

Projekt dotyczy leczenia przepuklin brzusznych z zastosowaniem implantów syntetycznych. Przepukliny są współcześnie nie tylko problemem medycznym np. jako komplikacja pooperacyjna. Pomimo wysokiego rozwoju technik operacji laparoskopowych chirurdzy wciąż borykają się z problemem nawrotów oraz pooperacyjnego bólu i dyskomfortu. W rozwinięciu tego problemu zastosowano metody inżynierskie i mechaniczne, która jest w stanie pomóc w optymalizacji leczenia przepuklin brzusznych.

Jednak w tym kontekście problemem w obliczeniach i projektowaniu jest duży różnorodność właściwości mechanicznych tkanek brzucha u różnych ludzi. Innym źródłem niepewności są niedokładności w realizacji operacji (np. w mocowaniu implantu do tkanki). Dlatego też celem projektu jest zbadanie następujących problemów:

- jak zmiany właściwości tkanek brzucha wpływają na zachowanie mechaniczne tkanek brzucha z implantem;
- jak niedokładności w realizacji operacji przepukliny wpływają na zachowanie mechaniczne tkanek brzucha z implantem.

Modelowanie matematyczne układu będzie przeprowadzone bazując na Metodzie Elementów Skończonych (MES). W ramach projektu zostanie przeprowadzona analiza wrażliwości wybranych parametrów modelu na wielkość sił w tkankach, ponieważ nawroty przepukliny są najczęściej spowodowane zniszczeniem połączenia implantu z tkanką ludzką. Z uwagi na wiele niepewności (np. we właściwościach materiałowych tkanek brzucha i jej geometrii u różnych osób) do analizy zdecydowano się wprowadzić podejście probabilistyczne, które je uwzględni. Analiza wrażliwości z elementami stochastyki będzie przeprowadzona na dwóch modelach z użyciem komercyjnego programu MES Msc.Marc i nieinwazyjnych metod stochastycznych.

Badania przeprowadzone będą na dwóch poziomach lokalnym i globalnym w odniesieniu do modelu układu brzucha i implantu. Pierwszy model to lokalny model samego implantu, który będzie wykorzystany do wstępnych analiz i wysnucia pierwszych wniosków. Niepewności dotyczące zmiany właściwości tkanek brzucha a także do imperfekcji związanych z mocowaniem implantu będą symulowane jako zmiany losowe warunków brzegowych implantu. Na tym modelu zostaną porównane różne metody stochastyczne: np. metoda powierzchni odpowiedzi lub chaosu wielomianowego. Możliwe jest wiele podejść w zakresie tych metod i wyboru punktów dla których prowadzone są symulacje, co ma kluczowe znaczenie w przypadku tych metod. W ramach projektu w wyniku analizy zachowania prostszego modelu zostanie wybrana efektywna metoda stochastyczna o odpowiednio niskim koszcie obliczeniowym do zastosowania w analizie wrażliwości. Następnie zostanie stworzony globalny model całej przedniej ściany brzucha złożony z elementów objętościowych (mięśnie) i membranowych (powłoki). Metoda wyłoniona w poprzednim kroku posłuży do zbadania wpływu wielu czynników np. parametrów modelu materiałowego komponentów ściany brzucha na zachowanie układu tkanek brzucha z implantem. Wyłonione zostaną czynniki o największym wpływie.

Pionierskie elementy projektu to badanie wpływu różnorodności we właściwościach tkanek brzucha oraz imperfekcji w realizacji operacji przepukliny na mechaniczny układ tkanek brzucha z implantem.

Wyniki projektu poszerzą wiedzę na temat mechaniki układu tkanek brzucha z przepukliną i implantem, co w konsekwencji będzie miało wpływ na efektywność operacji i zmniejszenie liczby nawrotów choroby. Przyczyni się to do skrócenia czasu hospitalizacji i powrotu pacjenta do zdrowia, co wpłynie istotnie na zmniejszenie kosztów leczenia. Wszystko to będzie miało istotne znaczenie ekonomiczne i społeczne. Na podstawie rezultatów projektu będą sformułowane wnioski o wadze wpływu różnych czynników na mechaniczny układ tkanek brzucha z implantem, co pomoże w przyszłości zoptymalizować leczenie przepuklin (np. przy projektowaniu optymalnego implantu). Ponadto zostanie wyłoniona metodologia stosowania stochastycznej analizy wrażliwości w klinicznych zagadnieniach biomechanicznych, która będzie mogła być wykorzystana w innych podobnych zagadnieniach np. biomechanice rekonstrukcji dna miednicy.