

열전쌍을 이용한 호흡모사팬텀 연구

*서울아산병원 방사선종양학과, †경기대학교 의학물리학과

임상욱*[†] · 이병용* · 신성수* · 김종훈* · 안승도* · 이상욱* · 권수일[†] · 최은경*

서 론

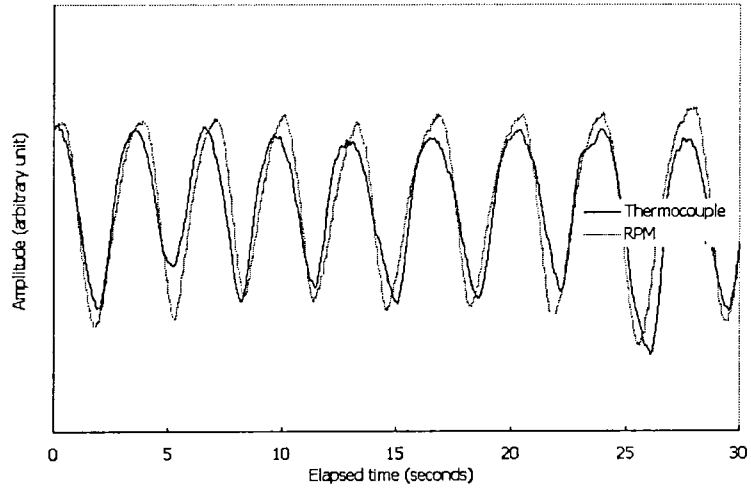
방사선치료 시 폐 부위의 방사선 조사체적은 호흡으로 인한 종양의 움직임에 고려하기 때문에 충분한 여유분을 준다. 따라서 정상조직의 선량을 최소화 하기 위하여 호흡동기방사선치료(gated radiation therapy), 동적병소추적방사선치료(dynamic tumor tracking radiation therapy) 등에 관심이 고조되고 있다. 이러한 치료법을 가능하게 하기 위하여 호흡에 의한 장기의 움직임의 정량적 측정이 필수적이다. 본 연구에서는 열전쌍으로 측정된 호흡에 의한 온도변화와 fluoroscopy에서 측정된 장기의 움직임의 상관관계를 알아내고 호흡에 의해서 팬텀을 정량적으로 모사하도록 고안하였다. 환자 2명을 대상으로 열전쌍 마스크를 이용하여 팬텀을 평가하였다.

재료 및 방법

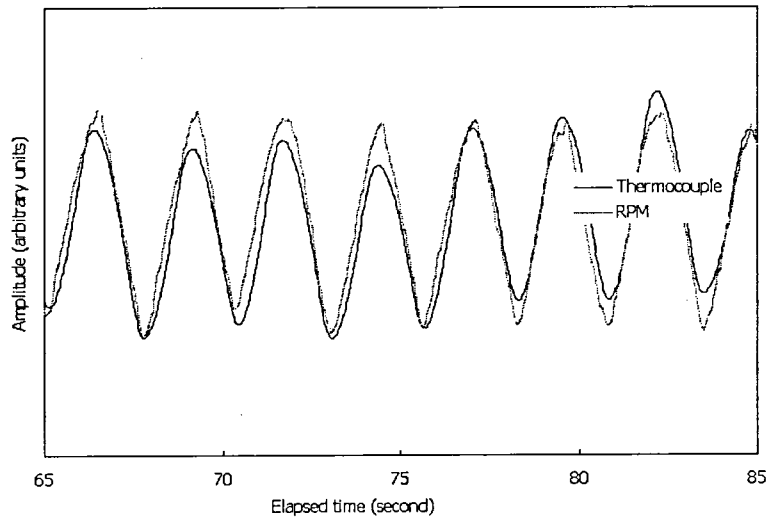
환자의 호흡을 측정하기 위하여 열전쌍(k-type, chromel-alumel) 을 이용하여 호흡의 들숨과 날숨에 의한 온도차를 측정하였다. 열전쌍에서 나오는 미소전압신호는 증폭기 (op amp)로 보내지고 증폭된 신호는 아날로그-디지털 변환기(DAQ 6024E, National Instrument, USA)로 전달되어 컴퓨터에서 환자의 호흡신호를 분석하고 동시에 팬텀의 구동모터로 호흡신호가 전압신호로서 전달된다. 팬텀에 설치된 구동모터는 호흡신호에 따른 장기의 관심부위의 움직임을 정량적으로 모사할 수 있도록 고안하였다. 소프트웨어는 Labview7.0 (National Instrument, USA)로 프로그래밍하였다. 호흡에 의한 장기의 움직임 정도는 환자마다 다르며 위치마다 다르기 때문에 환자의 호흡을 열전쌍으로 측정을 하면서 관심부위를 fluoroscopy를 이용하여 33 frame/sec 로 영상을 획득하였다. 호흡에 의한 온도변화와 관심부위의 움직임 정도의 상관관계를 알아내었고 팬텀의 움직임도 이 상관관계에 따라 움직이는 정도에 따른 상관계수를 프로그램에 입력을 해주었다. Real-time position management (RPM)을 이용하여 환자대신 호흡모사팬텀의 움직임을 측정하여 호흡모사팬텀의 정확성을 평가하였다.

결 과

환자의 호흡을 열전쌍을 이용하여 측정하였고 동시에 RPM으로 측정하여 호흡곡선을 그림 1에서 비교하였다. 2명의 지원자의 호흡에 의한 열전쌍의 온도변화와 RPM으로 측정된 복부의 움직임의 주기는 정확히 일치하였고 진폭은 그림 1과 같이 약 2% 이내로 일치하였다.



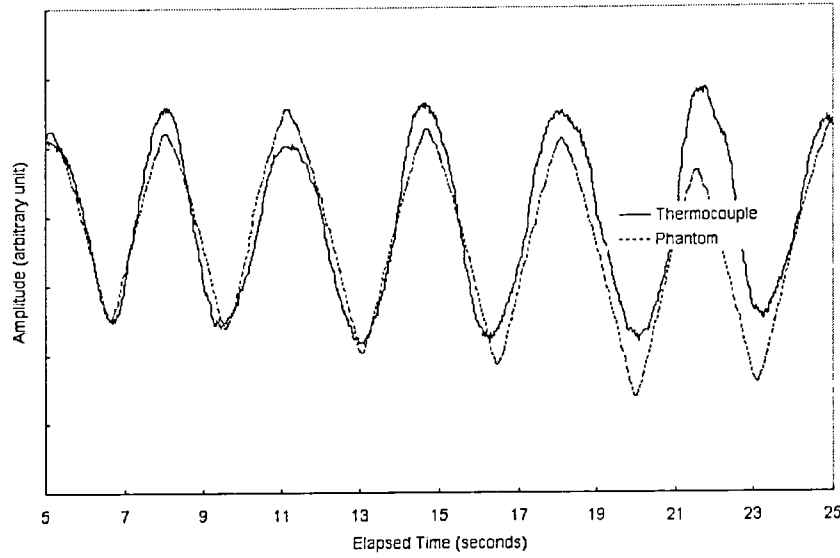
(A) Case 1



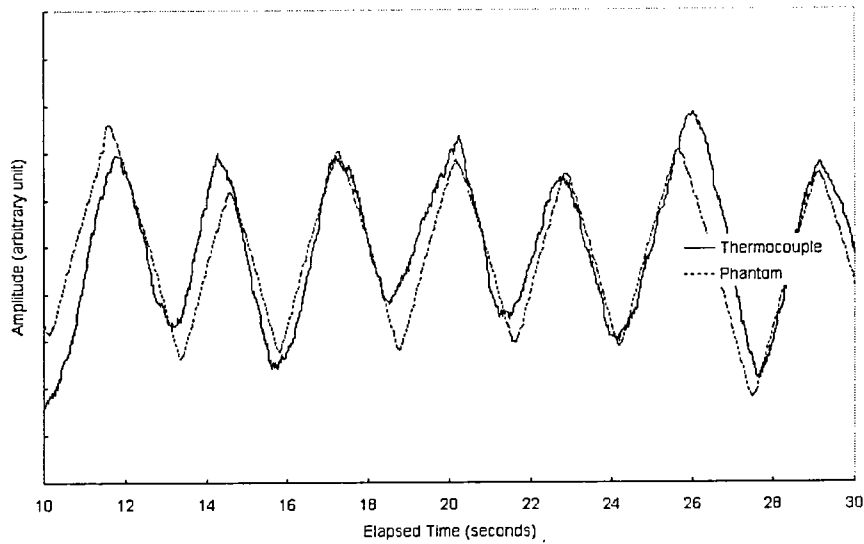
(B) Case 2

Fig. 1. Comparison of respiratory curves measured by thermocouple and RPM

그림 2는 열전쌍마스크를 이용한 호흡과 호흡모사팬텀의 움직임을 비교한 그래프이다. 장기의 한 점의 움직임을 모사한 호흡모사팬텀의 움직임은 열전쌍마스크를 이용하여 측정한 온도변화와 5% 이내로 일치하였다.



(a) Case 1



(b) Case 2

Fig. 2. Comparison of respiratory curves of thermocouple and moving phantom

토의 및 결론

열전쌍에서 출력되는 신호에 따라 호흡모사팬텀은 실시간으로 원하는 장기 부위의 움직임을 잘 모사하였다. 열전쌍 마스크는 환자로 하여금 편안하게 호흡을 할 수 있도록 하였으며 호흡을 정확히 측정하였다. 호흡모사팬텀은 호흡동기방사선치료 또는 동적병소추적방사선치료를 시행하기 위한 움직이는 장기의 선량분석에 유용할 것으로 기대한다.