

И. Д. СТРЕЛЬНИКОВ

О СООТНОШЕНИИ ВЕЛИЧИНЫ МОЗГА И ТЕПЛОПРОДУКЦИИ У ГРЫЗУНОВ

(Представлено академиком К. М. Быковым 17 XI 1952)

Великие русские физиологи развили учение о мозге как органе сложнейших отношений с другими органами и с внешней средой организма. И. М. Сеченов ⁽¹⁾ писал: «Все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно к одному лишь явлению — мышечному движению». «Большие полушария, — писал И. П. Павлов ⁽²⁾, — орган животного организма, который специализирован на то, чтобы постоянно осуществлять все более и более совершенное уравнивание организма с внешней средой, — орган для соответственного и непосредственного реагирования на различнейшие комбинации и колебания явлений внешнего мира, в известной степени специальный орган для непрерывного дальнейшего развития животного организма». Огромный фактический материал, накопленный К. М. Быковым ⁽³⁾ и его сотрудниками на протяжении двух последних десятилетий, позволил ему утверждать, что едва ли существует в организме высших животных и человека функция, которая в своей деятельности не контролировалась бы высшими отделами центральной нервной системы — корой головного мозга.

А. Брандт ⁽⁴⁾ сделал обобщение, что «чем меньше животное, тем больше сравнительно у него вес мозга и наоборот» и «чем меньше животное, тем сравнительно деятельнее в нем физиологические процессы, или, иными словами, сумма физиологических процессов в данной единице тела увеличивается по мере уменьшения объема животного». Далее, А. Брандт ⁽⁵⁾, П. Ф. Лесгафт ⁽⁶⁾ и их сотрудники Ф. Вашкевич ⁽⁷⁾ и И. Войшвилло ⁽⁸⁾ изучали иннервацию, число нервных волокон и калибр нервов по отношению к весу мозга и к степени энергии деятельности органов.

Изучая тепловой обмен мышевидных грызунов и его значение в установлении закономерностей массового размножения и массовой гибели этих опасных вредителей сельского хозяйства в целях прогноза их численности ⁽⁹⁻¹¹⁾, я пришел к мысли о взаимной связи мозговой деятельности и теплопродукции, о значении величины мозга и некоторых других органов, участвующих в теплопродукции, в общей теплопродукции организма грызунов.

Соотношение между весом тела, весом мозга и сердца, частотой пульсации, весом мышечной системы и других органов и продукцией теплоты у грызунов по сравнению с некоторыми другими животными приведено в табл. 1, составленной мною на основании ряда отдельных определений либо веса органов, либо теплопродукции ^(4, 12-14).

Рассмотрение приведенных в табл. 1 и на рис. 1 данных показывает:

1. По мере уменьшения веса тела увеличивается относительный вес мозга. Относительный вес мозга домашней мыши весом 11 г в 13 раз больше относительного веса мозга наиболее крупного из грызунов — ка-

пибары с весом 28,5 кг. В пределах одного вида у мышей весом 11 г относительный вес мозга в 1,7 раза больше, чем у мыши весом 24 г, и в 4,2 раза больше, чем у крысы весом 200 г.

2. Вес сердца по отношению к весу тела и частота пульсации увеличиваются с уменьшением размеров тела; частота пульсаций сердца у мелких грызунов достигает до 730 в минуту.

3. Метаболически активные органы, в которых протекает наиболее интенсивный обмен веществ и теплообразование (мозг, печень, почки, в меньшей мере пищеварительная система в целом), увеличиваются в относительном весе с уменьшением веса и размеров тела. Относительный вес органов движения

увеличивается по мере увеличения веса тела; у мышей вес органов движения увеличивается с 48,2 до 54,2% с изменением веса тела от 11 до 16 г, у кроликов с весом тела в 1 кг он составляет до 63,4%, у коров с весом 553 кг — до 64% и у слона с весом 2170 кг — до 70%. Это увеличение органов опоры и движения происходит за счет скелета (по правилу Галилея) и в меньшей мере за счет мышечной системы. Мышцы составляют в отряде грызунов от 43,7% у мелких мышей до 54,4% у небольших кроликов.

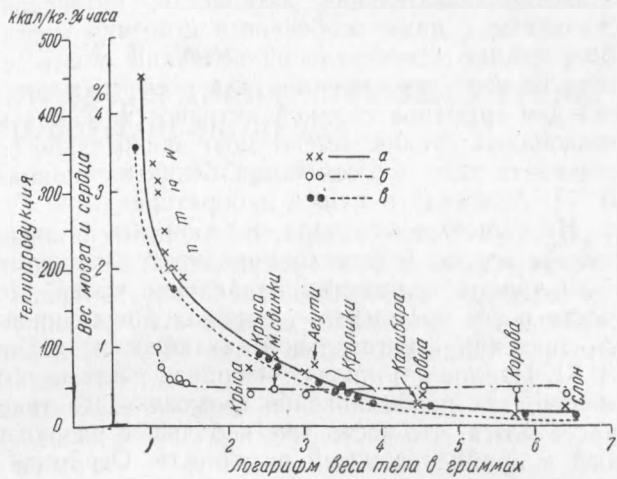


Рис. 1. а — вес мозга, б — вес сердца, в — теплопродукция

4. Продукция тепла на единицу веса тела при прочих равных условиях тем больше, чем меньше размеры тела. В табл. 1 приведены данные основного обмена, теплопродукция животных в покое. Наибольшее количество кислорода потребляет мозг — в 20 раз больше покоящихся мышц (15, 16).

5. Сравнительно-анатомическое изучение животных одного вида и разных видов грызунов и некоторых других млекопитающих, а также птиц привело к выводу, что наиболее изменчивым по отношению к массе тела животных является мозг; наиболее изменчивым физиологическим показателем обмена веществ является теплопродукция на единицу веса животных. Если относительный вес мозга мыши при увеличении веса мыши от 11 до 21 г уменьшается с 3,36 до 2,06%, т. е. в 1,6 раза, то теплопродукция на единицу веса при этом уменьшается почти в 2 раза; если относительный вес мозга уменьшается с 3,36% у мыши (11 г) до 0,77% у кролика (1520 г), т. е. в 4,37 раза, то теплообразование уменьшается с 352 кал (у мыши в 10 г) до 54 кал на 1 кг в 24 часа, т. е. в 6,5 раза. Если относительный вес мозга уменьшается с 3,36% у мыши (11 г) до 0,09% у коровы (553 кг), т. е. в 37,3 раза, то продукция тепла на 1 кг в 24 часа уменьшается с 352,4 кал у мыши в 10 г до 13,1 кал у коровы, т. е. в 36,1 раза.

6. Изменения в обмене веществ, конечным результатом которого является теплообразование, при сравнении различных видов, а также внутри вида, в большей мере соответствуют изменениям в относительной массе мозга, чем изменениям других органов. При расчете величины теплопродукции тела на единицу веса мозга получается в среднем около 8—10 ккал на 1 г мозга в 24 часа (см. рис. 1).

Гессе (13) писал, что вес сердца является масштабом обмена веществ; но в настоящее время мы можем с гораздо большим правом сказать, что относительный вес мозга, с учетом его строения, является показателем интенсивности обмена веществ в ряду организмов, сложности и разнообразия его отношений к условиям существования, так как центральная нервная система, головной мозг, большие полушария есть «основной орган того совершеннейшего уравнивания внешнего мира, которое воплощает собою высшие организмы» (И. П. Павлов).

7. Следует подчеркнуть, что как вес мозга, так и теплообразование чаще всего обратно пропорциональны массе тела; в основном имеет значение двигательная активность, интенсивность обмена веществ и связанные с ними особенности строения мозга и иннервации органов. Возрастание относительной величины мозга с уменьшением размеров тела не является правилом для всех грызунов; оно близко к правильности для грызунов сходной активности. Такие животные, как белки или тонкопалый суслик, имеют мозг значительно больший, чем другие представители того же семейства беличьих одинакового веса (по данным Л. П. Астанина в нашей лаборатории).

Не только масса тела, но скорость и разнообразие движений, тип работы мышц, богатство и разнообразие двигательной активности, органы чувств, количество и давление крови, степень энергии обмена веществ всего организма — связаны с величиной мозга и его структурой. О значении двигательной активности животных в величине мозга И. П. Павлов (2) писал: «Нервная система, имеющая отношение к движению, так необыкновенно громоздка, до такой степени преобладает в массе мозга, что часто уже небольшое разрушение его дает нежелательный и крайне сложный результат». Огромное значение в теплопродукции и терморегуляции имеют кортикальные регуляции в естественных условиях жизни (17) и все особенности поведения (9-11).

Мозг в целом, будучи связан со всеми органами тела в строении и функции, не может не отражать в своей величине и структуре всей сложности отношений с другими органами тела и с условиями существования. «Чем совершенней нервная система животного организма, — писал И. П. Павлов, — тем она централизованней, тем высший отдел ее является все в большей и большей степени распорядителем всей деятельности организма, несмотря на то, что это все ярко и открыто не выступает» (2). Обмен веществ и его конечный результат — теплопродукция находятся во взаимосвязи с функциями мозга, с его величиной и строением. В этом направлении необходимы исследования.

Естественно-научный институт им. П. Ф. Лесгафта
Академии педагогических наук РСФСР

Поступило
12 VII 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 И. М. Сеченов, Рефлексы головного мозга, Собр. соч., 2, 3, 1908. 2 И. П. Павлов, Избр. произвед., 1949, стр. 400, 345, 533. 3 К. М. Быков, Кора головного мозга и внутренние органы, 1942. 4 А. Брандт, Сборн. тр. 1-го съезда русских естествоиспыт. в Петербурге, 1868. 5 А. Брандт, Тр. Петерб. об-ва естествоиспыт., 2, в. 2, 201 (1871). 6 П. Ф. Лесгафт, Основы теоретической анатомии, 1905. 7 Ф. Васькевич, Тр. Харьк. ветер. ин-та (1888). 8 И. Войшвилло, Материалы к учению об отношении калибра нервов к коже и мышцам человека, Диссерт. из лабор. П. Ф. Лесгафта, 1883. 9 И. Д. Стрельников, Сборн. ВИЗР, № 7, 72 (1933). 10 И. Д. Стрельников, Изв. АН СССР, отд. биол. наук, 276 (1940). 11 И. Д. Стрельников, 2-я эколог. конфер., Тез. докладов, 2, 97, 1950. 12 H. Welker, A Brandt, Arch. f. Anthropologie, 28 (1902). 13 R. Hesse, Handb. d. normalen u. patholog. Physiol., 7, 132 (1926). 14 M. Kleiber, Physiol. Rev., 27, No. 4, 511 (1947). 15 H. Winterstein, Handb. d. normalen und patholog. Physiol., 9, 541 (1929). 16 C. Kestner, Pflüg. Arch., 234, 290 (1934). 17 К. М. Быков, А. Д. Слоним, Опыт изучения регуляции физиологических функций, 1949.