

3차원심장전기벡토르의 스타브-웨르네르사영을 리용한 심장질병식별방법

김은일, 김정식

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《보건실천에서 절박하게 요구되는 새로운 의학과학기술분야를 개척하고 고려의학을 과학화하며 최신의학과학기술을 적극 받아들여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 62페이지)

표준팔다리유도나 12유도와 같은 스칼라심전도는 심근경색과 같은 심장질병들의 진단에 가치있는 정보들을 제공해줄수 있으나 심장전기활동의 변화가 알리지 않을 때에는 그러한 정보를 주지 못한다.[1] 또한 선행연구에서는 플랑크유도와 같은 벡토르심전도신호를 전액면, 측면, 횡단면과 같은 평면에 사영한 자료를 직접 리용하여 분석하였다.[2-4] 이러한 방법들은 한 환자에 대한 지표가 여러개인것으로 하여 직관성이 부족하고 그 분석이 어려운 결함들이 있다.

본문에서는 3차원심장전기벡토르에 대한 스타브-웨르네르사영을 리용하여 정상사람과 심근경색환자, 우각차단환자를 식별하기 위한 한가지 방법에 대하여 연구하였다.

1. 기초리론 및 실험방법

심장의 전체 활동과정에 흥분 및 비흥분심근세포들이 형성하는 분극벡토르들의 등가 쌍극자 즉 심장전기벡토르의 시간변화정보는 그 측정방법에 따라 스칼라심전도(ECG)와 벡토르심전도(VCG)로 구분한다.

벡토르심전도는 심장전기벡토르의 세 평면 즉 전액면, 측면, 횡단면에 대한 2차원사영을 측정기록한것으로서 여기에는 심장전기벡토르사영성분들의 시간적변화만을 주는 스칼라심전도와는 달리 심장전기벡토르의 시공간적변화들이 모두 포함되어있으며 이것을 리용하여 심장질병들을 식별 및 진단하기 위한 새로운 방법들에 대한 연구가 심화되고있다.[2-4]

스타브-웨르네르사영은 지도작성에서 리용되는 사영법들중의 하나로서 등적사영법이다.

심근경색환자에 대해서 손상된 심근세포에서의 흥분이 정상과 차이나는것으로 하여 심장전기축(R 과극대점)이나 T 과극대점이 일정하게 기울어지게 되며 그 크기와 방향은 경색부위에 따라 차이다. 좌우각차단환자에 대해서도 전기전도로의 좌각이나 우각중 어느 하나가 자기 기능을 원만히 수행하지 못하면 좌심실과 우심실에서 심근세포들의 탈분극 시간차가 정상과 다르게 되며 이것 역시 심장전기벡토르고리의 형태학적변화를 가져온다.

이로부터 3차원공간도형을 2차원평면도형으로 넘기는 한가지 방법인 스타브-웨르네르사영을 리용하여 심장전기벡토르에 대한 몇가지 분석을 진행하였다.

어떤 시각에 심장전기벡터의 동심구면에 대한 사영성분의 구면자리표는 다음과 같다.

$$\begin{cases} \sin \theta = \frac{V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}}, \theta: \text{사각} (-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ) \\ \cos \varphi = \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}} / \cos \theta, \varphi: \text{방위각} (-180^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ) \end{cases}$$

여기서 V_x, V_y, V_z 는 심장전기벡터의 매 축방향사영성분들이다.

논문에서는 복잡한 생리신호 및 생물의학신호자료기지인 Physionet의 PTB Diagnostic ECG Database(PTB자료기지, 표본화주파수: 1000Hz)와 St-Petersburg Institute of Cardiological Technics 12-lead Arrhythmia Database(incart자료기지, 표본화주파수: 257Hz)를 리용하였다. PTB자료기지에는 부위별 심근경색환자 324명의 10s동안 심전도측정자료가, incart자료기지에는 정상사람 11명과 우각차단환자 2명에 대한 약 58s동안의 12유도 및 3차원심전도측정자료들이 포함되어있다.

분석은 매 환자측정자료에서 R과극대점과 T과극대점을 찾아 사영도를 그리고 매 집단의 극대점분포특성을 찾는 방법으로 진행하였다.(그림)

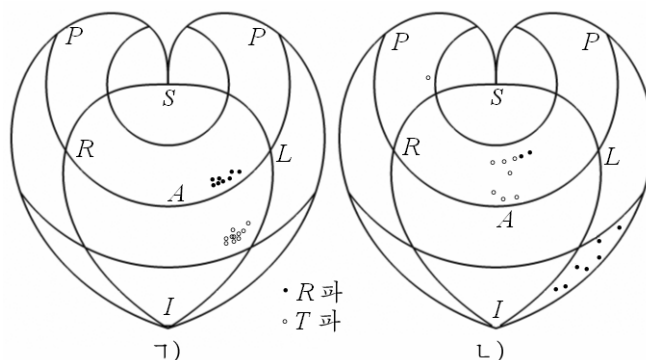


그림. R과극대점과 T과극대점의 2차원사영

1) 정상사람인 경우, 2) 전벽경색환자인 경우

(A, P: 앞뒤부위, L, R: 좌우부위, S, I: 상하부위)

프로그램은 MATLAB R2010a를 리용하여 작성하였다.

2. 실험결과 및 분석

정상사람에 대한 R과, T과극대점의 분포특성은 표 1과 같다.

표 1에서 보는바와 같이 정상사람에 대하여 R과극대점은 대체로 1팔분구(93.3%)에, T과극대점은 대체로 5팔분구(100%)에 놓인다.

앞에서 서술한바와 같이 어떤 부위의 심근세포들이 경색되면 R과와 T과극대점들의 분포가 변하게 된다. 경색부위별환자들에 대한 R과와 T과극대점들의 분포특성은 표 2와 같으며 그에 대한 통계적분석결과는 표 3과 같다.

표 1. 정상사람에 대한 R파, T파극대점의 분포특성

원 천	R파극대점								T파극대점							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
patient04(I08)	58	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	57	0	0	0
patient05(I09)	32	24	0	0	0	0	1	0	11	0	0	0	42	1	2	1
patient05(I11)	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0
patient06(I12)	38	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0
patient06(I14)	4	0	0	0	51	0	0	0	1	0	0	0	54	0	0	0
patient13(I27)	28	0	0	0	27	0	0	0	4	1	25	1	24	0	0	0
patient13(I28)	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0
patient14(I29)	51	0	0	0	3	0	0	3	6	3	0	0	48	0	0	0
patient14(I30)	39	0	0	0	10	0	0	4	15	8	1	0	28	0	0	1
patient14(I32)	44	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	39	0	0	5
patient15(I34)	55	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	48	0	0	0
합	460	24	3	0	108	0	1	7	45	12	29	1	506	1	2	7

표 2. 경색부위별 환자들에 대한 R파, T파극대점의 분포특성

경 색 부 위	경 색 부 위 별 총 환 자 수 / 명	R파극대점								T파극대점							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
전 벽 (Anterior)	44	2	0	4	2	9	0	1	26	21	3	1	0	13	2	2	2
전 - 중격 (Antero-Septal)	67	5	0	0	12	19	0	0	31	28	7	1	1	25	1	0	4
전 - 측벽 (Antero-Lateral)	36	5	0	1	2	10	0	0	18	19	2	1	0	12	1	0	1
하벽 (Inferior)	49	5	0	0	2	39	0	0	3	27	1	0	2	19	0	0	0
하 - 측벽 (Infero-Lateral)	51	11	0	1	3	34	0	0	2	17	5	0	5	23	1	0	0
하 - 측 - 후벽 (Infero-Lateral-Posterior)	15	5	0	0	0	10	0	0	0	11	1	0	0	3	0	0	0
측벽 (Lateral)	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
측 - 후벽 (Lateral-Posterior)	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0
후벽 (Posterior)	3	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0

표 3. 경색부위별환자들의 R파, T파극대점의 분포에 대한 통계적분석결과

경 색 부 위	경 색 부 위 별 총 환 자 수 / 명	R파극대점	T파극대점
전 벽 (Anterior)	44	8(59.1%)	1(47.7%)
전 - 중격 (Antero-Septal)	67	8(46.3%)	1(41.8%), 5(37.3%)
전 - 측벽 (Antero-Lateral)	36	8(50%)	1(52.8%), 5(33.3%)
하벽 (Inferior)	49	5(79.6%)	1(55.1%), 5(38.8%)
하 - 측벽 (Infero-Lateral)	51	5(66.7%)	1(33.3%), 5(45.1%)
하 - 측 - 후벽 (Infero-Lateral-Posterior)	15	5(66.8%)	1(73.3%)
측벽 (Lateral)	3	5(100%)	5(100%)
측 - 후벽 (Lateral-Posterior)	5	5(100%)	6(60%)
후벽 (Posterior)	3	5(100%)	1(100%)

표 2와 3에서 보는바와 같이 심근경색환자의 R 파, T 파극대점분포는 정상사람과 크게 차이난다. 전벽이 상한 경우에 R 파극대점이 8팔분구에 놓일 확률이 크며 하벽이 상한 경우에는 5팔분구에 놓일 확률이 크다.

우각차단환자에 대한 R 파, T 파극대점의 분포특성은 표 4와 같다.

표 4에서 보는바와 같이 좌우각차단이 있을 때 좌심실과 우심실에로의 전기전도속도가 차이나는것으로 하여 R 파극대점들이 두 분구에 집중분포된다.

표 4. 우각차단환자에 대한 R 파, T 파극대점의 분포특성

우각차단환자	R 파극대점								T 파극대점							
1	19	0	0	0	26	0	0	0	43	0	0	0	2	0	0	0
2	25	0	0	0	26	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0

이와 같이 R 파극대점과 T 파극대점을 2차원사영하여 심근경색과 좌우각차단환자들을 식별할수 있다.

맺는 말

우리는 스타브-웨르네르사영법을 벡터심전도신호해석에 적용하여 정상사람과 부위별심근경색환자, 우각차단환자에 대한 측정자료를 분석하고 그것의 R 파극대점과 T 파극대점들의 분포가 환자의 질병과 밀접한 련관이 있다는것을 밝혔다. 이 방법은 벡터심전도를 리용한 분석을 보다 간단히 하고 직관성을 높일수 있는 새로운 방법이다.

참고 문헌

- [1] G.Howitt et al.; Vectorcardiography in Myocardial Infarction, 61~72, 1959.
- [2] Sumche Man et al.; Journal of Electrocardiology, 47, 183, 2014.
- [3] Hui Yang et al.; Biomedical Engineering OnLine, 11, 16, 2012.
- [4] Golriz Sedaghat et al.; Journal of Electrocardiology, 49, 154, 2016.

주제 106(2017)년 12월 5일 원고접수

Method of Detecting Heart Diseases Using the Stab-Werner Projection of 3D Cardiac Electric Vector

Kim Un Il, Kim Jong Sik

We analyzed the recorded data of healthy persons, myocardial infarction(MI) patients and right bundle branch block(RBBB) patients spatially using Stab-Werner projection, and demonstrated that the positions of R -wave and T -wave and its distribution are closely related with the heart diseases(MI, RBBB). This method is a new one that makes more simple and more intuitive than analysis using vectorcardiogram(VCG).

Key words: cardiac electric vector, Stab-Werner projection, myocardial infarction(MI), bundle branch block(BBB)