



UNIwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Zakład Medycyny Środowiskowej

dr hab. Piotr Rzymski, prof. UMP
rzymskipiotr@ump.edu.pl

Collegium Humanum
ul. Rokietnicka 10
60-806 Poznań

Poznań, 3 października 2024 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Dagny Lorent pt. „Analiza poziomu przeciwciał po zakażeniu SARS-CoV-2 albo szczepieniu przeciwko COVID-19 w populacji wielkopolskiej w latach 2020-2022”

Zidentyfikowanie zakażeń nowym, wysoce zakaźnym i szybko rozprzestrzeniającym się ludzkim betakoronawirusem, oznaczonym jako SARS-CoV-2 przez Międzynarodowy Komitet Taksonomii Wirusów, spotkało się z bezprecedensową odpowiedzią ze strony środowiska naukowego. W krótkim okresie czasu rozpoczęto liczne badania skupiające się na biologii wirusa, diagnostyce jego zakażeń, charakterystyce klinicznego obrazu COVID-19, czyli choroby, którą powoduje, rozpoznawaniu długoterminowych jej powikłań, określeniu czynników ryzyka ciężkiego przebiegu, a także poznaniu aspektów immunologicznych związanych z infekcją SARS-CoV-2. Badania te były niezbędne dla śledzenia zmienności wirusa, poszukiwania rozwiązań terapeutycznych i profilaktycznych, w tym opracowania kandydatek na szczepionkę przeciw COVID-19.

Bardzo ważnym aspektem prowadzonych w okresie pandemii badań było analizowanie odpowiedzi immunologicznej na antygeny SARS-CoV-2. Wirus ten był bowiem nowym patogenem, a mechanizmy odpowiedzi układu odporności, w tym odpowiedzi swoistej, na jego infekcję nie były w pełni poznane. Zrozumienie jak układ odpornościowy reaguje na wirusa pomogło określić, które aspekty tej odpowiedzi są kluczowe dla zwalczania infekcji. Było to jednocześnie ważne dla samego opracowania immunogennych szczepionek przeciw COVID-19, a po ich wprowadzeniu, pozwoliło na określenie jak długo może utrzymywać się ochrona przed wirusem, ustalenie czy potrzebne będą kolejne dawki przypominające, a także scharakteryzowanie w jaki sposób układ odporności odpowiada na heterologiczne szczepienia, które były rezultatem wykorzystywania preparatów opracowanych w oparciu o różne rozwiązania technologiczne.

We wszystkie te potrzeby idealnie wpisała się przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska autorstwa Pani mgr Dagny Lorent pt. "Analiza poziomu przeciwciał po zakażeniu

SARS-CoV-2 albo szczepieniu przeciwko COVID-19 w populacji wielkopolskiej w latach 2020-2022", której promotorem jest Pani dr hab. Luiza Handschuh, prof. IChB PAN, a promotorem pomocniczym Pan dr Paweł Zmora. Na przedstawioną pracę doktorską składa się cykl czterech powiązanych tematycznie publikacji, które tworzą spójną merytorycznie całość. Wszystkie artykuły wchodzące w skład cyklu opublikowano w czasopiśmie Vaccines, które jest rozpoznawalnym periodykiem, klasyfikowanym w pierwszym kwartylu rankingu JCR w dziedzinie immunologii i dziedzinie farmakologii. Warto podkreślić, iż Vaccines jest pismem publikującym artykuły tylko i wyłącznie w otwartym dostępie. W rezultacie prace wchodzące w cykl doktorski mogą być eksponowane szerokiej publice bez ograniczeń, co jest szczególnie istotne dla dyseminacji nauki i jej osiągnięć nie tylko w środowisku naukowym.

W pierwszej pracy ujętej w cyklu prowadzono analizę poziomu przeciwciał przeciw SARS-CoV-2 we krwi mieszkańców Poznania, która pobierana była w okresie od końca lipca do końca września 2020 r. Zrekrutowano w tym celu dużą, losowo wybraną grupę 1500 osób, a do analiz obecności przeciwciał wykorzystywano dwie alternatywne metody: ELISA i immunoblotingu. Jednocześnie od uczestników zebrano informacje demograficzne oraz informacje dotyczące występowania objawów grypopodobnych w okresie ostatnich 9 miesięcy, udokumentowanego zakażenia SARS-CoV-2, historii kontaktu z osobą zakażoną tym wirusem i stopnia stosowania się do pandemicznych zaleceń sanitarnych.

Wyniki pracy dostarczają unikalnych danych pozwalających oszacować stopień narażenia na SARS-CoV-2 w okresie wczesnego etapu rozwoju pandemii w Polsce, znacznie wyprzedzającego wprowadzenie szczepień przeciw COVID-19 w kraju i na świecie, a także umożliwiają wstępne określenie czynników, które mogły wtenczas sprzyjać infekcji. W pracy stwierdzono, iż mniej niż połowa uczestników z udokumentowaną wcześniej infekcją SARS-CoV-2 charakteryzowała się obecnością przeciwciał przeciw temu wirusowi. To bardzo ważna obserwacja, która znalazła potwierdzenie w innych badaniach. Wskazuje ona bowiem, że pierwotne zakażenia SARS-CoV-2 niekoniecznie są wystarczająco immunogenne, by stymulować swoistą odpowiedź humoralną, która odgrywa wiodącą rolę w neutralizacji wirusa. A zatem poczynione w pracy obserwacje już wtedy wskazywały na sensowność szczepienia osób, które przeszły zakażenie wirusem, celem zwiększenia poziomu ochrony przed reinfekcją. Inną ciekawą obserwacją poczynioną w pracy jest fakt nie stwierdzenia przeciwciał u żadnej z osób, która deklarowała występowanie ciężkich objawów grypopodobnych, co wskazuje na inną ich przyczynę. Pierwszy przypadek infekcji SARS-CoV-2 w Polsce stwierdzono 4 marca 2020 i w związku z wprowadzonymi restrykcjami liczba wykrywanych zakażeń pozostawała niska aż do jesieni 2020 r. Przeprowadzone

badania potwierdzają, że wiele przypadków infekcji dróg oddechowych w pierwszych trzech kwartałach 2020 r, które retrospektywnie na podstawie objawów klinicznych można by uznać za możliwe zakażenia SARS-CoV-2, najpewniej nimi nie była, a stopień rozprzestrzeniania się wirusa w pierwszym etapie pandemii był ograniczony, z uwagi na zastosowane restrykcje sanitarne. Co ciekawe, więcej niż jedna trzecia badanych osób, u których wykryto przeciwciała przeciwko SARS-CoV-2 nie wiedziała o wcześniejszym zakażeniu, co z kolei wskazuje na trudności z wykrywaniem niektórych przypadków infekcji z uwagi na ich bezobjawowy lub łagodny charakter. Ponadto autorzy stwierdzili, iż występowanie dodatniego wyniku przeciwciał IgG przeciw SARS-CoV-2 wiązało się z wiekiem, zawodem wymagającym stałego kontaktu z ludźmi, odbyciem podróży zagranicznej, a także, co ważne, z niestosowaniem się do zaleceń epidemiologicznych. Ta ostatnia obserwacja wspiera więc wprowadzone w okresie pandemii zalecenia – regularną, częstą higienizację rąk i noszenie maseczek w tłocznych, zamkniętych publicznych przestrzeniach.

W mojej opinii w pracy zabrakło jednak przeprowadzenia analizy wieloczynnikowej, w celu wytypowania zmiennych, które w niezależny sposób decydowały o seropozytywności. Trzeba też zauważyć, że w opisie metodologii statystycznej stwierdzono, iż różnice pomiędzy poszczególnymi podgrupami analizowano testem U Manna-Whitneya i ANOVA Kruskala-Wallisa; w opisie rezultatów brakuje jednak podania wyników tych analiz (przynajmniej wartości p), które z łatwością można byłoby zaprezentować w tabelach porównujących seroprewalencję przeciwciał w różnych podgrupach. Z przeprowadzonych badań wynika, iż w analizowanym okresie seroprewalencja przeciwciał IgG zarówno przeciw białku S i białku N SARS-CoV-2 potwierdzona ilościowym testem immunoblot była bardzo niska, nieprzekraczająca 1%. Należy przy tym zauważyć, iż Autorzy wykorzystując półilościową analizę ELISA odnotowali wyższą częstość występowania przeciwciał IgG (1,6%) oraz IgA (4%) przeciw białku S. Autorzy badali osoby pozytywne pod względem przeciwciał IgA ponownie po 2-3 tygodniach, u żadnej osoby nie wykrywając przeciwciał IgG. Uznali więc te osoby za seronegatywne, a uzyskane wyniki za fałszywie pozytywne, wskazując na potrzebę potwierdzania wyniku testu ELISA metodą immunoblot. Należy jednak zauważyć, że inne badania wskazują, iż u części osób zakażonych SARS-CoV-2, prawdopodobnie częściej w przypadku infekcji bezobjawowych, może dochodzić do wyprodukowania wyłącznie przeciwciał IgA, bez serokonwersji do IgG. Przykładowo, Lustig i wsp. (2021; doi: 10.2807/1560-7917.ES.2021.26.48.2001690), którzy badali obecność przeciwciał IgA i IgG przeciwko podjednostce S1 SARS-CoV-2 wśród pracowników medycznych w okresie od kwietnia do czerwca 2020 wykryli wyłączną obecność przeciwciał IgA u 6% osób.

Powtarzając analizy w kierunku IgA, badacze wykryli, że osoby te charakteryzowały się wykrywalną ich obecnością przez kolejne 18 do 83 dni. Z drobnych uwag, które również umknęły recenzentom tej publikacji, warto wyjaśnić, iż definicja terminu odporności stadnej (ang. *herd immunity*) wyklucza postulowanie jej niskiego lub wysokiego poziomu, co autorzy czynią kilkakrotnie, m.in. w abstrakcie. Odporność zbiorowiskowa jest zjawiskiem, które występuje bądź nie.

Druga publikacja ujęta w cyklu doktorskim również skupiła się na analizie obecności przeciwciał przeciw SARS-CoV-2. Tym razem badaną grupą byli pracownicy medyczni, łącznie 90 osób. Celem było m.in. określenie poziomu przeciwciał klasy IgG przeciwko SARS-CoV-2 po zakażeniu wirusem i szczepieniu przeciw COVID-19 i zidentyfikowanie czynników, które mogą mieć wpływ na ten poziom. W badaniach zastosowano metodę testu immunoblot. O ile we wrześniu 2020 r., żadna z badanych osób nie charakteryzowała się wykrywalnymi poziomami IgG przeciw białku S wirusa, tak w grudniu 2020 r. stwierdzono je u 38%, co świadczy o wzroście ryzyka narażenia na SARS-CoV-2 na przestrzeni jesieni 2020 r. i jest zgodne z ogólną dynamiką zakażeń wirusem w Polsce. Płeć, wiek i czas od infekcji SARS-CoV-2 nie wpłynęły znacząco na poziom przeciwciał, jednak był on pozytywnie skorelowany z ciężkością przebiegu COVID-19. To kolejna ważna obserwacja, potwierdzona także w innych analizach, zgodnie z którą łagodniejsze infekcje mogą być mniej immunogenne, a co za tym idzie niekoniecznie muszą chronić przed reinfekcją, co ponownie uzasadniało sensowność wprowadzenia szczepionek przeciw COVID-19 i ich szerokiego stosowania.

W kolejnych dwóch punktach czasowych, w lutym i sierpniu 2021 r., Autorzy, oprócz badania przeciwciał IgG przeciw białku S, analizowali również przeciwciała przeciw białku nukleokapsydu. Umożliwiło to wyodrębnienie z grupy badanych i szczepionych osób tych, którzy mogli być jednocześnie zakażeni wirusem, gdyż białko nukleokapsydu, w przeciwieństwie do białka S, nie jest antygenem szczepionkowym. W lutym 2021 r. przeciwciała przeciw białku nukleokapsydu wykryto u 26% badanych, a w sierpniu 2021 r. – u 17%. We wszystkich przypadkach były to osoby zakażone SARS-CoV-2 przed okresem wprowadzenia szczepień przeciw COVID-19. U żadnej z osób nie wykryto pojawienia się tych przeciwciał po otrzymaniu szczepienia przeciw COVID-19. Warto dodać, że analizę przeprowadzono wobec osób szczepionych preparatem mRNA, a więc otrzymanym w technologii, której pierwszym autoryzowanym owocem były właśnie szczepionki przeciw COVID-19. To niezwykle ważne, że również w Polsce monitorowano ich immunogenność, czego dowodem jest m.in. praca wchodząca w skład w cyklu, w której dodatkowo przyjrano

się grupie osób, które są zawodowo narażone na SARS-CoV-2. Autorzy stwierdzili, że poziom przeciwciał przeciw białku S wirusa obniżył się średnio o ok. 90% pomiędzy lutym a sierpniem 2021 r., co wskazuje na systematyczny zanik poszczepiennej odpowiedzi humoralnej i może wskazywać na konieczność doszczepiania.

Przeprowadzone badania dostarczały więc istotnych wyników dla rozumienia odpowiedzi poinfekcyjnej i poszczepiennej odpowiedzi immunologicznej w jednej z grup, która z powodu zawodowego narażenia na SARS-CoV-2, a jednocześnie rolę odgrywaną w walce z pandemią, była priorytetyzowana w działaniach profilaktycznych opartych o szczepienia. Poczynione w pracy obserwacje przyniosły też istotne znaczenie dla programu profilaktyki zakażeń SARS-CoV-2 w Polsce. Należy jednak zauważyć, że badanie skupiało się na analizie przeciwciał, a nie wykrywaniu aktywnych infekcji. W związku z tym, pamiętając o tym, iż niektóre zakażone osoby mogą nie wyprodukować przeciwciał przeciw SARS-CoV-2, wyprodukować tylko wybraną ich klasę, lub wyprodukować je tylko przeciw wybranemu antygenowi wirusa (np. białku S lub białku N), wyniki należy interpretować z ostrożnością. W części dyskusyjnej rozprawy doktorskiej Autorzy stwierdzają natomiast, iż przeprowadzone badania pozwoliły na ocenę skuteczności szczepień. Faktyczna ocena skuteczności szczepień powinna być jednak przeprowadzana w oparciu o wykrywanie aktywnych zakażeń testem PCR lub antygenowym, natomiast model badawczy zastosowany w omawianej pracy dostarcza jedynie danych pośrednich. Uwaga ta nie umniejsza jednak wartości pracy, która, tak jak wspomniałem, dostarczała ważnych naukowych i praktycznych informacji dotyczących odpowiedzi humoralnej wśród osób zakażonych SARS-CoV-2 i szczepionych przeciw COVID-19.

Kolejna, trzecia praca ujęta w cyklu doktorskim rozwijała wcześniejsze analizy dotyczące odpowiedzi humoralnej wśród osób szczepionych przeciw COVID-19. Tym razem badaną grupą byli nauczyciele szkolni i akademicy, łącznie 81 osób. Taki dobór osób był uzasadniony faktem, iż ci pierwsi szczepieni byli w Polsce szczepionką wektorową, a ci drudzy szczepionką mRNA. W związku z tym badanie umożliwiło porównanie odpowiedzi humoralnej po obu szczepieniach, a także określenie częstości detekcji poinfekcyjnych przeciwciał przeciw białku nukleokapsydu w grupach, które otrzymały różne preparaty. Przeciwciała przeciw białku nukleokapsydu oceniano przy pomocy tzw. testu kasetkowego, co Autorzy uzasadnili ograniczoną dostępnością innych testów na rynku w czasie trwania badania. Poprosiłbym jednak Doktorantkę o uściślenie podczas obrony pracy doktorskiej jaka jest postulowana przez producenta lub potwierdzona w literaturze naukowej czułość i specyficzność zastosowanego w badaniu testu kasetkowego.

Uzyskane wyniki wykazały, iż istotnie wyższy poziom przeciwciał IgG przeciw białku S występował w grupie, która otrzymała szczepionkę mRNA. Obserwacja ta jest zgodna z innymi badaniami porównującymi odpowiedź swoistą w zależności od zastosowanego preparatu. Co jednak ważne, obserwowano szybszy zanik przeciwciał poszczepiennych wśród osób zaszczepionych preparatem mRNA. Niemniej jednak u żadnej z osób zaszczepionych, niezależnie od zastosowanego preparatu, nie stwierdzono poinfekcyjnych przeciwciał po upływie trzech miesięcy od zakończenia podstawowego schematu szczepienia. Są to oczywiście korzystne obserwacje, wskazujące pośrednio, że szczepienia mogły chronić przed zakażeniem SARS-CoV-2 w badanym okresie. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, iż przeprowadzone badania były pierwszymi tego typu badaniami w Polsce, analizującymi poszczepienną odpowiedź immunologiczną wśród nauczycieli. W mojej opinii ciekawe byłoby jeszcze dodatkowe sprawdzenie czy w obu badanych podgrupach występowały czynniki, które mogły mieć wpływ na poziom wyprodukowanych przeciwciał, np. wiek, płeć, występowanie chorób przewlekłych, którymi autorzy dysponowali. Nie zmienia to faktu, że praca miała charakter pionierski i ponownie, wносиła istotne dane dla realizowanego w kraju programu szczepień przeciw COVID-19.

Z kolei w czwartej i ostatniej pracy cyklu rozprawy doktorskiej skupiono się na określeniu poziomu przeciwciał po otrzymaniu dawek przypominających szczepionki przeciw COVID-19. Jednocześnie w pracy zbadano postawy personelu medycznego wobec szczepień przypominających. W badaniu przeprowadzonym w listopadzie 2021 r. wzięło udział łącznie 69 pracowników medycznych, spośród których większość brała udział w analizie, której wyniki opisano w trzeciej publikacji. Zaobserwowano istotną, bo 39% seroprewalencję przeciwciał IgG przeciw białku nukleokapsydu, co stanowiło niemal 7-krotny wzrost względem wyników uzyskanych we wcześniejszym badaniu w sierpniu 2021 r. Autorzy zauważyli również, iż najwyższe miano przeciwciał IgG przeciw białku S występowało w grupie pracowników, którzy otrzymali dwie dawki przypominające, a najniższe w podgrupie, która nie przyjęła ani jednej. Jedyne uczestnik badania, który nie charakteryzował się obecnością takich przeciwciał był zarazem osobą, która nie przyjęła jakiegokolwiek dawki przypominającej. Poza badaniami poziomu przeciwciał, Autorzy zaobserwowali, iż chociaż większość badanych pracowników przyjęła pierwszą dawkę przypominającą szczepionki przeciw COVID-19, tak drugą dawkę przypominającą przyjęła już tylko połowa pracowników. Świadczy to o spadku zainteresowania szczepieniami, który najbardziej widoczny był wśród pracowników administracyjnych, następnie pielęgniarek i położnych, a w najmniejszym stopniu wśród lekarzy. Choć z uwagi na niewielką liczebność badanej grupy

nie można uzyskanych wyników uznać za reprezentatywnych dla całego środowiska medycznego, to poczynione obserwacje dobrze odzwierciedlają ogólny trend obserwowany w polskim społeczeństwie, który może mieć wiele przyczyn wynikających z niezrozumienia potrzeby otrzymywania kolejnych dawek przypominających czy obecnie dawki sezonowej szczepionki przeciw COVID-19. W przypadku badanej grupy główną rolę w nieprzyjmowaniu kolejnych dawek szczepionki odgrywały negatywne doświadczenia związane ze szczepieniami, przekonanie o ochronnym wpływie wcześniejszego zakażenia SARS-CoV-2, brak czasu i wątpliwości dotyczące bezpieczeństwa szczepień. Zidentyfikowanie czynników niechęci jest niezwykle ważnym krokiem dla planowania działań promujących szczepienia i jest to wartość dodana pracy. W związku z tym chciałbym poprosić Doktorantkę o sugestie w jaki sposób można by zwiększyć zainteresowanie szczepieniami przeciw COVID-19 wśród personelu medycznego, który odgrywa rolę wzorca zachowań prozdrowotnych dla ogólnej populacji, zwłaszcza iż wszystko wskazuje, że szczepienia przeciw COVID-19 będą miały w najbliższych latach charakter sezonowy. Ponadto, z uwagi na fakt, iż przeprowadzone badania skupiały się na analizie swoistej odpowiedzi humoralnej, chciałbym poprosić, by Doktorantka podczas obrony przybliżyła znaczenie poinfekcyjnej i poszczepiennej swoistej odpowiedzi komórkowej i możliwości jej laboratoryjnego badania.

W momencie przygotowywania tej recenzji, ujęte w cyklu doktorskim prace doczekały się według bazy Scopus łącznie 19 cytowań w literaturze naukowej, z których ponad 70% jest zasługą cytowań pierwszej publikacji w cyklu. Trzeba uczciwie przyznać, że nie jest to rezultat spektakularny, zwłaszcza biorąc pod uwagę ogromną objętość prac poświęconych COVID-19 jakie opublikowano w czasie pandemii, a także faktu, iż prace dotyczące tej tematyki były przeciętnie cytowane kilkakrotnie częściej niż poświęcone innym zagadnieniom. Być może większe zainteresowanie opublikowanymi wynikami można byłoby zyskać poprzez unikanie regionalizacji charakteru badań w tytułach prac na korzyść ich generalizacji. Warto jednak podkreślić, że powyższa uwaga nie przekreśla samej wartości prac wchodzących w skład cyklu doktorskiego. Należy ją raczej traktować jako życzliwą wskazówkę podczas publikowania kolejnych prac w przyszłości. Warto przy tej okazji podkreślić, iż uzyskiwane w badaniach wyniki wielokrotnie omawiane były w polskich mediach głównego nurtu, co zasługuje na szczególną pochwałę, ponieważ poza wartością naukową, miały one znaczenie społeczne w okresie pandemii.

Podsumowując, przedstawiona mi do oceny dysertacja doktorska wnosi nowe informacje dotyczące odpowiedzi humoralnej na zakażenia SARS-CoV-2 i szczepienie

przeciw COVID-19. Badania ujęte w cykl doktorskim dostarczają danych, które nie mają tylko znaczenia – jak można by wywnioskować z tytułu rozprawy doktorskiej – dla populacji wielkopolskiej, ale mają znaczenie ogólnonarodowe oraz stanowią punkt odniesienia dla analogicznych badań prowadzonych zagranicą. Niektóre z przedstawionych analiz miały charakter pionierski i były ważne dla rozumienia działania szczepień przeciw COVID-19 w polskiej populacji. Należy także podkreślić, iż Doktorantka miała istotny wkład w powstanie każdej z publikacji stanowiących cykl. Wynika to jednoznacznie z oświadczeń załączonych w pracy doktorskiej, a także deklaracji o udziale autorów w powstawaniu prac, które są częścią każdego opublikowanego artykułu. Pani mgr Dagna Lorent jest pierwszym autorem każdego artykułu i odpowiadała za rekrutację osób do badań, przygotowywanie prób do analiz, wykonywanie oznaczeń laboratoryjnych, analizowanie i interpretowanie uzyskanych wyników oraz przygotowywanie manuskryptów. Przeprowadzone badania nie budzą również żadnych wątpliwości natury etycznej, a na ich przeprowadzenie uzyskano niezbędne zgody właściwej Komisji Bioetycznej, której kopie uwzględniono w rozprawie doktorskiej. Ujęte w recenzji krytyczne uwagi nie mają wpływu na ogólną ocenę cyklu doktorskiego, który prezentuje wysoki poziom. Warto również dodać, że Pani mgr Dagny Lorent legitymizuje się dorobkiem naukowym poza cyklem doktorskim, a jej indeks Hirscha wg bazy Scopus wynosił w momencie oddawania recenzji 8. Wszystko to świadczy, że Doktorantka jest osobą w pełni dojrzałą naukowo do otrzymania stopnia doktora.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.), Ustawie z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Dz.U. z 2018 r. poz. 1669 ze zm.) oraz w Sposobie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w Instytucie Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu (uchwała Rady Naukowej ICHB PAN nr 28/2024/Internet z dnia 20 marca 2024 r.) i wnioskuje do Rady Naukowej Instytutu Chemii Bioorganicznej PAN o dopuszczenie mgr Dagny Lorent do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

Z uwagi na unikalność przeprowadzonych badań, ich pionierski charakter i dostarczanie danych istotnych z punktu widzenia zarządzania pandemią i programy profilaktyki zakażeń SARS-CoV-2 w Polsce, wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Piotr Rzymuś

Poznań, 3 października 2024 r.