

Н. А. ШЕВЧЕНКО

ЭНДОТЕЛИИ КРУПНЫХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ ВЫСШИХ ПОЗВОНОЧНЫХ

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 31 X 1949)

С того времени, как было установлено наличие эндотелия в сосудах и его клеточное строение, исследования этой ткани шли весьма неравномерно: наибольшее внимание уделено эндотелию капилляров, морфологические особенности которого нередко некритически переносятся на эндотелий артерий и вен; эндотелий же крупных кровеносных сосудов как артериальных, так и венозных систематическому обследованию почти не подвергался. Современные представления об эндотелии крупных кровеносных сосудов у различных позвоночных мало чем отличаются от представлений конца прошлого и начала нынешнего столетия.

Как указывалось ранее, вопрос о строении и тканевой природе эндотелиальной выстилки кровеносных сосудов приобретает особое значение и интерес в связи с трактовкой его как производного целомической выстилки (¹). Сравнительно-гистологическое исследование эндотелия в разных участках сосудистой системы у представителей различных классов позвоночных весьма желательно и необходимо, так как отрывочные и явно недостаточные литературные данные по морфологии эндотелия артерий и вен не дают возможности составить сколько-нибудь цельное представление ни о строении эндотелия у животных того или иного класса, ни об особенностях его в различных артериальных и венозных сосудах у одного и того же животного.

В настоящей статье излагаются результаты исследования эндотелия у представителей всех трех классов высших позвоночных. Из рептилий — у черепахи были изучены аорта и брюшная вена на всем их протяжении. Из птиц — у гуся исследовались отдельные участки аорты и полый вены. Из млекопитающих — у кролика изучались отдельные участки аорты, задняя полая и яремная вены; у свиней и коров — эндотелий отдельных участков аорты и крупных вен шеи. Материал фиксировался различными жидкостями, готовились срезы, плоскостные препараты-пленки по Кочетову, а также тотальные препараты из тонкостенных вен. Тотальные препараты окрашивались преимущественно железным гематоксилином, а срезы, помимо этого, азокармин-анилинблау-оранжем, гематоксилин-пикрофуксином и гематоксилин-эозином. Клеточные границы выявлялись импрегнацией серебром, а сетчатый аппарат осмированием по Колачеву. Хромаффиновые клетки в стенке брюшной вены черепахи избирательно выявлялись двуххромовокислым калием, серебрением и осмированием.

В строении эндотелия крупных кровеносных сосудов у представителей различных классов позвоночных имеется очень много общего, но

наряду с этим обнаруживаются и отличающие их частные своеобразные признаки.

Во всех исследованных сосудах эндотелий характеризуется полиморфизмом клеток. Эндотелиальные клетки главных артериальных и венозных стволов весьма различны по форме и по расположению в отношении продольной оси сосудов (рис. 1). Различия эндотелиальных клеток по форме часто могут быть усилены весьма неодинаковыми размерами

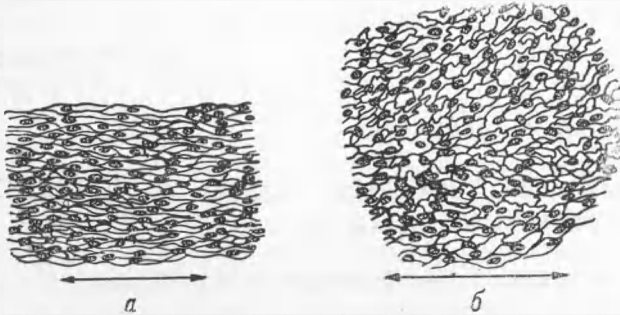


Рис. 1. Два участка эндотелия из одного и того же препарата аорты черепахи. Обработка серебром в растворе осмия, гематоксилин. $\times 480$. Стрелки указывают направление продольной оси сосуда

их в одном и том же сосуде (рис. 2 и 3). Установившиеся издавна взгляды (2-6), по которым артериям и венам свойственны лишь немногие, типичные для этих сосудов формы эндотелиальных клеток, не соответствуют действительности. У черепахах, например, клетки эндотелия аорты имеют различную форму и ориентированы неодинаково в отношении продольной оси сосуда. Наряду с удлинёнными эндотелиальными клетками (рис. 1, а) имеются более широкие и короткие элементы. Как те, так и другие могут располагаться аксиально, под разными углами к продольной оси сосуда и даже поперек последнего. Участки с вытянутыми клетками эндотелия сменяются сразу или постепенно клетками неправильно-многоугольной формы, которые, в свою очередь, переходят в клетки с очень причудливыми извилистыми границами, снабженные одним или несколькими выступами и отростками различной длины и ширины (рис. 1, б).

У черепахах, например, клетки эндотелия аорты имеют различную форму и ориентированы неодинаково в отношении продольной

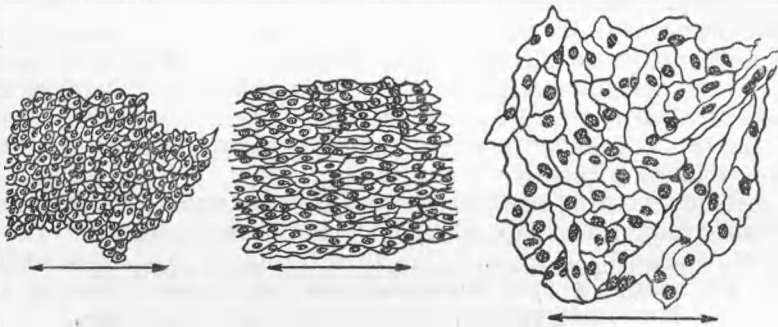


Рис. 2. Эндотелий аорты гуся, участки из одного и того же препарата. Импрегнация серебром, формалином, гематоксилин. $\times 480$.

Группы ориентированных в различных направлениях клеток эндотелия, встречаясь, образуют своеобразный рисунок «вихрей».

На протяжении всего сосуда в целом (например, аорты, задней поллой вены у кролика) клетки различных размеров и формы сменяют друг друга как в продольном, так и в поперечном его направлении. В зависимости от формы клеток и их расположения в отношении продольной оси сосуда в эндотелии можно различать полиморфные и мономорфные участки, клетки которых могут быть или ориентированными (в отношении продольной оси сосуда) или неориентированными. Мономорфные участки на протяжении одного и того же сосуда, в свою оче-

редь, бывают отличны друг от друга и эндотелий сосуда в целом может носить гетероморфный характер (рис. 2 и 3). Изучение форм эндотелиальных клеток на протяжении всего сосуда (аорта черепахи, полые вены кролика) показывает, что моно- и полиморфные участки, клетки которых ориентированы тем или иным образом или не ориентированы, следуют друг за другом в определенном порядке, типичном для данного сосуда и для вида животного, и занимают топографически определенные части сосуда.

Разнообразие форм эндотелиальных клеток может быть во многих случаях объяснено степенью сокращения (расслабление) сосудистой

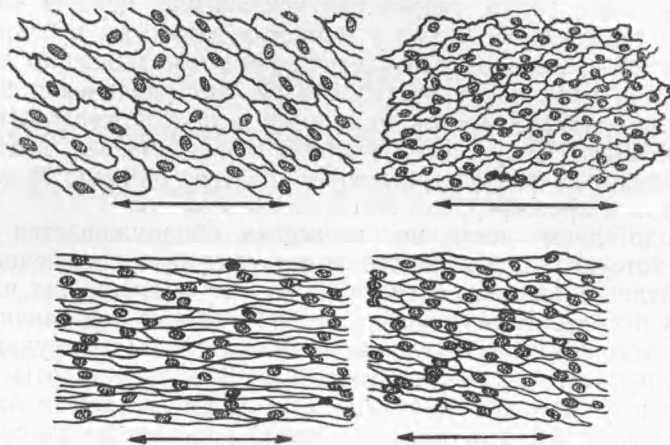


Рис. 3. Различные участки эндотелия задней полой вены кролика из одного и того же препарата. Импрегнация серебром, формалин, гематоксилин. $\times 480$.

стенки, так как размеры и формы клеток эндотелия подвержены, как известно, некоторым физиологическим колебаниям. Но объяснить этими последними все многообразие клеточных форм эндотелия не представляется возможным. Учитывая далее некоторые особенности эндотелиального покрова в местах ветвления сосудов, неизбежно приходится предполагать наличие других, пока еще неизвестных факторов, обуславливающих гетероморфность эндотелия сосудов в целом.

Морфологические особенности эндотелия высших позвоночных показывают его существенные отличия от фибробластов соединительной ткани, разновидностью которых его считают многие авторы (7-9). Эти отличия проявляются как в общем характере эндотелиальной выстилки, представляющей собою непрерывный клеточный пласт, так и в некоторых особенностях строения ее клеток. На поверхности эндотелиальных клеток, обращенной в просвет сосуда, имеется тонкий слой, отличающийся от остальной цитоплазмы. Цитоплазма подавляющего большинства эндотелиальных клеток имеет подразделение на экто- и эндоплазматические участки, количественные соотношения между которыми подвержены значительным колебаниям. Клетки, как правило, одноядерные, редко встречаются двух- и многоядерные. Сетчатый аппарат, изученный в клетках эндотелия аорты черепахи и яремной вены кролика, располагается с очевидной закономерностью вокруг ядра, как это отчетливо видно на плоскостных препаратах. Эндотелиальные клетки или так тесно прилегают одна к другой, что различить подробности их взаимоотношений не представляется возможным, или, как это, например, очень отчетливо наблюдается в аорте черепах, между клетками в их базальной части имеются межклеточные цитоплазматические связи. Цитоморфологические особенности эндотелия крупных кровеносных сосудов указывают на имеющуюся в его клетках гетерополярность.

Эндотелиальные клетки крупных сосудов обнаруживают различия, проявляющиеся в неодинаковой окрашиваемости цитоплазмы и ядер, а также в форме и размерах последних. Эти различия, а также наличие безъядерных пластинок, имеющих между эндотелиальными клетками, могут быть истолкованы в том смысле, что клетки эндотелия неодинаковы по уровню жизненных свойств. Наиболее молодыми из них являются, повидимому, клетки с небольшим темно красящимся ядром, которые постепенно превращаются в элементы с крупными, светлыми, нередко перешнурованными ядрами и в безъядерные пластинки.

В исследованном эндотелии картины митотического деления встречаются чрезвычайно редко, скорее как исключение, нежели как правило. Естественно предположить, что у взрослых животных при сравнительно незначительной снашиваемости клеток замещение медленно деградирующих элементов происходит постепенно за счет увеличения плоскостных размеров окружающих клеток эндотелия и не сопровождается митотическим делением. Отсутствие митозов в нормальном эндотелии, при обычных условиях его существования, нельзя, однако, трактовать как неспособность к пролиферации митотическим путем.

Под эндотелием часто, но не всегда, обнаруживается базальная мембрана, которая как бы подчеркивает резкую отграниченность и вместе с тем отличие эндотелиального пласта от подлежащих частей интимы. Состав последней значительно отличается как в различных сосудах у одного и того же животного, так и в одноименных сосудах у различных представителей высших позвоночных. В интимах аорты и крупных вен коровы и свиньи отмечается наличие многочисленных блуждающих элементов, выселяющихся через эндотелий на поверхность сосуда.

В стенке брюшной вены черепах на значительном ее протяжении располагаются по ходу нервов узлы и тяжи хромаффиновых клеток. Последние хорошо красятся двуххромовокислым калием и содержат зернышки, интенсивно чернящиеся серебром и осмием.

Что касается особенностей эндотелия крупных сосудов у животных того или иного класса и вида, то о них можно иметь обоснованное суждение, как это выяснилось в настоящей работе, лишь при наличии данных о морфологии эндотелия на всем протяжении крупных артерий и вен, при обязательном учете их физиологического состояния и истории развития. Подобного рода исследования систематически еще никогда и нигде не производились (поскольку можно судить по доступной литературе), они являются насущной необходимостью в деле дальнейшего изучения морфологических свойств эндотелия. Но уже и сейчас совершенно очевидно, что издавна сложившиеся представления о морфологии эндотелия аорты и крупных вен нуждаются в существенных изменениях. Морфология эндотелия крупных кровеносных сосудов гораздо сложнее и многообразнее, чем это принималось до последнего времени.

Военно-медицинская академия
им. С. М. Кирова
Ленинград

Поступило
30 VII 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Г. Хлопин, Журн. общ. биол., 5, № 1 (1944). ² V. Eber, Koelliker's Handb. d. Gewebelehre d. Menschen, 1902. ³ Hoyer, Arch. f. Anat. u. Physiol. (1865). ⁴ Eberth, Stricker's Handb. d. Lehre v. Geweben d. Menschen u. d. Tiers. 1869—1872. ⁵ Hanle, Müller's Arch. (1838). ⁶ Колосов, Arch. f. mikr. Anat., 42 (1893). ⁷ А. Максимов, Möllendorff's Handb. f. mikr. Anat., 2 (1927), ⁸ A. Benninghoff, ibid., 6 (1930). ⁹ Щелкунов, Сосудистая мезенхима и ее роль в постэмбриональном морфогенезе кровеносной системы, Диссертация, Л., 1937.