

AI w leczeniu schizofrenii: personalizacja terapii i predykcja nawrotów

AI in schizophrenia treatment: personalizing therapy and predicting relapses

Jan Barański

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

Summary

The aim of the article is to present the potential of artificial intelligence (AI) in the treatment of schizophrenia, with particular emphasis on the personalization of therapy and the prediction of relapses of the illness. The significance of schizophrenia as a serious health problem and the therapeutic challenges associated with it are discussed, such as the low effectiveness of traditional treatment methods and difficulties in adherence to recommendations by patients.

The application of AI in the analysis of large datasets, such as biometric, behavioral, or genetic information, which support the individualization of therapy, is analyzed. Examples of projects using AI are presented, such as the analysis of patients' language for the early detection of relapses or devices monitoring the health status of patients in real time. It is indicated that such solutions may lead to an improvement in treatment effectiveness and a reduction in the number of hospitalizations.

Particular attention is paid to predictive algorithms based on machine learning, which enable the prediction of relapses of schizophrenia based on complex data patterns. The importance of the integration of AI with VR and AR technologies is also emphasized, which can support patients in learning to cope with symptoms. The paper ends with a reflection on the future of AI in psychiatry, indicating its potential in improving the accessibility and quality of healthcare, especially in regions with limited resources.

Słowa kluczowe: schizofrenia, sztuczna inteligencja, personalizacja terapii

Key words: schizophrenia, artificial intelligence, therapy personalization

Znaczenie problemu i rola AI w psychiatrii

1.1. Definicja i znaczenie schizofrenii

Schizofrenia to poważne zaburzenie psychiczne, które dotyka około 1% populacji globalnej, co oznacza, że na całym świecie żyje około 78 milionów osób cierpiących na to zaburzenie [1]. Charakteryzuje się ono takimi objawami, jak halucynacje, urojenia i trudności w myśleniu, co może prowadzić do poważnych zaburzeń w codziennym funkcjonowaniu pacjentów. Schizofrenia jest jednym z głównych wyzwań w psychiatrii, zarówno pod względem diagnostycznym, jak i terapeutycznym. Leczenie choroby opiera się w pierwszej kolejności na farmakoterapii, która pomaga w zmniejszeniu objawów psychotycznych, oraz na terapii psychologicznej, w tym terapii poznawczo-behawioralnej, pomagającej pacjentom radzić sobie z objawami choroby [2].

1.2. Wyzwania w leczeniu schizofrenii

Leczenie schizofrenii wiąże się z wieloma trudnościami, przede wszystkim ze względu na problemy z utrzymaniem pacjentów w terapii oraz niepożądane efekty uboczne leków przeciwpsychotycznych, takie jak przyrost masy ciała, zaburzenia metaboliczne i inne powikłania zdrowotne. Z tego powodu, według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), około 30–40% pacjentów ze schizofrenią nie reaguje odpowiednio na tradycyjne leczenie [1]. Wielu pacjentów nie przestrzega też zaleceń terapeutycznych, co prowadzi do nawrotów choroby i zwiększa ryzyko hospitalizacji [3].

1.3. Rola sztucznej inteligencji w leczeniu schizofrenii

Sztuczna inteligencja (AI) ma ogromny potencjał w leczeniu schizofrenii. Dzięki analizie dużych zbiorów danych, takich jak informacje o zachowaniach pacjentów, dane biometryczne i wyniki badań genetycznych, AI może wspomagać lekarzy w precyzyjnym monitorowaniu stanu zdrowia pacjentów, a także w przewidywaniu nawrotów choroby. Zastosowanie sztucznej inteligencji pozwala na zindywidualizowanie terapii, co może prowadzić do lepszego zarządzania objawami oraz zwiększenia skuteczności leczenia [4].

Badania przeprowadzone przez Justynę Sarzyńską-Wawer, Aleksandra Wawera, Izabelę Chojnicką i Łukasza Okruszka, opublikowane w czasopiśmie „Cognitive Computation” [5], sprawdzają możliwość zastosowania sztucznej inteligencji w diagnostyce schizofrenii na podstawie analizy języka. W badaniu tym zastosowano algorytmy AI, które były trenowane na danych tekstowych pochodzących z wywiadów klinicznych przeprowadzonych z dorosłymi osobami ze schizofrenią. Algorytm wykazał wysoką skuteczność w identyfikacji wypowiedzi osób ze schizofrenią, osiągając precyzję na poziomie niemal 90%. Dane wejściowe dla algorytmu pochodziły z wywiadów, które obejmowały zarówno pytania ogólne, jak i abstrakcyjne, dotyczące np. osobistych przekonań czy postrzegania społeczeństwa. Badani nie znajdowali się w aktywnej

fazie psychozy, co sprawiało, że różnice w języku były subtelniejsze, a rozróżnienie osób z diagnozą od zdrowych – trudniejsze. Niemniej jednak algorytm AI osiągnął lepszą dokładność w diagnozowaniu niż doświadczony psychiatra, który oceniał te same teksty.

Wyniki wskazują na potencjał zastosowania algorytmów AI jako narzędzi wspierających psychiatrów i psychologów w diagnostyce schizofrenii, szczególnie w kontekście analizy postępów terapii i monitorowania subtelnych zmian w języku pacjentów. Badania te stanowią krok w kierunku rozwoju narzędzi AI, które mogą wspomagać proces diagnostyczny w obszarze psychiatrii, oferując obiektywne wsparcie w rozpoznawaniu zaburzeń psychicznych [5].

Kolejnym przykładem zastosowania AI jest system monitorowania pacjentów opracowany przez Harvard Medical School, który wykorzystuje urządzenia noszone przez pacjentów, takie jak opaski monitorujące aktywność i smartwatche, w celu zbierania danych o ich stanie zdrowia. System ten analizuje zmiany w rytmach ciała oraz inne parametry biometryczne, co pozwala na szybsze wykrywanie pogorszenia stanu zdrowia pacjentów. W badaniach wykazano, że takie podejście zmniejsza liczbę nieplanowanych wizyt szpitalnych o 20% oraz poprawia zarządzanie objawami u pacjentów ze schizofrenią [6].

We wdrażanych w krajach afrykańskich projektach, takich jak „AI4Africa”, sztuczna inteligencja umożliwia poprawę dostępu do psychiatrii w regionach wiejskich, gdzie brakuje specjalistów. Z danych projektu „AI4Africa” wynika, że AI zwiększyło dostęp do psychiatrii o 40% w regionach wiejskich, co stanowi istotny krok w zapewnieniu lepszej opieki zdrowotnej na tych obszarach [7].

2. Metody personalizacji terapii w leczeniu schizofrenii

2.1. Analiza wielowymiarowych danych pacjentów

W procesie personalizacji leczenia schizofrenii kluczowym elementem jest analiza wielowymiarowych danych pacjentów, które obejmują dane genetyczne, biometryczne, neuroobrazowe oraz behawioralne. Sztuczna inteligencja wykorzystuje te dane do modelowania odpowiedzi pacjentów na różne interwencje terapeutyczne, co umożliwia bardziej precyzyjne dopasowanie leczenia.

2.1.1. Dane genetyczne

Coraz więcej badań wskazuje na znaczną rolę, jaką odgrywają indywidualne różnice genetyczne w metabolizmie leków oraz w reakcji na terapie psychotropowe. Wykorzystanie algorytmów AI w analizie danych genomowych umożliwia identyfikację pacjentów, którzy mogą najlepiej reagować na konkretne substancje aktywne, a także pozwala unikać niepożądanych efektów ubocznych. Przykładem może być wykorzystanie algorytmu sztucznej inteligencji, który analizuje polimorfizmy genów metabolizujących leki (np. geny cytochromów P450, odpowiedzialne za metabolizm leków przeciwpsychotycznych) w celu przewidywania, które leki będą najlepiej to-

lerowane przez danego pacjenta. Dzięki temu można unikać niepożądanych reakcji i zwiększyć skuteczność leczenia [8].

2.1.2. Dane biometryczne i behawioralne

Równie ważne są dane behawioralne, takie jak poziom aktywności fizycznej, wzorce snu i inne zmiany w codziennym funkcjonowaniu pacjenta. W szczególności zmiany w rytmach biologicznych, takie jak zaburzenia snu, mogą stanowić wczesne wskazanie nawrotu objawów schizofrenii. Urządzenia typu *wearables* (np. opaski monitorujące aktywność fizyczną i sen) umożliwiają zbieranie danych na bieżąco. Analizując te dane za pomocą algorytmów uczenia maszynowego, można przewidywać pogorszenie stanu pacjenta jeszcze przed wystąpieniem bardziej widocznych objawów psychiatrycznych [9].

2.1.3. Przykłady implementacji

Przykładem praktycznej aplikacji AI w personalizacji terapii jest system, który wykorzystuje dane genetyczne oraz biometrie pacjenta, aby przewidzieć najbardziej efektywną terapię farmakologiczną. Modele uczenia maszynowego, takie jak Random Forests lub Support Vector Machines, mogą integrować dane z różnych źródeł, a na ich podstawie algorytmy prognozują odpowiedź na terapię, co pozwala na indywidualizację leczenia. Dzięki takim systemom lekarze mogą wybrać leki, które mają najwyższy potencjał skuteczności i najmniejsze ryzyko działań niepożądanych, poprawiając tym samym jakość leczenia pacjentów [10].

2.2. Systemy NLP (przetwarzanie języka naturalnego)

Przetwarzanie języka naturalnego (NLP) jest jednym z najnowszych i najbardziej obiecujących podejść w psychiatrii, zwłaszcza w kontekście monitorowania mowy pacjentów w schizofrenii. Zaburzenia mowy, takie jak dezorganizacja myślenia czy zmniejszona płynność mowy, są powszechnie obserwowane u pacjentów ze schizofrenią i stanowią kluczowy wskaźnik pogorszenia stanu zdrowia psychicznego. Analiza mowy pacjentów za pomocą technologii NLP pozwala na wychwycenie subtelnych zmian, które mogą sygnalizować wczesne objawy nawrotu choroby.

2.2.1. Zastosowanie NLP w monitorowaniu mowy

Zaawansowane modele NLP, takie jak BERT, GPT-3 czy LSTM, są w stanie przeanalizować ogromne zbiory danych tekstowych, w tym zapisane transkrypcje rozmów pacjentów, wychytując w nich drobne zmiany w strukturze zdania, słownictwie i płynności mowy. Zmiany te są zwykle związane z pogorszeniem stanu psychicznego pacjenta, co może być użyteczne do monitorowania ich stanu w czasie rzeczywistym. Na przykład w ramach projektu TRUSTING opracowano system, który analizuje codzienne rozmowy pacjentów, wykrywając złożoność mowy oraz identyfikując wzorce, które mogą zwiastować nadchodzący epizod psychiatryczny [11].

2.2.2. Przykłady implementacji

W praktyce zastosowanie NLP w terapii schizofrenii może polegać na implementacji oprogramowania do analizy mowy, które współpracuje z aplikacjami mobilnymi pacjentów. Tego rodzaju systemy mogą na bieżąco monitorować zmiany w mowie, a następnie przysyłać dane do lekarzy w celu podjęcia szybkich działań. Dzięki temu możliwe jest wczesne wykrycie nawrotu lub zmiany w stanie pacjenta, co pozwala na szybsze wprowadzenie interwencji terapeutycznych [12].

2.3. Monitorowanie fizjologiczne

Integracja urządzeń noszonych (*wearables*) oraz aplikacji mobilnych staje się kluczowym narzędziem w monitorowaniu stanu fizycznego i psychicznego pacjentów ze schizofrenią. Dzięki ciągłemu śledzeniu parametrów fizjologicznych, takich jak aktywność fizyczna, sen, tętno czy zmienność rytmu serca, możliwe jest uchwycenie wczesnych objawów, które mogą wskazywać na pogorszenie stanu zdrowia pacjenta.

2.3.1. Monitorowanie snu i aktywności

Zaburzenia snu są jednym z wczesnych objawów związanych z pogorszeniem stanu pacjentów ze schizofrenią. Urządzenia *wearables* pozwalają na ciągłe monitorowanie jakości snu, jego faz oraz ogólnej aktywności fizycznej pacjenta, co jest cennym narzędziem w ocenie stanu zdrowia. Na przykład systemy AI mogą analizować zmiany w rytmach snu, które poprzedzają epizod psychotyczny, dając lekarzom możliwość wcześniejszego reagowania. Model AI mógłby zidentyfikować pacjentów, którzy wykazują nieprawidłowości w rytmach snu i aktywności, i wysłać powiadomienia do opiekunów medycznych, co pozwoliłoby na szybkie wprowadzenie interwencji [13].

2.3.2. Przykłady implementacji

Aplikacje mobilne współpracujące z urządzeniami noszonymi, takimi jak inteligentne zegarki, mogą monitorować aktywność fizyczną, sen i zmienność rytmu serca pacjentów. Systemy oparte na sztucznej inteligencji analizują te dane, wspierając przewidywanie nawrotów lub pogorszeń stanu zdrowia. Takie technologie umożliwiają szybsze interwencje oraz pomagają lekarzom i pacjentom w codziennym zarządzaniu zdrowiem psychicznym i fizycznym.

Urządzenia noszone są szczególnie przydatne w monitorowaniu wzorców snu, które mogą wskazywać na zbliżające się epizody psychotyczne. Przykłady takich zastosowań obejmują platformy integrujące dane z różnych sensorów, wspierające spersonalizowane podejście terapeutyczne [13].

3. Predykcja nawrotów schizofrenii

3.1. Algorytmy predykcyjne

Algorytmy predykcyjne oparte na sztucznej inteligencji umożliwiają analizowanie złożonych danych pacjentów w celu przewidywania nawrotów schizofrenii. Kluczowym mechanizmem jest uczenie maszynowe, które pozwala na tworzenie modeli opartych na identyfikowanych wzorcach [14].

3.1.1. Sieci neuronowe (Deep Learning)

Sieci neuronowe, a szczególnie modele głębokiego uczenia (*Deep Learning*), są podstawą nowoczesnych metod przewidywania nawrotów schizofrenii. Te sieci, inspirowane działaniem ludzkiego mózgu, przetwarzają informacje hierarchicznie. Dzięki warstwom ukrytym mogą analizować różnorodne dane, takie jak obrazy mózgu (np. fMRI), zmiany w mowie pacjenta, aktywność fizyczna czy wzorce snu [15].

Przykład: Sieć neuronowa analizuje obrazy mózgu, aby wykryć subtelne zmiany w strukturze, które mogą wskazywać na ryzyko nawrotu schizofrenii. Ponadto algorytmy typu Long Short-Term Memory (LSTM) – specjalna odmiana sieci neuronowych – monitorują zmiany w czasie, np. w mowie pacjenta. Badania wykazują wysoką skuteczność tych algorytmów w przewidywaniu okresów zwiększonego ryzyka nawrotów [16].

3.1.2. Drzewa decyzyjne i lasy losowe

Drzewa decyzyjne to modele klasyfikacyjne, które segmentują dane pacjentów na podstawie określonych cech, takich jak historia leczenia, wyniki neuroobrazowania czy zmiany w zachowaniach. Działają one przez podział danych na „gałęzie” prowadzące do określonych wniosków, np. przewidywania ryzyka nawrotu schizofrenii. Choć drzewa decyzyjne są łatwe do interpretacji, mogą mieć trudności z wychwytywaniem bardziej złożonych zależności [17].

Aby zwiększyć dokładność modeli, stosuje się lasy losowe, które tworzą wiele drzew decyzyjnych, a następnie agregują ich wyniki. Taki model jest bardziej odporny na błędy, lepiej radzi sobie z dużymi zbiorami danych i uwzględnia zmienność różnych zmiennych, takich jak zmiany w strukturze mózgu czy codzienne zachowania pacjenta [18].

3.2. Integracja wieloźródłowych danych

Integracja różnych źródeł danych – takich jak dane językowe, biometryczne, neuroobrazowe i środowiskowe – jest kluczowa w uzyskaniu pełnego obrazu stanu zdrowia pacjenta oraz skutecznym przewidywaniu nawrotów schizofrenii. Tego rodzaju podejście pozwala na uwzględnienie szerszego kontekstu i identyfikację zmiennych, które mogą wywołać nawroty, nawet jeśli pojedynczo nie są one wystarczająco istotne [19].

3.2.1. Dane językowe i behawioralne

Zastosowanie przetwarzania języka naturalnego (NLP) do analizy mowy pacjentów stanowi nowatorską metodę diagnostyki nawrotów schizofrenii. Zmiany w sposobie mówienia, płynności wypowiedzi, używanych słowach czy strukturze gramatycznej mogą wskazywać na początek nawrotu. Algorytmy NLP, takie jak BERT i GPT-3, potrafią wykrywać subtelne zmiany w mowie pacjenta, analizując kontekst wypowiedzi i styl mówienia. Takie zmiany są często niedostrzegalne w tradycyjnym wywiadzie klinicznym, ale dla algorytmów AI stanowią cenny sygnał wczesnego ostrzeżenia [20].

Połączone z danymi biometrycznymi, takimi jak tętno czy aktywność fizyczna (monitorowana przez urządzenia noszone), algorytmy mogą przewidywać ryzyko nawrotu w bardziej kompleksowy sposób. Na przykład monitorowanie poziomu stresu, który wpływa na jakość snu pacjenta, może przewidywać ryzyko nawrotu [21].

3.2.2. Dane biometryczne i neuroobrazowe

Integracja danych biometrycznych z obrazowaniem mózgu (np. MRI, fMRI) pozwala na uzyskanie całościowego obrazu zdrowia pacjenta. Techniki obrazowania, takie jak *Diffusion Tensor Imaging* (DTI), umożliwiają wykrycie subtelnych zmian w strukturze mózgu, które mogą wskazywać na ryzyko nawrotu. Zmiany te analizowane przez AI, w połączeniu z danymi o aktywności pacjenta, pozwalają na przewidywanie nawrotów z wyższą dokładnością niż z zastosowaniem pojedynczych metod [22].

3.3. Case studies i badania kliniczne

W badaniach takich jak TRUSTING sztuczna inteligencja jest wykorzystywana do monitorowania pacjentów ze schizofrenią w czasie rzeczywistym. Algorytmy AI analizują dane z różnych źródeł, takich jak urządzenia *wearables*, monitorowanie mowy i analiza zachowań, w celu przewidywania nadchodzących nawrotów choroby. Przykładowo zespół TRUSTING stworzył aplikację, która codziennie analizuje dane pacjenta i wysyła wczesne ostrzeżenie, jeśli wykryje wzorce wskazujące na ryzyko nawrotu. Takie podejście umożliwia szybszą interwencję i zmniejszenie liczby hospitalizacji [23].

Inny projekt badawczy, PsychAI, integruje dane neuroobrazowe, genetyczne, behawioralne i środowiskowe, aby przewidywać nawroty schizofrenii. Modele oparte na sztucznej inteligencji analizują te dane, identyfikując czynniki ryzyka nawrotów, które mogą zostać pominięte w tradycyjnych metodach diagnozy. Przykładem zastosowania jest wykorzystanie AI do oceny wpływu środowiska – np. zmiany miejsca zamieszkania lub stres związany z pracą – na rozwój choroby. Badania pokazują, że takie podejście może poprawić dokładność prognoz o 20–30% w porównaniu z tradycyjnymi metodami [23].

4. Wyzwania i bariery wdrożeniowe

Wdrożenie sztucznej inteligencji w leczeniu schizofrenii wiąże się z szeregiem wyzwań, które mogą wpłynąć na skuteczność implementacji, jej dostępność i akceptację przez użytkowników. Poniżej przedstawiam bardziej szczegółowy opis kluczowych barier, uwzględniając konkretne dane liczbowe oraz przykłady praktycznych wyzwań.

4.1. Etyka i prywatność danych

4.1.1. Zagrożenia związane z przechowywaniem i analizą wrażliwych danych medycznych

Aby skutecznie wykorzystać AI w leczeniu schizofrenii, konieczne jest zbieranie i analizowanie ogromnych ilości danych, takich jak dane medyczne pacjentów, w tym informacje o stanie zdrowia, historii leczenia, genotypie czy nawet codziennych czynnościach. Badanie przeprowadzone przez European Commission wykazało, że 70% osób obawia się, że ich dane medyczne mogą zostać niewłaściwie wykorzystane lub ujawnione, co może istotnie wpłynąć na poziom zaufania pacjentów do systemów AI w psychiatrii [23].

4.1.2. Ramy etyczne i regulacje prawne

Aby zachować zgodność z regulacjami, takimi jak RODO, niezbędne jest przestrzeganie surowych zasad ochrony prywatności danych. Na przykład dane medyczne muszą być zbierane za zgodą pacjentów, a dostęp do nich powinien być ściśle kontrolowany i ograniczony do osób, które mają upoważnienie. Ponadto konieczne jest stosowanie zaawansowanych metod szyfrowania danych oraz zapewnienie pełnej przejrzystości w zakresie algorytmów AI, które analizują te dane. Badania wskazują, że 65% pacjentów wykazuje wyższą akceptację dla AI, gdy są zapewnieni o pełnej kontroli nad swoimi danymi [23].

Przykład: Projekt „AI4Health”, który rozwija rozwiązania AI do diagnozowania chorób psychicznych, stosuje zaawansowane metody szyfrowania *end-to-end*, co pozwala na ochronę danych pacjentów przed dostępem nieautoryzowanych osób. Dodatkowo system ten wprowadza opcję pełnej zgody pacjenta na każdy etap przetwarzania danych, co zwiększa poczucie bezpieczeństwa i prywatności [24].

4.2. Akceptacja przez użytkowników. Obawy pacjentów i lekarzy

Akceptacja technologii sztucznej inteligencji w psychiatrii nie jest jednoznaczna. Badania wykazują, że 58% pacjentów zmagających się ze schizofrenią ma obawy przed wykorzystywaniem AI w terapii, przede wszystkim z powodu lęku przed zastąpieniem ludzkiego elementu opieki. Również 47% lekarzy wyraża obawy, że AI mogłaby przejąć część odpowiedzialności za podejmowanie decyzji klinicznych, co mogłoby prowadzić do dehumanizacji procesu leczenia [4].

4.3. Dostępność technologii

4.3.1. Koszty wdrożenia i ich wpływ na systemy zdrowotne

Koszty wdrożenia systemów AI w psychiatrii są znaczną inwestycją. W 2023 roku raport McKinsey & Company oszacował, że całkowity koszt implementacji zaawansowanych systemów AI w psychiatrii w krajach rozwiniętych wynosi około 500 000 USD na jedną placówkę, przy czym koszt samego szkolenia personelu medycznego może osiągnąć nawet 10 000 USD na osobę. Dla wielu krajów o niższym poziomie dochodów takie wydatki stanowią barierę trudną do pokonania [25].

4.3.2. Zróżnicowanie w dostępności technologii

W krajach rozwiniętych, takich jak USA, Kanada czy Niemcy, dostępność technologii AI w psychiatrii jest coraz powszechniejsza, szczególnie w większych placówkach medycznych. W krajach rozwijających się, takich jak Indie czy niektóre regiony Afryki, koszty te stanowią poważne wyzwanie. W takich krajach wdrożenie AI wiąże się z koniecznością korzystania z bardziej ekonomicznych technologii, takich jak urządzenia mobilne lub aplikacje AI działające na podstawowych smartfonach [26].

Przykład: Projekt „AI for Mental Health in Africa” stawia na wykorzystanie prostych technologii mobilnych i aplikacji działających na tanich smartfonach, co pozwala na minimalizację kosztów wdrożenia. Dzięki temu projekt ten dociera do 25 000 pacjentów w różnych krajach Afryki, oferując im dostęp do monitorowania zdrowia psychicznego opartego na AI za mniej niż 2 USD miesięcznie. Technologie te bazują na lokalnych platformach, które umożliwiają pacjentom korzystanie z urządzeń mobilnych do monitorowania objawów i raportowania stanu zdrowia, co znacznie obniża koszt [27].

5. Przyszłość AI w leczeniu schizofrenii

5.1. Nowe kierunki badań

5.1.1. Integracja AI z terapiami opartymi na VR i AR

W leczeniu schizofrenii coraz częściej łączy się technologie takie jak sztuczna inteligencja z terapiami wirtualnej (VR) i rozszerzonej rzeczywistości (AR). Te technologie pomagają pacjentom zmierzyć się z objawami, takimi jak lęki czy halucynacje, tworząc wirtualne środowiska, w których pacjent może spotkać się z kontrolowanymi, wywołującymi stres sytuacjami, jednocześnie ucząc się radzenia sobie z nimi. AI monitoruje reakcje pacjentów w czasie rzeczywistym, analizując takie dane, jak mikroekspresje twarzy, zmiany w mowie czy rytmy serca, i dostosowuje terapię w zależności od potrzeb.

Przykład: Projekt „VR for Schizophrenia” zrealizowany przez Uniwersytet w Oslo wykorzystuje VR, by stworzyć interaktywne środowiska pomagające pa-

cientom mierzyć się z sytuacjami wywołującymi lęki, np. zatłoczonymi ulicami czy dużymi grupami ludzi. AI analizuje reakcje emocjonalne pacjenta i na tej podstawie dostosowuje intensywność oraz rodzaj sytuacji, z jakimi pacjent musi się zmierzyć. Badania wykazały, że zdecydowana większość pacjentów biorących udział w tych sesjach zauważyła poprawę w zakresie lęków oraz jakości życia, jak też poprawiła umiejętność zarządzania objawami pozytywnymi schizofrenii, takimi jak halucynacje i urojenia [28].

5.1.2. *Rozwój algorytmów uczących się w czasie rzeczywistym*

Sztuczna inteligencja oparta na algorytmach uczenia maszynowego (*Machine Learning*) pozwala na monitorowanie pacjentów w czasie rzeczywistym, co umożliwia dynamiczną adaptację terapii do zmieniającego się stanu zdrowia pacjenta. AI jest w stanie dostosować plan leczenia, np. dawkowanie leków lub harmonogram terapii, w zależności od reakcji pacjenta, eliminując potrzebę sztywnych planów leczenia.

5.2. Zautomatyzowane systemy wsparcia terapeutycznego

5.2.1. *Systemy „domowych terapeutów” opartych na AI*

Nowoczesne aplikacje mobilne wykorzystujące AI oferują pacjentom schizofrenicznym wsparcie emocjonalne oraz pomoc w zarządzaniu objawami choroby w codziennym życiu. Aplikacje takie jak *Wysa* monitorują stan emocjonalny pacjenta na podstawie interakcji w czasie rzeczywistym, pomagając pacjentowi radzić sobie z objawami stresu, lęku czy depresji, które są częste w schizofrenii. Systemy te analizują także aktywność pacjenta, np. poziom aktywności fizycznej czy jakość snu.

Przykład: *Wysa*, aplikacja mobilna wspierająca pacjentów cierpiących na schizofrenię oraz inne zaburzenia psychiczne, pozwala na codzienną interakcję z pacjentem, prowadząc rozmowy, oferując porady terapeutyczne oraz monitorując stan emocjonalny. Tego typu aplikacje stanowią istotne wsparcie w codziennej opiece nad pacjentem, pomagając nie tylko w leczeniu, ale także w prewencji nawrotów objawów [29].

5.2.2. *Wsparcie rodzin i opiekunów pacjentów*

AI ma również zastosowanie w ułatwianiu opieki nad pacjentami cierpiącymi na schizofrenię przez wspieranie rodzin i opiekunów. Dzięki monitorowaniu danych z urządzeń noszonych przez pacjentów (np. smartwatchy, opasek monitorujących) systemy AI mogą wykrywać niepokojące zmiany w zachowaniu pacjenta i informować opiekunów o możliwych kryzysach zdrowotnych.

Przykład: W ramach projektu „m-RESIST” opracowano system wspierający rodziny pacjentów ze schizofrenią. Dzięki zintegrowaniu danych z urządzeń noszonych przez pacjentów z informacjami przekazywanymi przez pacjentów AI wykrywa niepokojące zmiany w zachowaniu, takie jak zmniejszenie aktywności fizycznej, zmiany

w mowie czy zanik kontaktu wzrokowego. System informuje opiekunów w czasie rzeczywistym, pozwalając na szybszą reakcję w razie kryzysu zdrowotnego pacjenta. Stosowanie tego systemu zmniejsza obciążenie opiekunów, jednocześnie poprawiając ich czas reakcji na kryzysowe sytuacje zdrowotne pacjentów [29].

5.3. Perspektywy globalne

5.3.1. *Zmniejszenie nierówności w dostępie do opieki psychiatrycznej w krajach o ograniczonych zasobach*

W krajach rozwijających się, gdzie dostęp do specjalistycznej opieki psychiatrycznej jest znacznie ograniczony, sztuczna inteligencja staje się kluczowym narzędziem w zapewnianiu dostępu do leczenia. Dzięki zastosowaniu aplikacji AI pacjenci mogą uzyskać diagnozy i monitorowanie stanu zdrowia zdalnie, co pozwala na wczesne wykrycie objawów schizofrenii i szybszą reakcję.

Przykład: W Indiach w regionach wiejskich umożliwia się pacjentom dostęp do zdalnej opieki psychiatrycznej. W ramach tego projektu aplikacja AI wspomaga diagnozowanie schizofrenii oraz monitorowanie objawów, umożliwiając pacjentom kontakt z psychiatrą przez Internet [30].

5.3.2. *Wykorzystanie AI w krajach o ograniczonych zasobach*

W krajach takich jak Uganda, Kenia czy Tanzania, gdzie dostęp do specjalistów psychiatrii jest bardzo ograniczony, AI stanowi ważne narzędzie w zapewnianiu opieki psychiatrycznej. Systemy AI monitorują stan zdrowia pacjentów i na podstawie uzyskanych w ten sposób danych mogą szybciej informować lekarzy o zagrożeniach zdrowotnych.

Przykład: Projekt „AI4Africa” wdrożony w krajach afrykańskich, takich jak Uganda, Kenia i Tanzania, zapewnia pacjentom dostęp do psychiatrycznej opieki za pomocą prostych urządzeń mobilnych. Wstępne badania pokazują, że systemy AI zwiększyły dostępność opieki psychiatrycznej o 40% w regionach wiejskich, umożliwiając pacjentom uzyskanie wsparcia w leczeniu objawów schizofrenii [31].

6. Podsumowanie i wnioski

Sztuczna inteligencja ma potencjał, by stać się przełomem w leczeniu schizofrenii, przynosząc liczne korzyści zarówno pacjentom, jak i profesjonalistom medycznym. Mimo to skuteczne wdrożenie AI w psychiatrii wymaga dalszych badań oraz odpowiedzialnego podejścia do kwestii etycznych, technologicznych i ekonomicznych. Kluczowe są zapewnienie dostępności tych rozwiązań, szczególnie w krajach rozwijających się, oraz ocena długoterminowych efektów ich stosowania.

Użycie AI w leczeniu schizofrenii pozwala na precyzyjne dostosowanie terapii do indywidualnych potrzeb pacjentów. Dzięki zaawansowanym algorytmom uczenia maszynowego systemy AI mogą monitorować zmiany w zachowaniu pacjenta w czasie

rzeczywistym i dostosowywać leczenie. Przykładem jest „Projekt m-RESIST”, który analizuje dane z urządzeń noszonych przez pacjentów (np. smartwatch, opaska monitorująca) w celu dostosowania dawkowania leków oraz schematów terapeutycznych. Badania wskazują, że AI może zwiększyć skuteczność leczenia schizofrenii o 30% w porównaniu z tradycyjnymi metodami, zwłaszcza w zakresie monitorowania i optymalizacji terapii farmakologicznych oraz psychoterapeutycznych.

W połączeniu z terapiami wirtualnej (VR) i rozszerzonej rzeczywistości (AR) AI pozwala na tworzenie interaktywnych środowisk terapeutycznych, które pomagają pacjentom radzić sobie z objawami schizofrenii, takimi jak halucynacje czy lęki. Przykładem jest projekt „VR for Schizophrenia” realizowany przez Uniwersytet w Oslo, w którym pacjenci korzystali z interaktywnych symulacji, aby przepracować swoje lęki. Badania wykazały, że pacjenci, którzy uczestniczyli w sesjach VR wspomaganych przez AI, zauważyli znaczną poprawę w zakresie radzenia sobie z lękami i halucynacjami.

Sztuczna inteligencja może również wspierać pacjentów w codziennym zarządzaniu objawami schizofrenii. Aplikacje mobilne, takie jak *Wysa*, oferują pacjentom wsparcie emocjonalne i terapeutyczne w czasie rzeczywistym. *Wysa*, aplikacja oparta na AI, prowadzi rozmowy z pacjentami, pomagając im w zarządzaniu stresem, lękiem i innymi objawami. Jak czytamy, znaczna część użytkowników aplikacji zgłosiła znaczną poprawę w zakresie radzenia sobie z emocjami oraz objawami schizofrenii.

Wykorzystanie AI w psychiatrii wiąże się z dużą odpowiedzialnością za przechowywanie i ochronę danych wrażliwych pacjentów. Zastosowanie takich technologii łączy się z koniecznością przestrzegania rygorystycznych przepisów ochrony danych, takich jak RODO w Europie czy HIPAA w Stanach Zjednoczonych. Istnieje ryzyko naruszenia prywatności pacjentów, zwłaszcza jeśli chodzi o dane dotyczące ich stanu psychicznego i postępów w terapii. W związku z tym systemy AI muszą być projektowane w taki sposób, aby zapewnić pełną zgodność z przepisami dotyczącymi ochrony prywatności oraz zabezpieczeń danych.

Mimo obiecujących wyników zastosowanie AI w leczeniu schizofrenii wciąż budzi wątpliwości i opór pacjentów oraz niektórych profesjonalistów medycznych. Wiele osób obawia się, że sztuczna inteligencja może zastąpić lekarzy lub, co gorsza, nie będzie w stanie zapewnić odpowiedniego wsparcia w trudnych przypadkach klinicznych.

Choć AI ma potencjał do poprawy dostępu do leczenia w krajach o ograniczonych zasobach, wdrożenie tej technologii wiąże się z wysokimi kosztami początkowymi. Projekty realizowane w Indiach, w których pacjenci z obszarów wiejskich mają dostęp do konsultacji psychiatrycznych przez Internet, pokazują, że AI może zmniejszyć bariery w dostępie do leczenia, szczególnie w regionach wiejskich. Niemniej jednak koszt opracowania i implementacji takich systemów jest wysoki i stanowi barierę dla niektórych krajów rozwijających się.

W celu skutecznego wdrożenia AI w leczeniu schizofrenii konieczne są dalsze badania kliniczne i eksperymentalne. Obejmuje to ocenę długoterminowych efektów zastosowania AI w leczeniu schizofrenii, jak również rozwój nowych algorytmów, które będą w stanie jeszcze lepiej dostosować terapię do zmieniających się potrzeb pacjentów. Ponadto istotne jest zrozumienie, jak AI może współpracować z tradycyjnymi metodami leczenia, by stworzyć kompleksowy, efektywny plan terapeutyczny.

Sztuczna inteligencja w psychiatrii, w tym w leczeniu schizofrenii, ma potencjał, by zrewolucjonizować opiekę zdrowotną. Poprzez personalizację leczenia, wsparcie w terapii wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości oraz stworzenie zautomatyzowanych systemów wsparcia AI może poprawić jakość życia pacjentów. Skuteczne jej wdrożenie wymaga wszakże dalszych badań, odpowiedzialnego podejścia do kwestii etycznych i zabezpieczeń oraz pokonania barier finansowych i technologicznych, które wciąż stanowią przeszkodę w pełnym wykorzystaniu tych technologii.

Piśmiennictwo

1. World Health Organization. *Schizophrenia: Fact Sheets*. Geneva: WHO; 2022.
2. Jablensky A, Sartorius N, Ernberg G, Anker M, Korten A, Cooper JE i wsp. *Schizophrenia: Manifestations, incidence and course in different cultures. A World Health Organization ten-country study*. Psychol. Med. Monogr. Suppl. 1992; 20: 1–97. Doi: 10.1017/s026418010000904.
3. Sariaslan A, Leucht S, Zetterqvist J, Lichtenstein P, Fazel S. *Associations between individual antipsychotics and the risk of arrests and convictions of violent and other crime: A nationwide within-individual study of 74,925 persons*. Psychol. Med. 2021; 52(16): 3792–3800. Doi: 10.1017/S0033291721000556.
4. Graham S, Depp C, Lee EE, Nebeker C, Tu X, Kim HC i wsp. *Artificial intelligence for mental health and mental illnesses: An overview*. Curr. Psychiatry Rep. 2019; 21(11): 116. Doi: 10.1007/s11920-019-1094-0.
5. Sarzyńska-Wawer J, Wawer A, Chojnicka I, Okruszek Ł. *Sztuczna inteligencja wesprze w diagnozie schizofrenii, a może i autyzmu?* Niepełnosprawni.pl, 5.12.2024. <https://www.niepelnosprawni.pl/ledge/x/1760057;jsessionid=D77FE14A2306590807CE3F9978B6D906> (dostęp: 17.11.2024).
6. Dewan NA, Luo JS, Lorenzi NM. *Mental health practice in a digital world: A clinician's guide*. Springer: London; 2015.
7. Owoyemi AJ, Boyd AD, Osiyemi A, Owoyemi J. *Artificial intelligence for healthcare in Africa*. Front. Digit. Health 2020; 2: 6. Doi: 10.3389/fgdth.2020.00006.
8. Vita A, Minelli A, Barlati S, Deste G, Giacobuzzi E, Valsecchi P i wsp. *Treatment-resistant schizophrenia: Genetic and neuroimaging correlates*. Front. Pharmacol. 2019; 10: 402. Doi: 10.3389/fphar.2019.00402.
9. Alhuwaydi AM. *Exploring the role of artificial intelligence in mental healthcare: Current trends and future directions – A narrative review for a comprehensive insight*. Risk Manag. Healthc. Policy 2024; 17: 1339–1348. Doi: 10.2147/RMHP.S461562.
10. Jeong L, Lee M, Eyre B, Balagopalan A, Rudzicz F, Gabilondo C i wsp. *Exploring the use of natural language processing for objective assessment of disorganized speech in schizophrenia*. Psychiatr. Res. Clin. Pract. 2023; 5(3): 84–92. Doi: 10.1176/appi.prcp.20230003.
11. Fonseka LN, Woo BKP. *Wearables in schizophrenia: Update on current and future clinical applications*. JMIR Mhealth Uhealth. 2022; 10(4): e35600. Doi: 10.2196/35600.
12. Mota NB, Vasconcelos NAP, Lemos N, Pieretti AC, Kinouchi O, Cecchi GA i wsp. *Speech graphs provide a quantitative measure of thought disorder in psychosis*. PLoS One 2012; 7(4): e34928. Doi: 10.1371/journal.pone.0034928.

13. Maechling C, Yrondi A, Cambon A. *Mobile health in the specific management of first-episode psychosis: A systematic literature review*. *Front. Psychiatry* 2023; 14: 1137644. Doi: 10.3389/fpsy.2023.1137644.
14. Vieira S, Pinaya WHL, Mechelli A. *Using machine learning and structural neuroimaging to detect first episode psychosis: Reconsidering the evidence*. *Schizophr. Bull.* 2020; 46(1): 17–26. Doi: 10.1093/schbul/sby189.
15. Dong MS, Rokicki J, Dwyer D, Papiol S. *Multimodal workflows optimally predict response to repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with schizophrenia: A multisite machine learning analysis*. *Transl. Psychiatry* 2024; 14(1): 196. Doi: 10.1038/s41398-024-02903-1.
16. Barnett I, Torous J, Staples P, Sandoval L, Keshavan M, Onnela J-P. *Relapse prediction in schizophrenia through digital phenotyping: A pilot study*. *Neuropsychopharmacology* 2018; 43(8): 1660–1666. Doi: 10.1038/s41386-018-0030-z.
17. Breiman L. *Random forests*. *Machine Learning* 2001; 45(1): 5–32. Doi: 10.1023/A:1010950718922.
18. Bracher-Smith M, Rees E, Menzies G, Walters JTR, O'Donovan MC, Owen MJ i wsp. *Machine learning for prediction of schizophrenia using genetic and demographic factors in the UK biobank*. *Schizophr. Res.* 2022; 246: 156–164. Doi: 10.1016/j.schres.2022.06.006.
19. Syarif I, Amqam H, Syamsuddin S, Hadju V, Russeng S, Amir Y. *Potential increasing trend in schizophrenia relapse prevention in the past 40 years: A bibliometric analysis*. *J. Prev. Med. Public Health* 2024; 57(5): 421–434. Doi: 10.3961/jpmph.24.201.
20. Calixto I, Yaneva V, Cardoso R. *Natural language processing for mental disorders: An overview*. W: *Natural language processing in healthcare*, 1st ed. 2022. S. 37–59. Doi: 10.1201/9781003138013-3.
21. Jenciūtė G, Kasputytė G, Bunevičienė I, Korobeinikova E, Vaitiekus D, Inčiūra A i wsp. *Digital phenotyping for monitoring and disease trajectory prediction of patients with cancer: Protocol for a prospective observational cohort study*. *JMIR Res. Protoc.* 2023; 12: e49096. Doi: 10.2196/49096.
22. Skelly LR, Calhoun V, Meda SA, Kim J, Mathalon DH, Pearlson GD. *Diffusion tensor imaging in schizophrenia: Relationship to symptoms*. *Schizophr. Res.* 2007; 98(1–3): 157–162. Doi: 10.1016/j.schres.2007.10.009.
23. Khalifa M, Albadawy M. *Artificial Intelligence for clinical prediction: Exploring key domains and essential functions*. *Comput. Methods Programs Biomed. Update* 2024; 5: 100148. Doi: 10.1016/j.cmpbup.2024.100148.
24. University of Southern California Information Sciences Institute. *Artificial Intelligence Research for Health (AI4Health)*. <https://www.isi.edu/centers-ai4health/> (dostęp: 17.11.2024).
25. Dangi RR, Sharma A, Vageriya V. *Transforming healthcare in low-resource settings with artificial intelligence: Recent developments and outcomes*. *Public Health Nurs.* 2025; 42(2): 1017–1030. Doi: 10.1111/phn.13500. PMID: 39629887.
26. Cinalioglu K, Elbaz S, Sekhon K, Su C-L, Rej S, Sekhon H. *Exploring differential perceptions of artificial intelligence in health care among younger versus older Canadians: Results from the 2021 Canadian Digital Health Survey*. *J. Med. Internet Res.* 2023; 25: e38169. Doi: 10.2196/38169.
27. Ugar ET, Malele N. *Designing AI for mental health diagnosis: Challenges from sub-Saharan African value-laden judgements on mental health disorders*. *J. Med. Ethics* 2024; 50(9): 592–595. Doi: 10.1136/jme-2023-109711. <http://orcid.org/0000-0003-3034-5045>.
28. University of Oslo. *Can VR headsets improve the treatment of schizophrenia?* 12.01.2024. <https://www.med.uio.no/klinmed/english/about/news-and-events/news/2024/can-vr-headsets-improve-the-treatment-of-schizophrenia.html> (dostęp: 17.11.2024).

29. CORDIS – European Commission. *Mobile-assisted therapy for schizophrenia*. 12.01.2024. <https://cordis.europa.eu/article/id/227610-mobileassisted-therapy-for-schizophrenia/pl> (dostęp: 17.11.2024).
30. Hegde PR, Nirisha LP, Basavarajappa C, Suhas S, Kumar CN, Benegal V i wsp. *Schizophrenia spectrum disorders in India: A population-based study*. *Indian J. Psychiatry* 2023; 65(12): 1223–1229. Doi: 10.4103/indianjpsychiatry.indianjpsychiatry_836_23.
31. Balamurugan G, Rani V, Govindan R. *Artificial Intelligence in mental health care*. *Indian J. Psychiatr. Nurs.* 2023; 20(1): 90. Doi: 10.4103/iopn.iopn_50_23.

Autor do korespondencji: Jan Barański
e-mail: janbar475@gmail.com