

# 동맥경직도와 QTc 간격과의 관계

Original Article

박성원, 최지호, 손유나, 박광식, 이지원\*

연세대학교 의과대학 세브란스병원 가정의학교실

## Relationship between Arterial Stiffness and QTc Interval

Sung-Won Park, Ji-Ho Choi, You-Na Son, Kwang-Shik Park, Ji-Won Lee\*

Department of Family Medicine, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background:** Arterial stiffness is an efficient tool for early diagnosis of atherosclerosis and prediction of cardiovascular disease, and it has been known recently that the electrocardiogram QT interval is related to many cardiovascular diseases. In this study, we analyzed the relationship between arterial stiffness and corrected QT (QTc) interval in adults with no cardiovascular diseases who had visited family medicine clinics.

**Methods:** Questionnaires, physical measurements, blood pressure measurements, and lab tests were carried out in 603 adults (39.28±11.59 years). Brachial-ankle pulse wave velocity was measured, and QTc interval was measured by a standard 12-lead electrocardiogram.

**Results:** Pearson correlation showed a statistically positive correlation with age ( $r=0.222, P<0.001$ ), body mass index ( $r=0.097, P=0.02$ ), waist-hip circumference ratio ( $r=0.215, P<0.001$ ), fasting plasma glucose ( $r=0.179, P<0.001$ ), and fasting insulin ( $r=0.091, P=0.03$ ) from QTc interval. Brachial-ankle pulse wave velocity showed a positive correlation with QTc interval ( $r=0.196, P<0.001$ ). Multiple regression analysis after adjusting for age, sex, body mass index, systolic blood pressure, total cholesterol, high density lipoprotein, triglyceride, fasting plasma glucose, fasting insulin, and C-reactive protein showed a significant positive relationship with the QTc interval independent from brachial-ankle pulse wave velocity ( $P<0.01$ ).

**Conclusion:** There is a significant relationship between arterial stiffness and QTc interval, and QTc interval tends to increase as arterial stiffness increases. Therefore, those in primary care with increased QTc interval should be evaluated for risks of cardiovascular diseases as a primary prevention against cardiovascular diseases.

**Keywords:** Arterial Stiffness; QTc Interval; Echocardiogram

### 서론

최근 우리나라에서는 식생활의 서구화와 생활양식의 변화로 인해 심혈관질환으로 인한 사망률은 최근 10년간 2배 이

상으로 증가하여 국내 전체 사망원인의 27.6%로 1위를 차지하고 있으며 동맥경화와 관련 있는 허혈성 심장병 등이 빠르게 증가 추세에 있다.<sup>1)</sup> 심혈관질환으로 인한 사망의 80%는 적절한 관리를 통해 예방이 가능하므로 심혈관질환을 조기에 예측할 수 있는 예측인자의 중요성은 더욱 강조되고 있는 실정이다.

동맥경직도는 동맥의 죽상화과 함께 동맥경화의 중요한 인자로 동맥경직도 증가 시 좌심실 후부하와 관상동맥 관류의 감소로 심근의 산소 요구량을 증가시키고 동맥벽에 스트레스를 가하여 동맥경화를 일으킨다고 알려져 있다.<sup>2)</sup> 최근 조기에 동맥경직도와 혈관손상의 심각도를 진단하는 방법으로

Received: August 17, 2010, Accepted: April 17, 2012

\*Corresponding Author: Ji-Won Lee

Tel: 02-2228-2330, Fax: 02-362-2473

E-mail: indi5645@yuhs.ac

Korean Journal of Family Practice  
Copyright © 2012 by The Korean Academy of Family Medicine

맥파속도(pulse wave velocity)가 사용되고 있으며 재현성이 높으면서<sup>3,4)</sup> 외래에서 간단하고 비침습적으로 쉽게 측정할 수 있어서<sup>5)</sup> 이는 동맥경화 조기 판별과 심혈관질환 예측의 유용한 도구로 널리 이용되고 있다.<sup>6,8)</sup>

심전도상 QT 간격은 QRS군의 시작부터 T파의 끝까지의 간격으로 심실의 탈분극(depolarization)의 시작 시점과 심실 재분극(repolarization) 완료 시점 사이의 시간 간격을 의미한다.<sup>9)</sup> QT 간격은 심박동수와 반비례로 변동하므로 Bazett 공식을 이용하여 심박동수 60회를 기준으로 교정한 QT (corrected QT, QTc) 간격을 구하여 사용한다. QTc 간격은 연령이 증가할수록 증가하며 정상치는 남자에서 420 ms 이하, 여자에서 440 ms 이하로 알려져 있다. 심전도상 QTc 간격의 연장은 심실빈맥, 심실세동, 다형성 심실빈맥(torsades de pointes) 등 치명적인 부정맥을 유발할 수 있으며<sup>10)</sup> 허혈성 심장질환과 급사까지도 초래할 수 있다.<sup>11,12)</sup> QTc 간격을 연장시키는 원인으로는 저칼륨혈증, 저체온증, 뇌지주막하출혈, 심근염, 급성심근경색, 선천성 QT 간격 연장증후군 등의 질환이 있으며 약물로는 procainamide, quinidine, amiodarone, digitalis, diisopyramide, 삼환계 항우울제 등이 유발하는 것으로 알려져 있다.<sup>13,14)</sup>

심혈관질환의 초기 단계 평가인자로서 동맥경직도와 QT 간격 연장 각각에 대해서는 여러 연구들이 보고되고 왔지만 아직까지 평가인자로서 동맥경직도와 심전도상의 QTc 간격 연장과 상호관련성에 대해서는 그 중요성에 비해 잘 알려져 있지 않다. 외국의 경우 Maebuchi 등<sup>15)</sup>이 2,666명을 대상으로 시행한 동맥경직도와 QTc 간격 연장과 유의한 관련성을 밝힌 연구가 유일하였고 국내에서는 아직까지 이에 대한 연구가 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 가정의학과를 내원한 한국 성인 남녀를 대상으로 동맥경직도와 QTc 간격과의 관련성을 알아보려고 하였다.

## 방법

### 1. 연구대상

2004년 4월부터 2009년 12월까지 세브란스병원 가정의학과에 내원한 20-70세의 성인 남녀 중 상완-발목 맥파속도(brachial-ankle pulse wave velocity)를 측정한 936명을 대상으로 시행하였다. 이 가운데 심전도를 시행하지 않은 경우, 암, 심장질환, 말초혈관질환, 뇌혈관질환, 갑상선질환, 최근 6개월간 급성심근경색의 과거력이 있는 경우, 심전도상에서 심방심실 전도장애가 있는 경우, 항고혈압제를 제외한 심혈관 약물을 복용 중인 경우, QTc 간격을 연장시킬 수 있는 항히스타민제, 항우울제, 경구피임제를 복용 중인 경우를 연구대상에서

제외하여 최종 분석대상은 603명(남자 146명, 여자 457명, 연령 20-70세)이었으며, 본 연구는 해당 병원 의료윤리위원회(institutional review board)의 승인을 받았다.

### 2. 연구방법

#### 1) 문진

검사 전 설문지를 통해 대상자의 현병력, 과거력, 약물복용력, 흡연 및 음주습관, 여성의 경우 폐경 유무에 대해 조사하였다. 흡연은 현재 흡연을 하는 사람으로, 음주는 일주일에 한번 이상 음주를 하는 사람으로 정의하였다.

#### 2) 신체계측

신장과 체중은 가벼운 옷을 입은 상태로 전자저울과 전자신장계측기를 이용하여 각각 킬로그램과 센티미터 단위로 소수점 한 자리까지 측정하였으며, 체질량지수(body mass index)는 체중(kg)/키(m)<sup>2</sup>으로 계산하였다. 허리둘레는 직접 자세에서 양쪽 엉덩뼈 능선(ilic crest) 3 cm 상방을 중심으로, 엉덩이 둘레는 양측 대퇴골 대전자의 가장 넓은 부위를 중심으로 소수점 한 자리까지 측정하였으며, 허리엉덩이둘레비(waist-to-hip ratio)는 허리둘레(cm)를 엉덩이둘레(cm)로 나누어 계산하였다. 혈압측정은 10분 이상 안정 후에 의자에서 앉은 상태로 전자식 혈압계로 숙련된 간호사가 우측 팔에서 1회 측정하였으며 정상이 아닌 경우에는 10분간 재안정 후 재측정하였다.

#### 3) 상완-발목 맥파속도

대상자는 맥파속도 측정 전에 적어도 5분 이상 안정을 취한 후 수평 침대에 누운 자세에서 Form/ABI 장치(Nihon Colin, Komaki, Japan)를 이용하여 측정하였다. 파형 데이터는 양쪽 상완과 발목에 감긴 측정 띠의 반도체 센서를 이용하여 기록되었으며, 우측 상완-발목 맥파속도와 좌측 상완-발목 맥파속도가 측정되었다. 우측과 좌측의 상완-발목 맥파속도는 유의하게 양의 상관성이 있으므로 본 연구에서는 평균 상완-발목 맥파속도를 사용하였다.

#### 4) Corrected QT 간격

심전도는 표준 12-유도 자동 심전도기인 Marquette MAC 12 (General Electric Medical System Inc., Milwaukee, WI, USA)를 이용하여 기록하였다. 심박동수와 QTc 간격은 자동 심전도분석 프로그램(12SL electrocardiogram [ECG] analysis program; GE-Marquette Medical Systems, Milwaukee, WI, USA)에 의해 계산되었다. QTc 간격이 심박동수와 반비례로 변동하므로 가장 널

리 사용되는 Bazett 공식( $QT/RR^{1/2}$ )에 의해 QT 간격을 계산하였으며,<sup>16)</sup> QTc 간격 연장은 남자에서 420 ms, 여자에서 440 ms를 초과하는 경우로 정의하였다.<sup>13)</sup> 측정된 심전도 결과는 모두 가정의학과 의사 1인에 의해 검토를 받아 left bundle branch block, right bundle branch block, significant Q wave 소견이 보이는지 확인하였다.

### 5) 혈액검사

대상자의 혈액은 검사 전 8시간 공복 후 아침에 안정 상태에서 전주동맥에서 채혈하였다. 총콜레스테롤(total cholesterol), 고밀도지단백(high density lipoprotein) 콜레스테롤, 중성지방(triglyceride), 공복혈당은 비색법(colorimetry)을 이용한 ADVIA 1650 전자동 임상화학분석기(Bayer, Tarrytown, NY, USA)를 사용하여 분석하였고, 저밀도지단백(low density lipoprotein) 콜레스테롤은 (총콜레스테롤-[고밀도지단백 콜레스테롤+중성지방/5])로 계산하였다.

### 3. 통계분석

모든 통계학적 분석은 SPSS ver. 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 패키지를 이용하였다. QTc 간격을 사분위로 나누어 신체계측치, 체성분 구성, 혈액검사의 평균값의 차이가 있는지 알아보기 위해 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 이용하였고 다중검정을 위해 Tukey test를 시행하였다. QTc 간격과 상완-발목 맥파속도 및 심혈관 위험인자와의 연관성을 분석하기 위해 피어슨 상관분석을 실시하였다. 상완-발목 맥파속도와 QTc 간격 간의 독립적인 관련성을 파악하기 위해 혼란변수인 나이, 성별, 체질량지수, 허리엉덩이 둘레, 수축기혈압, 총콜레스테롤, 고밀도지단백 콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당, 공복인슐린, C 반응단백을 포함하여 다중회귀분석을 실시하였다. 통계학적인 유의수준은 P값 0.05 미만으로 하였다.

## 결과

### 1. 대상자의 임상적 특징

연구대상자들은 총 603명(20-70세)으로 Table 1은 연구대상자들의 일반적인 특성, 신체계측 및 심혈관 위험인자의 차이를 나타낸 표이다. 성별은 남자가 146명(24.2%), 여자가 457명(75.8%)이었고 평균나이는 39.28±11.59세였다. 체질량지수는 24.27±4.71 kg/m<sup>2</sup>이었다. 평균 맥파속도는 1,264.15±201.16 이었고, QTc 간격의 평균은 422.80±24.37 ms이었다.

### 2. QTc 간격과 상완-발목 맥파속도 및 심혈관 위험인자들 간의 상관성

QTc 간격과 상완-발목 맥파속도 및 심혈관 위험인자들 간의 상관성을 알아보기 위해 피어슨 상관분석을 하였을 때 나이( $r=0.222, P<0.001$ ), 체질량지수( $r=0.097, P=0.02$ ), 허리엉덩이 둘레비( $r=0.215, P<0.001$ ), 공복혈당( $r=0.179, P<0.001$ ), 공복인

Table 1. Clinical characteristics.

	Value (n=603)
Age (y)	39.28±11.59
Sex (male) (n, %)	146 (24.2)
Anthropometry	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.47±4.71
WHR	0.90±0.07
Waist circumference (cm)	92.34±12.14
Muscle mass (g)	25.75±6.03
Fat percent (%)	34.46±6.51
Metabolic variables	
SBP (mm Hg)	124.62±15.18
DBP (mm Hg)	75.80±10.54
Total cholesterol (mg/dL)	186.89±35.70
HDL-cholesterol (mg/dL)	51.62±12.88
Triglyceride (mg/dL)	99.50 (16-647)
Fasting glucose (mg/dL)	94.34±15.69
Fasting insulin (μU/mL)	10.51±8.78
Hs-CRP (mg/L)	0.95 (0.1-55.26)
Life style	
Hypertension (n, %)	74 (13.4)
Diabetes (n, %)	22 (3.6)
Dyslipidemia (n, %)	32 (5.7)
Smoking (n, %)	30 (5.9)
Alcohol drinking (n, %)	75 (14.8)
Mean pulse wave velocity*	1,264.15±201.16
QTc (ms) <sup>†</sup>	422.80±24.37

Values are presented as mean±SD or median (range).

BMI: body mass index, WHR: waist-to-hip ratio, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HDL: high density lipoprotein, Hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein, QTc: corrected QT.

\*The mean index of arterial stiffness. <sup>†</sup>Intervals were calculated from Bazett formula ( $QTc=QT/RR^{1/2}$ ).

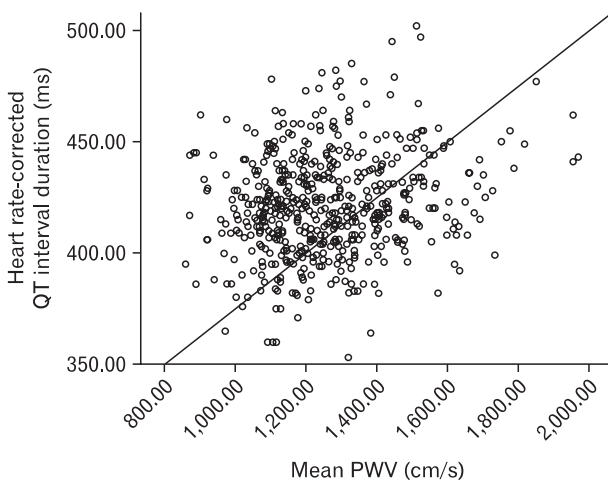
**Table 2.** Correlation between QTc interval and cardiovascular risk factors.

	QTc interval	
	r	P-value
Age (y)	0.222	<0.001
<b>Anthropometry</b>		
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.097	0.019
WHR	0.215	<0.001
Waist circumference (cm)	0.052	0.22
<b>Metabolic variables</b>		
SBP (mm Hg)	0.071	0.091
DBP (mm Hg)	0.067	0.113
Total cholesterol (mg/dL)	0.055	0.185
HDL-cholesterol (mg/dL)	0.059	0.158
Triglyceride (mg/dL)	0.060	0.146
Fasting glucose (mg/dL)	0.179	<0.001
Fasting insulin (μU/mL)	0.091	0.032
Hs-CRP (mg/L)	0.075	0.080
Mean pulse wave velocity*	0.196	<0.001

Coefficients (r) and P-values are calculated by Pearson correlation model.

QTc: corrected QT, BMI: body mass index, WHR: waist-to-hip ratio, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HDL: high density lipoprotein, Hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein.

\*The mean index of arterial stiffness.



**Figure 1.** Correlation between QT interval and mean pulse wave velocity (PWV) (r=0.196, P<0.001).

**Table 3.** Multiple regression analysis according to QTc interval.

	QTc interval		
	β	SE	P-values*
Age (y)	0.241	0.112	0.03
Sex	14.060	2.770	<0.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.521	0.314	0.10
SBP (mm Hg)	-0.071	0.102	0.49
Total cholesterol (mg/dL)	-0.029	0.034	0.40
HDL-cholesterol (mg/dL)	0.189	0.097	0.05
Triglyceride (mg/dL)	0.014	0.019	0.47
Fasting glucose (mg/dL)	0.190	0.074	0.01
Fasting insulin (μU/mL)	0.085	0.145	0.56
Hs-CRP (mg/L)	0.617	0.353	0.08
Mean pulse wave velocity†	0.019	0.008	0.01

R<sup>2</sup>=0.154.

QTc: corrected QT, BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, HDL: high density lipoprotein, Hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein.

\*Calculated by multiple regression model using QTc interval as the dependent variable. Variables significantly associated with for QT interval (P<0.05) are shown in the table.

†The mean index of arterial stiffness.

술린(r=0.091, P=0.03)과 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다(Table 2). 또한 상완-발목 맥파속도와 QTc 간격은 유의한 양의 상관관계를 나타냈다(r=0.196, P<0.001) (Figure 1).

### 3. 상완-발목 맥파속도와 QTc 간격과의 독립적인 연관성

상완-발목 맥파속도와 QTc 간격과의 고유한 관계를 알아보기 위하여 나이, 성별, 체질량지수, 허리엉덩이둘레비, 수축기혈압, 총콜레스테롤, 고밀도지단백 콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당, 공복인슐린, C 반응단백을 보정한 후 다중회귀분석을 실시하였다. 혼란변수를 보정한 후에도 QTc간격은 상완-발목 맥파속도와 독립적으로 유의한 양의 연관성이 있었다 (R<sup>2</sup>=0.154, P<0.01) (Table 3).

### 고찰

본 연구에서는 세브란스병원 가정의학과를 내원한 성인 남녀를 대상으로 하였을 때 QTc 간격은 상완-발목 맥파속도와 독립적인 양의 상관관계가 있었다. 즉 심혈관질환과 밀접

한 관련이 있는 동맥경직도가<sup>7,8)</sup> 증가할수록 QTc 간격이 증가하였고 이는 기존의 연구결과와 일치하는 결과이다.<sup>15)</sup>

최근 무증상 동맥질환의 예측지표와 QTc 간격의 연관성에 대한 관심이 증가하고 있는데<sup>15,17-19)</sup> Maebuchi 등<sup>15)</sup>이 심혈관질환이 없는 2,666명을 대상으로 시행한 Hisayama Study에서는 동맥경직도와 QTc 간격 연관 사이에 양의 상관관계가 있으며 독립적으로 유의한 양의 연관성이 있음을 보고하였고 Festa 등<sup>17)</sup>은 관상동맥질환이 없는 비당뇨인 912명을 대상으로 시행한 Insulin Resistance Atherosclerosis Study에서 경동맥 내막 두께와 QTc 간격의 밀접한 관련성을 보이며 QTc 간격이 무증상 동맥경화의 예측인자임을 보고하였다. Strohmer 등<sup>18)</sup>은 1,199명의 건강한 성인을 대상으로 Salzburg Atherosclerosis Prevention Program 시행 시 남성에서 경동맥 내막 두께와 QTc 간격 간에 독립적 연관성이 있음을 보고하였다.

QTc 간격의 연장은 건강한 성인에서도 기존 역학조사 및 선행연구에서 심혈관 위험인자와 밀접한 관련이 있으며<sup>20)</sup> 심혈관질환의 발생 및 사망위험을 증가시킨다고 알려져 있다.<sup>21,22)</sup> QTc 간격 연장이 심혈관질환의 선행요인으로 간주되는 기전에 대해서 명확히 알려져 있지 않지만 지금까지의 연구를 살펴보면 좌측 교감신경 활성도의 우위성에 의하거나 심근막 기능의 결함에 의한 심실의 전기적 불안정성에 기인한 것이라는 보고가 있다.<sup>23,24)</sup> 이처럼 QTc 간격은 부정맥질환의 선행 현상으로 많은 연구들에서 심인성 급사의 위험을 증가시킨다고 보고하고 있다.<sup>11,25)</sup>

상완-발목 맥파속도는 동맥경직도를 대변하며 혈관손상을 반영하는 표지자로 최근에는 상완-발목 맥파속도가 심혈관질환의 이환률 및 사망률의 강력한 예측인자로 알려져 있다.<sup>7)</sup> 또한 상완-발목 맥파속도가 심혈관질환의 초기 단계 평가인자로서 유용하게 사용될 수 있음이 여러 연구를 통해 알려졌는데,<sup>8)</sup> 이러한 상완-발목 맥파속도와 QTc 간격의 독립적인 관련성은 심전도를 이용하여 비교적 일차진료에서 측정이 용이한 QTc 간격이 증가할수록 심혈관질환에 대한 주의를 더욱 기울여야 함을 의미한다.

동맥경직도가 QTc 간격을 연장시키는 기전에 대해서는 명확히 밝혀져 있지는 않지만 현재 받아들여지는 기전은 무증상의 동맥질환에서 동맥경직도 증가 시 심실의 부하가 증가되며 이것이 결과적으로 심근의 전기생리적 리모델링을 촉진하여 QTc 간격의 연장을 초래하는 것과<sup>26,27)</sup> 전신적인 동맥질환과 강한 관련이 있는 관상동맥 내 진행된 미세혈관 동맥경화증이 심내막하 허혈로 진행되어 QTc 간격이 연장된다는 이론이 받아들여지고 있다.<sup>28)</sup>

본 연구의 제한점으로는 첫째, 단면연구이기에 동맥경직

도와 QTc 간격 간의 인과관계를 정확히 알 수 없고 다른 혼란 변수를 배제하지 못하였을 가능성이 있다. 이에 대해 앞으로 전향적인 연구가 필요하며, 병태생리학적 기전을 밝힐 연구가 필요할 것으로 생각된다. 둘째, 대상자의 선정에 있어 세브란스병원 가정의학과를 내원한 사람을 대상으로 하였기에 선택 편견이 있을 수 있고 한국 성인으로 일반화하기 어려운 점이 있다. 셋째, QTc 간격에 영향을 주는 칼륨, 나트륨, 마그네슘과 같은 혈중 전해질 농도를 측정하지 않았으나 본 연구대상자들의 과거력 조사 시 전해질 이상을 초래할 질병을 앓고 있는 대상자는 없었다.

결론적으로 본 연구에서 세브란스병원 가정의학과를 내원한 성인 남녀에서 동맥경직도와 QTc 간격은 유의한 관련이 있었으며 동맥경직도가 증가함에 따라 QTc 간격도 증가하는 경향을 보였다. 따라서 심혈관질환의 일차예방을 위한 효과적인 전략으로 향후 일차진료에서 QTc 간격이 연장된 대상자는 심혈관 위험에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

## 요약

**연구배경:** 동맥경직도는 동맥경화 초기 판별과 심혈관질환 예측의 유용한 도구로 이용되며 최근 심전도상 corrected QT (QTc) 간격은 여러 심장질환과 관련이 있다고 알려져 있다. 본 연구에서는 세브란스병원 가정의학과를 내원하였으며 심혈관질환이 없는 성인 남녀를 대상으로 동맥경직도와 QTc 간격과의 관련성을 알아보려고 하였다.

**방법:** 성인 남녀 603명(39.28±11.59세)을 대상으로 설문조사, 신체계측, 혈압측정 및 혈액검사를 시행하였으며, 상완-발목 맥파속도를 측정하였고, QTc 간격은 표준 12-유도 심전도로부터 측정되었다.

**결과:** 피어슨 상관분석을 하였을 때 나이( $r=0.222$ ,  $P<0.001$ ), 체질량지수( $r=0.097$ ,  $P=0.02$ ), 허리엉덩이둘레비( $r=0.215$ ,  $P<0.001$ ), 공복혈당( $r=0.179$ ,  $P<0.001$ ), 공복인슐린( $r=0.091$ ,  $P=0.03$ )은 QTc 간격과 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다. 상완-발목 맥파속도와 QTc 간격은 유의한 양의 상관관계를 나타냈다( $r=0.196$ ,  $P<0.001$ ). 나이, 성별, 체질량지수, 수축기혈압, 총콜레스테롤, 고밀도지단백 콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당, 공복인슐린, C 반응단백을 보정한 후 다중회귀분석을 하였을 때 QTc 간격은 상완-발목 맥파속도와 독립적으로 유의한 양의 연관성이 있었다( $P<0.01$ ).

**결론:** 동맥경직도와 QTc 간격은 유의한 관련성이 있었으며 동맥경직도가 증가함에 따라 QTc 간격도 연장되는 경향을 보였다. 심혈관질환의 일차예방을 위한 효과적인 전략으로 항

후 일차진료에서 QT 간격이 연장된 대상자는 심혈관 위험에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

**중심단어:** 동맥경직도; QTc 간격; 심전도

## REFERENCES

1. Statistics Korea. Ranking cause of death by year [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; c2005-2008 [cited 2010 July 10]. Available from: <http://kostat.go.kr>.
2. Blacher J, Guerin AP, Pannier B, Marchais SJ, Safar ME, London GM. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease. *Circulation* 1999;99:2434-9.
3. Suzuki E, Kashiwagi A, Nishio Y, Egawa K, Shimizu S, Maegawa H, et al. Increased arterial wall stiffness limits flow volume in the lower extremities in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 2001;24:2107-14.
4. Yamashina A, Tomiyama H, Takeda K, Tsuda H, Arai T, Hirose K, et al. Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement. *Hypertens Res* 2002;25:359-64.
5. Lehmann ED. Clinical value of aortic pulse-wave velocity measurement. *Lancet* 1999;354:528-9.
6. Oliver JJ, Webb DJ. Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk of atherosclerotic events. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003;23:554-66.
7. Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I, Laloux B, Guize L, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension* 2001;37:1236-41.
8. Tomiyama H, Koji Y, Yambe M, Shiina K, Motobe K, Yamada J, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity is a simple and independent predictor of prognosis in patients with acute coronary syndrome. *Circ J* 2005;69:815-22.
9. Lepeschkin E, Surawicz B. The measurement of the Q-T interval of the electrocardiogram. *Circulation* 1952;6:378-88.
10. Tan HL, Hou CJ, Lauer MR, Sung RJ. Electrophysiologic mechanisms of the long QT interval syndromes and torsade de pointes. *Ann Intern Med* 1995;122:701-14.
11. Vlay SC, Mallis GI, Brown EJ Jr, Cohn PF. Documented sudden cardiac death in prolonged QT syndrome. *Arch Intern Med* 1984;144:833-5.
12. Straus SM, Kors JA, De Bruin ML, van der Hooft CS, Hofman A, Heeringa J, et al. Prolonged QTc interval and risk of sudden cardiac death in a population of older adults. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:362-7.
13. Braunwald E, Zipes DP, Libby P. Heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 6th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2001.
14. Longo DL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, Loscalzo J. Harrison's principles of internal medicine. 17th ed. New York: McGraw-Hill; 2008.
15. Maebuchi D, Arima H, Ninomiya T, Yonemoto K, Kubo M, Doi Y, et al. Arterial stiffness and QT interval prolongation in a general population: the Hisayama study. *Hypertens Res* 2008; 31:1339-45.
16. Fesmire FM, Percy RE, Bardoner JB, Wharton DR, Calhoun FB. Usefulness of automated serial 12-lead ECG monitoring during the initial emergency department evaluation of patients with chest pain. *Ann Emerg Med* 1998;31:3-11.
17. Festa A, D'Agostino R Jr, Rautaharju P, O'Leary DH, Rewers M, Mykkanen L, et al. Is QT interval a marker of subclinical atherosclerosis in nondiabetic subjects?: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study (IRAS). *Stroke* 1999;30:1566-71.
18. Strohmer B, Pichler M, Iglseder B, Paulweber B. Relationship of QT interval duration with carotid intima media thickness in a clinically healthy population undergoing cardiovascular risk screening. *J Intern Med* 2005;257:238-46.
19. Takebayashi K, Aso Y, Matsutomo R, Wakabayashi S, Inukai T. Association between the corrected QT intervals and combined intimal-medial thickness of the carotid artery in patients with type 2 diabetes. *Metabolism* 2004;53:1152-7.
20. Ahn SV, Kim HC, Hur NW, Ha KS, Jang HS, Kim JB, et al. Relationship between corrected QT interval and cardiovascular risk factors in young healthy adults: the Kangwha study. *J Prev Med Public Health* 2006;39:455-61.
21. Dekker JM, Schouten EG, Klootwijk P, Pool J, Kromhout D. Association between QT interval and coronary heart disease in middle-aged and elderly men: the Zutphen Study. *Circulation* 1994;90:779-85.
22. Schouten EG, Dekker JM, Meppelink P, Kok FJ, Vandenbroucke JP, Pool J. QT interval prolongation predicts cardiovascular mortality in an apparently healthy population. *Circulation* 1991; 84:1516-23.

23. Ben-David J, Zipes DP. Differential response to right and left ansae subclaviae stimulation of early afterdepolarizations and ventricular tachycardia induced by cesium in dogs. *Circulation* 1988;78(5 Pt 1):1241-50.
24. Takahashi N, Nakagawa M, Saikawa T, Watanabe M, Ooie T, Yufu K, et al. Regulation of QT indices mediated by autonomic nervous function in patients with type 2 diabetes. *Int J Cardiol* 2004;96:375-9.
25. Ewing DJ, Boland O, Neilson JM, Cho CG, Clarke BF. Autonomic neuropathy, QT interval lengthening, and unexpected deaths in male diabetic patients. *Diabetologia* 1991;34:182-5.
26. Westerhof N, O'Rourke MF. Haemodynamic basis for the development of left ventricular failure in systolic hypertension and for its logical therapy. *J Hypertens* 1995;13:943-52.
27. Watabe D, Hashimoto J, Hatanaka R, Hanazawa T, Ohba H, Ohkubo T, et al. Electrocardiographic left ventricular hypertrophy and arterial stiffness: the Ohasama study. *Am J Hypertens* 2006;19:1199-205.
28. Watanabe H, Ohtsuka S, Kakihana M, Sugishita Y. Coronary circulation in dogs with an experimental decrease in aortic compliance. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:1497-506.