

Обработанный сигнал поступает на вход нейронной сети.

Отдельно рассматривается режим обучения нейронной сети. На вход подаются эталонные отклики и характерные особенности конкретного типа заболевания сердечно-сосудистой системы. При достижении определенной степени точности идентифицируемой функции система переходит в режим диагностики.

Применение нейронной сети для диагностики объясняется необходимостью идентифицирования функции, позволяющей выделять определенное заболевание. Существуют следующие методы определения данной функции:

1. Приближение полиномом (оценка состояния осуществляется по коэффициентам полинома путем вывода соответствия между значениями коэффициентов полинома и реакциями системы).

2. Приближение экспоненциальной функцией.

3. Обучение системы на основе нейронной сети (НС) позволяет с высокой точностью определить вид функции для диагностического анализа конкретного заболевания.

Моделирование нейронной сети для данной диагностической системы осуществляется в среде MathLab. В комплексе с системой полиграфических измерений, разработанной на кафедре «Вычислительная техника», проводится исследование заболеваний сердечно-сосудистой системы.

УДК 612.003.12

#### ОЦЕНКА ПЕРСИСТЕНТОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Р. Х. Зулкарнеев, Ш. З. Загидуллин,  
Н. Ш. Загидуллин, Г. М. Абдрахманова,  
Э. М. Зулкарнеева, А. М. Каюмова

Башкирский государственный медицинский  
университет

Для оценки физиологических процессов предложен и применен математический показатель персистенции.

*Ключевые слова:* персистенность, физиологический процесс, динамика временных рядов.

Персистенность — фундаментальное свойство процесса сохранять предшествующую тенденцию своего развития. Клиническое значение оценки персистенности заключается в том, что становится возможным исследовать «динамическую память» процесса, влияние предшествующих событий на настоящее и будущее физиологической системы. Открываются дополнительные возможности функциональной диагностики и прогноза ряда тяжелых заболеваний.

Для оценки динамики временных рядов Von Neumann J. и др. был предложен квадратный

корень среднего квадрата разностей последовательных отсчетов (root of mean squared successive difference):

$$RMSSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{i+1} - x_i)^2}{(n-1)}},$$

где  $x_i$  и  $x_{i+1}$  — последовательные отсчеты временного ряда,  $n$  — общее число отсчетов.

Если в динамике временного ряда сохраняется предшествующая тенденция (высокая персистенность), то разность между последовательными отсчетами будет незначительной и величина  $RMSSD$  — небольшой. Если же тенденция в динамике процесса постоянно меняется (низкая персистенность), то различия между последовательными отсчетами будут значительными, а величина  $RMSSD$  — высокой.

Стандартные показатели variability сердечного ритма (BCP) не могут быть использованы для исследования персистенности сердечного ритма. Среднеквадратичное отклонение ряда кардиоинтервалов  $SDNN$ , коэффициент вариации  $CVNN$ , геометрический индекс variability  $HRVTI$  оценивают усредненный размах variability кардиоинтервалов и не зависят от порядка их следования. Среди стандартных показателей временного анализа BCP только  $RMSSD$  в определенной степени отражает уровень персистенности процесса, так как он зависит от порядка следования кардиоинтервалов во времени.

Вместе с тем величина  $RMSSD$  зависит от абсолютного размаха variability ряда и имеет размерность в соответствующих единицах измерения. Это делает невозможным сравнение с помощью показателя  $RMSSD$  уровня персистенности двух процессов, оцениваемых в различных единицах измерения. Кроме того, если два временных ряда имеют одинаковый уровень персистенности, но различное стандартное отклонение, то величины  $RMSSD$  этих рядов также будут различными.

С учетом вышесказанного для оценки персистенности сердечного ритма предлагается использовать отношение стандартных показателей variability сердечного ритма — квадратного корня среднего квадрата разности последовательных кардиоинтервалов  $RMSSD$  и среднеквадратичного отклонения кардиоинтервалов  $SDNN$ :

$$A = RMSSD^2 / (2 \times SDNN)^2.$$

Величина показателя персистенности  $A$  распределена в интервале от 0 до 1, крайние значения соответствуют наивысшим уровням персистенности и антиперсистенности.

Клиническая значимость показателя персистенности сердечного ритма  $A$  была проверена

нами на основе сравнительного исследования ВСР в трех группах: в контрольной группе (КГ) здоровых обследуемых ( $n = 39$ , средний возраст  $32 \pm 6$  лет,  $M \pm SD$ ), группе больных ИБС с синусовым ритмом (ИБС<sub>1</sub>,  $n = 22$ , средний возраст  $53 \pm 4$  года, стабильная стенокардия ФК II-III), осложненной развитием хронической недостаточности кровообращения *НУНА* I—II, и группе больных ИБС с хронической формой мерцательной аритмии (ИБС<sub>2</sub>,  $n = 18$ , средний возраст  $58 \pm 6$  лет, стабильная стенокардия ФК II-III, хроническая сердечная недостаточность *НУНА* II—III).

Показатель персистентности  $A$  для ряда из 512 последовательных кардиоинтервалов в КГ лиц имел величину 0,23 (0,20; 0,26), в группе ИБС<sub>1</sub> с синусовым ритмом — 0,15 (0,11; 0,19)\*, в ИБС<sub>2</sub> с мерцательной аритмией — 0,53 (0,50; 0,57)\*. Данные приведены в виде: среднее (95 % доверительный интервал), \* —  $p < 0,05$  в сравнении с контролем.

Вывод: предлагаемый показатель  $A$  может быть использован для оценки персистентности физиологических процессов в диагностических целях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ «Исследование variability дыхательного ритма для ранней диагностики и реабилитации больных с нарушением дыхательной системы», проект № 08-06-00808а.

УДК 616-001.17(012):51:007

### ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ОЖОГОВОЙ БОЛЕЗНИ

М. Ф. Камалеева, О. Н. Воробьева,  
Н. М. Жилина, Г. И. Чеченин

*Новокузнецкий государственный институт  
совершенствования врачей, Кустовой медицинский  
информационно-аналитический центр, г. Новокузнецк*

Разработаны и использованы в клинике база данных и математическая модель классификации микроорганизмов для рациональной тактики применения антибактериальных препаратов у ожоговых больных.

*Ключевые слова:* микроорганизмы, классификация, математическая модель, антибиотикотерапия.

Развитие систем диагностики заболеваний должно базироваться на применении не только современных медицинских методик, но и на активном использовании новых информационных технологий для установления причинно-следственных связей между параметрами исследуемых процессов, позволяющих строить адекватные математические модели. Применение методов социальной информатики и математической эпидемиологии позволит решать задачи моделирования заболеваний, определения наиболее значимых факторов с целью выработки эффективных решений по ло-

кализации как самих заболеваний, так и устранению порождающих и способствующих их развитию причин. Наиболее информативное решение дает использование при статистическом анализе методов корреляционного, факторного и регрессионного анализа.

Современная клиническая бактериология имеет ограниченные возможности по быстрой диагностике и оценке антибиотикочувствительности выделенных штаммов, поэтому нами была изучена распространенность и этиологическая структура возбудителей и их резистентность к антибиотикам в целях разработки рациональной стратегии и тактики применения препаратов для эмпирической терапии госпитальных инфекций (ГИ) на примере пациентов ожогового отделения МЛПУ «ГКБ № 1».

Цель работы: построение математической модели классификации микроорганизмов, выделенных у пациентов с термическими ожогами. Выбор группы больных связан с тем, что ожоговая болезнь характеризуется полиэтиологичностью (у 96 % пациентов обнаруживаются два и более возбудителя), причем состав микрофлоры зависит от стадии болезни. Выделение микробных ассоциаций свидетельствует о госпитализме инфекционного процесса и затрудняет определение ведущего этиологического фактора и, соответственно, оптимального антибактериального препарата, что создает дополнительные проблемы в лечении ГИ.

Решение задач основывалось на сведениях, содержащихся в персонифицированной базе данных (БД) «Возбудители внутрибольничных инфекций» (ВБИ), куда вошла информация о случаях гнойно-воспалительных заболеваний, зарегистрированных в крупнейших больницах юга Кузбасса — МЛПУ «ГКБ № 1» и «ГКБ № 29» за период 2002—2007 гг. БД разработана и курируется кафедрой микробиологии «НГИУВ» и содержит сведения о 3445 штаммах микроорганизмов, выделенных от 1785 больных. Она сформирована в программе электронных таблиц Microsoft Office Excel-2003, включает 121 параметр (данные о больном, выделенном возбудителе, его чувствительности к антибиотикам, некоторым антисептикам и дезинфектантам) и для дальнейшей статистической обработки переведена в формат SPSS 13.0 Data Document.

Из ожоговых ран выделены 1156 штаммов микроорганизмов, методами факторного анализа они были распределены на две группы возбудителей, наиболее часто встречающихся вместе. Для них была построена дискриминантная функция, позволяющая на основе априорных данных с определенной вероятностью предположить у пациента наличие в ране первой или второй группы возбудителей или их отсутствие (табл. 1).