

ВОЗМОЖНОСТИ АДДЕНБРУКСКОЙ КОГНИТИВНОЙ ШКАЛЫ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ НОРМАЛЬНОГО СТАРЕНИЯ, УМЕРЕННЫХ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ, БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА И ДЕМЕНЦИИ

В.В. Быков¹ ✉, С.А. Казымаев²

¹ ГБУЗ ЯО «Тутаевская ЦРБ»

² федеральное государственное бюджетное учреждение «Клиническая больница» Управления делами Президента Российской Федерации

В данной работе рассматривается возможность использования искусственного интеллекта для дифференциальной диагностики нормального старения, умеренных когнитивных нарушений, болезни Паркинсона и деменции. В исследовании были проанализированы 77 протоколов ACE-III нейропсихологического обследования, а также применены современные методы статистического анализа, машинного обучения и обработки данных. Результаты показали, что модель машинного обучения имеет средний уровень точности. Исследование подчёркивает перспективность разработки моделей машинного обучения для дифференциальной диагностики на основе ACE-III, однако указывает на необходимость дополнительных признаков для более точной диагностики некоторых заболеваний.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, нейропсихологическое тестирование, дифференциальная диагностика Адденбрукская когнитивная шкала.

Финансирование: авторы заявляют об отсутствии финансирования.

Соблюдение этических стандартов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

✉ **Для корреспонденции:** Быков Вячеслав Вячеславович; slavik5854@yandex.ru

Статья получена: 03.11.2024 **Статья принята к печати:** 15.12.2024 **Опубликована онлайн:** 22.12.2024

DOI: 10.24075/vmedpsy.2024-02.06

POTENTIAL OF THE ADDENBROOKE'S COGNITIVE SCALE IN THE DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF NORMAL AGING, MILD COGNITIVE IMPAIRMENT, PARKINSON'S DISEASE AND DEMENTIA

Bykov VV¹ ✉, Kazymaev SA²

¹ State Budgetary Healthcare Institution of the Yaroslavl Region «Tutaevskaya Central Regional Hospital»

² Federal State Budgetary Institution «Clinical Hospital» of the Presidential Property Management Department of the Russian Federation

This paper considers the possibility of using artificial intelligence for differential diagnosis of normal aging, mild cognitive impairment, Parkinson's disease and dementia. The study analyzed 77 protocols of ACE-III neuropsychological examination and applied modern methods of statistical analysis, machine learning and data processing. The results showed that the machine learning model has an average level of accuracy but needs to be improved to increase its effectiveness in diagnosing some groups of patients. The research emphasizes the prospects of developing machine learning models for differential diagnostics based on ACE-III, however, it points out the need for additional features for more accurate diagnosis of certain diseases.

Keywords: differential diagnosis, artificial intelligence, machine learning, neuropsychological testing, Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised.

Funding: The authors declare no funding.

Compliance with ethical standards: The authors declare no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

✉ **Correspondence should be addressed:** Vyacheslav V. Bykov; slavik5854@yandex.ru

Received: 03.11.2024 **Accepted:** 15.12.2024 **Published online:** 22.12.2024

DOI: 0.24075/vmedpsy.2024-02.06

Введение. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в различные отрасли промышленности способствует оптимизации временных и финансовых затрат на обработку и анализ данных.

В области здравоохранения частные и государственные компании активно собирают медицинские данные, преимущественно биометрические, для разработки ИИ, который мог бы помогать в постановке диагноза и оценке состояния здоровья. Однако биометрические данные обладают низкой чувствительностью и специфичностью к оценке и выявлению психических расстройств.

В тоже время нейропсихологические тесты имеют долгую историю применения для выявления и оценки психических расстройств и показывают хорошие результаты чувствительности и специфичности, особенно в диагностике нейродегенеративных заболеваний. Это делает нейропсихологические тесты перспективными для создания на их основе моделей машинного обучения для дифференциальной диагностики ментальных нарушений. [1].

Одной из таких шкал является Addenbrooke's Cognitive Examination. Эта шкала была русифицирована, валидизирована, адаптирована под российскую культуру, и позволяет оценивать различные когнитивные домены в баллах [2]. Шкала обладает высокой чувствительностью и специфичностью к различным видам деменции и хорошо отражает нейрофизиологические корреляты изменений работы мозга [3]. Некоторые авторы также указывают на то, что построение моделей машинного обучения на основе этой шкалы может помочь в интерпретации теста и улучшить определение нарушений [4].

Поэтому мы решили выбрать эту шкалу для построения модели машинного обучения для дифференциальной диагностики нормального старения, умеренных когнитивных нарушений, болезни Паркинсона и деменции.

Методы. Были проанализированы 77 протоколов ACE-III нейропсихологического обследования.

В выборку вошли:

· группа нормы — 13.0 человек, средний возраст — 67.31 ± 12.80 ;

· пациенты с умеренными когнитивными нарушениями — 22.0 человека, средний возраст — 79.14 ± 7.5 ;

· больные с болезнью Паркинсона — 21.0 человек, средний возраст — 74.76 ± 8.23 ;

· пациенты с деменцией — 21.0 человек, средний возраст — 77.00 ± 7.21 .

В данной работе для статистического анализа и построения модели машинного обучения были использованы следующие методы и инструменты.

Для статистического анализа схожести средних значений когнитивных доменов по тесту ACE-III среди выбранных групп использовался тест Тьюки. А для построения моделей машинного обучения был выбран алгоритм градиентного бустинга. Данные были сбалансированы при помощи математического алгоритма Borderline-SMOTE [5]. Модель машинного обучения строилась по 8 признакам: общий балл по мини версии ACE-III, общий балл по полной версии ACE-III, возраст, когнитивные домены — внимание, память, скорость вербальных ассоциаций (беглость), речь, зрительно-пространственные функции.

Оценка модели проводилась на основе квадрата ошибки и доли верных ответов (accuracy).

Для реализации методов использовались библиотеки SciPy и catboost на языке программирования Python.

Таким образом, в работе были применены современные методы статистического анализа, машинного обучения и обработки данных.

Результаты. Средние значения по общему баллу по мини версии ACE-III, общему баллу полной версии ACE-III и беглости среди групп пациентов с болезнью Паркинсона и умеренными когнитивными нарушениями статистически не отличаются ($p > 0.05$).

Также не было обнаружено статистически значимых различий среди групп пациентов с болезнью Паркинсона, умеренными когнитивными нарушениями и нормой по когнитивным доменам (память, внимание, речь, зрительно-пространственные функции) ($p > 0.05$), см. рис. 1.

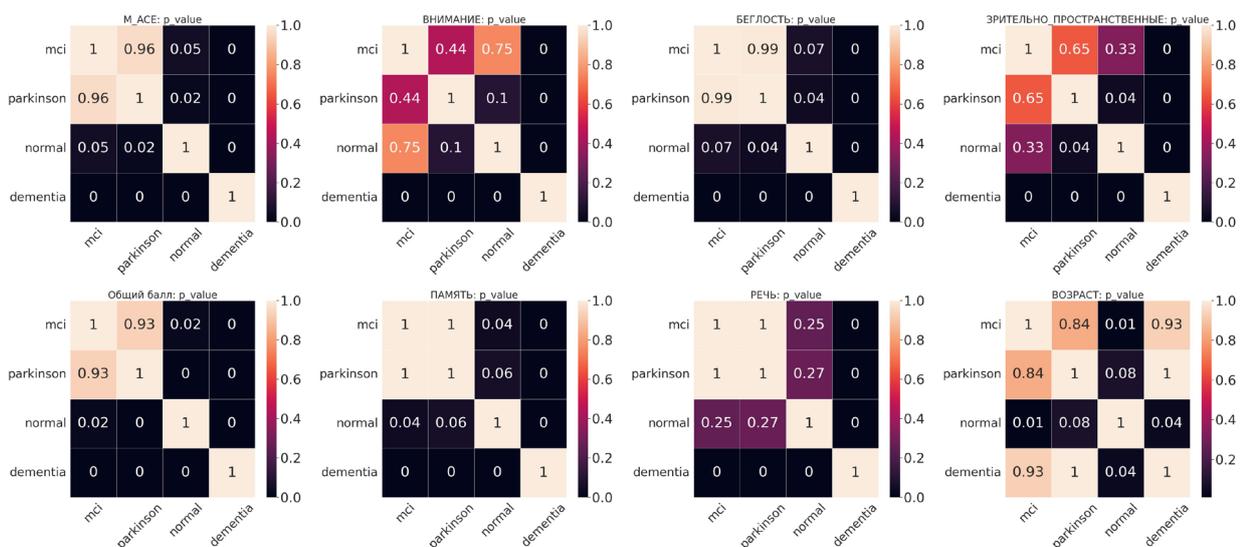


Рис. 1. Значение достоверности различий по когнитивным доменам между группами

mci-умеренные когнитивные нарушения, parkinson – болезнь Паркинсона, normal- контрольная группа, dementia – деменция, M_АСЕ- общий балл по мини версии ACE-III, p_value - вероятность

Модель машинного обучения имеет средний уровень точности (accuracy = 0.67), что свидетельствует о её способности правильно классифицировать случаи когнитивных нарушений в целом. Однако при рассмотрении отдельных групп пациентов результаты оказались менее удовлетворительными. В частности, для группы

пациентов с умеренными когнитивными нарушениями F1-мера составила 0.55, что указывает на необходимость доработки модели для повышения её точности в этой группе. Особенно низкие результаты были получены для пациентов с болезнью Паркинсона: F1-мера оказалась равной нулю см. таб.1, 2 и рис 2.

Таблица 1. Значение метрик модели машинного обучения

Группа	Точность	Полнота	F1-мера	Количество значений
1	2	3	4	5
Деменция	1.00	1.00	1.00	3
Умеренные когнитивные нарушения	0.50	0.60	0.55	5
Контроль	1.00	0.86	0.92	7
Болезнь паркинсона	0.00	0.00	0.00	3

Таблица 2. Значение доли верных ответов (accuracy) модели машинного обучения

Метрика	Значение
1	2
Accuracy	0,67
Macro avg	0,62
Weighted avg	0,69

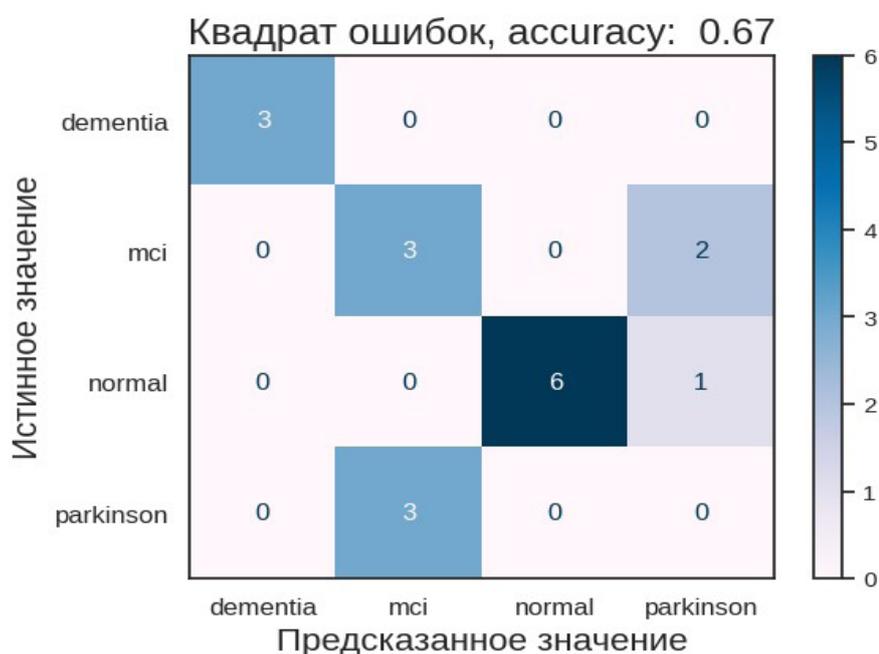


Рис. 2. Квадрат ошибок

mci-умеренные когнитивные нарушения, parkinson – болезнь Паркинсона, normal- контроль, demetia – деменция.

В процессе обработки данных выявлены трудности дифференциации умеренных когнитивных нарушений и болезни Паркинсона. Пациентов с болезнью Паркинсона – 3 человека из 3-х – он опознал как пациентов с

умеренными когнитивными нарушениями. А пациентов с умеренными когнитивными нарушениями, 2 человека из 5, он опознал как пациентов с болезнью Паркинсона.



Рис. 3. Усредненные когнитивные профили пациентов с деменцией, умеренными когнитивными нарушениями, пациентов с болезнью Паркинсона и группой нормы.

mci-умеренные когнитивные нарушения, parkinson – болезнь Паркинсона, normal- контроль, demetia – деменция, M_ACE- общий балл по мини версии ACE-III, p_value - вероятность.

Выводы.

Дифференциальные возможности методики ACE-III в отношении пациентов с болезнью Паркинсона от пациентов с умеренными когнитивными нарушениями не велики, а их когнитивные профили очень схожи см. рис.3

На графике видно, что профили пациентов групп с болезнью Паркинсона и умеренными когнитивными нарушениями значимо не отличаются.

В тоже время модель машинного обучения хорошо отличает пациентов группы нормы от пациентов с деменцией и умеренными когнитивными нарушениями см. рис. 2.

Для повышения возможностей методики ACE-III в дифференциальной диагностике пациентов с болезнью Паркинсона необходимы дополнительные признаки, специфичные для пациентов с болезнью паркинсона и/или значительный объём данных.

Наше исследование показало перспективность разработки моделей машинного обучения для дифференциальной диагностики на основе ACE-III, однако по всей видимости для некоторых заболеваний необходимы будут дополнительные признаки.

Литература

- Garcia-Gutierrez, F. at all. Diagnosis of Alzheimer's disease and behavioural variant frontotemporal dementia with machine learning-aided neuropsychological assessment using feature engineering and genetic algorithms. *Int J Geriatr Psychiatry* / Garcia-Gutierrez, F., Delgado-Alvarez, A., Delgado-Alonso, C., Díaz-Álvarez, J. 2021 Dec 11;37(2). doi: 10.1002/gps.5667. Epub ahead of print. PMID: 34894410.
- Варако, Н.А., Архипова, Д.В., Ковязина, М.С., Юсупова, Д.Г. с соавт. Адденбрукская шкала оценки когнитивных функций III (Adden-brooke s cognitive examination III — ACE-III): лингвокультурная адаптация русскоязычной версии / Н.А. Варако, Д.В. Архипова, М.С. Ковязина, Д.Г. Юсупова с соавт. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2022; 16(1): 53-58. DOI: <https://doi.org/10.54101/ACEN.2022.L7>
- Cabrera-Martín MN, Nespral P, Valles-Salgado M, Bascañana P, Delgado-Alonso C, Delgado-Álvarez A, Fernández-Romero L, López-Carbonero JI, Díez-Cirarda M, Gil-Moreno MJ, Matías-Guiú J, Matias-Guiú JA. FDG-PET-based neural correlates of Addenbrooke's cognitive examination III scores in Alzheimer's disease and frontotemporal degeneration. *Front Psychol.* 2023 Nov 16;14:1273608. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1273608. PMID: 38034292; PMCID: PMC10687370.
- Prats-Sedano M.A. at all. The revised Addenbrooke's Cognitive Examination can facilitate differentiation of dementia with Lewy bodies from Alzheimer's disease / Prats-Sedano M.A., Savulich G., Surendranathan A., Donaghy P.C. at all. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2021 Jun;36(6):831-838. doi: 10.1002/gps.5483. Epub 2020 Dec 14. PMID: 33275793; PMCID: PMC8247047
- Han, H.,Wen-Yuan, W., Bing-Huan M., Borderline-SMOTE: a new over-sampling method in imbalanced data sets learning / Han, H.,Wen-Yuan, W., Bing-Huan M. // *Advances in intelligent computing*, 2005.

References

- Garcia-Gutierrez, F. at all. Diagnosis of Alzheimer's disease and behavioural variant frontotemporal dementia with machine learning-aided neuropsychological assessment using feature engineering and genetic algorithms. *Int J Geriatr Psychiatry* / Garcia-Gutierrez, F., Delgado-Alvarez, A., Delgado-Alonso, C., Díaz-Álvarez, J. 2021 Dec 11;37(2). doi: 10.1002/gps.5667. Epub ahead of print. PMID: 34894410.
- Varako, N.A., Arkhipova, D.V., Kovyazina, M.S., Yusupova, D.G. s soavt. Addenbrukskaya shkala otsenki kognitivnykh funktsiy III (Adden-brooke s cognitive examination III — ACE-III): lingvokul'turnaya adaptatsiya russkoyazychnoy versii / N.A. Varako, D.V. Arkhipova, M.S. Kovyazina, D.G. Yusupova s soavt. *Annaly klinicheskoy i eksperimental'noy neurologii* 2022; 16(1): 53-58. DOI: <https://doi.org/10.54101/ACEN.2022.L7>
- Cabrera-Martín MN, Nespral P, Valles-Salgado M, Bascañana P, Delgado-Alonso C, Delgado-Álvarez A, Fernández-Romero L, López-Carbonero JI, Díez-Cirarda M, Gil-Moreno MJ, Matías-Guiú J, Matias-Guiú JA. FDG-PET-based neural correlates of Addenbrooke's cognitive examination III scores in Alzheimer's disease and frontotemporal degeneration. *Front Psychol.* 2023 Nov 16;14:1273608. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1273608. PMID: 38034292; PMCID: PMC10687370.
- Prats-Sedano M.A. at all. The revised Addenbrooke's Cognitive Examination can facilitate differentiation of dementia with Lewy bodies from Alzheimer's disease / Prats-Sedano M.A., Savulich G., Surendranathan A., Donaghy P.C. at all. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2021 Jun;36(6):831-838. doi: 10.1002/gps.5483. Epub 2020 Dec 14. PMID: 33275793; PMCID: PMC8247047
- Han, H.,Wen-Yuan, W., Bing-Huan M., Borderline-SMOTE: a new over-sampling method in imbalanced data sets learning / Han, H.,Wen-Yuan, W., Bing-Huan M. // *Advances in intelligent computing*, 2005.