

Szymon Budrejko
Gdański Uniwersytet Medyczny
Wydział Lekarski
II Katedra Kardiologii
Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca
ul. Smoluchowskiego 17, 80-214 Gdańsk
e-mail: budrejko@gumed.edu.pl

Autoreferat

Opis dorobku i osiągnięć naukowych

Spis treści

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe z podaniem nazwy, miejsca i roku uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021r. poz. 478 z późn. zm.)	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
4.2. Wykaz publikacji stanowiących cykl habilitacyjny.....	4
4.3. Omówienie celu naukowego w ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	6
5. Opis pozostałego dorobku i osiągnięć naukowych.....	18
5.1. Pozostały dorobek naukowy	18
5.1.1. Inne badania dotyczące podskórnych kardiowerterów-defibrylatorów nie włączone do osiągnięcia habilitacyjnego.....	18
5.1.2. Badania dotyczące przetrwałych implantowanych kardiowerterów-defibrylatorów serca	20
5.1.3. Badania dotyczące przetrwałego usuwania elektrod	22
5.1.4. Badania dotyczące omdleń wazowagalnych	23
5.1.5. Inne projekty i badania naukowe	25

5.2. Realizacja projektów finansowanych zewnętrznie.....	26
5.3. Aktywny udział w konferencjach naukowych	27
5.4. Opracowanie recenzji artykułów naukowych dla czasopism medycznych	29
6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej	29
6.1. Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich	29
6.2. Współpraca z innymi jednostkami uczelni	31
6.3. Udział w badaniach wieloośrodkowych i projektach międzynarodowych.....	32
6.4. Kursy i udział w konferencjach naukowych.....	33
6.5. Wpływ działalności naukowej na funkcjonowanie społeczeństwa i gospodarki	33
7. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz promujące naukę	34
7.1. Zajęcia dydaktyczne na uczelni.....	34
7.2. Kształcenie podyplomowe.....	34
7.3. Opieka nad doktorantami	34
7.4. Osiągnięcia organizacyjne	35
7.5. Popularyzacja nauki.....	35
8. Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych ...	35
9. Nagrody za działalność naukową	36
10. Analiza bibliometryczna (stan na 05.01.2024)	36
11. Piśmiennictwo	36

1. Imię i nazwisko

Szymon Budrejko

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe z podaniem nazwy, miejsca i roku uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej

2004 – Dyplom lekarza z wyróżnieniem, medal Primus Inter Pares, Wydział Lekarski Akademii Medycznej w Gdańsku (obecnie Gdański Uniwersytet Medyczny)

2013 – Tytuł specjalisty w dziedzinie: kardiologia, CEM Łódź

2013 – Stopień naukowy doktora nauk medycznych, Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarski na podstawie pracy: „Analiza zmienności częstości rytmu serca podczas testu pochyleniowego u pacjentów z omdleniami wazowagalnymi”, promotor: prof. dr hab. n. med. Dariusz Kozłowski

2019 – Certyfikat „Eksperta elektroterapii” Sekcji Rytmu Serca Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego

2020 – Certyfikat „Operatora w zakresie diagnostyki elektrofizjologicznej i ablacji prostych, ablacji migotanie przedsionków i ablacji o wysokim stopniu trudności” Sekcji Rytmu Serca Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu

od 2021 – nadal – adiunkt, Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca, II Katedra Kardiologii, Gdański Uniwersytet Medyczny

od 2013 – nadal – lekarz zatrudniony w formie kontraktu, Pracownia Elektrofizjologii i Elektroterapii Serca, Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne w Gdańsku

2009 – **2013** – lekarz-rezydent (specjalizacja: kardiologia), Uniwersyteckie Centrum Kliniczne w Gdańsku

2008 – **2009** – Słuchacz Dziennych Studiów Doktoranckich, Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca, Gdański Uniwersytet Medyczny

2004 – **2005** – lekarz w pierwszym roku pracy, Akademickie Centrum Kliniczne – Szpital AMG w Gdańsku (obecnie Uniwersyteckie Centrum Kliniczne w Gdańsku)

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021r. poz. 478 z późn. zm.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Wybrane aspekty zastosowania podskórnych kardiowerterów-defibrylatorów serca w prewencji nagłego zgonu sercowego.

Osiągnięcie naukowe stanowi zbiór siedmiu powiązanych tematycznie publikacji, zawierający artykuły opublikowane w recenzowanych czasopismach o łącznej punktacji: **IF 15,182; MEiN 475.**

4.2. Wykaz publikacji stanowiących cykl habilitacyjny

1. Maciej Kempa, **Szymon Budrejko**, Grzegorz Sławiński, Tomasz Królak, Ewa Lewicka, Grzegorz Raczak. Polish single-centre follow-up of subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator (S-ICD) systems implanted for the prevention of sudden cardiac death. *Kardiol Pol.* 2018;76(2):452-458.

Impact Factor: 1,674 Punktacja MEiN: 15 Charakterystyka merytoryczna: ORG

Mój udział polegał na współtworzeniu koncepcji pracy, współpracy przy opracowaniu metodyki, uczestnictwie we wszystkich opisanych zabiegach operacyjnych jako asysta, dokumentacji wyników, zbieraniu i opracowaniu danych klinicznych, analizie tych danych, interpretacji wyników zamieszczonych w manuskrypcie, pisaniu manuskryptu oraz przygotowaniu tabel i ilustracji do artykułu. Brałem też udział w przygotowaniu odpowiedzi na komentarze recenzentów oraz przygotowaniu poprawek manuskryptu.

2. Maciej Kempa, **Szymon Budrejko**, Agnieszka Zienciuk-Krajka, Ludmiła Daniłowicz-Szymanowicz, Tomasz Królak, Barbara Opielowska-Nowak, Joanna Kwiatkowska, Grzegorz Raczak. Subcutaneous implantable cardioverter-defibrillators for the prevention of sudden cardiac death: five-year single-center experience. *Kardiol Pol.* 2020;78(5):447-450.

Impact Factor: 3,108 Punktacja MEiN: 100 Charakterystyka merytoryczna: ORG

Mój udział polegał na współtworzeniu koncepcji pracy, współpracy przy opracowaniu metodyki, uczestnictwie we wszystkich opisanych zabiegach operacyjnych jako asysta, dokumentacji wyników, zbieraniu i opracowaniu danych klinicznych, analizie tych danych, interpretacji wyników zamieszczonych w manuskrypcie, pisaniu manuskryptu, przygotowaniu ilustracji do artykułu. Przygotowałem również odpowiedzi na komentarze recenzentów i poprawki manuskryptu, pełniąc rolę autora korespondencyjnego.

3. **Szymon Budrejko**, Maciej Kempa, Wojciech Krupa, Tomasz Królak, Tomasz Fabiszak, Grzegorz Raczak. Real-Life Inter-Rater Variability of the PRAETORIAN Score Values. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(15):9700.

Impact Factor: - Punkcja MEiN: 140 Charakterystyka merytoryczna: ORG

Mój udział polegał na stworzeniu koncepcji pracy, opracowaniu metodyki, zbieraniu materiałów źródłowych do analizy, stworzeniu bazy danych, analizie zebranych danych, analizie statystycznej, pisaniu manuskryptu, przygotowaniu tabel i ilustracji do artykułu oraz pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego.

4. **Szymon Budrejko**, Maciej Kempa, Agnieszka Ziencuk-Krajka, Ludmiła Daniłowicz-Szymanowicz. Three varieties of sense-B-noise, a novel cause of inappropriate shocks in patients treated with a subcutaneous cardioverter-defibrillator. *Kardiol Pol*. 2023;81(9):916-918.

Impact Factor: 3,300 Punkcja MEiN: 100 Charakterystyka merytoryczna: ORG

Mój udział polegał na stworzeniu koncepcji pracy, udziale we wszystkich zabiegach implantacji urządzeń, dokumentacji wyników, zebraniu materiałów źródłowych do analizy, analizie zebranych danych, pisaniu manuskryptu, przygotowaniu ilustracji do artykułu oraz pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego.

5. **Szymon Budrejko**, Agnieszka Ziencuk-Krajka, Szymon Olędzki, Ludmiła Daniłowicz-Szymanowicz, Maciej Kempa. How likely is the sense-B-noise to affect patients with subcutaneous implantable cardioverter-defibrillators and can we solve that problem in every case? *Pacing Clin Electrophysiol*. 2023;46:1472–1477.

Impact Factor: 1,800 Punkcja MEiN: 40 Charakterystyka merytoryczna: ORG

Mój udział polegał na stworzeniu koncepcji pracy, współuczestniczeniu w zabiegach implantacji urządzeń, dokumentacji wyników, opracowaniu metodyki badania, zebraniu materiałów źródłowych do analizy, stworzeniu bazy danych, analizie zebranych danych, analizie statystycznej, pisaniu manuskryptu, przygotowaniu tabel i ilustracji do artykułu oraz pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego.

6. **Szymon Budrejko**, Agnieszka Ziencuk-Krajka, Ludmiła Daniłowicz-Szymanowicz, Maciej Kempa. Comparison of Preoperative ECG Screening and Device-Based Vector Analysis in

Patients Receiving a Subcutaneous Implantable Cardioverter-Defibrillator. *Medicina-Lithuania*. 2023;59(12):2186.

Impact Factor: 2,600 Punkcja MEiN: 40 Charakterystyka merytoryczna: ORG

Mój udział polegał na stworzeniu koncepcji pracy, uczestnictwie w zabiegach implantacji urządzeń, dokumentacji wyników, opracowaniu metodyki badania, zebraniu materiałów źródłowych do analizy, stworzeniu bazy danych, analizie zebranych danych, analizie statystycznej, pisaniu manuskryptu, przygotowaniu tabel i ilustracji do artykułu oraz pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego.

7. **Szymon Budrejko**, Maciej Kempa, Andrzej Przybylski. S-ICD Implantation „Tips and Tricks”. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2023;24(7):195.

Impact Factor: 2,700 Punkcja MEiN: 40 Charakterystyka merytoryczna: PPP

Praca przekrojowa na podstawie przeglądu dostępnego piśmiennictwa i doświadczeń własnych – *invited review*. Mój udział polegał na stworzeniu koncepcji pracy, przeglądzie, wyborze i analizie danych, selekcji danych włączonych do pracy, pisaniu manuskryptu oraz przygotowaniu rycin do artykułu.

Oświadczenia współautorów określające indywidualny wkład każdego z nich w powstanie publikacji przedstawiono w załącznikach. Publikacja numer 2 wchodziła w skład osiągnięcia dr Barbary Opielowskiej-Nowak, będącego podstawą przyznania tytułu doktora nauk medycznych z wyróżnieniem w postępowaniu, w którym pełniłem rolę promotora pomocniczego (oświadczenie doktorantki również można znaleźć w w/w załącznikach).

4.3. Omówienie celu naukowego w ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wszczepialny kardiowerter-defibrylator (ang. implantable cardioverter-defibrillator, ICD) to urządzenie stosowane w prewencji nagłej śmierci sercowej (ang. sudden cardiac death, SCD) w następstwie arytmii komorowych. Od czasu wprowadzenia do praktyki klinicznej w 1980 roku [1] ICD stał się uznaną metodą zapobiegania SCD w prewencji wtórnej (u osób po przebytych epizodzie niestabilnej hemodynamicznie arytmii komorowej lub po zatrzymaniu krążenia na jej skutek) i pierwotnej (u osób zagrożonych, u których dotychczas nie wystąpiły groźne dla życia arytmie komorowe). Obecnie wszczepienie ICD przetrwałego jest zabiegiem rutynowym. Pomimo dużej skuteczności systemu w przerywaniu arytmii komorowych, takich jak częstoskurcz komorowy (ang.

ventricular tachycardia, VT) i migotanie komór (ang. ventricular fibrillation, VF), okazało się, że jego istotnym ograniczeniem są powikłania związane z obecnością elektrod przezżylnych. Wymusiło to opracowanie alternatywnej metody prewencji SCD, jaką jest całkowicie podskórny ICD (ang. subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator, S-ICD) [2].

System S-ICD składa się z korpusu wszczepianego do łoży zlokalizowanej na lewej bocznej powierzchni klatki piersiowej oraz elektrody tunelizowanej z łoży do okolicy mostka i dalej wzdłuż jego lewej krawędzi i oferuje możliwość przerwania arytmii komorowej przy pomocy defibrylacji prądem o energii 80J. Układ S-ICD jest zlokalizowany całkowicie w tkance podskórnej i nie ma bezpośredniego kontaktu z sercem i dużymi naczyniami, zapewniając prewencję SCD bez powikłań typowych dla układów przezżylnych (w szczególności powikłań odektrodowych i/lub infekcyjnych). Urządzenie to można zastosować również u pacjentów bez odpowiedniego dla układu przezżylnego dostępu naczyniowego (na przykład w przypadku wad anatomicznych lub niedrożności). Niestety, układ S-ICD nie ma możliwości stymulacji serca. Z tego względu jego użycie jest przeciwwskazane u pacjentów wymagających stałej stymulacji z powodu bradykardii, stymulacji resynchronizującej lub stymulacji antyarytmicznej (w przypadku monomorficznych utrwalonych VT) [3].

Do wszczepienia S-ICD można zakwalifikować pacjenta, u którego istnieją wskazania do wszczepienia ICD i stwierdzono pozytywny wynik tzw. screeningu EKG. Układ S-ICD analizuje rytm serca na podstawie sygnałów z tkanki podskórnej przy użyciu trzech biegunów wykrywających aktywność elektryczną serca. Jednym z nich jest obudowa urządzenia, dwa pozostałe zlokalizowane są na przebiegu elektrody. Na końcu elektrody znajduje się tzw. pierścień A, na przebiegu elektrody w odstępnie 14 cm od pierścienia A znajduje się tzw. pierścień B. Przy użyciu tych trzech biegunów elektrycznych urządzenie generuje trzy tzw. wektory, będące w istocie trzema zmodyfikowanymi bipolarnymi odprowadzeniami EKG. I tak wektor primary rejestrowany jest pomiędzy obudową urządzenia a pierścieniem B, wektor secondary - pomiędzy obudową i pierścieniem A, natomiast wektor alternate – pomiędzy pierścieniami na elektrodzie z pominięciem obudowy urządzenia. Screening EKG polega na zarejestrowaniu symulowanych przyszłych wektorów przy użyciu programatora urządzeń w co najmniej dwóch pozycjach ciała. Wynik analizy podawany jest jako akceptowalny („OK”) lub nieakceptowalny („FAIL”) dla każdego odprowadzenia (czyli wektora) w każdej pozycji ciała. Producent zaleca, aby do wszczepienia kwalifikować pacjentów, u których co najmniej jeden wektor jest akceptowalny we wszystkich badanych pozycjach ciała, niektórzy autorzy preferują kwalifikowanie pacjentów z co najmniej dwoma akceptowalnymi wektorami, ze względu na możliwość ich zmiany w razie potencjalnych zaburzeń rejestrowanych sygnałów. Po wszczepieniu S-ICD urządzenie automatycznie analizuje dostępne wektory i wybiera najlepszy z nich do dalszego użycia. Zmiana wektora możliwa jest tylko przy kontroli urządzenia.

W trakcie procedury implantacji wykonuje się indukcję arytmii (migotania komór) i test defibrylacji. Kluczowe dla skutecznej defibrylacji jest prawidłowe technicznie implantowanie urządzenia, tak aby elektroda znajdowała się jak najbliżej powierzchni mostka (bez tkanki tłuszczowej pod elektrodą), a urządzenie na wysokości serca jak najbardziej grzbietowo. W ostatnich latach trwają badania nad możliwością pominięcia testu defibrylacji i zastąpienia go oceną prawidłowości ostatecznego położenia układu (mierzonej dedykowaną skalą, tzw. PRAETORIAN score) [4]. Systemy S-ICD nie są pozbawione wad. Jedną z nich jest wrażliwość na zaburzenia EKG skutkujące zmianą morfologii zespołów QRS, co może mieć miejsce u pacjentów z kanałopatiami, w przypadku intermitujących zaburzeń przewodzenia lub u pacjentów, u których z jakichś względów współistnieją S-ICD i stymulator serca [5,6].

Na obecnym etapie rozwoju S-ICD urządzenia są implantowane w wybranych ośrodkach w Polsce, spełniających kryteria Narodowego Funduszu Zdrowia. Miałem możliwość i zaszczyt współuczestniczenia we wprowadzaniu i w rozwoju tej metody terapii w ośrodku gdańskim i w Polsce. Zastosowaniu i rozwojowi tej metody terapii poświęciłem w ostatnich latach swoją aktywność naukową.

Celem naukowym publikacji włączonych do cyklu habilitacyjnego była analiza wybranych aspektów zastosowania podskórnych kardiowerterów-defibrylatorów serca w zakresie kryteriów kwalifikacji do zabiegu, wyników zabiegu i obserwacji odległej.

W szczególności moim zamiarem była realizacja **trzech celów szczegółowych** badań:

- (1) analiza populacji pacjentów z implantowanymi układami S-ICD, ze szczególnym uwzględnieniem potencjalnych powikłań tej metody terapii (publikacja nr 1 i 2)
- (2) analiza możliwości wykorzystania skali PRAETORIAN score do oceny prawidłowości techniki implantacji układów S-ICD (publikacja nr 3)
- (3) analiza występowania specyficznego powikłania terapii S-ICD (sense-B noise), będącego przyczyną nieadekwatnych interwencji, oraz możliwości jego rozwiązania przeprogramowaniem urządzenia (publikacje 4-6)

Od chwili wprowadzenia terapii przy użyciu S-ICD do praktyki klinicznej moim zainteresowaniem były wyniki leczenia przy użyciu tej metody w odniesieniu do stosowanych wcześniej układów przezżylnych. Zastosowanie tej nowej i bardzo kosztochłonnej metody wymagało indywidualizacji podejścia i starannej kwalifikacji pacjentów, a w opiece pozabiegowej wiązało się z możliwością wystąpienia nieznanych wcześniej problemów i powikłań. **Pierwszy cel** szczegółowy realizowano śledząc losy pacjentów poddanych implantacji S-ICD w Klinice Kardiologii i Elektroterapii Serca Gdańskiego

Uniwersytetu Medycznego po wdrożeniu tej metody terapii. Wyniki tych badań opublikowano w **dwóch pierwszych publikacjach** wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

W pierwszej publikacji (Polish single-centre follow-up of subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator (S-ICD) systems implanted for the prevention of sudden cardiac death. *Kardiol Pol.* 2018;76(2):452-458) opisano obserwacje dotyczące pierwszej grupy pacjentów leczonych przy pomocy S-ICD, od czasu wprowadzenia tej metody w Polsce w 2014 roku do roku 2017. W tym okresie układ S-ICD implantowano w naszej Klinice u 11 pacjentów. Brałem udział we wszystkich tych zabiegach, a także w opiece pooperacyjnej i analizie losów wszystkich pacjentów. Od początku prowadzę w naszym ośrodku bazę danych osób otrzymujących S-ICD i rejestr powikłań tej terapii. W opisanej pionierskiej grupie 12 pacjentów (1 zabieg naprawczy urządzenia implantowanego w USA i 11 implantacji de novo) układ zastosowany był w prewencji wtórnej u ośmiu pacjentów. Argumenty stojące za wyborem tego rodzaju ICD były następujące (możliwa więcej niż 1 przyczyna na pacjenta): brak dostępu naczyniowego (3 pacjentów), wysokie ryzyko infekcyjnego zapalenia wsierdza (6 pacjentów), nawracające uszkodzenia elektrod przezżylnych (3 pacjentów), porzucone elektrody przezżylnie (3 pacjentów) i młody wiek (2 pacjentów). Wysokie ryzyko infekcji było związane z wywiadem infekcyjnego zapalenia wsierdza, hemodializami, immunosupresją i obecnością kolostomii. W pięciu przypadkach S-ICD był systemem pierwotnym (z tego u jednego pacjenta układ współwystępował z epikardialnym układem stymulującym VVI). W pozostałych 7 przypadkach układ S-ICD wszczepiono pacjentom z wcześniejszym wywiadem elektroterapii serca. Wszystkie zabiegi wykonano w znieczuleniu ogólnym, a implantacje de novo przeprowadzono przy użyciu tzw. techniki trzech cięć. Początkowo u trzech pacjentów wytworzono lożę podskórną, w późniejszym okresie natomiast zastosowano lożę międzymięśniową. Wszystkie zabiegi poprzedzono screeniowaniem EKG (z wynikiem pozytywnym) oraz planowaniem pozycji układu z użyciem fluoroskopii RTG. U 11 pacjentów przeprowadzono test skuteczności defibrylacji 65J, u 10 z nich był skuteczny, natomiast u 1 pacjenta indukowane VF przerwano skutecznie impulsem o odwróconej polarności. Nie obserwowano żadnych powikłań chirurgicznych w okresie okołoperacyjnym. W okresie obserwacji pozabiegowej trwającej średnio (SD) 14 (13) miesięcy (zakres 1–41 miesięcy) nie obserwowano powikłań chirurgicznych w zakresie loży urządzenia i na przebiegu elektrody u żadnego pacjenta. Nie obserwowano istotnej bradykardii u żadnego z pacjentów. U 1 pacjenta zarejestrowano epizod VF skutecznie przerwany przez S-ICD, u kolejnej osoby – epizod migotania przedsionków z nieadekwatną interwencją urządzenia. W przypadku dwóch kolejnych pacjentów rejestrowano epizody zaburzeń sterowania. Jeden z nich był najpewniej skutkiem braku odpowietrzenia konektora elektrody w urządzeniu w czasie zabiegu, obserwacja ta skutkowała wprowadzeniem do procedury operacyjnej obowiązku odpowietrzenia konektora w czasie podłączania elektrody. Drugi epizod był następstwem przejściowego bloku odnogi ze zmianą morfologii QRS

wykraczającą poza możliwość prawidłowej interpretacji przez urządzenie. Ta obserwacja była przyczynkiem do dalszych badań dotyczących kwalifikacji pacjentów do implantacji S-ICD i związku wyników screeningu EKG z analizą sygnałów przez urządzenie po implantacji. Podsumowując, ryzyko powikłań terapii okazało się niskie, a szczególnie korzystnym wynikiem był brak powikłań chirurgicznych, zarówno krótkookresowych, jak i w obserwacji odległej.

W drugiej publikacji (Subcutaneous implantable cardioverter-defibrillators for the prevention of sudden cardiac death: five-year single-center experience. *Kardiologia Polska*. 2020;78(5):447-450) podsumowano pięcioletnie doświadczenia ośrodka gdańskiego w zakresie terapii S-ICD, w tym okresie również we współpracy z Kliniką Kardiologii Dziecięcej i Wad Wrodzonych Serca (3 pacjentów poniżej osiemnastego roku życia). Analizowana grupa obejmowała 25 pacjentów (13 mężczyzn, 12 kobiet) w wieku średnio (SD) 49 (17) lat (zakres 13–70). Układ S-ICD implantowano w prewencji wtórnej SCD u 18 pacjentów. Kryteria kwalifikacji do S-ICD były następujące (możliwe więcej niż jedno kryterium na pacjenta): nieodpowiedni dostęp naczyniowy (9 pacjentów), wysokie ryzyko powikłań infekcyjnych (6), młody wiek (8), wywiad uszkodzeń elektrod przeżylnych (7). Pojedynczy powód kwalifikacji do S-ICD wystąpił u 9 pacjentów (36%), 2 powody – u 10 (40%), 3 – u 4 (16%), 4 – u 1 (4%) i 5 powodów również u 1 pacjenta (4%). Frakcja wyrzutowa lewej komory zawierała się w zakresie od 15% do 66%, średnio (SD) 48% (15%). Nie obserwowano powikłań okołoperacyjnych. U 21 pacjentów przeprowadzono test skuteczności defibrylacji, w 20 przypadkach pierwszy impuls 65J był skuteczny, u ostatniego pacjenta przerwanie VF uzyskano dopiero po odwróceniu polarności impulsu. W czasie obserwacji długoterminowej nie obserwowano powikłań chirurgicznych. U 1 pacjenta (4%) wystąpiły interwencje adekwatne (VF), wszystkie epizody urządzenie przerwało skutecznie wyładowaniem 80J. Interwencje nieadekwatne obserwowano u 5 pacjentów (20%). W 2 przypadkach (8%) były spowodowane migotaniem przedsionków, w 1 przypadku (4%) – interakcją ze stymulatorem serca, w pozostałych 2 przypadkach (8%) nie udało się ostatecznie wyjaśnić przyczyny zmiany morfologii sygnału EKG. U jednego z tych pacjentów rejestrowano zaburzenia sterowania związane z obecnością stymulatora serca, S-ICD wyłączono z powodu poprawy frakcji wyrzutowej lewej komory i wyjścia pacjenta ze wskazań do ICD w prewencji pierwotnej SCD, ale obserwacja ta była impulsem do badań możliwych interakcji S-ICD i stymulatorów serca, a także możliwości współistnienia tych dwóch typów urządzeń u jednego pacjenta (publikacje nie wchodzące w skład opisywanego osiągnięcia naukowego, omówione w dalszej części niniejszego opracowania). W opisanym analizie potwierdzono wysoką skuteczność defibrylacji w teście pozabiegowym przy zachowaniu prawidłowej techniki implantacji, tylko w jednym przypadku konieczne było odwrócenie polarności impulsu, ale ostatecznie wszystkie testy zakończyły się skuteczną defibrylacją indukowanego VF. Obserwacja ta przy zastosowanej technice jak najbardziej grzbietowego ułożenia korpusu urządzenia, którą wprowadziliśmy w konsekwencji wcześniejszych

doświadczeń i pojawiających się danych literaturowych, potwierdziła się w dalszych badaniach i zaleceniach producenta dotyczących techniki zabiegu. U żadnego z pacjentów po zabiegu implantacji S-ICD nie obserwowano bradykardii, która wymagałaby wszczęcia stymulatora serca. Jeśli chodzi o aspekt zabiegowy, dostępne dane z innych ośrodków mówiły o odsetku 10%-20% powikłań chirurgicznych, który wraz z rozwojem metody zmalał do 3%. W doświadczeniach gdańskich nie obserwowano powikłań chirurgicznych w opisywanej grupie pacjentów poddanych implantacji de novo w całym analizowanym okresie obserwacji.

Podsumowując realizację **pierwszego celu szczegółowego** można stwierdzić, że w początkowym okresie wdrażania S-ICD wykazano niskie ryzyko powikłań chirurgicznych przy zastosowaniu właściwych technik operacyjnych (nie obserwowano powikłań wczesnych ani odległych w całym okresie obserwacji). Zidentyfikowano możliwe przyczyny nieadekwatnych interwencji urządzenia (takie jak rytm stymulowany, zaburzenia przewodnictwa skutkujące zmianą morfologii QRS), co stało się przyczynkiem do dalszych badań dotyczących zagadnień sterowania i analizy sygnałów przez urządzenie. U wszystkich pacjentów test defibrylacji potwierdził skuteczność przerywania wywołanego migotania komór, nie stwierdzono konieczności repozycji układu u żadnego z pacjentów.

Test skuteczności defibrylacji (DFT) jest zalecany przez producenta S-ICD w każdym przypadku, jeśli nie istnieją bezpośrednie przeciwwskazania. W przypadku defibrylatorów przetrwałych w ostatnich latach odstąpiono od rutynowego potwierdzania skuteczności defibrylacji, ponieważ m.in. w badaniu SIMPLE udowodniono brak wpływu takiego testu na częstość występowania punktów końcowych w obserwacji odległej (w tym na skuteczność defibrylacji arytmii klinicznych). Dostępne publikacje dotyczące możliwości pominięcia testu defibrylacji w przypadku S-ICD mają charakter obserwacyjny, brak jest dotychczas badania randomizowanego. Autorzy z ośrodków holenderskich wprowadzili natomiast system oceny punktowej (PRAETORIAN score), który skorelowano z ryzykiem nieskutecznej defibrylacji, a który wylicza się na podstawie pozabiegowej oceny lokalizacji elementów układu S-ICD, biorąc pod uwagę również wskaźnik masy ciała (BMI) pacjenta. Ocena obejmuje analizę RTG PA i bocznej klatki piersiowej, w tym lokalizację korpusu urządzenia w stosunku do bocznej powierzchni klatki piersiowej w projekcji PA, lokalizację korpusu w relacji przód-tył w projekcji bocznej, oraz ocenę odległości elektrody od przedniej powierzchni mostka w projekcji bocznej. Obecnie trwa randomizowane wieloośrodkowe badanie (PRAETORIAN-DFT) mające na celu ocenę możliwości zastąpienia DFT przez analizę punktacji PRAETORIAN score. Jako że ocena tej punktacji ma charakter subiektywny, **zaplanowano i zainicjowano badanie dwuśrodkowe** (obejmujące poza ośrodkiem gdańskim również operatorów i pacjentów Kliniki Kardiologii i Chorób Wewnętrznych Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika), mające na celu określenie zmienności oceny tego wskaźnika pomiędzy operatorami. Jeśli wskaźnik ten miałby mieć zastosowanie w praktyce

klinicznej i tylko na jego podstawie miałyby być podejmowana wiążąca decyzja o odstąpieniu od DFT, musiałyby charakteryzować się jak najmniejszą zmiennością i podatnością na subiektywną ocenę. W związku z tym **drugi szczegółowy cel** naukowy zrealizowano badając możliwość zastosowania w ocenie pozabiegowej pacjentów po implantacji S-ICD wskaźnika PRAETORIAN score. Wyniki tych badań przedstawiono w **trzeciej publikacji** wchodzącej w skład cyklu (Real-Life Inter-Rater Variability of the PRAETORIAN Score Values. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(15):9700). Było to **pierwsze w dostępnym piśmiennictwie** badanie dotyczące zmienności interpretacyjnej tego nowego wskaźnika w jego zastosowaniu klinicznym. Badanie miało charakter retrospektywnej analizy zgromadzonych danych pacjentów, u których implantowano S-ICD w jednym z dwóch wymienionych ośrodków klinicznych od 2014 do 2021 roku. Z dokumentacji pozyskano dane kliniczne oraz dane dotyczące wskaźnika BMI, a także zanonimizowane (ale przyporządkowane poszczególnym pacjentom wraz z BMI) obrazy RTG klatki piersiowej w dwóch projekcjach, PA i bocznej. Obrazy RTG zostały poddane niezależnej ocenie przez pięciu niezależnych obserwatorów. Wszyscy oni byli doświadczonymi operatorami w zakresie kardiologicznych urządzeń wszczepialnych (w tym S-ICD), ale nie znali wcześniej wskaźnika PRAETORIAN score i mieli za zadanie zapoznać się z zasadami jego oceny na podstawie udostępnionych publikacji źródłowych. Następnie niezależnie od siebie ocenili wszystkie przedstawione obrazy RTG, podając wartości dla kroku 1, 2 i 3 oceny badanego systemu punktowego. Końcowe wyliczenia wykonane były z uwzględnieniem BMI poszczególnych pacjentów. W ocenie wskaźnika PRAETORIAN score w kroku 1 ocenia się odległość elektrody od mostka na zdjęciu bocznym, w kroku 2 na zdjęciu bocznym ocenia się ułożenie korpusu urządzenia w relacji przód-tył, a w kroku 3 na zdjęciu PA ocenia się ułożenie korpusu urządzenia pod kątem ilości tkanki tłuszczowej pomiędzy urządzeniem a ścianą klatki piersiowej. W kroku 4 wartości z kroków 1-3 są przeliczane z uwzględnieniem BMI pacjenta. Ostateczny wynik następnie może być przydzielony do jednej z trzech kategorii ryzyka nieskuteczności defibrylacji (kategorie: ryzyko niskie, pośrednie i wysokie). Tak opracowane dane oceniono pod kątem zmienności pomiędzy obserwatorami. Wyliczono wskaźniki kappa według metody Fleissa i Lighta, wskaźnik korelacji wewnątrzklasowej (ang. intraclass correlation, ICC), a także procentowe zgodności obserwacji pomiędzy obserwatorami. Analizie poddano dane 110 pacjentów z dwóch ośrodków, kryteria włączenia do badania spełniło 87 z nich. Oceniając procentowo zgodności pomiędzy obserwatorami stwierdzono jedynie umiarkowaną zgodność w ocenie poszczególnych kroków. Jeśli chodzi o najważniejszy aspekt - ostateczne przyporządkowanie do kategorii ryzyka nieskutecznej defibrylacji - zgodność oceny pięciu obserwatorów uzyskano w 75,86% przypadków, w 14,94% przypadków zgodni byli czterej obserwatorzy, a w pozostałych 9,20% - jedynie trzej. Wartości wskaźnika kappa według metody Fleissa (kompletna analiza macierzy wyników) oraz Lighta (ocena średnich i odchyłeń standardowych porównań dokonywanych parami we wszystkich możliwych kombinacjach), a także wskaźnik korelacji

wewnątrzklasowej (ICC) wskazywały również jedynie umiarkowaną zgodność pomiędzy obserwatorami. Najważniejsza z punktu widzenia praktycznego zastosowania wskaźnika była ocena końcowa kategorii ryzyka, gdyż to na jej podstawie ma być potencjalnie w przyszłości podejmowana decyzja o odstąpieniu od DFT. Dla końcowej kategorii wartość kappa wg metody Fleissa wyniosła 0,249 (minimalna zgodność), a wartość ICC: 0,38 (niska powtarzalność). Wyniki te oznaczają globalnie niewielką zgodność pomiędzy obserwatorami.

Podsumowując realizację **drugiego celu szczegółowego**, należy uznać, że wynik tej analizy może być istotny dla praktyki klinicznej. Użycie wskaźnika PRAETORIAN score do podejmowania decyzji klinicznych powinno być poprzedzone jakąś formą treningu w jego ocenie, jako że cechuje się on dość dużą subiektywnością oceny. W praktyce największą zależność od techniki operacyjnej może wykazywać przebieg elektrody wzdłuż mostka (a konkretnie jej stała i odpowiednia głębokość), a ocena tego parametru cechuje się dużą zmiennością pomiędzy obserwatorami. Na ten etap należy zatem zwrócić szczególną uwagę podczas zabiegu implantacji S-ICD. Duża zmienność interpretacyjna wskaźnika PRAETORIAN score stwarza również potrzebę obiektywizacji jego oceny, na przykład przy użyciu metod automatycznej analizy cyfrowej (takich jak uczenie maszynowe, sieci neuronowe czy sztuczna inteligencja).

Jak wspomniano powyżej, wdrożenie każdej nowej metody terapii niesie ze sobą ryzyko wystąpienia nieznanych wcześniej powikłań i problemów. W przypadku S-ICD potencjalnym słabym punktem systemu jest sygnał EKG, będący podstawą działania algorytmów urządzenia i podejmowania decyzji dotyczących rytmu serca i ewentualnej konieczności dostarczenia terapii wysokoenergetycznej. Sygnał ten okazał się podatny na wszelkie zakłócenia, a algorytmy jego analizy wrażliwe na zmiany morfologii zespołu QRS. Stąd wynikało moje zainteresowanie zaburzeniami sterowania, zakłóceniami sygnału, typowymi i nietypowymi przyczynami nieadekwatnych interwencji oraz potencjalnymi środkami zaradczymi na te istotne klinicznie problemy. **Trzeci naukowy cel** szczegółowy zrealizowałem badając populację pacjentów z S-ICD pod kątem występowania nietypowych zaburzeń sterowania i nieadekwatnych interwencji, a dalszym etapie również porównując wpływ oceny przedzabiegowej sygnałów EKG na poprawność długoterminowego działania urządzeń. Wyniki tych badań przedstawiono **w czwartej, piątej i szóstej publikacji** wchodzącej w skład cyklu. **Czwarta publikacja** (Three varieties of sense-B-noise, a novel cause of inappropriate shocks in patients treated with a subcutaneous cardioverter-defibrillator. *Kardiologia Polska*. 2023;81(9):916-918) stanowi **drugie na świecie, a pierwszy w Polsce**, opis nowego zjawiska klinicznego obecnego wyłącznie w układach S-ICD (pierwszy opis Haerberlina i wsp. obejmował sześciu pacjentów z kilku ośrodków zachodnioeuropejskich). Tak zwane zjawisko sense-B noise związane jest z obecnością szumów нефизiologicalznych w wektorach primary i alternate układów S-ICD i prowadzi zazwyczaj do nieadekwatnych interwencji (z powodu

rozpoznania szumów jako arytmii komorowej). Charakter tego zjawiska nie został dotychczas wyjaśniony przez producenta układu S-ICD. Wiadomo, że dotyczy wektorów wykorzystujących pierścień B (czyli właśnie primary i alternate), nie jest związane z uszkodzeniem elektrody, konektora ani korpusu układu S-ICD. Charakteryzuje się przejściowym wysyceniem sygnałów, zmniejszeniem amplitudy zespołów QRS oraz ustępowaniem tych zaburzeń po nieadekwatnym wyładowaniu wysokoenergetycznym. Cechy te umożliwiają odróżnienie tego nowego zjawiska od innych przyczyn nieadekwatnych interwencji (takich jak uszkodzenie elektrody, interferencja elektromagnetyczna czy oversensing miopotencjałów). **Zainicjowana przeze mnie publikacja** zawiera opis trzech pacjentów z rozpoznaniem zjawiskiem sense-B noise, przy czym dokładna charakterystyka zjawiska różniła się nieco od opisu Haerberlina i wsp. U pierwszego pacjenta wystąpiły wszystkie typowe cechy tego zjawiska, dotychczasowy układ S-ICD został wymieniony na zupełnie nowy, w dalszej obserwacji nie występują szумы ani nieadekwatne interwencje. U drugiego pacjenta zaobserwowano występowanie szumów nieutralnych (wykrytych w monitorowaniu zdalnym), nie prowadzących na szczęście do nieadekwatnych interwencji. Układ również wymieniono na nowy. Trzeci pacjent doświadczył nieadekwatnych interwencji spowodowanych sygnałami o typowej charakterystyce, natomiast zaobserwowano u niego niepowtarzalne szумы w czasie kontroli urządzenia i zmian pozycji (cechy charakterystyczne z kolei dla uszkodzenia elektrody, ale nie stwierdzono takiego uszkodzenia ani w obrazowaniu RTG, ani w dokładnej analizie przez producenta usuniętego w jednym bloku układu S-ICD). U tego pacjenta układ usunięto i nie implantowano nowego z powodu poprawy frakcji wyrzutowej powyżej granicy dla prewencji pierwotnej SCD. Ta nowatorska publikacja zawiera istotną dawkę **całkowicie nowych informacji** dotyczących niewyjaśnionego dotychczas zjawiska, pełniąc rolę dydaktyczną i informacyjną dla lekarzy opiekujących się pacjentami z S-ICD.

Producent zaleca w przypadku stwierdzenia sense-B noise w zależności od wspólnej decyzji lekarza leczącego i pacjenta wymianę układu na nowy lub przeprogramowanie wektora ręcznie na secondary (który to wektor ma być niepodatny na opisywane zaburzenia) i włączenie pacjenta w system zdalnego monitorowania. Wobec powyższego postanowiłem zbadać możliwość wykorzystania takiego rozwiązania w gdańskiej kohorcie pacjentów z implantowanym układem S-ICD oraz ocenić związek przedzabiegowego screeningu EKG z pozabiegową dostępnością wektorów do analizy rytmu serca przez urządzenie. W badaniach będących podstawą do **piątej publikacji** (How likely is the sense-B-noise to affect patients with subcutaneous implantable cardioverter-defibrillators and can we solve that problem in every case? Pacing Clin Electrophysiol. 2023;46:1472–1477) oceniłem w gdańskiej populacji pacjentów z S-ICD częstość występowania zjawiska sense-B noise oraz możliwości jego rozwiązania niezabiegowego, co stanowi nowatorskie podejście do tego istotnego klinicznego problemu. W dotychczas pojedynczym dostępnym doniesieniu (Haerberlin i wsp.) podano, że zjawisko

to może dotyczyć do 5% pacjentów, z roczną częstością występowania $<0,1\%$ i skumulowaną częstością w obserwacji 60-miesięcznej na poziomie 0,42%. W analizowanej przez mnie kohorcie opisywane zjawisko wystąpiło u 3% pacjentów, z zapadalnością na poziomie 0,012 na pacjento-rok obserwacji. Jeśli chodzi o dostępność wektorów EKG, przeanalizowano dane dotyczące 114 pacjentów, którym wszczepiono układ S-ICD w latach 2014-2023 (do 4 czerwca 2023). Dane kliniczne do analizy częstości występowania zjawiska sense-B noise dostępne były w przypadku 100 pacjentów, natomiast dane dotyczące przewlekłe zaprogramowanego wektora sensingu i jakości wszystkich wektorów ocenionej pozabiegowo ustalono dla 91 pacjentów. Wszystkie trzy wektory w ocenie pozabiegowej przez wbudowany automatyczny algorytm urządzenia były dostępne (tzn. oznaczone jako „OK” w obu badanych pozycjach ciała, na leżąco i na stojąco) u 49 pacjentów (54%), dwa wektory – u 39 pacjentów (43%) i jeden wektor u 3 pacjentów (3%). Jeśli chodzi o przewlekłe stosowane ustawienie, wektor primary był zaprogramowany u 47 osób (52%), secondary – u 28 (31%), a alternate - u 16 (17%). Całkowity odsetek pacjentów narażonych na wystąpienie zjawiska sense-B noise (czyli z zaprogramowanym wektorem primary albo alternate) wyniósł 69% badanej populacji. Wśród nich u 81% stwierdzono potencjalną dostępność wektora secondary do użycia przewlekłego zgodnie z zaleceniami producenta dotyczącymi możliwego rozwiązania tego problemu.

W badaniach będących materiałem do **szóstej publikacji** (Comparison of Preoperative ECG Screening and Device-Based Vector Analysis in Patients Receiving a Subcutaneous Implantable Cardioverter-Defibrillator. Medicina-Lithuania. 2023;59(12):2186) dokonałem natomiast nowatorskiego porównania wyników rutynowo stosowanego screeningu EKG i pozabiegowej analizy wektorów przez automatyczny algorytm urządzenia. Dostępnych jest wiele danych dotyczących screeningu EKG w populacji ogólnej i szczególnych subpopulacjach pacjentów (np. z kanałopatiami, wadami wrodzonymi, kardiomiopatią przerostową), natomiast nie ma w literaturze zbyt wielu danych na temat powtarzalności screeningu przedzabiegowego w pozabiegowej analizie wektorów przez algorytm urządzenia, która to analiza jest podstawą do zaprogramowania najlepszego wektora do stosowania przewlekłego, co może mieć wiele potencjalnych następstw klinicznych (takich jak na przykład podatność na oversensing miopotencjałów lub podatność na wystąpienie zjawiska sense-B noise). Przenalizowano dane dotyczące 125 pacjentów, którym implantowano układ S-ICD w okresie od 23 października 2014 do 16 października 2023. Kompletne dane dotyczące zarówno przedoperacyjnego screeningu EKG, jak i pozabiegowej analizy wektorów były dostępne dla 103 pacjentów. Za pozytywny wynik screeningu przedzabiegowego uznano stwierdzenie co najmniej dwóch akceptowalnych wektorów (oznaczanych jako „OK” przez dedykowane oprogramowanie producenta) w obu badanych pozycjach ciała (na leżąco i na stojąco), co miało miejsce u 100 pacjentów (97.1%). U 3 osób (2,9%) implantowano układ pomimo stwierdzenia tylko jednego akceptowalnego wektora, ponieważ u tych

osób nie było możliwe wszczęcie układu przezżylnego. W analizie pooperacyjnej przez wszczone urządzenie stwierdzono obecność co najmniej dwóch akceptowalnych wektorów u 99 pacjentów (96,1%), u pozostałych czterech (3,9%) dostępny był tylko jeden wektor. Porównując zgodność oceny przed- i pozabiegowej (zarówno pozytywnej jak i negatywnej) stwierdzono, że u 89,3% pacjentów wektor primary miał taki sam wynik (przed- i pozabiegowo), wektor secondary w 84,5%, a alternate w 74,8% przypadków. U 57 pacjentów (55,3%) wszystkie wektory zostały ocenione tak samo przed- i pooperacyjnie, u 39 (37,9%) – dwa wektory, natomiast u 7 pacjentów (6,8%) tylko jeden wektor. Co istotne, liczba dostępnych wektorów była taka sama w analizie przedoperacyjnej jak i pozabiegowo u 64 pacjentów (62,1%), u 16 (15,5%) mniej wektorów było dostępnych pozabiegowo, niż oczekiwano na podstawie screeningu EKG, u 23 pacjentów (22,3%) ostateczna liczba dostępnych wektorów po implantacji była wyższa niż w analizie przedzabiegowej. Wnioski wypływające z tej analizy są następujące: w badanej kohorcie pacjentów rutynowy screening przedoperacyjny umożliwił dobrą kwalifikację pacjentów do implantacji S-ICD, u wszystkich pacjentów uzyskano co najmniej jeden akceptowalny wektor, a u większości (96,1%) co najmniej dwa. Dostępna liczba wektorów była niższa niż oczekiwano tylko u 15,5% pacjentów. Procentowa powtarzalność wyniku screeningu była dobra (od 74,8% do 89,3% dla poszczególnych wektorów). Możliwa implikacja praktyczna jest też taka, że skoro ostateczna liczba akceptowalnych wektorów może być wyższa niż wyjściowa, być może w wyjątkowych sytuacjach można zaryzykować wszczęcie układu S-ICD przy negatywnym wyniku screeningu EKG. Choć pojedyncze przypadki zostały już opisane, postępowanie takie nie jest zalecane przez producenta, ponieważ nie ma gwarancji poprawnego działania urządzenia i istnieje ryzyko wystąpienia konieczności jego szybkiego usunięcia.

Podsumowując realizację **trzeciego celu szczegółowego** należy stwierdzić, że wśród powikłań specyficznych dla systemu S-ICD występuje zjawisko sense-B noise, które w badanej populacji wystąpiło u 3% pacjentów. Całkowity odsetek pacjentów narażonych na wystąpienie tego zjawiska wyniósł 69% całej badanej populacji pacjentów z S-ICD, a wśród nich u 81% stwierdzono potencjalną dostępność wektora secondary jako możliwego rozwiązania problemu w razie jego wystąpienia. Kwalifikacja do zabiegu przy użyciu założonych kryteriów zagwarantowała poprawne działanie systemu po zabiegu (dostępność co najmniej 1 akceptowalnego wektora sensingu u 100% pacjentów, a co najmniej dwóch wektorów u 96,1%).

Pomimo 10 lat doświadczeń z implantacją S-ICD w Polsce i w naszym ośrodku rozwój tej metody trudno uznać za ukończony. Technika operacyjna uległa w tym czasie pewnej modyfikacji (przejście z techniki trzech cięć na dwa cięcia, zmiana lokalizacji łoży z podskórnej na śródmięśniową), a system ujawnił swoje słabe strony (zaburzenia sterowania, nieadekwatne interwencje). Pewne natomiast jest to że poprawność działania systemu w dużej mierze zależy od odpowiedniej kwalifikacji do zabiegu i

dochowania wszelkiej staranności przy przeprowadzeniu zabiegu implantacji z użyciem prawidłowej techniki operacyjnej. Stąd odpowiednia edukacja operatorów szkolących się w implantacji tych urządzeń jest nie do przecenienia. Ukoronowaniem moich doświadczeń w zakresie implantacji S-ICD i opieki nad pacjentami leczonymi przy pomocy tego urządzenia było otrzymanie zaproszenia z redakcji uznanego czasopisma *Reviews in Cardiovascular Medicine* do napisania **siódmej publikacji wchodzącej w skład cyklu** (S-ICD Implantation Tips and Tricks. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2023;24(7):195). Publikacja ta miała charakter invited review i została napisana w oparciu o rozbudowaną kwerendę literaturową obejmującą 642 publikacje źródłowe. W tym opracowaniu, po dokładnym przeanalizowaniu własnych doświadczeń i wyników pacjentów leczonych w ośrodku gdańskim, a także dostępnych danych literaturowych, opisano szczegółowo kwestie dotyczące kwalifikacji do zabiegu implantacji S-ICD, przygotowania pacjenta, znieczulenia, techniki zabiegu, możliwych powikłań i przeciwdziałaniu im, dobrej praktyki klinicznej dotyczącej przebiegu zabiegu w sytuacjach typowych i nietypowych, testu defibrylacji, możliwego współistnienia S-ICD i innych urządzeń do elektroterapii oraz rozwiązywania problemów związanych z tym szczególnym rodzajem terapii.

Podsumowując opisany cykl publikacji można stwierdzić, że w początkowym okresie wdrażania S-ICD wykazano niskie ryzyko powikłań chirurgicznych. Zidentyfikowano możliwe przyczyny nieadekwatnych interwencji urządzenia, w tym zależne od technik operacyjnych. U wszystkich pacjentów test defibrylacji potwierdził skuteczność systemu w przerywaniu VF, nie stwierdzono konieczności repozycji układu u żadnego z pacjentów. W ocenie pozabiegowej możliwość zastąpienia testu defibrylacji oceną wskaźnika PRAETORIAN score ograniczona jest dość dużą subiektywnością oceny obrazów RTG. Zidentyfikowano i opisano powikłanie specyficzne dla systemu S-ICD (zjawisko sense-B noise), mogące prowadzić do nieadekwatnych interwencji (3% analizowanej populacji pacjentów z S-ICD). Całkowity odsetek pacjentów narażonych na wystąpienie tego zjawiska wyniósł 69% całej badanej populacji, wśród nich u 81% stwierdzono potencjalną dostępność wektora secondary jako możliwego rozwiązania tego problemu. Kwalifikacja do zabiegu przy użyciu założonych kryteriów gwarantowała poprawne działanie systemu po zabiegu (dostępność co najmniej 1 akceptowalnego wektora sensingu u 100% pacjentów, a co najmniej dwóch wektorów u 96,1%). System S-ICD stanowi cenną alternatywę dla układów przeżylnych w wybranej grupie pacjentów, ale jego zastosowanie wymaga starannej kwalifikacji, prawidłowej techniki implantacji i znajomości możliwych problemów specyficznych tylko dla tej metody elektroterapii.

5. Opis pozostałego dorobku i osiągnięć naukowych

5.1. Pozostały dorobek naukowy

5.1.1. Inne badania dotyczące podskórnych kardiowerterów-defibrylatorów nie włączone do osiągnięcia habilitacyjnego

Poniżej przedstawione publikacje dotyczyły również S-ICD, ale jako doniesienia kazuistyczne nie zostały włączone do osiągnięcia habilitacyjnego.

Podskórne kardiowertery-defibrylatory serca zostały wprowadzone do praktyki klinicznej jako potencjalne remedium na problemy związane z układami przezżylnymi. Od początku mojej kariery naukowej zajmowałem się zagadnieniami związanymi z elektroterapią serca, leczeniem powikłań, a tym samym również przezżylnym usuwaniem elektrod. Opisy badań związanych w tymi zagadnieniami znajdują się w kolejnych podrozdziałach. W związku z tą działalnością kliniczną i naukową wziąłem udział w pierwszym zabiegu dotyczącym pacjenta z S-ICD w Polsce. Został on przeprowadzony w Klinice Kardiologii i Elektroterapii Serca Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego w lutym 2014 roku we współpracy z Kliniką Chirurgii Plastycznej i dotyczył pacjenta, któremu implantowano układ S-ICD w USA. Z powodu zagrażającej odleżyny zespół specjalistów z moim udziałem przeprowadził zabieg repozycji mięśnia najszerszego grzbietu nad korpus urządzenia, uzyskując dobry efekt kosmetyczny zabiegu i zapobiegając nieuchronnej perforacji skóry. Jestem współautorem publikacji opisującej ten zabieg (Kardiologia Pol. 2014;72(11):1168). Zastosowane leczenie okazało się skuteczne, opisana technika była wówczas nowatorska, a w dalszym etapie rozwoju metody łoża urządzenia zaczęto wytwarzać głębiej, a priori pod mięśniem najszerszym grzbietu, co jak się okazało doprowadziło do korzystniejszych efektów kosmetycznych oraz lepszego progu defibrylacji.

W ślad pierwszymi doświadczeniami związanymi z tym nowym systemem, we wrześniu 2014 roku w Gdańsku miał miejsce jeden z pierwszych w Polsce zabiegów wszczepienia S-ICD de novo (dzień po pierwszym wszczepieniu wykonanym w Łodzi przez zespół prof. P. Ptaszyńskiego w Klinice Elektrokardiologii Łódzkiego Uniwersytetu Medycznego). Zakwalifikowałem do zabiegu pierwszą w gdańskim ośrodku uniwersyteckim pacjentkę, której wszczepiono taki układ. Była to 57-letnia kobieta po allogenicznym przeszczepieniu szpiku z powodu białaczki mieloblastycznej i po zatrzymaniu krążenia w mechanizmie VF. Implantacja układu przezżylnego była niemożliwa ze względu na całkowitą niedrożność żyły podobojczykowej lewej i znaczne upośledzenie spływu żyłą podobojczykową prawą (zapewne na skutek wcześniejszych centralnych dostępów żylnych tymi drogami). Brałem udział zabiegu wszczepienia układu S-ICD jako asysta dr hab. Macieja Kempy, a także w publikacji opisu tego osiągnięcia (Arch Med Sci. 2016;12(5): 1179–1180). Uzyskano prawidłowe parametry układu po implantacji, w obserwacji odległej nie odnotowano problemów, w tym powikłań chirurgicznych.

W początkowym okresie rozwoju tej metody terapii w Polsce i jej zastosowaniu w kolejnych ośrodkach, w 2020 roku powstała wieloośrodkowa praca analizująca wczesne doświadczenia dotyczące implantacji S-ICD w naszym kraju, której jestem współautorem (Arch Med Sci. 2019;16(4):764-771). Opisano w niej doświadczenia z zabiegów przeprowadzonych u pierwszych 18 pacjentów w Polsce. Głównym wskazaniem w tym okresie był brak dostępu żylnego (83%). Nie stwierdzono powikłań chirurgicznych, u jednego pacjenta zarejestrowano migotanie komór skutecznie przerwane przez urządzenie. Publikacja ta stanowiła krok w rozwoju terapii z zastosowaniem S-ICD w naszym kraju.

W kolejnych latach wprowadzono zasady refundacji tych zabiegów, z czym związany był wzrost liczby implantowanych układów S-ICD. W ślad za tym wzrostem w latach 2020-2022 prowadzony był w naszym kraju ogólnopolski rejestr S-ICD. Badanie było realizowane przez Sekcję Rytmu Serca Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego w ramach grantu naukowego uzyskanego od firmy Boston Scientific i dołączyła do niego większość ośrodków wykonujących zabiegi implantacji S-ICD w tym okresie. Współprowadziłem ten rejestr w ośrodku gdańskim. Brałem również udział w analizie danych ogólnopolskich. Wykonałem samodzielnie wszystkie analizy statystyczne dotyczące całego rejestru ogólnopolskiego. Na bazie danych zebranych w rejestrze powstały cztery publikacje o sumarycznym IF 15,334 (Kardiol Pol. 2023;81(5):455-462; Int J Environ Res Public Health. 2021;18(13):7178; Kardiol Pol. 2021;79(9):1016-1018; Kardiol Pol. 2021;79(6):697-699). Brałem istotny udział w powstaniu i napisaniu tych publikacji i we wszystkich czterech pełniłem rolę autora korespondencyjnego. W publikacjach tych podsumowano polskie doświadczenia z zastosowaniem S-ICD oraz porównano polską kohortę pacjentów z kohortami z innych krajów europejskich, we współpracy z ekspertami European Heart Rhythm Association (Tatjana Potpara, Serge Boveda).

W 2023 roku opisałem zastosowanie S-ICD po usunięciu układu przezżylnego w leczeniu rzadkiego powikłania elektroterapii - dyslokacji elektrody przezżylny ICD do tętnicy płucnej (Diagnostics (Basel). 2023;13(9):1584).

W trakcie opieki nad pacjentami z implantowanym S-ICD pojawił się problem konieczności stymulacji serca u wybranych pacjentów, u których doszło do rozwoju objawowej bradykardii. Brałem udział w badaniach i powstaniu publikacji dotyczących potencjalnego zastosowania S-ICD u pacjentów z rytmem stymulowanym serca (Kardiol Pol. 2022;80(12):1231-1237). Konieczność stymulacji serca teoretycznie jest przeciwwskazaniem do stosowania S-ICD, jednak u niektórych pacjentów wskazania do stymulacji serca rozwijają się już po implantacji S-ICD i nie można takiej sytuacji przewidzieć wcześniej. W tych trudnych przypadkach można rozważyć doszczepienie układu stymulującego do obecnego S-ICD lub usunięcie S-ICD i konwersję do układu przezżylnego. Podsumowując uzyskane wyniki można stwierdzić, że doszczepienie układu stymulatora do S-ICD może być problematyczne ze względu na

nieprzewidywalność morfologii wystymulowanego zespołu QRS. Możliwość zastosowania S-ICD u pacjentów z implantowanym uprzednio stymulatorem wydaje się łatwiejsza do oceny ze względu na dostępność wystymulowanych QRS do analizy morfologii w czasie screeningu EKG. Jednak w toku analiz odkryto, że najbardziej problematyczne jest naprzemienne występowanie rytmu wystymulowanego i własnego, ponieważ w takiej sytuacji możliwość poprawnej analizy sygnałów przez S-ICD jest najbardziej ograniczona. Uzyskane wyniki mają istotne znaczenie praktyczne w podejmowaniu decyzji klinicznych dotyczących tej grupy pacjentów.

Powyższe wyniki stały się również przyczynkiem do powstania ankiety, w której przeanalizowano opinie polskich ekspertów terapii S-ICD odnośnie decyzji w problematycznych sytuacjach klinicznych u pacjentów z implantowanym układem S-ICD lub kwalifikowanych do tej terapii (Cardiol J. 2023;30(2):214-220). Co ciekawe, opinie te nie były zgodne między sobą, a także odbiegały od wniosków z opisaney powyżej publikacji dotyczącej rytmu stymulowanego i S-ICD, co dowodzi konieczności dalszych badań na tym polu i próby standaryzacji postępowania w problematycznych sytuacjach.

Opisane powyżej badania przyczyniły się do wprowadzenia i rozpowszechnienia tej metody terapii w Polsce. Badania dotyczące stymulacji serca stanowią istotny wkład w rozwój wiedzy na temat możliwości i zasad postępowania w problematycznych przypadkach związanych z terapią S-ICD i koniecznością uzyskania stałej stymulacji serca.

5.1.2. Badania dotyczące przeżylnych implantowanych kardiowerterów-defibrylatorów serca

Od początku kariery zawodowej i naukowej, przed erą S-ICD, moja aktywność dotyczyła elektrofizjologii i elektroterapii serca, w szczególności ICD przeżylnych oraz przeżylnego usuwania elektrod stymulatorów serca i ICD (ang. transvenous lead extraction, TLE).

Po rozpoczęciu pracy zawodowej w obecnej Klinice Kardiologii i Elektroterapii Serca Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego byłem badaczem w projektach dotyczących zastosowania dodatkowych coilii podskórnych w redukcji progu defibrylacji u pacjentów z implantowanymi ICD (Arch Med Sci. 2013;9(3):440-4). Dostępne ICD przeżylnie mają możliwość dostarczenia impulsu defibrylującego o określonej energii (niegdyś 30J, obecnie 40J). U większości osób energia ta wystarcza do skutecznej defibrylacji, natomiast istnieje pewna grupa pacjentów, u których defibrylacja impulsem o maksymalnej dostępnej energii jest nieskuteczna. W publikacji tej opisano badania nad skutecznością implantacji dodatkowego coila podskórnego w redukcji progu defibrylacji. Doszczepienie elektrody Medtronic 6996SQ zakończyło się sukcesem u wszystkich spośród 15 zakwalifikowanych pacjentów,

nie obserwowano problemów technicznych ani powikłań chirurgicznych zabiegu i uzyskano redukcję progu defibrylacji do pożądaných wartości.

W kolejnym projekcie, w którym brałem udział, oceniano konieczność stosowania testu defibrylacji po implantacji ICD (Cardiol. J. 2016;5:532-538). Wykazano, że wykonywanie testu defibrylacji przed wypisem pacjenta po wszczepieniu urządzenia może być wskazane, ponieważ w niewielkim odsetku uzyskanie skutecznej defibrylacji wymaga dodatkowych manewrów (takich jak przeprogramowanie lub repozycja elementów układu lub doszczepienie dodatkowego coila defibrylującego). Natomiast w porównaniu pacjentów leczonych w okresie 1995–2001 i 2007–2010 wykazano, że częstość występowania problemów z uzyskaniem skutecznej defibrylacji istotnie zmalała wraz z udoskonaleniem dostępnych technologii.

Przeżyłne kardiowertery-defibrylatory stosowane są również w grupie pacjentów pediatrycznych. Doświadczenia związane z terapią ICD w tej szczególnej grupie pacjentów podsumowano we wspólnej publikacji z Kliniki Kardiologii Dziecięcej i Wad Wrodzonych Serca GUMed (Adv. Clin. Exp. Med. 2019; 28(12):123-133). Przeanalizowano w niej 17 lat doświadczeń ze stosowaniem tej metody terapii u dzieci. Wykazano między innymi niską częstość powikłań terapii, a główny problem kliniczny stanowiły nieadekwatne interwencje i uszkodzenia elektrod przeżyłnych. Na kanwie tych obserwacji, wraz ze wprowadzeniem S-ICD do praktyki klinicznej w naszym ośrodku rozpoczęto również kwalifikację dzieci do tej metody terapii, celem uniknięcia przyszłych powikłań odelektrodowych.

W opiece nad pacjentami z implantowanym ICD znajomość różnych możliwości technologicznych pozwala na stosowanie niestandardowych rozwiązań u szczególnie problematycznych pacjentów. Jestem jednym z autorów doniesienia dotyczącego nowatorskiego wykorzystania elektrody epikardialnej do sterowania ICD u pacjenta z arytmogenną kardiomiopatią prawej komory i typowymi dla tej choroby zaburzeniami sterowania spowodowanymi spadkiem fali R wykrywanej przez elektrodę endokardialną na skutek progresji choroby podstawowej (Cardiol. J. 2017;24(6):710-711). U opisanego pacjenta repozycja elektrody defibrylującej w obrębie prawej komory była niemożliwa ze względu na rozlane zmiany degeneracyjne i niską falę R, a wszczepienie elektrody epikardialnej pozwoliło na wyeliminowanie zaburzeń sterowania i uzyskanie ostatecznie poprawnej pracy układu ICD.

Opisana powyżej działalność naukowa dotycząca ICD przeżyłnych koncentrowała się na powikłaniach i problemach tej terapii i metodach ich rozwiązywania. Doświadczenia zdobyte w tym okresie pozwoliły na wdrożenie S-ICD, jak tylko ta metoda stała się realnie dostępna w Polsce, i kontynuowanie prac naukowych na tym polu.

5.1.3. Badania dotyczące przeżyłnego usuwania elektrod

W miarę zdobywania doświadczenia klinicznego dotyczącego implantacji urządzeń do elektroterapii serca, prowadzenia pacjentów z implantowanymi urządzeniami, rozwiązywania problemów elektroterapii i leczenia powikłań, włączyłem się w prace naukowe dotyczące tych zagadnień. Jako ośrodek leczący powikłania elektroterapii, zabezpieczający potrzeby pacjentów z północnych obszarów Polski, wykonujemy od wielu lat zabiegi przeżyłnego usuwania elektrod. Są one nieodłącznym elementem elektroterapii serca i wykonywane są przy powikłaniach wczesnych (infekcje, perforacje jam serca elektrodami), jak i późnych (infekcje, uszkodzenia i dysfunkcje elektrod, zmiana kwalifikacji i konieczność rozbudowy układu). Celem prowadzonych badań w tej tematyce była ocena skuteczności i bezpieczeństwa zabiegów TLE. W publikacji PLoS One. 2015;10(12):e0144915 przeanalizowano losy 192 pacjentów, u których wykonano zabiegi TLE w okresie od 2003 do 2012 roku. Roczne przeżycie pacjentów po zabiegach TLE wyniosło 92,7%. W okresie pooperacyjnym zmarło 5 pacjentów, żaden zgon nie był związany z powikłaniami zabiegu, w ciągu rocznej obserwacji zmarło kolejnych 5 pacjentów. Zwiększoną śmiertelność obserwowano w związku ze współwystępowaniem niewydolności serca, niewydolności nerek oraz infekcyjnych wskazań do TLE.

Stymulatory serca i ICD (określane zbiorczo jako CIED, ang. Cardiac Implantable Electronic Devices), obecne są u pewnego odsetka pacjentów zwiększającego się wraz z wiekiem, a równolegle z wiekiem zwiększa się występowanie i stopień zaawansowania chorób współistniejących. Stąd duża ilość procedur TLE dotyczy pacjentów w wieku podeszłym. W dalszych badaniach porównano skuteczność i bezpieczeństwo TLE u pacjentów w wieku poniżej i powyżej 80 lat (Kardiol Pol. 2013;71(2):130-5). Nie wykazano istotnych różnic w zakresie wskazań do zabiegu. Wyniki leczenia i odsetek powikłań również nie różnił się istotnie pomiędzy grupami. W żadnej z grup nie obserwowano dużych powikłań związanych z zabiegiem TLE. W ten sposób wykazano, że skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów TLE nie jest istotnie różne w grupie pacjentów w wieku podeszłym.

Eksplorując dalej zagadnienia związane z rolą TLE w leczeniu powikłań elektroterapii serca badano powikłania infekcyjne (Eur. J. Transl. Clin. Med. 2018;1(1):55-60; Kardiol. Pol. 2018;76(4):800-801; Pol. Arch. Med. Wewn. 2018;128(2):138-140). Wykazano, że podwyższony poziom CRP (powyżej 8 mg/l) w czasie implantacji CIED związany jest z istotnie wyższym ryzykiem konieczności TLE w okresie 6 miesięcy po pierwotnej implantacji. Obserwacja ta przełożyła się na praktykę kliniczną w naszym ośrodku w postaci obowiązkowego oznaczenia poziomu CRP i zaniechania bądź odroczenia zabiegu w razie podwyższonego poziomu. Doświadczenia własne i analiza piśmiennictwa doprowadziła również do powstania pracy przeglądowej dotyczącej tego zagadnienia (Adv. Clin. Exp. Med. 2019;28(2):263-270).

Zabiegi TLE są szczególnie trudne u pacjentów z wadami wrodzonymi serca. Przy zachowaniu procedur i środków bezpieczeństwa można je przeprowadzać z sukcesem również u takich pacjentów, czego przykład opisano w pierwszym w naszym kraju doniesieniu opisującym udany zabieg TLE u pacjenta po operacyjnym leczeniu przełożenia wielkich pni tętniczych metodą Senninga (Kardiol Pol. 2011;69(9):974-976).

W toku gromadzenia danych dotyczących zabiegów TLE współprowadziłem w ośrodku gdańskim rejestr ELECTRa (The European Lead Extraction CONTRolled study) przez cały okres jego trwania. Był to rejestr dotyczący przezżylnego usuwania elektrod w okresie rozwoju tej metody terapii. Rejestr był założony przez European Heart Rhythm Association (EHRA), oddział Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego zajmujący się elektroterapią serca. Polska dostarczyła dane dotyczące kohorty pacjentów drugiej pod względem liczebności spośród wszystkich krajów biorących udział w badaniu (po ośrodkach włoskich), a w skali Polski ośrodek gdański uplasował się na drugim miejscu pod względem liczby zareportowanych pacjentów. Rejestr ten był źródłem danych do wielu szczegółowych publikacji i subanaliz (autorstwo w appendyksie, lista publikacji w załączniku bibliograficznym).

W wyniku przeprowadzonych badań potwierdzono skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów przezżylnego usuwania elektrod, w tym u pacjentów w wieku podeszłym. Potwierdzono zasadność oznaczenia CRP przed zabiegiem implantacji CIED jako czynnika ryzyka powikłań infekcyjnych. Dane dotyczące zabiegów zareportowane do rejestru ELECTRa przyczyniły się do powstania publikacji dotyczących tego rejestru, a w dalszym etapie rekomendacji dotyczących TLE wydawanych przez EHRA.

5.1.4. Badania dotyczące omdleń wazowagalnych

W populacji pacjentów z zaburzeniami rytmu serca istotną podgrupę stanowią pacjenci z omdleniami. Omdlenie definiowane jest jako przemijająca utrata przytomności, związana z chwilową uogólnioną hipoperfuzją ośrodkowego układu nerwowego, ustępująca samoistnie i bez trwałych następstw. Jedną z możliwych przyczyn omdleń są zaburzenia rytmu serca, zarówno w postaci bradykardii, jak i tachykardii. W diagnostyce w pierwszej kolejności należy wykluczyć przyczyny kardiogenne jako potencjalnie niebezpieczne dla pacjenta. Znaczną grupę pacjentów stanowią osoby z omdleniami odruchowymi, u których na skutek wygórowanych reakcji układu autonomicznego hipotonia i/lub bradykardia indukowane są czynnikami wyzwalającymi odpowiedź odruchową, takimi jak na przykład przedłużona pionizacja, stres, emocje, widok krwi lub instrumentacja medyczna. Od początku pracy zawodowej przez wiele lat zajmowałem się pacjentami z omdleniami wazowagalnymi w ramach pracy w ambulatoryjnej specjalistycznej opiece kardiologicznej i w Poradni Zaburzeń Rytmu Serca, a także prowadziłem badania naukowe w tym zakresie. Doświadczenia i materiał zebrany w tym czasie zaowocowały powstaniem wielu prac kazuistycznych, doniesień zjazdowych i oryginalnych publikacji

naukowych dotyczących tematyki omdleń, a także mojej rozprawy doktorskiej. Badania te dotyczyły w szczególności diagnostyki i potencjalnych metod leczenia zespołu wazowagalnego.

Metodę treningu pochyleniowego jako terapii pacjentów z omdleniami wazowagalnymi opisano w publikacji: Arch Med Sci. 2007; 3, 4: 351-354. Porównano skuteczność treningu pochyleniowego w warunkach klinicznych i domowych. Porównano badane grupy pod kątem możliwości uzyskania nieprzerwanej pionizacji trwającej 45 minut lub nawrotu omdleń w 6-miesięcznej obserwacji. W wykonanej analizie wykazano porównywalną skuteczność treningu klinicznego i domowego, a tym samym możliwość zalecania takiej formy terapii do samodzielnego zastosowania przez pacjentów po odpowiednim przeszkoleniu.

Jako badacz brałem udział w projekcie oceny współistnienia dysfunkcji węzła zatokowego (ang. sinus node disease, SND) i omdleń wazowagalnych (ang. vasovagal syncope, VVS) i wyznaczeniu kryteriów elektrofizjologicznych umożliwiających identyfikację takich pacjentów przy pomocy stymulacji przezprętykowej serca w warunkach spoczynkowych i po odnerwieniu farmakologicznym (Arch Med Sci. 2011;7(6):963-970). W toku badań ustalono, że pacjenci, u których współistnieje SND i VVS w porównaniu z pacjentami z izolowanym VVS charakteryzują się bardziej wygórowaną reakcją na odnerwienie farmakologiczne w zakresie zmiany czasu przewodzenia zatokowo-przedsionkowego, czasu powrotu rytmu zatokowego, skorygowanego czasu powrotu rytmu zatokowego i drugiej pauzy.

W kolejnym projekcie naukowym dotyczącym VVS zebrane przez mnie dane kliniczne i dane dotyczące analizy rytmu serca w czasie testu pochyleniowego u pacjentów z omdleniami wazowagalnymi i zdrowych ochotników bez wywiadu omdleń zostały poddane szeregu analiz matematycznych w ramach współpracy w międzynarodowej grupie naukowej GDAŃSK – TOKYO HARD HEART GROUP (Gdański Uniwersytet Medyczny, Uniwersytet Gdański, Politechnika Gdańska, Uniwersytet w Tokyo, Japonia). Grupa ta opublikowała liczne doniesienia zjazdowe oraz dwie publikacje pełnotekstowe (Entropy 2015;17(3):1007-22; Physiol Meas. 2017;38(5):819-832), w których przeanalizowano możliwość zastosowania zaawansowanych metod matematycznych w ocenie zmienności rytmu zatokowego w czasie testu pochyleniowego.

Badania te doprowadziły również do powstania mojej rozprawy doktorskiej („Analiza zmienności częstości rytmu serca podczas testu pochyleniowego u pacjentów z omdleniami wazowagalnymi”), w której wykazano, że analiza zmienności rytmu serca w czasie testu pochyleniowego standardowymi metodami nie pozwala na wcześniejsze rozpoznanie zespołu wazowagalnego ani typu reakcji przed wystąpieniem i zarejestrowaniem właściwej reakcji wazowagalnej, a więc nie stanowi dodatkowej wartości w przebiegu testu pochyleniowego.

5.1.5. Inne projekty i badania naukowe

Moja kariera naukowa rozpoczęła się w 2001 roku od publikacji z zakresu anatomii serca w aspekcie procedur elektrofizjologicznych. Badałem anatomię kliniczną grzebienia granicznego w prawym przedsionku (Ann. Acad. Med. Gedan. 2001;31:81-88). Jest to długa beleczkowata struktura będąca granicą pomiędzy częścią gładkościenną i beleczkowaną prawego przedsionka. Jest istotnym elementem anatomii prawego przedsionka jako potencjalne źródło arytmii przedsionkowych, a także element biorący udział w propagacji fali aktywacji w czasie typowego trzepotania przedsionków. W dobie rozwijającej się intensywnie elektrofizjologii i mapowania trójwymiarowego arytmii opis tej struktury przyczynił się do lepszego zrozumienia substratu arytmii prawopreedsionkowych. Dalsze badania anatomicznego substratu zaburzeń rytmu serca dotyczyły połączeń międzyprzedsionkowych i pęczka Bachmanna (Folia Morphol. 2002;61:97-101). Połączenia te są istotne z punktu widzenia powstawania i podtrzymywania migotania przedsionków w mechanizmie zaburzeń przewodzenia międzyprzedsionkowego. Pęczek Bachmanna był przedmiotem zainteresowania również ze względu na możliwość jego stałej stymulacji (jako alternatywa dla uszka prawego przedsionka).

W latach 2015-2016 współprowadziłem w ośrodku gdańskim rejestr CRT Survey II. Był to rejestr implantacji układów resynchronizujących założony przez Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne. Rejestr objął ponad 11 tysięcy pacjentów, krajem o największej liczbie zgłoszonych pacjentów (1241) okazała się Polska, w czym ośrodek gdański miał wydatny udział (autorstwo w appendyksie, Eur J Heart Fail. 2018; 20(6):1039-1051).

Jestem również jednym z autorów doniesienia dotyczącego implantacji stymulatorów dwujamowych z minimalnie inwazyjnego dostępu podmostkowego z okolicy wyrostka mieczykowatego mostka (Pacing Clin Electrophysiol. 2019;42(5):537-541). Zanim wprowadzono do praktyki klinicznej stymulatory bezelektrodowe, stymulacja epikardialna stanowiła jedyną możliwość stałej stymulacji u pacjentów stymulatorozależnych, wymagających usunięcia układu przezżylnego z powodu powikłań infekcyjnych. Epikardialny stymulator w wersji dwujamowej wymaga najczęściej dostępu inwazyjnego (sternotomia lub półsternotomia), a z dostępu małoinwazyjnego w okolicy wyrostka mieczykowatego najczęściej implantowany był układ jednojamowy, u większości pacjentów нефизjologiczny. W tej nowatorskiej publikacji opisano możliwość skutecznej implantacji bardziej fizjologicznego stymulatora dwujamowego z dostępu minimalnie inwazyjnego, przy użyciu narzędzi stosowanych w wideotorakoskopii i wyniki obserwacji pacjentów leczonych w ten sposób.

W dobie pandemii COVID-19 opublikowałem doniesienie dotyczące funkcjonowania ośrodka elektroterapii w przyjętych nowych rozwiązaniach organizacyjnych (Kardiol. Pol. 2021;79(7-8):848-850), w którym potwierdzono możliwość utrzymania wysokiej ilości wykonywanych zabiegów przy

zastosowaniu odpowiednich procedur i reżimów związanych z przyjmowaniem pacjentów i wykonywaniem zabiegów w warunkach pandemii.

W 2021 roku z powodzeniem wdrożyłem i opisałem ratunkowe leczenie przy pomocy trombektomii mechanicznej pacjenta z zatorowym udarem mózgu jako śródoperacyjnym powikłaniem ablacji częstoskurczu komorowego leczonego z dostępu transaortalnego (Kardiol. Pol. 2021;79(5):591-592). Kolejnych tego typu powikłań szczęśliwie nie obserwowano od tamtej pory w ośrodku gdańskim w trakcie zabiegów ablacji, ale udowodniłem możliwość wdrożenia i skuteczność tej formy ratunkowego leczenia w razie zaistnienia takiej potrzeby.

W 2022 roku opublikowałem analizę publicznego zainteresowania zagadnieniami SCD i ICD w kontekście incydentu SCD u duńskiego piłkarza, Christiana Eriksena, w czasie meczu Danii z Islandią na mistrzostwach europy w piłce nożnej EURO 2020 (Kardiol. Pol. 2022;80(3): 374-375) i następującej po nim implantacji układu ICD. Z analizy tej wynikało, że okno czasowe publicznego zainteresowania jest krótkie i wykorzystanie go do edukacji społeczeństwa dotyczącej podobnych zagadnień musi być jak najszybsze.

Jestem również współautorem kilku wielokrotnie cytowanych publikacji przeglądowych dotyczących migotania przedsionków, antykoagulacji doustnej u pacjentów z migotaniem przedsionków, oraz leków antyarytmicznych - dronadaronu i vernakalantu, które powstały dzięki krajowej i międzynarodowej współpracy zespołu ekspertów (spoza ośrodka gdańskiego m.in. M. Banach, J. Rysz, D. P. Mikhailidis i G.Y.H. Lip; publikacje: Curr Pharm Des. 2013;19(21):3816-26; Ann. Med. 2012;44(1):60-72; Heart. 2010;96:498-503, Expert Opin Investig Drugs. 2009;18(12):1929-1937).

5.2. Realizacja projektów finansowanych zewnętrznie

Uczestniczyłem w badaniach prowadzonych w ramach grantu UMO:2012/06/M/ST2/00480 Narodowego Centrum Nauki prowadzonego przez prof. Danutę Makowiec z Uniwersytetu Gdańskiego i jestem współautorem doniesień zjazdowych i publikacji powstałych w wyniku jego realizacji (6 doniesień zjazdowych zagranicznych oraz 3 publikacje o sumarycznym IF 5,712: Physiol. Meas. 2017;38(5):819-832; Entropy. 2015;17(3):1007-1022; EPL Europhys. Lett. 2015;110(2):28002).

Współprowadziłem w ośrodku gdańskim badania oraz akwizycję i raportowanie danych do wielośrodkowych rejestrów:

- ELECTRa European Heart Rhythm Association (międzynarodowy rejestr zabiegów przeżyłnego usuwania elektrod) – 11 publikacji o łącznym IF 67,428 [Biology (Basel).

2022;11(4):615; Europace. 2021;23(7):1149-1150; Europace. 2021;23(9):1462-1471; Europace. 2020;22(11):1718-1728; Europace. 2019;21(7):1096-1105; Europace. 2019;21(12):1876-1889; Europace. 2019;21(5):771-780; Europace. 2019;21(4):645-654; Europace. 2019;21(12):1890-1899; J Cardiovasc Electrophysiol. 2019;30(7):1086-1095; Eur Heart J. 2017;38(40):2995-3005]; autorstwo w appendyksie

- rejestru implantacji układów resynchronizujących CRT II Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego – publikacja z IF 12,129 (Eur J Heart Fail. 2018;20(6):1039-1051); autorstwo w appendyksie
- wielośrodkowego polskiego rejestru S-ICD (grant naukowy uzyskany przez Sekcję Rytmu Serca Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego) - 4 publikacje o łącznym IF 15,334 (Int J Environ Res Public Health. 2021;18(13):7178; Kardiologia Pol. 2021;79(9):1016-1018; Kardiologia Pol. 2021;79(6):697-699; Kardiologia Pol. 2023;81(5):455-462)

Kierowałem pracą własną W-113 w latach 2008-2009 (grant Akademii Medycznej w Gdańsku).

5.3. Aktywny udział w konferencjach naukowych

Przygotowałem i wygłosiłem wiele wykładów dotyczących elektroterapii serca, urządzeń wszczepialnych oraz elektrofizjologii i ablacji zaburzeń rytmu serca na konferencjach o zasięgu międzynarodowym, krajowym i regionalnym.

Konferencje międzynarodowe i ogólnopolskie:

1. **Implantacja S-ICD – technika zabiegu.** Kurs dla lekarzy „S-ICD – zasady działania, kwalifikacja do implantacji, technika zabiegu”, 25.11.2023 Gdańsk, 13.01.2024 Gdańsk
2. **Kwalifikacja do implantacji S-ICD – screening.** Kurs dla lekarzy „S-ICD – zasady działania, kwalifikacja do implantacji, technika zabiegu”, 25.11.2023 Gdańsk, 13.01.2024 Gdańsk
3. **Ablacja komorowych zaburzeń rytmu w prewencji SCD.** Za dużo czy za mało? XXVII Międzynarodowy Kongres Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego, 28-30.09.2023 Poznań
4. **Diagnostyka omdleń i zaburzeń rytmu z wykorzystaniem ILR i zdalnego monitoringu.** XXVII Międzynarodowy Kongres Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego, 28-30.09.2023 Poznań
5. **Czy i u kogo ablacja może zastąpić implantację ICD?** XXIX Konferencja Szkoleniowa Asocjacji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny PTK, 29.03.-01.04.2023, Zakopane.
6. **Usunięcie lub naprawa układu kardiowertera-defibrylatora. A może defibrylator podskórny?** XXXIV Konferencja Sekcji Rytmu Serca PTK - POLSTIM 2023, 2-4.06.2023, Kraków.
7. **Komu nie wszczepiać ICD. Punkt widzenia lekarza zabiegowca.** XXXIV Konferencja Sekcji Rytmu Serca PTK - POLSTIM 2023, 2-4.06.2023, Kraków.

8. **Ablacja migotania przedsionków – kiedy? komu? jaką metodą?** Konferencja Asocjacji Niewydolności Serca PTK, 3-4.06.2022, Łódź.
9. **Nowości w Pracowni Elektrofizjologii w leczeniu najtrudniejszych arytmii.** XXXIII Konferencja Sekcji Rytmu Serca PTK POLSTIM 2022, 19-21.05.2022, Katowice.
10. **Nerw przeponowy a zabiegi implantacji stymulatorów i kardiowerterów-defibrylatorów serca.** XXXIII Konferencja Sekcji Rytmu Serca PTK POLSTIM 2022, 19-21.05.2022, Katowice.
11. **Ablacja typowego trzepotania przedsionków - tips&tricks.** Konferencja EP Fans. 27.05.2022, Gdańsk
12. **Ablacja typowego trzepotania przedsionków - tips&tricks.** Konferencja EP Fans. 21.10.2022, Kraków
13. **Efekt motyla w elektroterapii – opis przypadku.** ICD Train, 30.09.2021, Chomiąża Szlachecka.
14. **Jaki defibrylator mi pan wszczepi TYM RAZEM, doktorze?** Śląska Jesień Elektrokardiologiczna, 27.11.2015, Katowice.
15. **Nowe możliwości diagnostyczne: MRI-kompatybilne stymulatory i defibrylatory serca – dla kogo i kiedy?** Konferencja Sekcji Rytmu Serca PTK POLSTIM 2015, Gdańsk.
16. **Wcześniejsze duże rejestry TLE.** 1-sze Warsztaty TLE dla Profesjonalistów, 15-17.01.2014, Promnice-Tychy.
17. **Ablacja w leczeniu migotania przedsionków - Zalecenia ESC, idealny kandydat do zabiegu.** Konferencja Kardiologia 2013, Gdańsk.
18. **Co mi sprawiło największą trudność w ablacji WPW.** Konferencja Sekcji Rytmu Serca PTK POLSTIM 2012, Kołobrzeg.

Konferencje regionalne i lokalne:

1. **Przygotowanie pacjenta do badania obrazowego i zabiegu chirurgicznego.** Szkolenie dla lekarzy w zakresie implantacji CIED, 13.10.2023, Sopot.
2. **Stymulacja układu przewodzącego A.D.2022.** Spotkania Kliniczne Kliniki Kardiologii i Elektroterapii Serca, 22.11.2023, Gdański Uniwersytet Medyczny.
3. **Burza elektryczna.** Spotkania Kliniczne Klinicznego Centrum Kardiologii, 13.10.2020, Gdański Uniwersytet Medyczny.
4. **Outflow Tract VTs/PVCs. Dlaczego nie wszystko potrafimy zablować?** Spotkania Kliniczne Klinicznego Centrum Kardiologii 11.04.2018, Gdański Uniwersytet Medyczny
5. **Czy kamizelki life-vest zastąpią ICD?** Gdańskie Spotkania Kardiologiczne, Gdańsk 2014.
6. **Metody diagnostyki omdleń wazowagalnych ze szczególnym uwzględnieniem zmienności rytmu serca.** 26.02.2014 Uniwersytet Gdański.

7. **Wybrane zagadnienia patofizjologii i diagnostyki omdleń wazowagalnych.** Spotkanie Oddziału Gdańskiego Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego, 23.04.2013, Gdańsk.
8. **Burza elektryczna u pacjenta z ICD.** Gdańskie Spotkania Kardiologiczne, Gdańsk 2011.
9. **Zespół zatoki tętnicy szyjnej, hipotonia ortostatyczna – etiologia i leczenie.** Gdańskie Spotkania Kardiologiczne, Gdańsk 2010.
10. **Podstawy elektroterapii serca.** Zebranie Klubu Seniora Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, 19.02.2010, Gdańsk.
11. **EHRA/HRS Expert Consensus on Catheter Ablation of Ventricular Arrhythmias.** Spotkania Kliniczne Klinicznego Centrum Kardiologii, 1.02.2010, Gdański Uniwersytet Medyczny.

5.4. Opracowanie recenzji artykułów naukowych dla czasopism medycznych

Recenzowałem artykuły dla następujących czasopism (tematyka - kardiologia, elektroterapia serca):

- International Journal of Molecular Sciences, IF 5,6
- Journal of Clinical Medicine, IF 3,9
- Diagnostics, IF 3,6
- Kardiologia Polska, IF 3,3
- Journal of Cardiovascular Development and Disease, IF 2,4
- International Journal of Environmental Research and Public Health
- European Journal of Translational and Clinical Medicine

6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej

6.1. Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

- Tygodniowy kurs EKG dla zaawansowanych „How to approach Complex Arrhythmias”, prof. M. Josephson, prof. H.J.J. Wellens (2007, Warszawa). Kurs ten dotyczył analizy EKG ze szczególnym uwzględnieniem arytmii. Prowadzący byli niekwestionowanymi autorytetami w dziedzinie elektrofizjologii w skali światowej. Uczestnictwo w tym kursie przełożyło się na znaczne podniesienie moich umiejętności interpretacji zapisów EKG zaburzeń rytmu serca.
- Szkolenie w zakresie ablacji zaburzeń rytmu serca w European Surgical Institute (2007, Hamburg, Niemcy). Szkolenie dotyczyło teoretycznych i praktycznych aspektów wykonywania zabiegów ablacji. Obejmowało demonstrację mechanizmu ablacji w laboratorium z użyciem preparatów tkankowych, metodologię badań dotyczących wpływu różnych parametrów

ablacji (takich jak siła docisku, chłodzenie elektrody, stabilność cewnika, morfologia tkanki poddanej ablacji) na końcowy efekt aplikacji energii, a także praktyczne szkolenie w tym zakresie. Udział w tym szkoleniu poszerzył moją wiedzę na temat mechanizmów ablacji tkanek serca i prowadzenia badań naukowych dotyczących tego zagadnienia.

- Szkolenie w zakresie izolacji żył płucnych - Advanced Training Course for Ablation of Atrial Fibrillation, St. Georg Hospital, prof. Karl Heinz Kuck (2011, Hamburg, Niemcy). Szkolenie dotyczyło wykonywania złożonych procedur elektrofizjologicznych, takich jak ablacja migotania przedsionków i ablacja substratu częstoskurczu komorowego. Obejmowało praktyczny udział w procedurach wykonywanych na salach operacyjnych, a także wykłady dotyczące prowadzonych w tym wiodącym europejskim ośrodku elektrofizjologicznym badań klinicznych dotyczących zabiegów ablacji. Udział w tym szkoleniu podniósł moje umiejętności wykonywania prezentowanych procedur i poszerzył wiedzę na temat prowadzenia badań klinicznych w elektrofizjologii.
- Szkolenie w zakresie ablacji arytmii komorowych w szpitalu San Raffaele, prof. Paolo Della Bella (2012, Mediolan, Włochy). Szkolenie dotyczyło wykonywania ablacji substratu częstoskurczu komorowego. Obejmowało praktyczny udział w procedurach na salach operacyjnych, a także wykłady dotyczące organizacji opieki nad pacjentami z komorowymi zaburzeniami rytmu serca, w tym pacjentów z burzą elektryczną leczonych w trybie ratunkowym. Udział w tym szkoleniu pozwolił mi zapoznać się z funkcjonowaniem wiodącego ośrodka elektrofizjologii i organizacją opieki nad tą grupą pacjentów.
- Staż w zakresie elektrofizjologii i elektroterapii serca w Pracowni Elektrofizjologii w Semmelweis University Budapest, prof. Bela Merkely, dr Laszlo Geller (2012, Budapeszt, Węgry). Szkolenie dotyczyło wykonywania złożonych zabiegów ablacji zaburzeń rytmu serca. W czasie tego szkolenia brałem udział w wykonywaniu na sali operacyjnej zabiegów ablacji różnych arytmii (realizacja poszczególnych etapów, takich jak punkcja transseptalna, mapowanie lewego przedsionka, wykonywanie aplikacji RF pod nadzorem prowadzących szkolenie). Dr Laszlo Geller kilkakrotnie odwiedzał następnie Pracownię Elektrofizjologii i Elektroterapii Serca w Uniwersyteckim Centrum Klinicznym Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego dzieląc się swoim doświadczeniem w wykonywaniu zabiegów ablacji.
- Staż w Novosibirsk Research Institute of Circulation Pathology w zakresie elektrofizjologii i elektroterapii serca, prof. Evgeny Pokushalov, dr. Sergey Artemenko (19-27.08.2013, Nowosybirsk, Rosja). Szkolenie dotyczyło wykonywania złożonych procedur elektrofizjologicznych, ze szczególnym naciskiem na ablację migotania przedsionków. W czasie tygodniowego szkolenia wykonałem osobiście na sali operacyjnej kilkanaście zabiegów ablacji

pod nadzorem doświadczonego elektrofizjologa dr. Sergeya Artemenko. W czasie tego szkolenia przeprowadziłem pierwsze w mojej karierze zabiegi izolacji żył płucnych. Dodatkowo prowadzący przedstawili metodologię oraz wstępne wyniki badania klinicznego CABANA trial, dotyczącego wpływu izolacji żył płucnych na śmiertelność pacjentów oraz inne, złożone punkty końcowe. W ramach kontynuacji tego szkolenia dr Artemenko odbył następnie dwudniową rewizytę w Pracowni Elektrofizjologii i Elektroterapii Serca w Uniwersyteckim Centrum Klinicznym Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, gdzie nadzorował kolejne wykonywane przeze mnie zabiegi izolacji żył płucnych.

- Szkolenie w zakresie implantacji urządzeń terapii resynchronizującej serce - International Workshop CRT, prof. Gerhard Hindricks (2014, Lipsk, Niemcy). Szkolenie obejmowało aspekty techniczne i operacyjne wykonywania zabiegów implantacji kardiowerterów-defibrylatorów serca ze szczególnym uwzględnieniem terapii resynchronizującej. Udział w tym szkoleniu podniósł moją wiedzę na temat tej dziedziny elektrokardiologii i podniósł umiejętności związane z wykonywaniem zabiegów implantacji urządzeń.
- Szkolenie w zakresie przezżylnego usuwania elektrod – Lead Extraction Workshop, prof. Christoph Starck, Department of Cardiothoracic and Vascular Surgery, Deutsches Herzzentrum Berlin (2014, Berlin, Niemcy). Szkolenie to dotyczyło praktycznych i technicznych aspektów wykonywania zabiegów przeznaczeniowego usuwania elektrod. W czasie tego szkolenia miałem możliwość obserwowania na sali operacyjnej zabiegów wykonywanych przez prof. Starcka, kardiochirurga i kardiologa będącego uznanym autorytetem w dziedzinie leczenia powikłań elektroterapii serca i usuwania elektrod, w tym użycia rotacyjnych koszulek mechanicznych. Umożliwiło to szersze wykorzystanie tego narzędzia w czasie zabiegów ekstrakcji elektrod wykonywanych w naszej pracowni.

6.2. Współpraca z innymi jednostkami uczelni

Na co dzień współpracuję z Katedrą i Kliniką Kardiologii Dziecięcej i Wad Wrodzonych Serca Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego w zakresie elektrofizjologii i elektroterapii u dzieci. Owocem tej współpracy są wspólne doniesienia zjazdowe i publikacje dotyczące niepełnoletnich pacjentów poddawanych zabiegom z zakresu elektroterapii serca (Forum Med. Rodz. 2015;9(3):279-281; Adv. Clin. Exp. Med. 2019;28(12):123-133; Kardiol. Pol. 2020;78(5):447-450, Post. Kardiol. Inter. 2016;12(3):285-286).

W ramach codziennej pracy klinicznej i naukowej współpracuję również z Katedrą i Kliniką Kardiochirurgii i Chirurgii Naczyniowej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, współpraca ta dotyczy elektroterapii serca z zastosowaniem technik kardiochirurgicznych oraz przezżylnego usuwania elektrod. W ramach tej współpracy naukowej powstały publikacje kazuistyczne oraz pełnotekstowe

(PLoS One. 2015;10(12):e0144915; Pacing Clin. Electrophysiol. 2019;42(5):537-541; Kardiol Pol. 2011;69(9):974-976; Kardiol Pol. 2012;70(1):96-99; Cardiol. J. 2017;24(6):710-711).

6.3. Udział w badaniach wielośrodkowych i projektach międzynarodowych

- Udział w międzynarodowej grupie naukowej GDAŃSK – TOKYO HARD HEART GROUP (Gdański Uniwersytet Medyczny: Beata Graff, Szymon Budrejko, Dariusz Kozłowski, Krzysztof Narkiewicz; Uniwersytet Gdański: Danuta Makowiec, Wiesław Miklaszewski, Danuta Wejer; Politechnika Gdańska: Agnieszka Kaczkowska; Uniwersytet w Tokyo, Japonia: Zbigniew Struzik) – publikacje dotyczące analizy częstości i zmienności rytmu serca. W wyniku tej współpracy powstało 6 doniesień zjazdowych zagranicznych oraz 3 publikacje o sumarycznym IF 5,712: Physiol. Meas. 2017;38(5):819-832; Entropy. 2015;17(3):1007-1022; EPL Europhys. Lett. 2015;110(2):28002.
- Udział w międzynarodowej grupie, która opublikowała artykuły przekrojowe dotyczące migotania przedsionków, leczenia przeciwkrzepliwego i leków antyarytmicznych (Gdański Uniwersytet Medyczny: Dariusz Kozłowski, Szymon Budrejko, Grzegorz Raczak; Uniwersytet Medyczny w Łodzi: Maciej Banach, Jacek Rysz; University College London, Wielka Brytania: Dimitri Mikhailidis; University of Liverpool, Wielka Brytania: Gregory Lip). Wynikiem tej współpracy były 4 publikacje o łącznym IF 17,306: Expert Opin Investig Drugs. 2009;18(12):1929-1937; Heart. 2010;96:498-503; Ann Med. 2012;44(1):60-72; Curr Pharm Design. 2013;19(21):3816-3826.
- Udział w wielośrodkowej analizie pacjentów z S-ICD (publikacja z IF 3,318: Arch Med Sci. 2019;16(4):764-771; ośrodki uniwersyteckie: Łódź, Gdańsk, Warszawa, Katowice)
- Współpraca z Kliniką Kardiologii i Chorób Wewnętrznych Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika (Wojciech Krupa, Tomasz Fabiszak; publikacja 140 pkt MEiN: Int J Environ Res Public Health. 2022;19(15):9700).
- Współpraca z Kliniką Kardiologii Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie (Szymon Olędzki; publikacja z IF 1,8: Pacing Clin Electrophysiol. 2023;46:1472–1477)
- Współpraca z Kliniką Kardiologii z Pododdziałem Ostrych Zespołów Wieńcowych Uniwersytetu Rzeszowskiego (Andrzej Przybylski, publikacja z IF 2,7: Rev. Cardiovasc. Med. 2023;24(7):195).
- Współpraca wielośrodkowa w ramach rejestru SICD. W wyniku tej współpracy powstały 4 publikacje o łącznym IF 15,334: Int J Environ Res Public Health. 2021;18(13):7178; Kardiol Pol. 2021;79(9):1016-1018; Kardiol Pol. 2021;79(6):697-699; Kardiol Pol. 2023;81(5):455-462. Ośrodki współpracujące: Bydgoszcz (Klinika Kardiologii, Szpital Uniwersytecki nr 1 im. dr. Antoniego Jurasza), Warszawa (Instytut Kardiologii, II Klinika Zaburzeń Rytmu Serca, Pracownia Elektrofizjologii; Warszawski Uniwersytet Medyczny, Pracownia Elektrofizjologii Kliniki

Kardiologii; Wojskowy Instytut Medyczny, Klinika Kardiologii i Chorób Wewnętrznych), Zabrze (Śląskie Centrum Chorób Serca, III Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii; Katedra Kardiologii, Wrodzonych Wad Serca i Elektroterapii SUM), Łódź (Klinika Elektrokardiologii, Centralny Szpital Kliniczny Uniwersytetu Medycznego w Łodzi), Poznań (Szpital Kliniczny Przemienienia Pańskiego, I Klinika Kardiologii Katedry Kardiologii), Wrocław (Uniwersytecki Szpital Kliniczny, Katedra i Klinika Chorób Serca; 4. Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ, Pracownia Elektrofizjologii Inwazyjnej), Rzeszów (Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 2 im. Św. Jadwigi Królowej), Kraków (Szpital Jana Pawła II, Klinika Elektrokardiologii), Katowice (Śląski Uniwersytet Medyczny, I Klinika Kardiologii), Lublin (Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 4, Klinika Kardiologii).

- Współpraca międzynarodowa w ramach prac nad porównaniem rejestrów S-ICD i wspólna publikacja z IF 4,614: Int J Environ Res Public Health. 2021;18(13):7178 - Tatjana Potpara (School of Medicine, Belgrade University, Belgrad, Serbia) oraz Serge Boveda (Cardiac Arrhythmia Management Department, Clinique Pasteur, Tuluz, Francja).

6.4. Kursy i udział w konferencjach naukowych

- Uczestnictwo w licznych konferencjach i kursach dotyczących elektroterapii serca (w tym m.in. EUROPACE, Cardioslim, Kongres PTK, POLSTIM, konferencje Asocjacji Kardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny PTK oraz Asocjacji Niewydolności Serca PTK, Prague Ablation Workshop, Warsaw Ablation Workshop, konferencje Afib Alliance, kongres International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Warsztaty CRT Koszalin, Warsztaty Ablacyjne Koszalin), w tym uczestnictwo aktywne - wykłady opisane w pkt. 5.3 niniejszego autoreferatu
- Współautorstwo lub wygłoszenie licznych doniesień zjazdowych polskich i zagranicznych – podsumowanie w załączonej bibliografii

6.5. Wpływ działalności naukowej na funkcjonowanie społeczeństwa i gospodarki

Prowadzone przez mnie badania naukowe przyczyniły się do optymalizacji terapii z wykorzystaniem implantowanych urządzeń, w szczególności podskórnych kardiowerterów-defibrylatorów serca. Jest to kosztochłonny rodzaj terapii i właściwa kwalifikacja pacjentów oraz technika operacyjna ma istotne znaczenie z punktu widzenia efektywnego wykorzystania środków publicznych. Przeprowadzone analizy dowiodły, że ta metoda terapii charakteryzuje się niskim ryzykiem działań niepożądanych i niskim ryzykiem powikłań chirurgicznych. Dodatkowo wykazano, że stosowane procedury kwalifikacji umożliwiają pewną identyfikację pacjentów, u których wdrożenie takiej terapii jest możliwe i w każdym przypadku uzyskano prawidłowe funkcjonowanie układu po jego implantacji.

7. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz promujące naukę

7.1. Zajęcia dydaktyczne na uczelni

Od 2008 roku prowadzę zajęcia dydaktyczne (seminaria, ćwiczenia) ze studentami polsko- i angielskojęzycznymi kierunku lekarskiego Wydziału Lekarskiego (początkowo jako słuchacz Dziennych Studiów Doktoranckich, następnie w ramach umowy-zlecenia, od 2021 roku jako pracownik etatowy na stanowisku adiunkta). Prowadziłem lub prowadzę następujące zajęcia: fakultet Evidence Based Medicine, fakultet EKG dla studentów medycyny, seminaria i ćwiczenia z chorób wewnętrznych i kardiologii dla IV i VI roku.

7.2. Kształcenie podyplomowe

- Szkolenie lekarzy specjalizujących się w kardiologii w trakcie staży częściowych z elektrofizjologii w Pracowni Elektrofizjologii i Elektroterapii Serca Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego w Gdańsku.
- Przygotowanie i prowadzenie wykładów w czasie kursów dla lekarzy specjalizujących się w kardiologii dotyczących zaburzeń rytmu serca i choroby wieńcowej realizowanych w Uniwersyteckim Centrum Klinicznym w Gdańsku:
 1. **Badanie elektrofizjologiczne serca.** Kurs do specjalizacji z kardiologii, Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego – wielokrotnie (2011, 2015, 2016)
 2. **Leczenie arytmii w chorobie wieńcowej.** Kurs do specjalizacji z kardiologii, Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, 22.11.2011.
- Współorganizacja kursu implantacji S-ICD (dotychczas 3 edycje), prowadzenie w ramach tego kursu wykładów dotyczących screeningu EKG oraz technik implantacji S-ICD, nauczanie praktyczne implantacji S-ICD na zwłokach.

7.3. Opieka nad doktorantami

Pełniłem rolę **promotora pomocniczego** w przewodzie doktorskim lek. Barbary Opielowskiej-Nowak (tytuł rozprawy: „Ocena możliwości stosowania podskórnego kardiowertera-defibrylatora u pacjentów wymagających stałej stymulacji serca”, promotor – dr hab. n. med. Maciej Kempa). Przewód zakończył się nadaniem doktorantce w 2023 roku stopnia naukowego doktora nauk medycznych z wyróżnieniem.

7.4. Osiągnięcia organizacyjne

- współorganizacja Marszu po Zdrowie – wydarzenia popularyzującego aktywność fizyczną i nordic walking wśród pacjentów kardiologicznych i ich rodzin, wydarzenie organizowane wielokrotnie przez Klinikę Kardiologii i Elektroterapii Serca Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
- współorganizacja Gdańskich Spotkań Kardiologicznych – konferencji dydaktycznej organizowanej wielokrotnie przez Klinikę Kardiologii i Elektroterapii Serca Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
- funkcja redaktora działu „Elektrofizjologia Kliniczna” czasopisma „Kardiologia Oparta na Faktach” (wydawnictwo Termedia, czasopismo wydawane w latach 2010-2011)
- praca w komitetach organizacyjnych Konferencji Sekcji Rytmu Serca POLSTIM (Sopot 2007, Gdańsk 2015)
- praca w komitecie naukowym Konferencji Sekcji Rytmu Serca POLSTIM (Kraków 2022)
- współorganizacja praktycznego kursu implantacji S-ICD (dotychczas 2 edycje) w Gdańsku
- wdrożenie w Klinice Kardiologii i Elektroterapii Serca Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego nowoczesnej metody stymulacji fizjologicznej – stymulacji układu przewodzącego (tj. okolicy lewej odnogi pęczka Hisa)
- pełnienie funkcji Członka Zarządu Sekcji Rytmu Serca Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego (SRS PTK) oraz Sekretarza SRS PTK w kadencji 2021-2023
- pełnienie funkcji Członka Komisji ds. Wniosków o Patronaty i Opinie Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego w kadencji 2023-2025

7.5. Popularyzacja nauki

Jako ekspert Sekcji Rytmu Serca Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego udzieliłem wielu wywiadów radiowych i prasowych w mediach tradycyjnych i elektronicznych, dotyczących diagnostyki i leczenia zaburzeń rytmu serca, diagnostyki i leczenia omdleń, implantacji urządzeń kardiologicznych, prewencji nagłego zgonu sercowego i innych zagadnień związanych z elektroterapią serca i chorobami kardiologicznymi.

8. Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych

Jestem członkiem następujących towarzystw:

- (1) European Society of Cardiology – od 2004
- (2) Polskie Towarzystwo Kardiologiczne – od 2004

- a. Członek Komisji ds. Wniosków o Patronaty i Opinie Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego w kadencji 2023-2025
- (3)** Oddział Gdański Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego – od 2004
- (4)** Sekcja Rytmu Serca – od 2011
 - a. Członek Zarządu SRS PTK w kadencji 2021-2023
 - b. Sekretarz SRS PTK w kadencji 2021-2023
- (5)** Asocjacja Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny – od 2023

9. Nagrody za działalność naukową

Nagroda naukowa Rektora Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2020 roku za cykl publikacji z dziedziny kardiologii.

10. Analiza bibliometryczna (stan na 05.01.2024)

Całkowity dorobek (**IF 182,351; MEiN 3962**) obejmuje:

Dorobek przed uzyskaniem stopnia doktora - **IF 17,338; MEiN 212**

Dorobek po uzyskaniu stopnia doktora - **IF 149,831 MEiN 3275**

Prace wchodzące w skład dzieła habilitacyjnego - **IF 15,182; MEiN 475**

Prace, w których jestem pierwszym autorem (po doktoracie, włączając dzieło) – **IF 24,720**

Liczba cytowań (Scopus): **253**, bez autocytowań **211**

Liczba cytowań (Web of Science Core Collection): **211**, bez autocytowań **171**

h-indeks (Scopus): **8**

h-indeks (Web of Science Core Collection): **8**

11. Piśmiennictwo

1. Mirowski M, Reid PR, Mower MM, Watkins L, Gott VL, et al. Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. N Engl J Med. 1980;303(6):322-4.

2. Bardy GH, Smith WM, Hood MA, Crozier IG, Melton IC, et al. An entirely subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator. *N Engl J Med.* 2010;363(1):36-44.
3. Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, Winkel BG, Behr ER, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J.* 2022;43(40):3997-4126.
4. Quast ABE, Baalman SWE, Brouwer TF, Smeding L, Wilde AAM, et al. A novel tool to evaluate the implant position and predict defibrillation success of the subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator: The PRAETORIAN score. *Heart Rhythm.* 2019;16(3):403-410.
5. Hakamata T, Otsuki S, Izumi D, Sakaguchi Y, Suzuki N, et al. Clinical impact of ECG changes on oversensing of subcutaneous implantable cardioverter-defibrillators. *Heart Rhythm.* 2022;19(10):1704-1711.
6. Ben Kilani M, Jacon P, Badenco N, Marquie C, Ollitrault P, et al. Pre-implant predictors of inappropriate shocks with the third-generation subcutaneous implantable cardioverter defibrillator. *Europace.* 2022;24(12):1952-1959.

Oświadczam, że nie ubiegałem się dotychczas o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Gdańsk 19.03.2024, Szymon Budrejko