UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Modeling and Simulation II

2425-4-H4102D089-H4102D097M

Obiettivi

Il comportamento del flusso sanguigno nel sistema cardiovascolare e la risposta elastica della parete dei vasi sanguigni possono essere modellati grazie alla meccanica del continuo, combinando la fluidodinamica computazionale e metodi numerici per la meccanica strutturale. Di conseguenza, gli strumenti di simulazione numerica possono essere utilizzati per studiare patologie dell'apparato cardiovascolare e hanno il potenziale per assistere la pianificazione chirurgica e fungere da strumento prognostico.
Patologie e interventi chirurgici oggetto di interesse sono per esempio l'aterosclerosi, gli aneurismi cerebrali e addominali, la creazione della fistola arteriovenosa per pazienti che necessitano di emodialisi, e la sostituzione della valvola aortica.
Il corso ha i seguenti obiettivi:

1. Sviluppare la capacità di individuare le caratteristiche principali del flusso valutando i relativi gruppi adimensionali, cioè senza modellazione e simulazione.
2. Comprendere le potenzialità della simulazione numerica, ovvero la capacità di quantificare le quantità di interesse che potrebbero essere rilevanti per studiare una patologia o prevedere l'esito di un intervento chirurgico.

Contenuti sintetici

Prima metà del corso. Analisi dimensionale e similitudine applicata al sistema cardiovascolare: sviluppare la capacità di prevedere le principali caratteristiche del flusso valutando i gruppi adimensionali rilevanti.
Seconda metà del corso. Strumenti di modellazione computazionale applicati all'emodinamica: quantificazione delle quantità di interesse simulando il comportamento del flusso.
Il corso spera di stimolare una discussione sulla rilevanza degli strumenti di modellazione computazionale, sul significato dell'emodinamica patient-specific e sul ruolo dell'emodinamica computazionale come strumento di ricerca.

Programma esteso

1. Analisi dimensionale e similitudine: rilevanza dei numeri di Reynolds e Womersley nel sistema cardiovascolare.

2. Il ruolo della pulsatilità, flussi laminari e turbolenti nel sistema cardiovascolare.

3. Metodo volumi finiti: convervazione delle proprieta' fisiche tramite formulazioni basate sui flussi all'interfaccia tra gli elementi.

4. L'approccio della meccanica del continuo: equazioni di Navier-Stokes e loro significato fisico, introduzione al metodo del volume di controllo con enfasi su input e output del modello matematico.

5. Concetti fondamentali nella modellazione computazionale: accuratezza delle soluzioni numeriche, convergenza alla soluzione esatta, condizioni al contorno, rappresentazione del dominio computazionale, relazione tra la soluzione numerica e il comportamento reale del flusso, il concetto di emodinamica patient-specific.

6. Utilizzo di strumenti di modellazione computazionale: identificazione delle grandezze di interesse, importanza dell'analisi di sensitività e quantificazione dell'incertezza, raggiungimento della rilevanza clinica mediante studi di popolazione e studi clinici.

Prerequisiti

Gli studenti dovrebbero avere un innato interesse verso i fenomeni fisici.

Modalità didattica

Il corso si svolgerà tramite lezioni frontali.
Verranno organizzate delle esercitazioni pratiche allo scopo di mostrare come utilizzare gli strumenti computazionali e sfruttare le tecniche di visualizzazione del flusso.

Materiale didattico

Il materiale didattico verra reso disponibile sulla piattaforma moodle.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La verifica dell'apprendimento avrà luogo mediante domande ed esercizi che verteranno sul programma del corso

Orario di ricevimento

Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE