

С. А. ШЕЙНИС

ПИТАНИЕ КУРИНОГО ЗАРОДЫША В ПОСЛЕДНИЕ ДНИ ИНКУБАЦИИ

(Представлено академиком А. И. Абрикосовым 24 III 1954)

Несмотря на исключительную роль яйца в истории эмбриологии, объясняющуюся его доступностью, относительной непродолжительностью развития и удобством изучения, некоторые явления, происходящие в яйце в период инкубации, оставались до последних лет неизученными, а другие, описанные единичными авторами, остаются непонятыми или в дальнейшем неправильно истолкованными. К числу таких вопросов относятся: структура желтка, его изменения на ранних стадиях инкубации, роль в питании зародыша (1); узловые моменты в развитии, инволюции, резорбции желточного мешка, а также продолжительность его существования (2); функциональная роль желточного мешка до и после вылупления (3); сравнительная морфология и физиология желточных мешков птиц и человека (4, 5); инволюция желточного протока и его роль в возникновении врожденных пороков развития (3); способы питания зародыша птиц на разных стадиях его развития, значение белковой оболочки для развития зародыша птиц и другие вопросы, более узкие и частные, но имеющие значение для теории, для сельского хозяйства и медицины*. Настоящая статья посвящена вопросу о роли белка куриного яйца в питании зародыша.

В предыдущих работах мы выяснили, что на ранних стадиях инкубации зародыш питается желтком, позже — белком и желтком.

В течение 8-го, 9-го и 10-го дней желточный мешок еще не замкнут, а отверстие в его «пупке», umbilicus umbilicalis, постепенно суживается. К 11-му дню, когда желточный мешок полностью замыкается, незначительная часть уплотненного к тому времени белка вместе с отделившейся от желтка сморщенной желточной мембраной оказывается ущемленной в нем (6). Но основная масса белка остается вне желточного мешка. Она покрывается стенками белкового мешка, который на 12-й день инкубации охватывает эту массу белка кольцом у «пупка» желточного мешка. К концу 12-го дня формируется серозоамниотическое сращение, которое несколько позже перфорируется.

На рис. 1 изображено сваренное (по Романову) куриное яйцо на 18-й день инкубации, после удаления скорлупы и аллантоиса. В нем сохранился белок. Здесь, как и на рис. 2, ясно видно, что сохранившаяся на третьей неделе инкубации масса белка, расположенная у поверхности желточного мешка и одетая белковым мешком, дает струйку по направлению к амниону. То же мы наблюдали в яйцах мелких птиц. Далее, при исследовании яиц, сваренных в последние дни инкубации, наше вни-

* Изложенные здесь вопросы освещены автором в диссертации, защищенной им в АМН СССР в 1948 г. и в докладе на кафедре эмбриологии Московского государственного университета в 1949 г.

мание было привлечено тем, что в этот период зародыш бывает окутан толстым слоем белка (см. рис. 3). То же явление нам пришлось наблюдать в яйце чижа, когда зародыш вместе с амнионом и желточным мешком погружался в фиксирующую жидкость, содержащую уксусную кислоту. В поисках ответа на вопрос, каким образом белок в столь большом количестве попадает в полость амниона, нельзя было не вспомнить о струйке белка, идущей от его основной массы к амниону (см. рис. 1 и 2).

Совершенно очевидно, что в последнюю неделю инкубации белок струйкой проникает в полость амниона, где и потребляется зародышем в качестве питательного материала.

Необходимо было решить вопрос о том, что заставляет белок притекать к месту расположения серозо-амниотического сращения и постепенно проникать через отверстие в нем в полость амниона.

На наших препаратах видно, что клетки стенок белкового мешка выделяют капли секрета. Они не сразу смешиваются с уплотненным белком и располагаются вдоль внутренней поверхности стенки белкового мешка. Надо думать, что, изменяя белок химически, секрет белкового мешка разжижает ту его часть, которая расположена у стенки, аналогично тому, как разжижается белок в еще неотложенном яйце под влиянием секретирующей стенки последнего отдела яйцевода (7).

Наблюдая зародыши курицы, воробья, чижа и других мелких птиц во вторую половину инкубации, мы обратили внимание на ритмичные сокращения амнионов, отражающиеся на желточных мешках.

Если сопоставить это явление с утверждением многих авторов о наличии в стенках амниона своеобразных мышечных клеток и с описанием рядом авторов нагнетательных присасывающих сокращений, наблюдавшихся ими в стенке амниона, то приходится заключить, что эти именно сокращения стенок амниона вызывают и поддерживают струйку разжиженного белка, которая проникает в амниотическую полость, где белок отдает воду и окружает плотным слоем зародыш. Ко времени вылупления белок совсем исчезает. Зародыш постепенно поглощает его.

А. М. Сергеев в своей монографии (7) отмечает: «работами биохимиков доказано, что белок (в птичьих яйцах.— С. III.) является в основном запасом воды для зародыша». Тут возникает вопрос, куда девается и на что потребляется самый белок. Ведь он не может в онтогенезе целиком превратиться в воду. Следовательно, надо считать, что белок является не только запасом воды для зародыша, но и запасом высокопитательного материала.

Зная, что коагулированный белок, благодаря его белому цвету, должен резко отличаться от слизистой рта и пищеварительного тракта, мы для проверки вопроса о способе потребления белка куриным эмбрионом варили яйца вместе с эмбрионами в последние дни инкубации и нашли подтверждение правильности предварительных наблюдений. Во рту у эмбриона все углубления и складки были заняты коагулированным белком, мускулистый желудок был им заполнен, кишечник сделался твердым и после разреза его стенки дал извитой длинный цилиндр коагулированного белка.

Факт наличия белка в пищеварительном тракте развивающегося цыпленка подтвердился еще тем, что содержимое указанных частей пищеварительной системы в последние дни инкубации давало явно положительную биуретовую реакцию.

По наблюдениям Куо-Цинь-янь (8), чрезвычайно удачно применявшего метод окошечка в курином яйце, во второй половине инкубационного периода куриный зародыш раскрывает рот и щелкает клювом, а с 17-го дня автор наблюдал и сокращение мышц рта, шеи, глотки и пищевода. Куо-Цинь-янь считает, что в этот период куриный зародыш заглатывает амниотическую жидкость. Однако ни он, ни Лилли, упоминавший о том, что с перфорацией серозо-амниотического сращения белок получает



Рис. 1. Куриное яйцо, сваренное на 18-й день инкубации. Скорлупа и алантоис удалены. На поверхности желточного мешка виден остаток белка, который после коагуляции сохраняет фигуру, сходную с изображенной на рис. 2

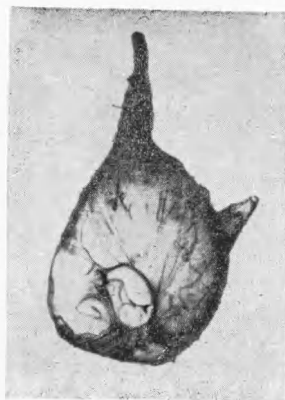


Рис. 2. Отделенная после коагуляции от стенки желточного мешка белковая масса в белковом мешке на 16-й день инкубации. Видна струйка белка, тянущаяся к амниону



Рис. 3. Два куриных эмбриона 18-дневного возраста, окутанные слоем белка. Белок коагулирован путем нагревания яйца

доступ в полость амниона ⁽⁹⁾, не фиксировали внимания на связь между этими явлениями и питанием зародыша. А между тем совершенно очевидно, что белок, который проникает в полость амниона и в последние дни инкубации окружает тело зародыша, не может быть им воспринят иначе, как через рот. Это вполне согласуется с данными учеников И. П. Павлова ⁽¹⁰⁾, которые установили, что активные движения зародыша возникают на 4-й день инкубации; на 7-е сутки у них обнаруживаются рефлекторные реакции, а специализированные рефлексы появляются на 14-е сутки.

Куриный зародыш на третьей неделе инкубации настолько развит, его пищеварительная система оформлена, а кожа оперена, что предполагать потребление им белка в это время путем всасывания всей поверхностью тела или еще каким-нибудь иным путем нет никаких оснований. Надо признать, следовательно, что в последние дни инкубации куриный зародыш просто заглатывает белок. Придя к этому заключению, поневоле вспоминаешь слова К. М. Бэра: «Всегда оказывается, что из всех способов, какие только можно придумать, природа следует наиболее простому и ближайшему» ⁽¹¹⁾.

В предыдущей работе ⁽⁶⁾ мы пришли к заключению, что узловые моменты развития куриного зародыша, если не считать день его вылупления из яйца, падают на 3—4-й и 13—14-й дни инкубации, которые отличаются резкими изменениями во взаимоотношениях между развивающимся зародышем и окружающей его средой, а также резкими сдвигами в функции нервной системы. Это заключение подкрепляется тем фактом, что на 3—4-й и на 13—14-й дни резко изменяются источники и способ питания зародыша.

Изученные нами и описанные здесь явления проливают свет на ряд деталей в онтогенезе птиц. То обстоятельство, что куриный зародыш в течение трети или, по меньшей мере, четверти всего периода инкубации воспринимает питательный материал путем его заглатывания, делает куриное яйцо еще более удобным объектом для изучения развития кортикальных реакций в онтогенезе.

Хочется думать, что эти данные в дальнейшем смогут быть использованы в практике птицеводства. Обогащение белка, служащего в последние дни инкубации основным питательным материалом, соответствующими витаминами может способствовать целям профилактики ряда заболеваний и снижения падежа цыплят от авитаминоза, как известно, достигающего в первые дни после вылупления иногда значительных размеров.

Рассмотрим изученную нами закономерность в онтогенезе курицы с точки зрения ее филогенеза. Место образования серозо-амниотического сращения и его перфорации говорит о том, что оно образуется, как и у пресмыкающихся, на том же месте, где раньше произошло сращение амниотических складок. Это дает основание считать серозо-амниотическое сращение птиц и серозо-амниотическую спайку пресмыкающихся гомологичными образованиями. Перфорация этого сращения происходит у черепах к началу вылупления зародыша из яйца. Оно помогает ему освободиться от зародышевых оболочек ⁽⁷⁾. В курином яйце перфорация серозо-амниотического сращения происходит значительно раньше, за 8 дней до вылупления.

По давно установленному в сравнительной эмбриологии правилу, которое, по утверждению Д. П. Филатова, не может быть изменено, так как опирается на факты ⁽¹²⁾, орган прогрессирующий дифференцируется в онтогенезе высших форм на более ранней стадии ⁽¹³⁾. Отсюда вытекает, что более раннее, чем у пресмыкающихся, появление перфорированного серозо-амниотического сращения у более высоко организованных птиц говорит о прогрессивной эволюции этого образования у *Sauropsida*.

Исходя из полного и неразрывного единства структуры и функции в

процессе развития и из вытекающего отсюда принципа смены функции в филогенезе ⁽¹⁴⁾, мы должны признать, что роль, которую выполняет серозо-амниотическое сращение у пресмыкающихся, у птиц усложняется. Если у черепахи его роль сводится к тому, что оно помогает зародышу освободиться от зародышевых оболочек, то у птиц оно служит еще местом проникновения к зародышу в последнюю неделю инкубации воды и высокопитательного материала, заменяя собой амниотический ход, подвергающийся у большинства птиц рудиментации.

Поступило
4 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. А. Шейнис, Архив анат., гист. и эмбр., 16, в. 3 (1937). ² С. А. Шейнис, ДАН, 70, № 1 (1950). ³ С. А. Шейнис, Желточный аппарат птиц и человека и пороки его развития, Диссертация, М., 1948. ⁴ С. А. Шейнис, ДАН, 70, № 2 (1950). ⁵ С. А. Шейнис, ДАН, 73, № 6 (1950). ⁶ С. А. Шейнис, ДАН, 96, № 4 (1954). ⁷ А. М. Сергеев, Эволюция эмбриональных приспособлений рептилий, М., 1943. ⁸ Kuo-Zing-Jang, J. of Exper. Zool., 61, 62, № 3, 395, 453 (1932). ⁹ Fr. Lillie, The Development of the Chick, 1927. ¹⁰ А. А. Волохов, Сборн. Учение И. П. Павлова в теоретической и практической медицине, М., 1953. ¹¹ К. М. Бэр, История развития животных, Диссертация, 1950 (1828). ¹² Д. П. Филатов, Сравнительно-морфологическое направление в механике развития. Его объект, цели и пути, Изд. АН СССР, 1939. ¹³ E. Mehnert, Biomechanik, Jena, 1898. ¹⁴ Антон Дорн, Происхождение позвоночных животных и принцип смены функций, М.—Л., 1937 (1875).