Łódź 07.marca.2022

dr hab. n. med. Grzegorz Piotrowski
Kierownik Oddziału Kardiologii
Wojewódzkie Wielospecjalistyczne
Centrum Onkologii i Traumatologii
im. M. Kopernika w Łodzi
Kierownik Zakładu Kardioonkologii
Uniwersytet Medyczny w Łodzi

ul. Pabianicka 62
93-519 Łódź; tel. 426895492/kom. 607244594

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr Katarzyny Małgorzaty Majka pt.
„Innowacyjne technologie wykorzystywane w telemedycynie u pacjentów z chorobami sercowo-naczyniowymi (cykl publikacji)."

Rozwój nauki i techniki dostarcza coraz to nowych metod diagnostyczno-leczniczych w medycynie. Rozwój internetu, powszechny dostęp komputerów, tabletów, smartfonów i innych urządzeń wywiera w ostatnich latach olbrzymi wpływ na zmiany zachodzące w opiece medycznej i w zdrowiu publicznym. Skomplikowane urządzenia mogą być używane i obsługiwane nie tylko przez lekarzy, ale przez niższy personel a nawet samych pacjentów. Szczególną pozycję zaczyna zajmować w opiece nad chorym telemedycyna. W powszechnym użyciu jest teleporada, e-skierowanie, e-recepta. Zdalne prowadzenie pacjentów współcześnie jest bardzo pożądane z co najmniej kilku powodów. Są nimi między innymi: niedobory kadry lekarskiej, personelu pielęgniarskiego oraz technicznego. W ostatnich 2 latach telemedycyna stała się bardzo pomocnym narzędziem w dobie pandemii COVID-19 umożliwiając dostęp pacjentom do porad lekarskich bez narażania na zakażenie patogenem. W mojej opinii krytyka teleporad przez niektóre środowiska jest zupełnie nieuzasadniona i wynika z braku zrozumienia istoty zagrożeń w chorobach zakaźnych. Stan pandemii wymusił rozwój innowacji technologicznych, głównie telemedycyny. Szczególne miejsce w medycynie zaczyna zajmować sztuczna inteligencja. Wykorzystując jej możliwości próbuje się konstruować programy stawiające diagnozę w oparciu o analizowane obrazy, dźwięki, wyniki badań dodatkowych czy dane z wywiadu od pacjenta. Myślę, że w bardzo bliskiej przyszłości sztuczna inteligencja nie zastąpi personelu medycznego, ale będzie stanowić bardzo silne uzupełnienie i wsparcie działań diagnostyczno-leczniczych. Nowe technologie w połączeniu ze zdalnym

przekazywaniem informacji są dziś obecne w wielu dziadzinach medycyny. Szczególną rolę odgrywają w kardiologii. Automatyczna interpretacja elektrokardiogramu, zapis ekg z domu pacjenta przekazywany do ośrodków specjalistycznych przez pacjentów czy zespół pogotowia ratunkowego, tele-rehabilitacja, tele-ultrasonografia, tele-monitorowanie parametrów układu krążenia pacjentów z przewlekłymi schorzeniami przebywających w domu, telemetryczne monitorowanie ciągłego zapisu pracy serca z urządzeń implantowanych do serca to tylko niektóre przykłady nowych technologii, które rutynowo stosuje się dziś w kardiologii. Dostępne są już wyniki pierwszych badań, które wyraźnie wskazują na korzyści stosowania innowacyjnych technik w postaci redukcji śmiertelności i poprawy jakości życia pacjentów. Powszechne wdrażanie i upowszechnienie telemedycyny i telepielęgniarstwa zmniejszy obciążenie tradycyjnych usług i zwiększy dostępność do opieki medycznej. Dlatego podjęcie prze Doktorantkę tematu zastosowania nowoczesnych technologii i tele-medycyny u pacjentów z chorobami sercowo-naczyniowymi jest wysoce uzasadnione z praktycznego punktu widzenia.

Przedstawiona mi do recenzji praca składa się z części ogólnej oraz czterech oryginalnych artykułów opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych. Cześć ogólna składa się z 8 rozdziałów: wykaz skrótów, streszczenie w języku polskim i angielskim, wstęp, założenia i cel pracy, materiał i metody, podsumowanie i wnioski.

Streszczenia w języku polskim i angielskim zwięźle ujmują najważniejsze aspekty przedstawiane w rozprawie.

We wstępie na 5 stronach Doktorantka zwięźle, opierając się na trafnie dobranym, piśmiennictwie przedstawiła zagadnienia niezbędne do zrozumienia tematu badań i wprowadza w tematykę, którą się zajmuje. Zaprezentowane zostały najistotniejsze informacje na temat innowacyjnych technologii w medycynie, zwłaszcza opierających się na wykorzystaniu zdalnych technik komunikacji. Szczególnie podkreślona została ich rola we współczesnej kardiologii.

Celem pracy było przedstawienie innowacyjnych technologii wykorzystywanych w telemedycynie u pacjentów z chorobami sercowo-naczyniowymi. Cel został zrealizowany w cyklu opublikowanych czterech prac naukowych (2019-2022).

1. **Comparison of the radial and brachial artery flow- mediated dilation in patients with hypertension.** Katarzyna Majka, Marzena Parol, Andrzej Nowicki, Barbara Gambin, Zbigniew Trawinski, Marzena Jaciubek, Andrzej Krupienicz, Robert Olszewski. w Advances in Clinical and Experimental Medicine, 2022 Jan 18. doi: 10.17219/acem/144040. **IF- 1,727; MNiSW-70**

2. **The use of an electronic stethoscope with dedicated software for cardiovascular screening of patients prepared for hip replacement.** Katarzyna Majka, Wojciech Lejkowski, Artur Pepłonski, Tomasz Grycewicz, Andrzej Krupienicz, Andrzej P. Dobrowolski, Robert Olszewski. Academia Journal of Scientific Research 2020 : Vol. 8, nr 6, s. 207-217. **MNiSW – 5**
3. **Technologie wykorzystywane w telepielęgniarstwie.** Katarzyna Majka, Artur Pepłoński, Andrzej Krupienicz, Robert Olszewski. Pielęgniarstwo Polskie 2019: nr 4 (74) s.390-396. **MNiSW – 5**
4. **Automatic classification of normal and sick patients with crackles using wavelet packet decomposition and support vector machine.** Paweł Stasiakiewicz, Andrzej P. Dobrowolski, Tomasz Targowski, Natalia Gałązka-Swiderek, Teresa Sadura-Sieklucka, **Katarzyna Majka**, Agnieszka Skoczylas, Wojciech Lejkowski, Robert Olszewski. Biomedical Signal Processing and Control 2021: Vol 67, s.1-13.**IF - 3,880; MNiSW – 140**

W trzech powyżej przedstawionych pracach Doktorantka jest pierwszą autorką. Dwie spośród prac zostały opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych z IF. Czwarta praca przedstawia wyniki badania wieloośrodkowego, w którym Doktorantka reprezentowała swój macierzysty ośrodek. Łączny IF-**5,607; MNiSW-220.**

W pierwszej publikacji u 76 pacjentów z potwierdzonym długotrwałym nadciśnieniem tętniczym porównano odpowiedź wazodylatacyjną tętnicy promieniowej z odpowiedzią tętnicy ramiennej (wykorzystywanej rutynowo do oceny funkcji śródbłonka) indukowanej przepływem w odpowiedzi na przekrwienie bierne za pomocą sondy ultrasonograficznej (FMD-Flow-Mediated Dilatation). Metoda ta służy do oceny funkcji śródbłonka w różnych stanach patologicznych układu krążenia. Do pomiarów FMD (Wazodylatacja Indukwana Przepływem) na tętnicy ramiennej użyto sondy o częstotliwości 7-12 Hz, zaś na tętnicy promieniowej sondy o częstotliwości 20 Hz, co poprawiło rozdzielczość obrazowania tego mniejszego naczynia. Wyniki pomiarów w grupie osób z nadciśnieniem tętniczym porównano do wyników osób zdrowych, które zaczerpnięto z prac Pyke i Tschakowskyego cytowanych w pozycji 12 piśmiennictwa. Badanie wykazało, że odpowiedź wazodylatacyjna mniejszego naczynia – tętnicy promieniowej była dwukrotnie silniejsza niż tętnicy ramiennej, co wyrażało się dwukrotnie większą dylatacją tętnicy promieniowej w porównaniu do ramiennej. Wykazano, upośledzoną odpowiedź obydwu badanych naczyń na bierne przekrwienie u osób z

nadciśnieniem tętniczym w porównaniu do osób bez nadciśnienia tętniczego. Zastosowanie sondy o wysokiej częstotliwości (20MHz) umożliwiło bardzo dokładne i precyzyjne obrazowanie tętnicy promieniowej. Autorzy wnioskują, że badanie funkcji śródbłonka u chorych z nadciśnieniem tętniczym może być dokonywane z użyciem tętnicy promieniowej, którą łatwiej jest zobrazować niż tętnicę ramienną.
Dla przeprowadzenia badań uzyskano zgodę Komisji Bioetyki (Zgoda nr KBP 4/2/2017 NIGRiR).

Druga publikacja przedstawia badanie, w którym wykorzystano elektroniczny stetoskop z oprogramowaniem jako metodę przesiewową mającą zidentyfikować pacjentów z nieprawidłowymi zjawiskami osłuchowymi nad sercem. Badanie przeprowadzono u 137 pacjentów przygotowywanych do wymiany biodra lub kolana. Grupę kontrolną stanowiło 94 zdrowych ochotników w podobnym wieku. Zarejestrowane przez urządzenie fale dźwiękowe zostały przedstawione w formie graficznej w dziedzinie czasu (klasyczny przebieg czasowy) oraz w dziedzinie częstotliwości (spektrum) w autorskim oprogramowaniu *Littmann® StethAssist™ Heart and Lung Sound Visualization Software.*
Opracowane oprogramowanie LStSoV z 95% skutecznością klasyfikowało zdrowe i chore sygnały z układu sercowo-naczyniowego.

Trzecia publikacja ma charakter poglądowy. Opisano w niej szybki rozwój urządzeń telemedycznych stosowanych na świecie i w Polsce, dalsze ich zastosowanie w placówkach służby zdrowia oraz w warunkach domowych bezpośrednio u pacjentów. Artykuł ten jest niejako pomostem łączącym we wspólną tematyczną całość pozostałe trzy artykuły oryginalne.

Czwarta publikacja prezentuje wyniki wieloośrodkowego badania, w którym próbowano opracować algorytm rozróżniający zapisane za pomocą elektronicznego stetoskopu zjawiska osłuchowe z nad płuc osób zdrowych i pacjentów z trzeszczeniami spowodowanymi przez choroby płuca, takie jak zapalenie płuc, zwłóknienie płuc, niewydolność serca (HF) lub przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP). System ten został opracowany i przetestowany na zbiorze danych składającym się z 62 zdrowych (166 nagrań) i 58 chorych (187 nagrań). Wykazano 95% czułość i 91% swoistość systemu, stosując 10-krotną walidację krzyżową. Dla przeprowadzenia badań uzyskano zgodę Komisji Bioetyki (Zgoda nr KBP 3/4//202020 NIGRiR).

Uwagi i Komentarze

Uważam, że praca ma charakter nowatorski, podjęła bardzo aktualny i ważny temat w zakresie chorób układu krążenia. Wyniki publikowanych prac wykazały użyteczność technik

innowacyjnych oraz programów rozpoznających zjawiska osłuchowe serca i płuc. W najbliższej przyszłości te innowacyjne metody będą mogły być wykorzystana zdalnie w codziennej praktyce w celach diagnostycznych nie tylko przez lekarzy, ale także personel pielęgniarski, a nie wykluczone, że niektóre aspekty przez pacjentów.

Niewątpliwie praca stanowi wartościowy, oryginalny dorobek Autorki i wskazuje, że magister Katarzyna Małgorzata Majka jest doświadczoną badaczką, posiada umiejętności poprawnego planowania i prowadzenia badań naukowych, obiektywnej oceny uzyskanych wyników oraz właściwego wnioskowania. Dowodzi także, że Pani mgr Katarzyna Małgorzata Majka potrafi doskonale współpracować z innymi zespołami badawczymi, co jest niezbędne w pracy współczesnego naukowca.

Pracę oceniam wysoce pozytywnie. Stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska Pani mgr Katarzyny Małgorzaty Majka pt. „Innowacyjne technologie wykorzystywane w telemedycynie u pacjentów z chorobami sercowo-naczyniowymi" (cykl publikacji) spełnia wymagania wyszczególnione w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789) i może być skierowana do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Z poważaniem,

Grzegorz Piotrowski

dr hab.n.med. Grzegorz Piotrowski