

Г.Ю. Войцехович, Е.Н. Апанель, В.А. Головко, А.С. Мاستыкин

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ ПРОГНОЗНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРАНЗИТОРНЫХ ИШЕМИЧЕСКИХ АТАК

Брестский государственный технический университет
Научно практический центр неврологии и нейрохирургии, Минск, Беларусь

Формулируется решение проблемы упреждающей диагностики и превентологической профилактики транзиторных ишемических атак (ТИА). Это требует разработки методик прогнозной диагностики как начальный доклинический этап формализованного и систематизированного описания общей схемы предвидения развития этиопатогенетического процесса. Трассировка (прокладка) тренда (тенденции) дальнейшего развития континуума аномального патологического процесса по наиболее вероятному вектору должна начинаться уже на амбулаторно-поликлиническом этапе, что позволяет начинать целенаправленное планирование дальнейших превентивных диагностических и лечебных мероприятий.

На тестовых выборках получены вполне удовлетворительные результаты с точностью прогнозно-диагностического распознавания 78%.

Ключевые слова. Транзиторная ишемическая атака, нейроинтеллектуальные технологии, искусственные нейронные сети, марковские процессы, нечеткие множества, рециркуляционная нейронная сеть, многослойный перцептрон.

H.Yu. Vaitsekhovich, E.N. Apanel,, V.A. Golovko, A.S. Mastykin

DEVELOPING OF THE MODEL OF PATTERN RECOGNITION FOR PROGNOSTIC DIAGNOSTICS OF TIA EPISODES

The principal points for proactively diagnose and prevention of the transient ischemic attacks (TIA) episodes are formulated. This requires the development of the methods for predictive diagnostics as the initial preclinical formalized and systematic description of the general scheme of foresight the process. Tracing for the trend of a continuum of abnormal pathological process must begin at the outpatient stage. That allows to start planning further targeted preventive diagnostic and therapeutic measures. On testing samples obtained satisfactory results with an accuracy of predictive-diagnostic detection of 78%.

Keywords. *Transient ischemic attack, intelligent technologies, artificial neural networks, Markov processes, fuzzy sets, recirculation neural network, multilayer perceptron.*

Проблема упреждающей диагностики и превентологической профилактики транзиторных ишемических атак (ТИА) требует разработки методик прогнозной диагностики. Прогнозный диагноз мы рассматриваем как начальный доклинический этап формализованного и систематизированного описания

общей схемы предвидения развития патокинеза этиопатогенетического процесса. Трассировка (прокладка) тренда (тенденции) дальнейшего развития континуума аномального патологического процесса по наиболее вероятному вектору начинается уже на амбулаторно-поликлиническом этапе, что, в свою очередь, по-

зволяет начинать целенаправленное планирование дальнейших превентивных диагностических и лечебных мероприятий. Такое представление дает основание создавать алгоритмы по предотвращению аномальных явлений и состояний по предотвращению скоротечных «ускользающих» нарушений кровоснабжения мозга. Реализация разработанной прогнозно-диагностической модели предотвращения возможных эпизодов ТИА осуществляется по нейроинтеллектуальной технологии.

Здесь же попутно следует заметить, что в исследованиях различных авторов прошлых лет как диагностические, так и терапевтические подходы к анализу клинической информации, построенные на статистических алгоритмах, при сборе исходных данных имеют грубые допущения. Кроме того, в них, как правило, «не производится количественная оценка индивидуальной выраженности изменений изучаемых показателей в процессе лечения». [1].

Цель сообщения – вкратце изложить технику построения прогнозно-диагностической модели на базе нейроинтеллектуальных технологий по недопущению развития острого преходящего процесса ишемии мозга, прервать его начало уже на достационарном доклиническом этапе.

Ангионейропревентологическая прогнозно-диагностическая система распознавания ТИА, дифференцированно по подтипам, разработана на базе нейросетевого моделирования, который может быть реализован несколькими путями.

Первый состоит в способности нейроинтеллектуальных систем к обучению и самоорганизации, что позволяет создавать на их базе различные системы, обладающие свойством адаптации к внешней среде. Второй аспект этой проблемы характеризуется способностью нейроинтеллектуальных систем после обучения обобщать и прогнозировать результаты обучения. Такое обобщение осуществляется путем интеграции частных данных, в результате чего происходит определение закономерностей процесса. Третий аспект заключается в способности таких систем решать трудноформализуемые задачи, для которых не существует эффективного математического алгоритма.

Особенно актуальным в области проектирования нейроинтеллектуальных систем является интеграция (ассемблирование) различных подходов, таких как нейронные сети, искусственные иммунные системы и эволюционное программирование [2-4].

В специальной литературе все чаще появляются сообщения о целесообразности решать проблему распознавания образов с помощью объединенного аппарата нейронных сетей и марковских процессов*.

Попытки использовать для построения медицинских прогностических моделей марковские логические процессы (цепи) предпринимались еще в 70-е годы (Н.С. Мисюк и соавт, 1972) [5]. Однако, несмотря на свою логическую стройность и привлекательность, это намерение пришлось оставить из-за жестких требований к стационарности прогнози-

руемого процесса. И нормальное состояние и ТИА по своему признаковому составу – это нечеткие «пушистые» множества (fuzzy sets). Их можно рассматривать как формальные нечетко-логические структуры, что исключает жесткий детерминированный подход к изучению и анализу.

В данной статье излагаются принципы построения интеллектуальных систем для обнаружения аномалий. Ранее эти системы разрабатывались для защиты от вредоносных хакерских атак в Интернете. Здесь аномалии рассматриваются как вредоносные воздействия на защитные механизмы кровоснабжения мозга ТИА.

На подготовительном этапе осуществляется очистка входных признаков-предикторов от межпризнаковых корреляций, зашумливающих диагностический процесс по принципу «мусор на выходе». После чего осуществляется снижение размерности признакового пространства с ортогонализацией по методу вычисления главных компонент (principal components). В проведенных экспериментальных вычислениях обычно исходное число признаков-предикторов берется около сорока и редуцируется до 11-12 ортогонализированных диагностических главных компонент, которые затем подаются перцептрон MLP и который уже осуществляет прогнозную диагностику по выходному вектору из четырех классов прогнозной диагностики

Развитие континуума кардиоцереброваскулярного патологического процесса идет по вектору неустойчивого нестабильного обрати-

мого тренда (тенденции) от здорового состояния к одному или нескольким патологическим состояниям до качественного перехода в стойкое стабильное инфарктное необратимое состояние инсульта с гибелью пораженного участка. Основная цель проводимого исследования: прогнозно-диагностически уловить этот тренд уже на амбулаторно-поликлиническом этапе, и на обратной стадии блокировать его дальнейшее развитие до перехода в инсульт рис. 1.

Дифференцируются три этиопатогенетических подтипа: атеротромботический, кардио-эмболический, гипертензивный и класс неТИА, включающий в себя различные состояния, не укладывающиеся в типичные СубТИА1-3, в том числе и состояние НОРМА [6, 7].

Что касается гипертензивного подтипа ТИА, то каждый подтип ТИА имеет свои особенности, свой клинический образ. В этом отношении гипертензивный подтип ТИА не исключение. Если акцентировать внимание на уже реально состоявшемся синдроме артериальной гипертензии с последствиями, осложнениями, инсультом, то это уже другая область исследований. Говорить о каких-либо превентивных мероприятиях по недопущению развития этого необратимого патологического состояния бессмысленно. Конкретно углубляться в особенности реально состоявшегося и прогрессивно протекающего далее гипертензивного процесса, необратимо осложненного инсультом любой локализации, такая задача не ставится.

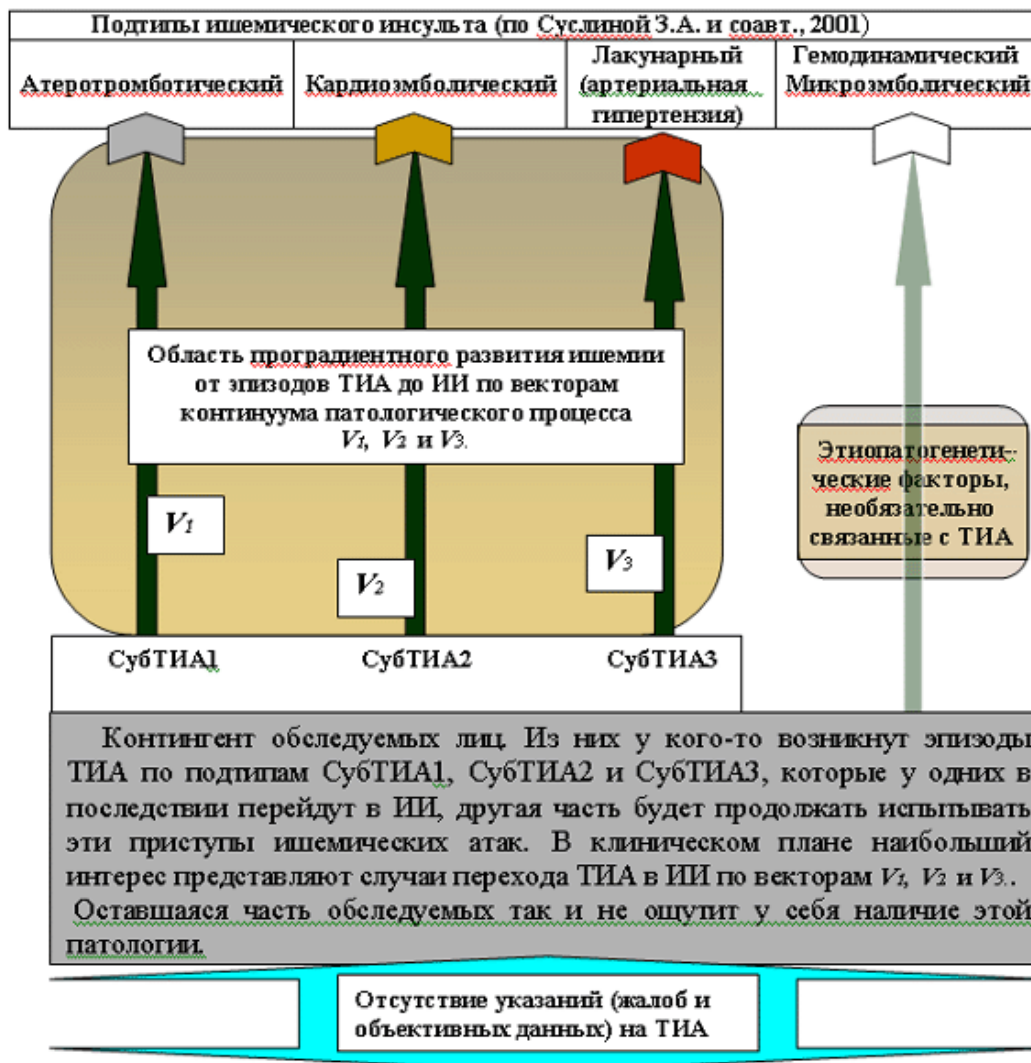


Рис. 1. Схема континуума ТИА до необратимого инсульта (инфаркт мозга)

Структурная схема дифференциально-диагностической системы

На рис. 2 приведена блок-схема системы распознавания подтипов ТИА, которая состоит из рециркуляционной нейронной сети и многослойного персептрона, которые соединены последовательно [2-4]. Задачей такой системы является обнаружение и распознавание ТИА с дифференциацией по подтипам. Она состоит из двух типов нейронных сетей, а именно рециркуляционной и многослойного персептрона. В качестве входных данных используется 41-

размерный вектор, который характеризует исходные данные (признаки и симптомы) пациента. В качестве выходных данных используется 4-мерный вектор по количеству классов распознавания подтипов ТИА (SubTIA1-3) плюс состояние Не-ТИА.

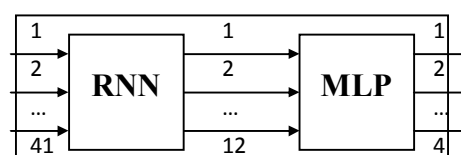


Рис. 2. Общая блок-схема нейросетевой дифференциально-диагностической системы

Между признаками-предикторами существуют сложные и избыточные причинно-следственные взаимосвязи, которые сложно определить. Поэтому на первом этапе обработки входной информации необходимо уменьшить размерность входного вектора данных. С этой целью мы применили метод главных компонент (ГК), который позволяет перейти от исходного пространства данных к вспомогательному, характеризующему меньшей размерностью исходного информативного пространства. Для получения ГК используется рециркуляционная нейронная сеть (Recirculation Neural Network - RNN), так как она позволяет легко осуществить нелинейное сжатие информации. Из 41 исходного количества признаков-предикторов было выделено 12 ГК. Второй этап это уже непосредственно дифференциальная диагностика и распознавание подтипов ТИА и класса НеТИА. Для этого используется многослойный перцептрон (Multi Layer Perceptron – MLP), который осуществляет обработку предварительно сжатого пространства входных признаков-предикторов, преобразованных в структуру ГК, и готовых для распознавания класса (подтипа) ТИА или НеТИА индивидуально для каждого пациента.

На тестовых выборках с исходным набором признаков-предикторов по преимущественно анамнестическим данным при первичном обследовании пациента в амбулаторно-поликлинических условиях получены вполне удовлетворительные результаты с точностью прогнозно-диагностического распознавания 78%.

ВЫВОДЫ

- 1. Учитывая хаотичное непредсказуемое «ускользающее» доклиническое начало развития острого преходящего нарушения мозгового кровообращения, которое затем оформляется в виде подтипов ТИА, необходима разработка упреждающей прогнозной до-нозологической диагностики этого скоротечного и неустойчивого аномального патологического состояния в нормальном кровоснабжении мозга.**
- 2. Такая прогнозно-диагностическая система создана на базе нейросетевых моделей RNN (рециркуляционная нейронная сеть) и MLP (многослойный перцептрон)**
- 3. На тестовых выборках получены вполне удовлетворительные результаты с точностью прогнозно-диагностического распознавания 78%.**

Литература

1. Кабак С.Л., Кабак Ю.С. Какому методу статистической обработки результатов следует отдавать предпочтение при оценке эффективности нового метода лечения? // Белорусский Медицинский журнал.- 2003.- № 3.- С. 119-121.
2. Головкин В.А. Безобразов С. В. Проектирование интеллектуальных систем обнаружения аномалий. OSTIS-2011. С. 185–196.
3. Golovko V., Apanel E., Voytsehovitch H., Mastykin A.. Neural Network Model for Transient Ischemic Attacks Diagnostics. Optical Memory And Neural Networks (Information Optics) Vol. 21 No. 3. 2012, P 166- 176.
4. Головкин В.А. Нейросетевые технологии обработки данных для обнаружения аномалий в биомедицинских сигналах. НЕЙРОИНФОРМАТИКА-2012 XIV Всероссийская научно-техническая конферен-

ция 23 – 27 января 2012 г. МИФИ Москва. 2012. С. 11-48

5. Мисюк Н.С., Мастыкин А.С., Гришков Е.П. Основы математического прогнозирования заболеваний человека. Мн., 1972 240 с.

6. Мастыкин А.С., Дривотинов Б.В., Апанель Е.Н. Алгоритмы транзиторных ишемических атак. Белорусский Медицинский журнал. 2005, № 3 60-62

7. Дривотинов Б.В., Апанель Е.Н., Мастыкин, А.С. Прогноз–диагностика транзиторных ишемических атак и их лечебно–профилактическое предупреждение/ Медицинский журнал. 2006. № 3. С. 116–119.

* Андрéй Андрéевич Марков— русский математик;. В своих работах с 1907 г.положил начало изучению последовательностей зависимых испытаний. Это направление исследований известно под названием теории цепей Маркова.