

УДК 004.621.32

МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МУЛЬТИФАКТОРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ АТОПИЧЕСКОГО ДЕРМАТИТА

У проведеному дослідженні метод аналізу ієрархій використовувався для виявлення форми атопічного дерматиту за набором прогностично вагомих ознак захворювання

Ключові слова: діагностування форми захворювання, багатокрітеріальні методи прийняття рішень

В проводимом дослідженні метод аналізу ієрархій застосовувався для виявлення форми атопічного дерматиту по набору прогностично значимих ознак захворювання

Ключевые слова: диагностика формы заболевания, многокритериальные методы принятия решений

In the conducted research a method of analysis of hierarchies was used for the exposure of form of atopicheskogo dermatitis on the set prognosticheski of the znachemih diagnosed signs of disease

Key words: diagnostics of form disease, multicriterion methodths of decision

А. И. Бых

Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой*

Е. В. Высоцкая

Кандидат технических наук, доцент*

*Кафедра биомедицинской электроники***

И. И. Ключник

Кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой**

E-mail: peea@kture.kharkov.ua

А. А. Трубицын

Инженер II-категории**

Кафедра проектирования и эксплуатации электронной аппаратуры*

Контактный тел.: (057) 70-21-494

E-mail: altr999@mail.ru

А. П. Порван

Инженер I-категории

Кафедра биомедицинских электронных устройств и систем***

***Харьковский национальный университет радиоэлектроники

пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166

Контактный тел.: (057) 70-21-364

E-mail: diagnost@kture.kharkov.ua

Введение

С каждым годом растет заболеваемость детей атопическим дерматитом.

Атопический дерматит(АД) – хроническое воспалительное заболевание кожи аллергической природы.

Это неинфекционное заболевание с наследственной предрасположенностью, для которого характерно длительное течение с периодическим проявлением сыпи на разных участках тела, которой всегда предшествует кожный зуд. Слово дерматит означает воспаление кожи.

2. Постановка задачи и обзор нерешенных вопросов

В рамках решения задачи диагностики формы атопического дерматита необходимо учитывать большое количество качественных и количественных факторов, оказывающих влияние на процесс принятия решений. В ряде случаев врач-эксперт - лицо принимающее решение (ЛПР), осуществляет выбор интуитивно, опираясь на собственный опыт. Решение более сложных задач, связанных с учетом множества факторов заболевания, требует научной поддержки. В этом случае выбор наилучшего решения становится невозможным без применения многокритериального метода принятия решений, наиболее полно учитывающего множество диагностируемых признаков заболевания.

Среди многокритериальных методов принятия решений можно выделить: эвристические, методы ранжирования многокритериальных альтернатив, многокритериальную теорию полезности, метод анализа иерархий [1].

Многокритериальная теория полезности носит аксиоматический характер и базируется на единой математической теории, позволяющей обосновать конкретный вид общей функции полезности в зависимости от предпочтений ЛПР. Недостатками данной теории является предположение касающееся того, что человек может делать точные количественные измерения. В действительности это возможно только в очень редких случаях. Психологические исследования показали, что нет надежного способа количественного измерения весов критериев и от ЛПР требуется «немедленное» назначение всех основных параметров, не давая ему возможности провести исследования проблемы привычным для человека методом «проб и ошибок».

Метод ранжирования многокритериальных альтернатив направлен на решение задач с уже заданными многокритериальными альтернативами. К недостаткам метода следует отнести: отсутствие строго научного доказательства, показатель качества каждой из альтернатив не определяется количественно, а устанавливается лишь условие превосходства одной альтернативы над другой.

Эвристические методы направлены на сокращение перебора альтернатив принятия решений в условиях нестандартных проблемных ситуаций. К ним относятся: метод взвешенной суммы оценок критериев, метод декомпозиции. Основным недостатком эвристических методов является отсутствие строгого научного обоснования [2].

Метод анализа иерархий (МАИ) не требует упрощения структуры задачи, априорного отбрасывания некоторых признаков, позволяет учитывать влияние всевозможных факторов на выбор решения и является методологической основой для решения. В задачах принятия стратегических решений часто приходится опираться на опыт и интуицию специалистов, нежели на имеющиеся объективные данные. Результаты, полученные МАИ, более реалистичны, чем результаты, полученные другими методами.

Из проведенного анализа методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив при наличии критериев, имеющих разные типы шкал измерения

выбран МАИ, который позволяет учитывать влияние весовых факторов на выбор решения и является методологической основой для решения задач выбора альтернатив посредством их многокритериального рейтингования [3-4].

3. Цель работы

Целью работы является изучение возможности применения метода анализа иерархий, позволяющего с высокой степенью обоснованности выявить форму атопического дерматита по набору прогностически значимых диагностируемых признаков врачом-экспертом.

4. Решение задачи

Для исследования были взяты данные 175 историй болезней детей в возрасте 3-5 лет, страдающих различными формами АД.

Задача принятия решения о диагностировании АД у детей может быть представлена в следующем виде. Пусть имеется множество форм АД (альтернатив): V_1, V_2, \dots, V_k . Каждая из альтернатив оценивается списком критериев: K_1, K_2, \dots, K_n . В качестве критериев предполагается использовать: влияние сезонности на течение заболевания, наличие зуда, длительность обострения до момента госпитализации (месяцы), начало заболевания (возраст в месяцах), частота обострений (в год), наследственность пациента, возраст пациента (лет), длительность естественного вскармливания (месяцы), социально-бытовые условия проживания пациента, наличие аллергических реакций на медикаменты.

Затем критерии подвергались декомпозиции. Требовалось определить наилучшее решение – выявить форму АД.

Задача решалась в несколько этапов.

Этап 1. Проводилось предварительное ранжирование критериев, с дальнейшим их расположением в порядке убывания важности: $V(K_1) > V(K_2) > \dots > V(K_n)$.

Этап 2. Проводилось попарное сравнение критериев по важности по девяти балльной шкале, и составлялась соответствующая матрица размера $n \times n$ в которой: равная важность – 1; умеренное превосходство – 3; значительное превосходство – 5; сильное превосходство – 7; очень сильное превосходство – 9.

В промежуточном случае ставились четные оценки: 2, 4, 6, 8.

Например, если K_i умеренно превосходит K_j , то в клетку (i, j) таблицы ставится 3 (i – строка, j – столбец), а в клетку (j, i) – $1/3$ (обратная величина).

Этап 3. Определялся нормализованный вектор приоритетов (НВП):

а) рассчитывается среднее геометрическое элементов в каждой строке матрицы:

$$a_n = \sqrt[n]{P_n}, \quad (1)$$

где P_n – произведение элементов n -й строки матрицы.

Таблица 1

Клинические данные пациента М

влияние сезонности на течение заболевания	+
зуд	+
длительность обострения до момента госпитализации (месяцы)	1
начало заболевания (возраст в месяцах)	6
частота обострений (в год)	2 - 3
наследственность пациента	+
возраст пациента (лет)	2
длительность естественного вскармливания (месяцы)	3
соц.-быт. условия проживания пациента	неудовлетворительные
наличие аллергических реакций на медикаменты	+

б) рассчитывалась сумма средних геометрических для всех строк:

$$S_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n, \tag{2}$$

в) вычислялись компоненты НВП:

$$f_n = \frac{a_n}{S_n}, \tag{3}$$

где f_n – n-й компонент НВП.

Этап 4. Проводилась попарное сравнение вариантов по каждому критерию.

Этап 5. Определялся обобщенный показатель случайной согласованности (ОПСС):

$$\begin{aligned} \text{ОПСС}_1 &= V_1 \cdot f_1 + V_1 \cdot f_2 + \dots + V_1 \cdot f_n, \\ \text{ОПСС}_2 &= V_2 \cdot f_1 + V_2 \cdot f_2 + \dots + V_2 \cdot f_n, \\ \text{ОПСС}_n &= V_n \cdot f_1 + V_n \cdot f_2 + \dots + V_n \cdot f_n, \end{aligned} \tag{4}$$

Рассмотрим пациента М, клинические данные которого приведены в табл. 1.

где “+” - наличие признака заболевания.

Таблица 2

Матрица парных сравнений

критерии заболевания	влияние сезонности на течение заболевания	зуд	длительность обострения до момента госпитализации	срок начала заболевания	частота обострений	Наследственность	возраст	длительность естественного вскармливания	соц. быт. условия проживания	наличие аллергических реакций на медикаменты
влияние сезонности на течение заболевания	1	3	2	4	3	4	5	6	6	8
зуд	0.33	1	2	3	3	4	5	6	7	9
длительность обострения до момента госпитализации	0.50	0.5	1	2	2	4	5	6	7	8
срок начала заболевания	0.25	0.33	0.5	1	2	3	5	7	7	8
частота обострений	0.33	0.33	0.5	0.5	1	2	5	7	8	9
наследственность	0.25	0.25	0.25	0.33	0.5	1	6	7	7	8
возраст	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.16	1	2	3	4
длительность естественного вскармливания	0.16	0.16	0.16	0.14	0.14	0.14	0.50	1	2	3
соц. быт. условия проживания	0.16	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.33	0.50	1	2
наличие аллергических реакций на медикаменты	0.13	0.11	0.13	0.13	0.11	0.13	0.25	0.33	0.5	1

В результате выполнения этапов 1-3 были получены табл. 2-3.

Таблица 3

Значения компонентов НВП

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f_n	0.217	0.174	0.144	0.119	0.097	0.012	0.016	0.057	0.068	0.105

Каждый компонент НВП представляет собой оценку важности соответствующего критерия.

Согласно этапу 4 проводилось попарное сравнение вариантов по каждому критерию аналогично тому, как это делалось для критериев в табл. 2 (табл. 4-13).

Таблица 4

Выявление влияния сезонности на течение заболевания

форма АД	экссудативная	эритематосквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	3	5	2	0.488
эритематосквамозная	0.33	1	3	4	0.294
пуригиозная	0.2	0.33	1	3	0.139
лихеноидная	0.25	0.25	0.33	1	0.079

Таблица 5

Выявление влияния кожного зуда на течение заболевания

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	4	5	4	0.559
эритемато-сквамозная	0.25	1	3	4	0.246
пуригиозная	0.2	0.33	1	3	0.125
лихеноидная	0.25	0.25	0.33	1	0.071

Таблица 9

Выявление влияния наследственности на течение заболевания

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	3	5	2	0.466
эритемато-сквамозная	0.33	1	4	4	0.319
пуригиозная	0.2	0.25	1	3	0.131
лихеноидная	0.25	0.25	0.33	1	0.075

Таблица 6

Выявление влияния длительности обострения заболевания до момента госпитализации на его течение

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	3	4	2	0.455
эритемато-сквамозная	0.33	1	3	5	0.307
пуригиозная	0.25	0.33	1	4	0.167
лихеноидная	0.5	0.2	0.25	1	0.082

Таблица 10

Выявление влияния возраста пациента на течение заболевания

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	3	5	3	0.504
эритемато-сквамозная	0.33	1	3	4	0.275
пуригиозная	0.2	0.33	1	5	0.147
лихеноидная	0.33	0.25	0.2	1	0.07

Таблица 7

Выявление влияния возраста пациента при котором произошло заболевание на его течение

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	5	5	3	0.56
эритемато-сквамозная	0.2	1	2	4	0.214
пуригиозная	0.2	0.5	1	4	0.151
лихеноидная	0.33	0.25	0.25	1	0.075

Таблица 11

Выявление влияния длительности естественного вскармливания на течение заболевания

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	4	5	4	0.548
эритемато-сквамозная	0.25	1	5	4	0.274
пуригиозная	0.2	0.2	1	3	0.108
лихеноидная	0.25	0.25	0.33	1	0.069

Таблица 8

Выявление влияния частоты обострений на течение заболевания

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	5	2	2	0.455
эритемато-сквамозная	0.2	1	3	3	0.249
пуригиозная	0.5	0.33	1	5	0.205
лихеноидная	0.5	0.33	0.2	1	0.092

Таблица 12

Выявление влияния социально-бытовых условий на течение заболевания

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	3	5	3	0.51
эритемато-сквамозная	0.33	1	3	4	0.278
пуригиозная	0.2	0.33	1	3	0.131
лихеноидная	0.33	0.25	0.33	1	0.08

Таблица 13

Выявление влияния показателя наличия аллергической реакции больного на медикаменты на течение заболевания

Форма АД	экссудативная	эритемато-сквамозная	пуригиозная	лихеноидная	V_n
экссудативная	1	3	3	2	0.436
эритемато-сквамозная	0.33	1	3	4	0.298
пуригиозная	0.33	0.33	1	5	0.182
лихеноидная	0.5	0.25	0.2	1	0.084

где V_n – n-й компонент НВП сравнения вариантов по критериям.

В результате выполнения 5- го этапа была получена табл. 14.

Таблица 14

Обобщенный показатель случайной согласованности (ОПСС)

Форма АД	ОПСС
экссудативная	0.511
эритемато-сквамозная	0.292
пуригиозная	0.15
лихеноидная	0.079

Согласно данным табл. 14 значение рассчитанного показателя (ОПСС=0.511) соответствует экссудативной форме атопического дерматита.

5. Выводы

В ходе проведенного исследования диагностических признаков метод анализа иерархий, как метод многокритериального принятия решений, позволил учесть качественные и количественные признаки. С помощью метода анализа иерархий выполнено обоснованное рейтинговое возмозможных решений; удалось получить детальное представление о том, как именно взаимодействуют факторы, влияющие на приоритеты альтернативных решений; определен обобщенный показатель случайной согласованности, позволяющий четко определить диагностируемую форму АД.

Литература

1. Романов В.Н. Основы системного анализа [Текст]: учеб. пособие/Романов В.Н. – СПб.: СЗПИ, 1996.
2. Лорьер Ж.Л. Системы искусственного интеллекта [Текст]/Лорьер Ж.Л. – М.: Мир, 1991.
3. Романов В.Н., Соболев В.С., Цветков Э.И. Интеллектуальные средства измерений[Текст]:/Романов В.Н., Соболев В.С., Цветков Э.И. – М.: РИЦ "Татьянин день", 1994.
4. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. [Текст]/ Клир Дж. – М.: Радио и связь, 1990.
5. Гайдышев И. Анализ и обработка данных [Текст]/ Гайдышев. И – СПб.: Питер, 2001.