

II ZAKŁAD RADIOLOGII
GDAŃSKIEGO UNIwersYTETU MEDYCZNEGO
Kierownik: Prof. dr hab. med. Edyta Szurowska, GUMed

80-214 Gdańsk, ul Smoluchowskiego 17

tel. +48 58 349 36 80

e-mail: eszurowska@gumed.edu.pl

Gdańsk 25.07.2025

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym

dr. n. med. Wojciecha Kazimierczaka

Opinię sporządzono na podstawie pisma Rady Dyscypliny Nauki Medyczne Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu oraz materiałów dostarczonych przez uczelnię, w tym autoreferatu i dokumentacji osiągnięć naukowych Kandydata. Dr n. med. i n. o zdrowiu Wojciech Kazimierczak ubiega się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie nauk medycznych.

Podstawą oceny były: autoreferat, zbiór opublikowanych artykułów stanowiących rozprawę habilitacyjną, zestaw dołączonych dokumentów, w tym omówienie najważniejszych osiągnięć naukowych i tematyki badawczej. Ocenilem również osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne Habilitanta, udział w projektach badawczych, otrzymane nagrody i wyróżnienia oraz zaangażowanie w działalność popularyzatorską Habilitanta.

I. Przebieg kariery zawodowej

Dr n. med. i n. o zdrowiu Wojciech Kazimierczak ukończył Wydział Lekarski Uniwersytetu Medycznego im. Piastów Śląskich we Wrocławiu w 2013 r., uzyskując dyplom lekarza. W 2021 r. zdobył tytuł specjalisty w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej, realizując szkolenie specjalizacyjne w Zakładzie Radiologii i Diagnostyki Obrazowej Szpitala Uniwersyteckiego nr 1 im. A. Jurasza w Bydgoszczy pod opieką lek. Grażyny Rusak. W 2022 r. obronił rozprawę doktorską pt. „Optymalizacja dawki promieniowania jonizującego w angiografii dwuenergetycznej tomografii komputerowej u chorych po zabiegu wszczepienia stentgraftu do aorty brzusznej” na Wydziale Lekarskim Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu pod kierunkiem prof. dr hab. n. med. Zbigniewa Serafina.

Kandydat pracował zarówno w jednostkach klinicznych jak i akademickich. Staż podyplomowy odbył w Szpitalu Uniwersyteckim nr 2 im. J. Biziela w Bydgoszczy w latach 2013-2014, po czym rozpoczął rezydenturę w dziedzinie radioterapii onkologicznej, którą po roku

zamienił na radiologię i diagnostykę obrazową (2015–2021). Po zdaniu egzaminu specjalizacyjnego w 2021 r. rozpoczął pracę jako lekarz specjalista w swojej macierzystej jednostce, czyli w Zakładzie Radiologii i Diagnostyki Obrazowej Szpitala Uniwersyteckiego nr 1 w Bydgoszczy. W Katedrze Radiologii i Diagnostyki Obrazowej Collegium Medicum UMK był zatrudniony jako asystent w latach 2017–2022, a następnie adiunkt (od 2022 r. do chwili obecnej.) Od 1 października 2024 r. pełni obowiązki kierownika tej Katedry.

II. Ocena osiągnięci naukowego

Osiągnięcie naukowe zgłoszone do postępowania habilitacyjnego nosi tytuł: „*Analiza możliwości zastosowania wybranych narzędzi wykorzystujących sztuczną inteligencję (AI) w diagnostyce obrazowej w stomatologii*”.

Jego głównym celem jest analiza wartości diagnostycznej wybranych, komercyjnie dostępnych narzędzi wykorzystujących AI w diagnostyce obrazowej w stomatologii. Osiągnięcie to stanowi spójny tematycznie cykl 4 prac oryginalnych, opublikowanych w roku 2024, których pierwszym autorem i korespondencyjnym we wszystkich przypadkach jest dr Wojciech Kazimierczak. Łączna wartość bibliometryczna tego cyklu wynosi: IF = 12,0 (suma *Impact Factor* czasopism według *Journal Citation Reports*) oraz punktacja MNiSW/MEiN = 560 pkt.

1. Kazimierczak W, Kędziora K, Janiszewska-Olszowska J, Kazimierczak N, Serafin Z: *Noise-optimized CBCT imaging of temporomandibular joints – the impact of AI on image quality. Journal of Clinical Medicine* 2024; 13(5):1502. (IF = 3,0; 140 pkt MEiN).

Pierwsza praca została opublikowana w czasopiśmie *Journal of Clinical Medicine* (MDPI) zaliczanym do kwartyłu Q1 w dziedzinie medycyny (IF ~3,0). Publikacja ta dotyczy zastosowania algorytmu opartego o głębokie uczenie (ClariCT.AI) do redukcji szumów w obrazach stomatologicznej tomografii stożkowej (CBCT) stawów skroniowo-żuchwowych. Obecnie tomografia stożkowa jest badaniem coraz częściej stosowanym do zmian kostnych w zakresie twarzoczaszki, w tym do oceny stawów skroniowo-żuchwowych. Celem badania było sprawdzenie czy redukcja szumu za pomocą AI poprawi jakość obrazów CBCT na tyle, by ułatwić diagnostykę zmian zwyrodnieniowych stawu skroniowo-żuchwowego. W tym celu analizowano badania CBCT stawów w grupie 53 pacjentów w wieku 18–56 lat, gdzie porównywano standardowe rekonstrukcje z rekonstrukcjami przetworzonymi algorytmem AI w celu zmniejszenia szumu i poprawy rozdzielczości obrazów. Oceniono obiektywne wskaźniki jakości obrazu (poziom szumu, stosunek kontrastu do szumu – CNR) oraz subiektywną ocenę jakości dokonaną przez niezależnych obserwatorów, a także wpływ rodzaju rekonstrukcji na wykrywanie zmian patologicznych. W pracy wykazano, że zastosowanie algorytmu AI przyniosło istotną redukcję szumu obrazu oraz istotny wzrost wartości CNR w porównaniu z obrazami natywnymi (różnice statystycznie istotne, $p < 0,001$). Pomimo wyraźnej poprawy tych parametrów, subiektywna jakość obrazów oceniona w skali 5-punktowej nie różniła się istotnie między rekonstrukcjami z AI a obrazami oryginalnymi (brak statystycznie istotnej

różnicy). Co ważne, wykrywalność zmian zwyrodnieniowych stawu (np. obecność nadżerek czy osteofitów) okazała się porównywalna dla obu rodzajów obrazów – zastosowanie oprogramowania AI nie spowodowało pominięcia ani dodatkowego wykrycia istotnych zmian w stosunku do obrazów standardowych. Praca pokazuje, że narzędzie AI potrafi znacząco poprawić obiektywną jakość obrazowania CBCT (niższy szum, wyższy kontrast obrazu), bez wpływu na ocenę kliniczną obrazów. Poprawa jakości technicznej potencjalnie zwiększa komfort interpretacji obrazów, choć w badanej grupie nie przełożyła się na wykrycie większej liczby patologii.

Atutem pracy jest innowacyjne wykorzystanie algorytmu AI w obrazowaniu stawu skroniowo-żuchwowego – obszaru, w którym jakość obrazów CBCT ma szczególne znaczenie w procesie diagnostycznym. Należy podkreślić, że autorzy dopracowali metodologię pracy, aby rzetelnie i w sposób powtarzalny przeprowadzić zarówno analizę obiektywną, jak i subiektywną (potwierdzoną analizami zgodności pomiędzy obserwatorami), a co daje pełny obraz przydatności metody. Ciekawym wynikiem pracy jest brak wpływu poprawy jakości algorytmu AI na wykrywalność zmian – sugeruje to, iż przy obecnych parametrach akwizycji standardowe CBCT były wystarczające diagnostycznie. W toku kolejnych badań sugerowałabym analizę ocenianego systemem w kontekście doświadczenia lekarzy. Niemniej uzyskane wyniki stanowią istotny wkład w stan wiedzy, potwierdzając skuteczność algorytmu ClariCT.AI w redukcji szumu w obrazach CBCT. W przyszłości można będzie podjąć próbę zastosowania tego algorytmu w przypadkach dalszego obniżania dawki promieniowania w badaniach CBCT z nadzieją na uzyskanie zadawalającej jakości badania, która mogłaby być nie do osiągnięcia bez wykorzystania systemów AI.

2. Kazimierczak W, Kazimierczak N, Issa J, Wajer R, Wajer A, Kalka S, Serafin Z: *Endodontic treatment outcomes in cone beam computed tomography images – assessment of the diagnostic accuracy of AI*. **Journal of Clinical Medicine** 2024; 13(14):4116. (IF = 3,0; 140 pkt MEiN).

Druga praca (również w *J. Clin. Med.*) koncentruje się na ocenie skuteczności narzędzia AI w analizie wyników leczenia endodontycznego na podstawie badań CBCT. Praca miała na celu weryfikację, w jakim stopniu oprogramowanie oparte na sztucznej inteligencji (*Diagnocat*) jest w stanie wykryć i oceniać wybrane cechy wypełnień endodontycznych zębów na obrazach CBCT w porównaniu ze standardem eksperckim. W tym celu analizie poddano łącznie 55 badań CBCT wykonanych u 55 pacjentów w wieku 12–70 lat. łącznie pod tym kątem przeanalizowano 1330 zębów. Oprogramowanie *Diagnocat* automatycznie oceniało obecność wypełnień kanałowych oraz ich parametry (m.in. szczelność i jednorodność wypełnienia, a także ewentualne naddatki lub braki materiału wypełnienia). Wyniki AI porównano z oceną dwóch doświadczonych obserwatorów, a ich konsensus stanowił standard referencyjny. Oprogramowanie AI wykazało bardzo wysoką trafność w detekcji samego faktu przeprowadzenia leczenia endodontycznego – dla stwierdzenia obecności wypełnienia kanału uzyskano 100% czułości, swoistości, precyzji i dokładności. W ocenie jakości leczenia

endodontycznego, wyniki były zróżnicowane: np. dla oceny prawidłowej obturacji kanału AI osiągnęło czułość 92,3%. Najniższe parametry wiarygodności diagnostycznej zanotowano przy wykrywaniu pustych przestrzeni w wypełnieniach – czułość 66,7% przy swoistości 88,9% ($F1 = 76,2\%$), co wskazuje, że AI przeoczało część drobnych ubytków. Dla innych kategorii, jak nadmierne wypełnienie czy niedopełnienie kanału, czułość wyniosła 86–100%, przy wysokiej swoistości ($>95\%$). Ponadto wykazano bardzo wysoką zgodność ($ICC = 0,958$) między AI a ekspertami w określaniu liczby wypełnionych kanałów w zębie. W sumie ten wynik nie jest zaskakujący, gdyż ocena samego faktu wypełnienia kanału, a więc i liczby kanałów jest dość łatwa nawet dla laika. Natomiast analiza jakości wypełnienia wymaga już wiedzy eksperckiej, a to zadanie oprogramowanie także spełnia. Podsumowując *Diagnocat* okazał się skutecznym narzędziem w wykrywaniu wypełnień oraz ocenie wielu aspektów leczenia endodontycznego i mimo, że w pewnych istotnych kategoriach takich jak np. obecność ubytków materiału w wypełnieniu wyniki były nieco gorsze, to nadal na poziomie akceptowalnym.

Publikacja nr 2 stanowi jedno z pierwszych badań oceniających narzędzie AI w endodoncji, co podnosi jej wartość. Dostępność badań naukowych, które rzetelnie, niezależnie od twórcy algorytmu i na niewyselekcjonowanej grupie pacjentów określają możliwość klinicznego zastosowania oprogramowania, ma istotne znaczenie praktyczne. Wykazano, że AI może skutecznie wspomagać diagnostykę radiologiczną w ocenie leczenia endodontycznego, automatyzując wykrywanie pewnych zmian, a co z tym się wiąże, praca dostarcza wartościowych danych na temat obecnych możliwości i ograniczeń AI w ocenie endodontycznej i ma wymierne znaczenie praktyczne dla radiologii stomatologicznej.

3. Kazimierczak W, Kazimierczak N, Kędziora K, Szcześniak M, Serafin Z: *Reliability of the AI-assisted assessment of the proximity of the root apices to the mandibular canal.* *Journal of Clinical Medicine* 2024; 13(12):3605. (IF = 3,0; 140 pkt MEiN).

Trzecia praca (opublikowana w *J. Clin. Med.*) dotyczy zastosowania AI w ocenie relacji anatomicznej wierzchołków korzeni zębów trzonowych żuchwy do kanału żuchwy. Jest to zagadnienie istotne klinicznie, np. przy planowaniu ekstrakcji dolnych zębów czy zabiegów implantologicznych, gdzie istnieje ryzyko uszkodzenia nerwu zębodołowego dolnego. W tym celu ocenie poddano wiarygodność systemu AI (*CephX*) w wykrywaniu przypadków zmniejszonej odległości między wierzchołkiem korzenia a kanałem żuchwy. Wiarygodność rozpoznania postawionego na podstawie oprogramowania AI oceniono poprzez jego porównanie z oceną doświadczonych lekarzy. Ostateczna grupa dotyczyła badana 57 pacjentów i zawierała tomografie komputerowe (TK) łącznie z 813 zębami. Dwaj niezależni obserwatorzy dokonali pomiaru minimalnej odległości pomiędzy korzeniami zębów przedtrzonowych i trzonowych od kanału żuchwy. Oprogramowanie AI (*CephX*) automatycznie generowało alerty o zmniejszonej odległości RA-MC (*root apex – mandibular canal*), jednak nie podawało dokładnych pomiarów ani lokalizacji, nie zaznaczało podejrzanego miejsca na skanach, a tylko generowało ogólną informację jako ostrzeżenie dla

danego pacjenta o zaburzeniach RA-MC. Ocena ekspercka wykazała, że wśród badanych zębów najczęstszą bezpośrednią styczność korzenia z kanałem żuchwy obserwuje się dla trzecich trzonowców (np. do 33% przypadków dla zęba 48). Średnie zmierzone odległości wynosiły: ok. 3,7 mm dla drugich zębów przedtrzonowych, 3,8 mm dla pierwszych zębów trzonowych, 2,5 mm dla drugich zębów trzonowych i tylko 1,4 mm dla trzecich zębów trzonowych. Ponieważ algorytm nie podawał konkretnych pomiarów, przyjęto trzy progi definicji zmniejszonej odległości RA-MC: <1 mm, <0,5 mm oraz =0 mm. Dla każdego z tych progów obliczono czułość i swoistość AI, traktując pomiary ekspertów jako złoty standard. Okazało się, że przy progu 0,5 mm AI uzyskało najlepszą równowagę czułości i swoistości (czułość - 40,9%, swoistość - 97%, F1 - 56%). Dla progu najbardziej rygorystycznego (=0 mm) czułość wyniosła 36% przy swoistości 86%, zaś dla progu 1 mm czułość wyniosła tylko 31% przy swoistości na poziomie 100%. Ogólnie AI charakteryzowało się bardzo wysoką swoistością – praktycznie nie generowało fałszywie pozytywnych rozpoznań kosztem niskiej czułości. Badanie wykazało, że oprogramowania AI CephX dobrze wychwytuje tylko najbardziej oczywiste przypadki zmniejszonej odległości RA-MC, natomiast daje wiele fałszywie ujemnych wyników. Dodatkowo, brak wskazania przez program konkretnego zęba czy chociażby strony stanowi istotne ograniczenie praktyczne – użytkownik oprogramowania otrzymuje ostrzeżenie, ale musi samodzielnie zidentyfikować, gdzie tkwi problem i dokonać szczegółowych i czasochłonnych pomiarów. Akurat rozszerzenie systemu o te informacje wydaje się dość proste i może wskazywać na brak komunikacji pomiędzy twórcami oprogramowania a jego użytkownikami.

Praca wykazała istotne ograniczenia badanego narzędzia AI – mimo wysokiej specyficzności, stosunkowo niska czułość i niepełny sposób prezentacji wyników ograniczają przydatność kliniczną programu w obecnej formie. Z drugiej strony, samo przeprowadzenie tego badania jest wartościowe, gdyż po raz pierwszy w piśmiennictwie przedstawiono obiektywną weryfikację algorytmu AI w kontekście oceny relacji zęb – kanał żuchwy. Uzyskane wyniki stanowią ważną wskazówkę dla dalszego doskonalenia tego i zbliżonych narzędzi. Wnioski z pracy mają duże znaczenie praktyczne i są bardzo przydatne – potwierdzają, że na obecnym stanie rozwoju technologii nie można polegać wyłącznie na analizie AI przy ocenie ryzyka przed zabiegami stomatologicznymi i konieczna jest weryfikacja przez specjalistę. Jednocześnie niniejszy artykuł powinien być przestrożą zwłaszcza dla stomatologów przed wykorzystaniem narzędzi AI w pracy z pacjentem bez sprawdzenia istniejącego piśmiennictwa i opracowań niezależnych ekspertów odnośnie danego systemu. Radiolodzy, ze względu na mnogość różnych programów AI wykorzystywanych z różną skutecznością w poszczególnych regionach anatomicznych mają nieco bardziej sceptyczne podejście do tych metod.

4. Kazimierczak W, Kazimierczak W, Serafin Z, Nowicki P, Jankowski T, Jankowska A, Janiszewska-Olszowska J: *Periapical lesions in panoramic radiography and CBCT imaging – assessment of AI's diagnostic accuracy. Journal of Clinical Medicine* 2024; 13(9):2709. (IF = 3,0; 140 pkt MEiN).

Czwarta praca (również *J. Clin. Med.*) obejmuje zagadnienie wykrywania zmian okołowierzchołkowych zębów (PL – *periapical lesions*) za pomocą AI w dwóch technikach obrazowania: na zdjęciach panoramicznych (OPG) oraz w badaniach stożkowej tomografii komputerowej (CBCT). Jest to ważny problem kliniczny – zmiany okołowierzchołkowe świadczące o przewlekłych stanach zapalnych kości są często diagnozowane na podstawie OPG, ale złotym standardem jest dokładniejsza metoda czyli (CBCT). Celem oceny skuteczności diagnostycznej oprogramowania *Diagnocat* porównano wyniki wykrywalności zmian okołowierzchołkowych przez oprogramowanie *Diagnocat* na zdjęciach panoramicznych i CBCT z wynikami uzyskanymi przez obserwatorów (konsensus dwóch ekspertów na podstawie CBCT, traktowany jako standard referencyjny). Do analizy włączono 49 pacjentów, u których przeprowadzono badania OPG i CBCT i łącznie przeanalizowano 1223 zęby. Wyniki analiz wykazały, że wykrywanie zmian przez AI różniło się w zależności od techniki obrazowania. Na podstawie badań OPG oprogramowanie zidentyfikowało 28 zmian, podczas gdy eksperci (na CBCT) wykryli 51 zmian – system AI na zdjęciach pantomograficznych nie uwidoczniał 23 zmian. Natomiast w analizie obrazów CBCT AI wykryło 23 zmiany wobec 26 potwierdzonych przez ekspertów, co wskazuje na dużo wyższą czułość. Swoistość algorytmu była bardzo wysoka w obu przypadkach (>95%), tzn. AI rzadko wskazywało zmiany. Dokładne wartości miar diagnostycznych przedstawiono w pracy: dla OPG czułość 33%, specyficzność 98%, dla CBCT czułość ~78%, specyficzność 99,8% (PPV odpowiednio ~32% i 91%). Autorzy przeanalizowali też skuteczność samych lekarzy w diagnostyce zmian na OPG – okazało się, że nawet doświadczeni obserwatorzy mają ograniczoną czułość (~66% względem CBCT) i generują pewną liczbę nieprawidłowych rozpoznań (PPV tylko 31,6% dla OPG), co uwypukla ograniczenia badania panoramicznego. We wnioskach artykułu wskazano, że oprogramowanie *Diagnocat* cechuje się bardzo dobrą skutecznością w wykrywaniu zmian okołowierzchołkowych na obrazach 3D (CBCT), natomiast na zdjęciach 2D (OPG) jego czułość jest niska – AI pomija wiele zmian, które są widoczne na CBCT. Praca ta podkreśla, że diagnostyka zmian okołowierzchołkowych w oparciu o samo zdjęcie panoramiczne – nawet wspomagane AI – pozostaje obciążona znacznym ryzykiem przeoczeń, zaś wykorzystanie CBCT istotnie podnosi wykrywalność zmian.

Publikacja, w której porównano bezpośrednio jak działa AI w dwóch różnych modalnościach obrazowania stomatologicznego, ma znaczenie dla obu dziedzin medycyny – stomatologii i radiologii. Wyniki zwracają uwagę na konieczność nie tylko ostrożnego interpretowania negatywnych wyników AI przy analizie badań OPG, ale także badań OPG ocenianych przez ekspertów oraz potwierdzają przewagę diagnostyczną CBCT nad OPG. Ograniczeniem pracy jest stosunkowo niewielka grupa badana, obejmująca niewielką ilość przypadków ze zdiagnozowanymi zmianami okołowierzchołkowymi, dlatego zachęcam Habilitanta do kontynuacji tych prac.

Przedstawiony cykl 4 publikacji jest spójny tematycznie – wszystkie prace dotyczą zastosowań sztucznej inteligencji w radiologii stomatologicznej, koncentrując się na różnych, komplementarnych aspektach diagnostyki takich jak jakość obrazowania, diagnostyka

endodontyczna, diagnostyka zmian okołowierzchołkowych, czy ocena ryzyka związana z budową żuchwy. Przeprowadzone badania wpisują się w aktualne trendy w medycynie, są informatywne, prezentują innowacyjne podejście do istniejących i standardowo stosowanych technik diagnostycznych oraz poszukują odpowiedzi na aktualne wyzwania związane z implementacją narzędzi AI w praktyce klinicznej. Uzyskane wyniki pozwalają na obiektywizm w zastosowaniu systemów AI w stomatologii, czyli w rynku medycznym, który jest wysoce skomercjalizowany i powszechny. Obecnie wiele prywatnych praktyk stomatologicznych wyposażonych jest w aparaty CBCT czy OPG, dlatego dostarczenie rzetelnej wiedzy o przydatności diagnostycznej dostępnych na rynku systemów AI i potencjalnych ich ograniczeniach pozwala uniknąć wielu pułapek diagnostycznych oraz poprawić i usprawnić diagnostykę stomatologiczną. Przeprowadzone badania pokazują zarówno potencjalne korzyści (np. poprawa jakości obrazów, wysoka skuteczność AI w niektórych zadaniach diagnostycznych), jak i ograniczenia obecnych algorytmów (np. spadek czułości w określonych sytuacjach, problemy z interpretacją wyników AI). Cykl publikacji ma również istotny wymiar praktyczny: wskazuje, w jakich obszarach klinicznych narzędzia AI już teraz mogą wspomagać diagnostykę (np. ocena jakości wypełnień endodontycznych), a gdzie wymagają dalszego dopracowania zanim staną się rutynowym elementem pracy lekarza. Habilitant jest pierwszym autorem każdej z publikacji, co potwierdza jego wiodący wkład w planowanie badań, ich wykonanie i interpretację wyników. Dodatkowo jako autor korespondencyjny kierował całym procesem od submisji do odpowiedzi na uwagi recenzentów.

Jeśli chodzi o krytyczne uwagi, należy wskazać, że zakres badań obejmuje głównie prace jednośrodkowe na umiarkowanych liczebnie grupach (rzędu 50 pacjentów) – zwiększenie liczby badań i ich wielośrodkowość w przyszłości dodatkowo uwiarygodniłyby uzyskane rezultaty. Ponadto skupienie wszystkich prac w jednym czasopiśmie wynika zapewne z bliskości tematycznej i szybkiego cyklu wydawniczego; choć dywersyfikacja tytułów czasopism nie jest wymagana, publikacja części wyników w innych periodykach mogłaby dotrzeć do szerszego grona odbiorców z pokrewnych dziedzin.

Podsumowując, osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowi istotny i nowatorski wkład w rozwój radiologii stomatologicznej, zwłaszcza w zakresie praktycznego zastosowania narzędzi sztucznej inteligencji w diagnostyce obrazowej. Przedstawiony cykl publikacji jest spójny tematycznie, ma jasno postawiony cel główny i cele szczegółowe oraz obejmuje szerokie spektrum badań. Wyniki badań Habilitanta nie tylko potwierdzają skuteczność wybranych algorytmów AI w określonych zastosowaniach klinicznych, ale również wskazują na ich ograniczenia, co ma kluczowe znaczenie dla bezpiecznego wdrażania tych rozwiązań w praktyce. Implantacja rozwiązań z zastosowaniem systemów sztucznej inteligencji musi być stale ewaluowana przez specjalistów z odpowiednim doświadczeniem i wykształceniem. Prace te przyczyniają się do lepszego zrozumienia możliwości i barier technologii AI w diagnostyce stomatologicznej, a także wyznaczają kierunki dalszych badań i rozwoju narzędzi wspomagających pracę lekarza radiologa. Z drugiej strony wskazują na wyzwania, z którymi muszą się zmierzyć twórcy narzędzi AI i na konieczność współdziałania lekarzy i innych

profesjonalistów ochrony zdrowia z informatykami w procesie tworzenia systemów wsparcia w medycynie. Osiągnięcie naukowe spełnia kryteria oryginalności (narzędzia AI badane w tej formie po raz pierwszy), ma wysoką wartość dla praktyki klinicznej zwłaszcza radiologii stomatologicznej oraz znaczenie dla innowacji i rozwoju dyscypliny nauk medycznych.

III. Pozostała aktywność naukowa

Całkowity dorobek naukowy dr Wojciecha Kazimierczaka (poza omówionym wyżej cyklem habilitacyjnym) jest dość zróżnicowany. Poza cyklem publikacji, Habilitant jest autorem lub współautorem 16 prac, w tym 10 oryginalnych (IF = 41,361, 1625 pkt MNiSW), dotyczących m.in. optymalizacji obrazowania po endowaskularnym leczeniu tętniaków aorty (*Academic Radiology* 2023, *Scientific Reports* 2024, *Int J Cardiovasc Imaging* 2023). Prace te są istotne ze względu na możliwość lepszego wykrywania powikłań po EVAR (endovascular abdominal aortic repair) w udoskonalonych, redukujących narażenie pacjentów na promieniowanie protokołach kontrolnych TK czy też racjonalizacji oceny badań TK dzięki zastosowaniu właściwych algorytmów rekonstrukcyjnych (Heliyon 2023). Habilitant zajmował się także optymalizacją oceny badań poprzez analizę tekstury u chorych z COVID-19 (*Polish Journal of Radiology*, 2024).

Wiele publikacji poza cyklem habilitacyjnym związanych jest z wiodącą tematyką, którą zajmuje się Kandydat, czyli zastosowania oprogramowania AI w radiologii stomatologicznej. Część z nich powstała w ramach współpracy wieloosrodkowej z czołowymi jednostkami w kraju jak np. z Zakładem Rentgenodiagnostyki Stomatologicznej UM w Lublinie kierowanym przez prof. Ingrid Różyło-Kalinowską, czy z Zakładem Stomatologii Zintegrowanej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie z prof. Joanną Janiszewską-Olszowską na czele. Wśród wiodących prac wymieniałbym *Skeletal facial asymmetry: reliability of manual and artificial intelligence-driven analysis*, która została opublikowana w *Dentomaxillofacial Radiology* 2024 i dotyczy oceny kolejnego algorytmu AI do pomiarów asymetrii twarzy w tomografii komputerowej na platformie internetowej i porównaniem go do pomiarów wykonywanych ręcznie przez niezależnych obserwatorów. Autorzy stwierdzili wysoką zgodność pomiarów manualnych w przeciwieństwie do pomiarów przez system AI, a we wnioskach skrytykowali narzędzie AI jako nieprzydatne do takiej analizy i nie rekomendują jego zastosowania. Podobna tematyka ujęta została w pracy analizującej 124 bocznych cefalogramów, w której porównano parametry analizy cefalometrycznej (CA) wg Downs, Rickettsa i Steinera między trzema komercyjnymi programami AI: *CephX*, *WebCeph* i *AudaxCeph* i wykazano ich duży potencjał jako szybkich i wiarygodnych narzędzi wsparcia w ortodoncji, niemniej brak standaryzacji i zmienność w niektórych pomiarach ogranicza ich przydatność (*Comparison of three commercially available, AI-driven cephalometric analysis tools in orthodontics, Journal of Clinical Medicine* 2024).

Jak wspomniałam, Dr Kazimierczak współpracuje naukowo z uznanymi ośrodkami w kraju oraz poza granicami, m.in. z Katedrą Radiologii Szcękowo-Twarzowej Uniwersytetu w Ankarze (Turcja), kierowaną przez prof. Kaana Orhana, z którym posiada dwie wspólne publikacje (*Accuracy of artificial intelligence for cervical vertebral maturation assessment - a systematic review. Journal of Clinical Medicine 2024; Comparison of three commercially available, AI-driven cephalometric analysis tools in orthodontics, Journal of Clinical Medicine 2024*). Jednak najbardziej owocną współpracę, dzięki której powstało 8 prac, prowadzi z przytoczonym powyżej zespołem Zakładu Stomatologii Zintegrowanej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie pod kierunkiem prof. Joanny Janiszewskiej-Olszowskiej, Zakładem Rentgenodiagnostyki Stomatologicznej UM w Lublinie oraz Katedrą Biomateriałów i Stomatologii Doświadczalnej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu (4 wspólne publikacje). Wspólne publikacje są dowodem na aktywność naukową realizowaną w więcej niż w jednej uczelni i instytucji naukowej krajowej i międzynarodowej oraz potwierdzają umiejętność pracy w zespole z interdyscyplinarnym podejściem do badań, a także posiadanie sieci kontaktów naukowych.

Habilitant odbył staże w renomowanych ośrodkach polskich i zagranicznych: ponad miesięczny staż pod kierownictwem dr. hab. Tomasza Kulczyka w Pracowni Radiologii Stomatologicznej Katedry i Zakładu Biomateriałów i Stomatologii Doświadczalnej w Uniwersytecie Medycznym w Poznaniu (staż potwierdzony odpowiednim zaświadczeniem) oraz w Austrii w Medizinische Universität Graz pod kierownictwem prof. Michael Fuchsjägera Austria w ramach *European School of Radiology*.

Łączna wartość punktów MNiSW/MEiN publikacji Kandydata wynosi 2185, a skumulowany Impact Factor wszystkich prac to 53,36 (wg bazy *Journal Citation Reports*). Przed uzyskaniem stopnia doktora (tj. przed rokiem 2022) Habilitant opublikował pojedyncze prace naukowe (łączna punktacja 85 pkt MNiSW), natomiast po doktoracie nastąpił bardzo wyraźny wzrost aktywności naukowej. W latach 2022–2025 dr Wojciech Kazimierczak opublikował 14 artykułów oryginalnych w czasopismach z IF (11 z nich jako pierwszy lub równorzędny pierwszy autor). Poza tym dorobek Kandydata obejmuje 5 prac przeglądowych i 1 opis przypadku z przeglądem piśmiennictwa. Wszystkie publikacje ukazały się w czasopismach anglojęzycznych o zasięgu międzynarodowym. Jedynie jedna z prac opublikowanych przez Habilitanta zamieszczona była w czasopiśmie nieposiadającym IF w momencie publikacji (*Polish Journal of Radiology*), natomiast obecnie jest to czasopismo z 0,9 IF.

Wskaźniki bibliometryczne Kandydata na dzień złożenia Autoreferatu (01.10.2024) kształtowały się następująco: indeks Hirscha (wg Web of Science) = 6 (wg Scopus = 7), liczba cytowań prac (bez autocytowań) wynosiła 82 (WoS) i 89 (Scopus). Sześć miesięcy później liczba cytowań prac Habilitanta wyniosła 121 (WoS) i 126 (Scopus), co świadczy o aktualności jego badań i szybkim przyroście cytowań (indeks Hirscha dla obu baz 7). Należy wskazać, że znacząca część dorobku została opublikowana niedawno, głównie w latach 2023–2024, stąd wskaźniki cytowań i wskaźnik Hirscha powinny nadal szybko rosnąć, co sugeruje powyżej przytoczony wzrost w ciągu 6 miesięcy. Ponadto Habilitant jest autorem 7 prezentacji na

konferencjach (z czego 6 na zjazdach międzynarodowych), w tym 1 wystąpienia ustnego na kongresie RSNA w Chicago w 2022 roku i współautorem rozdziału w monografii.

Na podstawie analizy aktywności naukowej i publikacyjnej Kandydata można stwierdzić, że wykazuje się **istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni**.

IV. Działalność dydaktyczna i organizacyjna Habilitanta

Dr Wojciech Kazimierczak od 2017 roku prowadzi zajęcia ze studentami Collegium Medicum UMK na kierunku lekarskim – w formie wykładów, seminariów oraz ćwiczeń praktycznych z radiologii i diagnostyki obrazowej. Uczy zarówno studentów polskojęzycznych, jak i w programie *English Division*. Z autoreferatu wynika również, że aktywnie podnosi kompetencje dydaktyczne swoje i zespołu – w maju 2023 r. przeprowadził dwa cykle warsztatów dla nauczycieli akademickich CM UMK z zakresu ultrasonografii jamy brzusznej oraz USG dopplerowskiego (w ramach projektu MNiSW „Doskonałość dydaktyczna uczelni”).

Dr Kazimierczak podejmuje inicjatywy mające na celu upowszechnianie wiedzy medycznej poza środowiskiem akademickim. W 2024 roku wygłosił dwa wykłady otwarte: „*USG – co każdy pacjent powinien wiedzieć*” (prelekcja dla pacjentów i personelu medycznego, lipiec 2024, Szpital Epimigren w Osielesku) oraz „*Świat współczesnej radiologii*” (czerwiec 2024, wykład popularnonaukowy w centrum kultury). Ponadto Habilitant poprowadził wykład w ramach cyklu „*Medyczna Środa*”, organizowanego przez naukowców z Collegium Medicum UMK w celu popularyzacji nauki, zatytułowany „*AI w radiologii – krwawa czy bezkrwawa rewolucja?*”.

Dr Kazimierczak został włączony w zadania organizacyjne i eksperckie w środowisku medycznym. Od października 2024 pełni obowiązki Kierownika Katedry Radiologii i Diagnostyki Obrazowej CM UMK. Ponadto, z ramienia Centrum Egzaminów Medycznych został powołany jako członek Państwowej Komisji Egzaminacyjnej w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej, dzięki czemu aktywnie uczestniczy w przygotowywaniu i przeprowadzaniu państwowych egzaminów specjalizacyjnych dla lekarzy radiologów. Dr Kazimierczak bierze także udział w życiu naukowym towarzystw medycznych – współpracuje z Polskim Lekarskim Towarzystwem Radiologicznym i występuje jako prelegent Szkoły Radiologii PLTR. Dodatkowo jest członkiem wielu zagranicznych towarzystw naukowych.

Należy również wspomnieć, że Habilitant posiada doświadczenie w pracy recenzenckiej i wydawniczej jako Sekretarz Redakcji *Polish Journal of Radiology*, a także *Section editor* Sekcji radiologii szczękowo-twarzowej *PJR*. Ponadto Habilitant recenzuje artykuły naukowe dla wielu innych czasopism naukowych, w tym tak prestiżowych jak *Insights Into Imaging*. Na dzień składania autoreferatu liczba recenzji złożonych przez Habilitanta na rzecz czasopism z listy JCR wynosiła 39.

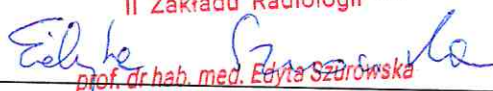
Podsumowując działalność dydaktyczno-organizacyjną, należy podkreślić zaangażowanie Habilitanta w kształcenie studentów oraz młodych lekarzy, zarówno poprzez prowadzenie zajęć dydaktycznych, jak i aktywny udział w organizacji procesu nauczania w macierzystej jednostce. Habilitant ma swój czynny udział w rozwijaniu oferty dydaktycznej, wdrażając nowoczesne metody nauczania oraz integrując najnowsze osiągnięcia naukowe z praktyką kliniczną, co przekłada się na wysoki poziom kształcenia studentów i specjalizantów. Istotnym elementem działalności organizacyjnej jest pełnienie funkcji kierownika Katedry Radiologii i Diagnostyki Obrazowej, co wiąże się z odpowiedzialnością za rozwój kadry, planowanie i realizację projektów naukowych oraz współpracę interdyscyplinarną. Habilitant aktywnie uczestniczy w życiu akademickim, inicjując i koordynując przedsięwzięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne, przyczyniając się tym samym do podnoszenia prestiżu jednostki oraz rozwoju środowiska naukowego.

Wnioski końcowe

Doktor n. med. i n. o zdrowiu Wojciech Kazimierzczak jest zaangażowanym lekarzem radiologiem oraz ambitnym pracownikiem nauki z istotnym innowacyjnym dorobkiem naukowym w zakresie medycyny w specjalności radiologii stomatologicznej. Jego zainteresowania naukowe koncentrują się zwłaszcza na praktycznym zastosowaniu narzędzi sztucznej inteligencji w diagnostyce obrazowej, a prowadzone badania zaowocowały znaczącym dorobkiem publikacyjnym, mającym przełożenie na codzienną praktykę kliniczną. Ma to szczególne znaczenie dla przyspieszenia rozpoznania i wdrożenia właściwego postępowania terapeutycznego. Jego prace cechuje wysoki poziom merytoryczny, oryginalność oraz spójność tematyczna, a uzyskane wyniki mają realne przełożenie na poprawę jakości opieki nad pacjentem i bezpieczeństwa procedur klinicznych. Dr Kazimierzczak łączy aktywność naukową z zaangażowaniem w kształcenie młodej kadry oraz działalność organizacyjną, co czyni z niego przykładowego nowoczesnego badacza i lidera środowiska akademickiego, który nawiązał współpracę z renomowanymi ośrodkami polskimi i zagranicznymi.

Uważam, że dokonania naukowe Habilitanta spełniają wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk medycznych zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z późniejszymi zmianami art.219 ust. 1 pkt 2.

Po przeanalizowaniu spójnego tematycznie cyklu prac pt. „Analiza możliwości zastosowania wybranych narzędzi wykorzystujących sztuczną inteligencję (AI) w diagnostyce obrazowej w stomatologii”, stanowiącego „dzieło habilitacyjne” o dużym znaczeniu naukowym i klinicznym oraz całego dorobku naukowego i innych osiągnięć, które mają istotny wpływ na rozwój medycyny, oceniam dokonania Habilitanta **jednoznacznie pozytywnie** i wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Medyczne Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu o dalsze procedowanie przewodu habilitacyjnego dr n. med. Wojciecha Kazimierzczaka.

KIEROWNIK
II Zakładu Radiologii

prof. dr hab. med. Edyta Szurówka