

RUDNIK, Anna, JENDRO, Oliver, MASTEJ, Aleksandra, GOLUCHOWSKA, Natalia, RZEPNIEWSKI, Piotr, ZATORSKI, Tymon and NOWAK, Artur. Artificial intelligence is revolutionizing everyday medical practice. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;28(1):155-165. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.28.01.012>  
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/44856>  
<https://zenodo.org/record/8174074>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of 17.07.2023 No. 32318. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences).  
Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17.07.2023 Lp. 32318. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159.  
Przypisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).  
© The Authors 2023;  
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 30.06.2023. Revised: 20.07.2023. Accepted: 20.07.2023. Published: 25.07.2023.

## Artificial intelligence is revolutionizing everyday medical practice

Anna Rudnik

Faculty of Medicine, Medical University of Warsaw, ul. Żwirki i Wigury 61, 02-091  
Warszawa

<https://orcid.org/0009-0003-8752-6610>

[annarudniik@gmail.com](mailto:annarudniik@gmail.com)

Oliver Jendro

Szpital Matki Bożej Nieustającej Pomocy w Wołominie ul. Gdyńska 1/3, 05-200  
Wołomin

<https://orcid.org/0009-0006-4910-8751>

[oliverjendro@gmail.com](mailto:oliverjendro@gmail.com)

Aleksandra Mastej

Gabinet Stomatologiczny Dental Studio Sokratesa 2B lok.1, 01-909 Warszawa

<https://orcid.org/0000-0001-8673-3210>

[aleksandramastej97@gmail.com](mailto:aleksandramastej97@gmail.com)

Natalia Gołuchowska

Wojskowy Instytut Medyczny Państwowy Instytut Badawczy ul. Szaserów 128, 04-141  
Warszawa

<https://orcid.org/0000-0002-1928-175X>

[goluchowskan@gmail.com](mailto:goluchowskan@gmail.com)

Piotr Rzepniewski

Wojskowy Instytut Medyczny Państwowy Instytut Badawczy ul. Szaserów 128, 04-141  
Warszawa

<https://orcid.org/0000-0002-6458-2121>

[rzepniewskipiotr@gmail.com](mailto:rzepniewskipiotr@gmail.com)

Tymon Zatorski

UCK WUM Szpital Kliniczny Dzieciątka Jezus ul. Lindleya 4, 02-005 Warszawa

<https://orcid.org/0009-0004-1746-7755>

[tymzat1@gmail.com](mailto:tymzat1@gmail.com)

Artur Nowak

Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Garwolinie ul. Lubelska 50, 08-  
400 Garwolin

<https://orcid.org/0009-0006-9731-9713>

[arturnwk80@gmail.com](mailto:arturnwk80@gmail.com)

Abstract

Introduction

This article discusses the impact of artificial intelligence (AI) on the medical field and its daily use in the practice of medicine. AI has applications in many stages of patient care, i.e.: prevention, diagnosis, personalising treatment plans, predicting disease progression and therapeutic outcomes or analysing medical images. GPs play a key role in patient care, but due to the complexity of medicine and the variety of symptoms, care and diagnosis can be time-consuming and difficult.

Methods and materials

The aim of this study is to explore and evaluate the potential of artificial intelligence in the process of diagnosing diseases by physicians and to provide practical suggestions and insights for its use in medical practice to improve the quality of healthcare.

The methodology was based on material from PubMed and a review of the scientific literature on previous research and developments in AI in medicine.

## State of knowledge

Investment in artificial intelligence (AI) in medicine is growing rapidly. The role of GPs in patient care is highlighted and examples of the use of AI in everyday medical practice are given, including the role of Chatbots and the use of AI in specialised treatment.

## Conclusions

The conclusions of the article highlight the potential of AI in the area of physician-diagnosed diseases to reduce diagnosis time, increase accuracy of diagnoses and improve healthcare efficiency.

Final diagnosis and therapy should still be determined by a qualified physician. There are areas where the doctor cannot be replaced by AI.

AI cannot replace a doctor's diagnostic intelligence, empathy and rapport therefore doctors need to find a balance between these combinations to achieve better health outcomes with the highest possible care for patients.

## Keywords

artificial intelligence (AI), family physician, analysis of clinical studies, improvement of healthcare quality.

## Abstrakt

### Wprowadzenie

W artykule omówiono wpływ sztucznej inteligencji (SI) na dziedzinę medycyny i jej codzienne zastosowanie w praktyce lekarskiej. SI ma zastosowanie w wielu etapach opieki nad pacjentem tj.: profilaktyka, diagnostyka, personalizowanie planów leczenia, prognozowanie postępu choroby i efektów terapeutycznych czy analiza obrazów medycznych. Lekarze rodzinni odgrywają kluczową rolę w opiece zdrowotnej nad pacjentami jednak ze względu na złożoność medycyny i różnorodność objawów, opieka i diagnoza mogą być czasochłonne i trudne.

### Cel i metodyka

Celem pracy jest zbadanie i ocena potencjału sztucznej inteligencji w procesie diagnozowania chorób przez lekarzy oraz dostarczenie praktycznych wskazówek i wniosków dotyczących jej wykorzystania w praktyce medycznej w celu poprawy jakości opieki zdrowotnej.

Metodologię oparto na materiałach ze strony PubMed i przeglądzie literatury naukowej dotyczącej dotychczasowych badań i osiągnięć w dziedzinie SI w medycynie.

#### Opis stanu wiedzy

Inwestycje w sztuczną inteligencję (SI) w medycynie rosną w błyskawicznym tempie. Podkreśla się rolę lekarzy rodzinnych w opiece nad pacjentem i podano przykłady zastosowania SI w codziennej praktyce lekarskiej, przedstawiono m.in. rolę Chatbotów oraz użycia SI w specjalistycznym leczeniu.

#### Wnioski

Wnioski z artykułu podkreślają potencjał sztucznej inteligencji w obszarze chorób diagnozowanych przez lekarzy co umożliwia skrócenie czasu diagnozy, zwiększenie trafności diagnoz oraz poprawę skuteczności opieki zdrowotnej.

SI nie może zastąpić inteligencji diagnostycznej, empatii i relacji lekarza dlatego lekarze muszą znaleźć równowagę między tymi kombinacjami, aby uzyskać lepsze wyniki zdrowotne z zapewnieniem jak najwyższej dbałości o pacjentów.

#### Słowa kluczowe (j.polski)

sztuczna inteligencja (SI), lekarz rodzinny, analiza badań klinicznych, poprawa jakości opieki zdrowotnej

#### Wprowadzenie

Pojęcie Sztucznej Inteligencji (SI), jednej z najdynamiczniej rozwijających się technologii na świecie, po raz pierwszy zostało użyte przez Johna McCarthy'ego na konferencji w Darmouth w 1956 roku. Niemniej jednak, uważa się, że ojcem SI jest Alan Turing, brytyjski matematyk i kryptolog. Definicja sztucznej inteligencji może różnić się w zależności od kontekstu i punktu widzenia badacza, ale ogólnie odnosi się do tworzenia inteligentnych systemów komputerowych. Tego rodzaju systemy są w stanie wykonywać zadania, które tradycyjnie były powierzone ludzkiej inteligencji, takie jak rozumienie, nauka, przewidywanie, planowanie, rozwiązywanie problemów, przetwarzanie języka naturalnego i podejmowanie decyzji. [1]

Diagnostyka medyczna odgrywa kluczową rolę w zapewnianiu odpowiedniej opieki zdrowotnej pacjentom. Lekarze rodzinni, ze względu na szeroki zakres swojej praktyki, często muszą radzić sobie z różnorodnymi przypadkami i objawami chorób. W takich

sytuacjach SI może stanowić wartościowe wsparcie, umożliwiając analizę danych medycznych, rozpoznawanie wzorców i udzielanie pomocy lekarzom przy podejmowaniu decyzji diagnostycznych.

Wraz z postępem technologicznym i łatwiejszym dostępem do danych medycznych, SI staje się coraz bardziej obiecującym narzędziem.

Podstawą medycyny opartej na dowodach jest ustalenie korelacji klinicznych i spostrzeżeń poprzez rozwijanie skojarzeń i wzorców z istniejącej bazy danych informacji. Tradycyjnie stosuje się metody statystyczne w celu ustalenia tych wzorców i skojarzeń.

Istnieje wiele technik i metod SI, które mają zastosowanie w praktyce medycznej. Komputery uczą się sztuki diagnozowania pacjenta za pomocą dwóch szerokich technik - schematów blokowych i podejścia bazodanowego. Kolejne przykłady obejmują uczenie maszynowe, głębokie sieci neuronowe, algorytmy klasyfikacji i analizę obrazów medycznych. Wykorzystanie tych technik może przyczynić się do skrócenia czasu oczekiwania na diagnozę, zwiększenia trafności diagnoz oraz poprawy ogólnych wyników leczenia. [2]

Niemniej jednak, rozwój sztucznej inteligencji w diagnozowaniu chorób stawia również przed nami wyzwania i pytania etyczne. Konieczne jest odpowiednie uwzględnienie aspektów prywatności danych pacjentów, odpowiedzialności lekarzy oraz zapewnienie bezpieczeństwa i niezawodności systemów opartych na SI.

W ramach tej pracy zostaną przeanalizowane zalety, wyzwania i perspektywy związane z rozwojem sztucznej inteligencji w diagnozowaniu chorób przez lekarzy. [3]

## Cel i metodyka

Celem pracy jest zbadanie i ocena potencjału sztucznej inteligencji w procesie diagnozowania chorób przez lekarzy oraz dostarczenie praktycznych wskazówek i wniosków dotyczących jej wykorzystania w praktyce medycznej.

Metodologię oparto na materiałach ze strony PubMed i przeglądzie literatury naukowej dotyczącej dotychczasowych badań i osiągnięć w dziedzinie SI w medycynie. W tym celu zostały przestudiowane publikacje naukowe, artykuły specjalistyczne, raporty i dokumenty związane z tematem.

## Stan wiedzy

Inwestycje w sztuczną inteligencję (SI) w medycynie rosną w błyskawicznym tempie. W 2016 roku największa część nakładów finansowych w badania nad SI dotyczyła zastosowań w opiece zdrowotnej w porównaniu z innymi sektorami.

Według raportu „Artificial Intelligence (AI) in Healthcare Market 2022 – 2030” wielkość globalnego rynku SI w opiece zdrowotnej została oszacowana na 15,1 mld dolarów w 2022 r. i oczekuje się, że do 2030 r. przekroczy około 187,95 mld dolarów. [4]

Te inwestycje mają na celu rozwój zaawansowanych technologii SI, badania naukowe oraz wdrożenie rozwiązań wspierających sektor medyczny. Przewiduje się, że mają one przyczynić się do poprawy skuteczności diagnozowania, zoptymalizowania procesów opieki zdrowotnej oraz umożliwienia spersonalizowanej i precyzyjnej opieki dla pacjentów. To długoterminowe zaangażowanie w rozwój SI w medycynie przyniesie szereg korzyści zarówno dla pacjentów, jak i dla profesjonalistów medycznych.

Sztuczną inteligencję w medycynie można podzielić na dwa podtypy: część wirtualną i fizyczną. Część wirtualna obejmuje aplikacje takie jak systemy elektronicznej dokumentacji medycznej oraz oparte na sieciach neuronowych wskazówki dotyczące decyzji terapeutycznych. Część fizyczna zajmuje się robotami pomagającymi w przeprowadzaniu operacji, inteligentnymi protezami dla osób niepełnosprawnych i opieką nad osobami starszymi. [5]

Nowoczesne podejście do opieki zdrowotnej podkreśla nadrzędne znaczenie lekarza jako pierwszego kontaktu dla pacjentów. Ważne jest eliminowanie przeszkód i ułatwianie dostępu do usług medycznych dla wszystkich pacjentów, jak również promowanie zdrowego stylu życia i działań profilaktycznych w celu zapobiegania chorobom.

Poniżej przedstawiono przykłady, w jaki sposób SI może być wykorzystywana w gabinecie lekarza rodzinnego:

1. Diagnozowanie chorób: SI może analizować objawy, wyniki badań laboratoryjnych i obrazowych, a także historię chorób pacjentów, aby wspomóc lekarza w diagnozowaniu różnych schorzeń. Algorytmy uczenia maszynowego mogą szybko analizować duże

ilości danych i nakierowywać lekarza na potencjalne diagnozy lub sugestie dotyczące dalszych badań.

2. Prognozowanie ryzyka chorób: Na podstawie danych pacjenta, takich jak wiek, płeć, historia chorób i styl życia, SI może pomóc w określeniu ryzyka wystąpienia różnych chorób na przykład ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych czy cukrzycy i sugerować odpowiednie zmiany stylu życia lub działania profilaktyczne. [6]

3. Monitorowanie pacjentów: SI może wspomagać lekarza w monitorowaniu pacjentów i analizowaniu wyników ciśnienia krwi, poziomu glukozy we krwi czy aktywności fizycznej. Systemy SI są wyczułone na ewentualne nieprawidłowości lub zmiany, które mogą wymagać interwencji medycznej.

4. Indywidualne planowanie leczenia: Algorytmy uczenia maszynowego mogą analizować dane pacjenta i sugerować stosowanie odpowiednich leków wraz z dawkowaniem czy terapię, po uwzględnieniu indywidualnych czynników pacjenta.

5. Automatyzacja zadań administracyjnych: Na przykład systemy oparte na SI mogą obsługiwać harmonogramy wizyt, zarządzać danymi pacjentów, tworzyć raporty czy wspomagać w procesie klasyfikowania usług medycznych. [7]

Kolejnym elementem obecnym w medycynie są Chatboty. Chatboty są programami komputerowymi, które wykorzystują technologię przetwarzania języka naturalnego, aby rozumieć i odpowiadać na słowa użytkowników. Zostały zaprojektowane jako konsultanci, którzy mogą pomagać w osiągnięciu różnych celów, w tym także zdrowotnych. Są innowacyjnym podejściem w dziedzinie teleopieki i profilaktyki, mając potencjał do zwiększenia zaangażowania pacjentów w dbanie o swoje zdrowie, poprawy efektywności zachowań prozdrowotnych i obniżenia kosztów opieki zdrowotnej.

Przykładem specjalistycznego zastosowania SI jest poszukiwanie i udoskonalanie farmaceutyków skierowanych przeciwko konkretnej chorobie. Konwencjonalne metody są nie tylko długotrwałe, ale także bardzo kosztowne. Wykorzystanie sztucznej inteligencji umożliwiło szybkie wytypowanie leku przeciwwirusowego przeciwko wirusowi Ebola spośród istniejących już leków, co w przeciwnym razie zajęłoby lata.[1]

Istnieją badania, w których systemy SI przewyższyły dermatologów w prawidłowym klasyfikowaniu podejrzanych zmian skórnych. Systemy te są w stanie przyswoić w

ciągu kilku minut więcej przypadków niż lekarz nawet w ciągu całego życia. [8] Badania przeprowadzone przez Fujisawę i współpracowników w 2019 roku wykazały, że specjaliści dermatologii różnicowali złośliwe i łagodne choroby nowotworowe skóry celniej niż lekarze w trakcie specjalizacji z dermatologii (odpowiednio 85,3% i 74,4%), natomiast algorytmy SI zrobiły to z najwyższą dokładnością (92,4%). [9] W 2020 roku Liu i wspólnicy porównali prawidłowość diagnoz stawianych przez sztuczną inteligencję, specjalistów dermatologów i lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej. Algorytm SI postawił prawidłowe rozpoznanie w 66%, dermatolodzy w 63%, lekarze POZ w 44%. W diagnostyce różnicowej obejmującej trzy najbardziej prawdopodobne rozpoznania trafność sztucznej inteligencji osiągnęła poziom 90%, a dermatologów (75%). [10]

Praca lekarza nie polega wyłącznie na badaniu klinicznym pacjenta dużą część pracy stanowi prowadzenie dokumentacji medycznej. Badanie przeprowadzone w 2016 roku wykazało, że lekarze spędzali 27% swojego dnia pracy w gabinecie na bezpośrednim kontakcie klinicznym z pacjentami i spędzali 49,2% dnia pracy w gabinecie na elektronicznej dokumentacji szpitalnej i pracy przy biurku. Zwiększone wykorzystanie SI w medycynie zmniejsza nakład pracy biurowej, wydłuża czas na badanie przedmiotowe i zwiększa produktywność, precyzję i skuteczność. [11,12]

Maszyny mogą stanowić cenne wsparcie dla lekarzy, poprawiając interakcję między nimi a pacjentami. Warto jednak podkreślić, że to wciąż ludzie są kluczowymi członkami zespołów medycznych i istotne jest budowanie efektywnych zespołów i komunikacji. [13]

Warto jednak pamiętać, że SI nie zastępuje lekarza rodzinnego, ale stanowi narzędzie wspomagające, które może pomóc w podejmowaniu decyzji medycznych i zwiększeniu efektywności opieki medycznej. Lekarz pozostaje kluczowym elementem w procesie diagnozowania, leczenia i opieki nad pacjentem.

SI będzie integralną częścią medycyny w przyszłości. Dlatego ważne jest, aby szkolić nowe pokolenie stażystów medycznych w zakresie koncepcji i zastosowania sztucznej inteligencji oraz tego, jak efektywnie funkcjonować w przestrzeni roboczej obok maszyn, aby uzyskać lepszą produktywność, a także rozwijać w nich umiejętności miękkie, takie jak empatia. Ważne jest, aby lekarze podstawowej opieki zdrowotnej byli



dobrze zorientowani w przyszłych postępach SI i nowym nieznanym terytorium, do którego zmierza świat medycyny.

#### Podsumowanie

Praca na temat rewolucji sztucznej inteligencji w medycynie przedstawia znaczenie i potencjał SI w poprawie opieki zdrowotnej na poziomie podstawowej opieki medycznej. W pracy omawiane są kluczowe punkty, takie jak poprawa diagnostyki, monitorowanie pacjenta, personalizowana opieka, prognozowanie procesu leczenia pacjenta oraz usprawnienie sektora administracyjnego.

W przyszłości SI będzie integralną częścią medycyny, jednak kluczową rolę w diagnozowaniu, leczeniu i opiece nad pacjentem nadal będą pełnić lekarze. Celem powinno być znalezienie wzajemnie korzystnej równowagi między efektywnym wykorzystaniem automatyzacji i sztucznej inteligencji a doświadczeniem i osądem lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej. Jest to niezbędne, ponieważ całkowite zastąpienie ludzi w medycynie przez sztuczną inteligencję nie jest możliwe.

#### Materiały dodatkowe

##### Autorskie Wkłady

Konceptualizacja, AR, OJ; metodologia, NG, AM; dochodzenie, TZ, AN; pisanie - oryginalne przygotowanie projektu, AR, PRz, NG, TZ, AM, OJ, AN; pisanie - recenzja i edycja, AR, TZ, NG.

Wszyscy autorzy przeczytali i zgodzili się na opublikowaną wersję manuskryptu.

##### Finansowanie

Badania te nie otrzymały żadnego zewnętrznego finansowania.

##### Oświadczenie instytucjonalnej komisji rewizyjnej

Nie dotyczy.

##### Oświadczenie o świadomej zgodzie

Nie dotyczy.

##### Oświadczenie o dostępności danych

Nie dotyczy.

Konflikt interesów

Autor nie zgłasza konfliktu interesów.

Piśmiennictwo:

[1] Patrzyk Sebastian, Woźniacka Anna: Sztuczna inteligencja w medycynie, UMedical Reports, vol. 6/2022, 2022, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ISBN 978-83-67198- 09-7, 30 p.

[2] Rewolucja AI. Jak sztuczna inteligencja zmieni biznes w Polsce (2017), Warszawa, McKinsey&Company, „Forbes Polska”

[3] Murdoch, B. Privacy and artificial intelligence: challenges for protecting health information in a new era. BMC Med Ethics 22, 122 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12910-021-00687-3>

[4] Artificial Intelligence (AI) in Healthcare Market (By Component: Software, Hardware, Services; By Application: Virtual Assistants, Diagnosis, Robot Assisted Surgery, Clinical Trials, Wearable, Others; By Technology: Machine Learning, Natural Language Processing, Context-aware Computing, Computer Vision; By End User) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2022 – 2030, Precedence Research. February 2023

[5] Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. Metabolism. 2017 Apr;69S:S36-S40. doi: 10.1016/j.metabol.2017.01.011. Epub 2017 Jan 11. PMID: 28126242.

[6] Bajwa J, Munir U, Nori A, Williams B. Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. Future Healthc J. 2021 Jul;8(2):e188-e194. doi: 10.7861/fhj.2021-0095. PMID: 34286183; PMCID: PMC8285156.

[7] Jacqueline K. Kueper MSc Primer for artificial intelligence in primary care. Can Fam Physician 2021;67:889-93. DOI: 10.46747/cfp.6712889

- [8] Shpudeiko V, Sokolov K, Sidaruk H. Artificial intelligence in solving dermatological problems. *Dermatology Review/Przegląd Dermatologiczny*. 2022;109(5):361-367. doi:10.5114/dr.2022.125685.
- [9] Fujisawa Y, Otomo Y, Ogata Y, Nakamura Y, Fujita R, Ishitsuka Y, Watanabe R, Okiyama N, Ohara K, Fujimoto M. Deep-learning-based, computer-aided classifier developed with a small dataset of clinical images surpasses board-certified dermatologists in skin tumour diagnosis. *Br J Dermatol*. 2019 Feb;180(2):373-381. doi: 10.1111/bjd.16924. Epub 2018 Sep 19. PMID: 29953582.
- [10] Liu Y, Jain A, Eng C, Way DH, Lee K, Bui P, Kanada K, de Oliveira Marinho G, Gallegos J, Gabriele S, Gupta V, Singh N, Natarajan V, Hofmann-Wellenhof R, Corrado GS, Peng LH, Webster DR, Ai D, Huang SJ, Liu Y, Dunn RC, Coz D. A deep learning system for differential diagnosis of skin diseases. *Nat Med*. 2020 Jun;26(6):900-908. doi: 10.1038/s41591-020-0842-3. Epub 2020 May 18. PMID: 32424212.
- [11] Sinsky C, Colligan L, Li L, Prgomet M, Reynolds S, Goeders L, Westbrook J, Tutty M, Blike G. Allocation of Physician Time in Ambulatory Practice: A Time and Motion Study in 4 Specialties. *Ann Intern Med*. 2016 Dec 6;165(11):753-760. doi: 10.7326/M16-0961. Epub 2016 Sep 6. PMID: 27595430.
- [12] Amisha, Malik P, Pathania M, Rathaur VK. Overview of artificial intelligence in medicine. *J Family Med Prim Care*. 2019 Jul;8(7):2328-2331. doi: 10.4103/jfmprc.jfmprc\_440\_19. PMID: 31463251; PMCID: PMC6691444.
- [13] Pimlott N. Artificial intelligence and the family physician. *Can Fam Physician*. 2021 Dec;67(12):879. doi: 10.46747/cfp.6712879. PMID: 34906926; PMCID: PMC8670637.