Załącznik nr 3 do wniosku o wszczęcie
postępowania habilitacyjnego z dnia 29.04.2021

Dr n.med. Natalia Buda

Autoreferat

„Zastosowania ultrasonografii płuc u pacjentów dorosłych ze szczególnym uwzględnieniem zmian śródmiąższowych"

Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Chorób Tkanki Łącznej i Geriatrii

Gdańsk 2021

1. **Imię i Nazwisko**: Natalia Buda
2. **Posiadane dyplomy, stopnie naukowe** – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:
   a. dyplom lekarza – Gdański Uniwersytet Medyczny, 2009r.,
   b. dyplom doktora nauk medycznych – Gdański Uniwersytet Medyczny 19.02.2015r, tytuł rozprawy doktorskiej: „Ocena przydatności przezklatkowej ultrasonografii płuc w diagnostyce włóknienia w przebiegu śródmiąższowych chorób płuc" Promotor: Prof. Zbigniew Zdrojewski
   c. dyplom specjalisty chorób wewnętrznych, Centrum Egzaminów Medycznych, Łódź, 19.04.2016r.
   d. Certyfikat Polskiego Towarzystwa Ultrasonografii, 2016.

3. **Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.**

a. Gdański Uniwersytet Medyczny, Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych. Chorób Tkanki łącznej i Geriatrii: stanowisko asystenta od 2010r, stanowisko adiunkta od 2019r

b. Uniwersyteckie Centrum Kliniczne w Gdańsku od 2009r.

4. **Wskazanie osiągnięć których mowa** w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy:

a) **tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego:**

„Zastosowania ultrasonografii płuc u pacjentów dorosłych ze szczególnym uwzględnieniem zmian śródmiąższowych"

b) **Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:**

Osiągnięcie stanowi jednotematyczny cykl 5 publikacji. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia:

1. **Buda Natalia**, Hajduk Adam, Zdrojewski Zbigniew, Joanna Jaworska.
Tytuł:" Lung Ultrasonography As An Accurate Diagnostic Method For The Diagnosis Of Community-Acquired Pneumonia In The Elderly Population"
Czasopismo: Ultrasound Quaterly, 2020, str 111-117.
Punktacja Impact Factor (IF) 0,737; Punktacja Minerstwa (MNiSW) 40.

2. **Buda Natalia**, Skoczylas Agnieszka, Demi Marcello, Wojteczek Anna, Cylwik Jolanta, Soldati Gino.
Tytuł: "Clinical impact of vertical artifacts changing with frequency in lung ultrasound"
Czasopismo: MDPI Diagnostics, 2021 Feb 26;11(3):401.
Punktacja Impact Factor (IF) 3,11; Punktacja Ministerstwa (MNiSW) 70

3. **Buda Natalia**, Masiak Anna, Zdrojewski Zbigniew.
Tytuł: "Utility Of Lung Ultrasound In ANCA-Associated Vasculitis With Lung Involvement"
Czasopismo: Plos ONE, 2020 Jun;36(2):111-117.
Punktacja Impact Factor (IF) 2,74; Punktacja Ministerstwa (MNiSW) 100

4. **Buda N.**, Segura-Grau E., Cylwik J., Wełnicki M.
Tytuł*: Lung ultrasound in the diagnosis of COVID-19 infection : a case series and review of the literature.*
Czasopismo: Adv. Med. Sci. 2020 : vol. 65, nr 2, s. 378-385.
Punktacja Impact Factor: 2,570, Punktacja ministerialna: 100

5. **Buda Natalia,** Kosiak Wojciech, Wełnicki Marcin, Skoczylas Agnieszka, Olszewski Robert, Piotrowski Jakub, Skoczyński Szymon, Radzikowska Elżbieta, Jassem Ewa, Grabczak Elżbieta Magdalena, Kwaśniewicz Piotr, Mathis Gebhard, Toma Tudor P.
Tytuł "Recommendations for lung ultrasound in internal medicine"
Czasopismo: Diagnostics, 2020 Aug 16;10(8):597.
Punktacja Impact Factor (IF) 3,11, Punktacja ministerstwa (MNiSW) 70.

Jestem pierwszym autorem wszystkich publikacji składających się na osiągnięcie naukowe.

Łączny Impact Factor prac składających się na osiągnięcie wynosi **12,267 punktów**.

Łączna liczba punktów MNiSW prac składających się na osiągnięcie wynosi **380 punktów**.

Wszystkie wymienione wyżej prace powstały po uzyskaniu stopnia doktora nauk medycznych.

Badania, będące podstawą przedstawionego osiągnięcia naukowego, prowadziłam w Katedrze i Klinice Chorób Wewnętrznych, Chorób Tkanki Łącznej i Geriatrii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego pod kierunkiem prof. dr hab. med. Zbigniewa Zdrojewskiego.

c) **omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.**

Główny cel naukowy ww. prac:

Głównym celem osiągnięcia naukowego była ocena przydatności ultrasonografii płuc w diagnostyce chorób płuc u pacjentów dorosłych. O szczegółowym wyborze tematów prac naukowych decydowały małe ilości danych lub ich brak piśmiennictwie naukowym.

Dodatkowy cel stanowiła ultrasonograficzna ocena zmian śródmiąższowych płuc w przebiegu:

- zmian zapalnych

- niewydolności serca (kardiogennego obrzęku płuc)

- śródmiąższowych chorób płuc (włóknienia płuc)

Wprowadzenie:

W ostatnich 40 latach, dzięki licznym pracom naukowym, ultrasonografia płuc zyskiwała coraz więcej dowodów na swoją przydatności w diagnostyce chorób płuc i nadal jest rozwijającym się narzędziem diagnostycznym. Dostępne metaanalizy prezentujące czułość i swoistość tej metody w zakresie rozpoznawania odmy jamy opłucnej, zapalenia płuc, obrzęku płuc, zatorowości płucnej wskazują na wysoką czułość i swoistość tej metody. Jednakże nadal wiele chorób układu oddechowego wymaga dalszych badań lub ustalenia typowych dla danej jednostki chorobowej cech ultrasonograficznych.

Kilkanaście lat temu, powszechnie uważano, że płuca są narządem, który jest poza możliwością oceny przy pomocy badania ultrasonograficznego. Fale ultradźwiękowe, które padają na powierzchnię prawidłowo powietrznego płuca ulegają silnemu odbiciu, dając efekt lustrzanego odbicia na ekranie aparatu usg. Brak możliwości oceny miąższu płucnego, drzewa oskrzelowego i naczyń w prawidłowo powietrznym płucu spowodował pominięcie ultrasonografii jako narzędzia służącego do obrazowania płuc.

Pierwsze publikacje na temat zastosowania ultrasonografii płuc sięgają 1959 (Buddee FW i wsp.) i 1969 roku (Crawford HD I wsp.). Jednakże dopiero w latach 90, dzięki wkładowi pracy naukowców z Francji, Niemiec i Austrii, dokonano kroku milowego odkrywając, że w sytuacjach związanych ze zmianą powietrzności płuc pojawiają się w badaniu ultrasonograficznym artefakty i konsolidacje

podopłucnowe. Te dwa typy zmian do dziś stanowią dwie podstawowe grupy odchyleń w badaniu ultrasonograficznym.

W ostatnich 10 latach pojawiły się pierwsze zalecenia dotyczące zastosowania ultrasonografii płuc jako metody diagnostycznej „point-of-care". Grupa międzynarodowych ekspertów zwraca uwagę na stosowanie ultrasonografii płucu w miejscu gdzie przebywa pacjent, jako badanie przyłóżkowe, które można wielokrotnie powtórzyć celem monitorowania pacjentów.

Kolejne zalecenia zostały opracowane w 2017 roku, przez polską grupę ekspercką, zajmującą się zastosowaniem ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych[18]. W oparciu o metodologię dedykowaną tworzeniu rekomendacji opracowano zalecenia dotyczące odmy jam opłucnej, zapalenia płuc, niedodmy, obrzęku płuc, włóknienia płuc. W 2020 roku została opracowana i opublikowana aktualizacja zaleceń dotyczących zastosowania ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych[19].

W 2020 roku ERS (European Respiratory Society) wydało dokument przedstawiający możliwości metod diagnostycznych stosowanych w pulmonologii. Badanie ultrasonograficzne jest według ekspertów ERS badaniem o wyższej czułości i swoistości w odniesieniu do badania RTG klatki piersiowej oraz porównywalną do tomografii klatki piersiowej, w diagnostyce pacjentów z ostrą niewydolnością oddechową. Eksperci zaznaczają również, że aby móc poprawnie wykonywać i interpretować badanie ultrasonograficzne płuc, należy przejść odpowiednie szkolenie.

Autorka powyższych prac wchodzących w skład cyklu publikacji powiązanych tematycznie, przedstawia zakres zastosowania ultrasonografii płuc u pacjentów dorosłych ze szczególnym uwzględnieniem zmian śródmiąższowych.

Cele i wyniki oraz omówienie ich wykorzystania:

Pierwsza publikacja z cyklu tematycznego, autorstwa Buda N, Hajduk A, Zdrojewski Z i Jaworska J, zatytułowana "*Lung Ultrasonography As An Accurate Diagnostic Method For The Diagnosis Of Community-Acquired Pneumonia In The Elderly Population*" (Ultrasound Quaterly, 2020, str 111-117), stanowi opracowanie wyników badań prowadzonych w populacji geriatrycznej.

Udział w publikacji Dr n .med. Natalii Buda: koncepcja i przygotowanie projektu badania, wykonywanie badań usg płuc, pozyskiwanie danych do analizy, analiza i interpretacja danych, pisanie manuskryptu.

Celem pracy było przedstawienie zastosowania ultrasonografii płuc w populacji geriatrycznej z podejrzeniem zapalenia płuc. W pracy podjęto się oceny: a) częstości występowania zmian zapalnych w płucach w badaniu ultrasonograficznym płuc oraz b) porównanie wyników badań usg płuc z radiogramem klatki piersiowej w grupie pacjentów geriatrycznych.

Jedną z częstszych przyczyn hospitalizacji oraz zgonu na oddziałach chorób wewnętrznych stanowi zapaleniem płuc. Dlatego też wykonanie pracy w populacji geriatrycznej i ocena ultrasonograficzna płuc u pacjentów z dusznością wydawała się być celowa. Rutynowo, w celu obrazowania zmian płucnych w zapaleniu wykonuje się klasyczne radiogram klatki piersiowej (RTG). Złotym standardem w obrazowaniu płuc jest badanie tomokomputerowe klatki piersiowej (CT). Badanie ultrasonograficzne płuc jest obiecującym narzędziem diagnostycznym, popartym wieloma wcześniejszymi badaniami naukowymi u dzieci jak i u pacjentów dorosłych. Prace jednoznacznie wskazują na wysoką czułość i swoistość ultrasonografii płuc gdy odnosimy wyniki do tomografii płuc. Dodatkowym atutem badania ultrasonograficznego w porównaniu do CT klatki piersiowej jest możliwość wielokrotnego powtórzenia badania przyłóżkowo i w dowolnej dla pacjenta pozycji ciała. Do badania włączono 191 pacjentów w wieku powyżej 65 roku życia. W pierwszej dobie hospitalizacji wykonano badanie RTG klatki piersiowej oraz badanie ultrasonograficzne płuc. W kryteriach rozpoznania zapalenia płuc w badaniu ultrasonograficznym przyjęto obecność typowych konsolidacji podopłucnowych z bronchogramem powietrznym (dynamicznym lub dynamiczno-statycznym lub jednostronnie występujące zmiany

śródmiąższowe (pod postacią obecności artefaktów linii B). Dokonano analizy porównawczej wyników badań obrazowych oraz finalnego rozpoznania klinicznego. Zapalenia płuc w oparciu o wszystkie dane kliniczne rozpoznano u 115 pacjentów (60,2% grupy badanej). Badanie RTG klatki piersiowej wykazało zmiany zapalne jedynie u 65 pacjentów (34% grupy badanej i 56,5% z grupy w której ostatecznie rozpoznano zapalenie płuc). Ultrasonografia płuc wykazała obecność zmian zapalnych u 114 pacjentów (59,7% grupy badanej i 99% pacjentów, u których ostatecznie klinicznie rozpoznano zapalenia płuc). Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej określono czułość i swoistość ultrasonografii płuc na poziomie 99% i 98,7% (PPV – *positive predictive value* 99%, NPV-*negative predictive value* 98,7%). Badanie RTG klatki piersiowej w grupie badanej prezentowała odpowiednio czułość i swoistość: 56,5% i 100% (PPV 100%, NPV 60,3%). Głównym ograniczeniem powyższego badania był brak odniesienia wyników badań obrazowych (zarówno ultrasonografii płuc jak i radiogramie klatki piersiowej) do złotego standardu jakim jest tomografia klatki piersiowej. Jednakże z uwagi na stan pacjentów, konieczność transportu wewnątrzszpitalnego oraz obserwowaną poprawę kliniczną w wyniku zastosowanego celowanego leczenia nie wykonywano badań CT klatki piersiowej.

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że zastosowanie ultrasonografii płuc jako metody oceniające pacjentów geriatrycznych przyjmowanych do szpitala jest pomocne w weryfikowaniu klinicznego podejrzenia infekcji dolnych dróg oddechowych. Cel pracy został osiągnięty dzięki wysokiej skuteczności metody obrazowania oraz możliwości wykonania badania ultrasonograficznego płuc przy łóżku pacjenta.

Drugą pracą z cyklu publikacyjnego, autorstwa Buda N, Skoczylas A, Demi M, Wojteczek A, Cylwik J, Soldati G, jest artykuł zatytułowany *"Clinical impact of vertical artifacts changing with frequency in lung ultrasound"*, (MDPI Diagnostics, 2021 Feb 26;11(3):401).

Udział w publikacji Dr n .med. Natalii Buda: koncepcja projektu badania, metodologia, wykonywanie badań usg płuc, pozyskiwanie danych do analizy, formalna analiza, nadzór nad projektem i pisanie manuskryptu.

Celem pracy była ocena wpływu zmian częstotliwości na obrazowanie zmian śródmiąższowych w płucach w grupie pacjentów z kardiogennym obrzękiem płuc i włóknieniem w przebiegu śródmiąższowej choroby płuc. Dodatkowo celem była:

a) ocena możliwości różnicowania obu jednostek chorobowych w badaniu ultrasonograficznym płuc w oparciu o analizę zmian występujących w zakresie linii opłucnej.
b) opracowanie hipotetycznego modelu płuc, pozwalającego wyjaśnić zachodzące zjawiska fizyczne fal ultradźwiękowych

Praca naukowa była prowadzona we **współpracy międzynarodowej** z inżynierem fizyki, Marcello Demi, pracującym w Jednostce Przetwarzania Obrazów Medycznych, w Fondazione Gabriele Monasterio w Pizie oraz Gino Soldati'm, jednym z najczęściej cytowanym autorem publikacji na temat zastosowania ultrasonografii płuc, który jest Kierownikiem Pracowni Diagnostyki Interwencyjnej i Ultrasonograficznej w General Hospital Lucca, również we Włoszech, a także z trzema specjalistkami z ultrasonografii płuc z Polski. **Publikacja była poprzedzona, kilkuletnią współpracą zdalną, kilkumiesięcznym stażem w Pracowni Diagnostyki Interwencyjnej i Ultrasonograficznej w General Hospital Lucca oraz wizytacjami i konsultacjami w Jednostce Przetwarzania Obrazów Medycznych, w Fondazione Gabriele Monasterio.**

Wspólne badania prowadzone od lat na temat pionowych artefaktów w ultrasonografii płuc, zaowocowały publikacją dotyczącą różnicowania włóknienia płuc od obrzęku płuc w badaniu ultrasonograficznym. W obu sytuacjach klinicznych w badaniu ultrasonograficznym występują artefakty linii B (z definicji długie pionowe artefakty wychodzące z linii opłucnej, biegnące do dolnego brzegu ekranu). Postawiono hipotezę, proponującą ultrasonograficzne różnicowanie obu jednostek chorobowych przy pomocy oceny zmian w zakresie linii opłucnej i/lub zmian długości pionowych

artefaktów w zależności od ustawionej częstotliwości obrazowania w głowicy typu convex. W badaniach wzięło udział 32 pacjentów ze śródmiąższową chorobą płuc w przebiegu twardziny układowej oraz 30 pacjentów z kardiogennym obrzękiem płuc. Twardzinę układową rozpoznano na podstawie kryteriów ACR/EULAR z 2013 roku, natomiast śródmiąższową chorobę płuc w oparciu o wyniki badań czynnościowych, wynik badania tomografii komputerowej wysokiej rozdzielczości (HRCT) oraz obraz kliniczny pacjenta. Rozpoznanie kardiogennego obrzęku płuc zostało ustalone na podstawie obrazu klinicznego, wyników badań laboratoryjnych (poziom NT pro-BNP), badania echokardiograficznego i radiogram klatki piersiowej.

W pierwszej części pracy analizie został poddany materiał wideo wykonany przy pomocy głowicy typu convex, w obu grupach pacjentów. Głowica typu convex jest odpowiednią do oceny pionowych artefaktów, z uwagi na swój zakres częstotliwości i możliwość znacznej regulacji głębokości obrazowania. W badaniu ultrasonograficznym płuc artefakty linii B (według definicji: długie pionowe artefakty sięgające dolnego brzegu ekranu, niezależnie od ustawionej głębokości obrazowania, przypominające wiązkę lasera), występują zarówno w kardiogennym obrzęku płuc jak i włóknieniu płuc w przebiegu śródmiąższowych chorób płuc. Stwierdzenie obecności licznych artefaktów linii B podczas badania ultrasonograficznego płuc świadczy o utracie powietrzności płuc i zmianach patologicznych w zakresie przestrzeni śródmiąższowej i częściowo w pęcherzykach płucnych. Artefakty linii B nie są swoistym objawem lecz bardzo czułym w wykrywaniu zmian śródmiąższowych, nie zależnie od przyczyny ich powstania.

Podczas przeprowadzonego badania obserwowano zmianę długości pionowych artefaktów w zależności od ustawionej częstotliwości. Głowica convexowa, którą wykonywano badania miała zasięg częstotliwości od 2 do 6 MHz. Wyjściowe ustawienia fabryczne są zaprogramowane do korzystania z pośredniej wartości częstotliwości głowicy typu convex. Podczas badań pionowe artefakty oceniano na częstotliwości 2 MHz, a następnie na 6 MHz, a więc na dwóch skrajnych częstotliwościach pozostających w zasięgu głowicy typu convex. Uzyskano 876 pętli wideo, które poddano analizie jakościowej. 128 pętli wideo zostało odrzuconych po analizie jakościowej obrazu z uwagi na niewystandaryzowane ustawienia aparatu usg. Brak ujednolicenia ustawień aparatu usg ma wpływ na finalny obraz ultrasonograficzny. Wobec czego wymaganym było ujednolicenie podstawowych parametrów: poziom ogniska, skali szarości, głębokość i częstotliwość obrazowania. Pozostałe 748 pętli wideo zostało przeanalizowanych pod kątem oceny długości artefaktów na dwóch skrajnych częstotliwościach. Artefakty o długości docierającej do dolnego brzegu ekranu (przy głębokości 15 cm) określano artefaktami linii B. Natomiast artefakty, które były krótsze i zanikały po kilku centymetrach, nie osiągając jednocześnie dolnego brzegu ekranu określono Artefaktem linii Z (zgodnie z definicją opracowaną przez prof. D Lichtensteina).

Artefakty linii B były obserwowane na częstotliwości 2MHz zarówno w przypadku grupy z włóknieniem płuc jak i kardiogennym obrzękiem płuc. Jednakże sytuacja prezentowała się odmiennie gdy aparat usg ustawiono na częstotliwości 6 MHz. Wówczas w grupie z włóknieniem płuc, w 62% materiału obserwowano skrócenie pionowego artefaktu do linii Z. W grupie pacjentów z obrzękiem płuc zmiany w zakresie długości artefaktu, przy zmianie częstotliwości dotyczyły jedynie 13% materiału wideo.

Zmiana częstotliwości podczas analizy pionowych artefaktów staje się pomocna w różnicowaniu włóknienia i obrzęku płuc z czułością 76%, swoistością 61%, PPV 80%, NPV 55%, LR (+) 2,58, LR (-) 0,51, AUC=0,687, p=0,03.

W drugiej części pracy oceniano zmiany w zakresie linii opłucnej w obu grupach badanych. W celu oceny zmian w zakresie linii opłucnej wymaganym było poszerzenie badania o ocenę płuc głowicą liniową. Uzyskano ponad 640 pętli wideo z różnych pól płucnych w obu grupach badanych. Podczas analizy materiału wideo zaobserwowano, że w grupie pacjentów z włóknieniem płuc występują liczne i rozległe zmiany w zakresie linii opłucnej, takie jak: nieregularność (w 68%), fragmentaryczność (w

68%), rozmycie linii opłucnej (w 22%) analizowanego materiału. Nieregularność i/lub fragmentaryczność linii opłucnej przy jednocześnie występującym zjawisku skrócenia pionowych artefaktów na skutek zmiany częstotliwości z 2MHz na 6MHz, występowała w 97% materiału video. W przypadku pacjentów z obrzękiem płuc nie odnotowano zmian w zakresie linii opłucnej. Jedynie w trzech pętlach video zaobserwowano odcinkową nieregularność linii opłucnej.

Rozpatrywane różnicowanie obrzęku płuc i włóknienia w badaniu ultrasonograficznym, opierającym się jedynie na ocenie zmian w zakresie linii opłucnej skutkuje czułością 99%, swoistością 68%, PPV 99% oraz NPV 68%, LR (+) 60, LR (-) 0,32; AUC=0,836, p=0,0002.

Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, że przydatne w różnicowaniu obrzęku płuc i włóknienia płuc są: parametry związane ze zmianami w zakresie linii opłucnej (ocena przy pomocy głowicy liniowej) jak i zmiana częstotliwości obrazowania (ocena głowicą typu convex). Z tego powodu zaproponowano wykorzystanie obu metod w ocenie pacjentów. W wyniku oceny długości pionowych artefaktów (w zależności od zmiany częstotliwości) oraz zmian w zakresie linii opłucnej, zwiększyła się czułości (do 91%) i swoistości (do 97%) w różnicowaniu obu typów zmian płucnych, PPV 97%, NPV 91%, LR (+) 27,19, LF (-) 0,097, obszar pod krzywą (AUC) = 0,936, $p=7x10^{-6}$:

Ponadto badania pozwoliły na przedstawienie hipotezy w oparciu o którą przedstawiono analizę zjawisk fizycznych występującą w obu grupach badanych. Celem opracowania hipotetycznego modelu było wyjaśnienie obserwowanych zmian długości pionowych artefaktów w zależności od częstotliwości. Hipoteza zakłada, że w zależności od kształtu i położenia trans-sonicznego kanału w płucu, pionowe artefakty mogą mieć różną długość i nie zawsze będzie osiągał swoją długością dolny brzeg ekranu. Zmiana częstotliwości obrazowania może z kolei wpłynąć na skrócenie długości artefaktu w zależności od pierwotnego kształtu kanału nazywanego również pułapką dla ultradźwięków.

Trzecią pracą z cyklu publikacyjnego autorstwa Buda N, Masiak A, Zdrojewski Z, jest artykuł zatytułowany *"Utility of lung ultrasound in ANCA-associated vasculitis with lung involvement"*, (Plos ONE, 2020 Jun;36(2):111-117).

Udział w publikacji Dr n .med. Natalii Buda: koncepcja i przygotowanie projektu badania, wykonywanie badań usg płuc, pozyskiwanie danych do analizy, analiza i interpretacja danych, pisanie manuskryptu.

Celem pracy było opisanie zmian ultrasonograficznych obserwowanych w płucach w grupie pacjentów z zapaleń naczyń związanych z występowaniem przeciwciał ANCA. Ponadto różnorodność zmian płucnych w badanej grupie chorych (od skonsolidowanych, po zmiany jamiste i śródmiąższowe), odpowiadała pierwotnym założeniom osiągnięcia naukowego.

Ziarniniakowatość z zapaleniem naczyń (GPA) i mikroskopowe zapalenie naczyń (MPA) stanowią grupę zapaleń naczyń (AAV – *ANCA associated vasculitis*) związanych z występowaniem przeciwciał ANCA (antineutrophil cytoplasmic antibody). Kliniczna prezentacja chorób z grupy AAV jest heterogenna. Najczęściej zajętymi narządami przez proces chorobowy są górne i dolne drogi oddechowe oraz nerki. Rozpoznanie AAV ustalono w oparciu o kryteria podane w 1994 roku, podczas konferencji w Chapel Hill w USA oraz kryteria klasyfikacji z 1990 roku.

Zmiany w płucach w przebiegu AAV obserwuje się u 43% do 94%. Jedynie u 10% płuca są jedynym narządem zajętym w przebiegu AAV. Pojawienie się zmian w płucach może wyprzedzić rozpoznanie zapalenia naczyń nawet o rok. Najczęstszym typem zmian radiologicznych w płucach są: liczne guzki, polimorficzne nacieki, zwykle zlokalizowane w obu płucach, wymiarów od kilku milimetrów do kilku centymetrów. U 25-50% nacieki i guzki mają tendencję do martwicy i tworzenia jam. W przypadkach GPA i MPA może wystąpić krwawienie do pęcherzyków płucnych, płyn w jamie opłucnej, rzadziej włóknienie płuc.

Obserwacja zmian w płucach w badaniu ultrasonograficznym występujących w przebiegu zapaleń naczyń nie była wcześniej opisywana w literaturze. Do grupy badanej włączono 38 pacjentów z rozpoznanym zapaleniem naczyń związanym z występowaniem przeciwciał ANCA. Badanie ultrasonograficzne było wykonane u 21 pacjentów ze zmianami płucnymi. U siedmiu pacjentów badania usg płuc i CT płuc zostały wykonane kilkukrotnie, celem monitorowania zmian w płucnych, podczas prowadzonej terapii. Łącznie wykonano 35 razy tomografię i usg płuc. Badania obrazowe były wykonane 26 razy w czasie aktywnej choroby oraz 9 razy w okresie remisji. Wyniki badania ultrasonograficznego były porównane z wynikami tomografii komputerowej, która stanowi złoty standard w obrazowaniu zmian płucnych.

W 17 przypadkach stwierdzono obecność nacieków z tendencją do tworzenia się jam. W badaniu ultrasonograficznym uwidoczniono jedynie część zmian obserwowanych w badaniu CT płuc. Badanie ultrasonograficzne pozwala jedynie na obserwację zmian kontaktujących się z linią opłucnej. Konsolidacje z jamami kontaktujące się z linią opłucnej miały owalny lub okrągły kształt, były dobrze odgraniczone i bezechowe, a w opcji CD (*Color doppler)* nie prezentowały centralnych przepływów. W 11 przypadkach w badaniach obrazowych stwierdzono cechy włóknienia, wtórnie do śródmiąższowej choroby płuc. Zmiany występowały obustronnie. W badaniu ultrasonograficznym opisywano typowe zmiany w zakresie linii opłucnej (nieregularność, fragmentaryczność, rozmycie linii opłucnej) z towarzyszącymi licznymi artefaktami linii B. W badaniu ultrasonograficznym, cechy włóknienia w przebiegu AAV, nie różnią się od włóknienia w przebiegu innych chorób śródmiąższowych płuc. Wobec czego ultrasonografia płuc nie różnicuje przyczyn włóknienia, a jedynie może być pomocne w jej stwierdzaniu. W 3 przypadkach w badaniach obrazowych stwierdzono cechy krwawienia do pęcherzyków płucnych. We wszystkich 3 przypadkach było to krwawienie do pęcherzyków, które pojawiło się w czasie infekcji dolnych dróg oddechowych. Cechy krwawienia do pęcherzyków płucnych obejmowały: obustronną lokalizację zmian, liczne i wieloogniskowe artefakty linii B, drobne podopłucnowe konsolidacje o trójkątnym/owalnym kształcie, o średnicy około 15mm, z częściowo występującą amputacją przepływów w opcji *Color doppler* oraz niewielką objętością wolnego płynu w jamach opłucnej. Średnia liczba tomografii klatki piersiowej wykonanej u pojedynczego pacjenta wynosiła 5,52, a badania RTG klatki piersiowej odpowiednio 2,57.

W pracy zwrócono również uwagę na aspekty techniczne. Główna uwaga dotyczyła konieczności wykorzystania głowic typu convex oraz liniowej, wbrew powszechnym tendencjom do wykorzystywania w badaniach jedynie głowicy typu convex. Głowica liniowa pozwala na dokładniejsza ocenę obszarów w zakresie linii opłucnej i niewielkich zmian podopłucnowych. Zmiany podopłucnowe pomimo swoich małych wymiarów, mogą mieć znaczący wpływ na wydolność oddechową jeśli występują na rozległym obszarze płuc.

W podsumowaniu stwierdzono, że badanie ultrasonograficzne płuc pomimo różnorodnego charakteru zmian płucnych (zmiany ogniskowe, zmiany jamiste, zmiany śródmiąższowe), może być przydatną metodą we wstępnej diagnostyce i monitorowaniu pacjentów z AAV. Jednakże z uwagi na ograniczenia dotyczące wykrywania zmian nie pozostających w kontakcie z linią opłucnej wymagane jest wykonywanie tomografii klatki piersiowej jako złotego standardu, a ultrasonografię płuc należy traktować jako badanie pomocnicze.

Należy zwrócić uwagę, że była to pierwsza publikacja na świecie opisująca zastosowanie ultrasonografii płuc w ocenie zmiany płucnych w przebiegu zapalenia naczyń związanych z występowaniem przeciwciał ANCA.

Czwartą pracą z cyklu publikacyjnego autorstwa Buda N., Segura-Grau E., Cylwik J., Wełnicki M., zatytułowana: *„Lung ultrasound in the diagnosis of COVID-19 infection : a case series and review of the literature"* opublikowana w Czasopiśmie: Adv. Med. Sci. 2020 : vol. 65, nr 2, s. 378-385.

Udział w publikacji Dr n .med. Natalii Buda: koncepcja i projekt, zbieranie danych, analiza i interpretacja danych, przygotowanie manuskryptu, przegląd piśmiennictwa.

Celem pracy było przedstawienie możliwości diagnostycznych ultrasonografii płuc w wykrywaniu zmian śródmiąższowych w przebiegu śródmiąższowego zapalenia płuc, u pacjentów z zakażeniem wirusem SARS COV-2. Praca była opracowana na początku pandemii COVID-19, kiedy potrzebne były wszelkie dane na temat zastosowania diagnostyki obrazowej w grupie pacjentów z chorobą COVID-19.

Rozszerzająca się na cały świat pandemia COVID-19 wywoływana przez koronawirusa SARS-CoV-2 stała się wyzwaniem dla całego systemu opieki zdrowotnej w aspekcie zapobiegania zakażeniu, szybkiej diagnostyki oraz leczenia. W publikacji przedstawiono opisy trzech przypadków zachorowań na COVID-19 z zajęciem płuc, gdzie z powodzeniem wykorzystano możliwość zastosowania przezklatkowego badania ultrasonograficznego płuc w zakresie przyłóżkowej diagnostyki. Możliwość powtarzania tego badania, nieinwazyjność oraz wysoka czułość powodują, że może być ono bardzo istotnym elementem opieki nad chorym z wirusowym zapaleniem płuc.

W drugiej części publikacji dokonano analizy dostępnego wówczas piśmiennictwa na temat zastosowania ultrasonografii płuc w diagnostyce zmian płucnych w przebiegu COVID-19. Z punktu widzenia epidemiologicznego bardzo ważne jest wczesne postawienie diagnozy. Podstawową metodą diagnostyczną jest test reakcji łańcuchowej polimerazy z odwróconą transkrypcją (rRT-PCR) wykonany z wymazu nosowo-gardłowego lub popłuczyn z drzewa oskrzelowego. Bardzo istotne w diagnostyce zakażeń SARS-CoV-2 są badania obrazowe.

Tomograficzne klatki piersiowej jest w ocenie ekspertów rekomendowane jako badanie screningowe. W badaniu TK w przebiegu COVID-19 najczęściej stwierdzane są zmiany obustronne, głównie z lokalizowane obwodowo. Najczęściej występuje obraz mlecznej szyby (ponad 50% chorych) z towarzyszącymi obszarami konsolidacji. Rzadko obserwuje się wysięki opłucnowe, guzki czy obszary limfadenopatii. Obrazowanie TK jest badaniem czułym, ale ma swoje ograniczenia – wykonanie go u pacjenta w hipoksemii, wentylowanego mechanicznie wysokim stężeniami tlenu czy niestabilnego hemodynamicznie może być niemożliwe.

Przezklatkowa ultrasografia płuc ma bardzo wysoką czułość i specyficzność w rozpoznawaniu śródmiąższowego zapalenia płuc jak i ARDS. Z tego powodu ultrasonografia wydaje się wiec być atrakcyjna do wykorzystania w diagnostyce chorych podejrzanych o COVID-19. Znacznym atutem tej metody jest możliwość wykonania badania usg płuc w każdym miejscu diagnostyki i leczenia chorego i nie wymaga ryzykownego transportu. Ultrasonografia płuc może być pomocna w diagnostyce pacjenta z podejrzeniem covid-19 (na oddziale, w namiocie pod oddziałem, w domu pacjenta, itd). Ponadto można ją wykorzystać podczas monitorowania przebiegu choroby na oddziałach intensywnej terapii, ponieważ można je powtórzyć wielokrotnie. Jednakże celem potwierdzenia skuteczności metody obrazowania potrzebne są dalsze wieloośrodkowe badania.
Powyższa praca przedstawia dane z piśmiennictwa na temat możliwości zastosowania ultrasonografii płuc w wykrywaniu zmian śródmiąższowych w grupie pacjentów z chorobą COVID-19. Przedstawiona analiza piśmiennictwa jest dodatkowo poparta opisem serii czterech przypadków.

Ostatnią publikacją z osiągnięcia naukowego, autorstwa Buda N, Kosiak W, Wełnicki M i wsp., stanowią zalecenia utworzone przez grupę polskich ekspertów z zakresu ultrasonografii płuc. Publikacja o tytule *„Recommendations for Lung Ultrasound in Internal Medicine"*,została wydana przez Diagnostics w 2020 roku (Diagnostics, 2020 Aug 16;10(8):597).

Udział w publikacji Dr n .med. Natalii Buda: koncepcja i przygotowanie projektu badania, metodologia, pozyskiwanie danych do analizy, analiza i interpretacja danych, pisanie manuskryptu, nadzór nad projektem.

Celem tej publikacji była aktualizacja wydanych 2 lata wcześniej zaleceń dotyczących zastosowania ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych.

W 2017 roku zostały wydane pierwsze zalecenia polskiej grupy roboczej, która powstała celem usystematyzowania wiedzy pochodzącej z piśmiennictwa na temat zastosowania ultrasonografii płuc w

chorobach wewnętrznych. Natomiast w 2020 roku została wydana aktualizacja zaleceń, w zespole wzbogaconym o udział dwóch specjalistów z zakresu ultrasonografii płuc, pochodzących z Wielkiej Brytani oraz Austrii, którzy pełnili rolę nadzorującą nad przebiegiem procesu tworzenia zaleceń. Zespół ekspertów składał się ze specjalistów z dziedziny: chorób wewnętrznych, pulmonologii, kardiologii, pediatrii, radiologii. Przeprowadzono analizę piśmiennictwa do października 2020 roku, włączając do finalnej analizy jedynie prace oryginalne i metaanalizy dotyczące ultrasonografii płuc u pacjentów dorosłych. Wyszukano wstępnie 6892 publikacje, z których po usunięciu duplikatów, prac poglądowych, opisów przypadków oraz prac dotyczących pediatrii, neonatologii, weterynarii oraz intensywnej terapii. Ostatecznie do analizy włączono 528 publikacji. Utworzone zalecenia dotyczące zastosowania ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych dotyczyły następujących zagadnień: odmy opłucnowej, płynu w jamie opłucnej, kardiogennego i niekardiogennego obrzęku płuc, śródmiąższowych chorób płuc przebiegających z włóknieniem, monitorowania pacjentów dializowanych, zapaleń płuc, niedodmy z ucisku, niedodmy resorpcyjnej, zatorowości płucnej, podopłucnowych zmian nowotworowych i przepony. Powyższe zagadnienia zostały opracowane w postaci stwierdzeń, które po analizie jakościowej piśmiennictwa, dyskusjach i tajnych głosowaniach systemem Delphi, stały się zaleceniami o określonej sile. Dodatkowo grupy zaleceń dotyczące powyższych zagadnień zostały opatrzone komentarzami grupy eksperckiej, celem zdefiniowania stosowanej terminologii, sytuacji wyjątkowych oraz aspektów technicznych. Aktualizacja zaleceń została wzbogacona o szereg stwierdzeń dotyczących kardiologii, pacjentów poddawanych zabiegom hemodializy, a także zapaleń płuc, płynu w jamie opłucnej, ocenie przepony. Dokument zawiera również opinię zespołu na temat edukacji ultrasonografii płuc w ramach programu studiów oraz programów różnych specjalizacji.

Artykuł zawiera 62 zalecenia, z czego 48 mają siłę na poziomie A1, 6 na poziomie B2 i 8 na poziomie C1. Ponadto utworzono 52 komentarze, które są pogrupowane tematycznie i znajdują się tuż pod daną grupą zaleceń. Największa liczba zaleceń została utworzona na temat kardiogennego obrzęku płuc (17), zapaleń płuc (5), zatorowości płucnej (5) oraz płynu w jamie opłucnej (5). Jednakże dokument odnosi się również do diagnostyki ultrasonograficznej: odmy i płynu w jamie opłucnej, włóknienia płuc w przebiegu śródmiąższowych chorób płuc, zmian nowotworowych (guzy pierwotne i zmiany przerzutowe), niedodma z ucisku i resorpcyjna.

Zalecenia dotyczące zastosowania ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych stanowią dokument, który był niezwykle potrzebny w Polsce i na świecie. Liczba publikacji z ostatnich kilkunastu lat, a także liczba lekarzy klinicystów stosujących ultrasonografię płuc jako metody „*point-of-care*" jest coraz większa. Konieczność ujednolicenia terminologii, techniki badania, a także zdefiniowania poszczególnych pojęć i kryteriów jednostek chorobowych stała się priorytetem dla zespołu pracującego nad zaleceniami.

Podsumowanie osiągnięcia:

Cykl publikacji powiązany jest tematycznie i przedstawia możliwości zastosowania ultrasonografii płuc w różnych jednostkach chorobowych układu oddechowego. Badania zostały przeprowadzone w grupach pacjentów dorosłych, ze zmianami w usg płuc o charakterze: a) konsolidacji (zapalenie płuc, niedodma, zmiany ogniskowe) i b) pionowych artefaktów (włóknienie płuc przebiegu śródmiąższowych płuc, obrzęk płuc i śródmiąższowego zapalenia płuc). Opisując różnorodność zmian płucnych w badaniu ultrasonograficznym, dokonano starań aby odpowiedzieć na główny cel wyznaczony w osiągnięciu naukowym. Ponadto w każdej z prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, badana lub analizowana była problematyka zmian śródmiąższowych, czyli obecności pionowych artefaktów (linie B, C, Z). Badanie ultrasonograficzne płuc jest skuteczną i przydatną klinicystom metodą obrazowania zmian płucnych, co przedstawiono w zaleceniach dotyczących zastosowanie ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną

realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

a. **Wydanie zaleceń i konsensusów** z zakresu ultrasonografii płuc w:

Recommendations for Lung Ultrasound in Internal Medicine.
Buda N, Kosiak W, Wełnicki M, Skoczylas A, Olszewski R, Piotrkowski J, Skoczyński S, Radzikowska E, Jassem E, Grabczak EM, Kwaśniewicz P, Mathis G, Toma TP. Diagnostics (Basel). 2020 Aug 16;10(8):597. doi: 10.3390/diagnostics10080597.

Polish recommendations for lung ultrasound in internal medicine (POLLUS-IM).
Buda N, Kosiak W, Radzikowska E, Olszewski R, Jassem E, Grabczak EM, Pomiecko A, Piotrkowski J, Piskunowicz M, Sołtysiak M, Skoczyński S, Jaczewski G, Odrowska J, Skoczylas A, Wełnicki M, Wiśniewski J, Zamojska A; Polish Committee on Lung Ultrasound (PC-LUS) for POLLUS-IM.J Ultrason. 2018;18(74):198-206. doi: 10.15557/JoU.2018.0030.

Consensus of the Study Group for Point-of-Care Lung Ultrasound in the intensive care management of COVID-19 patients.
Buda N, Andruszkiewicz P, Czuczwar M, Gola W, Kosiak W, Nowakowski P, Sporysz K.Anaesthesiol Intensive Ther. 2020;52(2):83-90. doi: 10.5114/ait.2020.96560.

Consensus on the Application of Lung Ultrasound in Pneumonia and Bronchiolitis in Children.
Jaworska J, Komorowska-Piotrowska A, Pomiećko A, Wiśniewski J, Woźniak M, Littwin B, Kryger M, Kwaśniewicz P, Szczyrski J, Kulińska-Szukalska K, Buda N, Doniec Z, Kosiak W. Diagnostics (Basel). 2020 Nov 11;10(11):935. doi: 10.3390/diagnostics10110935.

b. **Współpraca międzynarodowa**

W 2018 roku po ukończeniu kolejnego (3 miesięcznego stażu) w Diagnostic and Interventional Ultrasound Unit, Valle del Serchio General Hospital, Lucca (Włochy) nawiązałam współpracę z zespołem specjalistów z zakresu ultrasonografii płuc, w tym inżynierów fizyki z **Department of Medical Image Procesing – Fondazione Gabriele Monasterio.** Współpraca dotyczyła badań na temat wpływu zmian częstotliwości obrazowania na długość pionowych artefaktów w badaniu ultrasonograficznym. Wyniki zostały opublikowane w 2021 roku, w czasopiśmie Diagnostics MDPI, 26 lutego 2021r, tytuł pracy: *"Clinical impact of vertical artifacts changing with frequency in lung ultrasound"*, **autorzy: Buda N., Skoczylas A., Demi M., Wojteczek A., Cylwik J., Soldati G.**

W 2020 roku prowadząc prace z grupą roboczą na temat aktualizacji zaleceń dotyczących ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych nawiązaliśmy współpracę z brytyjskim pulmonologiem **Tudor Toma,** który pracuje w Consultant Respiratory Physician and Honorary Clinical Senior Lecturer, King's College University Hospital Lewisham and Greenwich NHS Trust, w Londynie w Wielkiej Brytanii oraz z profesorem **Gebhardem Mathisem,** Emergency Ultrasound in the Austrian Society for Ultrasound in Medicine and Biology, 1100 Vienna, Austria. Powyższe osoby podjęły się zadania nadzoru przebiegu procesu tworzenia zaleceń, które pod tytułem **„Recommendations for Lung Ultrasound in Internal Medicine", zostały opublikowane w Diagnostics w 2020 roku. Pełna lista autorów:** Buda N, Kosiak W, Wełnicki M, Skoczylas A, Olszewski R, Piotrkowski J, Skoczyński S, Radzikowska E, Jassem E, Grabczak EM, Kwaśniewicz P, Mathis G, Toma TP.

Z uwagi na pandemię COVID-19, w 2020 roku podjęto współpracę z **Dr Eleną Segura-Grau, pracującą w szpitalu w Viseu, na oddziale anestezjologii, w Portugalii. Do Segura Grau**, posiada duże doświadczenie w badaniu ultrasonograficznym pacjentów z chorobą COVID-19. W Polsce w momencie podjęcia współpracy był to temat, który stopniowo się rozwijał. Efektem współpracy była

publikacja pt." **Lung ultrasound in the diagnosis of COVID-19 infection - A case series and review of the literature", lista autorów: Buda N, Segura-Grau E, Cylwik J, Wełnicki M.Adv Med Sci. 2020 Sep;65(2):378-385. doi: 10.1016/j.advms.2020.06.005.**

W 2020 roku nawiązano współpracę z licznymi specjalistami pediatrii, specjalizującymi się również w ultrasonografii płuc w ramach działalności WFUMB (World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology). Specjaliści pochodzili z Polski oraz Szwajcarii, Niemiec, Wielkiej Brytanii, Chin. Efektem jest seria publikacji na temat zastosowania ultrasonografii płuc w pediatrii. Pierwsza z nich ukazała się w lutym 2021 roku, nosi tytuł „**Ultrasound of the pleura in children, WFUMB review paper." Jaworska J, Buda N, Ciuca IM, Dong Y, Fang C, Feldkamp A, Jüngert J, Kosiak W, Mentzel HJ, Pienar C, Rabat JS, Rafailidis V, Schrading S, Schreiber-Dietrich D, Dietrich CF.Med Ultrason. 2021 Feb 1. doi: 10.11152/mu-3058.**

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

   a. **działalność dydaktyczna**:
   Prowadzenie wykładów i ćwiczeń dla studentów wydziału lekarsko dentystycznego (3 rok, przedmiot Choroby Wewnętrzne) oraz ćwiczenia dla studentów wydziału lekarskiego (przedmiot stany nagłe w chorobach wewnętrznych i toksykologia, geriatria) w latach 2010-2020.

   b. **Opiekun przedmiotu** Choroby Wewnętrzne III roku wydziału lekarsko-dentystycznego

   c. Opiekun studenckiego koła naukowego:

W 2016 roku z inicjatywy studentów i zespołu lekarskiego Katedry i Kliniki Chorób Wewnętrznych, Chorób Tkanki Łącznej i Geriatrii zostało utworzone Studenckie Geriatryczne Koło Naukowe. Opiekunami Koła Naukowymi są: Dr n med. Natalia Buda, Dr n. med. Hanna Kujawska Danecka, Dr n. med. Adam Hajduk. Działalność koła obejmowała nauczanie zagadnień dotyczących geriatrii z uwzględnieniem ultrasonografii płuc. Koło co rok brało udział w Pikniku na Zdrowie oraz w edukacji pensjonariuszy domów opieki.

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

a. W latach 2016-2020 recenzowanie artykułów zgłaszanych do czasopism:

- Journal of Ultrasound,
- Anesthesiology and Intensive care,
- PLOS one
- Diagnostics, MDPI
- Przegląd Pediatryczny

b. **Promotor pomocniczy doktorantów – prace o stopień naukowy doktora nauk medycznych w toku postępowania:**

1. Jakub Piotrkowski, Oddział Chorób Wewnętrznych i Gastroenterologii, Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej Ministerstwa praw Wewnętrznych i Administracji z Warmińsko Mazurskim Centrum Onkologii w Olsztynie; praca o stopień doktora nauk medycznych pt.: „

Ultrasonografia w ocenie układu krążeniowo-oddechowego u osób w wieku podeszłym przyjmowanych do szpitala w trybie nagłym".

2.Joanna Jaworska, Centrum Mukowiscydozy, Instytut Matki i Dziecka, praca na stopień doktora nauk medycznych pt.: „Zastosowanie przezklatkowego badania ultrasonograficznego płuc w ocenie zaawansowania choroby oskrzelowo-płucnej u dzieci z mukowiscydozą".

c. **Grant:**

MINIATURA 3 (NCN)

W listopadzie 2019 roku uzyskałam zgodę na prowadzenie Grantu Miniatura NCN. Temat pracy dotyczył screeningu zmian śródmiąższowych w grupie pacjentów reumatologicznych, przebadano 175 pacjentów, u których w ciągu jednej doby wykonywano 3 badania obrazowe: usg płuc, echo serca i badania HRCT (tomografia wysokiej rozdzielczości). Projekt został ukończony przed czasem zamknięcia grantu (po upływie 3 miesięcy). Obecnie trwają przygotowania do publikacji wyników pracy.

d. Staże zagraniczne

a) Staż w Diagnostic and Interventional Ultrasound Unit, Valle del Serchio General Hospital, Lucca, Włochy 2009 (3 tygodnie)
b) Staż w St. Mary's Hospital in Montreal w Kanadzie 2009r (2 tygodnie)
c) Staż w Diagnostic and Interventional Ultrasound Unit, Valle del Serchio General Hospital, Lucca, Włochy 2018 (3 miesiące). W 2018r po ukończeniu kolejnego w Diagnostic and Interventional Ultrasound Unit, Valle del Serchio General Hospital, Lucca (Włochy) nawiązałam współpracę z zespołem specjalistów z zakresu ultrasonografii płuc, w tym inżynierów fizyki z Department of Medical Image Procesing – Fondazione Gabriele Monasterio. Współpraca dotyczyła badań na temat wpływu zmian częstotliwości obrazowania na długość pionowych artefaktów. **Efekty współpracy zostały opisane w punkcie 5b dotyczącym współpracy międzynarodowej.**

e. **Nagrody i wyróżnienia:**

Nagroda Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego (PTU):

1. Nagroda im. prof. Z. Boronia za najlepszą pracę doktorską z zakresu ultrasonografii obronioną w latach 2014-2016, zatytułowaną „Ocena przydatności przezklatkowej ultrasonografii płuc w diagnostyce włóknienia w przebiegu śródmiąższowych chorób płuc".

2. Nagroda imienia Docent Ewy Bażko ; 2016 za monografię „Przezklatkowa ultrasonografia płuc. Atlas przypadków".

3. Nagrodę im. dr. J. Małczaka za pracę naukową z zakresu ultrasonografii opublikowaną w latach 2014-2016 pt. „Lung Ultrasonography in the Evaluation of Interstitial Lung Diseases in Systemic Connective Tissue Diseases: Criteria and Severity of Pulmonary Fibrosis – Analysis of 52 Patient".

Wyróżnienie Akademii Nauk (PAN)

Wyróżnienie za pracę doktorską z zakresu ultrasonografii obronioną w latach 2014-2016, zatytułowaną „Ocena przydatności przezklatkowej ultrasonografii płuc w diagnostyce włóknienia w przebiegu śródmiąższowych chorób płuc". 2016

Natalia Bude