

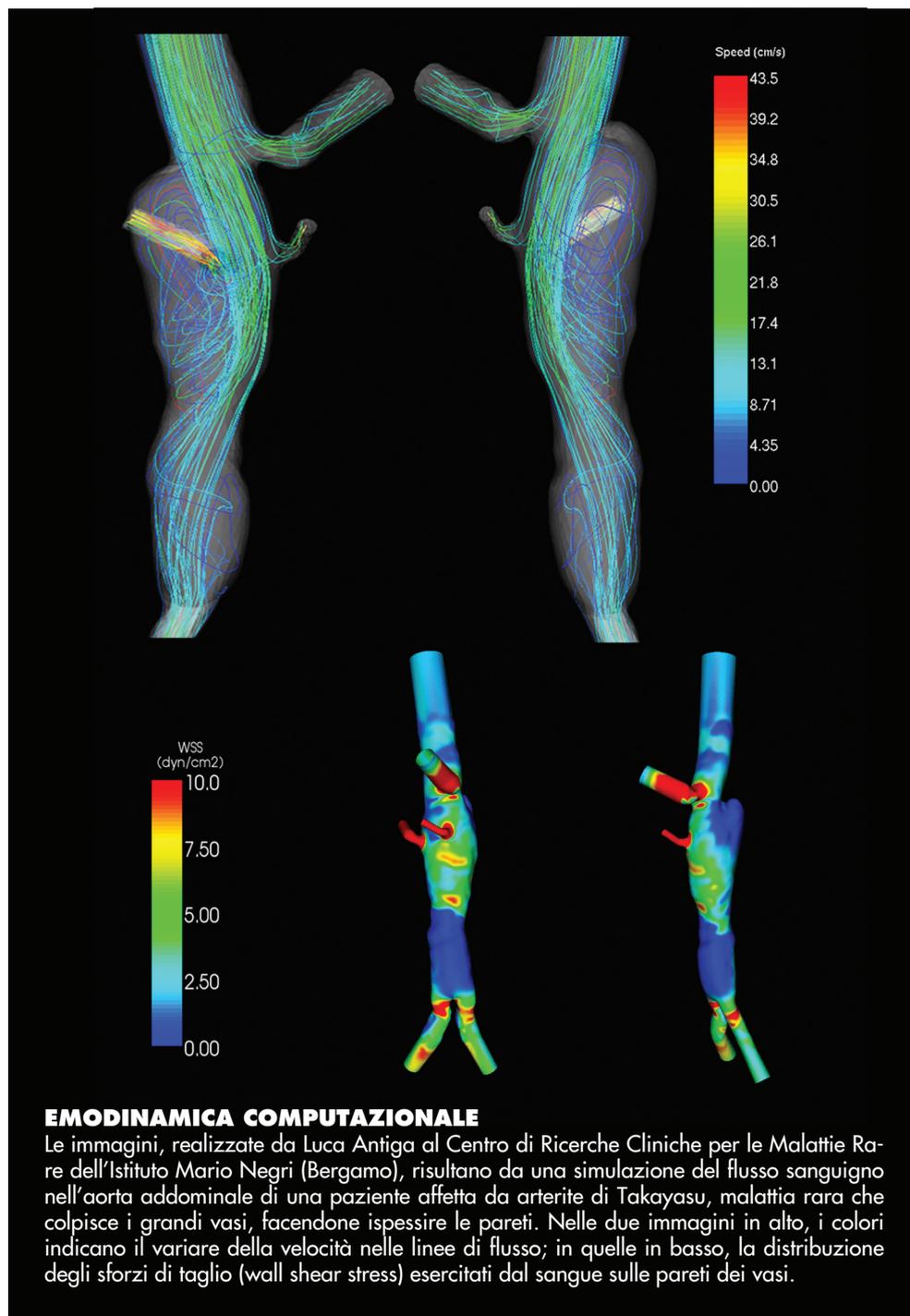


Per disegnare qualcosa, dobbiamo essercene fatti un'idea. Impariamo a "fare" gli animali, le piante, ecc. man mano che ne capiamo la struttura. Se poi siamo anche in grado di specificare le regole della costruzione delle nostre figure, sentiamo di aver ottenuto una conoscenza scientifica (comunicabile) delle cose che abbiamo raffigurato. Traguardo tanto più ambito, quanto più queste cose non sono oggetti rigidi ma forme libere e fluttuanti.

Per disegnare i vortici, Leonardo ha dovuto abbozzare una teoria della turbolenza e infatti è stato lui a introdurre l'odierna accezione fluidodinamica di questa parola. Nei primi decenni del XVIII secolo, Daniel Bernoulli e Leonhard Euler cercavano un modo di misurare la pressione di un fluido in movimento come il sangue, considerandolo per semplicità come omogeneo e privo di attrito. Applicando gli strumenti del calcolo infinitesimale allo studio della circolazione, Bernoulli formulò la legge che definisce il rapporto tra le variazioni della velocità e della pressione in un fluido. Meno di un secolo dopo, venivano poste anche le basi per una descrizione matematica della dinamica dei fluidi viscosi. Le immagini che presentiamo mostrano qualcosa di ciò che è stato costruito su quelle basi.

Il sangue non solo è un fluido viscoso, ma la sua viscosità varia con il variare della velocità del flusso, della temperatura e anche dell'ematocrito, che a sua volta varia con il variare di questi parametri. Replicare esattamente il suo comportamento "in vivo" risulta quindi estremamente difficile. Ma non era questo lo scopo della simulazione da cui risultano le immagini, che è stata realizzata per studiare un particolare caso clinico.

Come con i disegni, anche con i modelli matematici bisogna



EMODINAMICA COMPUTAZIONALE

Le immagini, realizzate da Luca Antiga al Centro di Ricerche Cliniche per le Malattie Rare dell'Istituto Mario Negri (Bergamo), risultano da una simulazione del flusso sanguigno nell'aorta addominale di una paziente affetta da arterite di Takayasu, malattia rara che colpisce i grandi vasi, facendone ispessire le pareti. Nelle due immagini in alto, i colori indicano il variare della velocità nelle linee di flusso; in quelle in basso, la distribuzione degli sforzi di taglio (wall shear stress) esercitati dal sangue sulle pareti dei vasi.

decidere bene cosa si vuole fare e quanto realismo si vuole raggiungere: più se ne vuole, più si complica il modello. Bisogna quindi dosare il realismo in funzione della precisione delle "condizioni al contorno", che fissano parametri oscillanti co-

me, in questo caso, la geometria delle arterie (considerate anelastiche), ottenuta segmentando la mole di dati di un esame MRI, il battito cardiaco e l'ematocrito.

Quello a cui si tendeva non era produrre un simulacro del

corpo vivo, ma, più umilmente e precisamente, prevedere la formazione di vortici e la distribuzione degli sforzi di taglio, per l'importante effetto che questi esercitano sul comportamento delle cellule dell'endotelio.