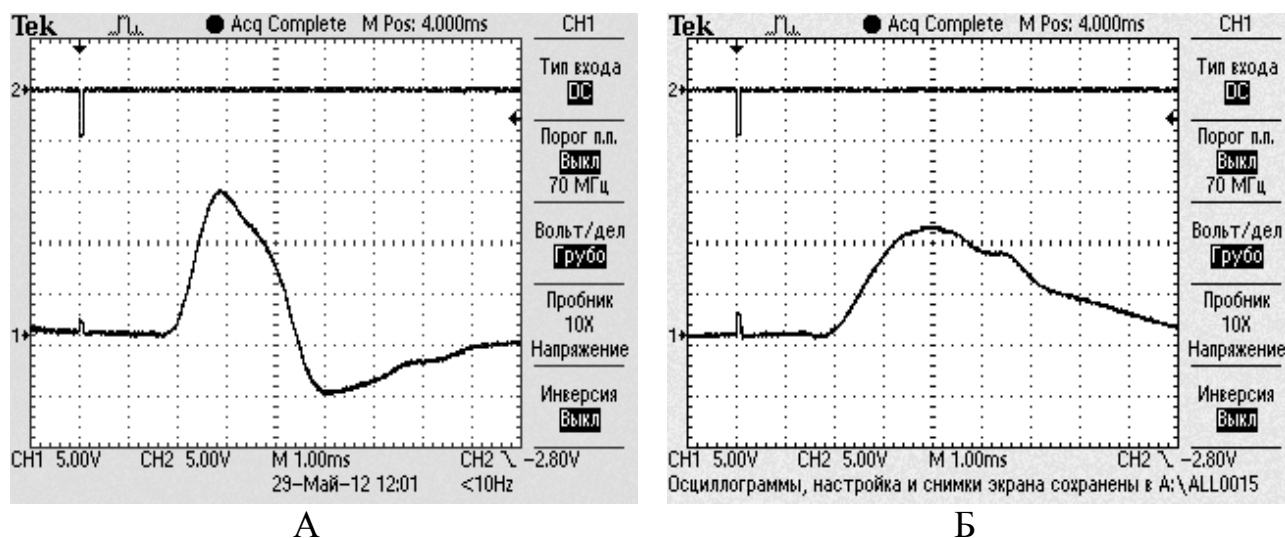
В выделенных множествах характер зависимости « $t_{волны}$ – $T_3$ » описывался уравнением прямой линии:

$t_{волны} = - 0,044 [T_3] + 2,5$  – при  $r = 0,21 \pm 0,16$  ( $p = 0,23$ ) и  $b_{xy} = - 0,044 \pm 0,037$  ( $p = 0,246$ ) в диапазоне «2,2–4,9 пмоль/л»;

$t_{волны} = - 0,28 [T_3] + 3,1$  – при  $r = 0,86 \pm 0,09$  ( $p < 0,01$ ) и  $b_{xy} = - 0,28 \pm 0,04$  ( $p = 1,06E-05$ ) в диапазоне «5,2–7,3 пмоль/л».

Следует обратить внимание на тот факт, что вариационные ряды практически всех показателей легко разделяются минимум на два множества и располагаются приблизительно в одних и тех же участках шкалы концентрации трийодтиронина – по умолчанию в диапазонах «2,2–4,9 пмоль/л» и «5,2–7,3 пмоль/л».

На рис. 4 приведены образцы записей-оригиналов М-ответов у двух крыс контрольной группы, иллюстрирующие, во-первых, различия латентных периодов генерации М-ответа, во-вторых, различия времени формирования положительной М-волны, и, в-третьих, отличия в максимальной амплитуде М-ответа и его формы.



**Рис. 4. Образцы записей М-ответов переднеберцовой мышцы белых крыс с эутиреоидным статусом.**

*Примечание:* на **А** – время развития положительной М-волны составило 1,0 мс, а латентный период М-ответа – 1,8 мс; на **Б** – время развития положительной М-волны составило 2,2 мс, а латентный период – 1,8 мс; использовался цифровой запоминающий осциллограф TDS2004С.

Таким образом, свободный трийодтиронин эндогенного происхождения является эффективным регулятором важных параметров возбудимости скелетной мышцы – латентного периода генерации М-ответа, его максимальной амплитуды и скорости развития восходящей М-волны. В рамках физиологической шкалы колебаний уровня свободного трийодтиронина выраженность регуляторного эффекта гормона претерпевает изменения: в начале физиологической шкалы гормон обладает слабым влиянием на регулируемые параметры сократительного акта, а к концу диапазона – эффект существенно нарастает. Последнее обстоятельство позволяет предположить существование феномена неравномерности физиологического эффекта трийодтиронина в разных участках шкалы концентрации.

Полученные результаты, с нашей точки зрения, могут быть связаны с особенностями действия тиреоидных гормонов на скелетную мышцу. Так, в литературе приводятся убедительные данные в пользу положительного влияния гипертиреоидных состояний на плотность  $\text{Na}^+$ -каналов в плазматической мембране [8, 9, 13] и продолжительность нахождения их в открытом состоянии в момент деполяризации мембраны мышечного волокна [12, 13], а также на активность и концентрацию молекул  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФазы в мембранах саркоплазматического ретикулума, сродство контрактильного аппарата мышечного волокна к ионам  $\text{Ca}^{2+}$ , синтез миофибриллярных белков [6, 11], активность АТФазы миозина, определяющей тип мышечного волокна и его скоростные характеристики [1].

В основе отмеченного нами факта удлинения латентного периода генерации «М-ответа» при тяжелой форме тиреотоксикоза может лежать эффект тиреоидных гормонов на продолжительность латентного периода и длительности моносинаптического ответа [3], а также латентного периода потенциала действия и его амплитуды при непрямом раздражении мышцы [5]. Наконец, по мнению некоторых авторов, нарушение нервно-мышечной передачи под влиянием избыточных концентраций тиреоидных гормонов в организме может возникать по причине качественных или количественных изменений в холинорецепторной системе [6], недостатка ацетилхолина в пресинаптических терминалях или затруднения его выброса [3], а также изменения активности холинэстеразы [2, 4].

Таким образом, характер действия гормонов щитовидной железы на функциональное состояние нервно-мышечной системы в условиях эутиреоидного статуса определяется уровнем циркулирующего свободного трийодтиронина. При этом выявлена неравномерность функционального эффекта трийодтиронина в разных участках шкалы его физиологической концентрации.

### **Выводы**

1. Свободный трийодтиронин эндогенного происхождения при состоянии эутиреоза является эффективным регулятором основных параметров М-ответа скелетной мышцы белых крыс: латентного периода его генерации, максимальной амплитуды М-волны и скорости развития ее восходящей фазы;

2. В рамках физиологической шкалы концентрации регуляторный эффект гормона характеризуется разной функциональной активностью: в начале физиологической шкалы (2,2–4,9 пмоль/л) трийодтиронин обладает слабым влиянием на возбудимость скелетной мышцы, а к концу диапазона (5,2–7,0 пмоль/л) эффект существенно нарастает (до 39%).

### **Список литературы**

1. *Валиуллин В. В.* Нейротрофический контроль скелетных мышц у гипертиреоидных животных / В. В. Валиуллин // Вопросы нейробиологии. – Казань, 1987. – Т. 68. – С. 48–53.

2. *Гайдина Г. А.* К характеристике состояния нервно-мышечной передачи при экспериментальном тиреоидиновом токсикозе / Г. А. Гайдина, Л. М. Гольбер, Г. Н. Крыжановский // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1972. – № 9. – С. 24–27.

3. *Гольбер Л. М.* Патогенез двигательных расстройств при тиреотоксикозе / Г. А. Гайдина, В. Я. Игнатков, М. Н. Алиев / Под ред. Л. М. Гольбера. – М.: Медицина, 1980. – 208 с.

4. *Казаков В. М.* Двигательная иннервация мышечных волокон при тиреотоксической миопатии / В. М. Казаков // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1991. – № 6–8. – С. 75–81.

5. *Неруш П. О.* Вікові особливості функціонування нервово-м'язової системи щурів за умов гіпертиреозу / П. О. Неруш, Є. А. Макій, О. Г. Родинський // Фізіол. журн. – 2001. – Т. 47, № 5. – С. 12–17.

6. *Родинський О. Г.* Аналіз активності холінорецепторів скелетного м'яза в умовах експериментального гіпертиреозу / О. Г. Родинський // Одеський медичний журнал. – 2001. – Т. 68, № 6. – С. 33–35.

7. *Соболев В. І.* Вплив експериментального атиреозу на енергетику ізометричного скорочення м'яза білого щура (дослідження *in situ*) / В. І. Соболев, Т. В. Москалець // Фізіол. журн. – 2007. – Т. 53, № 5. – С. 86–90.

8. *Brodie C.* Characterization of thyroid hormone effects on Na-K pump and membrane potential of cultured rat skeletal myotubes / C. Brodie, S. R. Sampson // Endocrinology. – 1988. – № 2. – P. 891–897.

9. *Butler-Browne G. S.* Myosin heavy and light chain expression during human skeletal muscle development and precocious muscle maturation induced by thyroid hormone / G. S. Butler-Browne, J. P. Barbet, L. E. Thornell // Anatomy and Embryology. – 1990. – Vol. 181, № 7. – P. 513–522.

10. *Caroccia L.* Effects of thyroid and parathyroid hormones on muscular activity / L. Caroccia, D. A. Williams, A. Wrigth et al. // Proc. Austral. Physiol. and Pharmacol. Soc. – 1988. – P. 19–71.

11. *Connelly T. J.* L-thyroxine activates the intracellular Ca<sup>2+</sup> release channel of skeletal muscle sarcoplasmic reticulum / T. J. Connelly, R. Hayek, S. M. Ukhareva // Biochem. Mol. Biol. Int. – 1994. – Vol. 32, № 3. – P. 441–448.

12. Harris D. R. Acute thyroid hormone promotes slow inactivation of sodium current in neonatal cardiac myocytes / D. R. Harris, W. L. Green, W. Craelius // *Biochem. Biophys. Acta.* – 1991. – Vol. 1095, № 2. – P. 175–181.

13. Sampson S. R. Effects of thyroxine on transmembrane resting potentials of skeletal muscle cells in culture / S. R. Sampson, R. R. Bennett, A. Shainberg // *J. Neurosci. Res.* – 1982. – V. 8, № 4. – P. 595–601.

Поступила в редакцію 2.12.2013

Принята в печать 22.12.2013

Stanishevska T. I.<sup>1</sup>, Morozova I. N.<sup>2</sup>, Sobolev V. I.<sup>2</sup>

**DEPENDENCE CHARACTER OF WHITE RATS SKELETAL MUSCLE EXCITABILITY AT DIFFERENT AREAS OF CIRCULATING FREE TRIIODOTHYRONINE CONCENTRATION SCALE**

<sup>1</sup>Melitopol State Pedagogical University; Lenin Str., 20, Melitopol, 73312, Ukraine; e-mail: stanisch@ukr.net

<sup>2</sup>Donetsk National University; Schorsa Str., 46, Donetsk, 83050, Ukraine; e-mail: v.sobolev@mail.ru

Violation of thyroid status causes numerous changes in various parts of the neuromuscular system, which is a manifestation of their pathophysiological effect. However, it remains under-researched issue of the status of basic indicators of the neuromuscular system during growth severity of hyperthyroidism as well as in experimental athyroid. The work was aimed to find character of relationship between latent period of generation of M-response of white rats tibialis anterior muscle and circulating levels of free triiodothyronine under euthyroid status *in situ*.

Experiments were performed on 50 white mongrel adult male rats weighted about 300 g. In all animals *in situ* are measured several parameters of M-response of the tibialis anterior muscle of rat: latent period of M-response, M-wave amplitude and the time of its formation. During the experiment nerve stimulator annoyed by pulses with duration 0.1 ms at 4 Hz. After measuring the baseline index values of the animals they were decapitated and level of free triiodothyronine in blood was determined. Determination of hormone was performed using enzyme immunoassay with the «ThermoLabsystems» system and «ThyroidIFA triiodothyronine – free» (Russia) standard kits.

It was shown, that free triiodothyronine endogenous source at the state of euthyroid is the effective regulator of basic parameters of the white rats skeletal muscle M-response (latent period of its generation, maximal M-wave amplitude and speeds of its ascending phase development). Within the framework of physiological scale of concentration the regulatory effect of hormone is characterized by different functional activity: at the beginning of physiological scale (2,2-4,9 pmol/l) triiodothyronine possesses the weak influence on excitability of skeletal muscle, and by the end of range (5,2-7,0 pmol/l) the effect substantially grows (about 39%).

Thus, free triiodothyronine is effective important regulator of skeletal muscle excitability parameters – a latent period of M-response generation, its amplitude and the maximum speed of the upward – M-waves. Under physiological scale fluctuations in the level of free triiodothyronine severity of the regulatory effect of the hormone is changing: at the beginning of the scale physiological hormone has little influence on the adjustable parameters of the contractile act, but by the end of the range the effect significantly increased. The latter allows assuming the existence of the phenomenon of irregular physiological effect of triiodothyronine in different parts of the concentration scale.

*Key words:* hyperthyroidism, M-response, skeletal muscle.

**References**

1. Valiullin, V.V. (1987). Neurotrophic control of skeletal muscles at hyperthyroid animals. *Questions of neurophysiology*, 68, 48-53.
2. Gaydina, G.A., Golber, L.M., & Kriganovskiy, G.N. (1972). The characterization of the state of neuromuscular transmission in experimental thyroid toxicosis. *Bull. experimental biology and medicine*, 9, 24-27.
3. Golber, L.M., Ignatkov, V.Ya., & Aliev, M.N. (1980). Pathogenesis of movement disorders at thyrotoxicosis. Moscow, 208 p.
4. Kazakov, V.M. (1991). Motor innervations of muscle fibers in thyrotoxic myopathy. *Archive of anatomy, histology and embryology*, 6-8, 75-81.
5. Nerush, P.O., Makiy, E.A., & Rodinskyi, O.G. (2001). Age features functioning of the neuromuscular system of rats at hyperthyroidism. *Journal of Physiology*, 5(47), 12-17.
6. Rodinsky, A.G. (2001). Analysis of activity of skeletal muscle acetylcholine receptors in experimental hyperthyroidism. *Odessa Medical Journal*, 6(68), 33-35.
7. Sobolev, V.I., & Moskalets T.V. (2007). Influence of experimental atireoza the energetics of isometric contraction of the muscle of white rats. *Journal of Physiology*, 5(53), 86-90.
8. Brodie, C., & Sampson, S.R. (1988). Characterization of thyroid hormone effects on Na-K pump and membrane potential of cultured rat skeletal myotubes. *Endocrinology*, 2, 891-897.
9. Butler-Browne, G.S., Barbet, J.P., & Thornell, L.E. (1990). Myosin heavy and light chain expression during human skeletal muscle development and precocious muscle maturation induced by thyroid hormone. *Anatomy and Embryology*, 7(181), 513-522.



10. Caroccia, L., Williams, D.A., & Wriqth, A., et al. (1988). Effects of thyroid and parathyroid hormones on muscular activity. *Proc. Austral. Physiol. and Pharmacol. Soc.*, 19-71.
11. Connelly, T.J., Hayek, R., & Ukhareva, S.M. (1994). L-thyroxine activates the intracellular Ca<sup>2+</sup> release channel of skeletal muscle sarcoplasmic reticulum. *Biochem. Mol. Biol. Int.*, 3(32), 441-448.
12. Harris, D.R., Green, W.L., & Craelius, W. (1991). Acute thyroid hormone promotes slow inactivation of sodium current in neonatal cardiac myocytes. *Biochem. Biophys. Acta*, 2(1095), 175-181.
13. Sampson, S.R., Bannett, R.R., & Shainberg, A. (1982). Effects of thyroxine on transmembrane resting potentials of skeletal muscle cells in culture. *J. Neurosci. Res.*, 4(8), 595-601.

Received: 2.12.2013

Accepted: 22.12.2013