

УДК 612.53

ФИЗИОЛОГИЯ

Р. А. Арутюнян, Л. А. Саакова, Д. С. Саркисян, Дж. К. Хачатрян, К. Р. Арутюнян

Влияние серотонина на теплосодержание, теплоотдачу и температурный гомеостаз организма

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. В. Фанарджяном 28/III 1989)

Имеющиеся литературные данные о влиянии серотонина на различные физиологические функции организма свидетельствуют о непостоянстве его фармакологического действия и зависимость его эффектов от таких факторов, как доза и пути введения серотонина в организм, скорость его проникновения через гемато-энцефалический барьер, вид животного, температура среды и т. д. (1-5). В свете сказанного было интересно изучить изменение теплосодержания и теплоотдачи в организме, а также его центральной и периферической температуры в хронических опытах при системном введении в организм серотонина. Изучение этого вопроса имеет не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку спектр действия серотонина на животный организм весьма широк. Он действует на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую и половую систему, на «становление пола» и половое поведение, на стрессовое состояние и выделение кортикостероидов, на углеводный обмен и секрецию инсулина, на функцию щитовидной железы и др.

Методом многочасового и высокочувствительного термограммирования регистрировали динамику изменения температуры ободочной кишки, шейных мышц и центральных артериальных сосудов ушных раковин, при внутривенном введении серотонина-креатина сернокислого в средней дозе 1,7 мг/кг в объеме 0,35 мл/кг физиологического раствора. Было поставлено 24 опыта на 9 кроликах. Температуру ободочной кишки регистрировали на глубине 6—7 см, а «рабочие» спаймедно-константановых термопар, регистрирующих мышечную температуру, с помощью инъекционной иглы вводили в мышцы шеи перед каждым опытом на глубину 2—2,5 см. «Рабочие» спай термопар, измеряющие температуру сосудов ушных раковин, прикрепляли к животному перед каждым опытом с помощью липкого пластыря и коллодия. Запись температуры исследуемых точек производили 12-канальным самопишущим потенциометром типа ЭИП09—МЗ, который был подключен к выходу фотоэлектрического усилителя типа Ф—116/2, с чувствительностью измерения температуры 0,013° для кишечной и мышечной температуры и 0,13° для кожной и камеральной температуры.

Теплоотдачу излучением определяли по формуле $Q = A \cdot \epsilon \cdot E \times \times (T_{\text{ж}}^4 - T_{\text{н}}^4)$, а теплосодержание $-Q = m \cdot c \cdot t \cdot (\Delta t)$. Порядок ведения опы-

та был следующим: в течение 30 мин производили контрольную синхронную регистрацию температуры ободочной кишки, шейных мышц, сосудов ушных раковин и определяли количество теплосодержания в организме и теплоотдачи излучением. Затем внутривенно вводили серотонин-креатин серникоислый в вышеуказанной дозе и объеме. Далее в течение 75 мин продолжали непрерывное синхронное термограммирование указанных органов «ядра» и «оболочки» организма, а также определение теплосодержания и теплоотдачи излучением. Во время каждого опыта животное находилось в специальном станке, ограничивающем свободу движений, но позволяющем сохранить естественную позу.

Полученными результатами установлено, что внутривенное введение серотонина вызывает достоверный ($P < 0,05$) гипотермический эффект: температура ободочной кишки и шейных мышц в течение 75 мин снижалась в пределах $0,3-0,45^\circ$, температура артериальных сосудов — в среднем на $5,59^\circ$ ($P > 0,05$). Что касается теплосодержания и теплоотдачи излучением, то первое, после внутривенного введения серотонина, повышалось более чем в три раза или с 63 ± 11 до 220 ± 39 кал/кг ($P < 0,01$), а теплоотдача, наоборот, снижалась с 228 ± 39 до 156 ± 34 кал/мин или на 32% (таблица).

Изменение теплосодержания, теплоотдачи и температуры «ядра» и «оболочки» организма кроликов после внутривенного введения серотонина

Показатель	Характер опыта		Значение P^*
	Контроль	Серотонин	
Теплосодержание, кал/кг	63 ± 11	220 ± 39	$> 0,01$
Теплоотдача излучением, кал/мин	228 ± 39	156 ± 34	$< 0,1$
Температура ободочной кишки	$38,75 \pm 0,09$	$-0,31$	$< 0,01$
Температура шейных мышц	$35,90 \pm 0,14$	$-0,45$	$< 0,02$
Температура сосудов ушных раковин	$34,97 \pm 0,65$	$-5,59$	$> 0,05$

Дополнительные эксперименты с внутривенным введением физиологического раствора в объеме $0,35$ мл/кг особых изменений в температурном гомеостазе не выявили.

Обсуждение механизма снижения температуры сосудов «оболочки» организма и теплоотдачи излучением показывает, что снижение температуры сосудов кожи ушных раковин и теплоотдачи при системном введении серотонина, с одной стороны, обусловлено непосредственным возбуждением альфа-адренорецепторов периферических кровеносных сосудов, наступлением реакции вазоконстрикции и уменьшением количества циркулирующей крови по периферическим сосудам. С другой стороны, надо полагать, что как вазоконстрикторный эффект, так и уменьшение теплоотдачи при введении серотонина, возможно, обусловлены возбуждением периферических D-серотонинореактивных структур, часть которых по своей функции не отличается от сосудистых альфа-адренорецепторов (6). Коусова (7) указывает, что в нервной системе существует два типа серотониновых рецепторов, отличающихся сродством к серотонину и рядом серотониновых агонистов. По ее данным, возбуждение серотониновых рецепторов второго типа вызывает вазоконстрикторный эффект. Исходя из этого и учитывая тот факт, что внутривенно введенный серотонин в дозе, превышающей $1,25$ мг/кг,

проникает через гемато-энцефалический барьер и действует на центральные серотониновые структуры (⁸), можно предположить, что снижение теплоотдачи и температуры периферических сосудов обусловлено также возбуждением серотониновых тормозных нейронов второго типа, импульсы от которых через нисходящие симпатизирующие пути, поступая к сосудистым альфа-адренорецепторам, вызывают вазоконстрикцию и снижают теплоотдачу.

Что касается механизма снижения температуры «ядра» организма при внутривенном введении серотонина, известно, что серотонин, в зависимости от дозы и путей введения, то ингибирует, то активизирует симпатическую систему организма, а его действие осуществляется через освобождение или торможение выделения норадреналина из симпатических окончаний и надпочечников (⁹). Исходя из этого следует сказать, что снижение температуры «ядра» организма при системном введении серотонина является результатом снижения активности симпатической системы и уменьшения общего метаболизма и теплопродукции в организме. Сказанное подтверждается значительно большей степенью (в среднем в 1,5 раза) снижения температуры в шейных мышцах, тепловая эффективность которых в общей теплообразовательной функции скелетной мускулатуры гораздо выше, чем в других мышцах (¹⁰⁻¹²).

Есть предположение, что теплосодержание тела поддерживает гомеостаз организма. Наши данные показывают, что внутривенное введение серотонина, хотя и повышало теплосодержание более чем в 3 раза, однако это количество оказалось не пороговым для поддержания нормотермии организма, что привело к снижению температуры его внутренней среды в среднем на 0,3°. Если учитывать, что теплосемкость живых тканей равняется в среднем 0,86 кал/г. °С, то наши расчеты показывают, что для поддержания нормотермии организма подопытных кроликов, средняя масса которых была 3378 г, пороговое теплосодержание составляет 258 кал/кг или на 15% больше по сравнению с нашими фактическими данными.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что внутривенное введение серотонина приводит к снижению теплоотдачи, температуры «ядра» и «оболочки» организма и повышает теплосодержание.

Институт физиологии им. Л. А. Орбели
Академии наук Армянской ССР

Խ. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Լ. Ա. ՍԱՀԱԿՈՎԱ, Կ. Ս. ՍԱՐԿԻՍՅԱՆ,
Ջ. Կ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ, Ք. Ռ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Սերոտոնինի ազդեցությունը օրգանիզմի ջերմաստիճանի վրա,
ջերմադալման և ջերմային հոմեոստազի վրա

Ապացուցված է, որ սերոտոնինի ներերակային ներարկումը հարուցում է հիպոթերմիկ արդյունք և ազիբային ու մկանային ջերմաստիճանը իջնում է 0,3—0,45°, իսկ ականջախեցու զարկերակային անոթների ջերմաստիճանը, ջերմ-5,59 (>0,05): Ինչ վերաբերվում է օրգանիզմի ջերմաստիճանի վրա, ջերմադալմանը, ապա նույն պայմաններում առաջինի քանակը ավելանում է

3,5 անգամ 63 ± 11 -ից մինչև 220 ± 39 կալ/կգ, իսկ երկրորդինը՝ իջնում է 32% կամ 228 ± 39 -ից մինչև 156 ± 34 կալ/րոպե:

Ստացված արդյունքների հիման վրա կարելի է եզրակացնել, որ սերոթոնինի ներերակային ներարկումը իջեցնում է օրգանիզմի «կորիզի» և «թաղանթի» ջերմությունը և բարձրացնում օրգանիզմի ջերմատարողությունը:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ P. A. Арутюнян, Физиол. журн. СССР, т. 71, с. 835—840 (1985). ² В. Н. Гурин, Центральные механизмы терморегуляции, Беларусь, Минск, 1980. ³ J. T. Stitt, J. Physiol., v. 232, p. 163—179 (1973). ⁴ W. Feldberg, in: Monoamines of hypothalamus as mediators of temperature response., N. Y. Acad. Press, p. 213—232 (1970). ⁵ J. Bligh, Basel. S. Kong., p. 315—324 (1974). ⁶ J. Aschoff, R. Wiener, Water Wissch., v. 45, p. 20 (1958). ⁷ А. В. Конусова, в сб.: Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции, Новосибирск. Наука, с. 28—30 (1982). ⁸ Е. В. Науменко, Н. К. Попова, Серотоин и мелатонин в регуляции эндокринной системы, Новосибирск, Наука, М., 1975. ⁹ L. Gueruek, in: Handbook of Pharmacology, New York, p. 471, 1966. ¹⁰ S. Garattini, L. Vokrelli, in: Elsevier, Co. Amsterdam, p. 57—60 (1965). ¹¹ К. П. Изданов, в сб.: Физиология терморегуляции, Л., Наука, с. 113—137 (1984). ¹² P. A. Арутюнян, Бюл. журн. Армения, т. 40, № 5, с. 409—412 (1987).