

Resumo

A ecocardiografia constitui hoje em dia um dos principais auxiliares de diagnóstico das doenças cardíacas, fazendo já parte dos seus procedimentos de rotina. A sua popularidade deve-se em grande parte à sua natureza não-invasiva, à possibilidade de observação em tempo real do movimento das estruturas cardíacas e também ao seu baixo custo.

No entanto, e devido à fraca qualidade que algumas imagens podem apresentar, resultante de vários factores inerentes ao próprio processo de formação das mesmas por via ultrassónica, tem sido lenta e difícil a introdução de quantificação extraída dos exames ecocardiográficos. A necessidade de quantificação tem vindo a fazer-se sentir como forma de minimizar as variações intra e inter-observador, que a avaliação apenas qualitativa sempre implica.

Com vista à quantificação de diversos parâmetros relativos a um exame ecocardiográfico, desenvolveu-se um sistema protótipo baseado num computador pessoal, dotado de capacidade de aquisição e processamento digital de imagem, que se pretende um instrumento útil ao cardiologista, quer na clínica de rotina, quer na sua actividade de investigação.

O sistema incorpora facilidades para a obtenção e classificação do conjunto de imagens que constitui um exame ecocardiográfico; uma pequena base de dados relativa aos pacientes, exames e imagens disponíveis, assim como os resultados quantitativos obtidos; a possibilidade de calibração para o uso de qualquer ecocardiógrafo; a aquisição e visualização de sequências temporais de imagens, podendo duas dessas sequências ser apresentadas lado a lado para melhor comparação; a visualização melhorada, após tratamento ou adição de pseudo-cor, de uma, duas, ou quatro imagens com ou sem sobreposição do seu contorno endocárdico; e ainda a geração de uma imagem contendo duas cavidades, o resultado da análise, e um texto introduzido pelo utilizador, destinada a ser reproduzida em papel, para fins documentais.

No entanto, a principal função do sistema é a obtenção de vários parâmetros quantitativos relativos ao desempenho global e regional do ventrículo esquerdo do coração. O cálculo de todos esses parâmetros passa pela determinação fiável do contorno endocárdico dessa cavidade.

Assim, numa primeira fase, o sistema processa todas as imagens de um exame, compreendendo diversos cortes transversais e longitudinais do ventrículo esquerdo, em pelo menos dois instantes do ciclo cardíaco: o fim de sístole e o fim de diástole. Esse processamento, que é feito de forma tão automática quanto possível, culmina com a determinação de um contorno endocárdico.

Após essa determinação efectuam-se várias medições relativas a cada corte, como a sua área, perímetro, e distância axial. Por aplicação de diversos modelos, já amplamente utilizados nos exames angiográficos, e convenientemente adaptados para a ecocardiografia, estimam-se de seguida os volumes sistólico e diastólico, assim como a fracção de ejeção, caracterizando globalmente o desempenho do ventrículo esquerdo.

O sistema executa ainda uma análise do movimento regional das paredes do ventrículo esquerdo ao longo do ciclo cardíaco. Incorporaram-se diversos sistemas de referência, com várias compensações de movimentos globais, e também diversos modelos de movimento e parâmetros de quantificação, tendo sido alguns deles especialmente desenvolvidos para esta análise. É assim possível detectar e localizar segmentos da parede cardíaca que sejam hipocinéticos, acinéticos ou discinéticos.

Finalmente, fez-se ainda um exercício de validação do algoritmo de determinação dos contornos cavitários, comparando os seus resultados com os obtidos por traçagem manual executada por um cardiologista experimentado.

Abstract

Echocardiography is nowadays a very important tool for cardiac diagnosis. It is used regularly in the routine examinations of cardiac patients. Its popularity is due, in large account, to its non-invasive nature, to the possibility of viewing in real-time both cardiac structures and motion, and to its relative low cost.

Nevertheless, and because of the poor quality of some images, caused by several factors related to the process of the ultrasonic image formation, the quantification of some parameters extracted from the images has been difficult and slow. The automatic quantification can eliminate the large intra and inter-observer variability, unavoidable with only a qualitative evaluation.

Towards the quantification of several parameters extracted from the images of an echocardiographic examination, a prototype system was built, based on a personal computer capable of digital image acquisition and processing. This system is intended as an useful tool for the cardiologist, in his clinical and research activities.

The system incorporates a module for the acquisition and classification of the set of images forming the echocardiographic examination; a small data base relating patients, examinations, images, and processing results; the calibration of images acquired from any echocardiograph; the acquisition and visualisation of time sequences, with the possibility of comparing two sequences simultaneously; the improved visualisation of one, two or four images, after processing or pseudo-colour addition, with or without a superposed endocardic contour; and the generation of a documentation image, comprising the visualisation of two cavities with contours, analysis results, and a small text defined by the user.

Nevertheless, the system main task is the determination of several quantitative parameters, aimed to the evaluation of the global and regional efficiency of the heart left ventricle. For that, the reliable detection of the cavity endocardic contour is essential.

In a first phase, the system processes all images belonging to an examination, which comprises several transversal and longitudinal views at end systole and diastole. This automatic processing ends with the detection of an endocardic contour.

After measuring the area, perimeter and axial distance of each view, several models for the cavity volume estimation are applied. The models were carefully adapted from similar ones largely used in angiographic studies. Ejection fraction, a parameter characterising the global left ventricular efficiency, is evaluated from the estimations of the systolic and diastolic volumes.

The system executes also a left ventricular wall motion analysis along the cardiac cycle. There is the possibility of choosing among several reference systems, with and without global movement compensation, and also among several movement models and quantification parameters. Some of the models and parameters were specially developed for this analysis. Wall motion analysis allows the detection and localisation of wall segments suffering from hypokinesia, akinesia or dyskinesia.

Finally, a validation of the contour finding algorithm was performed. The validation compares the computer found contours with those hand traced by an experienced cardiologist.