

Т. А. ГРИГОРЬЕВА

ИННЕРВАЦИЯ КАПИЛЛЯРОВ

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 20 VII 1949)

Литературные данные по вопросам иннервации капилляров и физиологической подвижности их противоречивы. До настоящего времени нет единой точки зрения даже на такие факты, как наличие или отсутствие сократительных элементов в стенке капилляра и наличие или отсутствие нервов в капилляре вообще. Противоречивы и толкования функциональной принадлежности нервов капилляров теми, кто их видел. Большая часть авторов чисто умозрительно относит их к вазомоторам, немногие считают их чувствительными на основании происхождения от толстых, мякотных волокон. Экспериментальных работ, посвященных морфологическому анализу нервов капилляров, по существу, нет. Буш⁽³⁾ и А. Я. Боровская⁽²⁾, которые применяли метод оперативного выключения нервных проводников, упоминают о перерождении нервов на капиллярах, не учитывая особенностей строения капиллярной стенки и, повидимому, принимая артериолы за капилляры. Работа Нелеманс⁽⁸⁾ хороша в описательной части, но недоказательна в экспериментальной.

Решение вопросов об иннервационных механизмах капиллярного русла необходимо для правильных представлений и о кровообращении в целом и о процессах нервной трофики, связанных с тканевым обменом. Выдвинутые в последние годы Цвейфахом⁽¹¹⁾ и Чемберсом⁽⁴⁾ положения об особенностях капиллярного кровообращения, основанных на наличии двух различных типов капилляров, подчеркивают еще больше важность правильного решения запутанных отношений в динамике периферического кровотока.

Наши исследования касаются мелких сосудов, в том числе и капилляров в различных органах. Оперативно выключались чувствительные и двигательные (вазомоторные) проводники к сосудам различных областей. В сроки, когда признаки дегенерации перерезанных нервов наиболее отчетливы, материал фиксировался и впоследствии обрабатывался методом серебряной импрегнации, употреблявшимся Б. И. Лаврентьевым⁽⁶⁾.

Артериолы обильно снабжены симпатическими нервными волокнами, которые образуют в их стенках сплетения, снабженные многочисленными ядрами Шванна. Тонкие волоконца, отходящие от этих сплетений, оканчиваются на гладкомышечных клетках. По мере уменьшения числа мышечных слоев в стенке артериолы меняется и строение мышечных клеток. Узкие, сравнительно короткие, с палочковидным ядром клетки делаются длинными, богатыми плазмой. Ядра их относительно укрупняются и принимают округлую форму. В процессе дальнейшего приближения артериолы к капилляру мышечные клетки оказываются лежащими на более или менее значительных расстояниях друг от друга. Иногда эти расстояния достигают нескольких сот микронов. В этих случаях

хорошо видно, что каждая мышечная клетка представляет собой длинное образование с широкой, содержащей круглое ядро средней частью и узкими, длинными концами, спирально охватывающими стенку сосуда и делающими на ней несколько крутых витков. На рис. 1, на котором



Рис. 1. Продольный разрез артериолы из подслизистой оболочки пищевода кошки. Видно, что гладкие мышцы артериолы не переходят на стенку капилляра, как не переходят на нее и сосудодвигательные нервы, которые находятся здесь в состоянии дегенерации вследствие перерезки соответственных симпатических нервов. $\times 540$

изображена такая артериола в продольном разрезе, хорошо видны эти мышечные клетки. Протоплазма их спирально расположенных концов имеет вид светлых пузырьков. Перетяжки артериолы в этом месте, выражающиеся в складчатости и во вдавлениях на поверхности эндотелия, свидетельствуют о сжатии сосудистой стенки, что является признаком тонуса мышечных клеток. Часть таких артериол, отдавая по пути скудное количество капилляров, переходит непосредственно в вены. Это обстоятельство до сих пор обнаружено нами только в скелетных мышцах. Большая же часть конечных артериол распадается на капилляры. Обычно в области отхождения капилляра имеется сфинктерообразный механизм из гладкомышечных клеток. Сами капилляры построены только из эндотелия и никаких других элементов в своих стенках не содержат.

Сплетение симпатических нервных волокон артериол продолжается и на их конечные отделы. Непреложным законом, наблюдаемым во всех изученных нами органах, является точное совпадение распространения симпатических волокон с распространением в сосудистой стенке мышечных элементов. Симпатические волокна сопровождают артериолу до ее последней мышечной клетки. В месте отхождения капилляра симпатические волокна оканчиваются на клетках гладкомышечного сфинктера и никогда на стенку капилляра не переходят.

Таким образом, из изложенного надо сделать вывод, что протяженность артериол в организме имеет гораздо большие размеры, чем это принято считать в настоящее время. Этим, повидимому, объясняются заключения некоторых авторов о симпатической иннервации капилляров. Не обращая внимания на далеко друг от друга лежащие мышечные клетки или не выявляя их своими методами, они думали, что имеют перед собой капилляр, имея на самом деле артериолу.

Термины Цвейфаха ⁽¹¹⁾ «мышечные капилляры» или «артерио-венозные мостики», предложенные им для обозначения сосудов с диаметром капилляров, но с гладкими мышцами в стенке, нецелесообразны, потому что нет никаких принципиальных оснований вычленять эту часть артериолы в специальный сосуд. Впадение же этих сосудов в вены, которое Цвейфах считает обязательным, наблюдается почти исключительно в

скелетных мышцах, и то только часть их впадает в вены непосредственно, остальные же проделывают обычный переход в капилляры. Кроме того, термин «артерио-венозный мостик» вызывает смешение этих структур с ничего не имеющими с ними общего артерио-венозными анастомозами, вполне реальными и важными образованиями в области периферического сосудистого русла. Термин Чемберса (4) «переводящий канал» теряет свой смысл, потому что большая часть таких каналов все же распадается на капилляры.

Цвейфах (11) и Чемберс (4) говорят, что капилляры лишены нервов. Но правы они лишь частично. Капилляры в полном соответствии с отсутствием в их стенках мышечных элементов лишены сосудодвигательных нервов. Физиологические же данные свидетельствуют о том, что капиллярное русло является рефлексогенным полем для многих висцеральных рефлексов. Особенно это относится к химическим раздражителям. Много фактов в пользу этого приводится в работе Одермат (10); в ряде морфологических исследований также указывается на присутствие чувствительных приборов в области капилляров.

По нашим данным, характерной особенностью капиллярных рецепторов является то, что они никогда не принадлежат только капиллярам, а все-

гда охватывают и какой-то участок соединительной ткани, окружающей капилляр. Создается впечатление о какой-то сосудисто-тканевой функциональной единице, которая представлена участком соединительной ткани с одним или несколькими капиллярами, и об ее рецепторе.

Эти рецепторы могут быть построены различно. Иногда они представляют собой два окончания отдельных волокон — одно на капилляре, другое в соседнем с ним участке соединительной ткани. Два же эти волокна являются конечными разветвлениями одного и того же волокна, обычно мякотного. Часто эти рецепторы построены сложно и охватывают и капилляр, и окружающую соединительную ткань одновременно. Наблюдаются и большие, больше самого капилляра, колбообразные, инкапсулированные окончания, прилежащие одной своей поверхностью к капилляру, а другими обращенные к окружающей соединительной ткани и подвергающиеся воздействиям с ее стороны. В отдельных случаях сложно построенные рецепторы вовлекают в сферу своей деятельности большие участки соединительной ткани с ее капиллярами. На рис. 2 изображен один из таких рецепторов.



Рис. 2. Сложный рецептор для капилляра и окружающей соединительной ткани, построенный из разветвлений нервного волокна и инкапсулированной колбы из соединительнотканного со-
сочка кожи носика кошки. $\times 540$

Описания таких совместных для сосуда и окружающей ткани рецепторов иногда встречаются в литературе. Однако большинство авторов упоминает о них только в порядке научной регистрации, не пытаясь дать им объяснения. Примером этому служит работа Лангворси и Ортега (5), в которой они, описывая в радужной оболочке глаза сложные рецепторы системы тройничного нерва, охватывающие целые поля капилляров вместе с окружающей их соединительной тканью, не обращают на этот интересный факт особого внимания. Е. К. Плечкова (9), А. М. Ляховецкий (7) и А. С. Альтшуль (1), видевшие подобные картины в сердце, мягкой мозговой оболочке и в стенке пищеварительного тракта, считают их морфологическим субстратом теории Бейлиса об антидромном, сосудорасширяющем действии чувствительных нервов.

Мы стоим на точке зрения, что капилляр не есть сосуд *sui generis*, а представляет собой лишь часть рыхлой соединительной ткани, образуя вместе с ней структурную и функциональную единицу трофического отдела тканей внутренней среды. В пользу этой концепции говорят и строение капилляров, и их развитие, и их превращения в норме и патологии. Иннервационные соотношения в области капиллярного русла ее подтверждают: нет рецепторов для капилляров в отдельности, а есть сосудисто-тканевые рецепторы, обслуживающие одновременно и капилляр и прилежащий к нему участок соединительной ткани.

В таком случае и функциональное значение этих рецепторов делается простым и ясным. Известно, что в области капиллярного русла происходят процессы внутритканевого обмена веществ. Значит, и рецепторы эти представляют собой рецепторы тканевого обмена, т. е. физических, химических, физико-химических и биологических сдвигов в области функционального сосудисто-тканевого единства.

На основании изложенного надо считать, что в гемодинамике капилляры играют роль рефлексогенных полей для сосудистых и других висцеральных рефлексов, так как они входят в состав специальных сложно построенных рецепторов обмена веществ и тканевого тургора. Кровенаполнение же самих капилляров есть функция прилежащей артериолы и сфинктеров в местах их отхождения.

Второй московский государственный
медицинский институт
им. И. В. Сталина

Поступило
16 IV 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. С. Альтшуль, Сб. Морфология чувствительной иннервации внутренних органов, М., 1948. ² А. Я. Боровская, Арх. анат., гист. и эмбр., 14, 3, 337 (1935). ³ E. Busch, Acta pathol. et morphol. Scand., Suppl. 2 (1929). ⁴ R. Chambers, Nature, 162, 4126, 835 (1948). ⁵ O. Langworthy and L. Ortega, Journ. Neuropath. exp. Neurol., 2, 277 (1943). ⁶ Б. И. Лаврентьев, Сб. Морфология автономной нервной системы, изд. 2-е, М., 1946. ⁷ А. М. Ляховецкий, Сб. Морфология чувствительной иннервации внутренних органов, М., 1948. ⁸ F. Nelema, Am. Journ. Anat., 83, 1, 43 (1948). ⁹ Е. К. Плечкова, Сб. Морфология чувствительной иннервации внутренних органов, М., 1948. ¹⁰ W. Odemat, Bruns Beitr. z. cl. Chir., 127, 1 (1922). ¹¹ B. Zweifach and Ch. Kossmann, Am. Journ. Physiol., 120, 23 (1937).