

Short-axis cine MR영상을 이용한 심박출량 측정: Threshold segmentation 기법의 적용

연세대학교 BK21 의과학사업단¹, 연세대학교 방사선의과학연구소²,
연세대학교 의과대학 진단방사선학교실³, 연세대학교 의과대학 의학공학교실⁴

강원석^{1,2} · 최병욱² · 최규욱² · 정해조^{2,3} · 이상호^{1,2} · 유선국⁴ · 김희중^{1,2,3}

심실의 내부는 유두근이나 trabecular와 같은 해부학적 구조물들로 인해 복잡한 형태를 띠고 있다. 그러한 복잡한 구조는 MR영상을 이용한 심박출량 측정시 오차를 유발시킬 수 있으며, 만약 오차를 줄이기 위해 수작업을 하게 된다면 많은 수고와 시간이 필요하게 될 것이다. 본 연구에서는 threshold 기법을 이용하여 짧은 시간동안에 정확하게 복잡한 구조를 가진 심실의 심박출량을 측정하고자 하였다. 7명의 환자에 대해 1.5T급 MR장치 (INTERA, Philips, Netherlands)를 이용하여 short-axis cardiac MR영상을 획득하였다. 한 환자에 대해서 8개에서 10개의 슬라이스 영상을 8-10mm 의 두께로, 하나의 심장주기(cardiac cycle)동안 일정한 시간간격으로 25개의 영상을 획득하였으며, 펄스시퀀스로는 ECG-gated segmented balanced fast field echo (TR/TE = 3ms/1.56ms)를 사용하였다.

획득된 영상은 PC (threshold 기법)와 workstation (기존의 수동 및 자동 segmentation 기법)로 DICOM 형태로 전송되었다. 측정은 IDL을 이용하여 자체 제작된 소프트웨어와 상용화된 소프트웨어 (MASS 5.0, MEDIS, Netherlands)를 이용하여 분석되었다. MR영상에서 심내벽 부위를 추출하기 위하여 자체제작된 소프트웨어로는 threshold 기법을, 상용 소프트웨어로는 기존의 수동 및 자동 기법을 이용하였다. 심박출량은 최대수축기와 이완기 사이의 용적 차이로써 계산되었으며, 좌심실 및 우심실 모두에 대해 수행되었다. 또한, 해부학적 구조의 복잡도에 따른 측정방법의 정확도를 확인하기 위해 유두근 및 trabecular의 hypertrophy의 정도를 3단계로 구분하고 측정된 값들을 통계적으로 분석하였다.

Hypertrophy가 약한 그룹에서는 기존의 수동방식과 threshold 기법간의 의미있는 차이가 없었으며 ($p=0.372$), 기존의 수동 및 자동방식 간에도 큰 차이가 없었다 ($p=0.298$). 그러나, hypertrophy가 심한 그룹에서는 수동방식 및 자동방식 측정치 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보임을 알 수 있었다 ($p=0.044$). 그러나, threshold 기법과 수동방식 사이에는 유의한 차이가 없었다 ($p=0.194$). 분석시간은 threshold 기법이 기존의 수동방식에 비해서 두배정도 빠르다는 것을 알 수 있었다. Threshold 기법은 심박출량 측정에 있어서 정확하면서도 빠른 결과의 도출이 가능했으며, 특히 심내벽의 구조가 복잡한 경우에 그 효과가 증대됨을 알 수 있었다.