

ВПЛИВ ТРИЙОДТИРОНІНУ НА РОЗВИТОК АДАПТАЦІЇ ДО ХОЛОДУ ТА КАЛОРИГЕННУ ДІЮ КАТЕХОЛАМІНІВ

С. О. Певний, В. І. Соколов

Кафедра фізіології людини та тварин Донецького університету

Тиреоїдним гормонам належить важлива роль у процесах регуляції теплопродукції. Відомо, що тиреоїдні гормони активують білковий, жировий та вуглеводний обміни [2, 3]. Додаткове тепло, що при цьому звільнюється, використовується організмом у потребах терморегуляції.

Відомо також, що тиреоїдні гормони беруть участь і в процесах адаптації до холоду. Наприклад, при гіпофункції щитовидної залози акліматизація до холоду не розвивається [9, 11].

Неабияку роль у механізмах термогенезу відіграє і симпато-адреналова система [5], калоригенний ефект медіаторів якої після тривалої холодової дії посилюється [7].

Таким чином, у регулюванні термогенезу беруть участь обидві гормональні системи. Проте, питання про їх взаємодію у реакціях теплопродукції практично не з'ясоване, хоч головні принципи їх взаємодієв вивчені більш-менш достатньо [1].

Методика досліджень

Досліди провадилися на 48 білих щурах вагою 280—300 г. Всіх тварин поділили на чотири групи. Перша група (12 щурів) перебувала на протязі трьох місяців при температурі близько нуля. Друга група (12 тварин) зазнавала дії холоду при тій же температурі, що й перша, але додатково одержувала щодня по 6 мкг/кг трийодтироніну. Третя група (12 щурів) одержувала тільки по 6 мкг/кг трийодтироніну і разом з тваринами контрольної (IV) групи утримувалась при температурі 23—24°С. Після тримісячної холодової експозиції тварин усіх груп досліджували при 10 та 28°С. Тривалість досліду при 10°С становила 80 хв, а при 28°С — 35 хв. Під час дослідження щурам усіх груп внутрим'язово вводили адреналін або норадреналін у дозах 0,1; 0,3 та 0,6 мг/кг. Для більш повної характеристики стану терморегуляції на тваринах усіх груп були проведені контрольні досліди без введення катехоламінів.

В усіх випадках реєстрували електричну активність м'язів (ЕАМ) ший, споживання кисню та ректальну температуру. Для реєстрації ЕАМ застосовували підсилювач типу УБП 1-02 та шлейфний осцилограф Н-102. Кількісний підрахунок ЕАМ проводили за допомогою інтегратора з послідовним записом інтегрованої активності на фотоплівці. Споживання кисню визначали в закритій камерній системі автоматично. Ректальну температуру вимірювали електричним термометром.

Результати досліджень

Досліди, проведені при 10°С, показали, що введення катехоламінів викликає значні зміни у рівні загального обміну у всіх тварин (табл. 1). При введенні адреналіну та норадреналіну споживання кисню посилювалось у щурів I та II групи зі збільшенням дози введенного гормону і знижувалось у тварин III та IV груп. Причому, найбільш калоригенний ефект спостерігався у щурів II групи, а найменший — в IV групі. ЕАМ при ін'єкціях 0,6 мг/кг адреналіну і норадреналіну знижувалась у тварин всіх груп.

Таблиця 1

Зміни споживання кисню (мл/кг·хв) та ректальної температури (від вихідних рівней) у щурів І—ІV груп після введення катехоламінів (мг/кг) при температурі дослідження 10 °С

Досліджувані показники	Група	Норадреналін			Адреналін		
		0,6	0,3	0,1	0,6	0,3	0,1
Споживання кисню (мл/кг·хв)	I	+12±1 (<0,001)	+7±1 (<0,001)	+5±2 (<0,05)	+9±2 (<0,01)	+7±1 (<0,001)	+3±2 (>0,05)
	II	+22±2 (<0,001)	+13±2 (<0,001)	+5±2 (<0,05)	+16±2 (<0,001)	+14±2 (<0,001)	+5±3 (>0,05)
	III	-5±3 (>0,05)	-2±1 (>0,05)	-1±2 (>0,05)	-9±2 (<0,01)	-6±3 (>0,05)	-3±2 (>0,05)
	IV	-5±2 (<0,05)	-1±1 (>0,05)	-1±1 (>0,05)	-8±2 (<0,01)	-7±2 (<0,01)	-2±1 (>0,05)
Ректальна температура	I	+0,3±0,1 (<0,05)	-0,6±0,2 (<0,05)	-0,8±0,2 (<0,01)	-0,1±0,2 (>0,05)	-0,3±0,1 (<0,05)	-0,7±0,2 (<0,01)
	II	+0,7±0,1 (<0,001)	+0,2±0,2 (>0,05)	-0,1±0,2 (>0,05)	+0,4±0,2 (>0,05)	-0,1±0,3 (>0,05)	-0,3±0,2 (>0,05)
	III	-1,8±0,1 (<0,001)	-1,4±0,2 (<0,001)	-1,4±0,2 (<0,001)	-1,8±0,2 (<0,001)	-1,6±0,2 (<0,001)	-1,7±0,3 (<0,001)
	IV	-2,4±0,3 (<0,001)	-2,1±0,2 (<0,001)	-2,2±0,3 (<0,001)	-1,9±0,3 (<0,001)	-2,5±0,3 (<0,001)	-2,5±0,2 (<0,001)

Примітка. У дужках наведено значення *p*.

Таблиця 2

Зміни споживання кисню (мл/кг·хв) та ректальної температури (від вихідних рівней) у щурів І—ІV груп після введення катехоламінів (мг/кг) при температурі дослідження 28 °С

Досліджувані показники	Група	Норадреналін			Адреналін		
		0,6	0,3	0,1	0,6	0,3	0,1
Споживання кисню (мл/кг·хв)	I	+25±2 (<0,001)	+18±3 (<0,001)	+6±2 (<0,05)	+22±2 (<0,001)	+15±2 (<0,001)	+8±3 (<0,05)
	II	+26±2 (<0,001)	+27±2 (<0,001)	+10±1 (<0,001)	+29±3 (<0,001)	+27±2 (<0,001)	+9±2 (<0,05)
	III	+10±1 (<0,001)	+7±2 (<0,01)	+4±2 (>0,05)	+14±2 (<0,001)	+9±3 (<0,05)	+3±2 (>0,05)
	IV	+6±2 (<0,05)	+5±2 (<0,05)	+2±2 (>0,05)	+6±2 (<0,05)	+5±3 (>0,05)	+2±1 (>0,05)
Ректальна температура	I	+1,7±0,3 (<0,001)	+1,0±0,2 (<0,001)	+0,4±0,3 (>0,05)	+1,6±0,4 (<0,01)	+1,5±0,3 (<0,001)	+0,3±0,2 (>0,05)
	II	+1,8±0,2 (<0,001)	+1,4±0,2 (<0,001)	+0,6±0,2 (<0,05)	+1,7±0,3 (<0,001)	+1,8±0,2 (<0,001)	+0,6±0,2 (<0,05)
	III	+0,6±0,1 (<0,001)	+0,3±0,2 (>0,05)	+0,2±0,2 (>0,05)	+0,9±0,1 (<0,001)	+0,6±0,2 (<0,05)	+0,3±0,3 (<0,05)
	IV	+0,3±0,2 (>0,05)	+0,2±0,2 (>0,05)	+0,1±0,3 (>0,05)	+0,5±0,2 (<0,05)	+0,4±0,1 (<0,01)	+0,2±0,2 (>0,05)

При 28° С дія катехоламінів (табл. 2). Калоригенний ефект г найбільш значим був у щурів І групи і слабо виражений у ко факт, що термогенна дія гормон го шару надниркових залоз у тв пи більша, ніж у щурів І групи адаптувались до холоду. ЕАМ в новного обміну у щурів усіх гру стрована.

Ректальна температура в є тах з охолодженням і без охолод жди відповідала рівню загально

В дослідах без введення ка дія холоду викликала неоднако тварин різних груп (див. рису більш стійкими виявились щур які під час адаптації до холод одержували по 6 мг/кг трийодт ректальна температура практично валась, тоді як у тварин І групи жувалась на 0,8±0,2° С. Найбілы ня ректальної температури ві у щурів III та IV груп, що досяг відно, 1,6±0,2 і 2,4±0,2° С. Серє ники обміну за дослід найбільш були у тварин І та II групи (50±2 та 57±3 мл/кг·хв). Найбі вень ЕАМ виявлений у щурів III сягала, відповідно, 120±18 та 15 тегрована ЕАМ становила, відпов

Обговорення ре

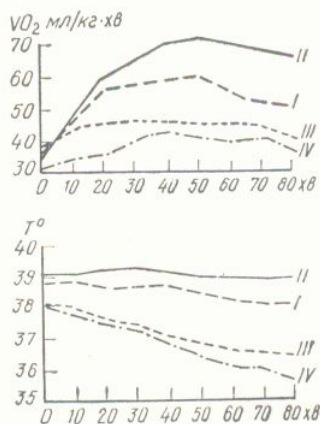
Результати наших дослідів сі монів у розвитку адаптації до хол ки про можливе регулювання пр шляхом хронічного введення тва гормонів щитовидної залози. Спр кі дози трийодтироніну на протяг кисню і ректальна температура п адаптованих тільки до холоду.

З літературних даних відомо щується активність щитовидної з на [13, 14] показана можливість п могенної дії адреналіну. Беручи д нами дані про збільшення калор одержували на протязі холодової припустити, що підвищення стійк ється в якійсь мірі позитивним вп термогенну дію адреналіну та нор на пояснити, чому у тварин, адап дреналін викликає більш зруше слід зауважити, що посилення мет

При 28° С дія катехоламінів була більш вираженою, ніж при 10° С (табл. 2). Калоригенний ефект при введенні адреналіну і норадреналіну найбільш значним був у щурів I та II груп, менш помітний у тварин III групи і слабо виражений у контрольних щурів. Привертає увагу той факт, що термогенна дія гормонів мозкового шару надниркових залоз у тварин II групи більша, ніж у щурів I групи, які тільки адаптувались до холоду. ЕАМ в умовах основного обміну у щурів усіх груп не зареєстрована.

Ректальна температура в експериментах з охолодженням і без охолодження завжди відповідала рівню загального обміну.

В дослідях без введення катехоламінів дія холоду викликала неоднакові реакції у тварин різних груп (див. рисунок). Найбільш стійкими виявились щури II групи, які під час адаптації до холоду щоденно одержували по 6 мкг/кг трийодтироніну. Їх ректальна температура практично не змінювалась, тоді як у тварин I групи вона знижувалась на $0,8 \pm 0,2^\circ \text{C}$. Найбільше зниження ректальної температури відзначалось у щурів III та IV груп, що досягало, відповідно, $1,6 \pm 0,2$ і $2,4 \pm 0,2^\circ \text{C}$. Середні показники обміну за дослід найбільш високими були у тварин I та II групи (відповідно, 50 ± 2 та 57 ± 3 мл/кг·хв). Найбільший рівень ЕАМ виявлений у щурів III та IV груп. В цьому випадку вона досягала, відповідно, 120 ± 18 та 156 ± 12 імп/хв. У тварин I та II груп інтегрована ЕАМ становила, відповідно, 72 ± 12 та 66 ± 12 імп/хв.



Споживання кисню (VO_2) та ректальна температура (T°) у щурів I—IV груп під час охолодження.

Римськими цифрами позначені групи тварин.

Обговорення результатів досліджень

Результати наших дослідів свідчать про важливість тиреоїдних гормонів у розвитку адаптації до холоду. Одержані дані приводять до думки про можливе регулювання процесів адаптації до низьких температур шляхом хронічного введення тваринам, що адаптуються, невеликих доз гормонів щитовидної залози. Справді, у щурів, які одержували невеликі дози трийодтироніну на протязі всього періоду адаптації, споживання кисню і ректальна температура під час дії холоду вищі, ніж у тварин, адаптованих тільки до холоду.

З літературних даних відомо, що після тривалої дії холоду підвищується активність щитовидної залози [10]. Водночас працями Свансона [13, 14] показана можливість підсилення тиреоїдними гормонами термогенної дії адреналіну. Беручи до уваги все сказане, а також одержані нами дані про збільшення калоригенної дії катехоламінів у щурів, що одержували на протязі холодової акліматизації трийодтиронін, можна припустити, що підвищення стійкості до холоду у таких щурів пояснюється в якійсь мірі позитивним впливом гормонів щитовидної залози на термогенну дію адреналіну та норадреналіну. З цієї ж точки зору можна пояснити, чому у тварин, адаптованих до низьких температур, норадреналін викликає більші зрушення в рівні споживання кисню. Але слід зауважити, що посилення метаболічної дії норадреналіну після хо-

лодової адаптації пояснюється не тільки збільшенням продукції тиреоїдних гормонів, але й специфічною дією норадреналіну на жировий обмін, окислювальне фосфорилювання [4, 6], тощо.

Щодо ЕАМ у тварин, адаптованих до холоду, то наші дані збігаються з результатами, одержаними іншими авторами [8], і пояснюються, мабуть, теплотворною дією бурого міжкапсулярного жиру на термочутливі сегменти шийного відділу спинного мозку [12].

Висновки

1. Введення невеликих доз гормону щитовидної залози на протязі адаптації до холоду сприяє її розвитку, підсилюючи калоригенну дію катехоламінів.

2. Тривала холодова експозиція підвищує термогенну дію адреналіну та норадреналіну і зменшує рівень терморегуляторної електричної активності м'язів.

Література

1. Бару И. М.— В сб.: Труды Всес. научн. конфер. «Биогенные амины», М., 1967, 79.
2. Лейтес С. М.— В кн.: Механизмы действия гормонов, К., 1959.
3. Лейтес С. М., Лаптева Н. Н.— Очерки по патофизиол. обмена веществ и эндокрин. сист., М., «Медицина», 1967.
4. Мохова Е. Н., Зоров Д. Б.— В сб.: Терморегуляция. Адаптация к холоду, Новосибирск, 1970, 217.
5. Орбели Л. А., Тонких А. В.— Физиол. журн. СССР, 1938, 24, 243.
6. Скулачев В. П.— Трансформация энергии в биомембранах, «Наука», 1972.
7. Трубицына Г. А.— В сб.: Терморегуляция. Адаптация к холоду, Новосибирск, 1970, 116.
8. Тумакова Н. М., Хаскин В. В.— В кн.: Теплообразов. и терморегул. в норме и при патол. сост., К., 1971, 190.
9. Hsieh A.— J. Physiol. (England), 1962, 161, 175.
10. Rand C., Riggs D., Talbot M.— Endocrinology, 1952, 51, 652.
11. Sellers E., Von S., Thomas N.— Am. J. Physiol., 1951, 167, 644.
12. Simon E.— Arch. sci. physiol., 1967, 21, 215.
13. Swanson H.— Endocrinology, 1956, 59, 217.
14. Swanson H.— Endocrinology, 1957, 60, 205.

Надійшла до редакції
17.VIII 1972 р.

EFFECT OF THE TRIIODOTHYRONIN ON DEVELOPMENT OF COLD ADAPTATION AND CALORIGENIC ACTION OF CATECHOLAMINES

S. A. Pevny, V. I. Sobolev

Department of Human and Animal Physiology, State University, Donetsk

Summary

Experiments on rats showed that adaptation to cold grows and quickens if, in the process of acclimatization, thyroid hormone is introduced into the animals in small doses. In such rats the calorigenic action of adrenaline and noradrenaline is more expressed than in those adapted to cold, but given no hormone. This effect cannot be explained by the influence of the thyroid hormone only, since in rats which received triiodothyronin but are not adapted to cold the thermogenic action of catecholamines is absent. Repeated daily injections of small quantities of triiodothyronin raise the level of heat production, promoting a better resistance to short periods of cold by the animals.

ПОРІВН ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖ

Кафедра фізіол

Проблемі адаптації гомойотур навколишнього середовища. В літературі висловлюють різні точки зору на вплив холоду. Вважають, що для досягнення адаптації до холоду можна використовувати різні методи охолодження [21]. При цьому адаптація до холоду можна вивчати за допомогою різних методів охолодження [31].

Сильні холодові подразники викликають виразні відповіді і довершені відновні реакції [9] і ється положення про те, що адаптивні механізми організму тривалі [7].

Зіставлення наведених висновків не в зв'язку з різним трактуванням холодового подразника, який впливає на інтенсивність температури навколишнього середовища. оцінки інтенсивності охолодження організму — фізіологічних і біохімічних параметрів крові глюкози, необхідної в енергетиці контрактильного терморегуляції, дозволяє судити про стан відповідності функціонування захисно-адаптивних механізмів організму до відновлення постійності його рухливу рівновагу із зниженою температурою. Показником активності може служити також рівень активності симпатико-адреналової системи, якій, згідно з даними, роль у механізмах терморегуляції (реакції організму при дії низьких температур), а також у адаптації організму і в розвитку адаптації до холоду.

Задачею нашого дослідження є вивчення змін температури тіла, вмісту і активності симпатико-адреналової системи при різних частих холодових впливах різної