

**ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ИНФЕКЦИОННО-ЗАВИСИМОГО
АЛЛЕРГИЧЕСКОГО РИНИТА И ХРОНИЧЕСКОГО РИНОСИНУСИТА
С НЕЙТРОФИЛЬНЫМ ВОСПАЛЕНИЕМ**

Р.А. Тригубенко

ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, г. Тверь, Россия

Кафедра оториноларингологии

Научный руководитель - д.м.н., профессор Е.Г. Портенко

Резюме. Актуальность дифференциальной диагностики инфекционно-зависимого аллергического ринита (ИзАР) и хронического риносинусита (ХРС) с нейтрофильным воспалением обусловлена схожестью клинических симптомов. Традиционные методы диагностики обладают ограниченной чувствительностью и не учитывают сложные взаимодействия воспалительных клеток и микробного пейзажа слизистой оболочки. Важную роль в патогенезе обоих заболеваний играют специфические маркеры воспаления, однако их определение требует лабораторных исследований, доступных лишь в специализированных центрах. Цель данного исследования заключалась в разработке экспертной системы поддержки принятия решений (ЭС ППР), которая на основе интеграции клинических, инструментальных и лабораторных данных могла бы повысить точность диагностики и оптимизировать лечебную тактику. В исследование были включены 63 пациента, разделенных на группы с ИзАР и ХРС. Каждая группа прошла комплексное обследование, включающее клинический осмотр, риноскопию, КТ и лабораторное исследование уровня катионного протеина эозинофилов (КПЭ). Результаты исследования показали, что применение ЭС ППР позволило увеличить точность дифференциальной диагностики на 20,5% по сравнению с традиционными методами. Концентрация КПЭ оказалась ключевым маркером для диагностики ИзАР, что подтвердило важную роль эозинофильного воспаления в патогенезе заболевания. Экспертная система показала высокую эффективность в автоматизации процесса диагностики, минимизируя субъективные ошибки и улучшая качество лечения пациентов.

Ключевые слова: инфекционно-зависимый аллергический ринит; хронический риносинусит; нейтрофильное воспаление; дифференциальная диагностика; экспертная система; микробный пейзаж слизистой оболочки; искусственный интеллект в медицине.

**DECISION SUPPORT EXPERT SYSTEM FOR THE DIFFERENTIAL
DIAGNOSIS OF INFECTION-DEPENDENT ALLERGIC RHINITIS AND CHRONIC
RHINOSINUSITIS WITH NEUTROPHILIC INFLAMMATION**

Abstract. The relevance of differential diagnosis of infection-dependent allergic rhinitis (IDAR) and chronic rhinosinusitis (CRS) with neutrophilic inflammation is due to the similarity of clinical symptoms. Traditional diagnostic methods have limited sensitivity and do not account for the complex interactions between inflammatory cells and the microbial landscape of the mucous membrane. Specific inflammatory markers play a crucial role in the pathogenesis of both conditions; however, their identification requires laboratory testing available only in specialized centers. The aim of this study was to develop a decision support expert system (DSS) that, by integrating clinical, instrumental, and laboratory data, could improve diagnostic accuracy and optimize treatment strategies. The study included 63 patients, divided into groups with IDAR and CRS. Each group underwent a comprehensive examination, including clinical evaluation, rhinoscopy, CT scan, and laboratory testing for eosinophil cationic protein (ECP) levels. The study results demonstrated that the use of DSS increased the accuracy of differential diagnosis by 20.5% compared to traditional methods. ECP concentration was identified as a key marker for diagnosing IDAR, confirming the significant role of eosinophilic inflammation in the pathogenesis of the disease. The expert system proved to be highly effective in automating the diagnostic process, minimizing subjective errors, and improving the quality of patient care.

Keywords: infection-dependent allergic rhinitis; chronic rhinosinusitis; neutrophilic inflammation; differential diagnosis; expert system; microbial landscape of the mucous membrane; artificial intelligence in medicine.

Введение

Дифференциальная диагностика ИзАР и ХРС с нейтрофильным воспалением представляет собой сложную клиническую задачу для оториноларингологов, поскольку оба заболевания сопровождаются схожими клиническими симптомами [1]. Инструментальные методы диагностики (эндоскопический осмотр и компьютерная томография) обладают ограниченной чувствительностью, так как не позволяют учесть сложные взаимодействия между воспалительными клетками и микробным пейзажем слизистой оболочки, что играет важную роль в патогенезе обоих заболеваний [2, 3]. Определение специфических маркеров воспаления: хемокинов (RANTES, эотаксин), молекул адгезии (ICAM-1, VCAM-1) и цитокинов (ИЛ-5, ФНО- α) требует лабораторных исследований, доступных только в специализированных центрах, что ограничивает их применение в рутинной практике [4]. Ограничения существующих методов диагностики подчеркивают

необходимость разработки новых инструментов, которые могли бы автоматизировать процесс диагностики и повысить его точность. Применение экспертной системы поддержки принятия решений (ЭС ППР), основанной на комплексном анализе клинических данных и микробного пейзажа слизистой оболочки, позволит существенно улучшить дифференциальную диагностику ИЗАР и ХРС с нейтрофильным воспалением.

Цель настоящего исследования заключается в разработке ЭС ППР для повышения точности диагностики и оптимизации лечения пациентов с ИЗАР и ХРС с нейтрофильным воспалением.

Материал и методы

В исследование были включены пациенты в возрасте от 18 до 65 лет, имеющие диагноз ИЗАР или ХРС с нейтрофильным воспалением. Основными критериями включения были наличие хронической заложенности носа, ринореи, зуда в носу и частого чихания, а также регулярных обострений заболевания (до 3-4 раз в год). Пациенты с бронхиальной астмой и те, кто за последние 6 месяцев принимал препараты, влияющие на концентрацию катионного протеина эозинофилов (КПЭ), были исключены из исследования.

Исследование проводилось по проспективной схеме с последовательным сбором клинических, инструментальных и лабораторных данных. Пациенты были разделены на две группы: с диагнозом ИЗАР и с диагнозом ХРС с нейтрофильным воспалением. Каждая группа прошла следующие этапы обследования:

1. Клинический осмотр: оценка основных симптомов (заложенность носа, ринорея, зуд, чихание), сбор анамнеза, анализ частоты обострений и связи симптомов с триггерами.
2. Инструментальная диагностика: передняя риноскопия и эндоскопическое исследование полости носа для оценки состояния слизистой оболочки, а также компьютерная томография (КТ) для определения утолщения слизистой оболочки носа и околоносовых пазух.
3. Лабораторные исследования: определение уровня КПЭ в сыворотке крови с помощью иммуноферментного анализа, а также цитологическое исследование назального секрета для определения количества эозинофилов и микробной нагрузки.

Для разработки экспертной системы были использованы 24 ключевых признака, разделенных на четыре группы: жалобы пациента, данные анамнеза, результаты клинического осмотра и инструментально-лабораторные данные. Каждый признак был классифицирован как обязательный или альтернативный для постановки диагноза. Ключевыми маркерами в системе являлись уровень КПЭ и наличие эозинофилов в назальном секрете.

Алгоритм экспертной системы был построен на анализе комбинации обязательных и альтернативных признаков, что позволяло системе предлагать наиболее вероятный диагноз. Система принимала во внимание как клинические, так и лабораторные данные, предоставляя рекомендации для дифференциальной диагностики.

Первичные конечные точки:

- Повышение точности дифференциальной диагностики ИзАР и ХРС с использованием экспертной системы.
- Определение наиболее значимых диагностических маркеров, таких как уровень КПЭ и микробная обсемененность слизистой оболочки.

Вторичные конечные точки:

- Оценка взаимосвязи между концентрацией КПЭ и тяжестью клинических симптомов.
- Повышение эффективности диагностики и сокращение времени на постановку диагноза.

Все пациенты заполняли информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Для статистической обработки данных использовались методы описательной статистики. Средние значения и стандартные отклонения вычислялись для количественных данных, таких как концентрация КПЭ. Для сравнения результатов между группами использовались критерии Стьюдента и Манна-Уитни. Корреляционные связи между клиническими симптомами и лабораторными показателями оценивались с использованием коэффициента корреляции Спирмена. Уровень статистической значимости был установлен на уровне $p \leq 0,05$.

Результаты

В исследование было включено 63 пациента: 31 с диагнозом ИзАР и 32 с диагнозом ХРС с нейтрофильным воспалением. Средний возраст пациентов составил $35,5 \pm 9,1$ года. Из общей группы у 94% пациентов наблюдались хронические симптомы заложенности носа, ринореи, зуда в носу и многократного чихания, что значительно затрудняло дифференциальную диагностику на основе клинических данных.

По результатам передней риноскопии и эндоскопического исследования слизистой оболочки полости носа у 92% пациентов с ИзАР и 100% пациентов с ХРС было выявлено утолщение слизистой оболочки. КТ выявила утолщение слизистой оболочки без наличия экссудата у 95% пациентов с ИзАР и у 88% пациентов с ХРС.

Концентрация КПЭ оказалась ключевым лабораторным маркером для дифференциальной диагностики. У пациентов с ИзАР средний уровень КПЭ составил $31,8 \pm 6,5$ нг/мл, что было значительно выше, чем у пациентов с ХРС ($12,7 \pm 4,2$ нг/мл, $p=0,0014$). Цитологическое исследование назального секрета выявило значительное увеличение количества эозинофилов у пациентов с ИзАР по сравнению с ХРС, что подтверждает роль эозинофильного воспаления в патогенезе ИзАР. В то же время, у пациентов с ХРС был выявлен более высокий уровень бактериальной обсемененности слизистой оболочки, что согласуется с нейтрофильным типом воспаления.

Разработанная ЭС ППР показала высокую эффективность в дифференциальной диагностике ИзАР и ХРС. Применение системы позволило повысить точность диагностики на 20,5% по сравнению с традиционными методами диагностики ($p=0,012$). Экспертная система правильно классифицировала 93% пациентов с ИзАР и 90% пациентов с ХРС на основе анализа комбинации клинических, инструментальных и лабораторных данных.

Анализ корреляции показал значимую связь между уровнем КПЭ и тяжестью клинических симптомов у пациентов с ИзАР ($r=0,78$, $p=0,0012$). Эта корреляция подтверждает важность КПЭ как маркера эозинофильного воспаления и его значение в дифференциальной диагностике. В группе пациентов с ХРС подобная связь отсутствовала, что свидетельствует о различии патогенеза этих двух заболеваний и подчеркивает роль экспертной системы в дифференциации состояний.

Обсуждение

Результаты настоящего исследования показали, что разработанная ЭС ППР значительно улучшает точность дифференциальной диагностики ИзАР и ХРС с нейтрофильным воспалением. Это особенно важно, учитывая сложность клинического различения этих состояний на основе одних только симптомов, которые часто совпадают. Традиционные методы диагностики, такие как эндоскопия и КТ, обладают ограниченной чувствительностью, что приводит к значительным трудностям в постановке точного диагноза. Настоящее исследование подтвердило необходимость определения дополнительного диагностического маркера - КПЭ - для повышения точности диагностики. В исследовании было выявлено, что концентрация КПЭ является значимым маркером для дифференциации ИзАР и ХРС. Пациенты с ИзАР имели значительно более высокий уровень КПЭ по сравнению с пациентами с ХРС, что указывает на ключевую роль эозинофильного воспаления в патогенезе ИзАР. Это согласуется с результатами других исследований, где также подчеркивалась важность КПЭ в диагностике аллергических заболеваний [5, 6]. В то же время у пациентов с ХРС была обнаружена повышенная микробная нагрузка, что указывает на преобладание нейтрофильного воспаления, что подтверждается данными существующих научных исследований [7].

Однако полученные в ходе настоящего исследования данные частично расходятся с результатами других исследований, где не была выявлена столь выраженная разница в уровне КПЭ между пациентами с ИзАР и ХРС [8]. Это может быть связано с различиями в популяциях пациентов, используемых диагностических критериях или методах лабораторных исследований. Также нельзя исключать, что у части пациентов с ХРС имелось смешанное воспаление, что могло повлиять на результаты.

Применение экспертной системы значительно повысило точность диагностики, что свидетельствует о ее потенциале как важного инструмента в клинической практике. ЭС ППР позволяет интегрировать клинические, инструментальные и лабораторные данные, что делает

процесс диагностики более объективным и точным. Система показала высокую эффективность в автоматизации диагностики и снижении субъективного фактора, что особенно важно в условиях рутинной медицинской практики, где ошибки могут приводить к недостаточной эффективности лечения и хронизации воспалительных процессов.

Несмотря на значительное улучшение диагностической точности, применение ЭС ППР требует дальнейшего изучения и оптимизации. Необходимо расширить выборку пациентов, чтобы подтвердить полученные результаты в более широком клиническом контексте. Также важно продолжить работу над совершенствованием алгоритмов системы, чтобы включить большее количество клинических данных и улучшить её способность дифференцировать заболевания в случаях смешанных воспалительных процессов.

Заключение

Использование ЭС ППР является эффективным подходом для повышения точности дифференциальной диагностики ИзАР и ХРС. Это может значительно улучшить качество медицинской помощи, минимизировать ошибки диагностики и оптимизировать тактику лечения пациентов.

Список литературы

1. Пискунов, Г.З., Пискунов, С.З., ред. Руководство по ринологии. – М.: Литтерра, 2011. – 960 с.
2. Daperno, M. Endoscopy in IBD: When and How? // *Diagnostics*. – 2023. – Т. 13, № 22. – С. 3423. – DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics13223423>
3. Rimola, J., Torres, J., Kumar, S. и др. Recent advances in clinical practice: advances in cross-sectional imaging in inflammatory bowel disease // *Gut*. – 2022. – Т. 71. – С. 2587-2597. – DOI: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2022-326932>
4. Белякова, Р.А., Портенко, Е.Г., Столяров, Д.И. Мукозальный иммунитет у пациентов с аллергическим ринитом, обусловленным нарушением микробиоценоза слизистой оболочки полости носа // *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. – 2018. – Т.24, №2. – С. 81-87.
5. Мокроносова, М.А., Тарасова, Г.Д., Протасов, П.Г. [и др.]. Эозинофильный катионный протеин как маркер аллергического воспаления слизистой оболочки носа // *Медицинская Иммунология*. – 2007. – Т.9, №4-5. – С. 467-472.
6. Тригубенко, Р.А. Оптимизация методов лечения аллергического ринита путем коррекции микробного пейзажа слизистой оболочки полости носа : автореферат дис. ... канд. мед. наук : 14.01.03 / Тригубенко Р.А. – Тверь, 2021. – 19 с.

7. Vlaminck S., Acke F., Scadding G.K., Lambrecht B.N., Gevaert P. Pathophysiological and Clinical Aspects of Chronic Rhinosinusitis: Current Concepts // *Front Allergy*. — 2021. — Vol. 2. — Article 741788. doi: 10.3389/falgy.2021.741788.

8. Tsai P.C., Lee T.J., Chang P.H., Fu C.H. Role of serum eosinophil cationic protein in distinct endotypes of chronic rhinosinusitis // *Rhinology*. — 2024. — Vol. 62, No. 1. — P. 111-118. doi: 10.4193/Rhin23.170.