

УДК 519.87

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ С ПОМОЩЬЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЗДОРОВЬЯ

¹Степаненко Н.П., ²Льзин И.А., ²Юмашева А.Л.¹ТНИИКиФ ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России, Томск;²Томский политехнический университет (национальный исследовательский университет),
Томск, e-mail: i-lyzin@mail.ru, anechkabv@mail.ru

Статья посвящена проблеме применения интегральных показателей здоровья в клинической практике на примере оценки эффективности лечения детей и подростков, страдающих различными эндокринными заболеваниями (проблема избыточного веса, ожирение). Предложен индивидуальный интегральный показатель здоровья (ИПЗ). Приведены результаты апробации интегрально-модульного подхода к оценке состояния здоровья на примере оценки эффективности реабилитационных мероприятий с помощью индивидуального интегрального показателя здоровья. Представлены данные о клиническом исследовании 298 пациентов – детей в возрасте от 10 до 15 лет с избыточной массой тела и ожирением. При оценке результатов эффективности лечения применялась интегрально-модульная система оценки здоровья, использующая систему стандартизации показателей по шкале Харрингтона. Для формирования обобщенных показателей оценки состояния организма был использован математический аппарат описания нелинейных динамических систем и методы моделирования состояния биологических систем. В расчет принимались особенности функционирования биообъектов. В исследовании для объективной оценки эффективности лечения из большого количества регистрируемых показателей у каждого пациента выделились наиболее информативные, оказывающие наибольший вклад в результаты лечения. Определение информативных показателей осуществлялось с использованием диаграммы Парето.

Ключевые слова: эндокринные заболевания, ожирение, интегральный показатель здоровья, шкалирование, диаграмма Парето, функция Харрингтона

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF REHABILITATION WITH INDIVIDUAL INTEGRAL HEALTH INDEX

¹Stepanenko N.P., ²Lyzin I.A., ²Yumasheva A.L.¹Tomsk scientific research institute of balneology and physiotherapy, Tomsk;²National Research Tomsk Polytechnic University (TPU), Tomsk, e-mail: i-lyzin@mail.ru, anechkabv@mail.ru

The article is devoted to the problem of application integral health indicators in clinical practice on the example of evaluating the effectiveness treatment children and teenagers suffering from endocrine diseases (the problem of overweight, obesity). The data on the clinical study of 298 patients – children aged 10 to 15 years, overweight and obesity. The evaluation of the immediate results of treatment was carried out according to a special adapted integral-modular system of health assessment, the basis of which is a unified system of standardization of values of quantitative and qualitative indicators on the Harrington scale and integral-modular assessment of health status with the definition of an integral health index. In assessing the effectiveness of the treatment used indicators that affect the quality of life of patients, and indicators that reflect the development of metabolic disorders, objective indicators, indicators of hormonal and metabolic status, indicators of psycho-emotional state. In the study for an objective assessment of the effectiveness of treatment of a large number of recorded indicators in each patient stand out the most informative, providing the greatest contribution to the results of treatment. Pareto chart was used to the definition of informative indicators.

Keywords: endocrine diseases, obesity, integral health indicator, scaling, Pareto chart, Harrington function

Первые работы по применению интегральных показателей для оценки состояния биосистем и, в частности, для измерения уровня здоровья появились более 30 лет назад [1–3], однако их диагностическая эффективность до сих пор не является общепризнанной. Нами было проведено исследование по оценке эффективности реабилитационных мероприятий детей, страдающих ожирением, с помощью индивидуального интегрального показателя здоровья.

Избыточная масса тела и ожирение – это глобальная проблема, с которой человечество столкнулось в XX в. Ожирение

находится на первом месте среди заболеваний обмена веществ, что в итоге и обуславливает важность исследований в этом направлении. По данным, представленным, Всемирной организацией здравоохранения к началу XXI в. избыточную массу имело порядка 30% населения планеты. Избыточный вес и различные степени ожирения неизбежно ведут к различным проблемам, таким как диабет, сердечно-сосудистые заболевания, атеросклероз и т.д. [4]. Стоит отметить, что особую важность представляет ожирение у детей, так как оно с ранних лет приводит к изменениям во всех внутренних

органах. Существуют два основных фактора, которые могут привести к детскому ожирению: алиментарный и эндокринный. Алиментарный фактор связан с неправильным питанием или малоподвижным образом жизни. Эндокринный фактор связан в первую очередь с нарушением работы эндокринной системы, которая отвечает за работу внутренних органов.

В настоящее время существует множество подходов к лечению ожирения, накоплены массивы данных клинко-лабораторных показателей пациентов. В связи с этим актуальной становится задача разработки технологий для оперативной обработки этих массивов и получения новых знаний. Под технологией понимается процесс, использующий совокупность средств и методов сбора и обработки данных для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления. Помимо этого большое внимание уделяется изучению уровня физической работоспособности, состояние адаптационных возможностей и резистентности организма, эффективность лечебных, оздоровительных и тренировочных мероприятий [5–7]. В 2014 г. Правительством Российской Федерации был сформулирован перечень приоритетных научных задач, для решения которых требуется задействовать имеющиеся ресурсы.

Цель исследования: исследовать возможность применения индивидуального показателя здоровья (ИПЗ) для оценки эффективности курса реабилитационной терапии детей, страдающих ожирением.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является массив данных, предоставленный специалистами детского отделения ФГБУН «ТНИИКиФ ФМБА», содержащий результаты клинического исследования 298 пациентов. Пациенты – дети в возрасте от 10 до 15 лет, с избыточной массой тела и ожирением. Из них 200 детей (100 мальчиков и 100 девочек) страдали ожирением I–III степени. Контрольную группу составили остальные 98 пациентов (40 мальчиков и 58 девочек), так как были практически здоровы. Всем пациентам с ожирением назначали стандартный комплекс лечения [8].

Для формирования обобщенных показателей оценки состояния организма использовался математический аппарат дифференциальных уравнений. В расчет принимались особенности функционирования биообъектов.

В.В. Марченко с соавторами предложен метод для формирования обобщенных показателей оценки состояния организма, и в частности, введен интегральный показатель здоровья (ИПЗ), значения которого изменяются от 0 до 1.

Если обозначить $X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)\}$ – переменные состояния объекта;

$U(t) = \{u_1(t), u_2(t), \dots, u_r(t)\}$ – их значения;

$W(t) = \{w_1(t), w_2(t), \dots, w_l(t)\}$ – внешние и внутренние энергетические ресурсы;

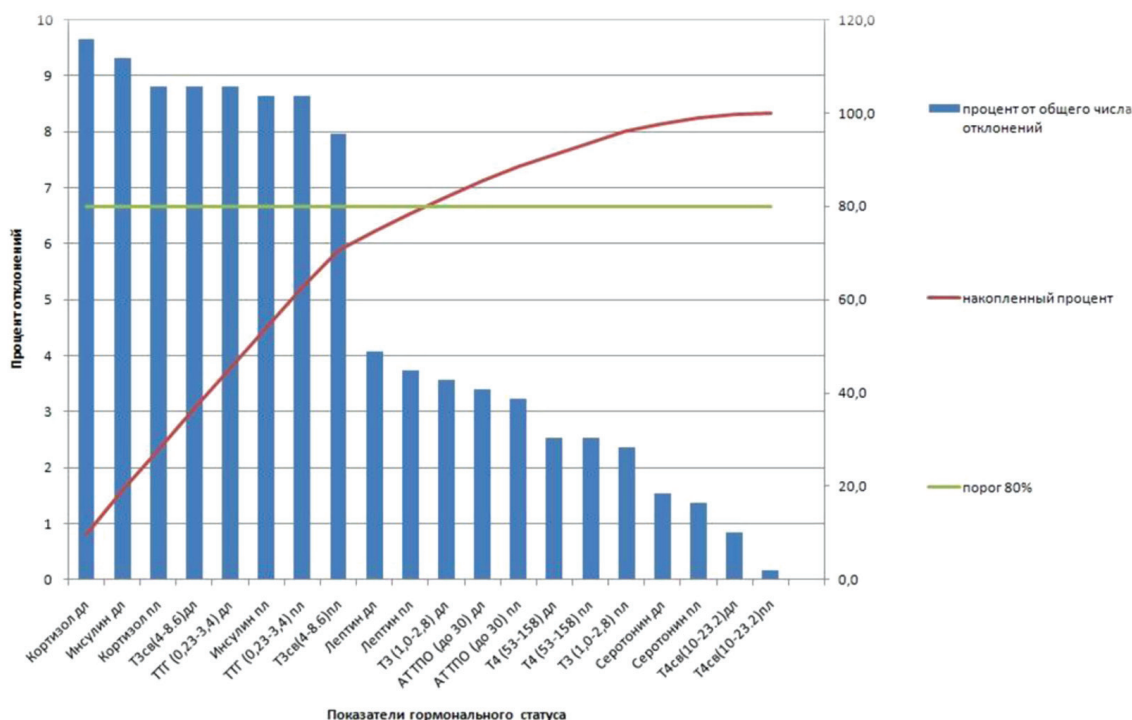


Рис. 1. Вид диаграммы Парето

То уравнение динамической системы будет иметь вид

$$\dot{Y}(t) = F_Y(\bar{Y}(t), \bar{W}(t)), \quad (1)$$

где F_Y – векторное силовое поле.

Уравнение (1) можно представить в виде

$$\dot{X}(t) = F_X(X(t), \dot{X}(t), \bar{W}(t)), \quad (2)$$

где F_X – функция движения системы.

Для оценки уровня здоровья может быть использован следующий интегральный показатель [9]:

$$\kappa = \sqrt{\frac{(X(t) - X_0)^T \cdot P \cdot (X(t) - X_0)}{(X_d(t) - X_0)^T \cdot P \cdot (X_d(t) - X_0)}}.$$

На основе предложенного подхода была проведена оценка эффективности курса реабилитационной терапии детей, страдающих ожирением.

На первом этапе требовалось определить информативные клинические показатели и значения «нормы» для всех показателей; на втором этапе провести шкалирование показателей и объединить их в интегральный показатель здоровья.

Поиск информативных показателей осуществлялся с помощью диаграммы Парето (рис. 1). Метод Парето основан на отклонении значений показателей больного пациента от значений показателей здорового.

Диаграмма Парето позволяет оценить кумулятивный вклад имеющихся показателей. Основное достоинство данного метода заключается в его наглядности и доступности.

Для корректного построения диаграммы Парето необходимо предварительно определить число отклонений каждого показателя от нормы:

$$a_{ji} = \begin{cases} 0, & \text{если } x_{ji} \in (x_{in}, x_{iv}); \\ 1, & \text{если } x_{ji} \notin (x_{in}, x_{iv}); \end{cases}$$

$$b_i = \sum_{j=1}^m a_{ji},$$

где i – номер показателя;

j – номер пациента;

x_{ji} – значение показателя;

(x_{in}, x_{iv}) – нижняя и верхняя граница нормы.

Использовался процентильный метод определения нормы. В качестве нормы принимается интервал между установленными процентиями (табл. 1).

На основании полученных данных строится диаграмма Парето (рис. 2), где по основной вертикальной оси откладываются процентные доли, по вспомогательной вертикальной оси – накопленная процентная доля и по горизонтальной – названия всех показателей.

Таблица 1

Нормы клинических показателей

Показатели	Медиана	Нижний квартиль	Верхний квартиль	Перцентиль (10%)	Перцентиль (90%)
Инсулин	14,15	10,3	19,6	7,30	24,80
Кортизол	428,7	279,2	541,5	178,9	802,5
Лептин	18,6	12,00	23,6	5,0	37,7
АПФ	30,2	27,04	40,8	21,0	42,9

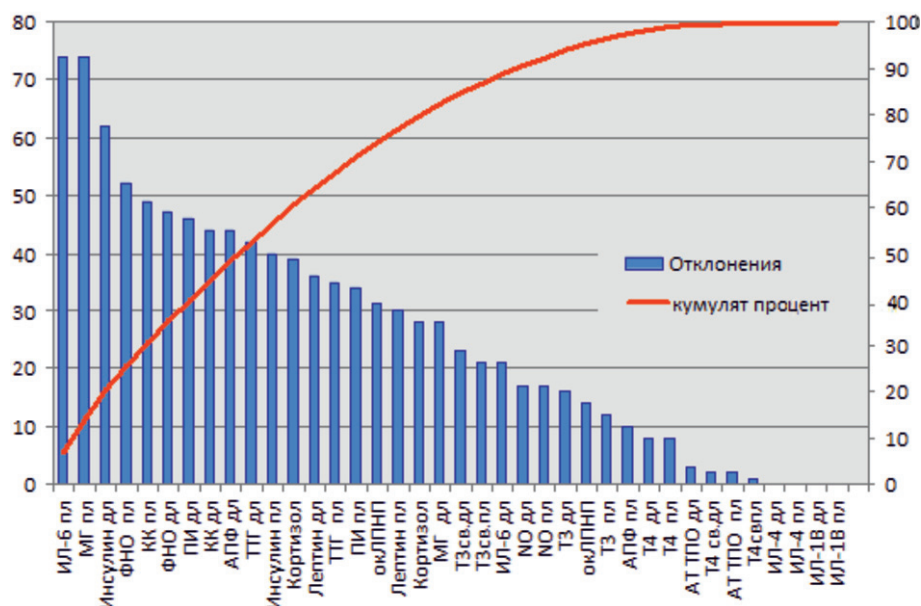


Рис. 2. Диаграмма Парето клинических показателей пациентов

По 80 % кумулятивному вкладу определяются те параметры, которые являются информативными.

После анализа информативности 20 показателей было установлено, что наиболее информативными можно считать только 8 из них (кортизол до и после лечения, инсулин до и после лечения, ТЗсв до и после лечения и ТТГ до и после лечения), в то время как остальные имеют информативность ниже 80 %.

Информативные показатели – это показатели, вносящие наибольший вклад в характеристику состояния. Определение информативных показателей может сократить время и затраты на исследования. В нашем случае при оценке информативности клинических показателей с помощью информационной меры Кульбака были получены те же результаты, что и с помощью диаграммы Парето.

При вычислении значений индивидуального показателя здоровья возникает необходимость в использовании процедуры шкалирования. Для реализации этой процедуры чаще всего применяют так называемые функции принадлежности [5], которые предназначены для перевода натуральных значений в единую безразмерную числовую шкалу с фиксированными границами.

В ряде работ [5, 8] предлагается использовать следующую шкалу соответствий между отношениями предпочтений в эмпирической и числовой системах:

- 1,0...0,8 – «Очень хорошо»;
- 0,80...0,63 – «Хорошо»;
- 0,63...0,37 – «Удовлетворительно»;
- 0,37...0,20 – «Плохо»;
- 0,20...0,00 – «Очень плохо».

Можно использовать функцию принадлежности Харрингтона [9–11]:

$$\ln d(z_i) = -e^{-z_i},$$

$$z_i = \frac{x_i - x_{in}}{x_{ib} - x_{in}},$$

где d – функция принадлежности;
 z_i – значение i -го показателя, в условных единицах;
 x_i – значение i -го показателя в исходной шкале;
 x_{in}, x_{ib} – нижняя и верхняя границы нормы.

После шкалирования и приведения исходных показателей к интервалу [0–1] получаем следующее выражение

$$E = \sqrt{\frac{(d_1 - 1)^2 + (d_2 - 1)^2 + \dots + (d_n - 1)^2}{n}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - 1)^2},$$

где d_i – значения исходных показателей x_i , приведенные к интервалу [0–1];
 n – число показателей.

В окончательном варианте значения ИПЗ представляются в процентах [11]:

$$\text{ИПЗ} = (1 - E) \cdot 100\%.$$

Интервал значений ИПЗ от 0 до 100 % можно разделить на уровни здоровья следующим образом [8]:

- Нормальный уровень – 100...80;
- Незначительное снижение – 80...63;
- Умеренное снижение – 63...37;
- Значительное снижение – 37...20;
- Выраженное снижение – 20...0.

Использование показателя ИПЗ в задачах оценки здоровья пациентов позволит облегчить работу специалиста и сократить длительность проведения анализов, что позволит оперативно контролировать состояние пациента во время лечения и корректировать назначенный курс лечения в зависимости от изменения его состояния.

Результаты исследования и их обсуждение

Для апробации интегрального показателя здоровья было проведено исследование для группы детей и подростков в возрасте от 7 до 15 лет, страдающих эндокринными заболеваниями (проблема избыточного веса, ожирение). Оценка состояния пациентов проводилась при поступлении на лечение и по окончании курса реабилитации.

В ходе работы было произведено разделение пациентов по характеру ожирения на конституционально-экзогенное и гипоталамическое, а также по наличию тиреопатологии – эндемический зоб.

По диаграмме Парето были выделены наиболее информативные показатели. В результате набор анализируемых клинических показателей был сокращен до семнадцати. В табл. 2 приведены три варианта значений индивидуального показателя здоровья, рассчитанных с помощью различных групп показателей.

При вычислении значений ИПЗ для ранжирования признаков использовалась следующая четырехбалльная шкала:

- отсутствие отклонений от нормы – 1 балл;
- выше или ниже нормы на 25 % – 2 балла;
- выше или ниже нормы на 26–50 % – 3 балла;
- выше или ниже нормы более чем на 50 % – 4 балла.

Таблица 2

Значения ИПЗ для пациентов с конституционально-экзогенным ожирением

Интегральный показатель здоровья	Все показатели		Информативные		Неинформативные	
	До, %	После, %	До, %	После, %	До, %	После, %
Незначительное снижение	45,53	64,23	47,15	66,66	98,38	99,19
Умеренное снижение	27,64	33,33	25,20	31,71	0,81	0,81
Значительное снижение	4,07	2,44	4,07	1,63	0,00	0,00
Выраженное снижение	22,76	0,00	23,58	0,00	0,81	0,00

Соответственно, по значениям ИПЗ было выделено 4 уровня здоровья [8]:

- 100–75% – нормальный уровень здоровья;
- 75–60% – умеренное снижение;
- 60–45% – значительное снижение;
- < 45% – выраженное снижение.

Оценка результатов лечения (ΔИПЗ = ИПЗ после лечения – ИПЗ до лечения) также осуществлялась по четырёхбалльной системе [8]:

- ΔИПЗ более 10,1% – 3 балла – значительное улучшение;
- ΔИПЗ от 5,1 до 10% – 2 балла – улучшение;
- ΔИПЗ от 0,1 до 5% – 1 балл – без перемен;
- ΔИПЗ 0% и менее – ухудшение.

Выводы

Как показали результаты апробации данного подхода в детском отделении НИИ курортологии и физиотерапии г. Томска, применение индивидуального интегрального показателя здоровья дает возможность не только оценивать эффективность лечения, но и позволяет принимать достаточно обоснованные врачебные решения и прогнозировать эффективность лечения с учетом выбранных реабилитационных мероприятий.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках выполнения проекта 18-07-00543.

Список литературы

1. Фарбер Д.А., Семенова Л.К., Алферова В.В., Дубровинская Н.В., Любомировский Л.Е., Безруких М.М., Чемоданов В.И., Корниенко И.А., Гохблит И.И., Сонькин В.Д., Кузнецова Т.Д., Соколов Е.В., Тупицын И.О., Князева М.Г., Плешаков А.А., Трохимчук Л.Ф., Кузнецов А.П., Айзман Р.И., Великанова Л.К., Антропова М.В. и др. Физиология подростка. НИИ физиологии детей и подростков АПН СССР. М., 1988. 208 с.
2. Дедов И.И. Ожирение: этиология, патогенез, клинические аспекты / Под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. М., 2004. 456 с.
3. Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Бреус Т. К., Чибисов С.М. Десинхронизация биологических ритмов как ответ на воздействие факторов внешней среды // Клиническая медицина. 2017 № 6. С. 502–512.
4. Всемирная организация здравоохранения / Ожирение и избыточный вес [Электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru> (дата обращения: 15.07.2019).
5. Савченко В.М. Формализация понятий для осуществления диагностического процесса в клинической медицине // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2015. Т. 5 № 2. С. 52–59.
6. Рапопорт С.И., Чибисов С.М., Благодоров М.Л. Актуальные проблемы хронобиологии и хрономедицины (по материалам съезда) // Клиническая медицина. 2013. № 9. С. 71–73.
7. Левицкий Е.Ф., Барабаш Л.В., Хон В.Б. Обоснование хронооптимизации восстановительного лечения пациентов, проживающих в условиях средних широт // Вопр. курортологии. 2009. № 1. С. 6–8.
8. Степаненко Н.П., Берестнева О.Г., Кондратьева Е.И., Левицкий Е.Ф., Юмашева А.Л. Применение индивидуального интегрального показателя здоровья в оценке эффективности реабилитационных мероприятий детей с ожирением // Здоровье и качество жизни: материалы III Всероссийской конференции с международным участием. Иркутск-Байкальск, 2018. С. 250–253.
9. Андреев С.Ю., Берестнева О.Г., Гергет О.М., Константинова Л.И., Кочегуров В.А., Марченко В.В., Хохлова Т.Е. Модели и информационные технологии в задачах лечебно-восстановительной медицины Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 267 с.
10. Андреев С.Ю., Берестнева О.Г., Гергет О.М., Константинова Л.И., Кочегуров В.А., Марченко В.В., Хохлова Т.Е. Модели и информационные технологии в задачах лечебно-восстановительной медицины (монография) // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 9. С. 31–33.
11. Кочегуров В.А., Константинова Л.И., Марченко В.В., Абдуллина Н.Г., Степаненко Н.П. Разработка и применение индивидуального интегрального показателя здоровья пациентов с заболеваниями щитовидной железы // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 314. № 5. С. 185–189.