

Применение математической модели логистической регрессии для распознавания злокачественных новообразований на цифровых изображениях кожи

К. М. Параскевопуло, А. Н. Наркевич, А. М. Гржибовский

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф.

Войно-Ясенецкого» Минздрава России

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России

Аннотация: Целью данного исследования явился анализ возможности применения математической модели логистической регрессии для распознавания злокачественных новообразований на цифровых изображениях кожи. При проведении исследования применялась база данных, содержащая 6 594 цифровых изображений кожи. На первом этапе исследования производилась сегментация цифровых изображений кожи для выделения исследуемого объекта, у которого в дальнейшем определялись морфометрические и цветовые характеристики, соответствующие параметрам классической системы ABCD. На втором этапе характеристики использовались в классификации на злокачественные и доброкачественные новообразования при помощи логистической регрессии. При классификации изображений, наибольшее значение показателя точности (67,9 [66,9; 68,8]%) получено с помощью логистической регрессии, построенной на основе обратного пошагового метода Вальда. Таким образом, логистическая регрессия, построенная на основе обратного пошагового метода Вальда, может быть применена в классификации злокачественных новообразований на цифровых изображениях кожи, однако требуется дальнейшее исследование и определение оптимальных параметров.

Ключевые слова: математическая модель, цифровые изображения кожи, логистическая регрессия, классификация изображений, злокачественные новообразования кожи.

Введение. В настоящее время новообразования кожи являются одной из самых распространенных нозологий в структуре заболеваемости, как в

Российской Федерации, так и в целом по миру, среди злокачественных новообразований [1, 2].

Для диагностики новообразований кожи медицинские специалисты используют метод визуального осмотра кожи – дерматоскопию [3]. Во время исследования кожи оценка характеристик пигментных образований производится по алгоритму ABCDE [4]. При этом каждая буква названия метода отражает ту или иную характеристику, которую оценивают у исследуемого объекта: А – асимметрия, В – граница, С – цвет, D – размер, Е – динамика изменений [5].

Автоматизированным системам, в которых используются элементы искусственного интеллекта, уже нашли применение во многих сферах жизнедеятельности человека [5, 6]. В медицине системы с искусственным интеллектом также нашли свое применение и развитие [7, 8].

В данном исследовании совершена попытка разработки системы для решения задачи автоматизированного распознавания злокачественных новообразований кожи, включающей в себя математическую модель логистической регрессии, что может способствовать повышению выявляемости злокачественных новообразований кожи.

Цель исследования: анализ возможности применения математической модели логистической регрессии для распознавания злокачественных новообразований на цифровых изображениях кожи.

Материалы и методы исследования. В ходе проведения исследования использовалась база изображений *The International Skin Image Collaboration* (ISIC). Выборочная база данных содержала 6 594 цифровых изображений кожи с гистологически подтвержденным наличием (2 024 изображения) или отсутствием злокачественных новообразований (4 570 изображений).

На первом этапе исследования производилась сегментация наблюдаемых объектов на цифровых изображениях кожи с целью дальнейшей

параметризации и получением морфометрических и цветовых характеристик, которые соответствуют параметрам системы ABCD [9, 10]. Так как в данной работе использовалась выборка ранее собранных изображений новообразований кожи, динамика развития пигментных образований (E) не оценивалась в виду отсутствия серий изображений одного объекта. Полученный перечень параметров на втором этапе исследования применялся для классификации объектов с помощью логистической регрессии на злокачественные и доброкачественные новообразования.

На третьем этапе был проведен анализ возможности применения математической модели логистической регрессии. При построении логистической регрессии в IBM SPSS Statistics возможен выбор метода реализации математической модели из семи возможных (Метод Enter, прямой и обратный метод LR, прямой и обратный условный метод, прямой и обратный пошаговый метод Вальда). Для каждого метода построения были рассчитаны показатели специфичности, чувствительности и точности с 95% доверительными интервалами (95% ДИ).

Результаты и их обсуждение. При сегментации и параметризации изображений было определено 300 морфометрических и цветовых характеристик объектов. Среди этих характеристик был собран перечень тех, что соответствуют параметрам объектов при диагностике новообразований кожи алгоритмом ABCD.

Далее этот перечень характеристик был использован для классификации объектов на изображениях с помощью логистической регрессии, математическая модель которой была построена с помощью 7-ми методов. Результаты классификации каждым методом представлены в таблице 1.

Наибольший показатель точности был получен при помощи модели, построенной на основе обратного пошагового метода Вальда – 67,9 [66,9;

68,8]%. При этом показатель чувствительности составил – 67,4 [66,0; 68,7]%, а специфичности – 67,9 [66,5; 69,2]%

Таблица № 1

Результаты классификации с помощью математических моделей
логистической регрессии

| Метод построения | Чувствительность, % [95% ДИ] | Специфичность, % [95% ДИ] | Точность, % [95% ДИ] |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Обратный пошаговый Вальда | 67,4 [66,0; 68,7] | 67,9 [66,5; 69,2] | 67,9 [66,9; 68,8] |
| Enter | 67,2 [65,8; 68,5] | 67,7 [66,3; 69,1] | 67,7 [66,7; 68,7] |
| Прямой LR | 67,5 [66,1; 68,9] | 67,6 [66,2; 69,0] | 67,6 [66,5; 68,7] |
| Прямой пошаговый Вальда | 67,5 [66,1; 68,9] | 67,6 [66,2; 69,0] | 67,6 [66,6; 68,6] |
| Условный обратный | 67,2 [65,8; 68,5] | 67,8 [66,4; 69,1] | 67,8 [66,8; 68,7] |
| Условный прямой | 67,4 [66,2; 68,7] | 67,5 [66,8; 69,0] | 67,5 [61,8; 68,2] |
| Обратный LR | 67,2 [65,8; 68,5] | 67,8 [66,4; 69,1] | 67,7 [66,5; 68,6] |

Выводы. В ходе исследования была проведена классификация объектов на цифровых изображениях кожи для определения наличия на изображениях злокачественных новообразований с применением всех возможных методов построения логистической регрессии. Наибольшее значение показателя точности (67,9 [66,9; 68,8]%) получено при классификации изображений с помощью логистической регрессии, построенной на основе обратного пошагового метода Вальда. Таким образом, математическая модель логистической регрессии, построенная на основе обратного пошагового метода Вальда может быть применена в классификации злокачественных новообразований на цифровых изображениях кожи, но требуется дальнейшее исследование с целью определения оптимальных параметров, которые позволят получить более высокий показатель точности.

Литература

1. Каприн А. Д., Старинский В. В., Шахзадова А. О. Состояние онкологической помощи населению России в 2019 году. // МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. 2020. 239 с.
 2. Еремина Е. Н., Караханян А. Р., Вахрунин Д. А., Титов К. С., Зуков Р. А. Молекулярно-генетические маркеры пигментной меланомы кожи (обзор литературы) // Сибирское медицинское обозрение. 2020. №3. С. 38–46.
 3. Файзуллина Е. В., Левушкина А. Е., Тагиева Ф. М. Дерматоскопия: перспективы изучения новообразований кожи // Актуальные вопросы дерматовенерологии. 2017. С. 98–99.
 4. Неретин Е. Ю., Садреева С. Х. “Истинная” заболеваемость меланомой кожи по результатам масштабной трехдневной кампании по ранней диагностике в крупном промышленном центре // Ульяновский медико-биологический журнал. 2021. №1. С. 71–83.
 5. Пшенокова И. А., Денисенко В. А., Сундуков З. А., Макоева Д. Г., Нагоева О. В., Бова В. В. Разработка системы видеораспознавания графических образов на основе мультиагентных рекурсивных когнитивных архитектур // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3911
 6. Маркин С. Д., Остроух Е. Н., Венцов Н. Н. Особенности автоматизации процесса обнаружения пламени по видеопоследовательности в нефтегазовой отрасли // Инженерный вестник Дона, 2019, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N6y2019/6023
 7. Yu S. C., Hong G. A., Byung H. O., Sejung Y. Artificial intelligence in cutaneous oncology // Front Med (Lausanne). 2020. №7. pp. 1–14.
 8. Hashimoto D. A., Witkowski E., Gao L., Meireles O. Rosman G. Artificial intelligence in anesthesiology: Current techniques, clinical application, and limitations // Anesthesiology. 2020. Vol. 132, №2. pp. 379–394.
-



9. Сергеев Ю. Ю., Мордовцева В. В. Опыт диагностики меланомы кожи диаметром менее 6 мм // Клиническая дерматология и венерология. 2018. Т.17, №4. С. 87–105.
10. Волкова Е. В. Сравнение эффективности использования основных дерматоскопических алгоритмов в распознавании меланомы врачом общей практики и опытным специалистом // Синергия наук. 2020. №45. с. 358–366.

References

1. Kaprin A. D., Starinskij V. V., Shahzadova A. O. Sostoyanie onkologicheskoy pomoshchi naseleniyu Rossii v 2019 godu. [The state of cancer care for the population of Russia in 2019]. MNIIOI im. P.A. Gercena filial FGBU «NMIC radiologii», Minzdrava Rossii. 2015. 239 p.
2. Eremina E. N., Karakhanian A. R., Vakhrunin D. A., Titov K. S., Zukov R. A. Sibirskoe medicinskoe obozrenie. 2020, №3. pp.38–46.
3. Faizullina E. V., Levushkina A. E., Tagieva F. M. Aktual'nye voprosy dermatovenerologii.2017, pp. 98–99.
4. Neretin E. Ju., Sadreeva S. H. Ul'janovskij medico-biologicheskij zhurnal. 2021. №1, pp.71–83.
5. Pshenkova I. A., Demisenko V. A., Sundukov Z. A., Makoeva D. G., Nagoeva O. V., Bova V. V. Inzenernyj vestnik Dona, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3911
6. Markin S. D., Ventsov N. N., Ostrouch E. N. Inzenernyj vestnik Dona, 2019, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N6y2019/6023
7. Yu S. C., Hong G. A., Byung H. O., Sejung Y. Artificial intelligence in cutaneous oncology. Front Med (Lausanne).2020, №7. pp.1–14.
8. Hashimoto D. A., Witkowski E., Gao L., Meireles O. Rosman G. Anesthesiology.2020, vol.132, №2. pp.379–394.



9. Sergeev Yu. Yu, Mordovtseva V. V. Klinicheskaja dermatologija i venerologija. 2018, t.17, №4. pp.97–105.
10. Volkova E. V. Sinergija Nauk. 2020 №45. pp. 358–366.