

Capitolo I - Criochirurgia. Previsione della lesione prodotta nel tessuto

Andrea Boghi

Riassunto

1. Introduzione e aspetti medici

- 1.1 Storia della criochirurgia
- 1.2 Risposta cellulare alla criochirurgia
- 1.3 Aspetti clinici
- 1.4 Applicazioni cutanee

2. Monitoraggio dell'intervento

- 2.1 Tecniche di "Imaging"
- 2.2 Ultrasonografia
- 2.3 Risonanza magnetica
- 2.4 Tomografia computerizzata o Computed Tomography (CT)
- 2.5 OCT (Optical Coherence Tomography)
- 2.6 Tecnica "Current impedance"
- 2.7 Termografia

3. Criosonde

- 3.1 Principi di funzionamento
- 3.2 Crioriscaldatore
- 3.3 Brevetto Mikus "Cryoprobe endocare"
- 3.4 Brevetto Lepivert

4. Fisica della criochirurgia

- 4.1 Solidificazione
- 4.2 Soluzioni analitiche
 - 4.2.1 Geometria piana
 - 4.2.2 Geometria cilindrica
- 4.3 Regione "Mushy"

5. Previsione della lesione prodotta nel tessuto

- 5.1 Metodo numerico
- 5.2 Software 008 Nuovo Crio Surgery©

6. Risultati

- 6.1 Casi studiati
 - 6.1.1 Conducibilità termica costante in assenza di perfusione
 - 6.1.2 Conducibilità termica variabile in assenza di perfusione
 - 6.1.3 Conducibilità termica costante in presenza di perfusione
 - 6.1.4 Conducibilità termica variabile in presenza di perfusione
- 6.2 Confronto e sviluppi futuri

7. Bibliografia

8. Appendice

- 8.1 Biografia di Andrea Boghi

Capitolo II - Riscaldamento a microonde ed ipertermia medica

Fabio Gori Ammannati

Riassunto

1. Riscaldamento a microonde

- 1.1 Introduzione
- 1.2 Meccanismo fisico
- 1.3 Efficienza termica

2. Riscaldamento a microonde di mezzi eterogenei umidi

- 2.1 Proprietà fisiche e costante dielettrica

3. Riscaldamento a microonde di mezzi porosi stratificati

- 3.1 Modello elettromagnetico
- 3.2 Modello termico e trasporto di massa
- 3.3 Soluzione numerica e risultati

4. Applicatori per ipertermia medica

4.1 Applicatori a dipolo radiante senza riflettore

4.1.1 Modello elettromagnetico

4.1.2 Modello termofluidodinamico in tessuto vivente

4.1.3 Apparato sperimentale in fantoccio muscolo equivalente

4.2 Applicatori a dipolo radiante con riflettore

4.2.1 Modello elettromagnetico

4.2.2 Risultati sperimentali

4.2.3 Risultati numerici

5. Conclusioni

6. Bibliografia

7. Appendice

7.1 Biografia di Fabio Gori Ammannati

Capitolo III - Termoregolazione del corpo umano

Ivan Di Venuta

1. Termoregolazione in condizioni fisiologiche

2. Termoregolazione in corso di anestesia

2.1 Sfera omogenea

2.1.1 Sfera omogenea senza calore metabolico

2.1.2 Sfera omogenea con calore metabolico

2.2 Due sfere concentriche

2.2.1 Due sfere concentriche senza circolazione di sangue

2.2.2 Due sfere concentriche con circolazione di sangue

2.3 Modello col corpo diviso in tre parti

2.3.1 Equazioni

2.3.2 Confronto con dati sperimentali

3. Conclusioni

4. Bibliografia

5. Appendice

5.1 Codici Matlab

5.1.1 Sfera omogenea

5.1.2 Due sfere concentriche senza circolazione di sangue

5.1.3 Due sfere concentriche con circolazione di sangue

5.1.4 Modello col corpo diviso in tre parti

5.2 Biografia di Ivan Di Venuta

Capitolo IV - Termofluidodinamica in stent coronarici

Capitolo IV.I - Analisi numerica della fluidodinamica in stent coronarico

Mattia Amitrano

Riassunto

1. Introduzione

2. Aterosclerosi e stent coronarici

2.1 Introduzione alla Fisiopatogenesi dell'aterosclerosi

2.2 Coronopatie ischemiche: trattamenti di rivascolarizzazione

2.2.1 Procedura angioplastica

2.2.2 Complicazioni dell'angioplastica: restenosi

3. Stent coronarici

3.1 Introduzione

3.2 Stent design

3.1.1 Meccanismo di espansione

3.1.2 Materiali

3.1.3 Tecniche di fabbricazione

- 3.1.4 Geometrie
- 3.1.5 Aggiunte sullo stent

3.2 Stent Cypher

4. Analisi fluidodinamica

4.1 Introduzione

4.2 Realizzazione della geometria e della griglia

4.3 Equazioni della termofluidodinamica

4.3.1 Ipotesi semplificative

4.3.2 Equazioni

4.3.3 Condizioni al contorno e condizioni iniziali

4.4 Flusso in ingresso: forma d'onda fisiologica

4.5 Indipendenza della griglia

4.6 Analisi in stato stazionario

4.7 Optical Density: parametro di valutazione della permeabilità endoteliale

4.7.1 La colorazione blu di Evans

4.7.2 Definizione dell'OD

4.7.3 Relazione tra OD e parametri fluidodinamici

4.8 Analisi in stato non stazionario

5. Conclusioni

6. Bibliografia

7. Appendice

7.1 Biografia di Mattia Amitrano

Capitolo IV.II - Non-Newtonian blood flow in a stented coronary artery

Andrea Boghi, Ivan Di Venuta

Abstract

1. Introduction

2. Medical issues

2.1 Atherosclerosis

2.2 Coronary Circulation

2.3 Surgical treatments

2.4 Stents

3. Fluid Dynamics analysis

3.1 Geometry and mesh

3.2 Governing Equations

3.2.1 Assumptions

3.2.2 Model of fluid

3.2.3 Steady state

3.2.4 Unsteady state

4. Results

4.1 Grid independence

4.2 Steady state

4.3 Unsteady state

4.3.1 Geometry without residual stenosis

4.3.2 Geometry with 30% of residual stenosis

4.3.3 Geometry with 60% of residual stenosis

4.3.4 Geometry with 90% of residual stenosis

4.4 Blood viscosity

4.5 OD, OSI and RTT

5. Conclusions

6. References

7. Appendices

7.1 UDF: Casson viscosity

7.2 UDF: Casson velocity profile

7.3 UDF: Womersley velocity profile
7.4 MATLAB: The Newton-Raphson Method

Capitolo V - Progetto preliminare di circuito idraulico per lo studio di problemi vascolari

Ivano Petracci, Andrea Boghi

Riassunto

1. Introduzione

2. Aspetti medici

- 2.1 Struttura delle arterie
- 2.2 Pressione Arteriosa
- 2.3 Stimolo elettrico della contrazione del cuore
- 2.4 Arterie coronarie
- 2.5 Arteria Carotidea
- 2.6 Condizioni patologiche delle arterie
- 2.7 Aterosclerosi e Stenosi
- 2.8 Patogenesi

3. Stato dell'arte

- 3.1 Particle Image Velocimetry
 - 3.1.1 Introduzione
 - 3.1.2 Laser
 - 3.1.3 Braccio articolato e Light sheet
 - 3.1.4 Traccianti
 - 3.1.5 Fotocamera
 - 3.1.6 Sincronizzazione
 - 3.1.7 Computer e software
- 3.2 Apparato circolatorio

4. Progetto del circuito

- 4.1 Fluido da utilizzare
- 4.2 Modello da investigare
- 4.3 Elementi del circuito

5. Simulazione del funzionamento del circuito

- 5.1 Perdite di pressione nei vari tratti del circuito
 - 5.1.1 Tratto 5-6 (provino)
 - 5.1.2 Tratto 4-5 (calma)
 - 5.1.3 Tratto 3-4 (camera di compliance)
 - 5.1.4 Tratto 2-3
 - 5.1.5 Tratto 1-2 (tratto iniziale o di uscita dalla pompa, in salita)
 - 5.1.6 Tratto 6-7 (biforcazione)
 - 5.1.7 Tratto 7-7' (ricongiungimento)
 - 5.1.8 Tratto 7'-8 (ritorno in discesa)
 - 5.1.9 Tratto 8-9 (ultimo tratto di ritorno)

6. Risultati

7. Conclusioni

8. Bibliografia

9. Appendice

- 9.1 Biografia di Ivano Petracci

Capitolo VI - Numerical MagnetoHydroDynamics inside cardiovascular and respiratory systems

Flavia Russo, Andrea Boghi

Abstract

1. Introduction and medical information

1.1 Cardiovascular system

1.2 Respiratory system

1.2.1 Trachea and Stem Bronchi

1.2.2 Lungs anatomy

1.3 Drug Delivery

2. Magneto Hydrodynamics (MHD)

2.1 Origin of Magneto Hydrodynamics

2.2 Medical Applications

2.3 Fluid Dynamics Conservation Equations

2.3.1 Conservation of Mass

2.3.2 Conservation of Momentum

2.4 Magneto Hydrodynamics

2.4.1 Classical electromagnetism

2.4.2 Induction equation

2.4.3 Magneto Hydrodynamics Equations

3. Three-dimensional modelling of anatomic structures

3.1 Introduction

3.2 Image acquisition

3.2.1 Computed Tomography

3.2.2 Image representation and handling

3.3 Contouring

3.3.1 Marching Cubes algorithm

3.3.2 Limitations of isosurface extraction

3.4 Parametric Deformable Models

3.4.1 Snakes

3.4.2 Balloons

3.5 Level sets

3.5.1 Evolution Equation

3.5.2 Finite Difference Equation

3.5.3 3D surface reconstruction with VMTK

4. Magneto Hydrodynamics Solvers in OpenFOAM

4.1 Introduction

4.1.1 Structures of OpenFOAM

4.1.2 Mesh generation and Properties

4.1.3 Groovy BC

4.1.4 MHDFOAM

4.1.5 ParaView

4.2 MHD Equations in Cartesian coordinates

4.3 Numerical simulation of 2D laminar steady MHD duct flow

4.2.1 Two-dimensional duct flow with uniform Magnetic Induction

4.2.2 Two-dimensional duct flow with non-uniform Magnetic Induction

4.4 Numerical simulation of 3D laminar flow

4.4.1 3D rectangular duct flow

4.4.2 3D rectangular duct flow with insulating walls

4.4.3 3D rectangular duct flow with conducting walls

4.4.4 3D cylinder flow with uniform magnetic field

4.4.5 3D cylinder flow with non-uniform magnetic field

4.5 Pulsatile flow

5. Particle tracking

5.1 Introduction

5.2 Equations in the frame of reference

5.3 Solid Particle development

5.3.1 Particle injection

5.4 New boundary condition development

5.4.1 Magnetic field produced by a rectangular coil

6. Conclusions

7. References

8. Appendix

8.1 Biography of Flavia Russo

Capitolo VII - Il rumore ambientale e aerodinamico

Giulio La Bella

Riassunto

1. Rumore ambientale

1.1 Rumore aerodinamico dovuto alle pale eoliche

1.2 Rumore aerodinamico dovuto al traffico aereo

1.2.1 ICAO

1.3 Effetti sulla salute

1.3.1 WHO

1.3.2 Effetti sul sistema cardiovascolare

1.3.3 Disturbi del sonno

1.3.4 Danni al sistema uditivo

1.3.5 Effetti psicosociali

1.3.6 Effetti sulle performance cognitive

2. Sistema uditivo

2.1 Orecchio esterno

2.2 Orecchio medio

2.3 Orecchio interno

3. Basi di acustica

3.1 Equazione delle onde

3.1.1 Onda piana

3.1.2 Onda sferica

3.2 Energia, intensità e quantità di moto di onda sonora

3.2.1 Energia

3.2.2 Intensità

3.2.3 Quantità di moto

3.3 Monopoli, dipoli e quadrupoli acustici

3.3.1 Monopolo acustico

3.3.2 Dipolo acustico

3.3.3 Quadrupolo acustico

3.4 Unità di misura del suono

3.4.1 Sound pressure level

3.4.2 Pesatura di tipo A

3.4.3 Equivalent Continuous Sound Level

3.4.4 Single Event Level

3.4.5 Overall Sound Pressure Level

3.4.6 Bande di ottava

4. Analogia acustica

4.1 Equazioni della fluidodinamica

4.1.1 Conservazione della massa

4.1.2 Conservazione della quantità di moto

4.2 Analogia di Lighthill

4.2.1 Equazioni

4.3 Formulazione di Ffowcs Williams e Hawkings

5. Conclusioni

6. Bibliografia

7. Appendice

7.1 Funzione di Green per lo spazio libero

7.2 Funzioni generalizzate

7.3 Biografia di Giulio La Bella

Capitolo VIII - L'acustica nella termofluidodinamica cardiaca

Alex Colucci

Riassunto

1. Introduzione

2. Fisiologia e fisiopatologia

2.1 Sistema circolatorio e valvole cardiache

2.2 Ciclo cardiaco

2.3 Fisiologia dei toni e fisiopatologia dei soffi cardiaci

2.3.1 Flusso attraverso un'ostruzione parziale dell'apparato valvolare aortico

3. Fluidodinamica della stenosi valvolare

3.1 Modello di corrente monodimensionale

3.2 Comportamento della valvola stenotica

4. Equazione iperbolica delle onde

4.1 Caratteristiche dell'equazione delle onde

4.2 Soluzioni analitiche

4.2.1 Soluzione con metodo di separazione delle variabili

4.3 Soluzione numerica

4.3.1 Schema esplicito alle differenze finite per problemi ai valori iniziali ed al contorno

4.4 Casi di studio

4.4.1 Problema iperbolico ai valori iniziali

4.4.2 Problema iperbolico ai valori iniziali ed al contorno

4.5 Risultati numerici

4.5.1 Problema iperbolico ai valori iniziali

4.5.2 Problema iperbolico ai valori iniziali e al contorno

5. Termofluidodinamica computazionale

5.1 Geometria

5.2 Regime stazionario

5.3 Regime transitorio

6. Acustica computazionale

6.1 Simulazioni RANS 2D

6.2 Valvola con stenosi severa (VSS)

6.3 Segnali acustici sistolici e diastolici

7. Conclusioni

8. Bibliografia

9. Appendice

9.1 Soluzione numerica in Fortran 90 dell'equazione omogenea iperbolica delle onde

9.2 User Defined Function del modello alla Casson

9.3 User Defined Function del profilo di pressione

9.4 Biografia di Alex Colucci

Capitolo IX - Emodinamica e trasporto di massa nel circolo di Willis

Alessio Pignani

Riassunto

1. Introduzione

1.1 Definizione di ictus

1.1.1 Classificazione, cause, conseguenze e terapie

1.1.2 Ictus ischemico e aterosclerosi

1.1.3 Ictus emorragico e aneurismi cerebrali

1.2 Circolo di Willis: anatomia e funzioni

1.2.1 Varianti anatomiche del circolo di Willis

1.2.2 Patofisiologia delle varianti anatomiche

1.2.3 Parete arteriosa

1.3 Aterosclerosi: formazione e sviluppo

1.3.1 Eziopatogenesi

1.3.2 Fattori fluidodinamici nella genesi dell'aterosclerosi

1.4 Aneurisma cerebrale: formazione e sviluppo

1.4.1 Eziopatogenesi

1.4.2 Fattori fluidodinamici nella formazione dell'aneurisma

1.5 Diabete e circolo di Willis

1.5.1 Ruolo del diabete e dell'iperglicemia nell'ictus

1.6 Ruolo dell'ossigeno nelle ischemie vascolari

2. Stato dell'arte

2.1 Emodinamica e modellazione del flusso cerebrale

2.2 Trasporto di massa nelle arterie cerebrali

2.2.1 Trasporto di massa dell'ossigeno

2.2.2 Trasporto di LDL nelle arterie carotidi interne

3. Modello monodimensionale

3.1 Principi teorici emodinamici

3.1.1 Modello monodimensionale delle ramificazioni arteriose

3.2 Regime Stazionario

3.2.1 Ipotesi semplificative

4. Modello tridimensionale

4.1 Scalare passivo

4.2 Creazione della geometria

4.2.1 Angiografia a Risonanza Magnetica

4.2.2 Ricostruzione del circolo cerebrale

4.2.3 Creazione della griglia

5. Risultati della simulazione fluidodinamica e del trasporto di massa

6. Conclusioni

7. Bibliografia

8. Appendice

8.1 Biografia di Alessio Pignani