Original Articles Korean Circulation J 1998;28(9):1487-1492

협심증 환자에서 경피적 관동맥 확장술 후의 QT간격분산(QT Dispersion)의 변화

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실
최기준 · 이일수 · 이상곤 · 홍명기 · 박성욱 · 박승정 · 김유호

Change of QT Dispersion Following PTCA in Angina Patients

Kee-Joon Choi, MD, Il-Soo Lee, MD, Sang-Kon Lee, MD, Myeong-Ki Hong, MD, Seong-Wook Park, MD, Seung-Jung Park, MD and You-Ho Kim, MD

Department of Internal Medicine, Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : QT dispersion (QTd) represents the inhomogeneity of ventricular repolarization and has been suggested to predict ventricular arrhythmia in patients with coronary artery disease (CAD). This study investigates the short-term effect of percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) on QTd in patients with CAD and no history of previous myocardial infarct. **Materials and Methods** : In 84 angina patients (65 men and 19 women, mean age of 58.3±9.0 yeras) who underwent successful PTCA of single coronary artery, ECG was checked in baseline, immediate, 1day and 1 month after PTCA. QTd and corrected QTd (c-QTd) were measured in these ECGs by digitizer. **Results** : PTCA was performed at left anterior descending artery (LAD) in 56, left circumflex artery (LCx) in 12 and right coronary artery (RCA) in 16 patients. Mean and standard error of QTd (c-QTd) at baseline, immediate, 1day and 1month after PTCA was 51.3±4.2 (50.7 ±4.1), 54.2±4.5 (52.8±4.5), 47.7±4.3 (48.5±4.8) and 36.3±4.5 (37.5±4.6) msec, respectively. QTd and c-QTd significantly decreased at 1 month following PTCA. The difference was more prominent in pateints with LAD lesion than LCx or RCA lesion and independent of gender, severity of stenosis and use of beta-blockers. **Conclusion** : QTd decreases in CAD patients with no history of myocardial infarct at 1 month following successful PTCA. This may facilitate a favorable recovery from inhomogenous repolarization. These findings call for long-term follow-up of QTd and the incidence of ventricular tachyarrhythmias and sudden death following successful PTCA. **(Korean Circulation J 1998;28(9):1487-1492)**

KEY WORDS : QT dispersion · Angina · PTCA.

서 론

심실성빈맥은 허혈성 심질환 환자들에서 가장 주된 사망요인의 하나로서 심실성빈맥의 가능성을 이러한 환자들에서 예측하는 것은 환자의 치료방침을 결정하는데 있어 매우 중요한 요소이다. 따라서 심실성빈맥의 가능성을 예측하기 위하여 신호평균 심전도(signal averaged ECG), Holter 검사, 좌심실기능 및 자율신경 기능검사 등이 이용되고 있으나 이 모든 검사들에서 예민도와 특이도가 높지 않고 특히 positive predictive value가 높지 않다는 단점이 있다.[1)]

논문접수일 : 1998년 4월 29일
심사완료일 : 1998년 8월 25일
교신저자 : 최기준, 138 - 736 서울 송파구 풍납동 388 - 1
울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실
전화 : (02) 224 - 3167 · 전송 : (02) 486 - 5918
E - mail : kjchoi@www.amc.seoul.kr

QT간격분산은 12유도 표준심전도에서 최대 QT간격과 최소 QT간격의 차이로 정의되는데,[2] 이는 심실 재분극의 불균등성(inhomogeneity)을 비침습적으로 측정할 수 있는 방법이다.[3] 여러 심장질환에서 심실성 부정맥을 예견하고 항부정맥제의 치료효과를 판정하는데 있어 그 연관성이 보고됨으로써 최근 의미있는 검사방법으로 주목받고 있다.[4-8] 특히 허혈성 심질환에서의 심실성 빈맥은 심근허혈로 인한 국소적 흥분회복의 차이로 유발되는 경우가 많으므로 허혈성 심질환에서의 QT간격분산은 임상적으로 상당히 중요하다.

따라서 본 연구에서는 심근경색의 병력이 없는 협심증 환자에서 경피적 관동맥확장술(PTCA)을 시행하여 관류상태를 호전시킴으로써 재분극 이상을 호전시킬 수 있을 것이라는 가정하에 경피적 관동맥확장술전후로 심실 재분극의 불균등성의 변화를 12유도 심전도를 이용하여 간단히 얻을 수 있는 QT 간격분산의 변화로 살펴보고자 한다.

대상 및 방법

대 상

연구대상은 서울중앙병원 순환기내과에 입원하여 하나의 관상동맥에 성공적인 경피적 관동맥확장술을 시행하였던 협심증 환자 84명을 대상으로 전향적 연구로 시행하였다. 심근경색의 병력이 있는 환자, 12유도 심전도에서 5개 유도 이상에서 QT 간격의 측정이 불가능한 경우, 심방세동이 있거나 각차단등으로 인하여 QRS파의 폭이 120 msec 이상인 경우에는 본 연구에서 제외시켰다. 정상대조군으로 본원 건강진단 검사에서 운동부하검사상 심근허혈의 증거가 없는 30명을 정상대조군으로 정하여 QT간격분산을 측정하였다.

방 법

모든 환자에서 부작용 없이 경피적 관동맥확장술이 시행되었고, 성공적인 관동맥확장술은 시술 후 잔류 협착정도가 혈관 내경의 50%미만일 경우로 정의하였다. 경피적 관동맥확장술전에 심장초음파를 시행하여 좌심실 구혈율을 측정하였고, 경피적 관동맥확장술 후의 투약종류를 기록하였다.

심전도는 표준 12유도 심전도를 25 mm/sec의 속도로, 경피적 관동맥확장술 시행 전, 시행 1~2시간후, 1일 후와 1달후 각각 기록하였다. 협심증을 시사하는 흉통이 없을 때 심전도를 기록하였다. 심전도의 측정시기 및 환자에 관한 임상정보를 모르는 한명의 측정자가 digitizer(UD-1212R, Wacom, USA)를 이용하여 RR간격과 12유도 각각에서의 QT간격을 심전도에 기록된 연속된 2~3파에서 측정하여 평균값을 구하고, 그 최대치와 최소치의 차이를 이용하여 QT 간격분산(QTd)을 구하였다. QT 간격 측정시 T파의 끝점은 T파가 등전위선(isoelectric line)과 만나는 점으로 정의하였고, U파와 T파가 겹쳐있는 경우에는 T파와 U파의 교차점으로 정의하였다.[9] 또한 교정 QT 간격분산(corrected QT dispersion, c-QTd)은 Bazett 공식을 이용하여[10] QTd/(RR 간격(초)) 1/2로 계산하였다.

QT간격분간은 평균±표준오차(standard error of mean)로 표시하였다. QT간격분산의 시간에 따른 변화 및 그룹간의 비교는 repeated measures ANOVA 분석을 이용하였으며, p값이 0.05 이하일 때 유의한 상관관계가 있다고 판정하였다.

결 과

대상환자군

대상환자 84명의 평균연령은 58.3±9.0이었고 남녀 환자는 각각 65명, 19명이었다. 관동맥 병변은 좌전하행지 병변이 56예, 좌선행지 병변이 12예, 우측관동맥 병변이 16예였다. 임상상으로는 안정형 협심증환자가 32명이었고 불안정형 협심증환자가 52명이었다. 관동맥확장술을 시행하였던 혈관의 평균 협착정도는 78±14%(60~100%)이었고, 혈관별로 유의한 차이는 없었다(좌전하행지 병변 74%, 좌선행지 병변 84%, 우측관동맥 병변 81%). 시술 전 평균 좌심실 구혈율은 62±8%였다.

QT간격분산의 변화

시술 전과 시술 후의 평균 QT간격분산의 변화는 Ta-

Table 1. Change of QT dispersion (QTd) and corrected QT dispersion (c-QTd) after PTCA

	Baseline	Immed.	1 day	1 month
QTd (ms)	51.3±4.2	54.2±4.5	47.7±4.3	36.3±4.5*
c-QTd	50.7±4.1	52.8±4.5	48.5±4.8	37.5±4.6*

Values are mean±S.E
Immed : Immediate, 1-2 hours after PTCA
* : $p<0.01$ vs. baseline

ble 1 및 Fig. 1과 같다. QT간격분산 및 교정 QT간격분산은 시술전 51.3±4.2, 50.7±4.1 msec, 시술 후 54.2±4.5, 52.8±4.5 msec, 시술 1일후 47.7±4.3, 48.5±4.8 msec, 시술 1개월후 36.3±4.5, 37.5±4.6 msec였다. 시술 1~2시간후 측정한 QT간격분산은 시술 전에 비하여 약간의 증가 경향은 있으나 통계적 유의성은 없었고, 이후 차차 감소되어 시술 1개월 후에는 시술 전과 비교하여 의미있게 감소되었다(p=0.001). 교정 QT간격분산의 변화도 QT간격분산의 변화와 유사하였다.

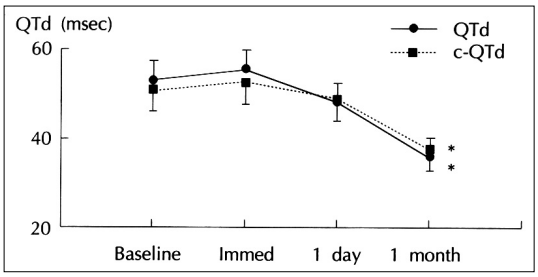

Fig. 1. Change of QT dispersion (QTd) and corrected QT dispersion (c-QTd) after PTCA. QTd and c-QTd decreased from 51.3±4.2, 50.7±4.1msec at baseline to 36.3±4.5, 37.5±4.6msec 1 month after PTCA ($p<0.01$).
* : $p<0.01$ vs. baseline

본 연구대상 환자군의 QT간격분산은, 30명의 정상대조군에서 측정한 QT간격분산 및 교정 QT간격분산 35.0±3.6, 42.1±3.8 msec와 비교하여 시술전에는 유의하게 증가되어 있고($p<0.01$), 시술후 1달 후에는 유의한 차이가 없었다.

연구대상 환자 중 30명의 환자에 대한 QT간격의 측정을 반복한 결과 측정자내의 일치도 상관계수(correlation coefficient of intraobserver reproducibility)는 0.94로 좋은 일치율을 보였다.

QT간격분산의 변화에 대한 다른 요인의 영향

QT간격분산의 변화를 병변혈관별로 나누어 보면(Table 2), 좌전하행지 혈관의 경우 다른 혈관에 비하여 관동맥확장술후 QT간격분산의 감소가 뚜렷하였다($p<0.01$). 좌선행지와 우측관동맥의 경우 1달후의 QT간격분산은 시술 전에 비하여 감소하기는 하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

QT간격분산의 변화는 남녀 성별, 협착의 정도(90%를 기준으로 비교), 베타차단제의 사용 유무에 따른 차이는 없었다(Fig. 2). 대부분의 환자들은 아스피린, nitrate제재, 칼슘차단제를 복용하는 상태였다.

Table 2. Change of QT dispersion by coronary artery disease location

	N	Baseline	Immed.	1 day	1 month
LAD	56	49.6±19.9	52.4±18.0	46.9±18.0	29.4± 8.9*
LCX	12	40.9±16.5	39.7±18.2	39.7±18.2	33.4± 7.8
RCA	16	44.7±15.4	43.1±12.2	44.3± 9.7	36.7±14.9

Immed : Immediate, 1 - 2 hours after PTCA, LAD : left anterior descending artery, LCX : left circumflex artery
RCA : right coronary artery.
* : $p<0.01$ vs. baseline

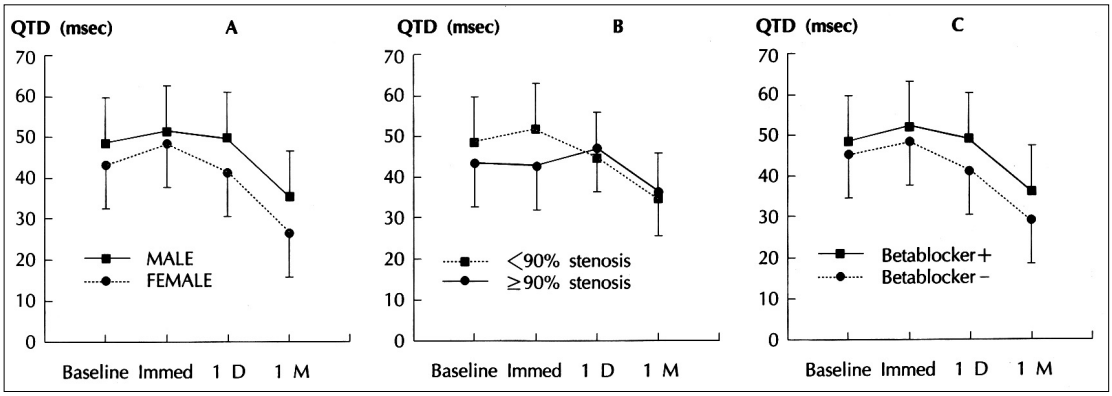

Fig. 2. There was no significant diference in the change of QT dispersion according to sex(A : male 65, female 19), the severity of stenosis (B : ≥90% stenosis n=20, <90% stenosis n=64) and usage of beta-blocker(C : beta-blocker(+) n=45, beta-blocker(-) n=39). 1D : QTd 1day after PTCA, 1M : QTd 1 month after PTCA

고 안

본 연구에서 심근경색의 병력이 없는 협심증 환자에서 경피적 관동맥확장술을 시행하는 경우, QT간격분산 및 교정 QT간격분산은 시술후 1일까지는 뚜렷한 변화가 없었으나 1달후에는 감소하는 소견을 보여 허혈에 의한 심실재분극의 불균등성이 시술후 1일~1달 사이에 호전됨을 관찰하였다.

QT간격분산은 심실재분극의 불균등성을 나타내는 지표로서, QT간격분산이 심실의 각 부위에서 단극활동전위(MAP, monophasic action potential)로 측정한 재분극 회복시간(repolarization and recovery time)의 분산과 유의한 상관관계가 있음은 Zabel 등에 의하여 밝혀졌다.[11]

QT간격분산의 증가와 허혈성 심질환에서의 심장급사와의 연관성에 대해서는 많은 보고가 있다. 심근경색 환자중 심실세동을 경험하였던 환자군에서 QT간격분산이 월등히 높았고,[12] 급성 심근경색 환자에서 급성기의 심실세동의 예측인자로서의 QT간격분산의 유용성은 이견은 있으나[7][8][13] 의미있는 차이가 있다는 보고가 많다. 진구성 심근경색 환자군에서도 심실성빈맥을 경험하였던 환자군에서 QT간격분산의 증가가 관찰되었고,[14] 심근경색후 5년까지의 심장사를 예측하는데 있어 조기 QT간격분산(2~3일 후)은 유용성이 없고 후기(4주이상 후) QT간격분산이 유효한데, 이는 생존자에서는 그 사이 QT간격분산이 급격히 감소하기 때문으로 알려졌다.[15] 또한 심근경색 환자에서 재관류요법의 QT간격분산에 대한 영향으로는 심근경색 환자에서 혈전용해제를 투여한 경우 재관류가 잘된 군에서 그렇지 못한 군에 비하여 QT간격분산이 유의하게 적었다는 보고가 있다(TEAM - 2 study).[16]

그러나 심근경색의 경우 QT간격분산의 증가 및 심실빈맥과의 연관성에 대해서는 많이 알려졌지만, 심근경색의 병력이 없는 허혈성 심질환에서의 QT간격분산에 대하여는 알려진 바가 많지 않다. 심근에 유발된 허혈은 정상적인 심실재분극에 영향을 주어 QT간격을 변화시킬 수 있고,[17] 부하로 유발된 심근허혈에서 QT간격분산의 증가가 보고된 바 있다.[18] 그러나 협심증 환자에서 심근허혈의 증상이 없는 안정된 상태에서 측정한 QT간격분산이 정상인에 비하여 증가되는지는 확실하지 않다. 하지만 짧은 기간의 허혈이 회복되어도 대사성 영향이 남을 수 있다는 보고가 있어,[19][20] 반복적인 허혈이나 만성 허혈이 있는 경우 안정시 심전도의 QT간격에도 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

협심증 환자에서 관동맥확장술 후의 QT간격분산의 변화는 최근 한,[21] Yunus A,[22] Kelly BF[23] 등이 보고하였는데, 시술 후 QT간격분산의 의미있는 감소를 보인 점은 본 연구결과와 일치하였으나 다른 연구에서는 시술 후 4시간 내지 24시간 후에 QT간격분산이 시술전에 비하여 이미 의미있게 감소하여 본 연구와는 시간적인 차이를 보였다. 이러한 차이는 우선 대상환자군의 상이함에서 비롯될 수 있을 것으로 생각된다. 한, Kelly 등의 연구에서는 심근경색 환자군이 포함되어 있었고, Yunus의 연구에서는 심근경색의 병력이 없었던 환자군을 선택한 것은 본 연구와 동일하나, 시술전 안정시의 QT간격분산이 평균 60 msec로서 본 연구군에서의 51 msec보다 크므로 허혈범위가 상대적으로 더 큰 환자군일 가능성이 있다. 실제로 혈관의 평균 협착율이 본 연구에서는 78%이었고 Yunus의 연구에서는 최대빈도 협착율이 90%였다. 두번째로는 시술방법의 차이를 들 수 있겠다. 기존의 연구에서 관동맥성형술의 방법에 대한 자세한 내용이 없어 정확한 비교가 어렵지만, 시술시 풍선확장의 시간 및 횟수, 투약, 시술후 처치 및 안정정도 등이 다르다면 이러한 조건들이 QT간격분산에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 세번째로는 QT간격분산의 측정 방법이다. 아직까지 QT간격분산의 표준화된 측정방법이 정립되지 않은 상황이어서 정상기준치조차 명확하지 않은 점을 고려할 때, 물론 시술 전후의 비교라 하여도 측정자에 따른 차이가 있을 수 있을 것으로 생각된다.

QT간격분산이 관동맥확장술 후 1일까지는 뚜렷한 변화가 없다가 1~30일 사이에 감소된 소견의 정확한 기전은 알 수 없지만, 시술시의 풍선 확장에 의한 유발성 허혈이나, 시술 후 병변부위의 염증, 부종으로 인한 일시적인 허혈이 시술후 1일때까지 영향을 미쳤을 가능성과, 혈류개선은 되었으나 이에 의한 심근내 전기생리학적인 재분극의 호전이 즉시 나타나지 않고 어느정도의 시간 경과후 나타났을 가능성을 생각해 볼 수 있겠다.

본 연구의 제한점으로는 가장 대표적인 것이 QT간격 측정의 어려움이다. 특히 T파의 끝점을 정하는 것이 상당히 어려웠는데, 이것이 불명확한 경우 그 유도를 측정에서 제외시켜 오차를 줄이려고 노력하였으나 이러한 과정으로 인해 QT간격분산이 실제보다 적게 측정될 가

능성이 있다. 이를 극복하기 위하여 최근 QT간격을 자동적으로 측정하려는 시도가 있기는 하지만 아직 미비점이 많은 상태이다. 두번째로는 관동맥성형술의 QT간격분산에 미치는 영향에 중요한 변수로 작용할 수 있는 허혈성 심근의 범위가 정량화되지 않은 점이다. 관동맥성형술의 대상이 되는 혈관의 협착정도를 분석하기는 하였으나 이보다는 심근스캔을 시술 전후로 시행, 분석하여 허혈성 심근의 범위의 감소정도를 정량화하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다. 세 번째로 QT 간격의 일중변동이 있다는 점이다.[24] 본 연구의 심전도는 대부분 오전 9시부터 12시 사이에 측정되었으나 동일 시간의 심전도를 비교한 것은 아니다.

본 연구에서는 관동맥성형술 이후 1달간의 QT간격분산의 변화를 살펴보았는데, 향후 더 장기적인 관찰이 요구되며 또한 이러한 QT간격분산의 변화가 급사나 심실성부정맥의 발생에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

요 약

연구배경 및 목적 :

QT간격분산은 표준 12유도 심전도에서 QT간격의 최대치와 최소치의 차이로서, 이는 심실의 국소적 흥분회복의 불균등성을 대표한다. 허혈성 심질환에 의한 심실성부정맥의 유발에 이러한 흥분회복의 차이가 중요한 역할을 하는 바, QT간격분산이 심실성부정맥을 예견하는 지표로 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 경피적 관상동맥확장술(PTCA)을 시행한 심근경색의 병력이 없는 협심증 환자들을 대상으로 시술전과 시술후 시간별로 QT간격분산의 변화를 관찰하고자 한다.

방 법 :

경피적 관상동맥확장술을 시행한 84명의 협심증 환자에서 시술전, 시술직후, 시술 1일후와 시술후 1개월에 12유도 심전도를 측정하여 각각의 심전도에서 QT간격분산과 교정 QT간격분산(corrected QT dispersion)을 구하여 이의 변화를 보고 이 변화가 성별, 병변혈관, 협착정도, 베타차단제의 사용여부 등에 따라 차이가 있는지 살펴보았다.

결 과 :

환자들의 평균연령은 58.3±9.0세였고, 성별로는 남녀 각각 65, 19명이었으며, 관상동맥확장술을 시행한 병변은 좌전하행지 56, 좌회선지 12, 우관동맥 16예였다. 시술전, 시술직후, 시술 1일후, 시술 1개월후의 QT간격분산(교정 QT간격분산)은 각각 51.3±4.2(50.7±4.1), 54.2±4.5(52.8±4.5), 47.7±4.3(48.5±4.8), 36.3±4.5(37.5±4.6)msec로 시술직후에는 시술전과 뚜렷한 차이가 없으나 시술 1개월후에는 의미있게 감소하였다(p=0.001). 그 차이는 좌전하행지 병변에서 다른 혈관의 병변보다 더 뚜렷하였고, 성별, 협착정도, 베타차단제의 사용여부 등에 따른 차이는 없었다.

결 론 :

심근경색의 병력이 없는 협심증 환자들에서 관동맥확장술 1개월후에 QT간격분산은 시술전에 비하여 의미있게 감소하였다. 이는 관동맥확장술이 불균등한 심실재분극을 호전시킬 수 있는 가능성을 시사하며, 이러한 시술후의 심실부정맥이나 급사의 빈도의 변화에 대한 장기적 연구가 필요하리라 생각된다.

중심 단어 : QT간격분산 · 협심증 · 관동맥확장술.

본 연구의 수행에 많은 도움을 주신 심혈관센터의 송생길 선생님에게 깊은 감사를 드립니다.

REFERENCES

1) Higham PD, Campbell RWF. *QT dispersion. Br Heart J 1994;71:508-10.*
2) Mirvus DM. *Spacial variation of QT intervals in normal persons and patients with acute myocardial infarction. J Am Coll Cardiol 1985;5:625-9.*
3) Higham PD, Hilton CJ, Aitcheson DA, Furniss SS, Bourke JP, Campbell RWF. *QT dispersion does reflect regional variation in ventricular recovery. Circulation 1992;86(suppl I):392.*
4) Buja G, Miorelli M, Turrini P, Melacini P, Nava A. *Comparison of QT dispersion in hypertrophic cardiomyopathy between patients with and without ventricular arrhythmias and sudden death. Am J of Cardiol 1993;15:72:973-6.*
5) Barr CS, Naas A, Freeman M, Lang CC, Struthers AD. *QT dispersion and sudden unexpected death in chronic heart failure. Lancet 1994;343:327-9.*
6) Clarkson PB, Naas AA, McMahon A, MacLeod C, Struthers AD, MacDonald TM. *QT dispersion in essential hypertension. QJM 1995;88:327-32.*
7) Xiang H. *The relationship between increased QT dispersion of acute myocardial infarction and ventricular fibrillation. Chinese J Cardiol 1993;21:282-3.*
8) Hohnloser SH, Van de Loo A, Arendts W, Zabel M, Just H. *QT-dispersion in the surface ECG as a parameter of increased electrical vulnerability in acute myocardial ischemia. Zeitschrift fur Kardiologie 1993;82:678-82.*
9) Statters DJ, Malik M, Ward DE, Camm AJ. *QT dispers-*

ion: problems of methodology and clinical significance. J of Cardiovasc Electrophysiol 1994;5:672-85.

10) Ahnve S. *Correction of QT interval for heart rate: Review of different formulas and the use of Bazett's formula in myocardial infarction. Am Heart J 1985;109:568-74.*
11) Zabel M, Portnoy S, Franz MR. *Electrocardiographic indexes of dispersion of ventricular repolarization: An isolated heart validation study. J Am Coll Cardiol 1995;25: 746-52.*
12) Higham PD, Furniss SS, Campbell RWF. *QT dispersion and components of the QT interval in ischaemia and infarction. Br Heart J 1995;73:32-6.*
13) Leitch J, Basta M, Dobson A. *QT dispersion does not predict early ventricular fibrillation after acute myocardial infarction. Pacing & Clinical Electrohysiology 1995;18: 45-8.*
14) Perkiomaki JS, Koistinen MJ, Yli-Mayry S, Huikuri HV. *Dispersion of QT interval in patients with and without susceptibility to ventricular tachyarrhythmias after previous myocardial infarction. J Am Coll Cardiol 1995;26: 174-9.*
15) Glancy JM, Garratt CJ, Woods KL, de Bono DP. *QT dispersion and mortality after myocardial infarction. Lancet 1995;345:945-8.*
16) Moreno FL, Villanueva T, Karagounis LA, Anderson JL. *Reduction in QT interval dispersion by successful thrombolytic therapy in acute myocardial infarction. TEAM-2 Study Investigators. Circulation 1994;90:94-100.*
17) Chou TC. *Electrocardiography in clinical practice. 3rd ed. Philadelphia. WB Saunders;1991. p.178.*
18) Stoletniy, Pai RG. *Usefulness of QT dispersion in interpreting exercise electrocardiograms. Am Heart J 1995;130: 918-21.*
19) Deboer LWV, Ingwall JS Kloner RA, Braunwald E. *Prolonged derangements of canine purine metabolism after a brief coronary artery occlusion not associated with anatomic evidence of necrosis. Proc Natl Acad Sci USA 1980; 77:5471-5.*
20) Allison TB, Holsinger J. *Myocardial metabolism and regional myocardial blood flow in the canine left ventricle following 20 minutes of circumflex artery occlusion and reperfusion. J Mol Cell Cardiol 1983;15:151-61.*
21) Han HJ, Rho TH, Lee MY, Kim HY, Youn HJ, Kim JJ, *et al. Change of QT dispersion following successful percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA). Korean J Med 1997;52:780-5.*
22) Yunus A, Gillis AM, Traboulsi M, Duff HJ, Wyse DG, Knudtson ML, *et al. Effect of coronary angioplasty on precordial QT dispersion. Am J Cardiol 1997;79:1339-42.*
23) Kelly RF, Parillo JE, Hollenberg SM. *Effect of coronary angioplsty on QT dispersion. Am Heart J 1997;134:399-405.*
24) Muller D, Abbushi O, Lamp F, Behrens S. *QT analysis from 12-lead Holter momitoring-Evidence of circardian variation of the QT dispersion. PACE 21:4 (pt II):946 (abstract);1998.*