

심근경색부위에 따르는 심장전기벡토르의 3차원위상각특징

오진명, 김정식

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《최신의학과과학기술성공에 기초한 새로운 의약품과 현대적인 의료기구를 치료예방사업에 대담하게 받아들여 진단과 치료방법을 빨리 세계적수준에 올려세워야 하겠습니다.》

(《김정일선집》 증보판 제11권 77페이지)

심장전기벡토르의 시공간적변화를 해석하는데서 중요한것은 공간적인 차원수가 증가할 때 보다 진단적의의를 가지는 분석지표를 얻는 문제이다.[1, 4]

심장전기벡토르의 시공간적인 해석지표의 하나인 위상각분석방법[2]에 대하여서는 연구되었지만 경색부위에 따르는 분석방법과 의의에 대하여서는 언급되지 않았다.

우리는 심근경색의 해부학적부위와 심장전기축의 3차원위상각사이의 관계를 밝혔다.

1. 기초이론 및 실험방법

심장은 많은 심근세포들로 구성되어있다. 만일 서로 다른 심근세포들이 동시에 려기된다면 같은 시간에 여러개의 분극벡토르가 형성되고 전기마당중첩의 원리에 따라 매 쌍극자가 형성하는 전기마당벡토르는 어떤 하나의 등가적인 2중극벡토르를 형성한다. 이것이 바로 심장의 등가쌍극자 또는 심장전기벡토르이며 심장의 전체 활동과정에 이 벡토르첨단부의 궤도를 기록하면 벡토르심전도고리가 형성된다. 심장이 하나의 립체적인 구조를 가지므로 벡토르심전도고리 역시 일정한 다차원공간을 차지하는 립체도형으로 된다.

일반적으로 심장의 전기적활동과정을 기록하기 위하여 흔히 스칼라심전도(ECG)와 벡토르심전도(VCG) 두가지 방법이 리용된다.

스칼라심전도는 심장전기벡토르의 시공간적변화를 일정한 축방향에 대하여 투영한 량을 측정기록한것으로서 개별적스칼라심전도를 리용하여서는 심장전기적활동에 대한 공간적정보를 얻기 힘들다. 벡토르심전도는 심장전기적활동의 시간적변화를 립체적으로 관찰하고 심실, 심방의 탈분극 및 재분극과정의 공간적인 정보로부터 심근비대와 심근경색(MI), 심실내전도장애 등의 공간적인 부위관정에 효과적으로 리용될수 있다.

지금까지 심장전기벡토르는 주로 1차원 및 2차원적으로만 해석되고 응용되었으며 최근 컴퓨터장치 및 프로그램기술의 발전과 함께 심장전기벡토르를 보다 립체적이고 직관적인 3차원공간으로 확장하여 측정현시하고 해석하기 위한 연구들이 진행되고있다.[2-4]

우리는 심근경색의 해부학적부위와 심장전기벡토르특징지표사이의 호상관계에 대하여 연구하였다.

심장질환의 해부학적부위를 판정하기 위하여 다음과 같은 3차원위상각을 리용하였다.[1]

$$\cos \alpha = \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}}, \cos \beta = \frac{V_y}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}}, \cos \gamma = \frac{V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}}$$

여기서 V_x, V_y, V_z 는 3차원심장전기벡터측정장치를 통하여 측정한 매 축방향사영성분들이다.

계산에서는 복잡한 생리신호 및 생물의학신호자료기지인 Physionet의 PTB자료기지에서 제공한 3차원 및 12유도심전도자료를 리용하였다. 3차원심전도자료는 Frank유도 방법으로 측정하였으며 표본화주파수가 1kHz이고 $\pm 16.384\text{mV}$ 의 범위를 16bit로 양자화하여 얻었다. 자료기지에는 148명의 심근경색환자에 대하여 2min동안 측정한 315건의 3차원심전도자료가 포함되어 있다.

실험에 리용한 심근경색의 해부학적 부위에 따르는 자료건수는 표와 같다.

프로그램은 MATLAB 2010을 리용하여 작성하였으며 매 자료에 대하여 임의의 5s동안의 시간구간을 선택하고 기선변화를 규격화한 다음 심장전기벡터크기의 최대값에 대하여 위상각을 계산하였다.

표. 심근경색의 해부학적부위에 따르는 자료건수

No.	경색 부위	자료건수
1	anterior(앞)	44
2	antero-lateral(앞-옆)	37
3	antero-septal(앞-중격)	72
4	inferior(하부)	83
5	infero-lateral(하부-옆)	52
6	infero-poster-lateral(하부-후부-옆)	15
7	lateral(옆)	3
8	posterior(후부)	4
9	postero-lateral(후부-옆)	5

2. 실험결과 및 분석

3차원심장전기벡터측정장치를 리용하여 측정한 3차원심장전기벡터의 시공간적변화는 그림 1과 같다.

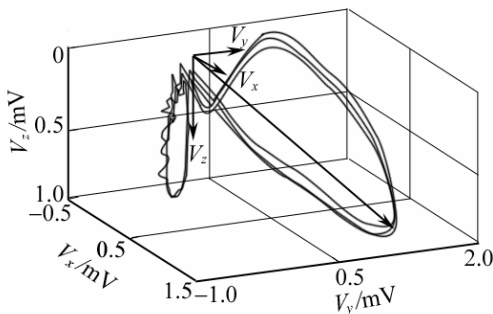


그림 1. 3차원심장전기벡터의 시공간적변화

부위에 따르는 분포특성은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 $\cos \alpha$ 는 모두 정수값으로서 경색부위에 따라 엄밀하게 구별되지 않으며 대부분의 경우에 그 값이 0.5이상으로서 위상각이 $+60^\circ$ 이하이다.

심장전기벡터의 최대값을 일반적으로 심장 전기축이라고도 한다.

심근경색환자의 경우에는 손상된 심근세포에서 정상세포막분극상태를 유지할수 없으므로 심장 전기벡터의 공간적분포가 정상사람의 경우와 달라지게 된다. 이때 경색부위에 따라 심장전기축이 기울어지는 방향이 달라지게 되는데 우리는 그 정량적인 관계를 앞에서 지정한 3차원위상각을 리용하여 평가하였다.

3차원위상각 $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$ 들의 심근경색

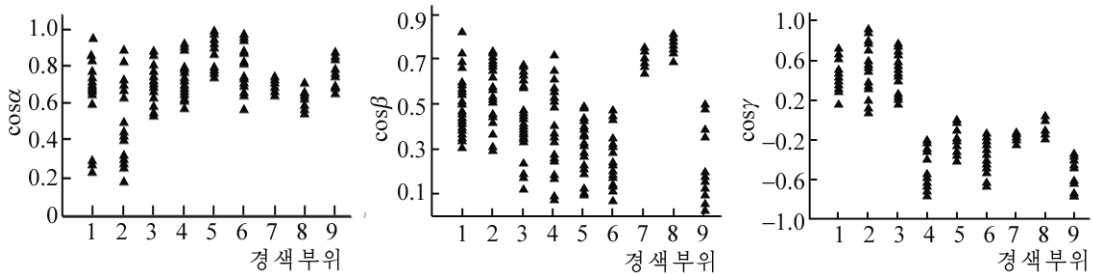


그림 2. 심근경색부위에 따르는 3차원위상각의 분포특성
경색부위 1—9는 표에서와 같음

$\cos\beta$ 를 보면 5, 6, 9경색부위에서는 위상각이 $+60^\circ$ 이상, 7, 8경색부위에서는 자료수가 적은것으로 하여 거의 0° 근방에 집중되며 기타 나머지경색부위는 비교적 넓은 각범위를 이룬다. 또한 $\cos\gamma$ 는 1, 2, 3경색부위에서 정의 값을 가지지만 나머지경색부위에서는 부의 값을 가지는데 이것은 1, 2, 3경색부위와 나머지경색부위들이 우아래축에서 어떤 기준점을 중심으로 서로 반대방향을 이룬다는것을 의미한다. 그리고 경색부위가 하부에 놓이는 경우(4, 5, 6경색부위) z 축과의 위상각이 부의 값을 가지면서 심장전기축이 아래로 기울어진다. 또한 경색부위가 앞에 놓이는 경우(1, 2, 3경색부위)에는 x 축과의 위상각이 상대적으로 큰 값들을 가지면서 평균심장전기벡토르가 더욱 앞쪽으로 기울어지며 반대로 경색부위가 뒤쪽에 놓이는 경우에는 평균심장전기벡토르가 뒤쪽으로 기울어진다. 여기서 특징적인 것은 경색부위가 앞쪽에 놓이는 경우(1, 2, 3경색부위) z 축과의 위상각이 정의 값을 가지는 것이다.

한편 심근경색의 해부학적부위가 변하는 경우 심장전기축의 앞뒤축방향변화는 비교적 완만하지만 좌우축방향 특히 우아래축방향변화가 상대적으로 크다는것도 알수 있다.

이와 같이 경색부위의 공간적분포가 위상각을 통하여 명백히 구별된다.

맺 는 말

우리는 심장전기벡토르의 시공간적해석방법의 하나인 3차원위상각측정법을 리용하여 심근경색환자들에 대한 측정자료를 분석하고 심장전기축의 위상각이 경색부위와 밀접한 연관관계를 가진다는것을 밝혔다. 3차원심장전기벡토르측정장치를 리용하면 표준팔다리유도에서와는 달리 일부 3차원적인 심장전기해부정보를 효과적으로 얻을수 있다는것을 확증하였다.

참 고 문 헌

- [1] Hui Yang et al.; Computers in Biology and Medicin, 79, 1, 2016.
- [2] T. P. Brennan et al.; Biomedical Signal Processing and Control, 7, 278, 2012.
- [3] Ratko Magjarevic et al.; Measurement Science Review, 14, 3, 2014.
- [4] P. D. Arini et al.; Biomedical Signal Processing and Control, 3, 67, 2008.

On the Character of 3D Phase Angles of Cardiac Electric Vector depending on the Localization of Myocardial Infraction

O Jin Myong, Kim Jong Sik

We analyzed the recorded data of myocardial infraction patients using the measurement of 3D phase angles, a way of spatiotemporal analysis of cardiac electric vector and demonstrated that phase angles of 3D cardiac electric axis have a close relationship with localization of myocardial infraction.

As a result of this investigation we proved that the effective information of anatomic cardiac electric axis could be get from the 3D cardiac electric vector, but could not be get from classic Einthoven leads.

Key words: 3D cardiac electric vector, myocardial infraction