

ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОРФОЛОГИЯ

А. Н. СТУДИТСКИЙ

**ГИСТОМОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОСТНОЙ ТКАНИ
ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВКЕ НА ХОРИОАЛЛАНТОИСЕ
В УСЛОВИЯХ РАСТЯЖЕНИЯ**

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 8 V 1948)

На основании экспериментов с трансплантацией надкостницы и зачатков трубчатых костей на хориоаллантаис (^{1,2}) мной была высказана мысль, что основу эмбриональной структуры костной ткани составляют сфероидальные костные капсулы, которые, изменяясь под влиянием факторов растяжения и давления, обеспечивают все конструктивное разнообразие костных органов. Этому элементу костной ткани мной было предложено название остеады (³). Анализируя изменения остеад, возникающих в периосте эмбриональных трубчатых костей, я пришел к заключению, что костные балки перихондрального окостенения представляют собой растянутые остеады, ориентированные по линиям, равнодействующим направлениям растяжения (⁴). Косвенные доказательства этой гипотезе дали опыты с совместным культивированием на хориоаллантаисе человеческой костной ткани совместно с куриными хрящевыми моделями трубчатых костей. В структуре образующейся костной ткани отразились натяжения, определяемые ростом хрящевой модели.

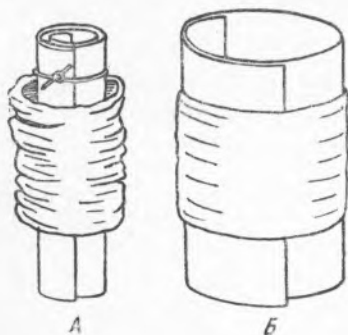


Рис. 1. Схема опыта. А — мешок из надкостницы с вложенной в него свернутой целлоидиновой пластинкой, Б — развернувшаяся пластинка натянула надкостницу

Полагая, что натяжение представляет собой ведущий фактор дифференцировки скелетогенной ткани в кость, т. е. фактор, исключаящий развитие хряща, я еще в 1934 г. поставил опыты с культивированием надкостницы на хориоаллантаидной оболочке куриного зародыша в условиях искусственного растяжения. Оказалось, что бипотенциальность скелетогенной ткани проявляется и в этих условиях. Надкостница, дифференцирующаяся при сильном растяжении, образует как хрящ, так и кость. Эти опыты не были опубликованы, так как не дали положительного ответа на поставленный вопрос. Между тем, они представляют несомненный интерес для развиваемых мной представлений, так как содержат прямые доказательства значения факторов натяжения в развитии перихондральной архитектуры костной ткани на основе остеад.

Опыты включали 35 пересадок надкостницы трубчатых костей куриного зародыша в возрасте от 13 до 17 дней инкубации. С большеберцовой или бедренной кости сдиралась надкостница таким образом,

чтобы сохранилась ее целостность по всей длине. В силу слабого развития у птиц шарпеевских волокон надкостница снимается легко, как чулок. В такой чулок надкостницы вводилась целлоидиновая пластинка, туго свернутая в трубку и перевязанная волосом,

чтобы не дать ей развернуться (рис. 1, А). Затем трубка освобождалась от волоса, что вызывало ее немедленное разворачивание. Надкостница оказывалась туго натянутой на целлоидиновый барабан (рис. 1, Б). В таком виде она высаживалась на хориоаллантоис 7—8-дневного куриного зародыша и культивировалась в течение 10—12 дней. Контрольно производились обычные пересадки той же надкостницы.

В контрольных трансплантатах происходит типичная дифференцировка. Структура развивающейся костной ткани имеет характерное строение (рис. 2). В зависимости от того, как ориентируется в трансплантате камбиальный слой надкостницы, новообразование осгеед

Рис. 2. Структура кости при развитии остеогенной ткани на хориоаллантоисе. Остеадное строение

происходит по периферии или в центре трансплантата. Развитие осгеед начинается с обособления сфероидално расположенных в толще

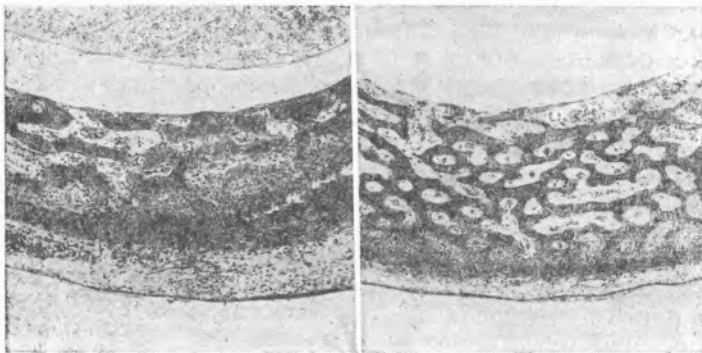


Рис. 3. Структура кости при развитии остеогенной ткани в условиях растяжения. Слева — 4 дня, справа — 10 дней культивирования на хориоаллантоисе

osteoblastic layer of the thinnest collagenous fibers, on the basis of which a capsule of bone substance is formed. Simultaneously with the appearance of collagenous arcs in the center of the future osteon, a blood vessel appears. Vasculature of the newly formed bone tissue — result of clear expressed histogenetic correlation in the development of osteogenic and vascular tissues.

При развитии костной ткани в условиях растяжения правильная форма осгеед нарушается. Непосредственно к целлоидиновой пластинке примыкает слой костной ткани, напоминающий перихондральную манжетку. Нетрудно убедиться, что этот слой представляет собой про-

изводное развернутых по плоскости остеад, каждая из которых сохраняется в составе костной пластинки как отдельность (рис. 3, А). Следующий слой костной ткани возникает также в виде пластинки, расположенной параллельно первому слою и связанной с ним поперечными балками. И в этом случае совершенно отчетливо видно, что новообразующийся слой складывается из остеад, которые в результате растяжения остеогенной ткани вытягиваются по линиям натяжения. Образование первых слоев костной ткани вокруг целлоидиновой пластинки, очевидно, уменьшает натяжение в периферических частях трансплантата, в силу чего здесь остеадное строение выступает совершенно отчетливо (рис. 3, Б). Однако растянутая форма остеад сохраняется, отчетливо костные балки продолжают ориентироваться параллельно поверхности целлоидиновой пластинки. И только в течение последних дней развития по периферии трансплантата начинают преобладать радиальные направления костных балок, в соответствии с линиями, по которым идет рост трансплантата (рис. 4).



Рис. 4. Поперечный разрез трансплантата через 12 дней культивирования на хориоаллантоисе

Результаты опытов доказывают значение фактора натяжения в развитии архитектуры костной ткани. Первичный элемент гистоморфогенеза костной ткани — остеада — представляет собой основу строения эмбриональной кости, обеспечивающую приспособленность костных органов к условиям роста и функции и возможность регуляции нарушений развития. В костной ткани детерминирована только общая тенденция — к образованию остеад. Все же разнообразие их модификаций имеет эпигенетический характер. Это типичный гистоморфогенез.

Чрезвычайно интересным для теории гистоморфогенеза является проникновение остеогенной ткани между слоями целлоидиновой пластинки. Здесь нередко возникает костная ткань в виде тонких пластов, непосредственно связанных с костными слоями, образующимися вокруг целлоидиновой пластинки (рис. 4). Очевидно, остеогенная ткань проявляет способность к кинэктазу — росту по линиям натяжения⁽³⁾. Эти линии возникают между слоями целлоидиновой пластинки в результате их взаимного движения при ее разворачивании внутри чулка из надкостницы. Обнаруженное свойство остеогенной ткани имеет большое значение для понимания процессов срастания костных переломов. Движение обломков неизбежно создает в окружающей среде зоны растяжения, в которых возможен кинэктаз остеогенной ткани. Спайка костной тканью далеко разошедшихся концов переломленной кости происходит, по всей вероятности, на основе этого процесса.

Институт эволюционной морфологии
им. А. Н. Северцова
Академии Наук СССР

Поступило
11 V 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Н. Студитский, ДАН, 3, № 8—9 (1934). * А. Н. Студитский, Архив анат., гист. и эмбр., 14 (1935). ³ А. Н. Студитский, Журн. общ. биол., 8 (1947). ⁴ А. Н. Студитский, Усп. совр. биол., 25 (1948).