

Возможности Компьютерной Капилляроскопии В Педиатрической Практике

Шавкатова Ш. Ф.¹, Хабибуллаев Ш. Ф.² Ахмедова Д. Ю.³

Аннотация: Заболевания дыхательной системы занимают первое место среди общей заболеваемости у детей и подростков, причем бронхиальная астма является одной из самых распространенных хронических болезней в этой возрастной группе [4,9]. Возрастные и индивидуальные характеристики часто усложняют раннюю диагностику хронических заболеваний дыхательных путей, что отрицательно сказывается на прогнозе [5]. При лечении хронических заболеваний бронхолегочной системы важен контроль за эффективностью терапии [6,13]. Основное внимание при этом уделяется функциональным методам диагностики [6,9,16,19]. Функция внешнего дыхания считается полностью охарактеризованной, когда оцениваются объемы легких, уровень их вентиляции, соотношение вентиляции к перфузии, способность легких к диффузии газов, состав газов крови и кислотно-основное состояние. Однако традиционные методы оценки функции внешнего дыхания применимы только для детей старше 5-6 лет, так как младшие дети испытывают трудности с выполнением требуемых дыхательных маневров. Поэтому крайне важно найти информативные неинвазивные методы диагностики при заболеваниях дыхательной системы (включая аллергические заболевания и особенно бронхиальную астму), которые могут использоваться как в амбулаторных условиях, так и в стационаре для детей. Учитывая вышесказанное, необходимо изучить морфофункциональные особенности капиллярного кровотока у детей с заболеваниями дыхательной системы инфекционно-воспалительной и аллергической природы. К сожалению, не все специалисты в области детской пульмонологии и аллергологии осознают значимость капилляроскопии ногтевого ложа у детей с аллергическими предрасположенностями. Эта диагностическая процедура помогает выявлять и контролировать ранние изменения в сосудах, которые могут предшествовать развитию серьезных клинических осложнений [6]. В данном обзоре обобщены современные данные о капилляроскопии ногтевого ложа, что делает его полезным руководством для педиатров, пульмонологов и аллергологов-иммунологов.

Ключевые слова: Дети, цифровая капилляроскопия, болезни дыхательной системы, бронхиальная астма, аллергический ринит, острые респираторные инфекции верхних и нижних дыхательных путей.

Введение. Среди неинвазивных методик исследования сосудистой системы на сегодняшний день главенствуют наряду с другими методами компьютерная капилляроскопия. Компьютерная капилляроскопия ногтевого ложа представляет собой неинвазивный и самый доступный способ изучения параметров микроциркуляции у детей. Эти особенности делают данный метод эффективным для использования при различных заболеваниях у детей. Поскольку капиллярное кровообращение выполняет главную задачу микроциркуляционной системы — обмен веществ между кровью и тканями, состояние микроциркуляции может служить показателем стабильности системной гемодинамики и отражать сохранение баланса

¹ Студентка педиатрического факультета Самаркандского государственного медицинского университета, Самарканд, Узбекистан

² заведующий 1-детского отделения Самаркандского филиала Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи, Самарканд, Узбекистан

³ Ассистент кафедры 1-педиатрии и неонатологии Самаркандского государственного медицинского университета, Самарканд, Узбекистан



между артериями и венами в региональных сосудистых системах. По этой причине внимание ученых и практиков вновь обращается к состоянию микроциркуляционного звена. На нынешнем этапе развития технологий визуализации *in vivo* наблюдается возрождение давно забытой капилляроскопии.

Первый случай описания состояния капилляров ногтевого ложа датируется 1663 годом, когда J. Christophorus Kolhaus применил простой микроскоп для исследования мелких кровеносных сосудов вокруг ногтей. Позже G. Rasori отметил прямую связь между воспалительным процессом в конъюнктиве глаза и присутствием «непрерывных узелков капиллярных петель», обнаруженных при помощи лупы [6]. Кожу под ногтями с использованием увеличивающей линзы исследовал также Ян Пуркинье в 1823 году.

S. Lombard в 1911 г. выявил, что капилляры становятся видимыми при нанесении капли иммерсионного масла. Намного позже H. Maricq и E. LeRoy описали специфическую капилляроскопическую картину при системном склерозе [16]. В 2000 г. M. Cutolo и соавт. классифицировали видеокapилляроскопические паттерны ногтевого ложа у пациентов с системным склерозом: они выделили «ранние», «активные» и «поздние» паттерны [18].

Главное достоинство компьютерной капилляроскопии по сравнению с другими методами исследования микроциркуляции заключается в возможности визуализировать процесс, что облегчает врачам интерпретацию капиллярных изображений и позволяет глубже изучать и анализировать полученные данные. Использование математического моделирования при обработке изображений дает возможность проводить детальный анализ картины микроциркуляции, представлять её в виде числовых характеристик, которые дополняют качественную оценку этих виртуальных срезов и помогают выявлять даже незначительные изменения в количественном выражении.



Рис. 1. Изображения, полученные с помощью компьютерного капилляроскопа; увеличение в 200 раз.

Воспаление слизистой оболочки бронхов, возникающее вследствие острых респираторных инфекций (ОРИ), значительно увеличивает чувствительность бронхов, особенно после гриппа, респираторно-синцитиальной и микоплазменной инфекции, а также коклюша [10]. Во время воспалительного процесса в дыхательных путях усиливаются окислительные процессы липидов, что может способствовать увеличению гиперчувствительности бронхиального дерева [7]. Важным элементом в развитии воспалительного процесса при инфекционных и аллергических заболеваниях дыхательной системы является нарушение капиллярного кровотока [8,14]. Было замечено, что значительную роль в возникновении повышенной реактивности бронхов играют воздействие медиаторов эффекторных клеток, увеличение проницаемости стенок сосудов и, как результат, отек стенок бронхов [12].

В ходе исследования структурных особенностей микроциркуляторного русла у детей с респираторными заболеваниями различного генеза Ю.Л.Мизерницкий с соавторами обнаружено, что капиллярная сеть у пациентов с аллергическими заболеваниями респираторного тракта имела слабую дифференцировку на уровне капилляров третьего эшелона, в ней также чаще встречались морфологически измененные капилляры (клубочкообразные, древовидные) по сравнению с контрольной, 1-й и 2-й группами ($p < 0,05$), в



которых морфологически измененные капилляры практически отсутствовали. При сравнительной оценке функциональных показателей микроциркуляции установлено, что в случае аллергических заболеваний респираторного тракта длина периваскулярной зоны (L) была значительно больше ($p < 0,05$), особенно при бронхиальной астме (114,4 [111,3; 117,0] и 117,5 [115,0; 119,0] мкм соответственно), чем у пациентов с острой патологией респираторного тракта и контрольной групп (106,2 [101,5; 111,4], 108,3 [106,2; 113,6], 102,9 [99,6; 109,1] мкм соответственно).

В развитии гиперреактивности бронхов при аллергическом воспалении важную патогенетическую роль играет отек вокруг сосудов [3,11]. Например, Е.А. Геренг и соавторы (2011), проводя морфометрическое исследование биоптатов бронхов у взрослых пациентов с бронхиальной астмой, обнаружили расширение капилляров из-за увеличения размеров эндотелиальных клеток и их ядер, разрыхление коллагеновых волокон и переполнение сосудов кровью в подслизистом слое. Эти изменения в микроциркуляции могут свидетельствовать о динамике сосудистого тонуса, направленной на поддержание капиллярного кровотока и активацию обмена через капилляры при хроническом аллергическом воспалении [11].

П.В. Бережанский вместе с коллегами (2021) обследовали четырехлетнего мальчика с неблагоприятным аллергическим анамнезом семьи, у которого наблюдались приступы обструктивного бронхита, и выполнили капилляроскопию. В качестве контрольного примера были использованы данные капилляроскопии ребенка без отягощенной аллергии в анамнезе, который однажды перенес острый обструктивный бронхит. Во время проведения капилляроскопии ногтевой пластины у ребенка было обнаружено повышение плотности капиллярной сетки, усиление извилистости конечных капилляров с формированием экстравазатов, а также расширение артериальной части капилляров. Эти изменения связаны с присутствием слабовыраженного хронического аллергического воспаления, которое сопровождается изменением направления кровотока и, соответственно, повышенной активностью молекул адгезии и воспалительных медиаторов в околососудистом пространстве. Это приводит к отеку окружающих тканей, который усугубляется при недостатке кислорода из-за бронхообструкции [2]. В результате этого формируется «замкнутый патогенетический круг»: организм приспосабливается к постоянной нехватке кислорода через перестройку капиллярной системы, а изменения в структуре капилляров, в свою очередь, воздействуют на направление кровотока и метаболизм в прилегающих тканях.

Обзор литературы и представленный авторами клинический случай показывают, что у детей, перенесших повторные эпизоды острого обструктивного бронхита на фоне наследственной предрасположенности к аллергии, наблюдаются устойчивые нарушения в системе микроциркуляции: изменяются форма и плотность капиллярной сети, диаметр и длина капилляров. Обнаруженные изменения могут служить патогенетической базой для поддержания минимального аллергического воспаления у этой группы детей. Раннее исследование состояния микроциркуляторного русла может стать дополнительным диагностическим инструментом для пациентов с повторными случаями бронхообструкции, особенно при наличии наследственной склонности к аллергии.

Выводы. Таким образом, компьютерная капилляроскопия ногтевого ложа представляет собой высокочувствительный метод обнаружения структурных и функциональных особенностей капиллярной сети при аллергических и инфекционных заболеваниях дыхательной системы у детей, который может успешно применяться в качестве дополнительного инструмента для их дифференциальной диагностики и для контроля качества проводимой терапии. Капилляроскопия ногтевого ложа играет важную роль в предсказании и предотвращении серьезных осложнений. Основываясь на результатах исследований в области детской пульмонологии, в будущем возможно расширить применение этой неинвазивной методики в неонатологии и кардиологии.



ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Абросимов В.Н., Аронова Е.В., Глотов С.И. Современные способы мониторинга свистящих хрипов у больных бронхиальной астмой. *Фундаментальные исследования* 2012; 4–2: 420–425. [Abrosimov V.N., Aronova E.V., Glotov S.I. Modern methods of monitoring wheezing in patients with bronchial asthma. *Fundamental'nyye issledovaniya* 2012; 4–2: 420–425. (in Russ.)]
2. Бережанский П.В., Гутырчик Т.А., Малахов А.Б., Коваленко И.В., Гутырчик Н.А., Дустбабаева Н.Д. Особенности изменений в микроциркуляторном русле у детей с отягощенным аллергоанамнезом ПЕДИАТРИЯ. *CONSILIUM MEDICUM*. 2022; 4: 344–348. [Pavel B. Berezhanskiy, Tatiana A. Gutyrchik, Alexander B. Malakhov, Irina V. Kovalenko, Nikita A. Gutyrchik, Nazifa D. Dustbabaeva Features of microcirculation changes in children with a burdened allergic history. *Case Report PEDIATRICS. CONSILIUM MEDICUM*. 2022; 4: 344–348. (in Russ.)]
3. Геренг Е.А., Суходоло И.В., Плешко Р.И., Огородова Д.М., Букреева Е.Б., Селиванова П.А. и др. Сравнительная ультраструктурная характеристика слизистой оболочки бронхов при различных типах воспаления дыхательных путей. *Вестник ВолгГМУ* 2011; 1(37): 70–74. [Gereng E.A., Suhodolo I.V., Pleshko R.I., Ogorodova D.M., Bukreeva E.B., Selivanova P.A. et al. Comparative ultrastructural characteristics of the bronchial mucosa in various types of airway inflammation. *Vestnik VolgGMU*. 2011; 1(37): 70–74. (in Russ.)]
4. Мизерницкий Ю.Л. Пульмонология детского возраста: достижения, задачи и перспективы. *Рос вестн перинатол и педиатр* 2014; 59(2): 4–12. [Mizernitsky Yu.L. Pulmonology of childhood: achievements, tasks and prospects. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Peditrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)* 2014; 59(2): 4–12 (in Russ.)]
5. Мизерницкий Ю.Л., Мельникова И.М., Удальцова Е.В. Дифференциальная диагностика затяжного и хронического кашля у детей. *Consilium Medicum* 2017; 19(11.1): 7–16. [Mizernitsky Yu.L., Melnikova I.M., Udaltsova E.V. Differential diagnosis of protracted and chronic cough in children. *Consilium Medicum* 2017; 19(11.1): 7–16. (in Russ.)]
6. Мизерницкий Ю.Л., Цыпленкова С.Э., Мельникова И.М. Современные методы оценки функционального состояния бронхолегочной системы у детей. М.: Медпрактика-М, 2012; 176. [Mizernitsky Yu.L., Tsyplenkova S.E., Melnikova I.M. Modern methods for assessing the functional state of the bronchopulmonary system in children. М.: Medpraktika-M, 2012; 176. (in Russ.)]
7. Мизерницкий Ю.Л., Цыпленкова С.Э. Бронхиальная гиперреактивность. В кн: *Функциональные состояния и заболевания в педиатрии*. Под ред. А.Д. Царегородцева, В.В. Длин. М.: Оверлей, 2011; 332–353. [Mizernitsky Yu.L., Tsyplenkova S.E. Bronchial hyperreactivity. In: *Functional conditions and diseases in pediatrics*. A.D. Tsaregorodcev, V.V. Dlin (eds). Moscow: Overlei, 2011; 332–353. (in Russ.)]
8. Муравьев А.В., Комлев В.Л., Михайлов П.В., Ахапкина А.А., Муравьев А.А. Деформация эритроцитов: роль в микроциркуляции. *Ярославский педагогический вестник* 2013; 3(2): 93–102. [Muravyov A.V., Komlev V.L., Mikhailov P.V., Akhapkina A.A., Muravyov A.A. Erythrocyte deformation: the role in the microcirculation. *Jaroslavskii pedagogicheskii vestnik* 2013; 3(2): 93–102. (in Russ.)]
9. Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактики». 5-е изд., перераб. и доп. М.: Оригинал-макет, 2017; 160. [National program «Bronchial asthma in children. Treatment and Prevention Strategy». Moscow: Original-maket, 2017; 160. (in Russ.)]
10. Трусова О.В., Коростовцев Д.С. Клиническое значение определения гиперчувствительности бронхов при бронхиальной астме у детей. *Пульмонология детского возраста: проблемы и*



- решения 2003; 3: 151–154. [Trusova O.V., Korostovtsev D.S. Clinical significance of determining bronchial hypersensitivity in children with bronchial asthma. Pul'monologiya detskogo vozrasta: problemy i resheniya 2003; 3: 151–154. (in Russ.)]
11. Фисенко В. Сосудистый компонент ремоделирования при бронхиальной астме и эффекты лекарственных средств. Врач 2007; 1: 17–19. [Fisenko V. Vascular component of remodeling at a bronchial asthma and effects of medical products. Vrach 2007; 1: 17–19. (in Russ.)]
 12. Черняк А.В. Савельев Б.П., Реутова В.С., Ширяева И.С. Гиперреактивность бронхов по ингаляционному тесту с гистамином у детей и подростков. Медицинский научный и учебно-методический журнал 2001; 5: 121–146. [Chernyak A.V. Saveliev B.P., Reutova V.S., Shiryayeva I.S. Hyperreactivity of the bronchi by inhalation test with histamine in children and adolescents. Medicinskii nauchnyi i uchebno-metodicheskii zhurnal 2001; 5: 121–146. (in Russ.)]
 13. Цыпленкова С.Э., Мизерницкий Ю.Л. Современные возможности функциональной диагностики внешнего дыхания у детей. Рос вестн перинатол и педиатр 2015; 60(5): 14–20. [Tsyplenkova S.E., Mizernitsky Yu.L. Modern opportunities for functional diagnosis of external respiration in children. Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics) 2015; 60 (5):14–20. (in Russ.)]
 14. Cutolo M., Sulli A., Smith V. How to perform and interpret capillaroscopy. Best Pract Res Clin Rheumatol 2013; 27(2): 237–248. DOI: 10.1016/j.berh.2013.03.001.
 15. Cutolo M. Capillaroscopy in rheumatic diseases from the XVIII to the XXI century // Atlas of capillaroscopy in rheumatic diseases. Vol. / Ed. by M. Cutolo. Milano : Elsevier, 2010. P. 3–5.
 16. Jakhar D., Grover C., Singal A. Nailfold capillaroscopy with USB dermatoscope: a cross-sectional study in healthy adults / Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology. 2020. Vol. 86. P. 33–38.
 17. Khor Y.H., Teoh A.K., Lam S.M., Mo D.C., Weston S., Reid D.W. et al. Increased vascular permeability precedes cellular inflammation as asthma control deteriorates. Clin Exp Allergy 2009; 39(11): 1659–1667. DOI: 10.1111/j.1365-2222.2009.03349.x.
 18. Nail-fold capillaroscopy for the dermatologists / C. Grover, D. Jakhar, A. Mishra, A. Singal // Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology. 2022. Vol. 88. P. 300–312.
 19. Rosen R., Amirault J., Johnston N., Haver K., Khatwa U., Rubinstein E. et al. The utility of endoscopy and multichannel intraluminal impedance testing in children with cough and wheezing. Pediatr Pulmonol 2014; 49(11): 1090–1096. DOI: 10.1002/ppul.22949

