

Системы поддержки принятия решений на основе искусственных нейронных сетей в диагностике и лечении острого панкреатита: обзор литературы

А. А. Литвин¹, О. Ю. Реброва²

¹Гомельская областная клиническая больница,

Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь

²Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

система поддержки принятия решений, искусственные нейронные сети, диагностика и лечение, тяжелый острый панкреатит, инфицированный панкреонекроз

Известно, что при принятии медицинских решений проблемами являются недостаточность знаний, ограниченность временных ресурсов, отсутствие возможности привлечения большого числа компетентных экспертов, неполнота информации о состоянии больного и др. [13, 17]. В настоящее время сохраняется немалый процент врачебных ошибок, сопровождаемых дальнейшей потерей здоровья больного или летальным исходом из-за неточности в оценке его состояния, усложнения процесса принятия верных решений ввиду множественности факторов и признаков заболеваний, их взаимодействий. На состояние пациента могут оказывать влияние определенные факторы не только по отдельности, но и в определенных сочетаниях. Обработать большое количество информации и выявить закономерности врачу-клиницисту зачастую не под силу. Справиться с этим может только современная вычислительная техника с соответствующим программным обеспечением [13]. В настоящее время назрела необходимость более широкого использования различных методов компьютерной поддержки принятия решений [6, 17]. Системы поддержки принятия решений (СППР) позволяют врачу не только проверить собственные прогностические и диагностические предположения, но и использовать искусственный интеллект в сложных клинических случаях [7].

В экстренной хирургии при принятии медицинских решений еще более характерны дефицит времени, неполнота данных о клинических проявлениях и анамнезе заболевания, высокая динамика течения заболеваний, большая цена врачебной ошибки. Врач-хирург на основе анализа огромного количества факторов, опираясь на свои знания и предшествующий опыт, должен зачастую мгновенно принять решение об оптимальной тактике лечения, способа оперативного пособия и завершения операции [5]. Острый панкреатит (ОП) среди экстренных заболеваний органов брюшной полости по частоте госпитализации вышел на второе место (после острого аппендицита), а развитие панкреонекроза приводит к наибольшему числу неблагоприятных исходов [12]. Поэтому с развитием и совершенствованием информационных технологий актуальной является проблема обеспечения компьютерной поддержки принятия решений в диагностике и лечении ОП.

Одним из примеров СППР являются системы, использующие программные реализации искусственных нейронных сетей [1, 4, 14]. Искусственные нейронные сети (ИНС) являются математическими моделями, позволяющими, как правило, несколько лучше классифицировать объекты, чем стохастические модели [2, 9, 11]. Метод построения ИНС базируется на некоторых принципах обработки информации в биологических системах. Основу каждой ИНС составляют относительно простые, в большинстве случаев однотипные элементы, имитирующие работу нейронов мозга. Каждый искусственный нейрон характеризуется своим текущим состоянием по аналогии с нервными клетками головного мозга, которые могут быть возбуждены или заторможены. Искусственный нейрон обладает группой «синапсов» — однопольных входных связей, соединенных с выходами других искусственных нейронов, а также имеет аксон — выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих искусственных нейронов [2]. Для ИНС характерен принцип параллельной обработки сигналов, который достигается путем объединения большого числа нейронов в т. н. слои и соединения определенным образом нейронов различных слоев. Сила синаптических связей модифицируется в процессе извлечения знаний из обучающего набора данных (режим обучения), а затем используется при получении результата на новых данных (режим исполнения) [9]. Нейронные сети позволяют принимать решения на основании выявляемых ими скрытых закономерностей в многомерных данных.

Нейронные сети нашли применение во многих областях техники, где они используются для решения многочисленных прикладных задач [3, 9]. Примеры использования компьютерного прогнозирования на основании технологии ИНС в медицине также являются достаточно многочисленными, в т. ч. в терапевтической и хирургической гастроэнтерологии. Так, данная технология интеллектуального анализа данных применена N. Horowitz et al. (2007) в разработке диагностической анкеты для выявления гастроэзофагеальной рефлюксной болезни [15]. Были обследованы 132 пациента, на основании полученных данных построена компьютерная модель, позволившая выделить информативный комплекс признаков заболевания: изжога, отрыжка кислым, положительный эффект от антацидной терапии и ухудшение

самочувствия после острой, жирной пищи. Чувствительность и специфичность данного метода составили 75 и 78%. Y. C. Lee et al. (2007) использовали технологии интеллектуального анализа данных для прогнозирования снижения массы тела после хирургического лечения ожирения [24]. Ретроспективно были проанализированы данные 249 больных, оперированных с помощью двух альтернативных методик (шунтирование или бандажирование): 177 женщин и 72 мужчины. Двести восемь пациентов (83,5%) в течение двух лет после операции успешно снизили массу тела, тогда как у 41 больного (16,5%) значимого эффекта не было. Созданная авторами компьютерная прогностическая модель на основе ИНС позволяет еще до операции выявить, будет ли ожидаемый эффект после нее ($P=0,000$). Высокий предоперационный уровень триглицеридов, низкий уровень HbA_{1c} и операция шунтирования предсказывают успешное снижение массы тела в течение двух лет после оперативного лечения [24].

В последнее время СППР получили большое распространение в панкреатологии [16, 18, 27], в т. ч. в диагностике и лечении ОП [8, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26]. Первую попытку прогнозирования степени тяжести ОП на основе ИНС предприняли S. C. Kazmierczak et al. (1993) путем анализа активности панкреатических ферментов сыворотки крови [20]. Панкреатическая липаза оказалась лучшим прогностическим фактором тяжелого ОП, ее точность составила 82% (95% ДИ: 77–87). Точность прогнозирования при использовании значения амилазы сыворотки крови оказалась достаточно низкой — 76% (71–81), комбинация же таких показателей как липаза и амилаза не позволила достоверно увеличить точность созданной ИНС — прогностическая точность составила 84% (79–89).

W. E. Pofahl et al. (1998) использовали ИНС для прогнозирования длительности пребывания больных с ОП в стационаре [25]. В своем исследовании они сравнили ИНС с системами Ranson, APACHE II по критериям чувствительности, специфичности, положительной прогностической значимости и точности. Входными признаками нейросети (входными нейронами) послужил 71 показатель клинических, лабораторных и инструментальных методов обследования, оцененный у 156 случайно отобранных больных при поступлении в стационар. Результаты на выходе из ИНС состояли из показателя «длительность пребывания в стационаре» с двумя возможными значениями «>7 суток» (тяжелый ОП) и «<7 суток» (нетяжелый ОП). Обученная ИНС была протестирована на 39 пациентах с ОП. Приводятся данные о высокой чувствительности (75%), специфичности (81%) и точности (79%) ИНС в определении степени тяжести ОП, выявляемой по прогнозируемой длительности пребывания больных в стационаре [25].

В исследовании M. T. Keogan et al. (2002) нейросетевая модель была использована для предсказания длительности лечения ОП дольше средней, составившей 8,4 дня [21]. Поскольку большое количество (23) входных переменных относительно небольшого числа больных ($n=92$) создавало риск т. н. переобучения ИНС, число переменных было сокращено с помощью пошагового дискриминантного анализа с 23 до 6: дефицит жидкости; уровень креатинина сыворотки; наличие тяжелого сопутствующего заболевания; артериальное давление; степень воспаления по данным КТ; уровень кальция сыворотки крови. Вышеперечисленные данные были подвергнуты нейросетевому и линейному дискриминантному анализу. ИНС показала наилучшую прогностическую точность ($AUC=0,83\pm 0,05$) по сравнению со шкалами Ranson ($AUC=0,68\pm 0,06$; $P<0,02$) и Balthazar ($AUC=0,62\pm 0,06$; $P<0,003$). Однако по сравнению с линейной дискриминантной функцией значимых различий в прогнозировании длительности

лечения ОП выявлено не было ($AUC=0,82\pm 0,05$; $P=0,53$). Недостатком данной модели ИНС и всего исследования было то, что она была обучена и протестирована на одном и том же наборе данных, поэтому полученные результаты должны быть проверены в других исследованиях.

K. I. Halonen et al. (2003) на основании ретроспективного анализа историй болезни 234 пациентов с тяжелым ОП разработали две прогностические модели для предсказания возможного летального исхода при панкреонекрозе [22]. В первой модели, названной «LR4», летальный исход прогнозировался методом логистической регрессии на основании анализа четырех показателей — возраста, наличия сердечно-сосудистой патологии, дыхательной недостаточности и наивысшего уровня креатинина крови в течение 72 часов с момента поступления. Во вторую модель на основе ИНС («ANN8») помимо вышеупомянутых переменных были включены еще четыре: необходимость вазопрессорной поддержки, пол, индекс массы тела и самый низкий уровень гемоглобина в течение первых 72 часов после госпитализации. Прогностическая точность различных моделей была сравнена при помощи ROC-анализа. Наибольшую прогностическую точность показали «LR4» ($AUC=0,862$) и «ANN8» ($AUC=0,847$). Остальные шкалы продемонстрировали следующие результаты в прогнозировании летального исхода при тяжелом ОП: шкала Glasgow — $AUC=0,536$, Ranson — $AUC=0,655$, MODS — $AUC=0,781$ и APACHE II — $AUC=0,817$. Причем более простая модель «LR4», в состав которой входят четыре общепринятых показателя, имела самую высокую точность [22].

В 2007 г. R. Mofidi et al. разработали нейросетевую модель для классификации тяжести ОП, прогнозирования органной недостаточности и летального исхода [19]. Для этого авторы провели ретроспективный анализ 664 историй болезни пациентов с ОП, в т. ч. 181 больного с тяжелым ОП (27,3%). Для разработки ИНС использован многослойный перцептрон (четыре слоя, два из них — невидимые промежуточные слои) с обратным распространением ошибки. 60% данных выделены для обучения ИНС, 15% — тестирования, 25% — валидации. Предварительно была снижена размерность признакового пространства с 29 до 10 признаков. В итоге разработанная ИНС базировалась на 10 клинических параметрах (возраст, наличие гипотензии, двух и более признаков ССВР, уровень PaO_2 , АДГ, глюкозы, мочевины, кальция, гематокрита и числа лейкоцитов крови), определенных при госпитализации и через 48 часов. Эта модель показала существенно лучшие результаты, чем системы APACHE II и Glasgow: ИНС была более точной, чем APACHE II и Glasgow при прогнозировании тяжелого ОП ($P<0,05$ и $P<0,01$, соответственно), предсказании развития полиорганной недостаточности ($P<0,05$ и $P<0,01$) и при прогнозировании летального исхода ($P<0,05$). Данная работа отличается от рассмотренных выше включением большого количества больных ($n=664$), а также тем, что обучение и валидация были выполнены на разных группах пациентов. Не менее важным преимуществом является то, что все десять входных переменных являются доступными для дежурного врача в пределах первых 6 часов после госпитализации.

B. Andersson et al. (2011) провели исследование, целью которого явилась разработка и проверка эффективности модели ИНС для раннего прогнозирования тяжести ОП [23]. Авторы провели ретроспективный анализ результатов лечения 208 пациентов с ОП (с 2002 по 2005 г., $n=139$, с 2007 по 2009 г., $n=69$). Тяжесть ОП определялась в соответствии с критериями, предложенными на конференции по ОП в Атланте. Из 23 потенциальных показателей тяжести ОП авторы

с помощью ИНС отобрали шесть наиболее информативных критериев: продолжительность болевого приступа, уровень креатинина крови, гемоглобин, аланинаминотрансфераза, частота сердечных сокращений и лейкоциты крови. Площадь под ROC-кривой у нейросетевой модели составила 0,92 (95% ДИ: 0,85-0,99), 0,84 (0,76-0,92) — у логистической регрессии ($P=0,030$, χ^2) и 0,63 (0,50-0,76) — при оценке тяжести ОП с помощью APACHE II ($P<0,001$, χ^2). Авторы заключили, что разработанная ими ИНС на основании полученных при поступлении пациента в стационар данных является достаточно точной для прогнозирования тяжести ОП [23].

П. И. Миронов с соавт. (2011) также оценили возможности ИНС в определении тяжести состояния и прогнозировании исходов ОП [10]. В исследование были включены 100 пациентов с тяжелым ОП, находившихся под наблюдением авторов с 2004 по 2010 гг. Для построения ИНС были выбраны 33 параметра по 5 категориям (демографические данные, физиологические переменные, лабораторные тесты, временные переменные, исходы заболевания). Впоследствии количество входных данных было уменьшено путем пошагового логистического регрессионного анализа до 6. Использовались стандартные трехслойные перцептроны с соединением каждого из скрытых и выходных нейронов со всеми элементами предыдущего слоя. Нейронные сети были обучены на всех случаях из базы данных с использованием алгоритма обратного распространения ошибки. Авторами заключено, что предиктивная способность ИНС ($AUC=0,83\pm 0,04$) в ранней идентификации группы пациентов, угрожаемых по развитию тяжелого ОП, существенно ($P<0,001$, χ^2) превосходит возможности оценочных систем Ranson ($AUC=0,55\pm 0,06$), Glasgow ($AUC=0,58\pm 0,06$), ТФС ($AUC=0,53\pm 0,06$), APACHE II ($AUC=0,58\pm 0,06$) и критериев УЗИ/КТ ($AUC=0,68\pm 0,06$). При прогнозировании риска развития летального исхода авторами выявлено, что площадь под ROC-кривой для ИНС равнялась $0,83\pm 0,04$, шкалы Ranson — $0,55\pm 0,06$, Glasgow — $0,58\pm 0,06$, ТФС — $0,53\pm 0,06$, APACHE II — $0,58\pm 0,06$, SOFA — $0,72\pm 0,05$ и критериев УЗИ/КТ — $0,68\pm 0,06$. Прогностическая ценность ИНС при определении риска развития летального исхода оказалась выше всех остальных систем ($P<0,001$, для шкал Ranson, Glasgow, ТФС, APACHE II), ($P=0,033$ для критериев УЗИ/КТ), ($P=0,046$ для шкалы SOFA), [10].

А. А. Литвин с соавт. (2012) разработали систему прогнозирования инфицированного панкреонекроза на основании данных обследования, полученных в первые сутки после поступления больного с ОП в стационар [8]. Для этого использованы ретроспективные клинические, лабораторные и инструментальные данные 398 больных, находившихся на лечении с 1995 по 2005 гг. Выборка из 398 объектов разделена произвольным образом на две группы: объекты первой группы использовались для обучения ИНС (298 примеров); объекты второй группы использовались для тестирования обученной ИНС (100 примеров). В целях определения валидности разработанной системы прогнозирования произведен анализ исходов в экзаменационной выборке из 128 больных с тяжелым ОП, наблюдавшихся в 2006–2008 гг. С помощью генетического алгоритма отбора признаков авторами были выделены 12 наиболее информативных признаков возможного развития инфекционных осложнений панкреонекроза:

- 1) время от начала заболевания до госпитализации в стационар;
- 2) «ранние» операции в анамнезе у больных;
- 3) выраженный болевой синдром (купирующийся наркотическими анальгетиками);

- 4) индекс массы тела;
- 5) частота сердечных сокращений;
- 6) частота дыхания;
- 7) острые жидкостные скопления (по данным УЗИ и КТ) или пальпируемый инфильтрат;
- 8) вздутие живота (по клиническим данным);
- 9) число палочкоядерных форм лейкоцитов крови;
- 10) уровень глюкозы;
- 11) уровень мочевины сыворотки крови;
- 12) эффект от интенсивной комплексной терапии в течение 24 часов госпитализации.

Разработанная компьютерная программа показала достаточно высокую прогностическую способность в отношении инфицированного панкреонекроза на выборке больных с тяжелым ОП: чувствительность — 85,5% (95% ДИ: 73,3–93,5), специфичность — 91,8% (83,0–96,9). Данная система явилась более точной, чем сравниваемые шкалы для определения риска инфекционных осложнений тяжелого ОП: различия с M-APACHE II и шкалой Д. А. Тагановича обнаружены с $P=0,005$, Z-критерий, со шкалой С. И. Третьяка с соавт. — $P=0,003$, Z-критерий.

Те же авторы также разработали систему диагностики инфицированного панкреонекроза, используемую в процессе динамического наблюдения за пациентами с тяжелым ОП для выявления перехода стерильного панкреонекроза в инфицированный. С помощью ИНС были выделены 14 признаков, которые при использовании в качестве входных параметров ИНС позволяют с высокой вероятностью провести диагностику инфекционных осложнений панкреонекроза. В число информативных показателей вошли традиционные клинические исследования («время от начала заболевания», «ранние операции в анамнезе», «стационарное лечение ОП в анамнезе»), («индекс массы тела»), («температура тела»), («частота сердечных сокращений»), («частота дыхания»), («вздутие живота»), («эффект от консервативного лечения в течение 24 часов»); лабораторные показатели («лейкоциты крови», «СОЭ»), («число палочкоядерных форм лейкоцитов»), («глюкоза сыворотки крови») и инструментальные данные («наличие инфильтрата или жидкостных скоплений»). ИНС продемонстрировала очень хорошее качество диагностической модели в распознавании инфицированного панкреонекроза — площадь под ROC-кривой составила 0,854 (95% ДИ: 0,791–0,917). ИНС в исследуемой выборке больных продемонстрировала чувствительность 81,8% (75,3–88,3), специфичность — 89,0% (83,5–94,5). При сравнительном изучении диагностических возможностей ИНС с M-APACHE II, Infection Probability Score и ССВР 3–4 выявлены статистически значимые различия — $P=0,03$, $P=0,001$ и $P=0,005$ (Z-критерий) соответственно [8].

Hong Wan-dong et al. (2013) разработали СППР на основе ИНС для прогнозирования персистирующей (более 48 часов) органной недостаточности у пациентов с ОП [26]. Выборка включала 312 пациентов с ОП, в результате факторного анализа были отобраны 13 наиболее информативных в первые сутки от момента поступления в стационар показателей. Конечная трехслойная ИНС (5–5–1) с пятью входными параметрами: возраст, гематокрит, глюкоза крови, мочевина, кальций была обучена на 312 примерах. Чувствительность обученной сети составила 81,3%, специфичность — 98,9%, точность — 96,2%. Прогностическая точность у созданной ИНС ($AUC=0,96\pm 0,02$) была статистически значимо лучше, чем у построенной модели на основании логистической регрессии ($AUC=0,88\pm 0,03$, $P<0,001$, χ^2) и APACHE II ($AUC=0,83\pm 0,03$, $P<0,001$, χ^2). Авторы делают вывод, что созданная ИНС может быть полезной для

прогнозирования развития персистирующей органной недостаточности у пациентов с ОП [26].

В таблице приведены сводные данные о разработке и использовании ИНС при ОП [8, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26].

Таким образом, как представлено в таблице, ИНС используются для диагностики и лечения пациентов с ОП в течение последних 20 лет. Сначала была разработана ИНС для определения информативности лабораторных показателей в диагностике тяжелого ОП [20]. В последующем основным направлением исследований явилось прогнозирование в начале заболевания тяжести ОП с выделением больных, у которых в последующем будет диагностирован нетяжелый ОП (*mild acute pancreatitis*) или тяжелый ОП (*severe acute pancreatitis*). При этом определение тяжести ОП сначала проводилось косвенно через длительность нахождения больных в стационаре [21, 25], вероятность летального исхода [22]. В последующем исследователями была использована классификация ОП «Атланта–1992» с прогнозированием, в первую очередь, тяжелого ОП [10, 19, 23]. ИНС были также применены для предсказания возможного развития инфекционных осложнений ОП с целью их своевременной профилактики, а также для диагностики перехода стерильного панкреонекроза в инфицированный панкреонекроз с целью коррекции лечения [8].

В последние годы произошло улучшение прогностической точности ИНС при ОП по сравнению с традиционными шкалами определения тяжести ОП (Ranson, Glasgow), тяжести физиологического состояния пациентов с ОП (APACHE II). Если в первых публикациях по использованию ИНС в прогнозировании тяжелого ОП искусственные

нейронные сети не продемонстрировали значимых различий с традиционными шкалами [20, 21, 22, 25], то в последующем все авторы отметили прогностическое превосходство ИНС [8, 10, 19, 23, 26].

Вместе с тем все приведенные исследования по использованию ИНС для прогнозирования ОП имеют определенные недостатки и ограничения. Во-первых, данные всех исследований оценивались ретроспективно, что могло привести к известным смещениям в результатах. Во-вторых, данные получались в больницах различного уровня, что ставит под сомнение вопрос воспроизводимости методики на основании данных других клиник. В-третьих, размер выборки в большинстве исследований был недостаточным для проведения обучения и тестирования ИНС, не во всех исследованиях обучение и тестирование ИНС осуществлялось на разных выборках пациентов с ОП. Наконец, разработка проблемы ОП сильно сопряжена с появлением различных вмешивающихся факторов (конфаундеров), связанных в основном с многопричинностью развития тяжелого ОП, выраженной гетерогенностью выборок пациентов с панкреонекрозом. Оценить степень влияния на конечный результат указанных вмешивающихся факторов крайне сложно.

Таким образом, разработка и внедрение СППР на основе использования ИНС является перспективным направлением улучшения прогнозирования, диагностики тяжелого ОП и его осложнений. Вместе с тем, необходимо дальнейшее совершенствование ИНС с учетом недостатков предыдущих исследований, разработка простой, точной и максимально приближенной к рабочему месту врача-хирурга системы поддержки решений в проблеме ОП.

Таблица 1

Результаты использования ИНС с целями диагностики и прогнозирования при ОП

Авторы	Число наблюдений при обучении ИНС/при тестировании ИНС	Задачи исследования	Результаты
Kazmierczak et al. (1993) [20]	254/254	Диагностика ОП по уровню панкреатических ферментов в сыворотке крови	Уровень липазы имеет самую высокую диагностическую точность
Pofahl et al. (1998) [25]	156/39	Прогнозирование длительности нахождения в стационаре	Прогностические возможности ИНС не отличаются от Ranson, APACHE II
Keogan et al. (2002) [21]	92/92	Прогнозирование длительности нахождения в стационаре по данным КТ и лабораторных исследований	Прогностические возможности ИНС не отличаются от Ranson, APACHE II
Halonen et al. (2003) [22]	234/60	Прогнозирование летального исхода	Прогностические возможности ИНС не отличаются от Ranson, APACHE II, Glasgow
Mofidi et al. (2007) [19]	496/166	Идентификация тяжелого ОП и прогнозирование летального исхода	ИНС оказалась более точной в прогнозировании тяжести ОП
Andersson et al. (2011) [23]	139/69	Прогнозирование тяжелого ОП	ИНС оказалась более точной в прогнозировании тяжелого ОП по сравнению с логистической регрессией, APACHE II
Миронов с соавт. (2011) [10]	100/100	Идентификация тяжелого ОП и прогнозирование исходов ОП	Предиктивная способность ИНС в ранней идентификации тяжелого ОП, риска развития летального исхода превосходит системы Ranson, Glasgow, ТФС, APACHE II, Balthazar
Литвин с соавт. (2012) [8]	298/100	Прогнозирование инфицированного панкреонекроза, идентификация инфекционных осложнений ОП	ИНС оказалась более точной в прогнозировании и диагностике инфицированного панкреонекроза по сравнению с другими многопараметрическими шкалами
Wan-dong et al. (2013) [26]	312/312	Прогнозирование персистирующей (более 48 часов) органной недостаточности	ИНС оказалась более точной в прогнозировании персистирующей органной недостаточности по сравнению с логистической регрессией, APACHE II

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрейчиков А. В. Интеллектуальные информационные системы / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 364 с.
2. Боровиков В. П. Нейронные сети. Statistica Neural Networks: методология и технологии современного анализа данных / В. П. Боровиков. — М.: Горячая линия-Телеком, 2008. — 392 с.
3. Боровиков В. П. Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 368 с.
4. Дюк В. А. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях / В. А. Дюк, В. Л. Эмануэль. — СПб.: Питер, 2003. — 528 с.
5. Егоров А. А. Модель принятия решения хирурга / А. А. Егоров, В. С. Микшина // Вестник новых медицинских технологий. — 2011. — Т. 7, № 4. — С. 178–181.
6. Кобринский Б. А. Медицинская информатика / Б. А. Кобринский, Т. В. Зарубина. — М.: Академия, 2009. — 192 с.
7. Кобринский Б. А. Системы поддержки принятия решений в здравоохранении и обучении / Б. А. Кобринский // Врач и информационные технологии. — 2010. — № 2. — С. 39–45.
8. Литвин А. А. Система поддержки принятия решений в прогнозировании и диагностике инфицированного панкреонекроза / А. А. Литвин, О. Г. Жариков, В. А. Ковалев // Врач и информационные технологии. — 2012. — № 2. — С. 54–63.
9. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский / Пер. с польск. И. Д. Рудинского — М.: Финансы и статистика, 2004. — 344 с.
10. Прогнозирование течения и исходов тяжелого острого панкреатита / П. И. Миронов, О. И. Медведев, И. Х. Ишмухаметов, Р. Д. Булатов // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 10. — С. 319–323.
11. Реброва О. Ю. Нейросетевой алгоритм диагностики патогенетических подтипов ишемического инсульта / О. Ю. Реброва, М. Ю. Максимова, М. А. Пирадов // Ж. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. Инсульт (Приложение). — 2004. — № 12. — С. 23–28.
12. Савельев В. С. Панкреонекрозы / В. С. Савельев, М. И. Филимонов, С. З. Бурневич. — М.: МИА, 2008. — 264 с.
13. Симанков В. С. Системный анализ и современные информационные технологии в медицинских системах поддержки принятия решений / В. С. Симанков, А. А. Халафян. — М.: БинОм, 2009. — 362 с.

14. Чубукова И. А. Data Mining / И. А. Чубукова. — М.: БИНОМ, 2008. — 382 с.
15. Applying data mining techniques in the development of a diagnostics questionnaire for GERD / N. Horowitz, M. Moshkowitz, Z. Halpern, M. Leshno // Dig. Dis. Sci. — 2007. — Vol. 52, No 8. — P. 1871–1878.
16. Bartosch-Härlid A. Artificial neural networks in pancreatic disease / A. Bartosch-Härlid // Br. J. Surg. — 2008. — Vol. 95, No 7. — P. 817–826.
17. Greenes R. A. Clinical decision support: the road ahead / R. A. Greenes. — Amsterdam; Boston: Elsevier, 2007. — 581 p.
18. Grossi E. International experience on the use of artificial neural networks in gastroenterology / E. Grossi // Dig. Liver Dis. — 2007. — Vol. 39, No 3. — P. 278–285.
19. Identification of severe acute pancreatitis using an artificial neural network / R. Mofidi, M. D. Duff, K. K. Madhavan [et al.] // Surgery. — 2007. — Vol. 141, No 1. — P. 59–66.
20. Kazmierczak S. C. Diagnostic accuracy of pancreatic enzymes evaluated by use of multivariate data analysis / S. C. Kazmierczak, P. G. Catrou, F. Van Lente // Clin. Chem. — 1993. — Vol. 39. — P. 1960–1965.
21. Outcome analysis of patients with acute pancreatitis by using an artificial neural network / M. T. Keogan, J. Y. Lo, K. S. Freed [et al.] // Acad. Radiol. — 2002. — Vol. 9. — P. 410–419.
22. Predicting fatal outcome in the early phase of severe acute pancreatitis by using novel prognostic models / K. I. Halonen, A. K. Leppäniemi, J. E. Lundin [et al.] // Pancreatology. — 2003. — Vol. 3. — P. 309–315.
23. Prediction of severe acute pancreatitis at admission to hospital using artificial neural networks / B. Andersson, R. Andersson, M. Ohlsson, J. Nilsson // Pancreatology. — 2011. — Vol. 11, No 3. — P. 328–335.
24. Prediction of successful weight reduction after bariatric surgery by data mining technologies / Y. C. Lee, W. J. Lee, T. S. Lee [et al.] // Obes. Surg. — 2007. — Vol. 17, No 9. — P. 1235–1241.
25. Use of an artificial neural network to predict length of stay in acute pancreatitis / W. E. Pofahl, S. M. Walczak, E. Rhone, S. D. Izenberg // Am. Surg. — 1998. — Vol. 64. — P. 868–872.
26. Use of an artificial neural network to predict persistent organ failure in patients with acute pancreatitis / H. Wan-dong, C. Xiang-rong, J. Shu-qing [et al.] // Clinics. — 2013. — Vol. 68, No 1. — P. 27–31.
27. Yoldas O. Prediction of clinical outcomes using artificial neural networks for patients with acute biliary pancreatitis / O. Yoldas, M. Koc, N. Karakose // Pancreas. — 2008. — Vol. 36, No 1. — P. 90–92.

УДК 616.37-002-07

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ОСТРОГО ПАНКРЕАТИТА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

А. А. Литвин¹, О. Ю. Реброва²¹Гомельская областная клиническая больница, Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь²Российский национальный

исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, искусственные нейронные сети, диагностика и лечение, тяжелый острый панкреатит, инфицированный панкреонекроз

Статья является обзором литературы по использованию искусственных нейронных сетей в диагностике и лечении острого панкреатита. Авторы приводят современные литературные данные об эффективности различных систем поддержки принятия решений на основе искусственных нейронных сетей для определения степени тяжести, исходов острого панкреатита, прогнозирования и диагностики инфицированного панкреонекроза.

УДК 616.37-002-07

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ДІАГНОСТИЦІ ТА ЛІКУВАННІ ГОСТРОГО ПАНКРЕАТИТУ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

А. А. Литвин¹, О. Ю. Реброва²¹Гомельська обласна клінічна лікарня, Гомельський державний медичний університет, Гомель, Білорусь²Російський національний дослідницький

медичний університет ім. М. І. Пирогова, Москва, Росія

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, штучні нейронні мережі, діагностика та лікування, тяжкий гострий панкреатит, інфікований панкреонекроз

Стаття є оглядом літератури з використанням штучних нейронних мереж у діагностиці та лікуванні гострого панкреатиту. Автори наводять сучасні літературні дані про ефективність різних систем підтримки прийняття рішень на основі штучних нейронних мереж для визначення ступеня важкості, наслідків гострого панкреатиту, прогнозування та діагностики інфікованого панкреонекрозу.

DECISION SUPPORT SYSTEMS BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN THE DIAGNOSTICS AND TREATMENT OF ACUTE PANCREATITIS: LITERATURE REVIEW

A. A. Litvin¹, O. Y. Rebrova²¹Gomel Regional Hospital, Gomel State Medical University, Gomel, Belarus²Russian National Research Medical University

n. a. I. Pirogov, Moscow, Russia

Key words: decision support system, artificial neural networks, diagnostics and treatment, severe acute pancreatitis, infected pancreatic necrosis

This paper presents a review of the literature on the use of artificial neural networks in the diagnostics and treatment of acute pancreatitis. The authors provide modern literature data on the efficacy of decision support systems based on artificial neural networks to determine the severity of acute pancreatitis outcome, prognosis and diagnostics of infected pancreatic necrosis.