

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

М.А. Темирбулатов

А.Г. Мустафаев

Дагестанский государственный университет народного хозяйства  
arslan\_mustafaev@mail.ru

В последнее время большое внимание уделяется информационному обеспечению медицинской деятельности. Это становится одним из движущих факторов развития медицинской науки, что обуславливает актуальность разработки и внедрения различных информационных, аналитических и прогнозирующих систем. Вместе с тем не менее уровень проникновения информационных технологий в медицину по-прежнему остается одним из самых низких.

Необходимо понимать, что акцент постепенно смещается с решения задач по информатизации административных управленческих структур на реализацию проектов информатизации медицинской деятельности. Приоритеты меняются в сторону таких направлений, как автоматизация рабочего места врача, создание единой электронной медицинской карты, распространение интеллектуальных систем поддержки принятия врачебных решений, применение и широкое распространение новейших медицинских технологий, развитие телемедицины.

Современные медицинские организации производят и накапливают огромные объемы данных. От того, насколько эффективно эта информация используется врачами, руководителями, управляющими органами, зависит качество медицинской помощи, общий уровень жизни населения, уровень развития страны в целом и каждого ее территориального субъекта в частности.

Первые серьезные попытки поиска и изучения неявных алгоритмов, позволяющих автоматически накапливать и затем использовать опыт при обучении создания нейронных сетей были сделаны У. Маккалоком и У. Питтсом. Их идеи были блестяще развиты Ф. Розенблаттом, который сформулировал принципы нейродинамики [1].

Использование нейронных сетей в медицине, в основном, связано с системами для диагностики заболеваний.

Нейронные сети представляют собой нелинейные системы, позволяющие гораздо лучше классифицировать данные, чем обычно используемые линейные методы. В применении к медицинской диагностике они дают возможность значительно повысить специфичность метода, не снижая его чувствительности. Отличительное свойство нейронных сетей состоит в том, что они не программируются - не используют никаких правил вывода для постановки диагноза, а обучаются делать это на примерах.

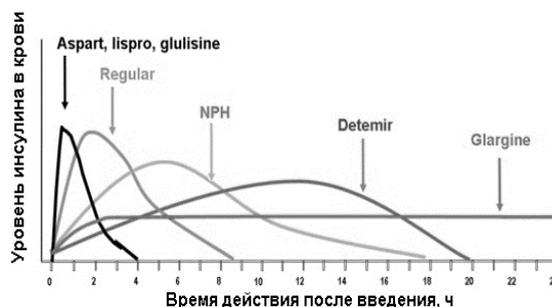


Рис. 1. Длительность действия различных препаратов инсулина

Сахарный диабет - это метаболическое заболевание, вызванное абсолютным дефицитом секреции инсулина и характеризующееся неспособностью организма поддерживать уровень глюкозы в крови в интервале 4- 5 ммоль/л. Всемирная организация здравоохранения приводит следующие данные о диабете [2]: число людей с диабетом возросло со 108 миллионов в 1980 году до 422 миллионов в 2014 году; глобальная распространенность диабета среди людей старше 18 лет возросла с 4,7% в 1980 г. до 8,5% в 2014 году. Основным путем поддержания уровня глюкозы, для предотвращения опасных осложнений, является введение в кровь пациента искусственных инсулинов.

Контроль концентрации глюкозы в крови является первоочередной задачей, направленной на предупреждение осложнений, связанных с последствиями сахарного диабета. Практически все методы контроля концентрации глюкозы в крови являются инвазивными требующими забора крови (в основном, прокол пальца).

Подбор дозы инсулина является сложной задачей, с которой могут справиться далеко не все пациенты. Для решения этой задачи применяются системы постоянного мониторинга уровня глюкозы [3]. Многие устройства постоянного мониторинга глюкозы имеют возможность подавать сигналы тревоги, срабатывающие, когда уровни глюкозы в крови больного диабетом выходят из определенного интервала.

Известно, что введенный пациенту инсулин начинает оказывать влияние на уровень глюкозы в крови не ранее чем через 20 минут с момента введения (рис. 1) [4, 5], поэтому сработавший сигнал о текущем критическом уровне (низком или высоком) глюкозы в крови не оставляет больному достаточного ресурса времени для исправления ситуации, что может привести к осложнениям, вплоть до летального исхода.

В данной работе предложена модель

прогнозирования уровня глюкозы в крови, позволяющая заблаговременно предупреждать о критическом уровне сахара, чтобы пациент мог принять все необходимые меры для недопущения кризиса [6]. Совместное применение прогнозирующей системы и устройства постоянного мониторинга уровня глюкозы позволяет создать систему автоматического управления уровнем глюкозы в крови пациента [7].

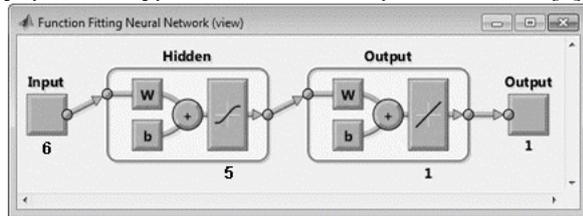


Рис. 2. Структура нейронной сети в MATLAB

В результате трёхдневного наблюдения над пациентом были получены данные об уровне глюкозы, регистрируемые с интервалом 5 мин. в течение каждых суток. Перед обучением нейронной сети имеющиеся данные были разделены на обучающую (60% данных, 518 значений), контрольную (20% данных, 173 значения) и тестовую (20% данных, 173 значения) выборки.

Для моделирования и решения задачи прогнозирования использовалась нейронная сеть (рис.2), архитектурное решение которой реализовано в виде трехслойного персептрона [8].

Входной слой, нейронной сети, имеет шесть нейронов, выходной слой имеет один нейрон. На вход нейронной сети подаются значения уровня глюкозы в крови за последние шесть измерений ( $t$ ,  $t-5$  мин,  $t-10$  мин,  $t-15$  мин,  $t-20$  мин,  $t-25$  мин). Выходом искусственной нейронной сети является прогнозируемое среднесрочное значение (60 мин) уровня глюкозы в крови больного диабетом.

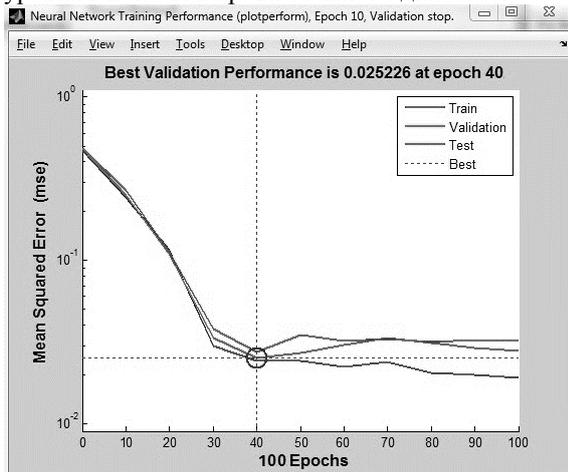


Рис. 3. График обучения нейронной сети.

Результаты исследования эффективности показывают, что нейронные сети прямого распространения могут обеспечить удовлетворительное качество прогноза уровня глюкозы в крови на рассмотренном интервале прогнозирования. Среднеквадратичная ошибка

прогноза в условиях исследования не превышала 0,35 ммоль/л (рис. 3).

В работе проверена эффективность использования обученной нейронной сети прямого распространения для прогнозирования значений уровня глюкозы в крови. Разработанная модель позволила выявить 92% случаев гипогликемии и 76% случаев гипергликемии при интервале прогнозирования 60 минут. Прогнозирующий горизонт величиной 60 минут, в большинстве случаев, является достаточным для того чтобы пациент мог предпринять действия для недопущения гипогликемии или гипергликемии.

#### Список использованных источников

1. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. Перцептроны и теория механизмов мозга. Под ред. С.М. Осовца М: Мир; 1965.
2. Электронный ресурс: Сайт Всемирной организации здравоохранения. Глобальный доклад по диабету. URL: <http://www.who.int/diabetes/global-report/ru/> (дата обращения 10.05.2017)
3. Pappada S.M., Cameron B.D., Rosman P.M. Development of a Neural Network for Prediction of Glucose Concentration in Type 1 Diabetes Patients. Journal of Diabetes Science and Technology, 2008, №2(5), pp.792-801.
4. Эндокринология. Национальное руководство. Краткое издание. Под ред. Дедова И.И., Мельниченко Г.А. ГЭОТАР-Медиа, 2016, с.752.
5. Электронные ресурс: URL: <http://www.tudiabetes.org/forum/t/lantus-vs-humulin-n/11277> (дата обращения 20.05.2017)
6. Мустафаев А.Г. Применение искусственных нейронных сетей для ранней диагностики заболевания сахарным диабетом // Кибернетика и программирование. — 2016. - № 2. - С.1-7. DOI: 10.7256/2306-4196.2016.2.17904. URL: [http://e-notabene.ru/kp/article\\_17904.html](http://e-notabene.ru/kp/article_17904.html)
7. Темирбулатов М.А., Мустафаев А.Г. Использование нейросетевых технологий в прогнозировании осложнений при сахарном диабете // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 11. – С. 1996–2000. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/86427.htm>.
8. Мустафаев А.Г. Нейросетевая модель прогнозирования уровня глюкозы в крови у больных сахарным диабетом // Кибернетика и программирование. — 2016. - № 3. - С.1-5. DOI: 10.7256/2306-4196.2016.3.18010. URL: [http://e-notabene.ru/kp/article\\_18010.html](http://e-notabene.ru/kp/article_18010.html)