

М. Е. АСПИЗ

СПОСОБЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ХРЯЩА КОСТЬЮ У КОСТИСТЫХ РЫБ

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 23 VI 1949)

Строение и развитие костной ткани у рыб представляет особый интерес, поскольку в этой группе позвоночных животных впервые в филогенезе появляется кость.

Замещение хряща костной тканью — пример гистологической субституции ⁽¹⁾ — замещение одной ткани другой, происшедшей из того же зачатка.

Таким общим зачатком для этих двух тканей является скелетогенная мезенхима со свойственной ей бипотентностью ⁽²⁾.

Замене хряща костью в онтогенезе рыб не посвящено ни одной специальной гистологической работы, в то время как на высших позвоночных это замещение изучалось подробно.

В данной работе мы рассматривали гистогенез, главным образом, трубчатых костей: подвесочную кость (hyomandibulare), подъязычную (hyoideum), жаберные дужки, а также некоторые кости черепа и позвонки у представителей карповых рыб и окуня.

Нашей задачей было проследить различные способы замены хрящевой ткани костной.

Для этой цели готовились тонкие гистологические срезы (5—7 μ) различных стадий развития карася, плотвы, окуня (материал собирался на биологической станции „Глубокое озеро“ в 1946—1947 гг.). До стадии сеголеток обрабатывались только головы рыб, с предварительным измерением длины малька (1). У взрослых рыб (в возрасте от 2+) соответствующие кости отпрепаровывались и подвергались обычной гистологической проводке с предшествующей декальцинацией в азотной кислоте.

Фиксаторы: спирт + формалин, 10% формалин, ценкер + уксусная кислота или формалин. Окраски: азан по Гейденгайну, гематоксилин Эрлиха + эозин.

Описывая эндохондральное окостенение у карповых рыб, Визнировский ⁽³⁾ представлял процесс разрушения хряща как результат прониновения сосудов и мезенхимных клеток через первичную грубоволокнистую манжетку в диафизарную часть кости; он указывал на постоянное отсутствие специальных клеточных элементов, разрушающих хрящ, — остеокластов.

Изучая специально остеокласты у высших позвоночных методом тканевых культур, А. В. Румянцев ⁽⁴⁾ пришел к выводу, что дифференцировка остеогенной мезенхимы в сторону остеокластов возможна только в развивающейся системе костной ткани, а не в чистых культурах остеогенной мезенхимы; однако при прибавлении в культуру

гормона околощитовидной железы из остеогенной мезенхимы дифференцируются остеокласты.

Несмотря на отсутствие у рыб околощитовидной железы, остеокластическая реакция остеогенной мезенхимы оказалась неожиданно очень высокой. В исследованных нами костях (в элементах подъязычной дуги, позвонках) остеокласты такие же постоянные элементы эндохондрального процесса, как и в развивающихся костях млекопитающих.

Остеокласты можно наблюдать как на ранних стадиях онтогенеза, при начале замены хряща (рис. 1), так и при росте костей



Рис. 1. Карась, $l = 27$ мм. Подъязычная кость. Остеокласты

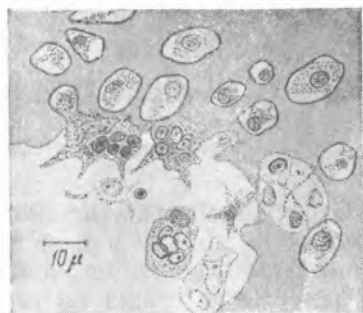


Рис. 2. Окунь 4+. Подвесочная кость. Остеокласты

у взрослых рыб (рис. 2), где эндохондральный процесс продолжается у концов эпифизов в течение всей жизни рыб. Эпифизы в костях рыб — специальные механизмы роста костей⁽⁵⁾, рост которых не заканчивается, а лишь замедляется с возрастом.

Для наблюдаемых остеокластов характерна многоядерность (до 10—12 ядер в клетке). Это гигантские клетки, достигающие 30—40 μ по длинной оси, с неровными, волнистыми краями; в ядрах обычно хорошо выражено ядрышко. Встречаются и малоядерные клетки (2—3 ядра). Для всех этих клеток характерно их положение в лакунах, где они тесно прилегают к основному веществу хряща, растворяя его.

Нам неоднократно приходилось видеть моменты слияния отдельных клеток при образовании многоядерных остеокластов. Особенно наглядно это слияние в случае соединения клеток „цепочкой“ — тогда образуется длинная клетка со следующими друг за другом ядрами. Дегенерация остеокластов наблюдается всегда только в многоядерных клетках. В таких клетках, заканчивающих свой жизненный цикл, границы клеток ровны, ядра теряют хроматин. Иногда виден распад остеокласта на составляющие его части с ядрами.

Процесс резорбции хряща при замене его костной тканью у рыб, помимо разрушения специальными клеточными формами, осуществляется и другими способами.

Один из способов разрушения хряща мы наблюдали при окостенении основных костей черепа (область ушных костей), где процесс разрушения не связан с проникновением в хрящ кровеносных сосудов. Часть остеогенной мезенхимы при соприкосновении с хрящем дифференцируется в сторону остеобластов, строя по поверхности хряща костное вещество; другая часть клеток остеогенной мезенхимы, попадая внутрь хряща, лизирует его.

При окостенениях жаберных дужек развивающаяся периостальная кость вызывает дегенерацию хрящевых клеток и их гибель. Здесь

замещение хряща происходит только в результате дегенеративных его изменений.

Нам кажется важным отметить разницу в окостенениях жаберных дужек и элементах подъязычной дуги. Преобразуясь в ходе эволюции в подъязычную дугу, видоизмененная первая жаберная дужка отличается способом разрушения в ней хряща от других жаберных дуг, хотя и имеет с ними общее происхождение из энтомеzenхимы^(6,7). Нерешенным остается вопрос о происхождении эндохондрального процесса в ходе эволюции.

А. В. Румянцев представлял, что надкостница первичных покровных костей, приходя в соприкосновение с надхрящницей, вызывала



Рис. 3. Карась, $l=25$ мм. Поток остеогенной мезенхимы от луча жаберной перепонки к хрящевой закладке подъязычной кости

подавление хондробластической потенции и усиление остеобластической. При этом менялись и условия фибриллообразования (возможно, оба эти процесса происходили под влиянием сосудов), вследствие чего по поверхности хряща откладывалась кость. Изменившееся питание ведет к разрушению хряща, которое усиливается из-за растворяющей работы клеток остеогенной мезенхимы, проникающей с сосудами в хрящ.

Такой взгляд на происхождение эндохондрального процесса заставляет предполагать активное перемещение клеток остеогенной мезенхимы.

В ходе гистогенеза у рассматриваемых рыб мы наблюдали потоки остеогенной мезенхимы от надкостницы соединительнотканых костей к хрящевым закладкам (рис. 3).

Таким образом, у изучаемых рыб мы различаем три различных способа разрушения хряща при образовании на его месте основных костей. Вероятно, по мере появления в ходе эволюции их можно расположить так:

1. Процесс периостального окостенения с дегенерацией хрящевых клеток (жаберные дужки).

2. Процесс эндохондрального окостенения без участия сосудов и специальных клеток (некоторые основные кости черепа).

3. Типичный эндохондральный процесс, наблюдаемый во всех классах позвоночных (подъязычная дуга).

Институт морфологии животных
им. А. Н. Северцова
Академии наук СССР

Поступило
23 VI 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Г. Кнорре, Усп. совр. биол., 21, в. 3, 357 (1946). ² А. Н. Студитский, Сб., посвящ. 80-летию акад. Н. В. Насонова, изд. АН СССР, 1937, стр. 441. ³ P. Wispiowski, Anat. Anzeiger, 80, 161 (1935). ⁴ А. В. Румянцев, Сб., посвящ. памяти акад. А. А. Заварзина, изд. АН СССР, 1948, стр. 243. ⁵ R. W. Haines, Quart. Jour. Micr. Science, 77, 77 (1934). ⁶ Г. В. Лопашов, Усп. совр. биол., 20, 2, 155 (1945). ⁷ G. R. de Beer, Proc. Roy. Soc., 134, No. 876, 377 (1947).