

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

И. Н. КРЮКОВА

**ПРИРОДА И ГИСТОГЕНЕЗ ОСНОВНОГО СЛОЯ БАРАБАННОЙ  
ПЕРЕПОНКИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

(Представлено академиком А. И. Абрикосовым 15 IX 1951)

За последние десятилетия почти полностью отсутствуют работы по гистологии барабанной перепонки. Вопрос же о свойствах основного ее функционирующего слоя — lamina propria, его камбиальности и регенерационной способности имеет важное значение в связи с использованием морфо-физиологического влияния одних частей организма на другие в целях восстановления утраченных органов. Ввиду этого целью настоящей работы явился пересмотр вопроса о развитии барабанной перепонки у млекопитающих и о природе ее среднего слоя.

Волокна среднего слоя барабанной перепонки, расположенные как в радиальном направлении (со стороны слухового прохода), так и циркулярно (со стороны полости среднего уха), резко очерчены и сильно преломляют свет. Они совершенно не извиты и сильно натянуты. По утверждениям некоторых старых авторов, волокна эти по своей природе приближаются к сухожильным волокнам, что доказывается их способностью набухать в щелочах и кислотах. Данные по гистогенезу среднего слоя барабанной перепонки у млекопитающих весьма скудны.

Материал и метод. Основным объектом исследования служила морская свинка. Для сравнительно-гистологического анализа брались барабанные перепонки крысы, кролика, собаки, летучей мыши, лягушки и курицы. Фиксатор — жидкость Ценкера с формалином. Материал заливался в целлоидин-парафин. Применялись разнообразные окраски на соединительную ткань и некоторые специальные окраски (см. ниже).

Результаты исследования. Даже при беглом просмотре препаратов барабанной перепонки морской свинки бросается в глаза полное несходство волокон lamina propria со всеми видами соединительнотканых волокон как по морфологии, так и по характеру окраски. Они не окрашиваются орсеином, следовательно, это не эластиновые волокна. При специфических окрасках на соединительную ткань (азановый метод, Маллори) они не окрашиваются или, в случае воспаления или отека, весьма слабо окрашиваются анилиновой синью и остаются красными рядом с ярко голубыми коллагеновыми волокнами кориума.

При тщательном изучении их с масляной иммерсией в них обычно не удается обнаружить фибриллярного строения, являющегося основным морфологическим признаком коллагеновых волокон. Волокна lamina propria барабанной перепонки других млекопитающих, взятых для сравнения, морфологически идентичны с таковыми перепонки морской свинки. Разница лишь в том, что волокна собаки, крысы и летучей мыши слабо окрашиваются анилиновой синью, в чем и проявляется их боль-

ишее сходство с коллагеном. Волокна же кролика окрашиваются совершенно аналогично волокнам морской свинки.

Для установления природы этих волокон были проделаны некоторые специальные реакции и окраски.

Нет основания предполагать, что в данном случае происходит коренная биохимическая перестройка соединительной ткани с образованием нового белка. Для проверки этого положения была проделана реакция Кедровского (1) на триптофан (коллагеновые волокна характеризуются отсутствием в них триптофана). В качестве контроля были взяты куски ахиллова сухожилия и пленка рыхлой соединительной ткани морской свинки.

Во всех трех случаях реакция была одинакова — слабо положительная, что опровергает, между прочим, установившееся мнение о полном отсутствии триптофана в коллагеновых волокнах.

Можно было предположить, что волокна эти вследствие тех или иных причин сильно дегидратированы, или, что то же самое, они обладают более мелкими порами, чем волокна, обычно встречающиеся в соединительной ткани. Чтобы проверить это предположение, срезы барабанной перепонки были окрашены: 1) железным гематоксилином по Гейденгайну длительным способом с последующей быстрой дифференцировкой и 2) по методу Доминичи — Кедровского (2).

Если волокна *lamina propria* более плотны, чем окружающие их тканевые элементы, они при длительной окраске железным гематоксилином (сутки)

успеют основательно прокраситься, но при последующей быстрой дифференцировке крупные молекулы квасцов не успеют проникнуть достаточно быстро в мелкие поры волокон, вследствие чего волокна будут дифференцироваться медленнее, чем окружающие их тканевые элементы. Контролем при данной окраске служили эритроциты, которые, обладая очень большой плотностью структуры, остаются черными даже при очень длительной дифференцировке. Предположение это подтвердилось. Волокна действительно дифференцируются крайне медленно и долго остаются довольно сильно окрашенными (хотя и значительно менее, чем эритроциты) на общем светлом фоне.

Однако метод Доминичи — Кедровского, основанный на различной скорости проникновения различного размера частиц краски в поры разного диаметра, дал отрицательный результат. Следовательно, уплотнение соединительнотканых волокон в данном случае не так уж сильно, чтобы его можно было выявить с помощью этого метода.

Наконец, барабанная перепонка помещалась для набухания в слабый раствор уксусной кислоты (1 и 0,7%). В качестве контроля также брались куски ахиллова сухожилия и пленка рыхлой соединительной ткани. В то время как сухожилие и рыхлая соединительная ткань в обоих растворах довольно быстро набухали и превращались в аморфный студень, барабанная перепонка часами лежала в них без изменения. Оставленная там на ночь, она также превратилась в студневидную массу. Наличия фибрилл выявить так и не удалось.

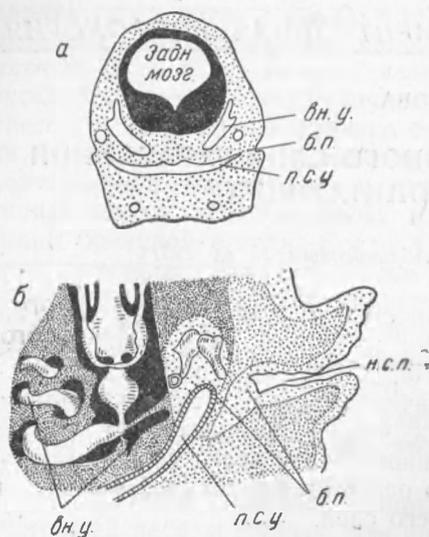


Рис. 1. Фронтальные срезы через область среднего уха зародышей: а — 18—20 дней, б — 25—28 дней. п. с. у. — полость среднего уха, вн. у. — внутреннее ухо, б. п. — зачаток барабанной перепонки, н. с. п. — наружный слуховой проход

Таким образом, можно сделать вывод, что в данном случае, повидимому, имеют место структурные изменения коллагеновых волокон. Повидимому, эти волокна очень плотны и, возможно, вещество, их составляющее, располагаясь между волокнами, цементирует их. Это делает их чрезвычайно прочными и мало растяжимыми при очень незначительной толщине барабанной перепонки (около 30  $\mu$  у морской свинки), что весьма важно в связи с высокой специфичностью выполняемой функции — служить тонким резонатором и настраивателем звуковоспринимающего аппарата на определенную высоту звука.

Каким образом возникает такая высокоспецифическая структура в течение индивидуального развития организма? Из каких элементов она

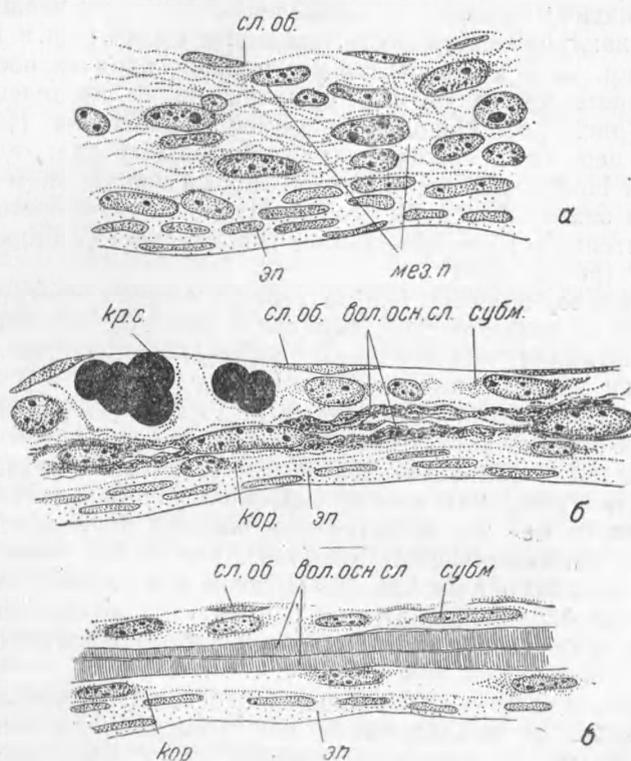


Рис. 2. Поперечный срез через барабанную перепонку морской свинки: эп.—эпителий, сл. об.—слизистая оболочка, кор.—кориум, кр. с.—кровеносный сосуд, вол. осн. сл.—волокна основного слоя, мез. п.—мезодермальный пласт.  $\times 800$

развивается? Чтобы подойти к решению этих вопросов, был собран эмбриональный материал по 15 эмбриональным стадиям морской свинки. Фиксация 10% формалином.

Полость среднего уха является производным 1-го висцерального кармана, которому снаружи соответствует 1-я жаберная щель. В области соприкосновения дна того и другой (так называемой замыкающей пластинки) лежит зачаток будущей барабанной перепонки (см. рис. 1, а, б). Процесс преобразования висцеральных щелей и жаберных дуг в литературе описан достаточно подробно, а потому наше весьма краткое описание мы начнем со стадии 29—32 дней (продолжительность беременности у морской свинки — 65 дней). На этой стадии перепонка еще довольно толста, с внешней стороны плотно прилежит к стенке буллы, так что границы их эпителиев разобрать невозможно. Эпителиальная выстилка со стороны барабанной полости еще неясно дифференцирована,

средний слой представляет собой рыхлую однородную мезенхиму. Многочисленные клетки фибробластического типа синцитиально связаны между собою. При серебрении по методу Снука выявляются многочисленные аргирофильные волокна.

На стадии 38—40 дней волокна среднего мезодермального слоя уже приобретают, повидимому, свою характерную ориентацию, но lamina propria еще не отграничена, а составляет единый пласт с кориумом и субмукозой. Волокна ее представляют собой более или менее типичные коллагеновые волокна; они интенсивно окрашиваются анилиновой синью, извитые, с ясно заметными отдельными фибриллами (см. рис. 2, а). К стадии 47—50 дней lamina propria ясно обособляется из общего мезодермального слоя. Волокна ее, хотя еще и красятся анилиновой синью и обнаруживают фибриллярность, начинают собираться в плотные компактные тяжи. Клеток становится все меньше, ядра их постепенно приобретают веретенообразную форму, характерную для телец барабанной перепонки (рис. 2, б). Наконец, к моменту рождения (65 дней) вся барабанная перепонка приобретает окончательный вид: толстые, гомогенные тяжи lamina propria, окрашивающиеся азокармином при азановом методе, едва заметный тонкий слой кориума, плоский, ороговетший трехслойный эпителий и плоский однослойный эпителий со стороны барабанной полости (рис. 2, в).

Следовательно, волокна lamina propria следует считать коллагеновыми волокнами кожного слоя, которые в связи со специфичностью выполняемой функции видоизменены настолько, что почти полностью потеряли свои характерные морфологические черты.

У более низких групп позвоночных животных (амфибии, птицы) волокна lamina propria, хотя и ориентированы определенным образом, все же представляют собой более или менее типичный коллаген: извитые фибриллярные пучки, интенсивно окрашивающиеся анилиновой синью. «Модифицированные» же коллагеновые волокна появляются, повидимому, только у млекопитающих. Возможно, что та или иная степень специализации основного слоя связана с более или менее поверхностным расположением барабанной перепонки, что в свою очередь связано со способностью к более или менее полному восстановлению структур при ранениях.

Таким образом, в случае барабанной перепонки наблюдаются следующие соотношения: закладываясь как извитые коллагеновые пучки, волокна lamina propria постепенно теряют свою волнистость, выпрямляются, теряют свою фибриллярность. Вместе с тем они теряют и значительную долю своей эластичности и приобретают большую прочность, т. е. приобретают способность осуществлять определенную биологическую функцию при наименьшей затрате энергии.

Институт морфологии животных  
Академии наук СССР

Поступило  
10 VII 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Б. В. Кедровский, Zs. wiss. Mikrosk. u. mikr. Techn., 47, 433 (1930).  
<sup>2</sup> Б. В. Кедровский, Zs. Zellforsch., 13, 1 (1931).