

Л.П.Лазурина
Курский государственный медицинский университет

Р.А.Крупчатников
Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора
И.И.Иванова

Е.Н.Кореневская
Донецкий национальный технический университет

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВА ОРГАНИЗМА ПО РАЗБАЛАНСУ ЕГО МЕРИДИАННЫХ СТРУКТУР

В работе рассматривается метод оценки функционального резерва организма по величине отклонений сопротивлений точек-пособников меридианных структур организма от своих номинальных значений.

Одной из важнейших характеристик организма человека, определяющих его способность адекватно взаимодействовать с окружающей средой и непосредственно влияющих на функциональное состояние и состояние здоровья человека, является его функциональный резерв.

Известен целый ряд подходов к определению функциональных резервов организма в целом, его функциональных систем и отдельных органов [1,8,9,10].

В современной литературе выделяют структурные (морфологические) и функциональные резервы.

Под структурными резервами понимаются особенности строения отдельных составляющих элементов организма (клеток, тканей, органов и систем органов), проявляющиеся в развитии и прочности мышечной и костной ткани, в особенностях строения миофибрилл и мышечных волокон, в прочности связочного и подвижности суставного аппаратов, в характере васкуляризации скелетных и сердечной мышц, в развитии межнейронных связей, которые, в свою очередь, оказывают существенное влияние на функциональные возможности организма. Структурными резервами организма выступает парность ряда органов, обеспечивающая vikарное замещение функций (почки, легкие, уши, глаза, железы внутренней секреции). Каждый из этих органов при выходе из строя своего «напарника» может сам обеспечить нормальное функционирование организма в обычных условиях, а в ряде случаев и при функциональных нагрузках.

К важным структурным резервам организма относится резистентность его клеток и тканей к различным внутренним изменениям условий их функционирования.

Функциональные резервы представляют собой возможность изменений функциональной активности структурных элементов организма, их возможности взаимодействия между собой, используемые организмом для достижения результата деятельности человека, для адаптации к физическим, психоэмоциональным нагрузкам и воздействию на организм различных факторов внешней среды. Эти возможности проявляются в изменении интенсивности и скорости протекания энергетических и пластических процессов обмена на клеточном и тканевом уровнях, в изменении интенсивности и скорости протекания физиологических процессов на уровне органов, систем органов и организма в

в целом, в увеличении физических (сила, быстрота, выносливость) и улучшении психических (осознание цели, готовности бороться за ее достижение) качеств, в способности к выработке новых и совершенствованию уже имеющихся двигательных и тактильных навыков.

Функциональные резервы организма включают в себя три относительно самостоятельных вида резервов: биохимические, физиологические и психологические (психические).

Биохимические резервы - это возможности увеличения скорости протекания и объема биохимических процессов, связанных с экономичностью и интенсивностью энергетического и пластического обменов и их регуляцией. Биохимические резервы определяются мощностью энергетических систем организма - анаэробная фосфогенная (алактатная), лактаcidная (гликолитическая) и аэробная (кислородная, окислительная), а также биохимическими процессами, направленными на восполнение энергетических ресурсов и воспроизводство разрушенных при адаптации и вновь синтезируемых клеточных структур. Индуцирование структурных ферментных белков, увеличение обмена метоболизующей массы тканей и возникновение специфических структурных перестроек приводит к увеличению морфологических (структурных) резервов организма. В результате мобилизации и использования биохимических резервов при адаптации происходит поддержание динамического постоянства внутренней среды организма. Если в организме происходит накопление продуктов обмена веществ, включаются гуморальные механизмы сохранения гомеостаза. Таким образом биохимические резервы обеспечивают не только энергетический и пластический обмен, но и гомеостаз организма. Связаны они в основном с клеточным и тканевым уровнями.

Физиологические резервы представляют собой возможности органов и систем органов изменять свою функциональную активность и взаимодействие между собой конкретных условий уровня с целью достижения оптимального для данных конкретных условий уровня функционирования организма и эффективности деятельности. Материальными носителями физиологических резервов являются органы и системы органов, а также механизмы, обеспечивающие поддержку гомеостаза, переработку информации и координацию вегетативных функций и двигательных актов. Это обычные механизмы регуляции физиологических функций, которые в процессе приспособления организма к изменчивым условиям внешней среды и для нивелирования сдвигов во внутренней среде используются им в качестве резервов адаптации.

Психологические (психические) резервы могут быть представлены как возможности психики, связанные с проявлением таких качеств, как память, внимание, мышление, связанные с проявлением эмоций, с мотивацией деятельности человека и определяющие тактику поведения и особенности психологической и социальной адаптации. Психологические резервы можно рассматривать как переходное звено функциональных возможностей человека, которое соединяет его организм с окружающей средой. Это дает основание рассматривать психологические резервы человека как фактор определяющий надежность деятельности, под которой понимается интегральное качество эффективно и стабильно выполнять поставленные задачи в экстремальных условиях.

Функциональные резервы (ФР) организма могут быть представлены и в виде сложной системы резервов, в которой фундаментом являются биохимические, а вершиной - психологические резервы. Стержнем системы функциональных резервов, объединяющим ее в единое целое за счет механизмов нейрогуморальной регуляции, являются физиологические резервы. Системообразующим фактором выступает результат деятельности или результат адаптации.

Известны различные подходы к количественному определению ФР. Наиболее популярные из них основываются на измерении ряда таких показателей, как частота сердечных сокращений, объема дыхания, систолическое и диастолическое

артериальное давление и др.

Эти показатели измеряются в покое и при фиксированной нагрузке (приседания, велоэргометр и т.д.).

В качестве показателей, характеризующих ФР, берётся разность и (или) отношение показателей, измеренных в покое и при выполнении нагрузочных проб.

В качестве дополнительного признака может использоваться время восстановления показателя после нагрузки до нормальных значений.

Следует отметить, что, несмотря на достигнутые успехи проблема адекватной оценки функционального резерва и его связей с практическими задачами психологии и медицины (оценка эффективности работы человеко-машинных систем, прогнозирование и ранняя диагностика заболеваний и т.д.) остается далекой до своего окончательного решения.

Сложность такого понятия, как функциональный резерв, привела к тому, что различные эксперты не дают четкого определения связанного с его количественным определением. С учетом этого в данной работе для построения соответствующей модели была избрана технология мягких вычислений, в рамках которой достаточно использовать два основных её подхода.

1 - подход, основанный на использовании функций принадлежности к исследуемым классам состояний w_i , механизм построения которых описан в работе Л.Заде [15], и 2 - подход, использующий коэффициент уверенности в гипотезе w_i , механизм получения и расчета которого предложен Е.Шортлифом [11,14], и их модификации [2, 3, 4, 5, 6, 7, 12,13].

В качестве интегрального показателя, характеризующего ФР организма, предлагается использовать электрическое сопротивление точек пособников меридианных структур организма. В основу этого выбора положены работы А.Н.Нечушкина, в которых он показал, что низкое сопротивление точки - пособника (Р) говорит о дисфункции (дистрофии), а высокое сопротивление - о гиперфункции систем, формирующих энергетику меридиана [10].

С учетом рекомендаций [1,8,9] в качестве базового элемента и оценки уровня функционального резерва человека выбрано отношение

$$Y_h = \frac{R_{ph}(0)}{R_{ph}(H)} \quad (1)$$

где, $R_{ph}(0)$ - сопротивление точки-пособника меридиана h , измеренное до нагрузки;

$R_{ph}(H)$ - тоже после нагрузки.

Типовой график функций принадлежности к понятию "оптимальный ФР" $M_u(Y_h)$ приведен на рисунке.

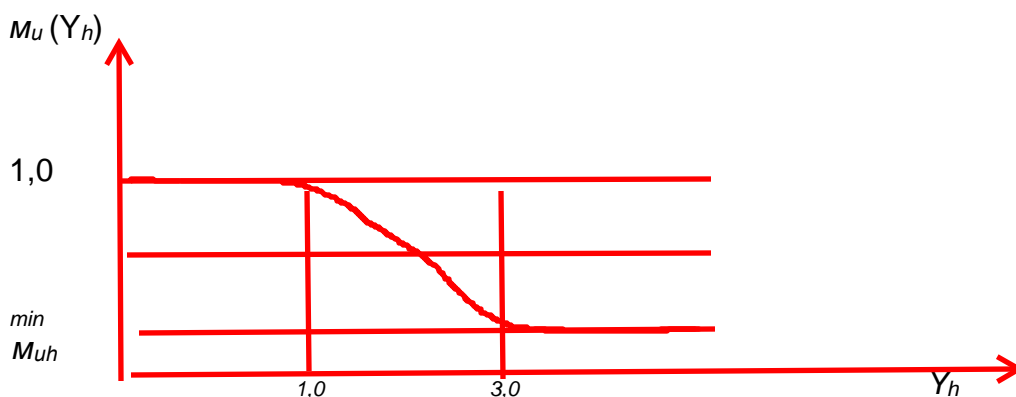


Рис. Типовой график функций принадлежности к понятию "оптимальный функциональный резерв" по меридиану h

Нижнее ограничение для меридиана h на уровне m_{uh} определяет тот факт, что для живого организма нет смысла говорить о нулевом уровне функционального резерва, тем более по энергетическому состоянию одного меридиана.

Для всех участвующих в анализе ФР меридиан организма уровень функционального резерва определяется модифицированным выражением Е. Шортлифа [5,11,12]:

$$UF_M(i+1) = UF_M(i) + a_{h+1} * M_u(Y_{h+1}) [1 - UF_M(i)], \quad (2)$$

где $UF_M(1) = a_1 * M_u(Y_1)$;

a_h - коэффициент, определяющий вклад меридиана h в оценку уровня общего ФР организма, определяемого по всей меридианной структуре организма.

Введение коэффициента a_h позволяет реализовать отдельные механизмы оценки функционального резерва отдельных систем организма, «связанных» с одним меридианом в диапазоне $[0, \dots, 1]$, организма в целом в том же диапазоне.

При отсутствии этого коэффициента в выражении (2) будет наблюдаться неестественная (с психофизиологической точки зрения) логика оценки ФР, связанная с тем, что если хотя бы один меридиан сбалансирован так, что соответствующий функциональный резерв близок к единице, то расчеты покажут близость к единице уровня ФР всего организма, что противоречит естественной логике принятия решений.

Введение a_h позволяет экспертам установить "вклад" каждой рассматриваемой системы в общий функциональный резерв организма.

При равноправном вкладе всех меридиан в общей ФР организма удобно выбрать

$$a_h = 1/12 = 0,08$$

В общем виде оценку функционального резерва организма следует производить по различным составляющим, характеризующим различные уровни функционирования организма. В таком варианте частные составляющие могут агрегироваться с использованием накопительной формулы Е.Шортлифа, алгоритмов Мамдани или TSK, методов группового учёта аргументов, методов теории измерения латентных переменных [8,12].

Список литературы

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний.- М.: Медицина 1997.-235с.
2. Корневский Н.А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем // Медицинская техника. - 2015.- №1(289).-С.33-35.
3. Корневский Н.А. Метод синтеза гетерогенных нечетких для анализа и управления состоянием биотехнических систем // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение.- 2013.- №2.- С.99-103.
4. Корневский Н.А., Крупчатников Р.А., Ал-Касасбех Р.Т. Теоритические основы биофизики акупунктуры с приложениями в медицине, психологии и экологии на основе нечетких сетевых моделей.- Старый Оскол: ТНТ, 2013.- 528с.
5. Корневский Н.А., Крупчатников Р.А., Горбатенко С.А. Синтез нечетких сетевых моделей, обучаемых по структуре данных для медицинских экспертных систем // Медицинская техника.- 2008.- №2.-С.18-24.

6. Геометрический подход к синтезу нечётких решающих правил для решения задач прогнозирования и медицинской диагностики / Н.А.Корневский, С.А.Филист, А.Г.Устинов, Е.Б.Рябкова // Медицинская радиоэлектроника.- 2012.- №4.- С.-20-25.
7. Корневский Н.А., Руцкой Р.В., Долженков С.Д. Метод прогнозирования и диагностики состояния здоровья на основе нечетких решающих правил// Системный анализ и управление в биомедицинских системах.- 2013.- Т.12, №4.- С.905 - 907.
8. Комплексная оценка уровня функциональных резервов организма человека на основе нечетких моделей принятия решений / Н.А.Корневский, А.Н.Коростелев, Е.А.Нечаева, Е.А.Бойцова // Медицинская радиоэлектроника.- 2010.- №2.- С.30-36.
9. Коростелев А.Н. Нечеткая классификация и оценка уровня функционального резерва человека // Медицинские приборы и технологии: сборник научных трудов. - Тула: Изд-во Тул. гос. ун-т», 2011. -С. 165-168.
10. Определение функционального состояния канала по изменению электрокожного сопротивления в одной точке / А.И. Нечушкин, Г.Б. Мысов, Е.Б. Новикова, С.С. Усанов // Иглорефлексотерапия.- Горьки, 1974 - С. 22-25.
11. Bruce B., Shortliffe E. Rule-Based Expert Systems // The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project / Addison-Wesley Publishing Company. Reading.- Massachusetts, 1984,- ISBN 0-201-10172-6.
12. Korenevskii N.A. Application of Fuzzy Logic for Decision Making in Medical Expert Systems // Biomedical Engineering. - New York.- 2015.- Vol. 49, №1.- P. 46-49.
13. Design of network-based fuzzy knowledge bases for medical decision-making support systems / N.A. Korenevskii, R.A. Krupchatnikov, S.A. Gorbatenko, M.I. Lukashov // Biomedical Engineering, New York - 2009 - Vol 43, - P. 187-190.
- 14 Shortliffe EH. Computer - Based medical Consultations American Elsevier.- New York, 1976.
15. Zadeh L.A. Advances in Fuzzy Mathematics and Engineering // Fuzzy Sets and Fuzzy Information-Granulation Theory. - Beijing. Normal University Press, 2005.- ISBN 7-303-05324-7.