

*Дябкин Евгений Владимирович, к.м.н., ассистент кафедры общей хирургии им. проф. М.И. Гульмана, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава РФ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ХИРУРГИИ**

**Аннотация:** Изучение нейронных сетей является чрезвычайно междисциплинарной областью, как в своем развитии, так и в ее применении. Результативность использования искусственных нейронных сетей сравним с инвазивными хирургическими методиками.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, пациенты, прогнозирование.

**Abstract:** The study of neural networks is an extremely interdisciplinary field, both in its development and in its application. The effectiveness of using artificial neural networks is comparable to invasive surgical techniques.

**Key words:** neural network, patients, prediction.

Искусственная нейронная сеть – это система обработки информации, которая имеет определенные рабочие характеристики, общие с биологическими сетевыми сетями. Искусственная нейронная сеть была разработана как обобщение математических моделей гуманистического познания или нейронной биологии на основе следующих предположений:

1. Обработка информации происходит во многих элементах, называемых нейронами.
2. Сигналы передаются между нейронами по соединительным линиям.
3. Каждая нейронная связь имеет ассоциированный вес, который в типичной нейронной сети умножает передаваемый сигнал.

4. Каждый нейрон применяет функцию активации (обычно нелинейную) к ее чистому входу (сумме взвешенных входных сигналов) для определения своего выходного сигнала.

Нейронная сеть характеризуется: (1) структурой связей между нейронами (так называемой архитектурой), (2) методом определения весов на соединениях (обучение или алгоритмом) и (3) активация функции [1].

Изучение нейронных сетей является чрезвычайно междисциплинарной областью, как в своем развитии, так и в ее применении. Краткая выборка некоторых областей, в которых применяются нейронные сети, наводит на мысль об их применимости. Примеры варьируются от коммерческих успехов до областей активных исследований, которые показывают перспективу на будущее [1].

Использование искусственных нейронных сетей в медицине имеет большое прогностическое значение, поскольку с их помощью возможно получить данные той же достоверности или даже большей, не прибегая к инвазивным методам исследования, что позволяет ускорить процесс сортировки пациентов, даёт возможность оценки ближайших и отдаленных результатов лечения, таких как рецидивы и поздние осложнения, а также оценку рисков осложнений и вероятность летального исхода.

**Цель:** анализ и оценка результатов использования искусственных нейронных сетей по зарубежным литературным данным.

В исследовании D.A. Ben-Menachem, F.T. Farooq et al. была создана искусственная нейросеть, целью которой являлась не эндоскопическая сортировка пациентов с острым кровотечением из верхних отделов желудочно-кишечного тракта.

Исследование состояло из 387 пациентов. 194 из них были использована для тренировки нейронной сети и 193 для внутренней проверки, которая затем была протестирована ещё на 200 пациентах и сопоставлена с клиническим данными шкалы Rockall. Были оценены две переменные результата: основные признаки недавнего кровотечения и потребность в эндоскопическом лечении.

Проспективно были собраны данные когорты пациентов из 2 независимых медицинских центров третичного уровня. При прогнозировании двух измеренных результатов чувствительность нейронной сети была  $>80\%$ , с высокими отрицательными прогностическими значениями (92-96%) в обеих когортах, но с меньшей специфичностью во внешней когорте. У шкалы Rockall была выявлена адекватная чувствительность ( $>80\%$ ), но низкая специфичность ( $<40\%$ ).

При остром кровотечении из верхних отделов желудочно-кишечного тракта, искусственная нейронная сеть (не эндоскопическая сортировка) выдавала те же данные, что и при оценке по шкале Rockall (эндоскопическая сортировка), что свидетельствует о возможной оценке тяжести кровотечения из верхних отделов желудочно-кишечного тракта на этапе сортировки больных, не прибегая к эндоскопическому исследованию пациентов [2].

В исследовании Rotondano G., Cipolletta L., Grossi E., et al. была создана искусственная нейросеть, целью которой являлась прогнозирование смертности у пациентов с острым кровотечением из верхних отделов желудочно-кишечного тракта.

В исследовании участвовали 2380 пациентов. Для оценки использовались 2 переменные: это любая 30-дневная смертность после эпизода кровотечения и рецидив кровотечения, и необходимость хирургического вмешательства. При этом всем пациентам проводилось эндоскопическое исследование с оценкой по шкале Rockall.

Чувствительность нейронной сети составила 83,8% против 71,4% по шкале Rockall. Специфичность составила 97,5% и 52,0% соответственно. Точность составила 96,8% против 52,9%. Прогностическая эффективность модели прогнозирования смертности, основанной на искусственной нейронной сети, была значительно выше, чем при оценке по шкале Rockall (площадь под кривой 0,95 против 0,67) [3].

В исследовании Tomatis S., Rancati T., Fiorino C. et al. была создана искусственная нейросеть, целью которой являлась оценка вероятности

возникновения поздних ректальных кровотечений у пациентов с раком предстательной железы, подвергающихся радикальной лучевой терапии.

Было проанализировано 718 мужчин, включенных в исследование AIROPROS 0102. Этот многоцентровой протокол характеризовался перспективной оценкой негативного влияния на ректальный отдел желудочно-кишечного тракта с минимальным сроком наблюдения равным 36 месяцев. При этом пациенты получали дозы лучевой терапии между 70 и 80 Грэй.

Общая численность пациентов были разделены на учебную и контрольную группы. Проведена четырехкратная перекрестная проверка, с целью достижения достоверности результатов для всего набора данных. При этом данные сравнивались с результатами стандартной логистической регрессии LR-анализа.

Когда был выбран практический порог дискриминации, искусственная нейронная сеть могла классифицировать данные с чувствительностью и специфичностью, равными 68,0%, тогда как эти значения у стандартной логистической регрессии LR-анализа были 61,5%.

В последующем, для повышения чувствительности и специфичности искусственной нейронной сети, необходимо увеличить количество исходных данных о пациентах, такие как: экспрессия генов, морфологические аспекты распределения дозы радиации, отражение поверхностной дозы [4].

В исследовании Dumont Т.М. была создана искусственная нейросеть, целью которой являлась прогнозирование развития симптоматического церебрального вазоспазма (СЦВС) при разрыве аневризмы головного мозга.

Исследование было построено с использованием бесплатного программного обеспечения на основе данных 91 пациента. Тестовая группа состояла из ещё 25 пациентов с разрывами аневризмы той же больницы.

У шести пациентов (24%) был диагностирован СЦВС. Искусственная нейронная сеть предсказала, что у 9 пациентов будет СЦВС (положительное прогностическое значение 67%). У 16 пациентов не имелось бы СЦВС (отрицательное предсказательное значение 100%). Чувствительность модели

составляла 100%, а специфичность модели составляла 84%. Полученные данные показывают, что искусственная нейронная сеть имеет большое прогностическое значение для оценки возникновения симптоматического церебрального вазоспазма после разрыва аневризмы головного мозга [5].

В исследовании F.Y. Hu J., Gao K. et al. была создана искусственная нейросеть, целью которой являлась прогнозирование риска тромбоза воротной вены у пациентов с острым панкреатитом.

Анализ включал 353 пациента с острым панкреатитом. Искусственная нейронная сеть и стандартная логистическая регрессии LR-анализа, были построены на основе одиннадцати факторов имеющих прямое отношение к острому панкреатиту. D-димер, альфа-амилаза в крови, гематокрит и протромбиновое время, являются наиболее важными факторами для искусственной нейронной сети при прогнозировании риска тромбоза воротной вены у пациентов с острым панкреатитом. Статистические показатели использовались для оценки значения прогноза в двух моделях.

Предсказуемая чувствительность, специфичность, положительное предсказательное значение, отрицательное предсказательное значение и точность искусственной нейронной сети для риска тромбоза воротной вены составляли 73,3%, 91,4%, 68,8%, 93,0% и 87,7% соответственно.

Между искусственной нейронной сетью и стандартной логистической регрессии LR-анализа в имеющихся параметрах существуют значительные различия ( $P < 0,05$ ). Кроме того, сравнение площади под рабочими характеристиками для двух моделей показало статистически значимую разницу ( $P < 0,05$ ). В связи с чем, можно прийти к выводу, что искусственная нейронная сеть с большей вероятностью прогнозирует риск возникновения тромбоза воротной вены, вызванного острым панкреатитом, чем стандартная логистическая регрессии LR-анализа [6].

На основании литературных данных нами проведена оценка использования искусственных нейронных сетей (Рис. 1). Согласно

проведённого нами анализа литературных данных, складывается не однозначная картина среди показателей чувствительности, специфичности, положительным предсказательным значением и отрицательным предсказательным значением. Что является поводом для продолжения исследований в области использования и применения нейронных сетей в хирургической практике.

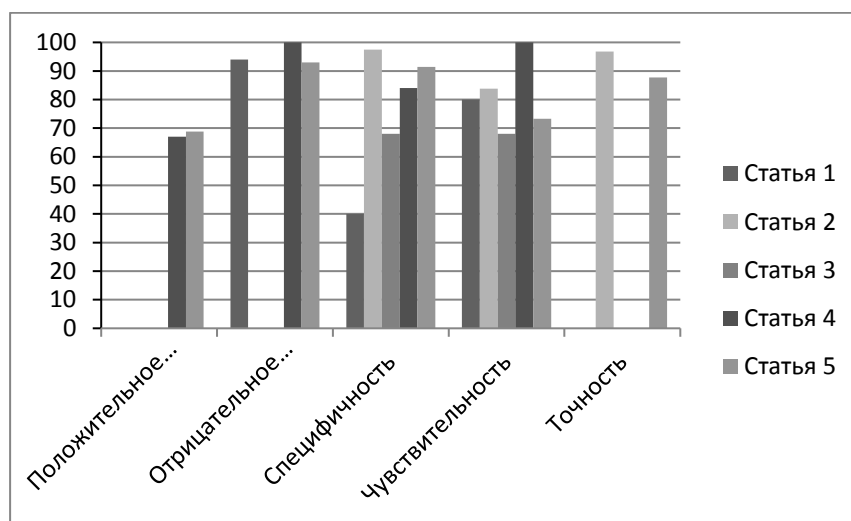


Рис.1 Основные показатели искусственных нейронных сетей

*Примечание к Рис. 1.*

Статья 1 - Artificial neural network as a predictive instrument in patients with acute nonvariceal upper gastrointestinal hemorrhage

Статья 2 - Artificial neural networks accurately predict mortality in patients with nonvariceal upper GI bleeding

Статья 3 - Late rectal bleeding after 3D-CRT for prostate cancer: development of a neural-network-based predictive model

Статья 4 - Prospective Assessment of a Symptomatic Cerebral Vasospasm Predictive Neural Network Model

Статья 5 - Predicting risk for portal vein thrombosis in acute pancreatitis patients: A comparison of radical basis function artificial neural network and logistic regression models.

**Выводы:**

1. В результате поиска информации среди учебных и научных ресурсов, а так же данных интернета и отечественной литературы по теме использования искусственных нейронных сетей в хирургической практике нами найдено не было, что дает возможность дальнейших исследований в области этой малоизученной и актуальной проблеме.

2. Итогом нашего исследования стало, что результативность использования искусственных нейронных сетей сравним с инвазивными хирургическими методиками.

3. На диаграмме представлена не прослеживающаяся корреляция между основными показателями искусственных нейронных сетей и количеством внесенных пациентов. Но статистически значимым является количество пациентов более 90.

### **Библиографический список:**

1. Mohamad H. Hassoun Fundamentals of artificial neural networks / Mohamad H. Hassoun // MIT Press. – 1995.

2. Artificial neural network as a predictive instrument in patients with acute nonvariceal upper gastrointestinal hemorrhage / Das A. Ben-Menachem F.T., Cooper G.S. et al. // Gastroenterology. – 2008. - №134 (1). – p. 65-74.

3. Artificial neural networks accurately predict mortality in patients with nonvariceal upper GI bleeding. / Rotondano G. Cipolletta L. Grossi E. Koch M. et al. // Italian Registry on Upper Gastrointestinal Bleeding (Progetto Nazionale Emorragie Digestive). - Gastrointest Endoscopic. - 2011. - №73 (2). – p. 218-26, 226.e1-2.

4. Late rectal bleeding after 3D-CRT for prostate cancer: development of a neural-network-based predictive model / Tomatis S. Rancati T. Fiorino C. Vavassori V. et al. // Phys Med Biol.- 2012. - №57 (5). – p. 1399-412.

5. Dumont TM. Prospective Assessment of a Symptomatic Cerebral Vasospasm Predictive Neural Network Model. / Dumont T.M. // World Neurosurg. – 2016. - №94. – p. 126-130.

6. Predicting risk for portal vein thrombosis in acute pancreatitis patients: A comparison of radical basis function artificial neural network and logistic regression models. / Fei Y. Hu J. Gao K. Tu J et al. // J. Crit. Care. – 2017. - №39. – p. 115-123.