

А.А. Карабиненко, Ю.М. Петренко, Г.И. Сторожаков, Н.М. Широхова

Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва,
Российская Федерация

Новый класс явлений, обнаруживаемый при нейросетевом анализе многопризнаковых данных у больных с воспалительными заболеваниями легких

Цель исследования: применить нейросетевой метод анализа многопризнаковых данных у больных с воспалительными заболеваниями легких для распознавания вариабельности их диагнозов с учетом степени тяжести течения болезни и расширения аналитических возможностей этого метода путем использования нетрадиционных методических подходов. Подходы основаны на последовательном вычленении из всего набора признаков тех из них, которые оказываются относительно наименее диагностически значимыми. **Материалы и методы:** в исследовании использованы многопризнаковые данные пациентов, полученные в ходе клинического исследования анамнестических, клинических, лабораторных и инструментальных данных 60 пациентов в возрасте старше 65 лет на разных этапах лечения внебольничной пневмонии. Для нейросетевого анализа учитывали антропометрические, иммунологические и иммунохимические показатели сыворотки крови больных внебольничной пневмонией, находившихся в остром периоде заболевания. **Результаты:** установлены скрытые закономерные связи между определенными признаками, которые образуют специфические характеристические ряды, свойственные инфекционно-воспалительным бронхолегочным заболеваниям. Эти ряды состоят из сочетания небольшого числа признаков, необходимых и достаточных в своей совокупности для безошибочного подтверждения диагноза у пациентов. **Выводы:** можно утверждать, что наличие таких характеристических рядов демонстрирует существование нового класса явлений в виде скрытых взаимоотношений между признаками, входящими в эти ряды, и отражает особенности течения патогенетических процессов при различных вариантах степени тяжести воспалительных заболеваний легких. Дальнейшее изучение этих взаимосвязей представляется важным в более глубоком понимании многих аспектов данного заболевания. **Ключевые слова:** внебольничная пневмония, диагноз, нейросетевой анализ, многопризнаковые данные, характеристические ряды. (Вестник РАМН. 2014; 1–2: 69–74)

69

Введение

Постановка правильного диагноза в клинической практике является серьезной проблемой современной медицины [1]. Это связано с объективными трудностями

интерпретации многопризнаковых данных, получаемых при обследовании пациентов, на основании которых врачом выносятся заключения о предполагаемом диагнозе. Считают, что применение метода нейросетевого анализа (НСА) существенно повышает объективность интерпре-

A.A. Karabinenko, Y.M. Petrenko, G.I. Storozhakov, N.M. Shirohova

The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

A New Class of Phenomena Identified During the Analysis of Neural Network of Multidimensional Data from Patients with Inflammatory Lung Diseases

Aim: to apply the neural network analysis method of multi-data of patients with community-acquired pneumonia (CAP) to recognize the variability of their diagnoses and discovery of new analytical capabilities of NSA based on new methodological approaches of the meeting. **Materials and methods:** in this paper, we applied a new approach of neural network analysis of multivariate data, obtained based on clinical, laboratory and instrumental tests in 60 patients older than 65 years at various stages of the treatment of community-acquired pneumonia. Anthropometric data were used together with the results of immunological and immunochemical studies of blood serum of patients with community-acquired pneumonia who were in the acute phase of the disease. **Results:** a new approach analysis of these data revealed the presence of characteristic groups of the biomarkers, which consist from a combination of a small number of the signs that are necessary and sufficient in the aggregate for accurate classification of diagnoses for patients. **Conclusions:** the presence of these symptoms characteristic series shows that we have discovered a new class of phenomena. These phenomena manifest themselves in the hidden relationships between the signs which included in these groups and are reflect features of the flow processes in the pathogenesis of inflammatory diseases of the lungs in different diagnostic areas. Their study can be an important and interesting in terms of understanding the many aspects of this disease.

Key words: community-acquired pneumonia, diagnosis, neural network analysis, multidimensional data, characteristic groups. (Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk — Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2014; 1–2: 69–74)

тации медицинских данных и улучшает качество диагностических заключений, в связи с чем данный метод представляется перспективным по сравнению с традиционными методами статистического анализа. В последнее время метод НСА многопризнаковых данных получил широкое распространение в зарубежной медицинской литературе, где его успешно используют главным образом для целей диагностики. Примером могут послужить публикации последнего времени [2, 3], где НСА используют с целью ранней диагностики болезни Альцгеймера по наличию в тромбоцитах маркеров амилоидного каскада [3]. В работе была обоснована эффективность НСА для правильной классификации контрольных испытуемых и пациентов с болезнью Альцгеймера в легкой форме выраженности, причем на основе использования только маркеров периферического β -амилоидного каскада. Обоснованность эффективности НСА достигнута за счет использования альтернативного подхода — линейного дискриминантного анализа. При таком подходе исследований НСА однозначно оказался предпочтительнее альтернативного традиционного статистического анализа. В англоязычной литературе имеются обзоры, посвященные применению НСА в медицине [4]. Использование НСА для медицинских целей находит все более широкое распространение и в Российской Федерации. Так, НСА был использован для распознавания патологических очагов при маммографии для классифицирования и идентификации обнаруженных очаговых образований в молочной железе [5]. Применительно к пульмонологии следует отметить, что НСА был применен для прогнозирования течения бронхиальной астмы по параметрам реоэнцефалографии [6]. Другим примером применения НСА в пульмонологии является исследование [7], в котором в качестве анализируемого объекта использовали спектральную плотность мощности дыхательного шума. По различным параметрам дыхательного шума НСА позволил разделить группу испытуемых на 2 класса («норма» и «патология»), а затем в классе «патология» дифференцировать испытуемых на 3 подкласса («пневмония», «бронхит» и «астма»). Полученная нейросетевая классификация, выполненная на основе анализа параметров дыхательного шума, не противоречила классификации на основе традиционных методов аускультативной диагностики, применяемой врачами. Недооценивание возможностей НСА, незнание нейросетевых ресурсов и способов их использования мешают широкому распространению этого подхода в медицине.

Цель исследования: применить нейросетевой метод анализа многопризнаковых данных пациентов с внебольничной пневмонией (ВП) для распознавания вариативности их диагнозов и обнаружении новых аналитических возможностей НСА на основе новых методических подходов его проведения.

Пациенты и методы

Участники исследования

Использована информация о 60 пациентах в возрасте старше 65 лет, прошедших стационарное лечение в клинических отделениях ГКБ № 12 ДЗМ по поводу ВП различной степени тяжести [8].

Методы исследования

В информационные сведения входили данные, составляющие антропометрический и иммунологический блок. В антропометрический блок входили признаки:

1 — возраст, 2 — пол, 3 — рост, 4 — вес, 5 — площадь поверхности тела, 6 — стаж курения, 9 — оценка ВП в баллах по прогностической шкале CURB-65, 10 — длительность лечения. Эти 8 признаков были пронумерованы в указанном порядке их перечисления, и эта приведенная числовая нумерация служила их обозначением при последующем упоминании. В иммунологический блок данных входили признаки: 12 — содержание С-реактивного белка в сыворотке крови, 13, 14, 15 и 16 — иммуноглобулины сыворотки крови класса А, М, G и E, соответственно, 17 — циркулирующие иммунные комплексы сыворотки крови, 18 — ревматоидный фактор сыворотки крови, 19 — антиген фагоцитирующих клеток (отражает фагоцитарную активность), 20 — антиген колониеобразующих клеток (отражает клеточную иммунную активность), 21 — миграция пятен скопления антистафилококкового антигена в иммунной сыворотке в присутствии золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*), 22 — антитела к вирусным антигенам I группы, 23 — антитела к вирусным антигенам II группы, 24 — пуловая сыворотка, 25 — аутоиммунная сыворотка крови, 26 — пульмотропные аутоантитела класса BMLuM 01-230, определяемые методом сэндвич-ИФА («Эли-Пульмо-Тест» по А.Б. Полетаеву), 27 — пульмотропные аутоантитела класса ЦБЛуS 06-300, определяемые методом сэндвич-ИФА («Эли-Пульмо-Тест» по А.Б. Полетаеву), 28 — пульмотропные аутоантитела класса ЦБЛуS 06-80, определяемые методом сэндвич-ИФА («Эли-Пульмо-Тест» по А.Б. Полетаеву), 29 — содержание γ -интерферона в сыворотке крови, 30 — рецепторы интерферона, 31 — нитросиний тетраэтилзолый для идентификации иммунной активности клеток, 32 — содержание гемоглобина в эритроцитах. Перечисленные признаки этого блока, числом 21, продолжали нумерацию предшествующих и кодировались числовым рядом от 12 до 32. Диагноз, который был пронумерован цифрой 7, использовался при НСА как целевой признак. Разновидности диагнозов у пациентов трактовались по 5 градациям распространения, осложненности течения и коморбидному фону, а именно: 1 — очаговая ВП в пределах 1 доли легкого неосложненного течения; 2 — полисегментарная ВП в пределах одного легкого среднетяжелого течения; 3 — полисегментарная двусторонняя ВП тяжелого течения; 4 — полисегментарная ВП тяжелого течения с осложнением; 5 — полисегментарная ВП на фоне хронической обструктивной болезни легких или хронической сердечной недостаточности тяжелого течения. НСА проводили на основании использования нейросети прямого распространения в формате 3×10 (3 слоя на 10 нейронов в каждом), создаваемой в ресурсе «NeuroPro», доступном по адресу: <http://alife-soft.narod.ru/program/neuropro.zip>. Использовался алгоритм «обучение с учителем». При загрузке нейросети входными данными, а это пронумерованные признаки, она вначале «обучается», а затем уже в режиме тестирования выносит вердикт о подтверждении диагноза, тем самым подтверждая диагностическую значимость совокупности параметров. В работе на вход нейросети подавали данные в виде наборов значений признаков (перечислены выше) по 60 пациентам совместно с целевым признаком — диагноз под № 7, причем использовали режимы вычислительных процедур, исходно заложенные в этом ресурсе (рекомендованные по умолчанию). Необходимо отметить, что в вопросе описания самой технологии НСА и ее применения к описанным выше биометрическим многопризнаковым данным, мы довольствуемся вышесказанным, следуя примеру зарубежных авторов при публикации ими своих работ по данной тематике.

Статистическая обработка данных

В работе использована база многопризнаковых данных по пациентам с внебольничной пневмонией [8]. Обработка данных осуществлялась на основе нейросетевого анализа, который по характеру включает в себя статистический анализ.

Результаты

На начальном этапе работы задача заключалась в выяснении возможностей НСА по распознаванию диагнозов у пациентов, используя их аналитические данные, собранные ранее нами в виде базы данных [8]. В табл. 1 представлены результаты НСА по подтверждению диагнозов пациентов с ВП. Видно, что нейросеть по представленным ей наборам признаков разных пациентов смогла безошибочно устанавливать им диагнозы. Это свидетельствует о возможности применения НСА в клинических целях при создании эффективного диагностикума при воспалительных заболеваниях легких. Однако на данном этапе нас больше интересовали вопросы выяснения новых перспектив применения НСА. Представим одну из возможностей использования НСА многопризнаковых данных. Смысл ее заключается в следующем. В случае получения 100% положительного результата — установле-

ния диагнозов у всех пациентов с ВП — из используемого набора признаков убирают наименее значимый признак, после чего нейросетевой аналитический процесс (обучение/тестирование) проводят заново с оставшимися признаками. В случае если с оставшимися признаками нейросеть оказалась способной снова безошибочно устанавливать диагнозы у пациентов, то из набора признаков снова удаляют самый малозначительный. Необходимо отметить, что возможность оценивать диагностическую значимость любого признака, входящего в набор, по которому тестируются диагнозы у пациентов, исходно заложена в ресурсах программной среды NeuroPro. Такие процедуры по удалению слабозначимых признаков последовательно следуют до тех пор, пока удаление какого-либо признака не достигнет порога диагностической значимости. То, что описано в настоящей работе, есть часть нашего оригинального подхода к НСА. В табл. 1 представлены данные, полученные таким последовательным вычленением наименее значимых признаков до момента достижения минимума числа признаков, обеспечивающих 100% распознавание всех больных по диагнозам.

Первая строка этой таблицы (нулевой шаг) с единичными цифровыми символами показывает, что нейросеть безошибочно распознала диагнозы у всех пациентов при использовании полного набора из 29 признаков. Вторая

Таблица 1. Наборы признаков для нейросетевого анализа по определению диагнозов у пациентов с внебольничной пневмонией, получаемых путем последовательного вычленения слабозначимых признаков из исходного их набора

Шаги	Признаки																															
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1		
9	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1		
10	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1		
11	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1		
12	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1		
13	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1		
14	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
15	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
16	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
17	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
18	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
19	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
20	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
21	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
22	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
23	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
24	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
25	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
26	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
27	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
28	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Примечание. В таблице проиллюстрирован процесс вычленения признаков по критерию минимизации их значимости и непрерывном переобучении нейросети. Содержание в ячейках нулей и единиц означает отсутствие определенного признака в наборах или его присутствие, соответственно. Выделенный 7-й столбец служит указанием целевого признака.

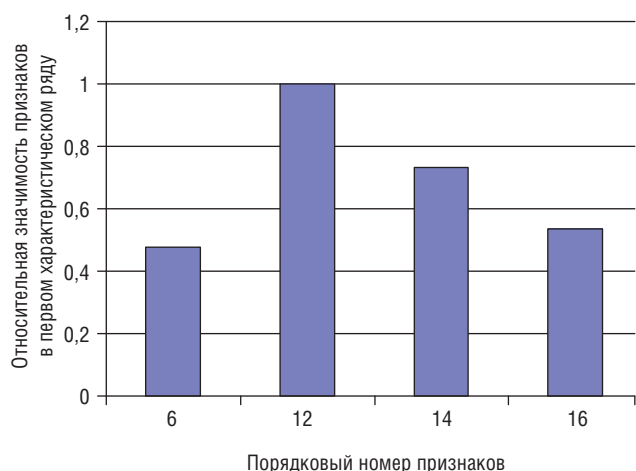


Рис. Значимость граничных признаков, составляющих 1-й характеристический ряд.

72

строка свидетельствует о 100% распознавании диагноза в условиях, когда признак 22 по критерию его малозначительности из анализа был исключен (нулевой символ в ячейке на пересечении столбца 22 и строки 2). При этом влияние (чувствительность) реагирования того или иного признака на диагноз определяет его значимость. Малозначительность признака с учетом отмеченного выше означает, что признак является слабореагирующим на изменение диагноза. Последовательные исключения из рассмотрения других признаков приведены в нижележащих строках табл. 1. Рассматривая данные этой таблицы, можно отметить некоторые моменты. Во-первых, представляет интерес то обстоятельство, что признак 9 (прогностическая шкала CURB-65) как балльный не несет той значимой диагностической нагрузки среди признаков, которую можно было бы ожидать, исходя из его содержания. Другими словами, на 17-м шаге, обозначенном в табл. 1, признак 9 отсутствует (он был удален из рассмотрения на 16-м шаге как слабоважный), то есть он со стороны самых слабых признаков занимает 16-ю позицию; выше его в плане значимости для классификации диагнозов пациентов находятся следующие признаки: 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 24, 27 и 28 (см. табл. 1). Следует обратить внимание на строку, соответствующую 25-му шагу, в табл. 1. Ее особенность такова: под № 6 входит признак «стаж курения», который среди других признаков этой строки в иерархии значимостей занимает самое последнее место (рис.). Здесь необходимо упомянуть вторую важную особенность этой строки. Удаляя этот самый слабоважный признак из дальнейшего рассмотрения, получаем, что набор признаков после исключения из него признака «стаж курения» на 26-м шаге оказался уже не способным безошибочно определять диагноз «пневмония» у пациентов. То есть хотя признак «стаж курения» и был самым малозначительным признаком из 4, представленных на 25-м шаге табл. 1, он тем не менее нес определенную диагностическую нагрузку по распознаванию диагноза. И без него оставшиеся 3 признака в своей совокупности уже не могут безошибочно подтверждать диагноз. При этом сочетание признаков, приходящихся на нижележащие строки, ни при каких условиях не в состоянии

безошибочно распознавать диагнозы у пациентов. Таким образом, 25-я строка является граничной, разделяя таблицу так, что для верхних строк входящие в них признаки в своем сочетании обладают способностью безошибочно распознавать диагнозы у пациентов, а для нижних — нет. Данный ряд, полученный на 25-м шаге, терминологически определен нами как граничный характеристический ряд. В этом месте следует указать на новое важное обстоятельство, являющееся особенностью нашего подхода. Его суть заключается в том, что, запустив повторно процедуру, подобную предыдущей, но при этом исключив из исходного набора признаков табл. 1 все признаки, составляющие граничный характеристический ряд, т.е. строку 25-го шага, мы получим неожиданный результат: НСА по набору признаков, из которых исключены все наиболее значимые, стал безошибочно распознавать диагнозы у пациентов. Другими словами, исключенные как малозначительные, все эти признаки оказались несущими в себе большой потенциал распознавания диагнозов, причем избыточный. Объяснение этому, по-видимому, следующее. Самые сильные (доминантные) по значимости признаки «забивают» влияние слабых, и роль последних сводится к «шумовому влиянию». По существу, они бесполезны в осуществлении НСА в присутствии доминантных признаков, составляющих характеристические ряды более высокого иерархического уровня. Можно сказать, что они не только бесполезны, но и, вероятно, являются «балластным» фактором. Следовательно, в таких случаях они должны удаляться из сферы НСА. Из нового сформированного нами набора малозначительных признаков, вновь действуя подобно вышеизложенному (т.е. путем поэтапного исключения из него слабоважных признаков), через определенное число шагов мы получим 2-й граничный характеристический ряд, на следующем цикле — 3-й характеристический ряд и т.д. Если дать общее определение этим рядам, то они представляют собой необходимое и достаточное число признаков, которые в своем сочетании обладают свойством на 100% распознавать диагнозы у всех пациентов с ВП. Еще раз подчеркнем, что используемая терминология «характеристическая группа» или «характеристический ряд» признаков в нашем представлении означает то обстоятельство, что этими признаками при их одновременном сочетании однозначно (на 100%) классифицируются по диагнозу все пациенты с ВП. В табл. 2 представлено содержание всех характеристических рядов, полученных в итоге описанных процедур. Исходя из общих соображений, полученные совокупности характеристических рядов или групп табл. 2 можно обозначить следующим образом.

- Группа 0 — признаки 1–6 и 9–32 (расширенная диагностическая характеристика при ВП по 29 признакам).
- Группа 1 — признаки 6 (стаж курения), 12 (С-реактивный белок), 14 (IgM), 16 (IgE) — характеризует активность системного воспаления.
- Группа 2 — признаки 2 (пол), 13 (IgA), 27 (ЦБ Lus 06-300), 28 (ЦБ Lus 06-80) — характеризует пульмотропную иммунную реакцию при активном воспалении.
- Группа 3 — признаки 18 (ревматоидный фактор) и 26 (БМ Lum 01-230) — отражает общую активность воспаления в легких.
- Группа 4 — признаки 20 (КоН А), 22 (VHS I), 23 (VHS II), 24 (антитела пульмоногенной сыворотки), 25 (антитела аутогенной сыворотки) — состояние гуморального иммунитета на фоне ВП.
- Группа 5 — признаки 5 (площадь поверхности тела), 15 (IgG), 31 (НСТ) — показатель напряженности им-

Таблица 2. Сводная таблица характеристических рядов (групп) по безошибочному распознаванию разновидностей диагнозов у пациентов с внебольничной пневмонией

Группы	Признаки																															
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	

Примечание. Ряд 0 — ряд из всего набора по 30 признакам (признак 7 — целевой). Обозначения те же, что и в табл. 1. В данной таблице представлена ниспадающая по значимости иерархия характеристических рядов.

мунитета — характеризует антропогенно-иммунологический баланс.

- Группа 6 — признаки 1 (возраст), 3 (рост), 4 (масса тела), 9 (балл по шкале CURB-65) — отражает клинико-антропометрический показатель тяжести ВП.
- Группа 7 — признаки 10 (продолжительность лечения, койко-дни), 17 (циркулирующие иммунные комплексы), 21 (лейкоцитарная реакция на *S. aureus*), 32 (гемоглобин крови) — клеточное звено иммунитета при инфекционном воспалении.
- Группа 8 — признаки 19 (фитогемагглютинин), 29 (интерферон γ), 30 (рецепторы интерферона) — клеточное звено регуляции иммунитета при воспалении.

Таким образом, во всех 8 характеристических группах (кроме группы 0) встречаются неповторяемые минимальные сочетания биометрических признаков, позволяющие подтвердить диагноз. Эта закономерность может помочь установить оптимальную диагностическую значимость биометрических признаков, получаемых методом НСА, и быть использована для научного обобщения тех или иных звеньев патогенеза патологического или компенсаторного процесса. Более детальный анализ состава характеристических рядов указанной таблицы позволяет отметить ряд важных и интересных моментов касательно некоторых биометрических признаков. О первом характеристическом ряде и входящих в него признаках выше уже говорилось (см. обсуждение 25-го шага табл. 1). Тем не менее еще несколько моментов относительно этого ряда представляется важным подчеркнуть. Признак «стаж курения» входит в этот первый по силе значимости характеристический ряд признаков, на 100% распознающих диагнозы у всех обследованных пациентов, что выглядит вполне естественно. Этот признак сцеплен с другими признаками данного ряда, а именно с признаками 12 (С-реактивный белок), 14 (IgM) и 16 (IgE), являющимися иммунологическими показателями. Можно полагать, что стаж курения каким-то своеобразным способом видоизменяет характер иммунологических ответов, сопровождающих процесс пневмонии, протекающий по разным диагностическим вариациям, а возможно, и направляет течение заболевания по тому или иному варианту диагноза. Интересно, что среди этих признаков характеристического ряда «стаж курения» в иерархии значимостей занимает самое последнее место, а на первом находится признак 12 (С-реактивный белок). Далее, как видно из табл. 2, второй характеристический ряд признаков включает в себя признак «пол». То, что этот признак

входит в характеристический ряд с довольно высокой иерархией среди всех характеристических рядов, свидетельствует о некоем своеобразии течения патогенетических процессов у мужчин и женщин, что, вероятно, находится в тесной зависимости от естественного гормонального фона. По данным относительной значимости признаков (по типу представленного рис.) следует, что признак «пол» под № 2 не есть последний по относительной значимости среди других признаков этого ряда. Он сочетается с признаками 13 (IgA), 27 (ЦБ Lus 06-300) и 28 (ЦБ Lus 06-80), т.е. с признаками, характеризующими иммунологический статус организма при пневмонии различного генеза. Это означает, что указанное своеобразие течения ВП у мужчин и женщин каким-то образом связано с иммунологическими особенностями и, возможно, является потенциально важным для такого рода заболевания. Определенный интерес представляет 6-й характеристический ряд в связи с тем, что в его сочетание признаков входит CURB-65. Выше в отношении признака 9 (CURB-65) уже была отмечена его малозначительность на начальных стадиях анализа (см. табл. 1). В то же время представляется интересным и другое, более важное обстоятельство, а именно: в 6-м характеристическом ряду он выступает совместно с признаками 1, 3 и 4, обозначающими, соответственно, возраст, рост и вес. Другими словами, физический статус организма и CURB-65 только при совместном анализе определяют безошибочность диагноза у пациентов при НСА, естественно, после процедуры обучения. Это дает основание более тщательно исследовать патогенетические аспекты пневмоний и роль «внешних» данных пациентов. Из данного рисунка видно, что обсуждаемый нами признак 9 (CURB-65) в своем характеристическом ряду отнюдь не самый значимый, как можно было бы думать, а предпоследний. Первыми же по значимости и по вкладу в диагностический эффект, как это ни странно, являются возраст и масса тела. Признак «рост» здесь выступает самым слабозначимым, без которого ряд в диагностическом плане неполноценен, т.е. не способен безошибочно распознавать диагноз. Вовлеченность ростового фактора в течение пневмоний разного диагноза ставит вопрос и о патогенетической сущности данного обстоятельства.

Заключение

В плане достоверности полученных результатов следует отметить, что насколько достоверны первичные дан-

ные, которые были использованы в работе, настолько достоверны и полученные в ней результаты НСА. Исходные многопризнаковые данные по ВП были получены нами в течение длительного периода занятий лечебной деятельностью по ВП и строгого подбора клинического материала. Они широко представлены в научных публикациях. Поэтому в заключение мы можем вынести следующее положение: обнаружен новый класс явлений,

проявляющих себя в скрытых взаимоотношениях между признаками, которые отражают особенности протекания патогенетических процессов по разным диагностическим направлениям. Их изучение представляется перспективным для медицинской науки в плане понимания причин и обстоятельств заболеваний ВП и их диагностических разновидностей с целью выработки новых и эффективных подходов лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Albu A., Ungureanu L. Artificial Neural Network in Medicine. *Telemed. J. E. Health* 2012; 18 (6): 446–453.
2. Luca M.D., Grossi E., Borroni B., Zimmermann M., Marcello E., Colciaghi F. et al. Artificial neural networks allow the use of simultaneous measurements of Alzheimer disease markers for early detection of the disease. *Transl. Med.* 2005; 27 (3): 30.
3. Luca D.M., Pastorino L., Bianchetti A., Perez J., Vignolo L.A., Lenzi G.L. et al. Differential level of platelet amyloid beta precursor protein isoforms: an early marker for Alzheimer disease. *Arch. Neurol.* 1998; 55 (9): 1195–1200.
4. Cleophas T.J., Cleophas T.F. Artificial intelligence for diagnostic purposes: principles, procedures and limitations. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2010; 48 (2): 159–165.
5. Твердохлеб В.М., Аранович М.В. Анализ признаков для распознавания очагов заболеваний на маммограммах. Сб. трудов XXI Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях». Саратов. 2008. С. 33–36.
6. Безруков Н.С., Ермакова Е.В. Прогнозирование бронхиальной астмы по параметрам реоэнцефалографии на основе гибридной сети. Сб. трудов XIX Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях». Воронеж. 2006. С. 211–214.
7. Филатова Н.Н., Спиридонов А.В. Нейросетевой алгоритм для построения иерархической классификации. Сб. трудов XXI Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях». Саратов. 2008. 65 с.
8. Широхова Н.М. Внебольничная пневмония у лиц пожилого и старческого возраста: особенности диагностики и клинического течения. Автореф. ... дис. канд. мед. наук. М. 2012. 27 с.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Карабиненко Александр Александрович, доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной терапии № 2 ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ

Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1, тел.: (495) 321-10-06, e-mail: karabinenkoa@mail.ru

Петренко Юрий Михайлович, доктор биологических наук, профессор кафедры общей и медицинской биофизики ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ

Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1, тел.: (495) 434-44-74, e-mail: yury_petrenko@mail.ru

Сторожак Геннадий Иванович, доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН, член Президиума РАМН, заведующий кафедрой госпитальной терапии № 2 ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ

Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1, тел.: (495) 321-55-44, e-mail: rgmugt@mail.ru

Широхова Наталья Михайловна, кандидат медицинских наук, врач-терапевт кафедры госпитальной терапии № 2 Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, врач-терапевт ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ

Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1, тел.: (495) 321-55-44, e-mail: rgmugt@mail.ru