

МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ВАРИАНТА КОАГУЛОПАТИИ ПРИ ЛЕПТОСПИРОЗЕ

Мойсова Д.Л.¹, Шкиря Т.В.^{1,2}, Городин В.Н.¹

¹ Кубанский государственный медицинский университет;

² Кубанский государственный технологический университет

Лептоспироз широко распространен во многих странах мира. В России заболевание регистрируется на 58 административных территориях. Одним из самых неблагоприятных регионов является Краснодарский край, где на протяжении многих десятилетий сохраняется активный природный очаг лептоспироза [1,2]. Коагулопатия при лептоспирозе – одно из основных звеньев патогенеза болезни [1,4], а геморрагический синдром – главная причина смерти больных лептоспирозом на современном этапе [1,2]. Обобщение накопленного нами к настоящему времени материала (475 наблюдений) доказывает существование различных видов коагулопатии у больных с тяжелым лептоспирозом: ДВС-синдром с различными вариантами инициации, изолированная тромбоцитопения (ИТ), печеночная, уремическая (с вариантом ГУС), гемодилузионная коагулопатии [4].

Нами определено, что степень изменения некоторых показателей: уровня тромбоцитов [3], параметров ЭКоГ (А₀, Тсс), площади агрегации тромбоцитов (Sag), содержания в крови фактора Виллебранда (ФВ), фибриногена, РКФМ (и D-димера), Г-6-ФДГ, Св.Нб; а также параметров коагулограммы (АЧТВ, ПТИ) коррелируют с определенным вариантом коагулопатии [4]. Целью данного исследования явилось раннее прогнозирование варианта коагулопатии при лептоспирозе с помощью методов статистической классификации.

В результате линейного дискриминантного анализа варианта коагулопатии по 386 наблюдениям (212 случаев ДВС с коагуляционной и фибринолитической инициацией, 33 – с коагулопатией потребления (КП), 71 – с ИТ, 31 – без нарушений гемостаза, 17 – с печеночной, 22 – с уремической коагулопатией) были получены функции классификации по признакам: x_1 =Тромбоциты, x_2 =ПТИ, x_3 =Фибриноген, x_4 =АЧТВ, x_5 = Sag, x_6 =ФВ, x_7 =РКФМ.

$$G_1 = -164,757 + 0,071x_1 + 0,556x_2 + 0,538x_3 + 1,496x_4 + 2,123x_5 + 1,217x_6 + 1,114x_7;$$

$$G_2 = -117,765 + 0,027x_1 + 0,587x_2 - 0,146x_3 + 2,125x_4 + 0,978x_5 + 0,475x_6 + 2,541x_7;$$

$$G_3 = -165,085 + 0,036x_1 + 0,599x_2 - 0,404x_3 + 1,471x_4 + 2,929x_5 + 1,057x_6 + 0,214x_7;$$

$$G_4 = -139,836 + 0,188x_1 + 0,703x_2 - 0,320x_3 + 1,358x_4 + 1,540x_5 + 0,970x_6 + 0,197x_7;$$

$$G_5 = -123,808 + 0,167x_1 + 0,448x_2 - 0,630x_3 + 1,504x_4 + 1,652x_5 + 0,952x_6 + 0,543x_7;$$

$$G_6 = -186,544 + 0,118x_1 + 0,625x_2 - 0,452x_3 + 1,376x_4 + 1,382x_5 + 1,467x_6 + 0,472x_7.$$

Вероятность правильно указать вариант коагулопатии по функциям классификации равна 97%. Алгоритм прогноза варианта коагулопатии:

1) Значения x_1, \dots, x_7 подставляются в функции классификации G_1, \dots, G_6 .

2) Среди чисел G_1, \dots, G_6 выбирается наибольшее значение функции.

3) Если наибольшее значение G_1 , то прогнозируется ДВС. Если G_2 – коагулопатия потребления с неблагоприятным прогнозом G_3 – ИТ, G_4 – отсутствие коагулопатии, G_5 – печеночная, G_6 – уремическая.

В результате линейного дискриминантного анализа варианта коагулопатии по 50 наблюдениям (23 случая ДВС, 10 – КП, 7 – ИТ, 2 – печеночная, 8 – уремическая) были получены функции классификации по признакам: x_1 =Тромбоциты, x_2 =Г-6-ФДГ, x_3 =Св.Нб, x_4 =А₀, x_5 =Тсс, x_6 =ПТИ, x_7 =Фибриноген, x_8 =АЧТВ, x_9 =Sag, x_{10} =ФВ, x_{11} =РКФМ.

$$G_1 = -301,95 + 0,715x_1 + 2,129x_2 - 1,016x_3 + 54,097x_4 + 1,498x_5 + 2,164x_6 + 2,472x_7 + 2,871x_8 + 7,251x_9 + 0,565x_{10} + 3,476x_{11};$$

$$G_2 = -301,743 + 0,455x_1 + 1,76x_2 + 2,14x_3 + 87,401x_4 + 6,352x_5 + 2,434x_6 - 3,419x_7 + 2,592x_8 + 5,46x_9 + 0,319x_{10} + 5,189x_{11};$$

$$G_3 = -329,989 + 0,557x_1 + 1,784x_2 - 1,402x_3 + 66,214x_4 - 0,301x_5 + 2,337x_6 + 0,636x_7 + 3,343x_8 + 8,819x_9 + 0,377x_{10} + 2,182x_{11};$$

$$G_4 = -350,015 + 1,374x_1 + 3,61x_2 - 0,523x_3 + 78,913x_4 - 0,438x_5 + 2,1x_6 - 0,449x_7 + 2,467x_8 + 6,312x_9 + 0,596x_{10} + 2,621x_{11};$$

$$G_5 = -393,525 + 1,182x_1 + 6,11x_2 + 3,214x_3 + 105,545x_4 + 1,631x_5 + 2,43x_6 - 3,218x_7 + 1,316x_8 + 4,958x_9 + 1,033x_{10} + 3,489x_{11}.$$

Вероятность правильно указать вариант коагулопатии по функциям классификации равна 100%. Алгоритм прогноза варианта коагулопатии:

- 1) Значения x_1, \dots, x_{11} подставляются в функции классификации G_1, \dots, G_5 .
- 2) Среди чисел G_1, \dots, G_5 выбирается наибольшее значение функции.
- 3) Если наибольшее значение G_1 , то прогнозируется ДВС. Если G_2 – крайне тяжелое течение с неблагоприятным прогнозом. G_3 – ИТ, G_4 – печеночная, G_5 – уремиическая.

В результате нейросетевой классификации варианта коагулопатии по 386 наблюдениям (212 случаев ДВС, 33 КП, 71 ИТ, 31 нормокоагуляция, 17 печеночная, 22 уремиическая) была получена нейронная сеть MLP 7-12-6. Вероятность правильно указать вариант коагулопатии с помощью MLP 7-12-6 по 7 параметрам: Тромбоциты, ПТИ, Фибриноген, АЧТВ, Саг, ФВ, РКФМ равна 98,2% при обучении и 100% при тестировании. Анализ чувствительности (таблица 1) показал, что признак РКФМ наиболее значим по своему вкладу в классификацию варианта коагулопатии.

Таблица 1. Анализ чувствительности MLP 7-12-5

РКФМ	ФВ	Саг	Тромбоциты	ПТИ	АЧТВ	Фибриноген
3,230083	1,908176	1,729748	1,436112	1,139227	1,120059	1,106722

В результате нейросетевой классификации варианта коагулопатии по 50 наблюдениям (23 случаев ДВС, 10 КП, 7 ИТ, 2 печеночная, 8 уремиическая) была получена нейронная сеть MLP 11-9-5. Вероятность правильно указать вариант коагулопатии с помощью MLP 11-9-5 по 11 параметрам: Тромбоциты, Г-6-ФДГ, Св.Нб, А₀, Тсс, ПТИ, Фибриноген, АЧТВ, Саг, ФВ, РКФМ равна 97,2% при обучении и 100% при тестировании. Анализ чувствительности (таблица 2) показал, что все признаки примерно одинаково значимы по своему вкладу в классификацию варианта коагулопатии.

Таблица 2. Анализ чувствительности MLP 11-9-5

Саг	ФВ	РКФМ	Тромб.	Тсс	Фибриноген	АЧТВ	Г-6-ФДГ	ПТИ	Св.Нб	А ₀
1,43	1,393	1,363	1,18	1,167	1,139	1,092	1,074	1,039	1,01	0,957

Литература

1. Городин В.Н., Лебедев В.В., Заболотских И.Б. Современные аспекты гемостазиологических нарушений и возможности их коррекции при тяжелых формах лептоспироза (обзор) // Анест. и реаниматол. — 2004. — №3. — С.24-28.
2. Авдеева М.Г. Причины летальных исходов лептоспироза // Эпидемиология и инфекционные болезни. — 2003. — №6. — С.30.
3. Мойсова Д.Л., Лебедев В.В., Подсадная А.А. Тромбоцитопения при лептоспирозе // Фундаментальные исследования. — 2013. — №9. — С.94-98
4. Мойсова Д.Л., Лебедев В.В., Подсадная А.А. Дифференциальная диагностика коагулопатий при лептоспирозе (тезисы) // Инфекционные болезни. — 2015. — Т. 13. - №1. — С.230