

ФІЗІОЛОГІЯ

© И. В. Капланец, В. И. Соболев

УДК 612-44 + 612.741 + 612.55

И. В. Капланец, В. И. Соболев

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЛАТЕНТНОГО ПЕРИОДА ГЕНЕРАЦИИ «М-ОТВЕТА» СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ РАЗЛИЧНОМ ТИРЕОИДНОМ СТАТУСЕ

Донецкий национальный университет (г. Донецк)

Работа выполнена в Донецком национальном университете в рамках госбюджетной НИР «Роль биологично активних речовин та їх взаємодія в регуляції фізіологічних функцій організму в нормі та при різних патологічних станах» (номер госрегистрации 0109U008621).

Вступление. Проблема гормонального контроля системы поддержания температурного гомеостазиса по-прежнему остается в числе приоритетных в современной экологической физиологии [2, 5, 7, 12]. В работах ряда авторов [1, 4, 5, 10, 14] исследованы фундаментальные механизмы температурной адаптации и физиологической терморегуляции. Установлена важная роль скелетной мускулатуры как основного источника холододового калоригенеза, а также выяснено значение тиреоидных гормонов в обеспечении функционирования физиологических механизмов терморегуляции [8, 9, 10]. Однако остаются практически не исследованными вопросы, связанные с изучением температурной зависимости механизмов физиологической терморегуляции. Хорошо известно, что скорость химических реакций прямо зависит от температуры среды и описывается правилом Вант-Гоффа – Аррениуса [8, 11]. Тем не менее, в отношении применимости этого правила к реальным физиологическим механизмам практически ничего не сделано. А.Д.Слоим считал, что одним из факторов становления гомойотермности явился механизм температурной компенсации [8], а В.В.Хаскин в нескольких публикациях показал, что при адаптации к холоду в условиях *in vitro* коэффициент Q₁₀ снижается, что может рассматриваться как механизм температурной адаптации [11]. В ряде публикаций приводятся данные о тиреоидных гормонах как возможных регуляторах температурной зависимости холододового калоригенеза [6, 9, 10]. Однако до настоящего времени еще не проводились исследования, касающиеся выяснения характера действия тиреоидных гормонов на температурную зависимость каких-либо параметров сокращения скелетной мышцы.

Целью работы явилось выяснение в условиях *in situ* характера температурной зависимости латентного периода генерации «М-ответа» передней большеберцовой мышцей белых крыс при экспериментальном гипер- и тиреотоксикозе.

Объект и методы исследования. Эксперименты были выполнены на 30-ти взрослых беспородных белых крысах-самцах. У крыс первой группы (n=10) вызывался экспериментальный гипертиреоз путем подкожного введения трийодтиронина в дозе 10 мкг/кг в течение 5-7 дней, а у животных второй группы (n=10) – в дозе 50 мкг/кг (экспериментальный тиреотоксикоз). Третья группа (n=10) была контрольной. У всех животных в условиях *in situ* измеряли продолжительность латентного периода возбуждения передней большеберцовой мышцы в зависимости от величины ректальной температуры.

Содержание животных и эксперименты проводились согласно положений «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 1985), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

Ход опыта был следующим. Первоначально у ненаркотизированных животных в условиях термонейтральной зоны при температуре 28-30°C измерялись ректальная температура (электронный термометр), величина потребления кислорода (электронный газоанализатор «Radiometer») и частота сердечных сокращений (кардиотахометр). Затем животное наркотизировалось тиопентал, в/б в дозе 75 мг/кг) и фиксировалось в станке установки, после чего препаровался малоберцовый нерв. Названный нерв иннервирует переднюю большеберцовую мышцу. Затем в указанную мышцу вводились два стальных 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 первоначально измерялся латентный период возбуждения мышечного волокна при «М-ответе» при одиночных

кратковременных изотонических сокращениях мышцы. В ходе проведения опыта малоберцовый нерв раздражался прямоугольными импульсами стимулятора длительность 100 мкс частотой 4 Гц при амплитуде 400 мВ. Затем включали систему охлаждения термокамеры и проводили регистрацию «М-ответа» при снижении ректальной температуры на 1°С вплоть до значения температуры 19,0°С.

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

Результаты экспериментов и их обсуждение. Используемые модели экспериментального гипер- и тиреотоксикоза характеризовались ростом ректальной температуры соответственно до 38,4±0,2 и 39,8±0,3°С (у контроля 37,8±0,1°С) и повышением скорости потребления кислорода до 25±0,6 и 35±1,2 мл/кг мин (у контроля – 21±0,4 мл/кг мин).

Результаты измерения латентного периода генерации «М-ответа» представлены в **табл. 1**. Прежде всего, обращает на себя внимание факт различий в значении латентного периода генерации

Таблица 1

Зависимость латентного периода (мс) генерации «М-ответа» передней большеберцовой мышцей белых крыс с различным тиреоидным статусом от ее температуры ($X \pm m$)

Температура мышцы, °С	Группа животных		
	Контроль n=10	Гипертиреоз n=10	Тиреотоксикоз n=10
36,9	2,38±0,018	1,19±0,019	2,89±0,014
35,0	2,41±0,015	1,25±0,018	2,92±0,014
34,0	2,45±0,019	1,18±0,019	2,99±0,013
33,0	2,39±0,014	1,15±0,020	3,04±0,017
32,0	2,47±0,013	1,21±0,019	3,06±0,027
31,0	2,66±0,021	1,34±0,016	3,19±0,021
30,0	2,70±0,019	1,56±0,017	3,33±0,019
29,0	2,79±0,018	1,63±0,021	3,46±0,017
28,0	2,92±0,017	1,67±0,022	3,65±0,023
27,0	2,91±0,023	1,98±0,018	3,53±0,024
26,0	3,20±0,024	2,05±0,021	3,74±0,024
25,0	3,57±0,027	2,20±0,022	3,89±0,026
24,0	3,60±0,020	2,35±0,023	3,91±0,028
23,0	3,66±0,023	2,39±0,023	3,96±0,032
22,0	3,84±0,024	2,76±0,027	4,08±0,034
21,0	3,90±0,025	2,99±0,031	4,12±0,036
20,0	3,91±0,029	3,21±0,027	4,13±0,035
19,0	3,95±0,027	3,56±0,032	4,17±0,039

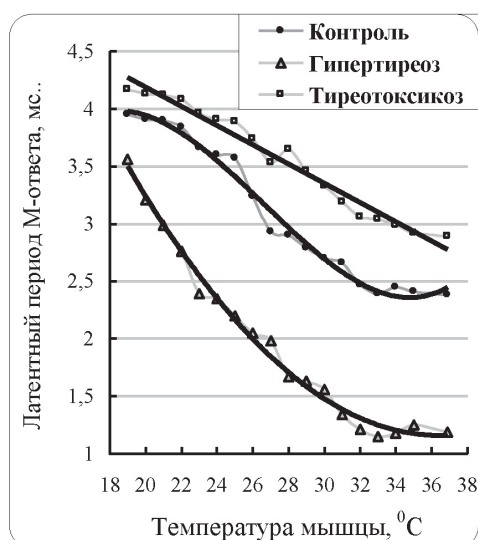


Рис. 1. Зависимость латентного периода генерации «М-ответа» от температуры мышцы у крыс разных групп.

Примечание: каждая точка отражает среднюю величину из 10 вариантов.

«М-ответа» у животных в зависимости от тиреоидного статуса в условиях нормотермии. Так, если у крыс контрольной группы латентный период возбуждения мышцы составлял 2,38±0,018 мс, то у животных с экспериментальным гипертиреозом легкого степени выраженности он был существенно короче (-50%, $p < 0,01$), а при экспериментальном тиреотоксикозе, наоборот, длиннее (+21%, $p < 0,05$).

Второй момент, представляющий интерес, связан с анализом конечных величин (при 19,0°С) латентного периода возбуждения мышцы (ЛПВМ). Так, у животных контрольной группы ЛПВМ при температуре мышцы 19,0°С удлинялся в 1,66 раза ($p < 0,05$) в сравнении с уровнем при температуре мышцы 36,9°С и составлял 3,95±0,027 мс. У гипертиреоидных животных и крыс с экспериментальным тиреотоксикозом такое отношение составило 3,0 и 1,44 ($p < 0,01$). При сравнении абсолютных величин латентного периода возбуждения мышцы при температуре 19,0°С оказалось, что у крыс с экспериментальным гипертиреозом он, несмотря на выраженную гипотермию, был все-таки короче, чем у

животных контрольной группы и крыс с экспериментальным тиреотоксикозом.

Несмотря на однонаправленность изменений латентного периода генерации «М-ответа» у животных всех групп при охлаждении мышцы (в сторону укорочения), характер температурной зависимости исследуемого показателя существенным образом определялся тиреоидным статусом (рис. 1). Обращают на себя внимание следующие основные

моменты. Во-первых, характер температурной зависимости у животных эутиреоидной (контрольной) и гипертиреоидной групп был принципиально одинаковым и мог быть описан как полиномиальными уравнениями с высокой статистической достоверностью всех коэффициентов, так и уравнениями прямой линии (табл. 2). У крыс с экспериментальным тиреотоксикозом характер зависимости описывался исключительно уравнением прямой линии.

Таблица 2

Зависимость латентного периода возбуждения мышцы (ЛП) от ее температуры (t) у крыс с различным тиреоидным статусом

Группа	Уравнение зависимости	Статистическая достоверность коэффициентов в уравнениях			
		1-й	2-й	3-й	4-й
Гипертиреоз	ЛП = 11,38 – 0,56 t + 0,0071 t ² R = 0,97 (p=1,1 E-07)	p=1,4 E-09	p=2,1 E-04	p=1,1 E-04	-
	ЛПВМ = 5,69 – 0,13 R ² = 0,92 (p=1,4 E-06)	p=7,5 E-13	p=3,8 E-10	-	-
Тиреотоксикоз	ЛП = 5,86 – 0,084 t R = 0,98 (p=1,0 E-07)	p=4,0 E-20	p=7,5 E-14	-	-
Контроль	ЛП = -7,03+1,44 t - 0,06 t ² + 0,00075t ³ R = 0,97 (p=1,1 E-07)	p=4,4 E-02	p=1,0 E-03	p=2,4 E-04	p=2,3 E-04
	ЛПВМ = 6,07 – 0,108 t R = 0,94 (p=2,3 E-7)	p=4,1 E-16	p=2,0 E-11	-	-

Во-вторых, визуально видно, что температурная зависимость латентного периода возбуждения мышцы у животных контрольной и гипертиреоидной групп в области температуры мышцы, близкой к нормальной (правая часть кривых на рис. 1), имеет другой характер, нежели остальная часть кривой. Это позволяет предположить, что цельные совокупности, возможно, являются не однородными, а состоят из нескольких независимых множеств.

Использование кластерного анализа, двухвыборочного F-теста для дисперсий, а также регрессионного анализа по отношению к вариационному ряду контрольных животных позволило сделать следующее заключение. Вся совокупность данных, представляющая зависимость «ЛП-t», подразделяется, по крайней мере, на три отдельных множества, расположенных в разных участках шкалы температуры (табл. 3, рис. 2).

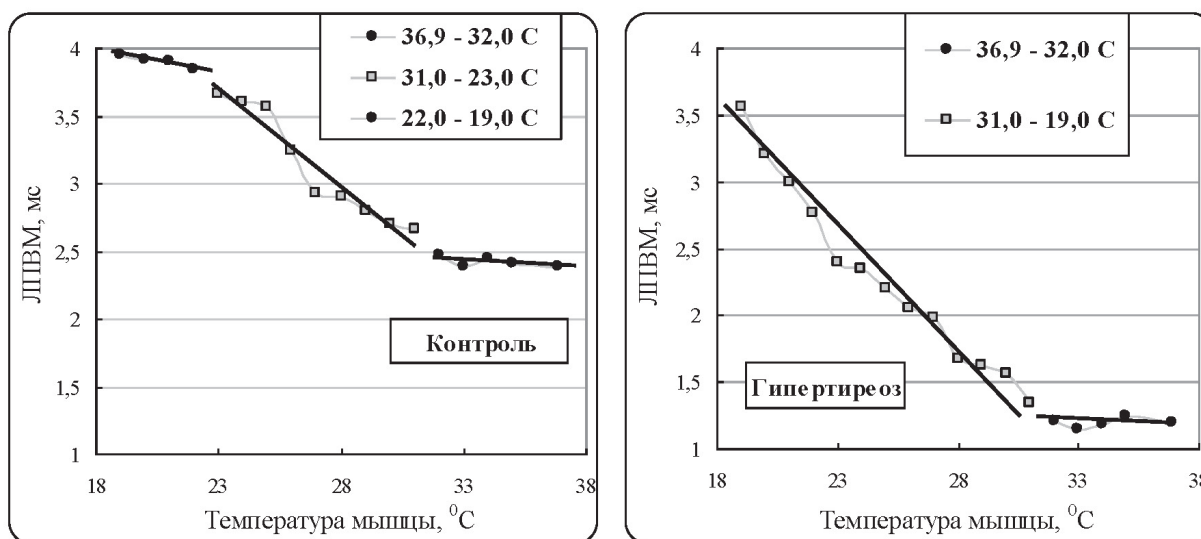


Рис. 2. К анализу характера температурной зависимости латентного периода возбуждения мышцы (ЛПВМ) у крыс в разных участках шкалы температуры.

Примечание: каждая точка на кривых представляет среднюю величину из 10 вариантов.

Видно, что у контрольных животных в рамках выделенных множеств зависимость «ЛП-t» описывается однотипными уравнениями прямой линии с соответствующими отрицательными коэффициентами регрессий. Обращает на себя внимание тот факт, что в первом уравнении, относящимся к первому кластеру (36,9 – 32,0°C), коэффициент регрессии оказался статистически недостоверным ($p=0,21$). Это значит, что в данном диапазоне температуры мышцы латентный период генерации «М-ответа» не изменялся. Во втором кластере (31,0 – 23,0°C) коэффициент регрессии имел высокую статистическую значимость и, помимо того, статистически значительно отличался от соответствующего коэффициента

в первом кластере (в 10 раз). Наконец, в третьем кластере (22,0 – 19,0 °C) зависимость «ЛП-t» имела небольшой, но статистически достоверный уклон. **Рис. 2** иллюстрирует сказанное.

Факт существования в целостной совокупности «ЛП-t» у крыс контрольной группы, по крайней мере, трех множеств подтверждается также результатами использования дисперсионного анализа. Так, согласно двухвыборочному F-тесту для дисперсий различия между множествами в первом (36,9 – 32,0°C) и втором (31,0 – 23,0°C) кластерах оценивались уровнем значимости $p=0,000203$, а между вторым (31,0 – 23,0°C) и третьим (23,0 – 19,0°C) соответственно уровнем $p=0,00208$.

Таблица 3

Зависимость между латентным периодом (ЛП) возбуждения мышцы и ее температурой у крыс с различным тиреоидным статусом в разных участках шкалы температуры

Группа животных	Температура мышцы, °C		
	Кластеры: №№1-3		
Контроль	36,9 – 32,0°C n=50	31,0 – 23,0°C n=90	22,0 – 19,0°C n=40
	ЛП=2,89-0,0138 t by/x = -0,0138±0,0087 p=0,21	ЛП=6,99-0,14 t by/x = -0,14±0,0054 p=2,2 E-05	ЛП=4,59-0,034 t by/x = -0,034±0,0064 p=0,034
Гипертиреоз	Кластеры: №№1-2		
	36,9 – 32,0°C n=50	31,0 – 19,0°C n=130	
	ЛП=2,89-0,0038 t by/x = -0,0038±0,011 p=0,75	ЛП=6,59-0,176 t by/x = -0,176±0,009 p=1,6 E-09	
Тиреотоксикоз	Кластеры: №1		
	36,9 – 19,0°C n=180		
	ЛП= 5,86 - 0,084 t by/x = -0,176±0,0024 p=7,5 E-14		

Примечание: величина «n» отражает число вариант в кластере.

Таким образом, у животных с эутиреоидным статусом (контрольная группа) температурная зависимость латентного периода генерации «М-ответа» переднеберцовой мышцей в разных участках температурной шкалы была разной: вначале какая-либо зависимость отсутствовала, затем становилась ярко выраженной, а в дальнейшем, при низкой температуре мышцы, значительно ослаблялась.

Аналогичная процедура анализа была проведена и в отношении целостной совокупности значений «ЛП-t» животных с легкой степенью выраженности экспериментального гипертиреоза. Выяснилось, что весь вариационный ряд статистически обосновано можно разделить на два множества, относящихся к разным поддиапазнам температурной шкалы (**табл.3 и рис.2**). Так, в начале шкалы температуры мышцы (поддиапазон 36,9 – 32,0°C) температурная зависимость показателя латентного периода возбуждения мышцы отсутствовала, о чем свидетельствует коэффициент регрессии и его стандартная ошибка ($p=0,75$). Однако при дальнейшем снижении температуры мышцы, в поддиапазоне «31,0 – 19,0°C», температурная зависимость

латентного периода генерации «М-ответа» становилась четко выраженной и характеризовалась высоким отрицательным значением коэффициента регрессии в уравнении прямой линии ($-0,176±0,009$ при $p=1,6E-09$). Напомним, что размерность коэффициентов регрессий в описываемых уравнениях соответствует «мс /°C».

Существование двух независимых множеств в целостной совокупности значений вариационного «ЛП-t» у животных с экспериментальным гипертиреозом подтверждается и двухвыборочным F-тестом для дисперсий. В частности, статистически достоверные различия между двумя множествами в кластерах «36,9 – 32,0°C» и «31,0 – 19,0°C» подтверждались уровнем значимости $p=0,0029$.

У животных с экспериментальным тиреотоксикозом целостная совокупность на отдельные независимые множества с применением использованных методов анализа не подразделялась.

Таким образом, при экспериментальном гипертиреозе температурная зависимость латентного периода генерации «М-ответа» переднеберцовой мышцей имеет две фазы: в начальный период

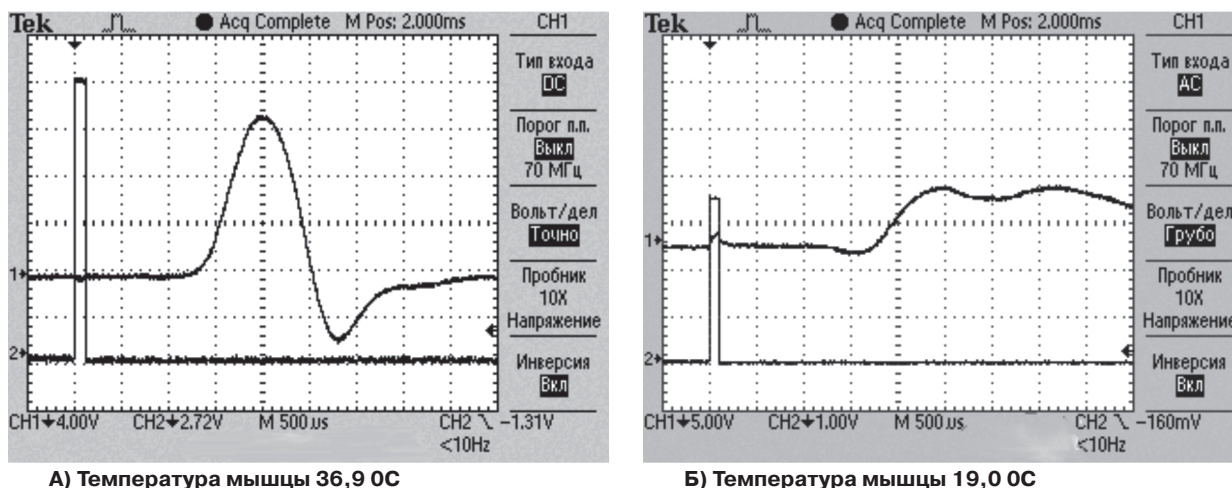


Рис. 3. Образцы записей-оригиналов латентного периода генерации «М-ответа» у крысы с экспериментальным гипертиреозом (запоминающий цифровой осциллограф TDS2004C).

снижения температуры мышцы она отсутствует, а затем приобретает четко выраженный отрицательный характер. Образцы записей-оригиналов приведены на рис.3. В частности, видно, что с понижением температуры мышцы латентный период генерации «М-ответа» удлиняется, а форма «М-волны» изменяется.

Представляется важным сравнение каких-либо интегральных сопоставимых показателей температурной зависимости латентного периода генерации «М-ответа» у животных всех исследованных групп. Возвращаясь к табл. 2, следует обратить внимание, что зависимость «ЛП-t» у крыс тиретоксикозной группы представлена уравнением прямой линии, а у животных контрольной и гипертиреоидной групп полиномиальным. Однако в последних двух случаях температурная зависимость может быть описана и более простыми уравнениями – уравнениями прямой линии. При сравнении коэффициентов достоверности аппроксимации кривых в зависимостях «ЛП-t», например, у животных контрольной группы, можно обратить внимание, что в обоих случаях они сравнимы и существенно не различаются. Это значит, что анализируемые целостные вариационные ряды одинаково хорошо описываются обоими уравнениями, хотя полиномиальная зависимость позволяет отследить детали процесса и его тонкости.

Аналогичное можно сказать и в отношении группы крыс с экспериментальным гипертиреозом легкой степени выраженности.

Таким образом, у животных всех использованных групп интегральная температурная зависимость «ЛП-t» с точки зрения вариационной статистики с высокой степенью статистической достоверности может быть описана также уравнениями прямых линий. Последнее позволяет провести сравнительный анализ температурных зависимостей латентного периода возбуждения мышцы между отдельными группами, так как сравниваемые показатели (коэффициенты регрессий в уравнения прямых линий) соразмерны и сопоставимы. В таблице 4 приведены значения соответствующих коэффициентов регрессий для целостных совокупностей значений у животных всех групп.

Как видно из таблицы 4, интегральная температурная зависимость латентного периода генерации «М-ответа» переднеберцовой мышцей в большой мере определялась тиреоидным статусом: у животных с экспериментальным гипертиреозом легкой степени выраженности она была в 1,24 раза выше, а у животных с тиреотоксикозом, наоборот, ниже, по сравнению с животными контрольной группы. В то же время не следует забывать (см. выше), что на определенных участках шкалы температуры кривой «ход» температурной зависимости латентного

Таблица 4

Коэффициенты регрессий в уравнениях целостных интегральных зависимостей латентного периода возбуждения мышцы от ее температуры у крыс с различным тиреоидным статусом

Группа животных		Коэффициенты регрессий, мс/°C	Отношение: «Опыт/Контроль»
Контроль		-0,108±0,0066 p=2,0 E-11	-
Опыт	Гипертиреоз	-0,134±0,010 p=3,8 E-10	1,24 раза
	Тиреотоксикоз	-0,084±0,0035 p=7,5 E-14	0,78 раза

Примечание: отношение «Опыт/Контроль» рассчитывалось путем последовательного деления коэффициента регрессии у каждой из опытных групп на коэффициент регрессии у контрольной группы.

периода возбуждения скелетной мышцы имел выраженные флуктуации, которые в свою очередь также определялись тиреоидным статусом крыс.

Так, при состоянии эутиреоза и экспериментального гипертиреоза легкой степени выраженности температурная зависимость латентного периода возбудимости мышцы была не монотонной, а характеризовалась четко выраженными участками в области поддиапазонов «36,9 – 32,0°C» и «31,0 – 19,0°C»; в этих сегментах шкалы температур характер температурной зависимости исследуемого показателя был прямо противоположным. У животных с тиреотоксикозом характер температурной зависимости исследуемого показателя функции мышцы при плавном развитии гипотермии был монотонным и в принципе подчинялся правилу Вант-Гоффа – Аррениуса во всем диапазоне температуры мышцы.

Следует напомнить, что и у животных с экспериментальным гипертиреозом и крыс контрольной группы температурная зависимость имела «неправильный» вид только в начальной фазе охлаждения мышцы. В дальнейшем температурная зависимость эрготропных параметров мышечного сокращения приобретала обычный вид, т.е. при снижении температуры тела наблюдалась прогрессивная ингибция возбудимости скелетной мышцы.

В основе положительных (при гипертиреозе) или отрицательных (при тиреотоксикозе) эффектов тиреоидных гормонов в регуляции функционального состояния скелетной мышцы при снижении ее температуры, по-видимому, могут лежать разнообразные механизмы. Один из них, на наш взгляд, может быть связан с теорией "гомеовязкостной адаптации", т.е. адаптации к температурам среды путем поддержания постоянной вязкости липидов мембран [8, 14]. В основе гомеовязкостной адаптации лежит механизм поддержания состава липидов определенной вязкости в бислое типичной клеточной мембраны. Температура оказывает значительно влияние на степень насыщенности жирных кислот липидов. Уменьшение насыщения приводит к тому, что мембраны становятся более жидкими, что наблюдается, например, при адаптации к холоду [8]. Считается, что этот механизм обеспечивает температурную компенсацию функций [3, 14]. С другой стороны, известно, что тиреоидные гормоны являются одним из важнейших регуляторов обмена жиров, оказывая влияние на все этапы их метаболизма [13]. В связи с этим можно полагать, что при

экспериментальном гипертиреозе запускались механизмы гомеовязкостной адаптации, что и служило базой для изменения температурной зависимости возбудимости мышечных волокон. В то же время при экспериментальном тиреотоксикозе наступала полная деструкция со стороны всех имеющихся механизмов, обеспечивающих «удержание» высокой функции мышцы при снижении ее температуры.

Выводы.

1. В условиях нормотермии латентный период генерации «М-ответа» переднеберцовой мышцей белых крыс в большой степени определяется тиреоидным статусом: при легкой степени экспериментального гипертиреоза он существенно укорачивается, а при состоянии тиреотоксикоза, наоборот – удлиняется.

2. При развитии гипотермического состояния, когда температура мышцы опускается до уровня 19,0°C, латентный период генерации «М-ответа» в сравнении с условиями нормотермии существенно укорачивается (в 1,44 – 3,0 раза) у животных всех групп, независимо от тиреоидного статуса.

3. При состоянии эутиреоза и экспериментального гипертиреоза температурная зависимость латентного периода возбудимости мышцы была не монотонной, а характеризовалась четко выраженными участками в области поддиапазонов «36,9 – 32,0°C» и «31,0 – 19,0°C»; в этих сегментах шкалы температуры мышцы характер температурной зависимости исследуемого показателя был прямо противоположным.

4. У животных с экспериментальным тиреотоксикозом характер температурной зависимости латентного периода генерации «М-ответа» при плавном развитии гипотермии был монотонным и в принципе подчинялся правилу Вант-Гоффа – Аррениуса во всем диапазоне температуры мышцы.

5. Интегральная температурная зависимость латентного периода генерации «М-ответа» в диапазоне температуры мышцы от 37,0 до 19,0°C определялась тиреоидным статусом: у животных с экспериментальным гипертиреозом она была в 1,24 раза более выраженной, а у животных с тиреотоксикозом, наоборот – менее выраженной по сравнению с животными контрольной группы.

Перспективы дальнейших исследований связаны с последующим изучением характера температурной зависимости эрготропных параметров функционального состояния скелетной мышцы при различном тиреоидном статусе.

Список литературы

1. Барабаш О.В. Особенности формирования и угасания следовых эффектов длительных холодовых воздействий / О.В.Барабаш, Г.И.Чирва, В.И.Соболев // Вестник пробл. биол. мед. – 1997, N27. – С.93-104.
2. Девяткова Ю.А. Влияние адаптации к холоду и многократных инъекций норадреналина на состояние $\alpha 1$ -адренергической реакции / Ю.А.Девяткова // Вісник проблем біології і медицини. – 2003. – Вип.6. – С.13-16.
3. Елсукова Е.И. Бурый жир – специализированный эффектор терморегуляции / Е.И.Елсукова, Л.Н.Медведев // Механизмы терморегуляции и биоэнергетики: взаимодействие функциональных систем: Тезисы Всероссийского симпозиума (с международным участием). – Иваново, 2002. – С.21.
4. Иванов К.П. Современная экологическая физиология и ее практические задачи / К.П.Иванов // Физиолог. журн. СССР. – 1992. – Т.78, N4. – С.124-133.
5. Иванов К.П. Современные теоретические и практические проблемы гомойотермии и терморегуляции / К.П.Иванов // Рос. физиол. журн. – 2006. – Т.92, N 5. – С. 578-592.

6. Панько А.А. Явление гистерезиса в системе терморегуляции в ходе развития глубокой гипотермии при различном тиреоидном статусе / А.А.Панько, В.И.Соболев // Экспериментальна та клінічна фізіологія і біохімія. – 2002. –N4(20). – С.70-74.
7. Румянцев Г.В. . Динамика теплового обмена у крыс при выходе из состояния искусственной гипотермии / Г.В.Румянцев // Рос. физиол. журн. - 2006. – Т.92, N 5. – С. 593-598.
8. Слоним А.Д. Температура среды обитаний и эволюция температурного гомеостаза / А.Д. Слоним // Физиология терморегуляции. Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1984. – С.378-440.
9. Соболев В.И. Влияние экспериментального гипер- и атиреоза на температурную зависимость некоторых адренергических реакций / В.И.Соболев, Л.Г.Мерхелевич, М.С.Махсудов // Физиол.журн. им. И.М.Сеченова. – 1995. – Т.81,N2. – С.76-80.
10. Султанов Ф.Ф. Гормональные механизмы температурной адаптации / Ф.Ф.Султанов, В.И.Соболев. – Ашхабад: Ылым, 1991. – 216 с.
11. Хаскин В.В. Биохимические механизмы адаптации к холоду / В.В.Хаскин // Физиол.терморегуляции. Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1984. – С.237-266.
12. Чирва Г.И. Влияние трийодтиронина на процесс холодовой дезадаптации / Г.И.Чирва // Вісник проблем біології і медицини. – 2001. – N5. – С.30-34.
13. Hulbert A.J. Thyroid hormones and their effects: a new perspective / A.J.Hulbert // Biological review of the Cambridge Philosophical Society. – 2000. – Vol. 75, N4. – P.519-631.
14. Schonbaum E. Thermoregulation / E.Schonbaum, P.Lomax. - Pergamon Press, 1990. – 342 p.

УДК 612-44 + 612.741 + 612.55

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЛАТЕНТНОГО ПЕРИОДА ГЕНЕРАЦИИ «М-ОТВЕТА» СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ РАЗЛИЧНОМ ТИРЕОИДНОМ СТАТУСЕ

Капланец И.В., Соболев В.И.

Резюме. В экспериментах *in situ* показано, что при развитии гипотермического состояния латентный период генерации «М-ответа» у белых крыс контрольной, гипер- и тиреотоксикозной групп в сравнении с условиями нормотермии существенно укорачивается (в 1,44 – 3,0 раза). При состоянии эутиреоза и экспериментального гипертиреоза температурная зависимость латентного периода возбудимости мышцы была не монотонной, а характеризовалась четко выраженными участками в области поддиапазонов «36,9 – 32,0 0С» и «31,0 – 19,0 0С»; в этих сегментах шкалы температуры мышцы характер температурной зависимости исследуемого показателя был прямо противоположным. У животных с экспериментальным тиреотоксикозом характер температурной зависимости латентного периода генерации «М-ответа» при плавном развитии гипотермии был монотонным.

Ключевые слова: тиреотоксикоз, температурная зависимость, мышца, М-ответ.

УДК 612-44 + 612.741 + 612.55

ТЕМПЕРАТУРНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ЛАТЕНТНОГО ПЕРІОДУ ГЕНЕРАЦІЇ «М-ВІДПОВІДІ» СКЕЛЕТНОГО М'ЯЗА БІЛИХ ЩУРІВ ЗА РІЗНОГО ТИРЕОІДНОГО СТАТУСУ

Капланец І.В., Соболев В.І.

Резюме. В экспериментах *in situ* показано, що при розвитку гіпотермічного стану латентний період генерції «М-відповіді» у білих щурів контрольної, гіпер- та тиреотоксикозної груп порівняно з умовами нормотермії істотно коротшає (в 1,44 – 3,0 рази). За стану еутиреозу і експериментального гіпертиреозу температурна залежність латентного періоду збудливості м'яза була не монотонною, а характеризувалася чітко окресленими ділянками в області піддіапазонів «36,9 – 32,0 0С» і «31,0 – 19,0 0С»; в цих сегментах шкали температури м'яза характер температурної залежності досліджуваного показника був прямо протилежним. У тварин з експериментальним тиреотоксикозом характер температурної залежності латентного періоду генерції «М-відповіді» за плавного розвитку гіпотермії був монотонним.

Ключові слова: тиреотоксикоз, температурна залежність, м'яз, М-відповідь.

UDC 612-44 + 612.741 + 612.55

Temperature Dependence Of Latent Period Of Generation Of «M-Response » Skeletal Muscle Of White Rats At Different Thyroid Status

Kaplanets I.V., Sobolev V.I.

Summary. It is shown, that at hypothermia the latent period of the «M-response» generation at the white rats of control, hyper- and thyroidtoxics groups substantially shortens (in 1,44 – 3,0 time). At the state of euthyroid and experimental the hyperthyroid the temperature dependence of latent period of excitability of muscle was characterized by areas in region of «36,9 – 32,0 0C» and «31,0 – 19,0 0C». In these segments of scale of temperature a character of temperature dependence of the latent period was very opposite. At animals with experimental a thyroidtoxicosis character of temperature dependence of latent period of the «M-response» generation at development of hypothermia was monotonous.

Key words: thyroidtoxics, temperature dependence, muscle, M- response.

Стаття надійшла 30.01.2012 р.