



посредственно в очаге значительно повысила эффективность лечения и благодаря магнитному моменту действие антибактериального препарата осуществлялось на всей глубине пораженного респираторного эпителия.

**Выводы:**

*Направленная местная антибактериальная терапия с помощью магнитных наночастиц при лечении обострения хронического гнойного риносинусита согласно данным эндоскопического, цитологического, бактериологического и иммунологического исследований, уменьшает явления воспаления, усиливает элиминацию возбудителя и улучшает состояние клеточного иммунитета значительно интенсивнее, чем традиционная терапия.*

*Положительные результаты исследования позволяют рекомендовать использование наночастиц к широкому применению в практической оториноларингологии.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Балясинская Г. Л., Богомильский М. Р. Топические антибактериальные препараты в терапии воспалительных заболеваний полости носа, носоглотки и околоносовых пазух у детей // Рос. вестн. перинатологии и педиатрии. – 2003. – №2. – С. 48–49.
2. Васильев А. Е. Наноносители лекарственных веществ // Новая аптека. – 2003. – №1. – С. 64–67.
3. Кинетика и химиотерапевтическая активность некоторых антибиотиков, ассоциированных с наночастицами / Абдрахманов С. А. [и др.] // Астана мед. журн. – 1999. – №4. – С. 84–98.
4. Лопатин А. С. Ирригационная терапия в ринологии // Рос. ринология. – 2004. – №3. – С. 25–30.
5. Наночастицы, как вектор направленного транспорта антибиотиков (обзор) / Гуляев А. Е. [и др.] // Хим.-фармацевтический журн. – 1998. – Т. 32, №3. – С. 3–5.
6. Овчинников А. Ю., Дженжера Г. Е., Лопатин А. С. Острый бактериальный риносинусит: в поисках оптимального антибиотика // Рос. ринология. – 2009. – №1. – С. 4–7.
7. Туровский А. Б. Значение бактериальной микрофлоры в этиологии патогенезе хронического синусита // Вестн. оторинолар. – 2008. – №3. – С. 39–41.
8. Hadley J., Denman D., Puumala S. Treatment of Acute and Chronic Rhinosinusitis in the United States, 1999–2002 // Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2007. – Vol. 133. – P. 260–265.
9. Lu A. H., Salabas E. L., Schuth F. Magnetic nanoparticles: synthesis, protection, functionalization, and application // Angew. Chem. Int. Ed. Engl. – 2007. – Vol. 46, N 8. – P. 1222–1244.
10. Medical applications of magnetic nanoparticles/ Alexiou C. [et al.] // J Nanosci Nanotechnol. – 2006. – Vol. 6, №9–10. – P. 2762–2768.
11. Yao L., Xu S. Long-range, high-resolution magnetic imaging of nanoparticles / L. Yao // Angew. Chem. Int. Ed. Engl. – 2009. – Vol. 48, N 31. – P. 5679–5682.

УДК: 616. 211-053. 2-07:537

**ПРОВЕДЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ  
ПРИ ОСТРОМ РИНОСИНУСИТЕ У ДЕТЕЙ**

**И. В. Добытко**

**LASER DOPPLER FLOWMETRY IN MONITORING  
OF CHILDREN WITH ACUTE RHINOSINUSITIS**

**I. V. Dobytko**

*ГОУ ВПО Ростовский государственный медицинский университет*

*(Зав. каф. оториноларингологии – Засл. врач РФ, проф. А. Г. Волков)*

*10 детям исследованы показатели микроциркуляции крови в слизистой оболочке полости носа с двух сторон в острый период заболевания. Метод ЛДФ, как неинвазивное исследование у беременных и детей позволяет объективно оценить степень нарушения микроциркуляции.*

**Ключевые слова:** лазерная доплеровская флоуметрия, острый риносинусит, дети.

**Библиография:** 8 источников.



*During research 10 children were investigated for index of blood circulation in nasal mucous tunic during the disease. LDP method as a noninvasive examination of pregnant women and children permits to estimate the degree of microcirculatory derangements.*

**Key words:** *Laser Doppler Flowmetry, acute rhinosinusitis, children.*

**Bibliography:** 8 sources.

В настоящее время наблюдается рост числа воспалительных заболеваний околоносовых пазух (ОНП), связанный в первую очередь с серьезными экологическими проблемами, в частности, возросшей загрязненностью и загазованностью воздушной среды, увеличением числа респираторных вирусных инфекций, количества вдыхаемых аллергенов, снижением резервных возможностей верхних дыхательных путей, возросшей резистентности микрофлоры в результате нерационального применения антибиотиков [6]. Анализ структуры заболеваний в ЛОР стационарах показал, что количество больных с воспалительными заболеваниями носа и ОНП ежегодно увеличивается на 1,5–2%. К настоящему же времени число больных с этой патологией увеличилось до 61,0%, и в общей структуре ЛОР заболеваемости параназальные синуситы находятся на первом месте [4].

Новые методы исследования, доступные в амбулаторных условиях, особенно актуальны в детской практике, в связи с чем представляет значительный интерес проведение лазерной доплеровской флоуметрии. Этот метод позволяет оценивать один из важнейших факторов острого воспалительного процесса при риносинуситах – расстройство микроциркуляции крови в слизистой оболочке полости носа [8]. Важнейшие преимущества этого метода: неинвазивность, достоверность, наглядность и оперативность получения первичной диагностической информации в реальном масштабе времени, что позволяет быстро выполнять мониторинг заболевания и оценивать эффективность лечения [1–3].

Название метода «**Лазерная доплеровская флоуметрия**» (ЛДФ) отражает содержание этого способа диагностики. Для диагностики применяется зондирование ткани **лазерным** излучением; обработка отраженного от ткани излучения основана на выделении из зарегистрированного сигнала **доплеровского** сдвига частоты отраженного сигнала, пропорционального скорости движения эритроцитов; в ходе проводимых исследований обеспечивается регистрация изменения потока крови в микроциркуляторном русле – **флоуметрия** [5].

**Цель исследования.** Оценить расстройство микроциркуляции крови в слизистой оболочке полости носа при остром риносинусите у детей.

#### **Пациенты и методы**

Для проведения ЛДФ мы использовали лазерный анализатор микроциркуляции крови компьютеризированный ЛАКК-02 (РФ) в одноканальном исполнении с блоком ЛАКК-ТЕСТ.

В исследование были включены 10 детей (8 мальчиков и 2 девочки) с диагнозом острый гнойный риносинусит, средний возраст которых составил 11 лет. Исследование показателей микроциркуляции крови *непосредственно* в слизистой оболочке полости носа проводили с двух сторон в острый период (в первые сутки поступления ребенка в стационар).

Соблюдались условия регистрации ЛДФ-грамм. Исследования проводили в первой половине дня у пациентов, находящихся в положении сидя. Выполнялись необходимые условия – при отсутствии: давления датчика на слизистую оболочку нижней носовой раковины, психоэмоциональной нагрузки не менее чем за 3 часа до обследования и воздействия на слизистую оболочку полости носа лекарственных препаратов, в том числе и деконгестантов. Перед ЛДФ-мониторированием измеряли артериальное давление для исключения искажения получаемых результатов за счет наличия гипер- и гипотонии. Согласно представлению об анатомическом и физиологическом единстве слизистой оболочки полости носа и ОНП, зонд устанавливался перпендикулярно к поверхности слизистой оболочки раковины в контакте, но без выраженного давления на мягкотканые структуры для устранения воздействия на сосуды. Измерения проводили в области переднего конца нижней носовой раковины, как наиболее мощно снабжаемый кровью участке слизистой оболочки полости носа. Запись ЛДФ-граммы длилась от 3-х до 5 минут [5, 7].



При проведении ЛДФ определялись следующие параметры микроциркуляции крови: **М** и **σ**, коэффициент вариации **K<sub>v</sub>**, индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ), показатель шунтирования (ПШ).

Параметр **М** – величина среднего потока крови в интервалах времени регистрации или среднеарифметическое значение показателя микроциркуляции, измеряется в перфузионных единицах (пф. ед.). Изменение **М** (увеличение или уменьшение) характеризует повышение или снижение перфузии.

При зондировании ткани отражение излучения происходит от эритроцитов, находящихся во всех звеньях микроциркуляторного русла. Поэтому, например, увеличение **М** может быть связано как с ослаблением артериолярного сосудистого тонуса, которое приводит к увеличению объема крови в артериолах, так и с явлениями застоя крови в веноулярном звене. При этих условиях повышается концентрация эритроцитов **N<sub>эп</sub>** в зондируемом объеме, а значит и величина **М**, которая пропорциональна числу эритроцитов. Следовательно, однозначно объяснить увеличение **М** без дополнительных данных не представляется возможным.

Параметр **σ** среднее колебание перфузии относительно среднего значения потока крови **М**, вычисляется по формуле для среднеквадратического отклонения, имеет размерность в перфузионных единицах. Параметр **σ** – характеризует временную изменчивость перфузии, он отражает среднюю модуляцию кровотока во всех частотных диапазонах. Чем больше величина **σ**–, тем происходит более глубокая модуляция микрокровотока. Повышение **σ** – может быть обусловлено как более интенсивным функционированием механизмов активного контроля микроциркуляции, так и в результате повышения сердечных и дыхательных ритмов. Увеличение **σ**– также нельзя однозначно интерпретировать.

Очевидно, что изменение значений **М** и **σ** связаны. Например, повышение перфузии при ослаблении сосудистого тонуса приводит к увеличению **М** в результате увеличения объема кровотока в артериолах, и вместе с тем может привести к увеличению **σ** из-за повышения амплитуды сердечного ритма, который привносится из артерий большим количеством эритроцитов, поступающих в артериолы. Аналогично, при явлениях застоя крови в венах увеличивается число эритроцитов в веноулярном звене, что в случае снижения перфузионного давления приводит к увеличению амплитуды дыхательного ритма, и, как следствие, к росту **М** и **σ**. Поэтому в анализе расчетных параметров целесообразно ориентироваться на соотношение величин **М** и **σ**, то есть на коэффициент вариации:

$$K_v = \sigma / M \cdot 100\%$$

Увеличение величины **K<sub>v</sub>** отражает улучшение состояния микроциркуляции, так как увеличение этого коэффициента связано с повышением **σ** в результате активации эндотелиальной секреции, нейрогенного и миогенного механизмов контроля при практически не изменяющейся величине **М**. Увеличение амплитуд сердечного и иногда дыхательного ритмов сопровождается повышением параметра средней перфузии **М** и при нормировке **σ/М** влияние изменений последних ритмов нивелируется.

Расчетные параметры **М**, **σ** и **K<sub>v</sub>** дают общую оценку состояния микроциркуляции крови. Более детальный анализ функционирования микроциркуляторного русла может быть проведен на втором этапе обработки ЛДФ-грамм базального кровотока при исследовании структуры ритмов колебаний перфузии крови. На втором этапе анализируется амплитудно-частотный спектр (АЧС) колебаний перфузии. По величинам амплитуд колебаний микрокровотока в конкретных частотных диапазонах возможно оценивать состояние функционирования определенных механизмов контроля перфузии.

Индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ) – показатель отражающий эффективность капиллярного кровотока.

Показатель шунтирования (ПШ) оценивает степень функционирования сосудистых шунтов – сброс крови из артериального в венозное русло, минуя капиллярный кровоток.

Характерный вид ЛДФ-граммы (рис. 1), структура колебательных фрагментов изменения перфузии представляют собой сложную кривую для математической обработки с целью определения амплитудно-частотного спектра (АЧС) осцилляций кровотока.



В настоящее время применяются три алгоритма вычисления АЧС: быстрое преобразование Фурье (БПФ), набор математических узкополосных фильтров Butterworth и Вейвлет-преобразование.

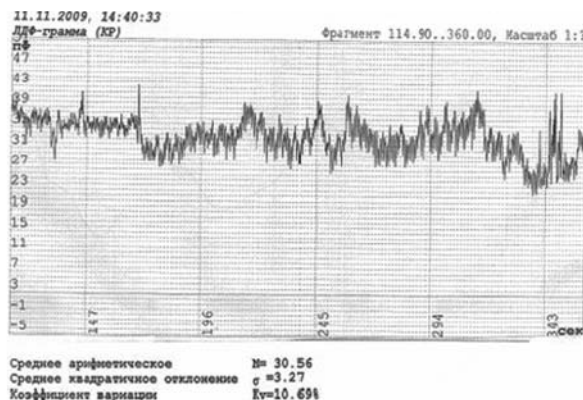


Рис. 1. Характерный вид ЛДФ-граммы.

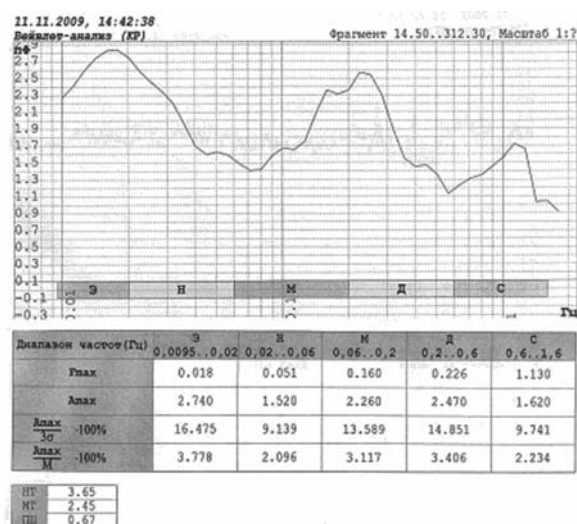


Рис. 2. Вейвлет-анализ ЛДФ-граммы слизистой нижней носовой раковины здоровой стороны.

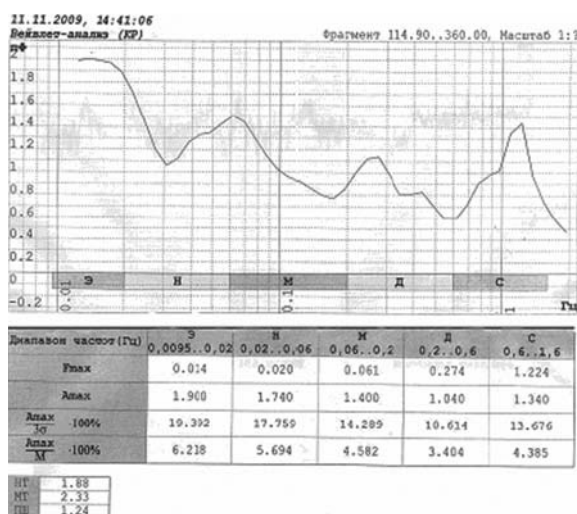


Рис. 3. Вейвлет-анализ ЛДФ-граммы слизистой оболочки нижней носовой раковины со стороны воспаления.



Вейвлет-преобразование наилучшим образом выявляет периодичность коротких и длительных процессов, представленных в одной реализации. В основе программной реализации Вейвлет-преобразования лежит почленное перемножение массива данных ЛДФ-граммы на массив, содержащий вейвлеты для разных частот. На рисунках 2, 3 представлены данные вейвлет-анализа [5].

### Результаты исследования

Несмотря на кажущуюся простоту исследования, мы столкнулись с рядом трудностей при проведении ЛДФ (в связи с чем было обследовано только 10 пациентов) у детей.

1. Анатомические особенности – относительно меньшее по сравнению со взрослыми преддверие носа и размер нижней носовой раковины, что в первом случае затрудняло введение, а во втором установку зонда.
2. Полость носа – это массивная рефлексогенная зона и поэтому часто исследование приходилось прекращать из-за чихания пациента.
3. Психоэмоциональная лабильность детской нервной системы не всегда позволяет провести качественную запись ЛДФ-граммы (ребенку трудно сидеть неподвижно 3-5 мин., а любые движения искажают запись).

В результате проведенных исследований нами замечено, что при одностороннем риносинусите отмечается значительная разница между основными показателями ЛДФ воспаленной и здоровой сторон.

Среднее значение параметра **М** на больной стороне составило 75,52 пф. ед., а на воспаленной – 30,56. Параметр  **$\sigma$**  5,54 и 3,27 соответственно. Коэффициент вариации  **$K_v$**  7,64% и 10,69%. **ИЭМ** – 0,71 и 1,51. **ПШ** – 1,45 и 1,08.

Вейвлет-анализ так же отличается – более пологие зубцы плавно сменяющие друг друга при исследовании слизистой здоровой стороны (рис. 2), в отличие от динамичной кривой пораженной стороны (рис. 3).

При двустороннем процессе значительных изменений между параметрами ЛДФ левой и правой стороны не отмечалось, при сохранении патологических признаков нарушения микроциркуляции: высокие показатели параметров **М** и  **$\sigma$** , снижение коэффициента вариации  **$K_v$** , снижение **ИЭМ**, повышение **ПШ**.

### Выводы:

1. Метод ЛДФ при снятии его непосредственно со слизистой оболочки носовой раковины, позволяет объективно оценить степень нарушения микроциркуляции в слизистой оболочке околоносовых пазух.
2. Учитывая неинвазивность исследования, оно может быть использовано как дополнительный метод диагностики при параназальных синуситах, что особенно актуально у беременных и детей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аютин Р. Г., Ивкина С. В. Диагностика изменений нейрососудистой регуляции в слизистой оболочке полости носа при различных формах ринитов. // Вестн. оторинолар. 2004. – Приложение №5. – С. 68–69.
2. Аютин Р. Г., Ивкина С. В. Дифференциальная диагностика круглогодичного аллергического и вазомоторного ринита с помощью лазерной доплеровской флоуметрии // Аллергол. и иммунол. – 2006. – №7. – С. 277.
3. Аютин Р. Г., Ивкина С. В. Состояние микроциркуляции крови в слизистой оболочке полости носа у больных с заболеванием полости носа и верхнечелюстной пазухи // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2005. – №4. – С. 20–21.
4. Козлов В. С., Шиленкова В. В., Шиленков А. А. Синуситы: современный взгляд на проблему // Consilium medicum. – 2003., том 5 – №4. – С. 212–218.
5. Курпаткин А. И., Сидоров В. В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови М. 2005. «Медицина». – С. 84–88.
6. Овчинников А. Ю., Лопатин А. С. Острый бактериальный риносинусит, в поисках оптимального антибиотика // Рос. оторинолар. – 2009. – №1. – С. 21.
7. Осипова А. И., Аютин Р. Г. Результаты лечения больных хроническим гнойным гайморитом по данным лазерной доплеровской флоуметрии // Вестн. оторинолар. – 2009. – №3. – С. 11–13.
8. Пискунов Г. З., Пискунов С. З. Клиническая ринология М. 2002. – С. 228–236.