

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ  
АДЕКВАТНОСТИ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ  
ПОДРОСТКОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ**

Сватенко О.А., Порван А.П., Рак Л.И., Высоцкая Е.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14, кафедра Биомедицинских электронных  
устройств и систем, тел.: (057)7021364  
e-mail: [diagnost@kture.kharkov.ua](mailto:diagnost@kture.kharkov.ua)

The paper was further developed the analytic hierarchy process for decision-making problems in diagnosing the human body, namely the determination of the adequacy of cardiovascular response of adolescents to exercise on a set of prognostic significance of the diagnostic features of specialist physicians.

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы в кардиологии широко используются пробы с физической нагрузкой, которые позволяют определить толерантность пациента к физической нагрузке, дифференцировать уровень физической подготовки подростков и оценивать эффективность проводимых лечебных мероприятий. Реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку является одним из главных критериев диагностики скрытой систолической дисфункции миокарда (СД) при различных заболеваниях сердца. В то же время появление неадекватной реакции сердца в ответ на пробу у практически здоровых детей нередко затрудняет клинициста в диагностике, в связи с чем необходима экспертная оценка результатов исследования.

В рамках решения задачи диагностики формы СД необходимо учитывать большое количество качественных и количественных факторов, оказывающих влияние на процесс принятия решения. В ряде случаев врач-эксперт - лицо, принимающее решение (ЛПР), осуществляет выбор диагностических мероприятий интуитивно, полагаясь только на свой собственный опыт. Однако, решение таких задач требует научной поддержки. В таком случае, выбор наилучшего решения становится возможным с применением методов многокритериального сравнения (эвристических, методов многокритериального ранжирования, метод анализа иерархий (МАИ)).

Основным недостатком применения таких методов является отсутствие строгого научного обоснования, изменчивость весовых коэффициентов критериев от ЛПР, качественное, а не количественное, описание взаимосвязей между критериями и альтернативами. Учесть данные недостатки позволяет МАИ. Также, применение данного метода позволяет учесть весовые коэффициенты влияния факторов на выбор решения и является методологической основой для решения задач выбора альтернатив посредством их многокритериального рейтингования.

Целью работы является применение МАИ при принятии решения о диагностировании СД, который позволит с высокой степенью обоснованности определить адекватность реакции сердечно-сосудистой системы (ССС) на физическую нагрузку по набору прогностически значимых диагностических признаков врачом-экспертом.

Для выявления наличия СД у подростков были взяты данные 137 историй болезней подростков в возрасте 10-18 лет.

Проблема заключается в определении адекватности реакции ССС подростков на физическую нагрузку (т.е. в выборе одного состояния из двух имеющихся альтернатив). Таким образом, задача принятия решения о диагностировании СД может быть представлена в следующем виде. Пусть имеется такие формы диагностируемого состояния (альтернативы): D1 - адекватная реакция ССС на физическую нагрузку и D2 - неадекватная реакция. Каждая из форм может быть диагностирована с помощью S1, S2, ..., S12 наборов показателей (критериев). В качестве критерия предполагается

использовать показатели нейрогуморальной регуляции в крови пациентов (фактор некроза опухолей – S1, СД-95 – S2, циклический 3, 5-аденозинмонофосфат – S3, ренин – S4, ангиотензин-II – S5, простаглицлин – S6, суточная экскреция норадреналина с мочой – S7), поверхность тела – S8, толщину правого желудочка – S9, скорость трансаортального кровотока – S10, показатель сократимости левого желудочка – S11, индекс конечного систолического объема левого желудочка – S12.

Применяя метод МАИ структурировали проблему в виде иерархии. Трехуровневая иерархическая модель определения адекватности реакции ССС на физическую нагрузку представлена на рис. 1.

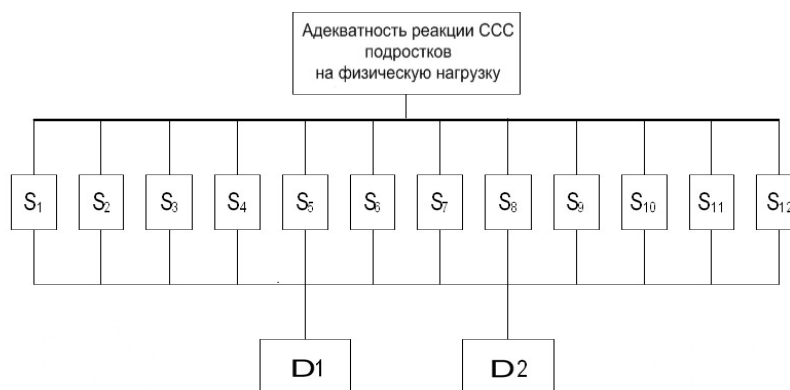


Рисунок 1 - Иерархическая модель определения адекватности реакции ССС на физическую нагрузку

В начале провели предварительное ранжирование критериев, с дальнейшим их расположением в порядке убывания важности:

$$S7 > S8 > S11 > S2 > S2 > S5 > S4 > S1 > S3 > S12 > S10 > S6 > S9$$

Затем, элементы второго уровня иерархии записывали в матрицу, которая заполнялась суждениями врачей-экспертов об относительной важности элементов в свете главной цели. Приоритеты, выведенные на основе суждений, измерялись в относительной шкале и показывали относительную важность показателей. Суждения выражались вербальными оценками: одинаково, умеренно, сильно, очень сильно и чрезвычайно сильно. Этим оценкам соответствовали конкретные числа: 1, 3, 5, 7, 9. Промежуточные значения 2, 4, 6, 8 использовались как компромисс между соседними вербальными оценками. Для представления «обратных» предпочтений применялись обратные величины, т.е. 1/2, 1/3, ..., 1/9.

Выполнив парные сравнения получили нормализованный вектор приоритетов (НВП) для 12 критериев оценки альтернатив.

Далее определили обобщенный показатель случайной согласованности (ОПСС) для двух альтернатив. Для состояния D1 ОПСС= 0,722, для состояния D2 ОПСС= 0,278.

Отношение данных значений (0,722>0,278) позволяет говорить о том, что выбранный набор показателей будет правильно диагностировать СД у подростков. Так как ОПСС для D1 более чем в 2 раза больше ОПСС для D2, то можно говорить о высокой степени согласованности мнений экспертов по поводу выбора диагностических показателей для оценки адекватности реакции ССС подростков на физическую нагрузку.

Таким образом, использование МАИ при принятии решения о диагностировании СД позволяет с высокой степенью обоснованности определить по набору показателей нейрогуморальной регуляции в крови пациентов, поверхности тела, толщине правого желудочка, скорости трансаортального кровотока, показателю сократимости левого желудочка, индексу конечному систолическому объему левого желудочка адекватность реакции ССС на физическую нагрузку.