

в том числе и в контрольной группе. В 100 % случаев эпителий мозгового вещества почек, почечных лоханок, мочеточников, мочевого пузыря содержал участки морфологически схожие с вакуольной дистрофией.

Таким образом, согласно проведённому морфологическому исследованию изменения изучаемых органов носят неспецифический ха-

рактер. Вероятно, они связаны с самой процедурой введения растворов. Об этом свидетельствует аналогичность изменений в тканях кроликов контрольной и экспериментальных групп. Эти изменения представлены умеренным полнокровием, слабовыраженным отеком подслизистой оболочки, отдельных участках измененного эпителия, идентичных вакуольной дистрофии.

**Физико-математические науки**

**АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ  
СОЦИАЛЬНО-БЫТОВЫХ ФАКТОРОВ  
ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЕ ДИСПЛАЗИИ  
СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ**

<sup>1</sup>Гольяпин В.В., <sup>2</sup>Лобачев А.И.

<sup>1</sup>Омский филиал института математики СО РАН,  
e-mail: golyapin@mail.ru;

<sup>2</sup>Омский государственный университет,  
Омск, e-mail: a.lobachev@medteh-com.ru

В развитии синдрома соединительнотканной дисплазии (СТД) принимают участие многие факторы. Как правило, в них задействованы эндогенные и экзогенные механизмы. Увеличение числа случаев СТД, наблюдающееся в настоящее время, связано с патогенными воздействиями в онтогенезе, связанными с ухудшением экологической обстановки. Одним из опаснейших проявлений СТД являются «изолированные» аномалии соединительнотканного каркаса сердца (изолированный клапанный пролапс, комбинированный клапанный пролапс, изолированная аортальная регургитация, выбухание аортального кольца, аневризма легочной артерии). Также сюда следует включать и ложные хорды левого желудочка [1]. Термин «Изолированные» аномалии говорит о том, что СТД сердца могут выявляться вне связи с известными наследственно обусловленными синдромами. Использование математического аппарата многомерного факторного анализа и построение соответствующей факторной модели позволяет выявить социально-бытовые факторы, влияющие на развитие СТД. В качестве исходных показателей проведенного факторного исследования использованы анкетные данные, характеризующие социально-бытовые условия проживания подростков в мегаполисе, при этом у некоторых из них имелись признаки синдрома соединительнотканной дисплазии.

**Метод главных факторов и алгоритм факторной модели**

Одной из основных целей факторного анализа является извлечение на поверхность фактора, который бы наиболее точно позволил воспроизвести наблюдаемые корреляции.

Для любого факторного исследования исходные данные записываются в виде матрицы  $Y = \{y_{ij}\}$ , где индекс  $i = 1, 2, \dots, m$  относится к переменным (показателям), а индекс  $j = 1, 2, \dots,$

$n - k$  объектам (индивидуумам). Если исходные данные распределены по нормальному закону распределения, то имеется возможность проведения стандартизации матрицы  $Y$ . Тогда для стандартизованных данных имеет место соотношение

$$R = \frac{1}{n-1} ZZ^T, \tag{1}$$

где  $Z = \{z_{ij}\}$  – матрица стандартизованных исходных данных;  $R$  – корреляционная матрица.

Целью любого метода факторного анализа является представление величины  $z_{ij}$ , то есть элемента матрицы  $Z$ , в виде линейной комбинации нескольких гипотетических переменных, или факторов. Т.е. значение  $z_{ij}$  может быть выражено в виде линейной комбинации  $r$  факторов:

$$z_{ij} = a_{i1}f_{1j} + a_{i2}f_{2j} + \dots + a_{ir}f_{rj}, \tag{2}$$

где  $a_{ir}$  – это весовые нагрузки факторов, а  $f_{1j} - f_{rj}$  – факторные значения факторов у  $j$ -го индивидуума. Равенство (2) выражает основную модель факторного анализа.

Отдельные наблюдаемые значения являются линейными комбинациями гипотетических, ненаблюдаемых, или скрытых переменных, называемых факторами, которые не могут быть обнаружены в процессе наблюдения. Матрица  $Z$  представляет собой произведение двух матриц  $A$  и  $F$ . При этом матрица  $A$  отражает связи переменных с факторами, а  $F$  описывает отдельные индивидуумы. Если предполагается отсутствие корреляции между факторами, то, подставив формулу (2) в формулу (1), получаем фундаментальную теорему факторного анализа для ортогональных факторов:

$$R = AA^T. \tag{3}$$

Фундаментальная теорема утверждает, что корреляционная матрица может быть воспроизведена с помощью факторного отображения и корреляций между факторами [2].

В методе главных факторов в формуле (3) используется редуцированная матрица. По диагонали этой матрицы стоят общности, которые были найдены методом минимальных остатков [3].

Метод главных факторов заключается в поиске главных компонент редуцированной корреляционной матрицы. Проблема сводится к классической задаче нахождения собственных

значений и собственных векторов симметрической матрицы [4, 5, 6].

Матрицу весовых нагрузок факторов будем находить по следующей формуле:

$$A = U\Lambda^{1/2} \quad (4)$$

где  $U$  и  $\Lambda$  – матрицы собственных векторов и собственных значений матрицы  $R_h$  соответственно [7].

Проблема количества выделяемых факторов решалась методом, основанным на критерии «каменистой осыпи» [2].

#### Алгоритм построения факторной модели

1. Формирование таблицы с ответами респондентов.
2. Преобразование ответов в шкалы по типу «обратных школьных оценок».
3. Ранжирование данных.
4. Стандартизация исходных данных.
5. Вычисление корреляционной матрицы по формуле (1).
6. Нахождение матрицы весовых нагрузок по формуле (4).
7. Интерпретация матрицы весовых нагрузок факторов.

#### Результаты и выводы

Программная реализация вышеописанного алгоритма позволила создать программное приложение, при помощи которого было проведено факторное исследование. Это исследование позволило выявить основные социально-бытовые факторы, влияющие на дисплазию соединительной ткани у нескольких групп подростков. Результаты исследования описаны ниже.

Результат группировки выделенных факторов для группы с признаками СТД:

1. Загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями и автотранспортом.
2. Радиационное и нерадиационное излучение.
3. Бытовые интоксикации.
4. Бытовые вредности.
5. Эпидермальная вредность.
6. Личностный фактор.
7. Факторы реализации.

Эти 7 факторов являются основными для группы СТД. Именно эти факторы усугубляют и влияют на развитие СТД. Помимо группы СТД, была протестирована контрольная группа пациентов. Контрольная группа – это группа подростков, у которой не наблюдались симптомы дисплазии соединительной ткани. Не следует понимать под контрольной группой абсолютно здоровых индивидуумов.

Результат группировки выделенных факторов для контрольной группы:

1. Загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями и автотранспортом.

2. Радиационное и нерадиационное излучение.
3. Бытовые интоксикации.
4. Бытовые вредности.
5. Эпидермальная вредность.
6. Личностный фактор.
7. Факторы реализации.
8. Фактор, превентивный по отношению к СТД.

Как видно из списка группировки выделенных факторов, добавился фактор, превентивный к СТД. Этот фактор предупреждает возникновение параметров, которые несут в себе ухудшение качества жизни индивидуума.

Если проанализировать получившиеся факторы, то можно заметить что первым стоит фактор загрязнения окружающей среды. Это связано с тем, что абсолютно все в наше время подвержены влиянию загрязнений окружающей среды. Самым губительным в этом плане является бензоперен, который содержится в выхлопных газах автомобилей. Именно поэтому в анкете было уделено внимание расположению места обитания индивидуума по отношению к автомагистрали, и интенсивности движения на ней.

Значимыми факторами у пациентов с СТД оказались факторы окружающей среды обитания, которые оказали неблагоприятное воздействие на состояние их здоровья.

Факторы с 1 по 7 имеют значимость для пациентов с СТД, тогда как у здоровых детей значимым является фактор 8. Он реализуется в активном занятии спортом в семье и в учебном заведении. Так же немаловажную роль играет питание в школе. Тем не менее и у здоровых лиц выявлены факторы 1, 3, 7.

Полученные данные позволяют говорить о том, что все лица молодого возраста имеют отклонения в состоянии здоровья, связанные с воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды обитания.

#### Список литературы

1. Сторожаков Г.И. Ложные хорды: расположение в полости желудка и клиническая значимость / Г.И. Сторожаков, Г.Е. Гендлин, И.Г. Блохина и др. // Визуализация в клинике. – 1993. – № 2.
2. Иберла К. Факторный анализ: пер. с нем. В.М. Ивановой. – М.: Статистика, 1980. – С 397.
3. Гольдяпин В.В. Вычислительные аспекты метода минимальных остатков при разрешении варианта Хейвуда // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2005. – том VIII, №3 (23). – С. 121-129.
4. Thurstone L.L. Multiple factor analysis // 6th. ed. – Chicago, 1961.
5. Zurmühl R. Matrizen und ihre technischen Anwendungen. – Berlin, 1964.
6. Wilkinson J.H. The algebraic eigenvalue problem. – Oxford, 1965; русский перевод: Дж.Х. Уилкинсон Алгебраическая проблема собственных значений. – М.: Наука, 1970. – С. 565.
7. Harman H. Modern factor analysis. – Chicago, 1967; русский перевод Г. Харман Современный факторный анализ. – М.: Статистика, 1972. – С. 483.