

Automatska kvantifikacija zapisa Doppler ehokardiografije — donosi li dodatne podatke o ventrikulskoj funkciji?

Automated quantification of Doppler traces — can it provide additional data on ventricular function?

Davor Miličić^{*1}, Maja Čikeš¹, Hrvoje Kalinić², Sven Lončarić²

¹ Klinički bolnički centar Zagreb, Zagreb, Hrvatska

² Fakultet elektrotehnike i računalstva, Zagreb, Croatia

¹ University Hospital Centre Zagreb, Zagreb, Croatia

² Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb, Croatia

U svakodnevnoj kliničkoj praksi, detaljna analiza zapisa Doppler ehokardiografije često je ograničena opterećenjem radnim procesom u ehokardiografskom laboratoriju. Trenutno se osnovna Doppler ehokardiografska mjerenja na izlaznog dijela aorte rutinski dobivaju manualnim praćenjem i predstavljaju primarni izvor podataka o valvularnom protoku. Manualno praćenje zapisa često je nepraktično, troši puno vremena te ovisi o stručnosti kardiologa. Automatsko prepoznavanje zapisa trebalo bi smanjiti vrijeme potrebno za analizu podataka i pritom ne bi trebalo povećati grešku mjerenja.

Razvili smo metodu segmentacije slike koja se temelji na ekstrahiranju Doppler ehokardiografskih zapisa iz ultrazvučne slike. Slika se početno konvertira i predprocesira kako bi se dobile samo brzine prema naprijed dok se brzinski spektar detektira automatski pomoću određivanja praga. Zatim se početak i kraj aortnog protoka označavaju manualno te se izolira profil protoka iz izlaznog dijela. Kako bi ujednačili zapis Dopplera, primjenjuje se ograničenje što zapis u dijelovima čini polinomnim. Takva automatska analiza se primjenjuje na kontinuirane aortne zapise valne brzine kod pacijenata koronarnom bolesti srca (KBS) i onih s aortnom stenozom (AS). Iz modeliranih signala analizira se nekoliko varijabli koje opisuju njihov oblik, a među njima je i asimetrija profila brzine. Faktor asimetrije je definiran kao normalizirana razlika površine ispod krivulje lijeve i desne polovice spektra te niža vrijednost faktora asimetrije odgovara simetričnijem, kasnijem vršnom toku. Kod KBS utvrdili smo da smanjena ukupna kontraktilnost lijeve klijetke (LV) rezultira simetričnijim brzinskim profilom izlaznog toka, dok kod AS simetrični profil ne ukazuje samo na teži stupanj AS, već se čini da je povezan i sa smanjenom funkcijom LV te predviđa oporavak nakon zamjene aortnog zaliska.

Studije koje se temelje na metodi segmentacije slike su pokazale da dodatni podaci dobiveni automatskom analizom zapisa daju relevantne kliničke podatke o funkciji LV, pomažući kod dijagnosticanja i strategija budućeg liječenja pacijenata.

Ključne riječi: Doppler ehokardiografija, funkcija lijeve klijetke, aortna valvula, koronarna bolest srca.

In everyday clinical practice, a detailed analysis of Doppler echocardiography traces is often limited by a high frequency workflow in the echocardiographic laboratory. Currently, basic measurements of aortic outflow Doppler traces are routinely obtained by manual tracking of Doppler traces, predominantly providing data on valvular flows. Manual tracking of the traces is often cumbersome, time-consuming and dependent on the expertise of the cardiologist. However, automatic trace delineation should reduce the required time needed for data analysis, while not increasing the measurement error.

We have developed an image segmentation method based on the extraction of Doppler traces from the ultrasound image. Initially, the image is converted and pre-processed to obtain only the forward velocities while the velocity envelope is detected automatically using thresholding. Next, the onset and the end of the aortic flow were indicated manually, thus isolating the outflow profile. In order to smooth the Doppler trace, the constraint was implemented forcing the trace to be piecewise polynomial. Such automated analysis was applied to aortic continuous wave velocity traces in patients with coronary artery disease and patients with aortic stenosis (AS). From the modelled signals, several parameters describing their shape were extracted among which the asymmetry of the velocity profile. The asymmetry factor was defined as the normalized difference of area under the curve of left and right half of the spectrum so that a lower asymmetry factor corresponded to more symmetrical, later peaking flow. In coronary artery disease, we have demonstrated that decreased overall LV contractility results in a more symmetrical outflow velocity profile while in AS a symmetrical profile suggests not only higher grade AS, but appears to be related to reduced LV function and predicts recovery after aortic valve replacement.

Studies based on such an image segmentation method demonstrated that additional data obtained by automatic trace analysis would provide relevant clinical data on LV function, aiding in diagnostics and further patient management strategies.

Keywords: Doppler echocardiography, left ventricle function, aortic valve, coronary heart disease.

*Corresponding author — E-mail: d.milicic@mail.inet.hr