УДК 617.7 DOI: 10.15372/SSMJ20180210

КАПИЛЛЯРОСКОПИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ НОГТЕВОГО ЛОЖА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Олег Львович ФАБРИКАНТОВ[1,2], Мария Михайловна ПРОНИЧКИНА[1]

[1] *Тамбовский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России*
392000, г. Тамбов, Рассказовское шоссе, 1

[2] *Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина*
392000, г. Тамбов, ул. Советская, 93

Для анализа микрососудистых изменений при различных системных заболеваниях предложена капилляроскопия ногтевого ложа, которая позволяет прижизненно и в реальном режиме времени оценить структуру микрососудов. Ее основные преимущества заключаются в возможности ранней диагностики сосудистых заболеваний, широкой области применения и неинвазивности. Главными капилляроскопическими параметрами микроциркуляции, которые можно оценить количественно, являются плотность капиллярной сети (количество капилляров на 1 мм длины дистальной фаланги каждого пальца), ширина и длина капилляров, диаметр артериального и венозного отделов, внешний и внутренний диаметры, ширина верхушки и расстояние между капиллярами. Также учитывается скорость кровотока в артериальном и венозном отделах. Кроме того, при капилляроскопии оценивается и наличие аваскулярных зон, появление которых свидетельствует о тканевой гипоксии, а следовательно, может рассматриваться в качестве важного прогностического фактора. Наконец, к информативным параметрам относятся распределение капилляров (в норме имеет место гомогенное и упорядоченное распределение капилляров параллельно друг другу с равным небольшим расстоянием между восходящим и нисходящим отделами) и их форма (нормальные капилляры напоминают шпильку или перевернутую букву «U», а артериальный отдел обычно меньше по диаметру, чем венозный). С клинической точки зрения капилляроскопия обладает большой диагностической ценностью, поскольку позволяет разрабатывать тактику лечения, оценивать эффективность терапии и прогнозировать исходы заболевания.

Ключевые слова: капилляры, капилляроскопия, плотность капилляров, размеры капилляров, аваскулярные зоны.

Оценка микрососудистых изменений играет важную роль не только в изучении патогенеза, но и в диагностике, лечении и мониторинге широкого спектра системных заболеваний. Для их анализа предложена капилляроскопия ногтевого ложа – простой, неинвазивный, безопасный и информативный метод, позволяющий прижизненно и в режиме реального времени оценить структуру микрососудов. С ее помощью можно обнаружить микрососудистые аномалии при любых заболеваниях, затрагивающих сосуды. Ее несомненные преимущества заключаются в возможности ранней диагностики сосудистых заболеваний, широкой области применения (кардиология, флебология, эндокринология, ревматология, хирургия и т.п.) и неинвазивности. По результатам капилляроскопии можно судить об эффективности лечебных и восстановительных мероприятий, оперативного лечения и анестезиологического пособия [11, 31, 36, 37].

Капилляроскопия ногтевого ложа применяется в клинической практике с 1823 г., когда Пуркинье впервые описал капилляры кожи, которые он смог увидеть в ногтевом ложе с помощью увеличительного стекла большой силы [26]. Первые же исследования капилляров кожи с использованием микроскопа относятся к 1879 г. [19]. В 1911 г. Lombard обнаружил, что капилляры ногтевого ложа можно рассмотреть под микроскопом, если капнуть на ноготь иммерсионное масло [27]. Уже в 1922 г. O. Müller опубликовал монографию, в которой описал морфологию капилляров кожи и характер движения эритроцитов в капиллярах ногтевого ложа с помощью микроскопии, снабдив ее цветными иллюстрациями [32]. Первые исследования по капиллярам с использовани-

Фабрикантов О.Л. *– д.м.н, директор, email: naukatmb@mail.ru*
Проничкина М.М. *– врач-офтальмолог, email: naukatmb@mail.ru*

ем стереомикроскопии относятся к 1950-м годам. С помощью данного метода удалось напрямую наблюдать движение эритроцитов в поверхностных микрососудах кожи. В 1964 г. J.G. Zimmer и D.J. Demis смогли пронаблюдать в режиме реального времени движение эритроцитов в сосудах кожи человека, используя микроскоп с системой кинематографии [39]. В 1974 г. A. Bollinger и соавт. предложили систему для телемикроскопии [4], которую в 1977 г. доработал и упростил B. Fagrell, применивший с этой целью метод видеофотометрии [14]. Эти исследователи и разработали на рубеже 1980-х и 1990-х годов первый современный капилляроскоп. Видеозапись в сочетании с телемикроскопией позволяет осуществлять визуализацию капилляров в режиме реального времени и регистрировать данные для последующего ретроспективного анализа [17].

Одним из ключевых параметров капилляроскопии, имеющих большое значение для ранней диагностики микрососудистых аномалий, является плотность капиллярной сети [23] (численность капилляров) – количество капилляров на 1 мм длины дистальной фаланги каждого пальца. По данным европейских авторов, плотность капиллярной сети у здоровых детей составляет 5,3–7,3 на 1 мм [12], а у здоровых взрослых – 7,3–10,3 на 1 мм [20]. Бразильские авторы приводят несколько иные данные: в странах Латинской Америки плотность капиллярной сети у здоровых детей составляет 6,0–7,3 на 1 мм [38], а у здоровых взрослых – 9,11–10,1 на 1 мм [35].

C. Hoerth с соавт. и P. Dolezalova и соавт. продемонстрировали, что плотность капилляров имеет прямую взаимосвязь с возрастом – у маленьких детей она меньше, чем у детей старшего возраста и взрослых людей. С другой стороны, половая принадлежность не влияет на нее [12, 20]. У лиц со светлой кожей капилляроскопию выполнить проще, а у лиц с пигментированной кожей – труднее [37]. На пальцах рук плотность капилляров больше, чем на пальцах ног [24]. Наконец, целесообразно определять среднее значение плотности капиллярной сети для каждого пальца по результатам осмотра четырех полей [9].

Для определения плотности капиллярной сети используются различные методики. Так, M. Sebastiani и соавт. [34] предложили способ, в соответствии с которым подсчитываются все капилляры дистальной фаланги, даже если они располагаются не на одном уровне. В случае большой плотности капилляров становится сложно судить о том, какие именно капилляры относятся к дистальной фаланге. H.M. Hofstee и соавт. [21] предложили два метода оценки плотности капиллярной сети. Первый из них подразумевает прямую визуализацию капиллярных петель. Подсчитываются те петли, которые предположительно являются дистальными. В соответствии со вторым методом (который получил название «метод 90°») капиллярная петля рассматривается как дистальная, если угол между верхушкой этого капилляра и верхушками двух соседних составляет более 90° [21]. Поскольку стандартизованных методов определения плотности капиллярной сети не существует, многие авторы прибегают к прямой визуализации либо к «методу 90°».

Под размерами капилляров понимают их ширину, длину, диаметры артериального и венозного отделов, внешний и внутренний диаметры и ширину верхушки. При наличии соответствующего программного обеспечения некоторые из этих параметров (ширина и длина капилляров и расстояние между ними) можно оценить количественно. Как правило, ширина и высота капилляров свидетельствуют о состоянии здоровья индивидуума. Удлиненные капилляры обычно указывают на наличие артериальной гипертонии и артериосклероза, а укороченные зачастую свидетельствуют о сердечной недостаточности [30].

В научной литературе приводятся различные данные относительно такого параметра, как ширина капилляров. Одни авторы оценивают ширину артериального и/или венозного отделов капилляров и петли верхушки капилляра, а другие – общую ширину капиллярной петли. При этом диаметр артериального и венозного отделов измеряется в самом широком месте, диаметр петли верхушки – в центральной части, а ширина всей капиллярной петли – в самом широком месте. Впрочем, следует помнить о том, что стенка самого капилляра не визуализируется, поэтому оценить можно только размеры столбика эритроцитов в просвете капилляра [27]. Ширина капилляра ($B_{кап}$) вычисляется как разность между X-координатами крайней правой и крайней левой точек, т.е. $B_{кап} = X_{пр} – X_{лев}$ [20]. По данным различных авторов, общая ширина капилляров составляет 27–59,5 мкм (в среднем 44 ± 4,8 мкм) [22].

Венозный отдел представляет собой выносящее звено капиллярной петли, а артериальный отдел – ее приносящее звено. Диаметры приносящего и выносящего звеньев в самой широкой точке и являются диаметрами артериального и венозного отделов соответственно [27]. Они определяются в режиме «просмотр видеоролика». Отделы капилляра идентифицируются по направлению движения крови: в артериальном отделе кровь движется центробежно в направлении к верхушке петли, в венозном – центростреми-

тельно в направлении от верхушки петли. Затем в режиме «стоп-кадр» измеряются диаметры каждого отдела в трех точках [1]. В норме диаметр артериального отдела составляет от 7 до 17 мкм (в среднем 11,91 ± 1,87 мкм), венозного – от 11 до 20,6 мкм (в среднем 15 ± 2,42 мкм). Каждая капиллярная петля представлена более тонким артериальным отделом, более широким венозным отделом и переходным отделом (или верхушкой капилляра) [13]. Диаметр петли верхушки капилляра в центральной зоне определяется по общей ширине капиллярной петли в наиболее широкой точке. В норме он варьирует в пределах от 8 до 21 мкм (в среднем 17,17 ± 2,12 мкм). Диаметр петли соответствует диаметру верхушки капиллярной петли [13].

Ширина верхушки капилляра представляет собой максимальное открытое пространство в ней. У здоровых взрослых людей ширина верхушки капилляра составляет 26–39 мкм (в среднем 36,2 ± 9,919 мкм). F. Lefford и J.C.W. Edwards [28] выдвинули предположение о том, что соотношение между шириной верхушки капилляра и максимальной шириной его колена (максимальным расстоянием между артериальным и венозным отделами) позволяет отличить патологически измененные капилляры от нормальных [6]. Хотя в соответствии с определением общая ширина капилляров может быть измерена для всех капилляров на 1 мм длины, в некоторых случаях длину капилляра, ширину верхушки, диаметры артериального и венозного отделов, внутренний диаметр и диаметр петли определить не представляется возможным, поскольку отдельные капилляры неразличимы. Необходимо измерять общую ширину всех капилляров, а не только параметры тех, которые удается различить как отдельные сосуды. В противном случае общая ширина капилляров будет недооцененной из-за нарушения архитектоники капилляров у ряда пациентов. Из анализа исключаются капилляры с наиболее явными отклонениями от нормальной архитектоники [7].

Ширина капилляра является достаточно противоречивым параметром с позиций ее оценки. В большинстве исследований к расширенным относят капилляры, ширина которых составляет как минимум 90–150 мкм [3, 12, 16, 25]. H.R. Maricq и соавт. считают гигантскими капилляры, чья ширина превышают ширину нормальных капилляров в 4–10 раз [12]. В целом к гигантским (или мега-капиллярам) относят такие капилляры, диаметр артериального или венозного отдела которых превышает 50 мкм. Появление гигантских капилляров является самым ранним и наиболее характерным признаком вторичного синдрома Рейно на фоне системного склероза. Капилляры, диаметр артериального отдела которых составляет более 15 мкм, а также капилляры, диаметр венозного отдела которых составляет более 20 мкм, классифицируют как расширенные [10, 12]. Некоторые ученые относят к расширенным капилляры шириной не менее 50 мкм [5] либо сопоставляют размеры капилляров с шириной их петли [18]. У взрослых индивидуумов ширина петли капилляра в норме варьирует от 25 до 50 мкм [13].

Продемонстрировано, что у детей старшего возраста и взрослых капилляры более узкие, чем у детей младшего возраста, следовательно, ширина капилляров напрямую коррелирует с возрастом [12]. Среднее значение максимального диаметра трех наиболее широких капилляров на 1 мм длины представляет собой среднюю ширину капилляра [23]. Артериальный отдел капилляров в целом у́же, чем венозный отдел, причем диаметр увеличивается от проксимального отдела артериолы в направлении к дистальному отделу венулы.

Длина капилляров ($L_{кап}$) вычисляется как разность между Y-координатами крайней верхней и крайней нижней точек, т.е. $L_{кап} = Y_В – Y_Н$. Длина (или высота) капилляра – это расстояние между верхушкой капиллярной петли и той точкой, где она перестает визуализироваться. Кроме того, длиной капилляра является расстояние между изгибом капиллярной петли и ее основанием. В норме общая длина капилляра варьирует в пределах от 92 до 295 мкм (в среднем 240 ± 38,3 мкм). Удлиненными считаются капилляры, чья длина превышает 300 мкм [27]. В физиологических условиях капилляры одного и того же пальца имеют одинаковую длину, которая отличается у разных людей, а также в зависимости от характеристик пальцев (например, длины ногтевого валика). Капилляры четвертого и пятого пальцев всегда длиннее, чем первого, второго и третьего пальцев [15, 29]. При патологических состояниях, например, при сахарном диабете, капилляры зачастую укорочены, и их длина порой не превышает 10 мкм [8].

Помимо диаметра и формы капилляров, обязательно учитывается скорость кровотока в артериальном и венозном отделах. Для этого в режиме «просмотр видеоролика» выявляются капилляры с эритроцитарными агрегатами, «светлыми» включениями или другими морфологическими образованиями с достаточно четкими границами. Граница такого образования внутри капилляра фиксируется и отмечается в режиме «стоп-кадр» специальной меткой. Затем на следующем кадре

отмечается «сдвиг» границы образования другой меткой и измеряется длина этого «сдвига» в микрометрах [1, 37].

Расстояние между капиллярами – максимальная дистанция между двумя соседними капиллярными петлями – в норме варьирует от 96 до 166 мкм (в среднем 137 ± 12,84 мкм) [13]. Его можно измерить как вручную, так и полуавтоматическим способом. При изменении расстояния между капиллярами вручную верхушка каждого капилляра помечается курсором, после чего с использованием маркера определяется дистанция между двумя соседними капиллярами. Необходимо учитывать такие факторы, как изначальное положение пальца под микроскопом и кривизна ногтевого ложа. Также предложена методика полуавтоматического определения расстояния между капиллярами, имеющая, тем не менее, ряд ограничений. В частности, она предполагает предварительную обработку и усиление изображения с целью увеличить количество нормальных капилляров, при этом из-за устранения помех размеры больших капилляров могут недооцениваться, они могут выглядеть искаженными, а сосудистые зоны могут переоцениваться. Для вычисления расстояния между капиллярами маркируется средняя линия каждого из двух капилляров, затем они соединяются линией, параллельной геометрическим точкам верхушек, после чего определяется дистанция между пересечениями двух указанных линий [33].

В большинстве участков человеческого тела капиллярные петли располагаются перпендикулярно поверхности кожи, в то время как в ногтевом ложе они идут параллельно поверхности кожи. У здоровых взрослых людей, подростков и детей при капилляроскопии наблюдается гомогенное и упорядоченное распределение капилляров параллельно друг другу с равным небольшим расстоянием между восходящим и нисходящим отделами [26]. О дезорганизации капилляров (или их архитектоники) говорят в случае заметного нарушения паттерна их распределения. Изменение нормального распределения капилляров, которое наблюдается при капилляроскопии ногтевого ложа, может иметь место в следующих случаях: 1) капилляры расположены не в одну линию; 2) для анализа выбрана небольшая (менее 500 мкм) зона, в которой участки с отсутствующими капиллярами соседствуют с зонами, содержащими кластеры капилляров; 3) истинное нарушение распределения капилляров; 4) гетерогенные по форме петли капилляров; 5) нарушение ориентации капилляров [29].

С позиций клинической практики важно отличать аваскулярные зоны от зон с низкой плотностью капилляров. Учитывая это, необходимо прийти к единому мнению относительно того, что же они собой представляют. Аваскулярные зоны – это те участки ногтевого ложа, где отсутствуют два капилляра или более; к аваскулярным относят те участки, где расстояние между двумя соседними петлями капилляров превышает 500 мкм, если речь идет о дистальном отделе, или 300 мкм, если речь идет о проксимальном отделе [5, 37]. Аваскулярные зоны выявляются у 92 % пациентов с гранулематозом Вегенера и 22–67 % пациентов со склеродермией, системной красной волчанкой и заболеванием соединительной ткани [2, 38]. Напротив, у пациентов с неиммунными заболеваниями они отсутствуют. Наличие аваскулярных зон может свидетельствовать о тканевой гипоксии. По мере прогрессирования заболеваний аваскулярные зоны увеличиваются, а следовательно, данный показатель имеет важное прогностическое значение [33].

Хотя с возрастом капилляры имеют тенденцию становиться более извитыми и расширенными, на протяжении многих лет их форма остается неизменной. Оптимальное функционирование микрососудистой системы поддерживается благодаря быстрому включению контролирующих механизмов (в том числе локальных метаболических реакций и миогенной активности). По мере перестройки кровеносных сосудов (т.е. изменения их длины, диаметра, толщины стенки, степени извитости и количества) в них постепенно происходят структурные изменения, в конечном итоге становящиеся перманентными. Возможность получить дополнительную информацию о форме капилляров посредством количественного анализа выглядит весьма привлекательной, но их визуализация посредством капилляроскопии заставляет чаще прибегать к качественной оценке. В норме капилляр по форме напоминает шпильку или перевернутую букву «U»; артериальный отдел обычно меньше по диаметру, чем венозный [36].

Таким образом, капилляроскопия представляет собой не только метод диагностики микрососудистых изменений, но и инструмент их прогнозирования. К капилляроскопии можно прибегнуть при любых заболеваниях, которые сопровождаются анатомическими и функциональными микроциркуляторными аномалиями. Ключевым достоинством капилляроскопии является возможность прижизненной неинвазивной прямой визуализации капилляров в реальном режиме времени и в физиологических условиях. Капилляроскопия лишена ошибок, обусловленных фиксацией ткани и изготовлением препарата для гистологических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Плавник Р.Г., Богданец Л.И., Лобанов В.Н., Мурашкин Т.В*. Микроциркуляция у больных хронической венозной недостаточностью нижних конечностей, осложненной трофическими язвами, по данным компьютерной капилляроскопии // Эндоскоп. хирургия. 2013. (6). 33–38.

2. *Anders H.-J., Haedecke C., Sigl T., Krüger K*. Avascular areas on nailfold capillary microscopy of patients with Wegener's granulomatosis // Clin. Rheumatol. 2000. 19. (2). 86–88.

3. *Andrade L.E.C., Gabriel Jr. A., Assad R.L., Ferrari A.J.L., Atra E*. Panoramic nailfold capillaroscopy: a new reading method and normal range // Semin. Arthritis Rheum. 1990. 20. (1). 21–31.

4. *Bollinger A., Butti P., Barras J.P., Trachsler H., Siegenthaler W*. Red blood velocity in nailfold capillaries of man measured by a television microscopy technique // Microvasc. Res. 1974. 7. (1). 61–72.

5. *Bongard O., Bounameaux H*. Clinical investigation of skin microcirculation // Dermatology. 1993. 186. (1). 6–11.

6. *Bukhari M., Herrick A.L., Moore T., Manning J., Jayson M.I.V*. Increased nailfold capillary dimensions in primary Raynaud's phenomenon and systemic sclerosis // Br. J. Rheumatol. 1996. 35. (11). 1127–1131.

7. *Bukhari M., Hollis S., Moore T., Jayson M.I.V., Herrick A.L*. Quantitation of microcirculatory abnormalities in patients with primary Raynaud's phenomenon and systemic sclerosis by video capillaroscopy // Rheumatology. 2000. 39. (5). 506–512.

8. *Cicco G., Cicco S*. Hemorheological aspects in the microvasculature of several pathologies // Adv. Exp. Med. Biol. 2007. 599. 7–15.

9. *Cutolo M., Smith V*. Nailfold capillaroscopy // Scleroderma. Eds. J. Varga, C.P. Denton, F.M. Wigley. Berlin: Springer, 2012. 331–346.

10. *Cutolo M., Smith V*. State of the art on nailfold capillaroscopy: a reliable diagnostic tool and putative biomarker in rheumatology? // Rheumatology. 2013. 52. (11). 1933–1940.

11. *Cutolo M., Sulli A., Secchi M.E., Olivieri M., Pizzorni C*. The contribution of capillaroscopy to the differential diagnosis of connective autoimmune diseases // Best Pract. Res. Clin. Rheumatol. 2007. 21. (6). 1093–1108.

12. *Dolezalova P., Young S., Bacon P., Southwood T*. Nailfold capillary microscopy in healthy children and in childhood rheumatic diseases: a prospective single blind observational study // Ann. Rheum. Dis. 2003. 62. 444–449.

13. *Etehad Tavakol M., Fatemi A., Karbalaie A., Emrani Z., Erlandsson B.E*. Nailfold capillaroscopy in rheumatic diseases: Which parameters should be evaluated? // Biomed Res. Int. 2015. 2015. 974530.

14. *Fagrell B., Fronek A., Intaglietta M*. A microscope-television system for studying flow velocity in human skin capillaries // Am. J. Physiol. 1977. 233. (2). 318–321.

15. *Grassi W*. Basic findings in capillaroscopy // Atlas of Capillaroscopy. Eds. W. Grassi, P. Del Medico. Perignano: EDRA, 2004. 10–25.

16. *Grassi W., Medico P.D., Izzo F., Cervini C*. Microvascular involvement in systemic sclerosis: Capillaroscopic findings // Semin. Arthritis Rheum. 2001. 30. (6). 397–402.

17. *Hern S., Mortimer P.S*. Visualization of dermal blood vessels – capillaroscopy // Clin. Exp. Dermatol. 1999. (24) 473–478.

18. *Herrick A.L., Moore T., Hollis S., Jayson M.I.V*. The influence of age on nailfold capillary dimensions in childhood // Journal of Rheumatology. 2000. 27(3). 797–800.

19. *Heuter C*. Die Cheilo Angioskopie, eine neue Untersuchungsmethode zu physiologischen // Zentralbl. Med. Wiss. 1879. (17) 225–230. [In German].

20. *Hoerth C., Kundi M., Katzenschlager R., Hirschl M*. Qualitative and quantitative assessment of nailfold capillaries by capillaroscopy in healthy volunteers // Vasa. 2012. 41. 19–26.

21. *Hofstee H.M., Serné E.H., Roberts C., Hesselstrand R., Scheja A., Moore T.L., Wildt M., Manning J.B., Vonk Noordegraaf A., Voskuyl A.E., Herrick A.L*. A multicentre study on the reliability of qualitative and quantitative nail-fold videocapillaroscopy assessment // Rheumatology (Oxford). 2012. 51. (4). 749–55.

22. *Ingegnoli F., Gualtierotti R., Lubatti C., Bertolazzi C., Gutierrez M., Boracchi P., Fornili M., de Angelis R*. Nailfold capillary patterns in healthy subjects: a real issue in capillaroscopy // Microvasc. Res. 2013. (90) 90–95.

23. *Ingegnoli F., Gualtierotti R., Lubatti C., Zahalkova L., Meani L., Boracchi P., Zeni S., Fantini F*. Feasibility of different capillaroscopic measures for identifying nailfold microvascular alterations // Semin. Arthritis Rheum. 2009. 38. (4). 289–295.

24. *Jung P., Trautinger F*. Capillaroscopy of toes // J. Dtsch. Dermatol. Ges. 2013. 11. (9). 855–867.

25. *Kabasakal Y., Elvins D.M., Ring E.F.J., McHugh N.J*. Quantitative nailfold capillaroscopy findings in a population with connective tissue disease and in normal healthy controls // Ann. Rheum. Dis. 1996. 55. (8). 507–512.

26. *Kamiňska-Winciorek A., Deja G., Polaňska J., Jarosz-Chobot P*. Diabetic microangiopathy in capillaroscopic examination of juveniles with diabetes type 1 // Postepy Hig. Med. Dosw. 2012. 66. 51–59.

27. *Lambova S.N*. The role of capillaroscopy in rheumatology: Ph.D. thesis. Giessen, 2011.

28. *Lefford F., Edwards J.C.W*. Nailfold capillary microscopy in connective tissue disease: a quantitative morphological analysis // Ann. Rheum. Dis. 1986. 45. (9). 741–749.

29. *Lin K.-M., Cheng T.-T., Chen C.-J.* Clinical applications of nailfold capillaroscopy in different rheumatic diseases // J. Intern. Med. Taiwan. 2009. 20. (3). 238–247.

30. *Lo L.-C., Lin K.-C., Hsu Y.-N., Chen T.P., Chiang J.Y., Chen Y.F., Liu Y.T.* Pseudo three-dimensional vision-based nail-fold morphological and hemodynamic analysis // Comput. Biol. Med. 2012. 42. (9). 873–884.

31. *Maricq H.R., Valter I.* A working classification of scleroderma spectrum disorders: a proposal and the results of testing on a sample of patients // Clin. Exp. Rheumatol. 2004. 22. (3). S5–S13.

32. *Müller O.* Die kapillaren der menschlichen Korperoberäche in gesunden und kranken Tagen. Stuttgart: Enke, 1922. [In German].

33. *Murray A.K., Feng K., Moore T.L., Allen P.D., Taylor C.J., Herrick A.L.* Preliminary clinical evaluation of semiautomated nailfold capillaroscopy in the assessment of patients with raynaud's phenomenon // Microcirculation. 2011. 18. (6). 440–447.

34. *Sebastiani M., Manfredi A., Colaci M., D'amico R., Malagoli V., Giuggioli D., Ferri C.* Capillaroscopic skin ulcer risk index: a new prognostic tool for digital skin ulcer development in systemic sclerosis patients // Arthritis Rheum. 2009. 61. (5). 688–694.

35. *Sekiyama J.Y., Camargo C.Z., Eduardo L., Andrade C., Kayser C.* Reliability of widefield nailfold capillaroscopy and video capillaroscopy in the assessment of patients with Raynaud's phenomenon // Arthritis Care Res. (Hoboken). 2013. 65. (11). 1853–1861.

36. *Sherber N.S., Wigley F.M., Scher R.K.* Autoimmune disorders: Nail signs and therapeutic approaches // Dermatol. Ther. 2007. 20. (1). 17–30.

37. *Shore A.C.* Capillaroscopy and measurement of capillary pressure // Br. J. Clin. Pharmacol. 2000. 50. (6). 501–513.

38. *Terreri M.T.R., Andrade L.E.C., Puccinelli M.L., Hilário M.O.E., Goldenberg J.* Nailfold capillaroscopy: normal findings in children and adolescents // Semin. Arthritis Rheum. 1999. 29. 36–42.

39. *Zimmer J.G., Demis D.J.* The study of physiology and pharmacology of the human cutaneous microcirculation by capillary microscopy and television cinematography // Angiology. 1964. 15. 232–235.

CAPILLAROSCOPY PARAMETERS OF THE NAILFOLD MICROCIRCULATION (REVIEW)

Oleg L'vovich FABRIKANTOV[1,2], Mariya Mikhaylovna PRONICHKINA[1]

[1] *The S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Complex, Tambov Bbranch*
392000, Tambov, Rasskazovskoe hwy, 1

[2] *Tambov State University n.a. G.R. Derzhavin*
392000, Tambov, Sovetskaya str., 93

Capillaroscopy is simple, non-invasive, safe, and informative technique which provides vital real-time assessment of microvascular structure in various systemic disorders. Major capillaroscopy parameters are capillary density (the number of capillaries in a 1 mm length of the distal row of each finger or toe), capillary width and length, arterial and venous limb diameters, internal diameter, loop diameter, and intercapillary distance. Blood flow velocity in arterial and venous limbs is important as well. Avascular areas may be related to tissue hypoxia, therefore, they have a prognostic value. A homogeneous and ordered distribution of capillaries arranged in parallel and at regular narrow distances between ascending and descending branches is found in capillaroscopy examinations of healthy subjects. A regular capillary is shaped like a hair pin or like the English letter «U» upside-down, with a slimmer arterial arm, an upper part, and a venous arm. The venous arm is larger than the upper part. Capillaroscopy plays an important role in the diagnosis of diseases associated with microcirculation disorders, because it helps to choose the tactics of treatment, to monitor the effectiveness and to predict disease outcomes.

Key words: capillaries, capillaroscopy, capillary density, capillary size, avascular zones.

Fabrikantov O.L. *– doctor of medical sciences, director, head of ophthalmological department, email: naukatmb@mail.ru*
Pronichkina M.M. *– ophthalmologist, email: naukatmb@mail.ru*