

Удк 611.1

Л. А. МАНУКЯН

СУБМИКРОСКОПИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ СОСУДОВ
СИНОВИАЛЬНЫХ ОБОЛОЧЕК

Изучено строение стенок сосудов синовиальных оболочек по данным электронной микроскопии, выделены особенности их строения, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность синовиальной оболочки, правильную работу суставов. Установлено, что собирательные венулы по сравнению с посткапиллярами имеют более толстые стенки, в цитоплазме лимфатических капилляров выявлены микропиноцитозные везикулы.

Микроциркуляторное русло синовиальных оболочек является тем отделом сосудистой системы оболочки, который не только обеспечивает питание самой синовиальной оболочки, но и регулирует процессы трансудации и резорбции. Знание структуры сосудов вообще, и в особенности структуры стенок сосудов на субмикроскопическом уровне, позволит выявить ту специфику их строения, генеза и функций, которые обеспечивают нормальную жизнедеятельность синовиальной оболочки, правильную работу суставов.

Материалом для электронно-микроскопического исследования послужила синовиальная оболочка коленного сустава 9 собак весом 10—15 кг. Для анестезии пользовались свежеприготовленным раствором пентобарбитала натрия из расчета 40 мг/кг веса. Раствор вводился внутривенно, после усыпления животного производилось вскрытие полости сустава, и в течение 10 мин *in situ* производилась фиксация синовиальной оболочки коленного сустава путем ее орошения 2,5% раствором холодного (4°C) глутарового альдегида. Для изготовления последнего использовался 0,1 М фосфатный буфер (рН 7,3).

По завершении фиксации вырезались фрагменты синовиальной оболочки, которые помещались на пластмассовую пластинку в каплю свежеприготовленного фиксатора и разрезались на блоки размером 0,5 мм³. Затем блоки отмывались от избытка глутарового альдегида в фосфатном буфере (рН 7,3—7,4). Последующая фиксация производилась в 1% растворе четырехосмия по Millonig [12].

Для подготовки к пропитке эпоксидными смолами кусочки синовиальной оболочки проводили через спирты возрастающей концентрации и ацетон. Изготавливались срезы на ультратоме ЛКБ (III модель) и монтировались на опорных медных сетках. Контрастирование в блоках производилось с помощью 1% раствора уранилацетата на 100° спирте с последующей докраской цитратом свинца по Reynolds [13].

Результаты электронно-микроскопического исследования артериоллярных микрососудов показали, что просвет последних ограничен 2—4 клетками эндотелия (рис. 1а). Эндотелиоциты имеют уплощенную форму и содержат обычный набор клеточных органелл, представленный профилями гладкой и зернистой цитоплазматической сети, митохондриями, пластинчатым комплексом (Гольджи) и свободными рибосомами. Кроме того, в их цитоплазме постоянно встречаются микропиноцитозные везикулы, которые лежат свободно или же обнаруживают свя-

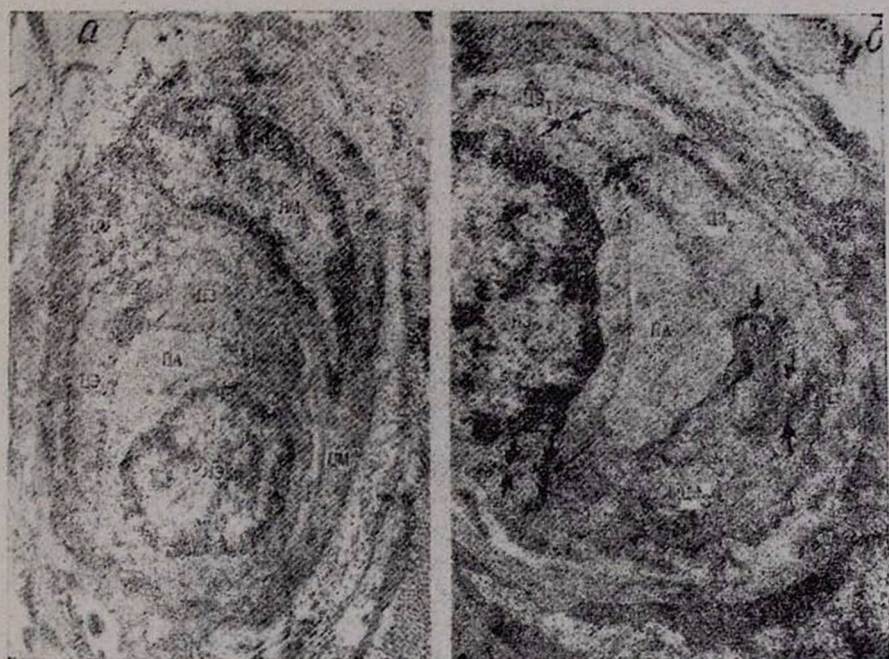


Рис. 1. а. Электронно-микроскопическая фотография поперечного разреза артериолы из синовиальной оболочки коленного сустава собаки. ЯЭ—ядро эндотелиальной клетки. ЦЭ—цитоплазма эндотелиальных клеток; ЯМ—ядро гладкой мышечной клетки; ПА—просвет артериолы. Ув. 5.000
б. Фрагмент предыдущего рисунка. Ультратонкое строение контактов между эндотелиальными клетками (стрелки). Ц₁, Ц₂, Ц₃—цитоплазма смежных эндотелиоцитов. Ув. 10000.

зи с люминальной и базальной поверхностями эндотелиоцитов. Так же, как и ряд авторов [6, 11, 14—17], мы наблюдали хорошо выраженные микрофиламенты, которые обычно располагались между клеточными органеллами, ориентируясь по длине эндотелиальных клеток.

На фотографиях поперечных разрезов сосудов видно, что эндотелиоциты соединяются путем черепицеобразного наложения или же с помощью пальцеобразных выростов, имеющих в области их маргинальных отделов (рис. 1б). Смежные клетки эндотелия связаны друг с

другом посредством щелевидных или же чаще плотных контактов, в связи с чем большая часть межклеточных пространств оказывается закрытой поясками облитерации клеточных мембран.

Эндотелиальная трубка артериол окружена тонким слоем аморфного или слабофибрилярного материала—базальной мембраной. Кнаружи от нее отделяется слой промежуточного вещества, который содержит варьирующее число волокнистых (коллагеновых и эластических) фибрилл. А в отдельных местах удается наблюдать фрагменты внутренней эластической мембраны.

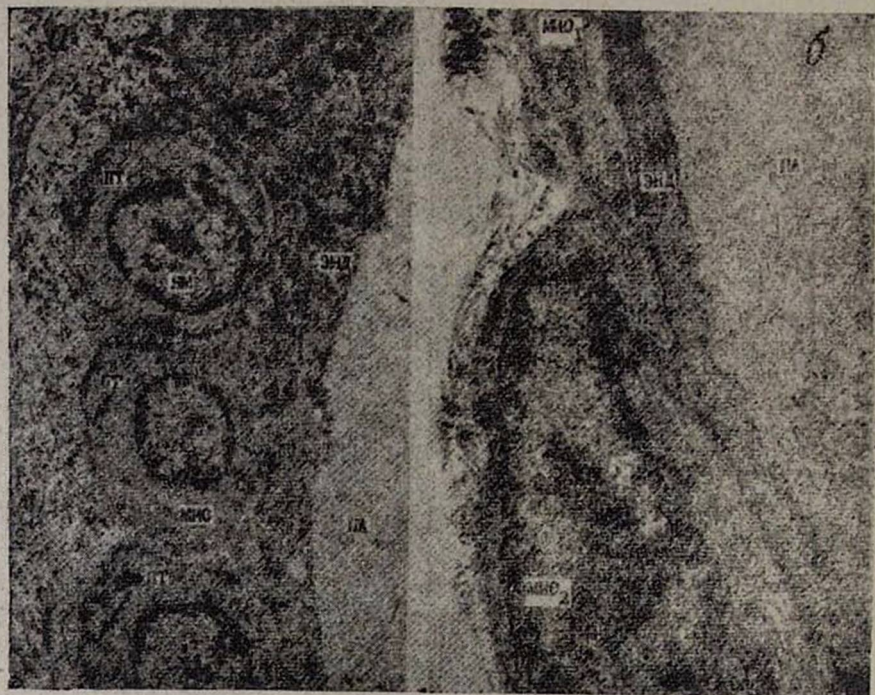


Рис. 2. а. Электронно-микроскопическая фотография поперечного разреза артериолы из синовиальной оболочки коленного сустава собаки. ЛА—просвет артериолы; ЭНД—эндотелий; МНО—мышечные клетки; ЯМ—ядро мышечной клетки; ПТ—плотные тельца. Ув. 5.000.

б. Ультратонкое строение контактов между клетками эндотелия и гладкими миоцитами (стрелка). МНО₁, МНО₂—гладкие мышечные клетки. Ув. 10000.

Как следует из наших наблюдений, в стенке артериол синовиальной оболочки коленного сустава собак гладкие мышечные клетки образуют непрерывный отчетливо выраженный слой, в котором миоциты лежат в один ряд (рис. 2а). Их длина обычно не превышает 3, а диаметр 2—4 мкм. На поперечных разрезах миоцитов видно, что ядра занимают большую часть объема клеток. Форма их округлая, ядерный

хроматин довольно плотный и обнаруживает отчетливую концентрацию около внутреннего листка кариолеммы. В цитоплазме миоцитов присутствует весь набор клеточных органелл. Однако подавляющая часть объема цитоплазмы занята миофиламентами. Последние имеют вид тончайших нитей, которые в виде пучков ориентированы в соответствии с длинной осью мышечных клеток. Мы подтверждаем данные Rhodin [14], В. В. Куприянова, Я. Л. Каратанова, В. И. Козлова [2] и др. о том, что в сосудистых миоцитах встречаются два типа миофиламентов — тонкие (диаметром до 5 нм) и толстые (диаметром до 8 нм.). Тонкие миофиламенты часто обнаруживают связи с так называемыми плотными тельцами. Последние (рис. 2б) имеют округлую, трехугольную или веретенообразную форму и располагаются чаще всего около цитолеммы мышечных клеток. Их отличает высокая электронная плотность. Снаружи каждая мышечная клетка окружена цитолеммой, которая вместе с базальной мембраной образует так называемую сарколемму. Пространство между базальными мембранами мышечных клеток заполнено отдельными микроволокнами и коллагеновыми волокнами, которые погружены в аморфный матрикс.

Ультратонкие особенности прекапилляров состоят в том, что в их стенках полностью отсутствуют элементы внутренней эластической мембраны. Кроме того, между клетками эндотелия и гладкими миоцитами появляются прямые связи, известные в литературе под названием мио-эндотелиальных контактов [1—3, 15]. По нашим данным, мио-эндотелиальные контакты образуются за счет выпячивания цитоплазмы со стороны базальной поверхности клеток эндотелия. Эти выпячивания имеют вид миниатюрных ножек («подошва»), которые в отдельных участках соприкасаются с поверхностью гладких мышечных клеток.

Дальнейшее деление артериол приводило к образованию капилляров, просвет которых ограничен обычно 2—3 эндотелиоцитами. В толще базальной мембраны капилляров располагаются отростки перипитов, которые вступают в связь с эндотелиальными клетками (перипито-эндотелиальные контакты, рис. 3а). Из капилляров формируются посткапилляры и собирательные венулы, которые, постепенно укрупняясь, переходят в вены. Посткапиллярные венулы — весьма тонкостенные сосуды. Их стенка состоит из двух коаксиальных оболочек — эндотелиальной и соединительнотканной, представленной базальной мембраной и замурованными в ее вещество перипитами. Эндотелиальные клетки имеют уплощенную форму и неравномерную толщину. Периферические зоны эндотелиоцитов резко истончены. Примечательно, что во многих клетках эндотелия пластинчатый комплекс (Гольджи) очень хорошо развит, а его цистерны имеют выраженные расширения. Другая особенность эндотелиоцитов посткапиллярных венул заключается в том, что эти клетки на своей базальной поверхности имеют выросты (рис. 3б). Последние охватывают эндотелиальную трубку посткапилляров на значительном протяжении. В цитоплазме эндоте-

лиоцитов и перицитов часто встречаются лизосомы, что свидетельствует об их участии в функциях защиты.

По сравнению с посткапиллярами собирательные венулы имеют более толстые стенки, что объясняется наличием многочисленных перицитов, отростки которых перекрывают друг друга на значительном протяжении (рис. 4а). Эти наблюдения согласуются с данными Rhodin [16], который подсчитал, что в собирательных венулах отношение между величиной просвета сосудов и толщиной их стенки возрастает.



Рис. 3. Электронно-микроскопическая фотография поперечного разреза а) капилляра из синовиальной оболочки коленного сустава собаки. Ультратонкое строение контактов между клетками эндотелиального слоя (стрелки). ПК — просвет капилляра, ЭНД — эндотелий, ПЕР — перицит. Ув. 7000.

б) венулы. ПВ — просвет венулы, ЭНД — эндотелий, ПЕР — перицит. Ув. 20000.

Вдоль венул и вен располагались лимфатические капилляры и сосуды. Просвет лимфатического капилляра был ограничен 3—4 эндотелиоцитами, в цитоплазме которых находились микропиноцитозные везикулы (рис. 4б).



Рис. 4. Фрагмент стенки а) собирательной вены из синовиальной оболочки коленного сустава собаки. ПВ — просвет вены, ЭНД — цитоплазма клеток эндотелия. ПЕР — перит. Ув. 5000.

б) лимфатического капилляра. ПЛК — просвет лимфатического капилляра, ЭНД — эндотелий, ПВ — микропиноцитозные везикулы в цитоплазме эндотелиальной клетки, КВ — коллагеновые волокна, ЯФ — ядерные филаменты. Ув. 10000.

Таким образом, синовиальная оболочка коленного сустава имеет хорошо развитую сосудистую сеть, обеспечивающую не только питание самой оболочки, но и регулирующую микроциркуляцию в стенке синовиальной оболочки.

Лаборатория электронной микроскопии 2-го МОЛГМИ
им. Н. И. Пирогова и кафедра нормальной анатомии
Ереванского медицинского института

Поступила 5/V 1977 г.

ՁՈՒՍՊԱՅԻՆ ՊԱՏՅԱՆՆԵՐԻ ԱՆՈՐՆԵՐԻ ՍՈՒՐՄԻԿՐՈՍԿՈՊԻԿ
ԱՆԱՏՈՄԻԱՆ

Ձուսպային պայմանների միկրոցիրկուլյատոր հունը ապահովում է ոչ միայն պատյանի սնուցումը, այլև կարգավորում է արտազատման և ներգատման պրոցեսները:

Էլեկտրոնային մանրադիտակով ուսումնասիրված է ձուսպային պատյանների անոթների պատերի կառուցվածքը. հայտնաբերված են նրանց կառուցվածքի առանձնահատկությունները, որոնք ապահովում են ձուսպային պատյանի նորմալ կենսունակությունը և հոդերի ճիշտ աշխատանքը:

L. A. MANUKIAN

SUBMICROSCOPIC ANATOMY OF VESSELS OF SYNOVIAL
MEMBRANAE

The structure of vascular walls of synovial membranae is studied by data of electron microscope, peculiarities of their structure are revealed, which provide normal vital activity of synovial membranae and regular work of joints.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Караганов Я. Л. Тез. докл. науч. конф., посвящ. памяти акад. Д. А. Жданова. М., 1973, стр. 86.
2. Куприянов В. В., Караганов Я. Л., Козлов В. И. Микроциркуляторное русло. М., 1975.
3. Чернух А. М., Александров П. Н., Алексеев О. Б. Микроциркуляция. М., 1975.
4. Шахламов В. А. Капилляры. М., 1971.
5. Bruns R. R. a. Palade G. E. J. Cell. Biol., 1968, 37, 244.
6. Cecio A. Zellforsch. Z., 1967, 83, 40.
7. Fawcett D. W. The periferal blood vessels (Ed. J. L. Orbison, D. E. Smith) Baltimore, 1963, 17.
8. Grieshaber E., Vogel A. Zbl. Phleb., 1968, 7, 2.
9. Karnovsky M. J. J. Cell. Biol., 1967, 35, 213.
10. Leak L. V. a Burke J. F. J. Cell. Biol., 1968, 36, 129.
11. Matthews M. A. a Gardner D. L. Angiology, 1966, 17, 902.
12. Millonig G. Internat. Congress Electron Microscopy, 5 th Philadelphia, 1962, 2, 8.
13. Reynolds E. S. J. Cell. Biol., 1963, 17, 208.
14. Rhodin J. A. G. Physiol. Rev., 1962, 42, 48.
15. Rhodin J. A. G. J. Ultrastruct. Res., 1967, 18, 135.
16. Rhodin J. A. G. J. Ultrastruct. Res., 1968, 25, 452.
17. Rohlich P. a Olah I. J. Ultrastr. Res., 1967, 18, 667.
18. Juter E. R. a Majno G. Nature, 1964, 202, 4935, 920.