

Ciclo di lezioni

Questioni di cuore, dalle prime ricerche alle nuove frontiere

29 gennaio 2009 – 3° conferenza

Alfio Quarteroni

*(Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere –
Politecnico di Milano, EPFL Losanna)*

Modelli matematici per il sistema cardiovascolare

Come è noto, le pareti delle nostre arterie si deformano elasticamente, creando un meccanismo cooperativo virtuoso con il flusso di sangue nel lume delle stesse arterie. La simulazione con modelli matematica è in grado di descrivere il trasferimento di energia tra il flusso sanguigno e i diversi strati che compongono la struttura solida, quali l'intima, la media e l'avventizia, consentendo in particolare di simulare l'influenza del fluido stesso sull'orientamento, la deformazione e il danneggiamento delle cellule endoteliali. Ciò sta alla base di possibili processi degenerativi, quali quelli che determinano la formazione di placche o stenosi occlusive.

Nel contempo, le equazioni del flusso sanguigno consentono di descrivere il trasporto, la diffusione e l'assorbimento di svariate componenti chimiche (come ad esempio ossigeno, lipidi, farmaci) nei diversi strati della parete arteriosa ed in ultima analisi di capire se il nutrimento dei nostri tessuti avviene correttamente o meno.

Più in generale, comportamenti "anomali" del flusso sanguigno, che possono essere riscontrati attraverso simulazioni al computer su base matematica, sono oggi riconosciuti quali potenziali fattori nello sviluppo di patologie arteriose. Fra questi possiamo citare la generazione di moti vorticosi a valle della biforcazione carotidea o di regioni già parzialmente occluse, oppure in presenza di vasi a grande curvatura (come ad esempio l'arco aortico o le coronarie) o ancora in situazioni in cui lo sforzo che il sangue esercita sulla parete endoteliale manifesta oscillazioni nell'arco di tempo (una frazione di secondo) che intercorre fra la sistole e la diastole.

Una comprensione dettagliata del cambiamento emodinamico locale, degli effetti della modifica delle pareti vascolari sullo schema del flusso, del graduale adattamento nel medio-lungo periodo del sistema globale a seguito di interventi chirurgici, è oggi possibile grazie all'uso di raffinate simulazioni al computer e potrebbe rivelarsi estremamente utile nella fase preliminare alla realizzazione di un trattamento terapeutico e/o chirurgico.

In questa presentazione verranno illustrati alcuni modelli matematici alla base delle simulazioni al computer dei comportamenti fisiologici o patologici del sistema circolatorio umano.