Технические науки

Мустецов Николай Петрович
кандидат технических наук, профессор кафедры БМЭ
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Баган Светлана Александровна
аспирантка кафедры БМЭ
Харьковский национальный университет радиоэлектроники

ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ГЕСТОЗА БЕРЕМЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Гестоз беременных, идентифицированный в начале XX в., до настоящего времени является «теоретической» болезнью. Согласно современным представлениям, гестоз рассматривают как генетически детерминированную недостаточность процессов адаптации материнского организма к новым условиям жизнедеятельности, связанным с развитием беременности. Каждая отдельно взятая теория не может объяснить многообразие клинических проявлений, однако объективно регистрируемые отклонения подтверждают патогенез изменений, происходящих при гестозе.

Основу гестозов составляют генерализованный спазм сосудов, (гиповолемия), изменения реологических и коагуляционных свойств крови, нарушения микроциркуляции и водно-солевого обмена в организме. Эти изменения вызывают гипоперфузию тканей и развитие в них дистрофии вплоть до некроза. В патогенезе гестоза особая роль отводится системным гемодинамическим сдвигам в организме беременной женщины, которые и обусловливают основные клинические проявления заболевания, развитие осложнений и неблагоприятный исход.

Оценка состояния гемодинамики беременных производится на основе как прямых (инвазивных), так и косвенных методов измерения

различных показателей состояния центрального и периферического кровообращения.

В родильных домах, где под наблюдением находятся женщины с патологиями сердечно-сосудистой систем, для исследования гемодинамики применяется метод объемной компрессионной осциллометрии, позволяющей определять 18 основных показателей кровообращения (систолическое и диастолическое АД, объем сердечного выброса, сосудистое сопротивление, линейный кровоток, показатели состояния стенок сосудов и т. д.).

Для проведения диагностики гестоза, нами была синтезирована нейронная сеть, позволяющая классифицировать патологии беременных на базе осциллометрических данных с использованием пакета прикладных программ Statistica. Нейронной сеть позволяет классифицировать патологии сердечно-сосудистой системы с очень высоким, высоким, средним, низким и очень низким уровнями риска для состояния беременной и плода.

Для проверки эффективности диагностики, одновременно для обучения сети, были использованы результаты обследовании 147 пациенток в родильном доме № 5 г. Харькова, для которых известны значения 18 исходных показателей состояния здоровья. В исследовании все пациентки были разбиты на семь групп в соответствии с степенью тяжести заболевания.

Построенная модельная база пациенток была разбита на две выборки – обучающую и контрольную. В качестве тестового множества к рассмотрению были выбраны данные 40 пациенток, показатели которых взяты за основу генерации модельной базы.

Функцией активации выбрали логистическую функцию, а функцией ошибки – среднеквадратичную. Для выбора минимального числа нейронов и определения структуры сети использовали процедуру контрастирования.

При тестировании в качестве типа нейронной сети выбран трехслойный персептрон и радиальная базисная функция.

По условию задачи размерность входного вектора равна N_x = 18, следовательно входной слой содержит 18 нейронов; число нейронов в выходном слое соответствует числу классов (N_y = 7). Для оценки числа нейронов в скрытом слое однородной нейронной сети была использована формула для оценки необходимого числа синаптических весов N_w в многослойной сети с сигмоидальными передаточными функциями:

$$\frac{N_y \times N_p}{1+\log_2(N_p)} \le N_w \le N_y\left(\frac{N_p}{N_x}+1\right)(N_x+N_y+1)+N_y.$$

где N_y – размерность выходного сигнала, N_p – число элементов обучающей выборки, N_x – размерность входного сигнала. Подставляя значения функций получим:

$$\frac{7\times 147}{1+7{,}2} \le N_w \le 7\left(\frac{147}{18}+1\right)(18+7+1)+7.$$

Округляя до целых получаем:

$$126 \le N_w \le 1675$$

Оценив необходимое число весов, рассчитываем число нейронов в скрытых слоях. Так, число нейронов в нейронной сети с одним скрытым слоем составит:

$$N=\frac{N_w}{N_x+N_y},\ N_{\min}=\frac{126}{18+7}\approx 5 \text{ и } N_{maa}=\frac{1675}{18+7}\approx 67.$$

То есть $5 \le N \le 67$

Экспериментируя с количеством элементов в скрытом слое из полученного диапазона значений N и типом сети (RBF или MLP) приходим к выводу, что минимальное значение квадратичной ошибки на обучающем множестве соответствует для сети RBF с 60 элементами в скрытом слое. Результаты моделирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты моделирования

Summary of active networks						
Index	Net name	Training perf..	Test perf.	Validation perf.	Training algoritm	Hiden activation
1	RBF 25-60-7	92,30769	86,71429	80, 95238	RBFT	Gaussian

В рамках данной работы мы используем данные имеющейся обучающей выборки. В верхней части табл. 2 можно увидеть суммарные статистики (общее число пациенток в каждом классе, число классифицированных правильно, ошибочно), а в нижней части – кросс-результаты классификации в % (какой процент пациенток из данного столбца был отнесён к данной строке).

Таблица 2

Результаты классификации нейронной сетью

	ГЕСТОЗ	1	2	3	4	5	6	7	1-7
1.RBF 25-60-	Всего	2	16	27	12	23	13	11	147
	Верно	2	16	25	12	22	13	8	142
	Неверно	0	0	2	0	1	0	3	5
	Верно (%)	100	100	92.6	100	95.7	100	72.7	92.3
	Неверно (%)	0	0	7.4	0	4.3	0	27.3	7.69

Система диагностики гестоза на базе нейронной сети с использованием гемодинамических показателей позволила классифицировать пациенток с патологией сердечно-сосудистой системы с достаточно высоким процентом - общий процент верно классифицированных составил 92,3 % (142 пациентки из 147) и общий процент неверно классифицированных составил всего 7,69% (5 пациенток из 147).

Диагностика гестоза беременных в перинатальный период на базе нейронной сети позволяет определить тип патогенетического варианта нарушений системного кровообращения и установить степень тяжести заболевания, и осуществлять контроль эффективности лечения. Тактика терапии гестоза с учетом индивидуальных особенностей при контроле эффективности лечения положительно сказывается на течении и исходе

беременности. Более того, мониторинг состояния гемодинамики беременной исключает необоснованное использование медикаментозных средств. Применение предлагаемой системы диагностики позволит правильно определять характер заболевания, что, в очередь, позволит применять комплексную индивидуально ориентированную терапию гестоза, пролонгировать беременность даже при гестозе тяжелой степени и улучшить исходы для матери и плода.

Литература

1. Охапкин М.Б., Серов В.Н., Лопухин В.О. Преэклампсия: гемодинамический адаптационный синдром. [Текст] / АГ-инфо. – 2002. – №3. – С. 9-12.
2. Современные подходы к диагностике, профилактике и лечению гестоза: Методические рекомендации / Савельева Г.М., Кулаков В.И., Серов В.И. и др. Москва, 2010. - 27 с.
3. Мустецов М.П., Дацок О.М.,Красникова С.А. Оптимізація діагностики гемодинамічних параметрів вагітних [Текст] / М.П.Мустецов, О.М. Дацок, С.А. Красникова // XVIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (microCad-2010), Харків, 12-14 травня, 2010 р. – С.89.