

ФИЗИОЛОГИЯ

З. Д. ПИГАРЕВА и Д. А. ЧЕТВЕРИКОВ

**РАЗВИТИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТНЫХ СИСТЕМ МОЗГА
КУР В ОНТОГЕНЕЗЕ**

(Представлено академиком К. М. Быковым 22 II 1951)

Настоящее исследование является продолжением серии работ по изучению развития ферментных систем мозга в онтогенезе. В одной из предыдущих работ ⁽¹⁾ было показано, что картина развития цитохромоксидазы и сукцинодегидразы в мозгу грачей в онтогенезе отчетливо коррелирует с функциональным созреванием разных отделов центральной нервной системы. Для дальнейшего изучения соотношения между развитием функций центральной нервной системы и развитием окислительных ферментов в качестве объекта исследования были избраны куры, относящиеся, в противоположность грачам, к группе зреорождающихся животных ⁽²⁾, обладающих совершенно иным типом биологического развития по сравнению с грачами.

Изучалась активность цитохромоксидазы, цитохромной системы и сукцинодегидразы ткани мозга из различных отделов центральной нервной системы на разных стадиях эмбрионального и постэмбрионального развития. Методика определения активности цитохромоксидазы и сукцинодегидразы описана в работе ⁽¹⁾; активность цитохромной системы (состоящей из цитохромоксидазы и цитохромов, из которых основную роль играет, повидимому, цитохром *C*) определялась так же, как и активность цитохромоксидазы, но без прибавления цитохрома *C*. Принято считать, что лимитирующим звеном в цитохромной системе является цитохром *C*, в то время как цитохромоксидаза находится в относительно большом избытке. Следовательно, изменения активности цитохромной системы должны отражать изменения содержания цитохрома *C* в ткани. Изучалось также потребление кислорода тканью мозга. Определение дыхания мозговой ткани производилось в кашице, в атмосфере воздуха, субстратом окисления служила глюкоза (200 мг %).

Было исследовано 249 куриных эмбрионов, начиная с седьмых суток инкубации, и 85 молодых и взрослых птиц. На основании полученных данных построены кривые, приведенные на рис. 1.

Сравнение кривых развития цитохромоксидазы и сукцинодегидразы различных отделов мозга кур с полученными ранее кривыми развития этих же ферментов в мозгу грачей ⁽¹⁾ показывает, что разница в типе функционального развития нервной системы этих двух видов птиц находит яркое отражение в картинах изменения активности окислительных ферментов мозга в процессе онтогенеза. Отчетливее всего эта разница может быть продемонстрирована на примере цитохромоксидазы.

Во всех отделах головного мозга кур наиболее интенсивный рост активности цитохромоксидазы происходит в первые 3 дня после вылуп-

ления; уровень, характерный для взрослой куры, достигается в течение первой декады постэмбрионального периода, в стволовых отделах мозга — даже раньше. Рост активности цитохромоксидазы в спинном мозгу происходит еще до вылупления. Во всех отделах мозга, особенно отчетливо в каудальных, наблюдается падение активности цитохромоксидазы у взрослых кур по сравнению с молодыми.

Картины развития активности цитохромной системы в общем аналогичны кривым развития цитохромоксидазы. Однако период наиболее

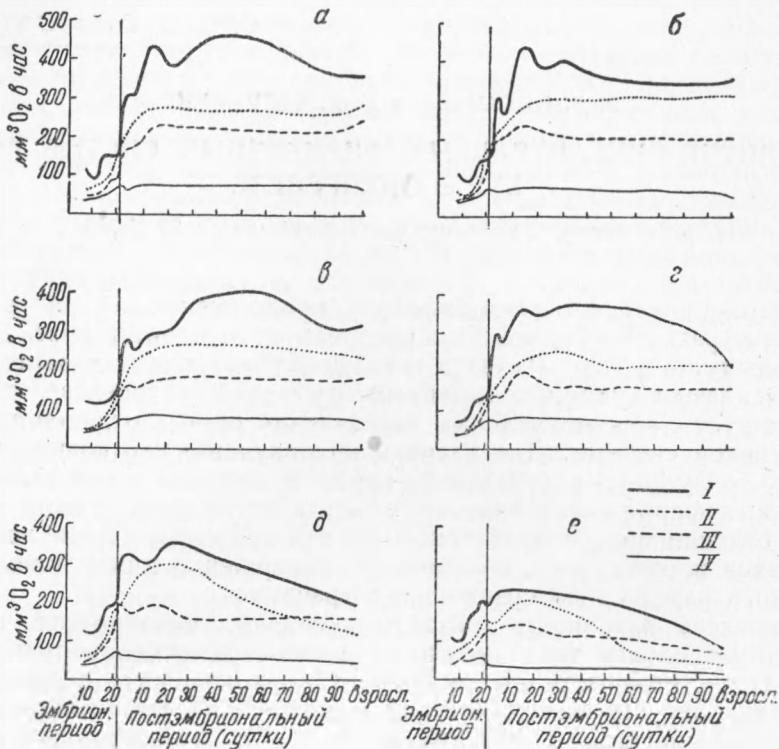


Рис. 1. Развитие окислительных ферментных систем мозга кур в онтогенезе. I — активность цитохромоксидазы ($\text{мм}^3 \text{O}_2/\text{час}/10 \text{ мг}$ влажн. ткани), II — активность сукцинегидразы ($\text{мм}^3 \text{O}_2/\text{час}/50 \text{ мг}$ влажн. ткани), III — активность цитохромной системы ($\text{мм}^3 \text{O}_2/\text{час}/50 \text{ мг}$ влажн. ткани), IV — дыхание. а — кора больших полушарий, б — мозжечок, в — промежуточный мозг, г — средний мозг, д — продолговатый мозг, е — спинной мозг

интенсивного роста активности цитохромной системы падает на последние дни эмбриональной жизни, т. е. несколько раньше, чем в случае цитохромоксидазы.

Активность сукцинегидразы мозга кур совершенно аналогично тому, как было уже ранее отмечено у грачей, растет более медленно, постепенно; процесс роста захватывает и эмбриональный период, и первые стадии постэмбрионального.

Рост интенсивности дыхания, судя по опытам *in vitro* на измельченном мозге, во всех отделах мозга кур происходит в эмбриональном периоде. К моменту вылупления дыхание достигает уровня взрослого животного. После кратковременного падения в первые дни после вылупления интенсивность дыхания практически остается на одном уровне в передних отделах мозга и показывает отчетливое снижение в продолговатом и спинном мозгу (в последнем резкое падение дыхания происходит сразу после вылупления).

Таким образом, созревание окислительных ферментных систем мозга у кур, как у типичных представителей зреющихющихся животных, происходит в конце эмбрионального периода или в самые первые дни после вылупления. Это соответствует раннему достижению функциональной зрелости центральной нервной системы цыпленка. Процесс становления основных функций нервной системы происходит еще в эмбриональном периоде, и они оказываются достаточно сформированными для обеспечения сравнительно самостоятельного существования цыпленка уже в первые дни после вылупления.

У грачей период роста активности окислительных систем мозга приходится на значительно более поздние сроки постэмбрионального периода. В ростральных отделах мозга рост активности начинается с 36—40-го дня, в спинном и продолговатом мозгу — после вылупления. Аналогичная замедленность имеет место и в отношении развития функциональных отправлений центральной нервной системы грачей. В течение первого месяца постнатальной жизни грачонок беспомощен, не способен к самостоятельному питанию, не покидает гнезда и обладает лишь элементарными моторными реакциями. Только в начале второго месяца происходит быстрое формирование функций высших отделов центральной нервной системы — слет с гнезда, переход на самостоятельное добывание пищи и т. д. Этот момент довольно точно совпадает во времени с периодом быстрого нарастания активности окислительных ферментов в высших отделах мозга.

Анализ кривых показывает, что развитие окислительных систем мозга кур происходит не непрерывно. Периоды интенсивного роста сменяются периодами стабильного уровня или даже временного снижения активности. Эта ступенчатость в развитии наиболее резко выражена в случае цитохромоксидазы.

Главным конечным звеном в цепи окислительных ферментов в тканях является цитохромная система, обеспечивающая включение молекулярного кислорода в поток окислительных реакций. Можно было бы ожидать существования тесной взаимосвязи между суммарным процессом дыхания ткани и основными ферментными системами, управляющими окислительными реакциями, в первую очередь цитохромоксидазой и цитохромом С. Такого рода взаимосвязь должна была бы найти свое отражение в параллелизме развития интенсивности дыхания ткани в онтогенезе и активности основных окислительных ферментов.

Однако, как видно из представленных кривых, подобного параллелизма установить не удается. Периоды интенсивного роста активности цитохромоксидазы могут сопровождаться неизменным уровнем дыхания или даже уменьшением его интенсивности. Рост дыхания в мозгу кур происходит в эмбриональном периоде, в то время как актив-

Таблица 1

Прирост активности ферментных систем и интенсивности дыхания в последние 10 дней эмбрионального периода и в первые 10 дней постэмбрионального периода в коре больших полушарий курь

Эмбриональный период				Постэмбриональный период			
% прироста за 10 дней до вылупления				% прироста за 10 дней после вылупления			
Цитохромоксидаза	Цитохромная система	Сукцин-дегидраза	Дыхание	Цитохромоксидаза	Цитохромная система	Сукцин-дегидраза	Дыхание
51	296	164	74	223	81	63	4

нность цитохромоксидазы увеличивается наиболее резко в первые дни после вылупления. Это видно наглядно из табл. 1.

Нет полного соответствия и между развитием дыхания мозга и другими звенями цитохромной системы. Например, резкое падение дыхания в спинном мозгу наблюдается в первый день после вылупления, в то время как активность цитохромоксидазы, цитохромной системы и сукциногидразы в спинном мозгу падает на значительно более поздних стадиях постнатального периода. Аналогичные случаи несоответствия можно обнаружить и на других этапах развития.

Из полученных данных можно сделать вывод, что уровень суммарного дыхания измельченной ткани мозга не определяется исключительно только уровнем развития исследованных нами звеньев цепи окислительных ферментов. По крайней мере на некоторых этапах развития, значительную роль играют и другие звенья, а может быть, и цепи окислительных реакций.

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

Поступило
19 II' 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ З. Д. Пигарева и Д. А. Четвериков, Биохимия, **15**, 517 (1950). ² А. Н. Промптов, Журн. общ. биологии, **9**, 145 (1948).