

Министерство здравоохранения РФ

Российская медицинская академия
последипломного образования

В.Г. Вилков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ И
НЕЙРОЦИРКУЛЯТОРНОЙ ДИСТОНИИ ПО ДАННЫМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
ГЕМОДИНАМИКИ В СОСТОЯНИИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОКОЯ

Москва

1999

Дифференциальная диагностика гипертонической болезни (ГБ) и протекающей с гипертензивным синдромом нейроциркуляторной дистонии (НЦД) при отсутствии объективных проявлений поражений органов-мишеней является сложной задачей. Для НЦД считают характерными выраженные вегетативные нарушения, в частности лабильность гемодинамических показателей, повышенную потливость, утомляемость, неустойчивую температуру тела, парестезии, головокружение, дискомфорт в области сердца и т.п. [1, 9, 8]. Обращает внимание трудность формализации и количественной оценки этих признаков. Использование показателей гемодинамики в сочетании с традиционными статистическими методами также не позволяет решить данную задачу классификации с приемлемым уровнем точности в связи с выраженной индивидуальной вариабельностью этих признаков. Вместе с тем дифференциальная диагностика ГБ и НЦД имеет в ряде случаев важное практическое значение, например, при медицинском освидетельствовании военнослужащих.

Известно, что искусственные нейронные сети (ИНС) являются удобной и естественной основой для представления информационных моделей сложных систем, в частности медико-биологических объектов.

ИНС может быть определена как совокупность простых процессорных элементов (нейронов), объединенных связями (синапсами). ИНС принимает из внешнего мира входные сигналы, пропускает их сквозь себя с преобразованиями в каждом процессорном элементе, конечным результатом является определенный выходной сигнал. Решение принимается на основании обучения, при этом не требуется устанавливать взаимосвязи между входными параметрами и искомым решением. В отличие от большинства традиционных статистических методов практически не имеют значения линейность связей и характер распределения, менее жесткие требования предъявляются и к объему выборки [10, 4].

Применение ИНС считают оправданным при следующих условиях:

- * алгоритм решения задачи отсутствует, но имеется достаточное количество примеров (ранее накопленных наблюдений с известными ответами), на основании которых может быть осуществлено обучение ИНС;

- * проблема характеризуется большими объемами входной информации;
- * данные неполны или избыточны, зашумлены, частично противоречивы [4].

Вышеперечисленное характерно для медицинских задач. При многих из них нельзя учесть все реально существующие условия, от которых зависит ответ, имеющий неточный, приблизительный характер. В медицине используется огромное количество признаков (например, только для роговой оболочки глаза известно около двух тысяч симптомов). В настоящее время считают невозможным сконструировать достаточно общий для любого диагностического процесса алгоритм [7, 4].

Следует отметить, что освоение и применение технологий ИНС требует значительно меньших затрат времени по сравнению с традиционными методами математической статистики и построения экспертных систем [4, 5].

Цель настоящей работы - оценить возможности использования технологии ИНС для дифференциальной диагностики ГБ и НЦД по показателям центральной гемодинамики в условиях относительного покоя.

Методика

Обследовано 189 лиц (153 мужчины и 36 женщин) с НЦД (средний возраст $22,2 \pm 7,9$ лет; $M \pm SD$) и 144 больных (107 мужчин и 37 женщин) ГБ I стадии ($34,1 \pm 12,6$ лет). При разграничении групп руководствовались рекомендациями [1, 9, 8, 3, 12].

В состоянии относительного покоя в горизонтальном положении тела методом Н.С. Короткова измеряли систолическое и диастолическое артериальное давление (САД и ДАД), регистрировали ЭКГ в 12 общепринятых отведениях и тетраполярную грудную реограмму по [11]. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) рассчитывали по ЭКГ, среднее динамическое артериальное давление, ударный, сердечный индексы (УИ, СИ) и удельное периферическое сопротивление (УПС) - по общепринятым формулам [6]. Соотношение УПС и СИ оценивали описанным ранее способом по разности фактического и должного УПС (УПСр) [2].

Использовали поликардиографы типа "Мингограф-34" и реоплетизмограф

РПГ 2-02.

В группах рассчитывали средние величины (M) и стандартные отклонения (SD).

Для решения задачи классификации строили многослойные ИНС, которые реализовывали на персональном IBM-совместимом компьютере с использованием программного обеспечения, разработанного научной группой НейроКомп [4]. Характеристическая функция нейрона имела вид

$$f(X) = X/(c + |X|),$$

где X - сигнал, поступающий на нейрон;

c - константа, называемая характеристикой нейрона.

ИНС обучали на выборке из 169 лиц с НЦД и 124 больных ГБ I стадии. В качестве входных параметров ИНС использовали пол, возраст, рост, вес и величины показателей гемодинамики. Тестирование ИНС проводили на выборке из 20 лиц с НЦД и 20 больных ГБ I стадии. Все имеющиеся примеры были разделены на обучающую и тестовую выборки случайным образом.

Результаты и их обсуждение

Сравнение средних величин отдельных показателей в изученных группах выявило достоверные различия по росту, весу, САД, ДАД и УПСр (таблица 1). Однако эффективное разграничение исследованных нами лиц с НЦД и больных ГБ I стадии при использовании одномерных критериев, основанных на перечисленных показателях невозможно. Это иллюстрируется представленными на рисунке 1 полигонами распределений величин САД, которые в значительной степени перекрываются. Сходная картина наблюдается и в отношении остальных изученных в настоящей работе показателей.

Решение поставленной нами задачи классификации с использованием технологии ИНС и применением в качестве входных параметров наиболее просто измеряемых показателей гемодинамики (САД, ДАД и ЧСС) в сочетании с возрастом, полом, ростом и весом тела оказалось невозможным в связи с наличием конфликтных примеров в обучающей выборке. Конфликтными называют приме-

ры с разными ответами, но одинаковыми значениями входных параметров, при их наличии ИНС не может быть обучена [4]. Наиболее предпочтительным выходом из этой ситуации является расширение признакового пространства посредством увеличения количества входных параметров. В нашем случае использование в качестве дополнительных входных параметров УИ, СИ, УПС или УПСр позволило избежать конфликтных примеров и достичь полного обучения ИНС.

Подбор параметров ИНС осуществляли посредством поэтапного увеличения количества нейронов (и их слоев), характеристики нейрона и уровня надежности. Решение поставленной задачи было достигнуто при использовании четырехслойной ИНС с 10 нейронами в каждом слое (упрощение ИНС не производилось), при этом обучающими (входными) параметрами являлись возраст, пол, рост, вес тела, САД, ДАД, ЧСС и УПСр. Использование вместо последнего показателя трех входных параметров - УИ, СИ и УПС требует большего числа нейронов и несколько ухудшает экстраполяционные способности ИНС.

Для проверки стабильности результатов диагностики было построено десять ИНС с указанными выше параметрами, их полное обучение было достигнуто за 1,5 - 14,5 тыс. циклов. В 8/10 случаев эти ИНС обеспечили правильную классификацию не менее чем у 70% пациентов тестовой выборки (в среднем у 74,5%).

Выводы

1. Использование технологии искусственных нейронных сетей обеспечивает возможность дифференциальной диагностики протекающей с гипертонивным синдромом НЦД и гипертонической болезни I стадии по данным исследования центральной гемодинамики в условиях относительного покоя с долей ошибок порядка 26%.

2. Для этого необходимо пространство входных признаков достаточно большой размерности. В частности, использование только АД и ЧСС не позволяет достичь полного обучения нейронной сети из-за наличия конфликтных примеров в обучающей выборке.

3. Использование соотношения между УПС и СИ является более предпоч-

тительным по сравнению с применением этих показателей в качестве самостоятельных входных параметров.

Литература

1. *Гогин Е.Е., Сененко А.Н., Тюрин Е.И.* Артериальные гипертензии. - Л.: Медицина, 1978. - 272 с.
2. *Вилков В.Г.* Способ оценки изменений артериального давления при ортостатическом воздействии // Рукопись депонирована в Гос. центральной научной медицинской библиотеке, № 22671. - М., 1992. - 36 с.
3. *Всероссийское научное общество кардиологов:* Классификация артериальных гипертензий: Структура и комментарии // Российский кардиологический журнал. - 1996. - № 6. - С. 41-49.
4. *Горбань А.Н., Дунин-Барковский В.Л., Кирдин А.Н. и др.* Нейроинформатика. - Новосибирск: Наука, 1997. - 433 с.
5. *Ежов А., Чечеткин В.* Нейронные сети в медицине // Открытые системы. - 1997. - № 4. - 8 с.
6. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы (Справочник) / Под ред. Т.С. Виноградовой. - М.: Медицина, 1986. - 416 с.
7. *Ластед Л.* Введение в проблему принятия решений в медицине. Перевод с английского. - М.: Мир, 1971. - 282 с.
8. *Маколкин В.И., Аббакумов С.А., Сапожникова А.А.* Нейроциркуляторная дистония (клиника, диагностика, лечение). - Чебоксары: Чувашия, 1995. - 249 с.
9. *Сорокина Т.А.* Нейроциркуляторная дистония. - Рига, 1979. - 176 с.
10. *Уоссермен Ф.* Нейрокомпьютерная техника. - М.: Мир, 1992.
11. *Kubicek W., Karnegis J., Patterson R. et al.* Development and evaluation of an impedance cardiac output system // Aerospace Med. - 1966. - V. 37. - № 12. - P. 1208-1212.
12. *World Health Organisation:* Hypertension control. Report of a WHO Expert Committee. - Geneva: World Health Organisation, 1996. - 104 p.

Рис. 1. Полигоны распределений величин систолического АД в состоянии относительного покоя.

Сплошной и прерывистой линиями показаны полигоны для групп НЦД и ГБ I стадии соответственно.

По оси абсцисс - величины САД; по оси ординат - частота.

Таблица 1

Средние величины показателей в группах лиц с НЦД и больных ГБ I стадии ($M \pm SD$)

Показатель	Группа		<i>p</i>
	НЦД <i>n</i> = 189	ГБ I стадии <i>n</i> = 144	
Рост, см	175,4 ± 8,0	172,6 ± 8,5	0,005
Вес, кг	72,1 ± 12,0	76,9 ± 14,2	0,003
САД, мм рт.ст.	127,3 ± 13,2	135,7 ± 14,0	0,0001
ДАД, мм рт.ст.	76,1 ± 11,0	86,9 ± 9,8	0,0001
ЧСС, уд·мин ⁻¹	73,3 ± 17,5	76,4 ± 12,8	0,06
УИ, мл·м ⁻²	42,8 ± 19,8	42,8 ± 21,2	0,99
СИ, л·мин ⁻¹ ·м ⁻²	2,99 ± 1,44	3,19 ± 1,59	0,34
УПС, дин·с·см ⁻⁵ ·м ²	3144 ± 1925	3138 ± 1679	0,98
УПСр, дин·с·см ⁻⁵ ·м ²	-21 ± 491	267 ± 372	0,0001

Примечание. *p* - уровень значимости различий между группами по *t*-критерию Стьюдента.