

Dr hab. inż. Jacek BUŚKIEWICZ  
*promotor*

Poznań, dn. 02.12.2022 r.

Dr Tomasz WALCZAK  
*promotor pomocniczy*

Politechnika Poznańska  
Wydział Inżynierii Mechanicznej  
Instytut Mechaniki Stosowanej  
Zakład Mechaniki Stosowanej

### **OPINIA PROMOTORA**

Przyjąłem rozprawę doktorską mgr inż. Martyny Białeckiej pt. "Biomechaniczna analiza obciążeń stawu kolanowego podczas wykonywania testu izokinetycznego".

Główną motywacją do podjęcia się tematyki rozprawy doktorskiej była potrzeba uzupełnienia dotychczasowych badań dotyczących szacowania wartości obciążeń w stawie kolanowym podczas testu izokinetycznego o najnowszą wiedzę zawartą w literaturze naukowej i możliwości techniczne, jakie dają zaawansowane metody obrazowania tego stawu. Informacje te są niezbędne do prawidłowego tworzenia biomechanicznych modeli obciążeniowych stawu kolanowego. Szacowanie sił występujących w stawie kolanowym podczas różnych aktywności fizycznych jest istotne w celu m. in. tworzenia odpowiednio dobranych programów rehabilitacyjnych dla pacjentów po operacjach tego stawu i może pomagać w określeniu bezpiecznego zakresu kąтового ruchu dla pacjentów w czasie leczenia. Grupę badawczą stanowili pacjenci leczeni ze względu na uszkodzenie łąkotki stawu kolanowego w klinice Rehasport w Poznaniu.

Celem rozprawy doktorskiej jest analiza obciążeń stawu kolanowego podczas badania izokinetycznego, w tym wśród osób po operacji stawu kolanowego, w zakresie zarówno momentów sił mięśniowych jak i sił działających na powierzchni stawu. Na podstawie dokonanego przez mgr inż. Martynę Białecką przeglądu literatury sformułowana została hipoteza badawcza, iż opracowanie wzorcowego przebiegu momentu sił mięśniowych i rozwinięcie dwuwymiarowego modelu mechanicznego stawu kolanowego o indywidualne parametry anatomiczne umożliwi poszerzenie wiedzy na temat obciążeń stawu kolanowego w całym zakresie ruchu podczas testu izokinetycznego. W ramach zadań szczegółowych opracowano wzorcowy przebieg momentu sił mięśniowych, otrzymany podczas testu izokinetycznego dla grupy osób aktywnych fizycznie. Przebieg ten posłużył do oceny efektów leczenia pacjentów po operacji łąkotki stawu kolanowego. Następnie mgr inż. Martyna Białicka rozwinęła dwuwymiarowy model mechaniczny stawu kolanowego do szacowania siły piszczelowo-udowej podczas wykonywania testu izokinetycznego o indywidualną anatomię badanego oraz wykonała pomiary parametrów geometrycznych stawu kolanowego na podstawie zdjęć rezonansu magnetycznego. Opracowany model został metodami statystycznymi porównany z modelem prezentowanym w literaturze, aby sprawdzić, czy uwzględnienie indywidualnych cech budowy anatomicznej stawu pacjenta ma wpływ na szacowane wartości siły piszczelowo-udowej. Wnioski z badań wskazują, że siła ta zmienia się znacząco podczas procesu leczenia i jest w dużym stopniu zależna od momentu sił mięśniowych rejestrowanego przez dynamometr izokinetyczny. Oszacowane wartości siły piszczelowo-udowej są większe, niż podczas innych aktywności życia codziennego. Wykazano, że wartości maksymalne sił piszczelowo-udowej oraz kąty zgięcia w stawie, dla których są one rejestrowane, zależą istotnie od budowy anatomicznej stawu. Te wnioski uzupełniają aktualny stan wiedzy i są istotne w planowaniu dozwolonego obciążenia na

danym etapie rehabilitacji. Widoczne różnice zaobserwowano również między kobietami i mężczyznami. Te obserwacje potwierdzają prawdziwość postawionej tezy. Osiągnięcia rozprawy, w mojej ocenie, stanowią wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna szczególnie w obszarze zastosowań modeli biomechanicznych opartych na danych antropometrycznych i pomiarach klinicznych do oceny postępów leczenia i rehabilitacji stawów.

Działalność naukowa mgr inż. Martyny Białeckiej skupiona jest na obszarze biomechaniki ciała człowieka. Była ona współautorką 5. publikacji (185 pkt., IF 4,516), 9. rozdziałów (180 pkt.) i 10. referatów opublikowanych w materiałach pokonferencyjnych.

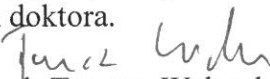
Doktorantka brała udział w licznych, tematycznych konferencjach naukowych o zasięgu krajowym oraz międzynarodowym, na których prezentowała wyniki badań (Biomechanics in Sport, 2018; Innovations in Biomedical Engineering, 2018, 2020; Vibrations in Physical Systems, 2018,2020,2022; 22nd International Conference on Computer Methods in Mechanics, 2017; konferencja Polskiego Towarzystwa Barku i Łokcia, 2021; European Society for Surgery of the Shoulder and the Elbow, Dublin, 2022).

Na szczególną uwagę zasługuje udział w licznych projektach naukowych. Wyróżnić można udział projekcie realizowanym w ramach Summer School on Image Processing w Graz w Austrii (12-21.07.2018). We współpracy z Polskim Związkiem Żeglarskim, Uniwersytetem Medycznym w Poznaniu oraz kliniką Rehasport realizowała projekt finansowany ze środków Ministerstwa Sportu i Turystyki dotyczący biomechaniki ciała ludzkiego, pt. *Badanie wpływu pozycji zawodnika na osiągi sportowe w nowej dyscyplinie olimpijskiej – windsurfing klasa iQFOiL* oraz projekt dotyczący charakterystyki urazów wśród zawodników windsurfingu klasy iQFOiL. Była także członkiem zespołu badawczego projektu realizowanego przez firmę Rehasport Clinic, pt. *Bridging the gap among coaches, physician and physiotherapist: establishing the consensus on structured warm up for football adolescent goalkeepers*, finansowanego przez Fédération Internationale de Football Association (FIFA) oraz projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, pt. *Mobilne urządzenie do ortopedycznej diagnostyki biomechaniki i motoryki ludzkiego ciała* (nr POIR.01.01.01-00-0837/17-00). Pani mgr inż. Martyna Białecka była kierownikiem zadania badawczego pt. *Rozwiązywanie wybranych problemów mechaniki ciała sztywnego i biomechaniki ciała człowieka z wykorzystaniem metod analitycznych mechaniki, symulacji komputerowych i testów fizycznych*, realizowanego z subwencji badawczej dla młodych naukowców (nr 0612/SBAD/3566).

Istotny w kontekście prowadzonych badań był również udział doktorantki w licznych szkoleniach, w tym w szkoleniach statystycznych organizowanych przez firmę StatSoft. Uzyskała ona także certyfikat w ramach kursu on-line pt. *Machine Learning by Stanford University on Coursera*.

Podsumowując, mogę stwierdzić, że mgr inż. Martyna Białecka zdobyła duże doświadczenie i rozwinęła umiejętności umożliwiające prowadzenie badań naukowych w tematyce łączącej inżynierie mechaniczną i biomedyczną. Poszerzyła wiedzę w zakresie metod oceny przebiegu procesu rehabilitacji i leczenia po kontuzjach układu ruchu człowieka oraz modelowania biomechanicznego z zastosowaniem danych pozyskanych za pomocą nowoczesnych technik obrazowania. Wykonane badania wskazują również kierunki dalszych prac ze względu na możliwość zastosowania modeli biomechanicznych w praktyce klinicznej. Podczas realizacji rozprawy wykazywała się samodzielnością w formułowaniu zadań badawczych i opracowywaniu metodyki prowadzenia badań. Wobec powyższego w mojej ocenie złożona rozprawa stanowi podstawę do ubiegania się o stopień doktora.

  
dr hab. inż. Jacek Buśkiewicz  
promotor

  
dr Tomasz Walczak  
promotor pomocniczy