

IL MODELLO VNET PER LA SIMULAZIONE CHIRURGICA VENOSA
Minerva Cardioangiol 2006; 54 (Suppl. 1 al N. 6):132-3

F. PASSARIELLO

Centro Diagnostico AQUARIUS, Via F. Cilea, 280 Napoli, 80127 Italia

Email: afunzionale@tiscalinet.it

PAROLE CHIAVE

VNet, MEV-C, CAD Vascolare, Classificazione del Grafo, Formato File CHEAP.

OBIETTIVI

Descrivere le caratteristiche del Modello VNET della circolazione venosa degli arti inferiori. Il Modello VNET (1991-2006, © aquarius s.r.l.) è stato progettato inizialmente per memorizzare la Mappa Emodinamica Venosa (MEV) degli arti inferiori e per produrre una versione standard al computer del circuito venoso (MEV-C). In seguito è stato adoperato per simulare la strategia chirurgica e per comprendere il circuito venoso in condizioni insolite.

INTRODUZIONE

La Mappa Emodinamica Venosa (MEV) è una rappresentazione concettuale del sistema venoso degli arti inferiori, costruita sul singolo paziente dopo un esame ecodoppler. La MEV è essenziale nella valutazione preoperatoria nella cosiddetta chirurgia emodinamica o Chiva.

La MEV può essere formalizzata introducendo un Grafo Isomorfo $G(V, E)$, costituito da linee di connessione (E) tra vertici (V), corrispondenti rispettivamente ai segmenti venosi e ai loro punti di confluenza.

Studiando il Grafo Isomorfo non ci si perde nei particolari della rete vascolare, ma l'attenzione si concentra sulle proprietà discendenti dalla sua struttura.

I Percorsi e i Cicli possono essere facilmente individuati a vista nella mappa. Introducendo informazioni anatomico-fisio-patologiche negli elementi della rete, può essere costruita la Classificazione del Grafo (GC) per i Percorsi e per i Cicli.

Per quanto riguarda i cicli chiusi, le classificazioni GC e di Teupitz sono quasi equivalenti, a meno di piccole differenze. Per i Percorsi invece, che non sono mai stati classificati, GC fornisce classi in analogia al trattamento dei cicli.

I cicli aperti e vicari sono correttamente classificati tra i percorsi.

La classificazione di Teupitz (che ingloba quella di Parana) è praticamente un sotto-insieme di GC, proprio perché GC è stata costruita in modo da essere compatibile con la Classificazione precedente.

La realizzazione della MEV al computer (MEV-c) rende possibile l'uso quotidiano di questa formulazione matematica nella pratica diagnostica e nella scelta della strategia chirurgica emodinamica.

MATERIALI

Ambiente: PC, Win 98 o superiore. Visualizzatore VRML Cortona (o altro equivalente).

METODI

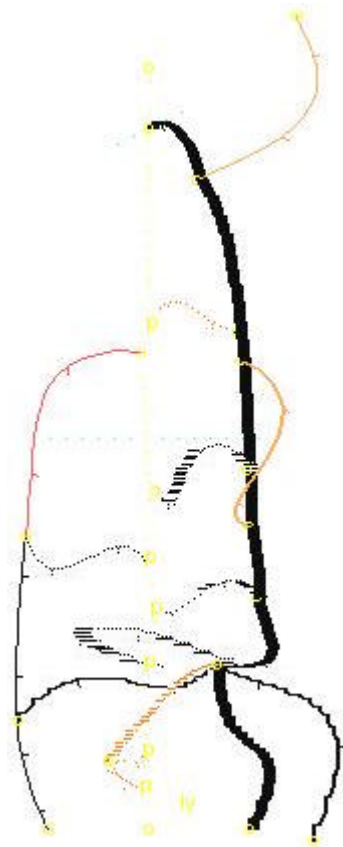
VNet è un CAD Vascolare. La rappresentazione del circuito venoso è completamente separata dai metodi adoperati per archiviare, disegnare e trattare i dati. Sono definiti due archivi diversi (vertici e rami). Le vene sono considerate archi di Bezier dotati di un'impedenza lineare e le caratteristiche vasali sono registrate in variabili binarie. Sono definite operazioni elementari sugli archivi: inserzione, cancellazione, modifica, ricerca, lettura, scrittura.

Procedure più complesse sono richieste per archivi interconnessi. La struttura del circuito è registrata nella sezione emodinamica del Cheap File, un formato file standard, adoperato per condividere i dati CEAP ed emodinamici.

Esame del Paziente: La struttura venosa individuale è disegnata manualmente mediante un esame ecodoppler degli arti inferiori. Un operatore esperto ha bisogno di circa 20 minuti per disegnare completamente la rete. L'esame è maggiormente dipendente dall'operatore nella prima parte della curva di apprendimento.

RISULTATI

Il circuito venoso è visualizzato in proiezioni standard frontale, mediale e dall'alto. Una prospettiva 3D semplificata è disponibile direttamente nel Programma Vnet. Un programma di conversione interno produce invece un file .wrl, che può essere letto da un Lettore VRML per la Realtà Virtuale.



La struttura vettoriale della rete permette l'esecuzione di ricerche complesse sui percorsi. Un esempio tipico è la rilevazione dei corto-circuiti (closed loops). Esaminando le caratteristiche dei segmenti all'interno di un percorso ciclico, è possibile classificare i corto-circuiti e decidere una strategia chirurgica conseguente. Sono disponibili diverse strategie chirurgiche e tra queste lo stripping della safena interna ed esterna.

La simulazione del flusso mostra la direzione direttamente sullo schermo, mentre un bisturi virtuale taglia i vasi ed esegue una operazione chirurgica virtuale. Un taglio o una legatura causa la trombosi dei due cul-di-sacco residui (se lasciati in situ) e la propagazione della trombosi nei segmenti esclusi dal flusso. Il sangue si ripartisce tra i vasi residui, scorrendo in nuovi percorsi efficaci. La simulazione degli effetti chirurgici comprende anche lo sviluppo di nuovi gradienti. I metodi lineari di risoluzione analogica permettono di ottenere una soluzione approssimata del circuito e una simulazione in condizioni di oscillazione, che costituiscono una introduzione a una descrizione sistolica e diastolica del flusso.

CONCLUSIONI

Le simulazioni non sono condizioni reali, ma sono di aiuto nel comprendere e nel trattare le situazioni più estreme. Il punto interessante è che VNet costruisce simulazioni su circuiti venosi individuali.

BIBLIOGRAFIA

- PASSARIELLO, F.: VNet (Rete Venosa). Software di disegno assistito e valutazione diagnostica della mappa venosa ecografica degli arti inferiori. English Translation: VNet (Venous Net). Min. Angiol. 1991; 16:373-4
- PASSARIELLO, F.: La Mappa Venosa Ecografica degli Arti Inferiori. Rilevazione, Teoria e Realizzazione Informatica. Min. Angiol. 1991; 16; Suppl. 1 al N. 2, 299.
- Consensus Conference. V Réunion de l'Association Européenne de Chiva, Parana (Argentina), 1998.
- Consensus Conference. VII Réunion de l'Association Européenne de Chiva, Teupitz (Berlin), 2002.
- PASSARIELLO, F.: Paths and Shunts in the Graph Classification. IX Réunion de l'Association Européenne de Chiva, Santiago de Compostela, 2006.
- F. PASSARIELLO: Intelligenza artificiale e Chirurgia Vascolare venosa. Elaborazione automatica della strategia chirurgica. Atti XVI Congr. Naz. SIPV, 1994.
- PASSARIELLO, F.: Haemodynamic and Surgical Simulation o Venous Net of Lower Limbs. Simulation haemodynamique et chirurgicale du reseau veineux des membres inferieurs. Parana, Argentina, 1998.
- PASSARIELLO, F.: The Venous Graph. A theoretical review of basic scientific topics about venous circulation. Lagos-Agarve, Portugal 2000.
- PASSARIELLO, F.: CHEAP: un formato file standard per lo scambio di informazioni emodinamiche e CEAP sulle malattie venose. Atti del XIII Congresso del Collegio Italiano di Flebologia. Udine, Italia 2003.
- PASSARIELLO, F.: Indici di Ciclo, Superficie e Volume Vascolare e Mappa Emodinamica Venosa Computerizzata degli Arti Inferiori. Atti del XIII Congresso del Collegio Italiano di Flebologia. Udine, Italia 2003.
- PASSARIELLO, F.: The VNet Program. Understanding the venous circulation of lower limbs. 21st World Congress of hte International Union of Angiology, Rome, may 22-26, 2004.
- PASSARIELLO, F.: CHEAP: a haemodynamic file format. 21st World Congress of hte International Union of Angiology, Rome, may 22-26, 2004.
- PASSARIELLO, F.: The Cycle Index. A Upper Limit to the Number of Surgical Cuts in Venous Interventions. 15th World Congress of the UIP. 2-6 october, 2005, Rio de Janeiro.
- PASSARIELLO, F.: MEV Analysis and venous surgical simulation. 15th World Congress of the UIP. 2-6 october, 2005, Rio de Janeiro.