

ков. Срезы толщиной 5—7 мкм окрашивали гематоксилином и эозином для последующего гистологического исследования. Для электронно-микроскопического исследования производили фиксацию кусочков легких размером до 1 мм³ в течение 12 часов в 4%-м растворе параформа на 0,1 М какодилатном буфере с последующей постфиксацией в течение 2 часов в 1%-м растворе тетраокси осмия на 0,1М какодилатном буфере (рН = 7,4) при температуре +4 °С. Материал заливали в смесь эпона и аралдита. Ультратонкие срезы толщиной 50—90 нм получали на ультрамикротоме «ЛКВ-8800» и монтировали на медные сетки. После контрастирования срезы изучались в электронном микроскопе «Tesla BS-500» при ускоряющем напряжении 60 кВ. Полученные электронные микрофотограммы сканировали, оцифровывали, производили ультраморфометрический анализ структурных компонентов межальвеолярных перегородок.

При светооптическом исследовании выявлено наличие серозного экссудата в просветах большинства альвеол, преобладание альвеол средних размеров, часть из которых была эмфизематозно расширена. Отмечено резко выраженное полнокровие капилляров и других сосудов микроциркуляторного русла (МЦР), нарушение целостности их стенок, очаговые диапедезные кровоизлияния. При электронно-микроскопическом исследовании в легких в период разгара ЛЗН отмечены ультраструктурные изменения во всех компонентах аэро-гематического барьера. В эндотелиоцитах кровеносных капилляров обнаружены признаки повреждения плазмолеммы, образование микроворсинок, выступающих в просвет капилляра, а также резко выраженное увеличение количества пиноцитозных везикул. Наблюдались контакты псевдоподий сегментоядерных нейтрофильных лейкоцитов с эндотелиоцитами. В базальной мембране кровеносных капилляров, слившейся с базальной мембраной респираторных эпителиоцитов, обнаруживались участки разрыхления. В цитоплазме респираторных эпителиоцитов отмечалось увеличение количества мембранных везикул с содержимым низкой электронной плотности. На апикальной поверхности обнаружено образование длинных микроворсинок, которые отшнуровывались в просвет альвеол. В ядрах отдельных клеток наблюдались участки глубоких инвагинаций ядерной оболочки. При ультраморфометрическом исследовании обнаружено уменьшение толщины аэрогематического барьера на 47 % ($P < 0,001$), незначимое увеличение площади ядер респираторных эпителиоцитов на 29,1 %, расширение просвета межальвеолярных капилляров на 30 % ($P < 0,001$) по сравнению с контролем, что свидетельствует о выраженных нарушениях в МЦР.

УДК 618.6:61:007

КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В МЕДИЦИНСКОЙ ПОЛИГРАФИИ

Д. Ю. Вопилов

Волгоградский государственный технический университет

Разработан критерий качества для идентификации сложных информационно-измерительных систем в медицинской полиграфии.

Ключевые слова: критерий качества, медицинская полиграфия, информационно-измерительная система.

В представленной работе рассматривается метод диагностики результатов полиграфических измерений. В качестве основного элемента диагностического аппарата принято решение использовать нейросетевую систему. В процессе обучения данной системы идентифицируется функция (качество данной системы). При дальнейшем исследовании системы в режиме диагностики на основе полученной функции строится заключение о состоянии исследуемого объекта (определенного заболевания человека).

Цель работы — повышение эффективности диагностического анализа данных электрокардиографических исследований, упрощение определения отклонений в работе сердечно-сосудистой системы.

Основной задачей разработки является идентификация функции, позволяющей в клинических условиях получать диагностическое заключение о состоянии сердечно-сосудистой системы.

Диагностическая система представляет собой следующую структуру.

На вход системы подаются отсчеты сигналов, полученных при полиграфических исследованиях. Входные отсчеты сигнала подлежат цифровой (программной) фильтрации и выделению необходимых (исследуемых) морфем методом непрерывного вейвлет-преобразования.

Данный тип преобразования является предпочтительным в силу следующих причин:

1. Вейвлетные базисы могут быть хорошо локализованными как по частоте, так и по времени. При выделении в сигналах хорошо локализованных разномасштабных процессов можно рассматривать только те масштабные уровни разложения, которые представляют интерес.

2. Важным преимуществом применения вейвлет-анализа является его высокая помехоустойчивость, что позволяет эффективно работать в условиях больших помех, а также меньше внимания уделять процедурам предварительной фильтрации и интерполяции данных.

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