

Projekt jest wynikiem współpracy pomiędzy inżynierami z Politechniki Gdańskiej a lekarzami Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego podjętej w celu zrozumienia biomechaniki złamań przezkrętarzowych. Złamania okolicy biodra, do których zaliczają się złamania przezkrętarzowe, zaliczyć można do najczęściej spotykanych złamań człowieka wymagających operacji. Występują one najczęściej u osób w podeszłym wieku z zaawansowaną osteoporozą. Jedną z najpopularniejszych metod leczenia jest zespolenie złamania przy użyciu krótkiego gwoźdźca śródszpikowego (gamma nail). Niestety, komplikacje w okresie pooperacyjnym są wciąż częste i mogą prowadzić do wtórnego złamania kości w rejonie międzykrętarzowym lub w rejonie samego trzonu kości w pobliżu śruby blokującej. W celu zrozumienia mechanizmów dotyczących implantologicznych technik zespalania złamań przeprowadzanych jest aktualnie wiele badań biomechanicznych na kościach kompozytowych. Konsensus dotyczący najlepszej metody zespolenia złamań przezkrętarzowych wciąż nie został osiągnięty. Medycyna komputerowa wsparta mechaniką ciała stałego może zostać użyta do zrozumienia zachowania połączeń kość-implant oraz dorowadzić do ulepszenia metod leczenia. Głównym celem projektu jest rozwinięcie metodologii budowania wiarygodnego modelu obliczeniowego celem realizacji analizy numerycznej (*in silico*) zespolenia złamania przezkrętarzowego oraz przeprowadzenie powiązanych laboratoryjnych (*in vitro*) badań biomechanicznych. Z medycznego punktu widzenia, najważniejszym celem badań jest przeprowadzenie klinicznej, laboratoryjnej oraz numerycznej analizy biomechaniki przezkrętarzowego niestabilnego złamania zespolonego krótkim gwoździem śródszpikowym (gamma nail).

W części doświadczalnej projektu kompozytowe kości sztuczne zostaną wykorzystane do stworzenia fizycznych modeli złamań przezkrętarzowych zespolonych przy użyciu krótkiego gwoźdźca. Dodatkowo, zastosowanie wzmacniającej pętli z kabła zostanie przeanalizowana dla wybranych przypadków złamań. Obciążenia fizycznych modeli zespolonych podczas badań laboratoryjnych mają odzwierciedlić siły generowane na kość udową podczas poruszanie się pacjenta w okresie po operacji, czyli podczas chodzenia i wstawania z krzesła. Uzyskane wyniki eksperymentalne będą następnie użyte do walidacji modelu numerycznego zespolenia złamania. Siły generowane przez mięśnie również będą brane pod uwagę w modelach doświadczalnych i numerycznych. Następnie, zostaną uwzględnione niepewności dotyczące różnorodności właściwości mechanicznych i geometrycznych kości ludzkich oraz zostanie sprawdzony ich wpływ na ocenę stabilności zespolenia. Końcowo, wyniki badań laboratoryjnych i numerycznych zostaną zestawione z obserwacjami klinicznymi pacjentów ze złamaniami przezkrętarzowymi. Przed-, śród- i pooperacyjne oraz kontrolne zdjęcia radiologiczne zostaną przeanalizowane pod względem jakości wykonanego zespolenia oraz położenia jego elementów.

Zrealizowana połączona metodologia *in vivo*, *in vitro* oraz *in silico* będzie zawierała zaproponowany zestaw badań eksperymentalnych, wiarygodny model obliczeniowy uwzględniający niepewności dotyczące zmienności materiałowych i geometrycznych właściwości zespolonych oraz analizę niezawodności, a także dane kliniczne do skontrolowania uzyskanych w poprzednich etapach wyników.

Projekt charakteryzuje się kilkoma innowacyjnymi aspektami. Po pierwsze, nowe stanowiska badawcze zostaną zbudowane w celu zasymulowania działania siły mięśni oraz odwzorowania skomplikowanego schematu ruchu ludzkiego ciała. Po drugie, rejestracja przemieszczeń podczas prób laboratoryjnych będzie cechowała się wysoką jakością gromadzonych danych dzięki zastosowaniu metod bazujących na cyfrowej korelacji obrazu. Następnie zostanie zaproponowany model obliczeniowy zespolonych złamań przezkrętarzowych sprawdzony pod kątem wiarygodnego przewidywania zachowania tego typu zespolonych. Model ten będzie zastosowany w kolejnych etapach badań w celu optymalizacji leczenia złamań przezkrętarzowych.

Kolejnym ważnym aspektem projektu jest jego interdyscyplinarna natura, która oznacza bliską współpracę oraz wymianę danych między dwiema uczelniami zaangażowanymi w projekt. Współpraca inżynierów mechaników z lekarzami w celu poszerzenia wiedzy na temat zespolonych złamań kości udowej powinna korzystnie wpłynąć na efektywność leczenia złamań przezkrętarzowych. Wartościowym osiągnięciem projektu będzie analiza zjawiska krótkiego gwoźdźca poruszającego się w szerokim kanale śródszpikowym. Rezultaty projektu będą bazą do opracowania nowych wytycznych dla lekarzy operatorów stosujących zespolenie krótkim gwoździem oraz dla inżynierów projektujących nowe implanty bazujących na wiarygodnych modelach obliczeniowych.

W ramach projektu planowane jest przygotowanie podstaw do jednej rozprawy doktorskiej oraz przynajmniej jednej habilitacji. Wyniki projektu będą publikowane w czasopiśmie z listy Web of Science oraz prezentowane na konferencjach naukowych o tematyce medycznej, mechanicznej i biomechanicznej.