Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 5

БИОХИМИЯ

А. А. СМИРНОВ

ФОСФОРНЫЙ ОБМЕН В КОРЕ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ СОБАКИ ВО ВРЕМЯ СНА И БОДРСТВОВАНИЯ

(Представлено академиком К. М. Быковым 13 XII 1954)

Изучение биохимических особенностей состояния возбуждения и торможения центральной нервной системы (ц. н. с.) затрудняется тем, что функционирующий мозг в каждый данный момент представляет множество пунктов, находящихся на разных уровнях возбуждения и торможения, — то, что Павлов называл «мозаикой». В силу этого для биохимической характеристики состояния возбуждения и торможения исследователи стремились вызвать в ц. н. с. по возможности разлитое состояние сильного возбуждения или глубокого торможения. Последнее достигалось применением различных наркотических веществ. При помощи этих веществ и метода меченых атомов было показано ([1], [2]), что в состоянии пентобарбиталового и амиталового сна включение радиоактивного фосфора в нуклеопротеиды и фосфолипиды мозга мышей и крыс заметно снижалось. При мединаловом сне снижения фосфорного обмена в мозге крыс не было обнаружено ([3]).

При всем значении результатов, получаемых при использовании наркотиков для уяснения биохимической характеристики состояния торможения, способ этот остается открытым для возражений в силу возможного непосредственного действия наркотических веществ на процессы обмена. По этой причине особый интерес представляет биохимическое изучение естественного физиологического сна.

Целью настоящей работы являлось сравнительное изучение фосфорного обмена в разных зонах коры больших полушарий в состоянии естественного физиологического сна в сопоставлении с процессами обмена в бодрствующем состоянии. Исследование проводилось на собаках.

Для сравнения была поставлена серия опытов по изучению влияния фармакологического сна и глубокого наркоза на обмен фосфорных соединений в мозге. Наряду с исследованием коры изучалось влияние торможения на обмен некоторых подкорковых образований. Работа выполнена на 18 взрослых собаках.

Изучение скорости фосфорного обмена производилось при помощи изотопа фосфора P^{32}, вводившегося подкожно в виде растворов фосфорнокислых солей натрия из расчета 0,5 мк P^{32} и 6—7 мг P^{31} на 1 кг веса животного. Через 5 час. после введения P^{32} животные под эфирно-хлороформенным наркозом обезглавливались. Для анализа брались с возможной точностью одни и те же участки коры больших полушарий, отвечающие центральным участкам двигательного (в теменной и частично лобной доле), зрительного (в затылочной доле) и слухового (в височной доле) корковых анализаторов. Во многих опытах для исследования бралась также дорзальная часть промежуточного мозга, то, что Ариенс Капперс называет дорзальным таламусом ([4]). Во взятых мозговых пробах определялась удельная активность (у. а.) фосфора неорганического, фосфолипидов и фракций рибонуклеиновой

кислоты (РНК), выделяемой по видоизмененному методу Шмидта и Тангаузера ([5]). Этот метод не дает возможности выделить РНК, свободную от значительных количеств фосфорсодержащих примесей ([6], [7]), но для целей данной работы это не имело решающего значения. Скорость обмена фосфолипидов и фракций РНК в мозговом веществе выражалась в виде процента обновления фосфора фосфорных фракций:

$$\% \text{ обновления Р фосфорной фракции} = \frac{\text{у. а. Р фосфорной фракции}}{\text{у. а. НФ * мозга}} \times 100.$$

Для характеристики обменных процессов в мозге большой интерес представляет скорость проникновения в ткань мозга веществ из крови. Показателем скорости проникновения в мозг радиоактивного фосфора может служить величина относительной у. а.(о. у. а.) неорганического фосфора мозга, т. е.

$$\frac{\text{у. а. НФ мозга}}{\text{у. а. НФ плазмы}} \times 100.$$

В опытах с естественным сном собаки предварительно 6—8 ночей спали в лаборатории в обстановке, соответствующей условиям эксперимента. В два последних вечера перед опытом, в определенные часы животному подкожно вводился физиологический раствор для того, чтобы приучить его к процедуре введения радиоактивного фосфора. P^{32} вводился обычно в 11 час. вечера, после чего собака оставлялась в покое. Через 5 час. животное обезглавливалось и брались мозговые пробы. В опытах, в которых собаки находились в бодрствующем состоянии, животные также приучались к обстановке и условиям эксперимента.

Таблица 1

Скорость обмена фосфора в коре больших полушарий и в промежуточном мозге собаки в бодрствующем состоянии и в состоянии естественного сна (продолжительность опыта 5 час.)

Состояние животоого		о.у.а. НФ мозга × ×100	% обновления Р фосфорных фракций	
			фосфолипиды	фракция РНК
Двигательная зона	Бодрствующее состояние	7,1	3,1	19,1
	Естественный сон	5,6	2,3	11,8
Зрительная зона	Бодрствующее состояние	8,0	3,2	16,0
	Естественный сон	6,6	2,4	14,0
Слуховая зона	Бодрствующее состояние	4,9	2,7	15,3
	Естественный сон	3,8	2,4	14,0
Промежуточный мозг (дорзальная часть)	Бодрствующее состояние	2,0	2,7	26,0
	Естественный сон	1,4	2,3	16,0

В табл. 1 приведены результаты изучения фосфорного обмена мозга собак в бодрствующем состоянии и в состоянии естественного сна. Хорошее совпадение данных, полученных на разных животных, позволило представить результаты в виде средних величин.

Из табл. 1 видно, что проникновение фосфатов из крови в веще-

* НФ — неорганический фосфор.

ство коры больших полушарий происходит в 3—4 раза быстрее, чем в вещество промежуточного мозга. Неодинакова скорость этого процесса и для разных зон коры. Двигательная и зрительная зоны обмениваются фосфатами с кровью в полтора раза быстрее слуховой зоны.

В бодрствующем состоянии скорость обновления фосфора фосфорных соединений мозгового вещества разных зон коры не одинакова. По скорости обновления фосфора фосфолипидов двигательная и зрительная зоны стоят выше слуховой зоны. Последняя в этом отношении стоит на одном уровне с промежуточным мозгом. Обновление фосфора фракции РНК в бодрствующем состоянии в двигательной зоне коры происходит быстрее, чем в зрительной и слуховой зонах.

Эти данные подтверждают выводы, сделанные нами ранее ([8]), что различные зоны коры больших полушарий мозга собаки имеют неодинаковую скорость обмена фосфорных соединений и что ниже всего она в слуховой зоне. Промежуточный мозг собаки по скорости обновления фосфора фракций РНК стоит значительно выше коры больших полушарий.

В состоянии естественного сна, по сравнению с бодрствующим состоянием (табл. 1), скорость проникновения фосфатов из крови в мозговую ткань разных зон коры больших полушарий и промежуточного мозга снижена примерно на четверть. Во время сна снижена и скорость обновления фосфора фосфорных соединений мозга. Скорость обновления фосфора фосфолипидов двигательной и зрительной зоны снижена на 25%. В коре слуховой зоны у собаки скорость обновления фосфолипидов почти не снижается. Обновление фосфора фракции РНК значительно снижается во время сна в двигательной зоне и очень мало снижается (около 10%) в зрительной и слуховой зонах.

Из приведенных данных следует, что скорость обновления фосфора фосфолипидов и фракции РНК в слуховой зоне во время сна очень мало снижается по сравнению с бодрствующим состоянием. Можно предположить, что у собаки во время сна слуховая зона коры менее заторможена, чем двигательная и зрительная зоны, и что в ней в этом состоянии остаются, может быть, менее заторможенные сторожевые дежурные пункты. Хорошо известно, как чутко спит собака и как легко она реагирует во сне даже на малейшие звуковые раздражения.

Существенная особенность обновления фосфора в головном мозге собаки во время сна состоит еще и в том, что в этом состоянии разница между зонами коры больших полушарий сглаживается.

Табл. 1 показывает также, что фосфорный обмен снижается во время естественного сна не только в коре больших полушарий, но и в промежуточном мозге. Эти данные подтверждают положение И. П. Павлова о том, что сон, или разлитое торможение, распространяется не только по коре больших полушарий, но и спускается в подкорковую область.

Следующая серия опытов имела целью сопоставить фосфорный обмен в головном мозге в состоянии естественного сна с обменом в состоянии торможения ц. н. с., вызываемом введением снотворных веществ: амитала натрия (50 мг на 1 кг веса, подкожно) и этилового спирта (5,0—5,5 мл 96% спирта на 1 кг веса), вводимого в 20% разведении в желудок через зонд. Эти дозы наркотических веществ давали глубокий сон (наркотический сон), при котором, однако, сохранялись многие рефлексы и собаку можно было разбудить внешними раздражителями.

В двух опытах собакам вводились большие дозы наркотиков: амитал натрия 90 мг на 1 кг веса (в два приема с промежутком в 1 час) и этиловый спирт 7 мг 96% на 1 кг веса. Эти дозы вызывали

состояние наркоза с полным исчезновением реакций на внешние раздражители. Результаты опытов приведены в табл. 2.

Из табл. 1 и 2 следует, что существенной разницы в скорости фосфорного обмена в головном мозге собаки в состоянии естественного сна и фармакологического сна нет. Это позволяет предполагать, что нормальный физиологический сон и сон искусственный — фармакологический — оказывают сходное влияние на процессы фосфорного обмена веществ в мозге животного.

Более низкий уровень фосфорного обмена при наркотическом сне по сравнению с естественным сном, в слуховой зоне коры можно объяснить тем, что заторможенность этой зоны при амиталовом и алкогольном сне более глубокая, чем при сне нормальном. При наркотическом сне собака не реагировала на слабые звуковые раздражения.

В состоянии глубокого наркоза (табл. 2) скорость фосфорного обмена в разных зонах коры больших полушарий и в промежуточном

Таблица 2

Скорость обмена фосфора в коре больших полушарий и в промежуточном мозге собаки в состоянии фармакологического сна и наркоза (продолжительность опыта 5 час.)

	Состояние животного	о.у.з. Нф мозга × ×100	% обновлении Р фосфорных фракций	
			фосфолипиды	фракция РНК
Двигательная зона	Амиталовый сон	4,6	2,3	13,1
	Алкогольный „	5,5	2,1	—
	Амиталовый наркоз	4,7	2,0	11,6
	Алкогольный „	4,2	2,5	11,9
Зрительная зона	Амиталовый сон	6,2	2,5	13,0
	Алкогольный „	5,9	2,3	—
	Амиталовый наркоз	5,8	2,2	10,2
	Алкогольный „	4,5	2,3	10,9
Слуховая зона	Амиталовый сон	3,3	2,2	13,0
	Алкогольный „	3,3	1,8	—
	Амиталовый наркоз	3,6	1,9	9,1
	Алкогольный „	2,2	1,8	9,7
Промежуточный мозг (дорзальная часть)	Амиталовый сон	1,5	2,0	13,0
	Алкогольный „	1,5	1,7	—
	Амиталовый наркоз	1,2	1,7	12,2

мозге собаки еще более низкая, чем в состоянии наркотического сна. Более низкий уровень фосфорного обмена в головном мозге в состоянии наркоза, по сравнению с состоянием наркотического сна, находит свое отражение в более глубоком торможении нервной системы в состоянии наркоза.

Институт физиологии им. И. П. Павлова
Академии наук СССР

Поступило
24 XI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] R. M. C. Dawson, D. Richter, Proc. Roy. Soc., **137**, 252 (1950). [2] Г. Е. Владимиров, Сборн. Биохимия нервной системы, Киев, 1954, стр. 25. [3] А. В. Палладин, Биохимия, **17**, 456 (1952). [4] C. U. Arîens Kappers, Comparative Anatomy of Nervous System of Vertebrates, **2**, N. Y., 1936. [5] G. Schmidt, S. J. Thannhauser, J. Biol. Chem., **161**, 83 (1945). [6] J. N. Davidson, R. M. S. Smellie, Biochem. J., **52**, 594 (1953). [7] Т. Н. Иванова, Н. И. Правдина, ДАН, **95**, 845 (1954). [8] Е. М. Крепс, А. А. Смирнов, Д. А. Четвериков, Сборн. Биохимия нервной системы, Киев, 1954, стр. 125.