

А. А. СМИРНОВ и Д. А. ЧЕТВЕРИКОВ

**ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ОБМЕНА ФОСФОРА В МОЗГУ КРОЛИКОВ
НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОНТОГЕНЕЗА ПРИ ПОМОЩИ
РАДИОАКТИВНОГО ФОСФОРА**

(Представлено академиком К. М. Быковым 28 III 1953)

Исследовалась скорость обмена фосфора в коре больших полушарий кроликов различного возраста, от 4 суток после рождения до взрослых. Радиоактивный фосфор P^{32} вводился интраперитонеально из расчета 0,5 мС на 1 кг веса. Через 12 час. после введения под эфирным наркозом производилась трепанация черепа, возможно быстро извлекалась проба коры больших полушарий и замораживалась твердой углекислотой. Навеска экстрагировалась последовательно трихлоруксусной кислотой (кислоторастворимая фракция), спиртохлороформенной и спиртоэфирной смесями (липидная фракция). Остаток содержал белки. Из кислоторастворимой фракции магниезальной смесью осаждался неорганический фосфат (с примесью фосфора креатинфосфата). Органические фракции подвергались минерализации. В каждой фракции определялось содержание фосфора и радиоактивность. Вычислялась удельная активность (УА) фосфора фракции, т. е. количество импульсов в 1 мин. на 1 μ г фосфора. Одновременно с пробой мозгового вещества бралась проба крови. В трихлоруксусном фильтрате крови определялась удельная активность фосфора. Результаты опытов выражались в виде относительных удельных активностей (ОУА), которые вычислялись двумя способами.

$$ОУА_I = \frac{УА \text{ фракции мозга}}{УА \text{ кислоторастворимого фосфора крови}}$$

$$ОУА_{II} = \frac{УА \text{ фракция мозга}}{УА \text{ неорганического фосфата мозга}}$$

Первый способ вычисления (ОУА_I) дает представление о скорости прохождения меченым фосфором всего пути из кровяного русла до включения в органические молекулы мозговой ткани. Этот сложный путь может быть условно подразделен на два этапа: 1) проникновение неорганического фосфата из крови в мозговую ткань и 2) включение фосфора мозгового вещества в молекулы органических соединений. При втором расчете ОУА фракции (ОУА_{II}) исключается первый этап (т. е. скорость обмена фосфата крови с фосфатом мозговой ткани), и полученные величины характеризуют скорость обмена фосфора в самой ткани мозга.

Однако величины ОУА_{II} еще не являются прямыми показателями скорости обновления фосфорных соединений мозга, т. е. интенсивности ферментативного расщепления и синтеза органических соединений фосфора в клетках ткани мозга. Характеристику этого процесса могло бы дать сравнение УА фосфорных фракций мозгового вещества с УА внутриклеточного фосфата, который и является, по всей вероятности, источником фосфора для синтеза органических соединений. Величина ОУА зависит не только от интенсивности внутриклеточных ферментативных

процессов, но и от скорости обмена между внутри- и внеклеточным фосфатами. Правда, применяемая в данной серии опытов сравнительно длинная, 12-часовая, экспозиция позволяет принимать УА внутриклеточного и внеклеточного фосфатов весьма близкими друг другу. Поэтому величины ОУА_{II} в данной форме постановки опытов с некоторым приближением характеризуют скорость процесса обновления фосфорных соединений в мозговом веществе. Исходя из этого, сравнение результатов, полученных двумя способами расчета ОУА каждой фракции, дает возможность судить, в какой степени полученное изменение УА фракции зависит от скорости обмена фосфатами между кровью и мозговой тканью и в какой степени от интенсивности процессов синтеза и распада фосфорных соединений в мозговом веществе.

Результаты. В табл. 1 приведены величины относительных удельных активностей (ОУА_I и ОУА_{II}) фосфорных фракций коры больших полушарий. Полученные данные показывают, во-первых, что меченый фосфор с различной скоростью включается в разные фосфорные фракции вещества коры мозга. Наиболее быстро он включается в состав низкомолекулярных кислоторастворимых органических соединений, медленнее — в фосфорсодержащие белки и с наименьшей скоростью — в фосфолипиды. Во-вторых, ОУА_I всех фракций коры мозга резко снижается в течение первых недель постэмбрионального периода. В дальнейшем происходит лишь незначительное снижение ОУА_I и после 2 мес. она остается практически неизменной. В течение всего постэмбрионального периода ОУА_I неорганического фосфата мозга снижается почти в 4 раза, белковой фракции в 5,7 раз и липидной в 11,6 раз.

Таблица 1

Относительная удельная активность фосфорных фракций коры больших полушарий кроликов разного возраста

Возраст	Число животных	ОУА _I			ОУА _{II}	
		неорг. фосфат *	белки	липиды	белки	липиды
4 сут.	6	0,166	0,0546	0,0324	0,36	0,204
6 "	2	0,123	0,0455	0,0280	0,37	0,226
10 "	2	0,113	0,0274	0,0203	0,35	0,182
16—21 "	2	0,052	0,0245	0,0195	0,47	0,375
2 мес.	3	0,054	0,0153	0,0055	0,28	0,102
2 ¹ / ₂ "	4	0,041	0,0105	0,0027	0,26	0,066
3—5 "	4	0,050	0,0126	0,0038	0,25	0,077
Взрослые (> 1г.)	5	0,043	0,0096	0,0028	0,22	0,065

* Ввиду того, что УА кислоторастворимой фракции была близка к УА неорганического фосфата мозга и характер изменения обеих фракций в онтогенезе был очень сходен, величины ОУА кислоторастворимой фракции в таблицу не включены.

Эти результаты согласуются с данными, полученными на крысах (1, 2), которые показали, что удельная активность меченых фосфатидов в мозгу наиболее высока на ранних стадиях постэмбрионального развития и падает с возрастом.

Полученные величины ОУА_I не дают возможности решить вопрос, в какой мере снижение УА фракций мозга с возрастом зависит от уменьшения скорости обмена фосфатов между кровью и мозгом и в какой мере может быть отнесено за счет снижения обмена фосфора в самой ткани коры больших полушарий.

Величины ОУА_I показывают, что внутримозговой обмен фосфора с возрастом снижается, но это снижение незначительно — в белковой фракции в 1,6 раза и в фосфолипидах в 3,1 раза. Таким образом, снижение

ОУА_I всех мозговых фракций коры с возрастом выражено значительно резче, чем снижение ОУА_{II}. Это позволяет сделать вывод, что понижение скорости включения Р³² в различные фракции коры больших полушарий взрослого животного, по сравнению с молодым, зависит, главным образом, от понижения скорости обмена между фосфатом крови и мозга и в меньшей степени от снижения интенсивности обмена фосфорных соединений в ткани мозга.

Представляло большой интерес сравнительное изучение скорости включения радиоактивного фосфора в вещество различных отделов центральной нервной системы животного. Определялась УА фосфорных фракций коры больших полушарий, мозжечка, среднего, продолговатого и спинного мозга взрослых кроликов. Условия постановки опыта и обработки ткани были те же. Полученные (средние для 14 кроликов) величины ОУА_I и ОУА_{II} приведены в табл. 2.

Таблица 2

Относительная удельная активность фосфорных фракций отделов мозга взрослых кроликов

	ОУА _I				ОУА _{II}		
	липиды	белки	кисл.-раств. фр.	неорг. Р	липиды	белки	кисл.-раств. фр.
Кора	0,0041	0,0122	0,051	0,070	0,0543	0,170	0,73
Мозжечок	0,0042	0,0093	0,062	0,075	0,0519	0,125	0,82
Средний	0,0032	0,0130	0,062	0,071	0,0459	0,168	0,86
Продолговатый	0,0055	0,0222	0,087	0,110	0,0490	0,199	0,76
Спинной	0,0025	0,0130	0,069	0,078	0,0260	0,145	0,80

Табл. 2 показывает, что ОУА_I всех исследованных фосфорных фракций выше всего в продолговатом мозгу, значительно превышая ОУА_I остальных отделов мозга. Другие отделы по кислоторастворимой и белковой фракциям мало отличаются друг от друга. Можно отметить явное падение ОУА_I липидной фракции в спинном мозгу, по сравнению с другими отделами.

Найденные соотношения удельных активностей в различных отделах мозга не зависят от различной примеси крови в пробах ткани разных отделов. Опыты, в которых мозг перед исследованием подвергался продолжительной перфузии для удаления крови, дали те же результаты, что и опыты без перфузии.

Применяя второй способ расчета ОУА фракций (ОУА_{II}) мы уже не получаем преваляирования продолговатого мозга над другими отделами. Отсюда вытекает, что в продолговатом мозгу имеет место более быстрый обмен между фосфатами крови и ткани мозга. Обновление фосфорных соединений в самой ткани продолговатого мозга мало отличается по скорости от других исследованных отделов.

Отчетливое снижение ОУА липидной фракции в спинном мозгу, по сравнению с вышележащими отделами, имеет место и при расчете на неорганический фосфат ткани мозга. Следовательно, обновление липидов спинного мозга происходит медленнее, чем в других отделах центральной нервной системы. Вероятно, это зависит от преобладания в спинном мозгу (по сравнению с другими отделами центральной нервной системы) инертных в отношении обмена липидов миелиновых оболочек нервных проводников.

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

Поступило
12 III 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ G. W. Changus, I. L. Chaikoff, S. Ruben, J. Biol. Chem., 126, 493 (1938). ² B. A. Fries, G. W. Changus, I. L. Chaikoff, *ibid.*, 132, 23 (1940).