

ДЕЙСТВИЕ СЕРТОНИНА НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
 «ЯДРА» И «ОБОЛОЧКИ» ОРГАНИЗМА КРОЛИКОВ  
 В ПРЕДЕЛАХ ТЕРМОНЕЙТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ

Р. А. АРУТЮНЯН, С. К. КАРАПЕТЯН

Показано, что в пределах термонеutralной зоны (25—26°) температура печени кроликов на 0,34—0,68° выше таковой гипоталамуса, прямой кишки, брюшной полости, а температура заднего гипоталамуса на 0,25°—переднего гипоталамуса.

Внутривенное введение серотонина в дозе 1,2—1,5 мг/кг повышает температуру гипоталамуса, печени, брюшной полости, прямой кишки и шейных мышц на 0,41—0,99°.

Изучение температурных изменений жизненно важных органов «ядра» и «оболочки» животного организма под влиянием различных биологически активных веществ, в том числе серотонина, представляет научно-теоретический интерес. Существующие единичные, иногда противоречивые, данные показывают, что серотонин обладает непостоянным фармакологическим действием, его эффекты зависят от дозы и путей введения в организм, вида животного, быстроты разрушения моноаминоксидазой и скорости проникновения через гемато-энцефалический барьер, а также от температуры организма и среды.

В опытах ряда авторов [1—3] интравентрикулярное введение серотонина увеличивало теплопродукцию и повышало температуру тела у кошек и обезьян на 2—3°, а у крыс, наряду с норадреналином, гамма-аминомасляной кислотой и ареколином, снижало ректальную и мозговую температуру организма [4]. Опыты Блая и др. [5, 6] показали, что под воздействием серотонина и ацетилхолина как холодочувствительные, так и теплочувствительные нейроны переднего гипоталамуса возбуждаются, а под воздействием норадреналина—тормозятся. При температуре среды 10° введение серотонина у коз и нестриженных овец снижало частоту дыхания, активность дрожи и ректальную температуру в пределах 0,3—0,6°. У кроликов в аналогичных условиях частота дыхания повышалась, а температура прямой кишки снижалась на 1,4°. При температуре среды 20—30° у овец, коз и кроликов серотонин повышал частоту дыхания, снижал мышечную активность и температуру прямой кишки в пределах 0,3—1,0°. Неоднородные данные авторы получили также при действии норадреналина, ацетилхолина, карбохолина, эзерина и других аминов на терморегулирующие показатели организма в различных температурных условиях среды.

Другие опыты [7, 8] показали, что интрагипоталамическое введение серотонина в дозах 2—10 мкг вызывает у кошек дрожь, вазоконстрикцию ушных сосудов и повышение температуры тела на 0,5—1,2°. Адреналин или норадреналин в дозе 5 мкг вызывают обратный эффект—снимают дрожь и снижают температуру тела в пределах 0,6—1,6°. На основании этих опытов была выдвинута концепция о катехоламиновой регуляции теплообмена организма, согласно которой температура тела в норме регулируется изменением баланса катехоламинов и серотонина в гипоталамусе.

Действие серотонина и ацетилхолина на терморегулирующие показатели у быков при температуре среды от  $-1$  до  $30^{\circ}$  изучали Финдлей и Томпсон [9]. Оказалось, что если серотонин в дозе 2—5 мг при температуре среды  $-1^{\circ}$  не вызывает эффекта, то при  $15-30^{\circ}$  он повышает кожную температуру, снижает ректальную и гипоталамическую температуру тела. О гипотермическом эффекте серотонина свидетельствуют данные Калининой и Репина, Якименко и Поповой [10, 11].

Неоднородные данные получены у одних и тех же животных под воздействием серотонина в опытах Андерсона и др. [12] при введении его в третий желудочек мозга в дозе 2,5—12,5 мг/кг: у одной козы наблюдалась дрожь и повышалась температура организма, а у двух других—вазодилатация, потоотделение и снижение температуры прямой кишки, мозга и крови. Через два часа эти показатели восстанавливались.

Показано также [13], что интрагипоталамическое введение серотонина в дозе 45 мкг повышает температуру прямой кишки, а интравендукулярное введение 200 мкг серотонина снижает ее.

Нами установлено [14], что внутривенное введение низких доз (1,15 мг/кг) серотонина задерживает появление сосудистой терморегуляторной реакции в среднем на 17 мин и повышает (до  $0,66^{\circ}$ ) порог центральной температурной чувствительности организма (печени, сонной артерии и прямой кишки) для вызова этой реакции. Внутривенное введение высоких доз (в среднем 1,28 мг/кг), а также его интрагипоталамическое введение в дозе 204 мкг/кг вызывает обратный эффект—появление сосудистой терморегуляторной реакции ускоряется на 25 мин, а порог центральной температурной чувствительности снижается до  $0,62^{\circ}$ .

Существующая разноречивость данных о влиянии серотонина на различные показатели теплообмена побудила нас провести настоящее исследование.

*Материал и методика.* Методом многочасовой высокочувствительной термометрии у здорового ненаркотизированного кролика определялось одновременное изменение температуры «ядра» организма в области медиальной преоптической области переднего гипоталамуса и дорзомедиальной области заднего гипоталамуса, печени, брюшной полости, шейных мышц и прямой кишки с точностью  $0,02^{\circ}$ , температура «оболочки» организма в области сосудов ушных раковин, на коже спинки носа, а также термокамеры с точностью до  $0,1^{\circ}$ . Кроме того, определялись частота дыхания и теплосодержание в организме.

Для определения температуры «ядра» предварительно, за 6—7 дней до опытов, под нембуталовым наркозом (40 мг/кг внутривенно) «рабочие» спай медно-константановых термодпар (с диаметром каждой проволоки 0,1 мм) хронически вживлялись в брюшную полость, печень, передний и задний гипоталамус. В передний гипоталамус термодпара вживлялась по координатам  $A_3, L_{1,5}, H_{14,0}$ , а в задний гипоталамус—  $P_{1,0}, L_{1,0}, H_{16,0}$ , согласно атласу Сойера [15].

Концы от гипоталамических термодпар помещались в специальную коробочку, зафиксированную на череде протокрилом, а концы термодпар печени и брюшной полости с помощью специальной иглы под кожей выводились на спину животного и укладывались на коробочку, прикрепленную к мышцам спины.

Для регистрации мышечной температуры термодпара с помощью инъекционной иглы, перед каждым опытом, вводилась в мышцы шеи на глубину 2—2 см, температура прямой кишки регистрировалась на глубине 6—7 см.

«Рабочие» спай термодпар, измеряющие температуру «оболочки», прикреплялись к животному перед опытами с помощью липкого пластыря и коллодия. «Рабочие» спай тщательно изолировались клеолом (оргстекло, растворенное в хлороформе), после высыхания которого дополнительно изолировались цапоновым лаком. Что касается «рабочего» спай термодпар, измеряющего гипоталамическую температуру, то его константановая проволока помещалась в стеклянный капилляр, а медная проволока клеолом прикреплялась к капилляру. Спай оставался свободным и тщательно изолировался цапоновым лаком. Общий диаметр термодпар при этом составлял 0,20 и 0,25 мм.

«Свободные» спай всех термодпар помещались в ультратермостат типа У-10 и У-15, где сохранялась эталонная температура.

Запись температуры всех точек производилась 12-канальным самопишущим электронным потенциометром типа ЭПП-09МЗ.

Частота дыхания регистрировалась с помощью нипельного датчика, заполненного угольным порошком, сигналы от которого поступали на вход усилителя постоянного тока типа И-37. На выходе последнего стоял самописец типа И-37 и регистрировал процесс дыхания, выводя соответствующую кривую.

Теплосодержание ( $Q$  в кал) в организме определялось по формуле  $Q = C \cdot M / (T_2 - T_1)$ , где  $C$ —удельная теплоемкость живых тканей, равная в среднем 0,83,  $M$ —масса кролика,  $T_2$ —температура печени,  $T_1$ —ректальная температура.

Каждый опыт состоял из двух частей. В первой части в течение 60—80 мин проводилось контрольное термограммирование выбранных нами точек организма, после чего внутривенно вводился серотонин (Serotonin kreatin sulfat) в дозе 1,2—1,5 мг/кг в 1 мл физиологического раствора. Во второй части опыта в течение 120 мин регистрировалось изменение температуры «ядра» и «оболочки» организма под воздействием серотонина. Все опыты проводились в термокамере в условиях температуры среды 25—26°. Под опытом находилось 6 кроликов со средним весом 3200 г, заранее приученных к условиям опыта. Во время опыта они находились в специальном станке, ограничивающем свободу движений животного, но позволяющем сохранять естественную позу.

*Результаты и обсуждение. Действие серотонина на температурные изменения «ядра» организма.* Опыты показали, что в пределах термонейтральной зоны температура медиальной преоптической области переднего гипоталамуса составляла в среднем 38,43°, а дорзомедиальной области заднего гипоталамуса— в среднем 38,68°, что на 0,25° выше температуры переднего гипоталамуса. Температура прямой кишки и брюшной полости в этих условиях соответственно составляла в среднем 38,77° и 38,64°, а шейных мышц— в среднем 38,33°. Что касается средней температуры печени, то она в норме составляла 39,11°, что выше температуры гипоталамуса, прямой кишки, брюшной полости и шей-

Таблица I

Изменение температуры «ядра» и «оболочки» организма и некоторые другие показатели теплообмена у кроликов после внутривенного введения серотонина в термонейтральной зоне

| Характер опыта   | Температура переднего гипоталамуса | Температура заднего гипоталамуса | Температура печени | Температура брюшной полости | Температура прямой кишки | Температура шейных мышц | Температура левого уха | Температура правого уха | Температура кожи спинки носа | Температура держание, кат/мин |      |
|--|------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|------|
| Контроль   | $38,43 \pm 0,14$                   | $38,68 \pm 0,10$                 | $39,11 \pm 0,10$   | $38,64 \pm 0,12$            | $38,77 \pm 0,06$         | $38,33 \pm 0,09$        | $33,0 \pm 0,9$         | $33,2 \pm 0,6$          | $31,4 \pm 0,6$               | 14,0                          |      |
| После внутривенного введения серотонина ( $1,2 = 1,5$ мг/кг) | 20'                                | 38,26                            | 38,56              | 39,31                       | 38,90                    | 38,75                   | 38,31                  | 32,1                    | 32,1                         | 31,8                          | 23,1 |
|  | 40'                                | 38,39                            | 38,72              | 39,30                       | 38,96                    | 38,77                   | 38,37                  | 31,4                    | 32,1                         | 31,2                          | 22,0 |
|  | 60'                                | 38,56                            | 38,84              | 39,38                       | 39,04                    | 38,84                   | 38,50                  | 31,2                    | 31,7                         | 31,0                          | 22,3 |
|  | 80'                                | 38,85                            | 39,04              | 39,53                       | 39,20                    | 38,99                   | 38,72                  | 31,2                    | 31,2                         | 31,0                          | 22,3 |
|  | 100'                               | 39,06                            | 39,22              | 40,0                        | 39,44                    | 39,20                   | 38,98                  | 32,4                    | 32,3                         | 29,7                          | 33,0 |
|  | 120'                               | $39,13 \pm 0,14$                 | $39,30 \pm 0,14$   | $40,1 \pm 0,04$             | $39,54 \pm 0,21$         | $39,28 \pm 0,13$        | $39,13 \pm 0,23$       | $33,1 \pm 0,8$          | $33,1 \pm 0,9$               | $29,6 \pm 1,3$                | 33,9 |
| Достоверность (P)  | <0,01                              | <0,01                            | <0,001             | <0,2                        | <0,01                    | <0,001                  | —                      | —                       | <0,2                         | —                             |      |

ных мышц на  $0,34-0,78^{\circ}$  (табл. 1). Данные табл. 1 показывают, что после внутривенного введения серотонина в дозе  $1,2-1,5$  мг/кг в первые 20 мин в различных органах «ядра» организма температура изменилась в разных направлениях и в неодинаковой степени. Если температура прямой кишки и шейных мышц снижалась всего на  $0,02^{\circ}$ , то температура переднего и заднего гипоталамуса—в пределах  $0,12-0,17^{\circ}$ . Температура брюшной полости и печени в аналогичных условиях, наоборот, повышалась в пределах  $0,20-0,26^{\circ}$ .

Через 40 мин во всех органах «ядра» температура постоянно начинала повышаться, причем скорость этого повышения постепенно нарастала и достигала максимума через полтора часа, после чего она несколько снижалась. Из рис. 1 видно, что температура переднего и заднего гипоталамуса на 40-й мин после введения серотонина повышалась на  $0,13-0,16^{\circ}$ , а брюшной полости, шейных мышц и прямой кишки—на  $0,02-0,06^{\circ}$ . В это же время температура заднего гипоталамуса, брюшной полости, печени и шейных мышц превышала норму на  $0,04-0,32^{\circ}$ . Что касается температуры переднего гипоталамуса, то она оказалась ниже нормы на  $0,04^{\circ}$ . Через час температура переднего и заднего гипоталамуса повышалась на  $0,13-0,16^{\circ}$ , соответственно составляя  $38,56$  и  $38,84^{\circ}$ ; шейных мышц, прямой кишки, печени и брюшной полости—на  $0,07-0,4^{\circ}$ , составляя  $38,5-39,38^{\circ}$ .

Через 80 мин после введения серотонина температура мозга превышала норму на  $0,36-0,42^{\circ}$ , составляя  $38,85$  в переднем и  $39,04^{\circ}$  в заднем гипоталамусе, а прямой кишки, брюшной полости, печени и шейных мышц на  $0,22-0,56^{\circ}$  и составляла соответственно  $38,99$ ,  $39,20$ ,  $39,53$  и  $38,72^{\circ}$ .

Данные, приведенные на рис. 1, показывают, что скорость повышения температуры «ядра» организма через полтора часа после внутривенного введения серотонина достигает максимума. К этому времени температура печени повышалась со скоростью  $0,023^{\circ}/\text{мин}$ , а переднего и заднего гипоталамуса, брюшной полости, шейных мышц и прямой кишки— $0,01-0,013^{\circ}/\text{мин}$ .

В дальнейшем, хотя скорость повышения температуры «ядра» снижается, общий уровень центральной температуры остается значительно выше нормы. По данным табл. 1, на 120-й мин после введения серотонина температура гипоталамуса, печени, брюшной полости и шейных мышц превышала нормальный уровень на  $0,70-1,0^{\circ}$ , а прямой кишки—на  $0,51^{\circ}$ .

*Действие серотонина на температурные изменения «оболочки» организма.* Определение температурных изменений сосудов ушных раковин и кожи спинки носа нами было проведено исходя из определенных соображений. Дело в том, что ушные раковины, благодаря их огромной васкуляризации, а спинка носа, благодаря наличию в ней потовых желез, являются особыми теплообменниками организма. Температурные изменения здесь значительно точнее коррелируют с изменением температуры «ядра» организма.

Данные табл. 1 показывают, что температура сосудов кожи обеих ушных раковин в среднем составляла  $33,0-33,2^{\circ}$ , а температура спинки носа— $31,4^{\circ}$ . В то же время наблюдалась отрицательная корреляция между температурными изменениями «ядра» и «оболочки» орга-

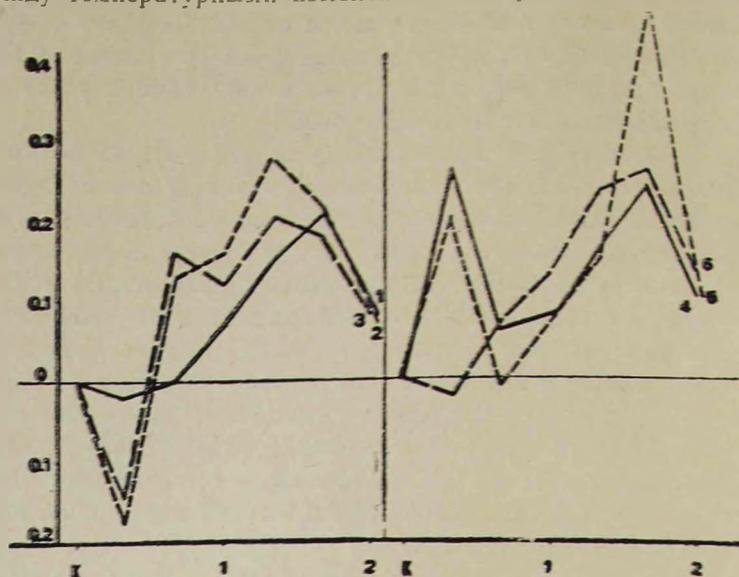


Рис. 1. Скорость повышения температуры «ядра» организма. 1. Температура прямой кишки; 2. переднего гипоталамуса; 3. заднего гипоталамуса; 4. брюшной полости; 5. печени; 6. шейных мышц. На оси абсцисс— время (час.) после внутривенного введения серотонина; на оси ординат— уровень повышения температуры организма.

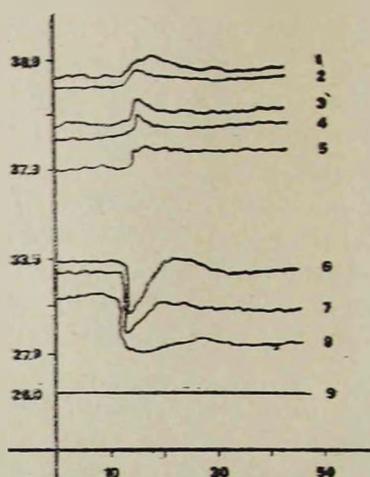


Рис. 2. Изменения корреляции между температурными показателями «ядра» и «оболочки» организма. 1. Температура печени; 2. брюшной полости; 3. заднего гипоталамуса; 4. переднего гипоталамуса; 5. прямой кишки; 6. кожи спинки носа; 7. сосудов кожи правого уха; 8. сосудов кожи левого уха; 9. камеры. По оси абсцисс— время (мин), по оси ординат— температура «ядра» и «оболочки».

низма. Из рис. 2 видно, что при снижении температуры сосудов кожи ушных раковин и спинки носа температура переднего и заднего гипоталамуса, а также печени, брюшной полости и прямой кишки повышалась. Коэффициент корреляции для переднего и заднего гипоталамуса составлял 0,5—0,9, а для печени, брюшной полости и прямой кишки—0,2—0,7 (табл. 2).

Таблица 2  
Коэффициент корреляции (r) между температурой  
«ядра» и «оболочки» организма

| Органы «ядра»        | Органы «оболочки»                 |                       |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                      | сосуды ко-<br>жи ушных<br>раковин | кожа спин-<br>ки носа |
| Печень               | -0,2                              | -0,6                  |
| Передний гипоталамус | -0,56                             | -0,6                  |
| Задний гипоталамус   | -0,51                             | -0,95                 |
| Брюшная полость      | -0,2                              | -0,64                 |
| Прямая кишка         | -0,47                             | -0,75                 |
| Шейные мышцы         | -0,61                             | -0,64                 |

Что касается изменения температурных показателей «оболочки» организма после внутривенного введения серотонина, то из данных табл. 1 видно, что через 40 мин температура сосудов кожи ушных раковин снижается в среднем на 2,0° и на таком низком уровне сохраняется почти полтора часа, после чего повышается и через два часа достигает исходного уровня.

Температура спинки носа в течение полутора часов не подвергалась заметному изменению, после чего снижалась в пределах 0,8° (в среднем).

Внутривенное введение серотонина действует также на частоту дыхания. Если до его введения она составляла в среднем 84, то в первые полтора часа после введения серотонина снижалась до 50—60, а затем вновь повышалась и к двум часам достигала исходной величины.

Что касается изменения теплосодержания под воздействием серотонина, то оказалось, что он резко повышает этот показатель (табл. 1).

Полученные результаты показали, что через 20 мин после внутривенного введения серотонина температура «ядра» организма повышается с различной скоростью: быстрее всего в гипоталамусе, а в брюшной полости, скелетной мускулатуре и прямой кишке значительно медленнее. Высокая температура «ядра» организма сохраняется в течение 2-х час., после чего скорость ее повышения частично снижается.

Повышение температуры «ядра» организма объясняется, с одной стороны, снижением температуры «оболочки», которая под влиянием серотонина в течение полутора часов снижается в среднем на 2,0°, а с

другой—увеличением теплосодержания в организме, которое в пределах термонеutralной зоны под воздействием серотонина может повышаться более чем в два раза (от 14,0 до 33,9 кал/мин). Кроме того, оно связано со снижением частоты дыхания, т. е. с теплоотдачей через органы дыхания. Частота дыхания после внутривенного введения серотонина в пределах термонеutralной зоны может снижаться более чем в 1,5 раза.

Изменение температуры «ядра» организма отрицательно коррелирует с изменением температуры его «оболочки». Эта корреляция более наглядна между температурой мозга и сосудов ушных раковин и кожи спинки носа ( $r=0,5-0,95$ ), чем между температурой органов брюшной полости и сосудов ушных раковин и спинки носа ( $r=0,2-0,75$ ). На наш взгляд, это различие связано с различием в теплоизоляции тела кролика, так как теплоизоляция головного мозга значительно ниже, чем таковая органов брюшной полости благодаря наличию толстого шерстного покрова.

Значительно более высокую температуру ( $0,25^\circ$ ) дорзомедиальной области заднего гипоталамуса, по сравнению с температурой медиальной преоптической области переднего гипоталамуса, следует объяснить большей активностью нейронов заднего гипоталамуса и высоким уровнем их теплопродукции. Это предположение согласуется с данными ряда авторов [16--18]. В опытах Баклаваджяна и Адамян [16] реактивность нейронов заднего гипоталамуса на раздражение блуждающего и седалищного нервов была значительно выше, чем таковая переднего гипоталамуса (соответственно 66--77% и 44--62%).

В опытах одних авторов [18] задний гипоталамус оказался значительно теплочувствительнее переднего, а у других [17] выявлена обратная закономерность. Высокая температура печени, по сравнению с температурой других органов «ядра», объясняется высокой теплопродукцией ее и интенсивными обменными процессами. Согласно литературным данным [19], в период основного обмена она может продуцировать до 32% тепла от общей теплопродукции организма.

Таким образом, в пределах термонеutralной зоны температура печени кроликов на  $0,34-0,68^\circ$  выше температуры гипоталамуса, прямой кишки и брюшной полости, а температура заднего гипоталамуса выше таковой переднего гипоталамуса всего на  $0,25^\circ$ . Внутривенное введение серотонина в дозе 1,2--1,5 мг/кг, при температуре среды  $25-26^\circ$ , повышает температуру гипоталамуса, печени, брюшной полости и шейных мышц на  $0,41-0,99^\circ$ . Температура сосудов ушных раковин и частота дыхания снижается, а теплосодержание повышается.

ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՉԵՐՄԱՉԵԶՈՔ ԳՈՏՈՒՄ ՍԵՐՈՏՈՆԻՆԻ  
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՃԱԳԱՐՆԵՐԻ ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ «ԿՈՐԻՉԻ»  
ԵՎ «ԹԱՂԱՆԹԻ» ՉԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ռ. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ս. Կ. ԿԱՐԱԳԵՏՅԱՆ

Ապացուցված է, որ միջավայրի ջերմաչեզոք ( $25-26^{\circ}$ ) գոտու պայմաններում ճագարների լյարդի ջերմությունը  $0,34$ -ից մինչև  $0,68^{\circ}$  բարձր է ենթաթափմբի, որովայնի խոռոչի և ուղիղ աղու ջերմությունից, իսկ հետին ենթաթափմբի ջերմությունը  $0,25^{\circ}$  բարձր է առաջնային ենթաթափմբի ջերմությունից:

Սերոտոնինի  $1,2-1,5$  մգ/կգ դոզայի ներերակային ներարկումը բարձրացնում է ենթաթափմբի, լյարդի, որովայնի խոռոչի, ուղիղ աղու և պարանոցի մկանների ջերմությունը  $0,41-0,99^{\circ}$ :

EFFECTS OF SEROTONIN ON TEMPERATURE ALTERATIONS,  
WITHIN TERMONEUTRAL ZONE, IN RABBITS

R. A. HARUTUNIAN, S. K. KARAPETIAN

It is shown, that within termoneutral zone ( $25-26^{\circ}$ ) the liver temperature of rabbits is  $0,34-0,68^{\circ}$  higher than the temperature of hypothalamus, rectum and abdominal cavity, and the temperature of posterior hypothalamus is  $0,25^{\circ}$  higher than that of anterior hypothalamus.

Intravenous injections of serotonin ( $1,2-1,5$  mg/kg) increases the temperature of hypothalamus, liver, abdominal cavity, rectum and curvica muscles within the limits of  $0,41-0,99^{\circ}$ .

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода. 331, М., 1957.
2. Aschoff J., Wewer R. Naturwissensch, 45, 20, 1958.
3. Rolph M. J. J. Physiol., 240, 295, 1974.
4. Гурин В. Н. и др. XII съезд Всесоюз. физиол. об-ва им. Павлова, 2, 171, Тбилиси, 1975.
5. Bligh J. J. Physiol, 185, 46 p., 1966.
6. Bligh J. et al. J. Physiol. (In Brit.), 212, 2, 377, 1971.
7. Feldberg W., Myers R. D. J. Physiol., 173, 226, 1964.
8. Feldberg W., Myers R. D. J. Physiol., 177, 235, 1965.
9. Findlay J. D., Thompson G. E. J. Physiol., 194, 3, 809, 1969.
10. Калинина Н. А., Репин И. С. Физиол. журн. СССР, 54, 11, 1376, 1968.
11. Якименко М. А., Пслова Н. К. Бюлл. exper. биол. и мед., 2, 230, 1976.
12. Anderson B. et al. Acta physiol. Scand., 67, 50, 1966.
13. Cooper K. E. et al. J. Physiol., 181, 4, 852, 1965.
14. Арутюнян Р. А. Журн. клин. и exper. медицины, 3, 1978.
15. Sawyer C. H. et al. J. Comp. Neurol., 101, 3, 801, 1954.
16. Баклаваджян О. Г., Адамян Ф. А. Физиол. журн. СССР, 63, 1, 37, 1977.
17. Худайбердиев М. Д. V конф. респ. Средней Азии и Казахстана (тез. докл.), 91, Ашхабад, 1972.
18. Слоним А. Д. Физиология терморегуляции и термической адаптации у с/х животных. 145, М.—Л., 1966.