



Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени И.М.СЕЧЕНОВА
(Сеченовский Университет)

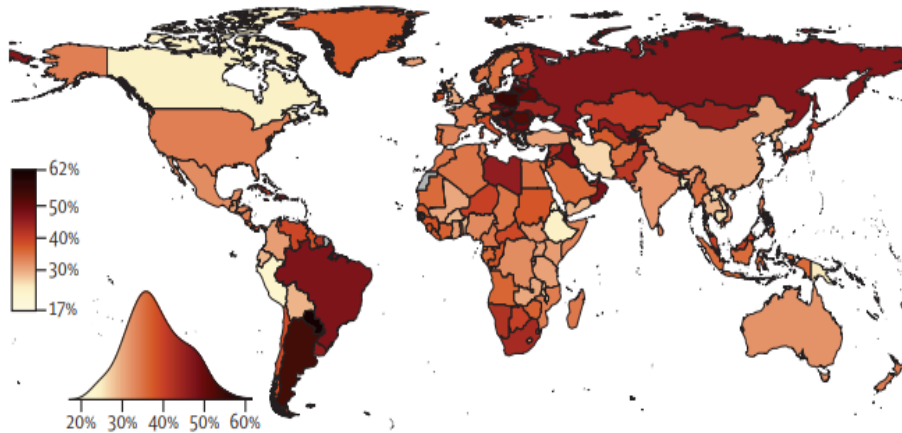
**Гогниева Д.Г., Дуржинская М.Х., Суворов А.Ю., Воробьева И.В., Фашафша Заки З.А.,
Гаджихамедова А.Н., Худорошкова В.Д., Абашева А.А., Чомахидзе П.Ш., Копылов Ф.Ю.**

**ДИАГНОСТИКА АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ ПРИ ПОМОЩИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ГЛАЗНОГО
ДНА, ОСНОВАННОЙ НА ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА. РЕЗУЛЬТАТЫ ПИЛОТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ**

Москва 2023 год

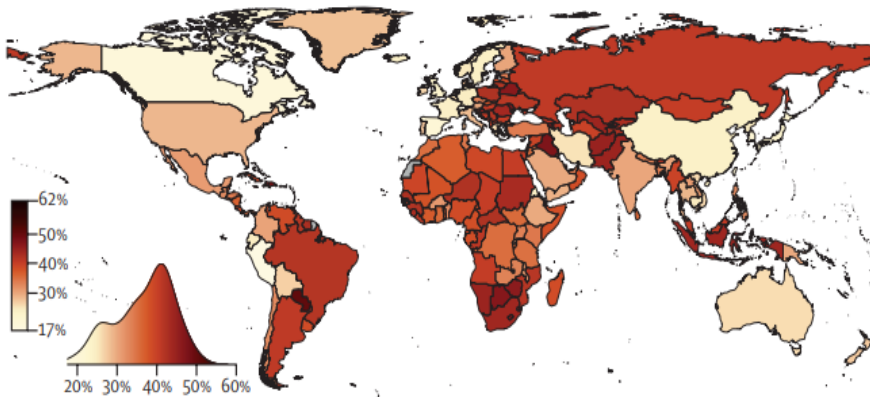
Распространенность артериальной гипертензии

Men



Согласно данным всемирной организации здравоохранения, на 2019 год число людей, страдающих артериальной гипертензией составляло 1,28 млрд человек, из них около 580 млн (41% женщин и 51% мужчин) никогда не обследовались и не знали о диагнозе, а 720 млн человек (53% женщин и 62% мужчин), по тем или иным причинам, не получали гипотензивную терапию.

Women



Ожидается, что к 2025 году число больных артериальной гипертензией в мире достигнет 1,5 млрд человек. В российской популяции распространенность гипертонии варьируется от 40 до 47 %.

Актуальность и цель исследования

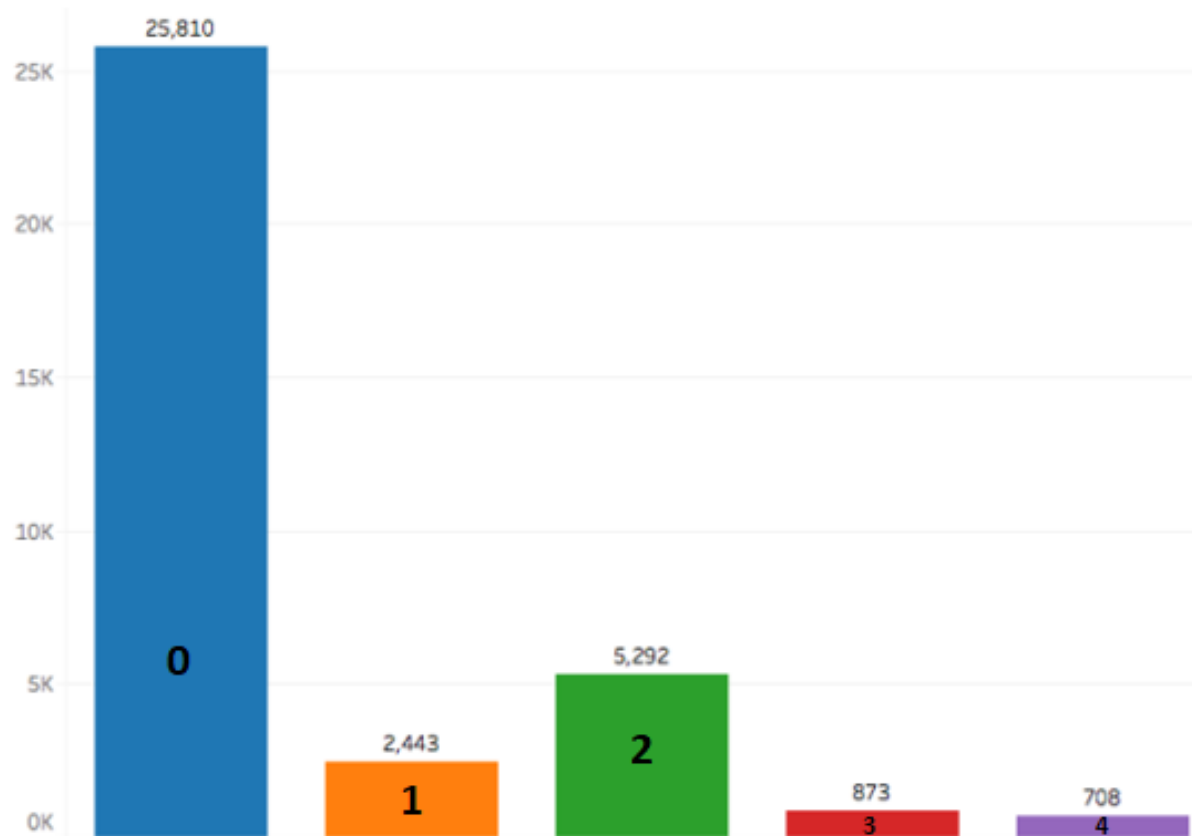
Артериальная гипертензия является основным фактором риска сердечно-сосудистой заболеваемости, при этом, наибольшие значения данного показателя наблюдаются в странах с низким, ниже среднего и выше среднего уровнями доходов, что говорит о недостаточной эффективности существующих программ скрининга и, вероятно, связано с ограниченным доступом к квалифицированной медицинской помощи и высокой ее стоимостью.

В свете вышесказанного поиск недорогих широкодоступных высокоэффективных воспроизводимых унифицированных методов скрининга артериальной гипертензии приобретает особое значение. Одним из таких методов может стать диагностика артериальной гипертензии по цифровым фотографиям глазного дна при помощи нейронной сети.

Цель исследования – оценить показатели диагностической эффективности автоматизированной системы анализа изображений глазного дна, основанной на применении системы искусственного интеллекта, для выявления и оценки тяжести течения гипертонической ретинопатии.

Методы исследования

- С целью обучения сверточной нейронной сети, разработанной специалистами ФГАУН ИКТИ РАН, была использована общедоступная база данных (<https://www.kaggle.com/c/diabetic-retinopathy-detection/data>).
- Размеченная выборка составила 30 000 пациентов (60 000 глаз) и разделена на две части в соотношении 80% – обучающий набор данных, 20% набор для валидации.
- Включение пациентов в тестовую выборку производилось на базе кардиологического отделения Университетской клинической больницы №1 при ФГАО ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова, ГБУЗ ГKB им. С.П. Боткина ДЗ города Москвы, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней».
- Общий объем выборки составил 593 человека, 1186 глаз.
- В исследование включались пациенты, с подтвержденными диагнозами «Гипертоническая болезнь», «Сахарный диабет», а также здоровые добровольцы.
- При анализе изображений были исключены 54 человека (плохое качество фото).



Распределение образцов по классам в «датасете» для предварительного обучения нейронной сети

Результаты

Итоговая выборка составила 539 человек (1078 глаз), из них 44,63% мужчины. Средний возраст – 56 ± 14.08 лет:

- 376 человек – с изолированной гипертонической ретинопатией;
- 99 человек – с сочетанием гипертонической и диабетической ретинопатий;
- 62 – здоровых добровольца;
- 2 – с изолированной диабетической ретинопатией.

Показатели диагностической эффективности для смешанной выборки

Стадия 1

Stats	Point_est	lower	upper
AUC	0.7926075	0.7828046	0.8163396
Sens	0.7413793	0.7274286	0.7693739
Spec	0.8438356	0.8148362	0.8791083
NPV	0.6935484	0.6389928	0.7403162
PPV	0.8725212	0.8634942	0.8941821
f1	0.7166667	0.6908264	0.7463652
balanced_acc	0.7926075	0.7828046	0.8163396
kappa	0.5748422	0.5421232	0.6280979

Стадия 2

Stats	Point_est	lower	upper
AUC	0.8408782	0.8303494	0.8595864
Sens	0.8801370	0.8622107	0.9068506
Spec	0.8016194	0.7787369	0.8341628
NPV	0.8398693	0.8323770	0.8726720
PPV	0.8497854	0.8208769	0.8831197
f1	0.8595318	0.8505186	0.8772227
balanced_acc	0.8408782	0.8303494	0.8595864
kappa	0.6847470	0.6652034	0.7205155

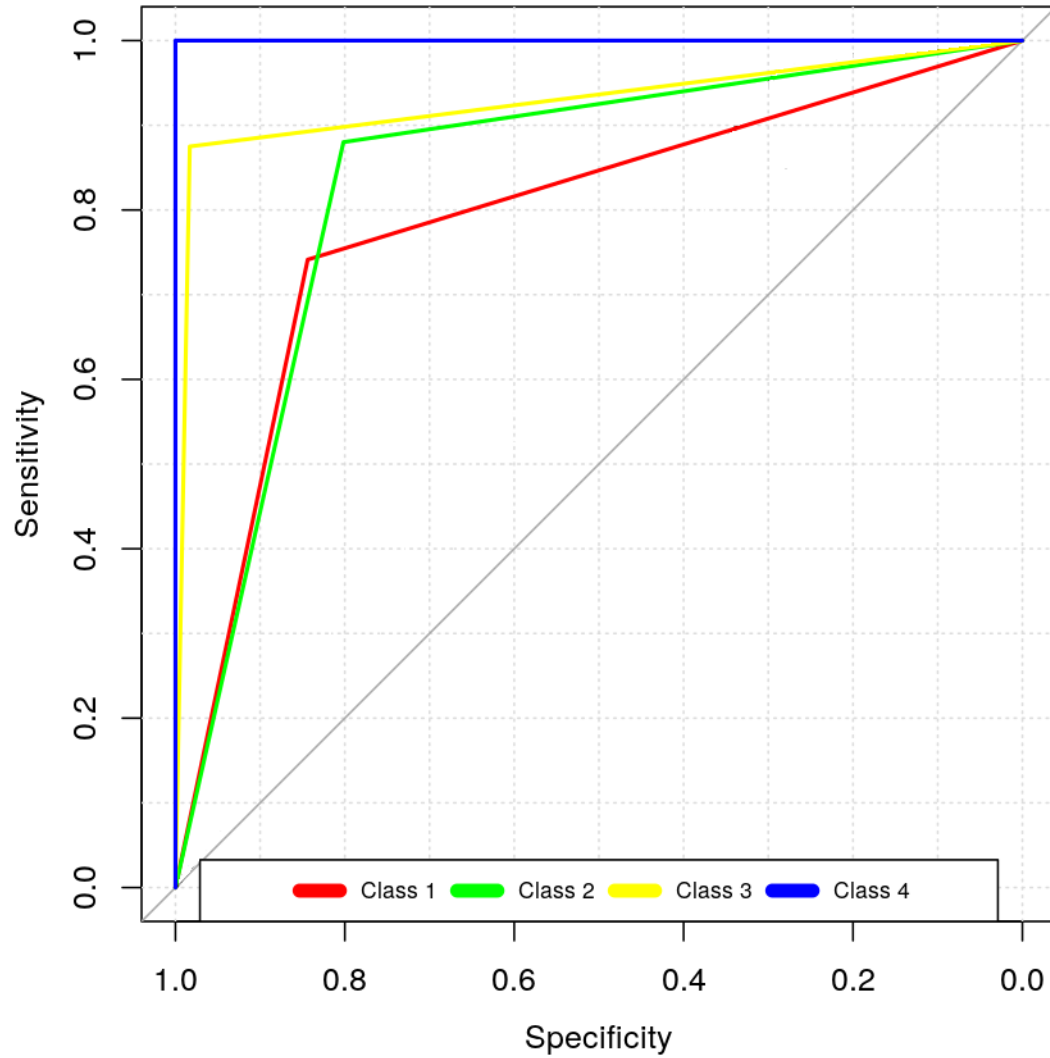
Стадия 3

Stats	Point_est	lower	upper
AUC	0.9290254	0.7957361	0.9920449
Sens	0.8750000	0.6056250	1.0000000
Spec	0.9830508	0.9775049	0.9878722
NPV	0.4375000	0.1854167	0.5328283
PPV	0.9980880	0.9947443	1.0000000
f1	0.5833333	0.3058036	0.6821429
balanced_acc	0.9290254	0.7957361	0.9920449
kappa	0.5749211	0.3004429	0.6750327

Стадия 4

Stats	Point_est	lower	upper
AUC	1	1	1
Sens	1	1	1
Spec	1	1	1
NPV	1	1	1
PPV	1	1	1
f1	1	1	1
balanced_acc	1	1	1
kappa	1	1	1

ROC анализ для смешанной выборки



Показатели диагностической эффективности для выборки – изолированная гипертоническая ретинопатия

Стадия 1

Stats	Point_est	lower	upper
AUC	0.7685659	0.7288927	0.8122265
Sens	0.7272727	0.6745622	0.7978751
Spec	0.8098592	0.7753733	0.8514178
NPV	0.6746988	0.6190929	0.7382182
PPV	0.8455882	0.8166377	0.8753735
f1	0.7000000	0.6478390	0.7603222
balanced_acc	0.7685659	0.7288927	0.8122265
кappa	0.5277204	0.4475299	0.6130726

Стадия 3

Stats	Point_est	lower	upper
AUC	0.9227710	0.8409342	0.9939248
Sens	0.8571429	0.6916667	1.0000000
Spec	0.9883991	0.9738179	0.9907311
NPV	0.5454545	0.2284722	0.6413961
PPV	0.9976581	0.9952444	1.0000000
f1	0.6666667	0.3718182	0.7723112
balanced_acc	0.9227710	0.8409342	0.9939248
кappa	0.6600259	0.3661035	0.7667093

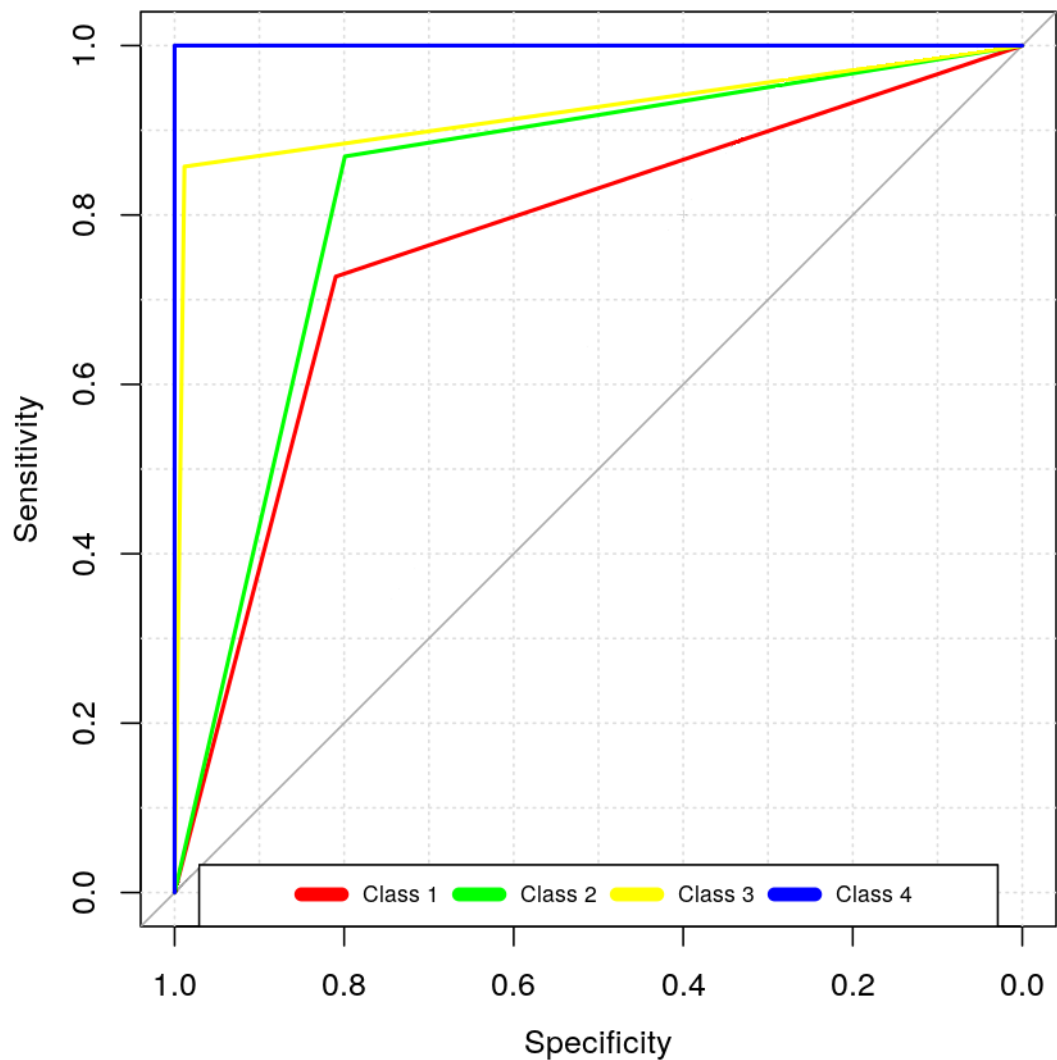
Стадия 2

Stats	Point_est	lower	upper
AUC	0.8341330	0.7830928	0.8565442
Sens	0.8691589	0.8036323	0.8951707
Spec	0.7991071	0.7441002	0.8524459
NPV	0.8051948	0.7667211	0.8493016
PPV	0.8647343	0.7972500	0.8871466
f1	0.8359551	0.7940969	0.8559783
balanced_acc	0.8341330	0.7830928	0.8565442
кappa	0.6670832	0.5667732	0.7130069

Стадия 4

Stats	Point_est	lower	upper
AUC	1	1	1
Sens	1	1	1
Spec	1	1	1
NPV	1	1	1
PPV	1	1	1
f1	1	1	1
balanced_acc	1	1	1
кappa	1	1	1

ROC анализ для выборки – изолированная гипертоническая ретинопатия



Ограничения

Признаки гипертонической ретинопатии 3 и 4 степени по классификации Кейта Вагенера Баркера, использованной в нашей работе, являются воспроизводимым маркером гипертонической ретинопатии и доказанным предиктором смертности. При этом ретинопатия 1 и 2 степеней имеет меньшее прогностическое значение и недостаточно воспроизводима.

Так, в нашем исследовании отмечалась тенденция к повышению показателей диагностической эффективности в зависимости от тяжести ГР, однако в работе Abbas Q. et al.*, где ГР также классифицировалась на 4 стадии, подобная картина не наблюдалась. Это может быть связано как с более низкой воспроизводимостью 1 и 2 степеней, так и с исходным преобладанием пациентов с более тяжёлыми формами ГР в обучающей выборке. Однако для формулировки однозначных выводов результатов двух исследований недостаточно.

*Abbas Q., Qureshi I., Ibrahim M.E. An Automatic Detection and Classification System of Five Stages for Hypertensive Retinopathy Using Semantic and Instance Segmentation in DenseNet Architecture. *Sensors*. 2021;21:6936. <https://doi.org/10.3390/s21206936>

Вывод

В последнее десятилетие применение нейронных сетей во всех аспектах жизни человека растет и медицина не является исключением. Возможность обрабатывать большие массивы данные, отсутствие субъективного компонента в принятии решений и выгорания, свойственных обычному человеку, делает перспективу применения подобных разработок еще более привлекательной. Принимая во внимание все вышесказанное, диагностика ГР по цифровым фотографиям глазного дна при помощи нейросетевого анализа, в рамках популяционного скрининга, может рассматриваться, как инструмент, для выявления тяжелых форм поражения у пациентов с длительно существующей нелеченой гипертензией и повышенным риском сердечно-сосудистых осложнений и смерти, однако для широкого клинического применения доказательная база на данный момент недостаточна.

Источник финансирования:

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственной поддержки создания и развития НИЦ мирового уровня «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение» №075-15-2022-304