

MEDICAL AREA

A new prevention strategy for amateur athletes: spatial QT dispersion

Una nuova strategia di prevenzione per gli sportivi amatoriali: la dispersione spaziale del QT

Vincenzo C. FRANCAVILLA, Annabella BRASCHI, Alessandro CASCIO,
Vincenzo DI PIETRO, Tindaro BONGIOVANNI, Giuseppe FRANCAVILLA *

Centro Studi per la corretta valutazione dell'attività motoria, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy

*Corresponding author: Giuseppe Francavilla, Department of Sports Medicine, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy. E-mail: giuseppe.francavilla@unipa.it; medsport@unipa.it

SUMMARY

The reason that led us to assess the potential impact of QT dispersion on a prevention strategy comes from our bibliographic investigation that confirmed the urgency to unequivocally explore the role of spatial QT dispersion. We assessed 30 athletes between 22 and 42 years of age who practiced different sporting disciplines to verify the average QTd values. The results confirmed what we imagined, *i.e.* the benign nature of the so-called athlete's heart, and the possibility to be able to identify the presence of organ damage in the hypertensive population through QTd calculation. This data proved interesting in identifying the infarction site and the presence of a reduced electrical stability of the myocardium. The QTd enables us to assess the electrical stability of the myocardium with reference to arrhythmias and represents a fast low-cost method which is easy to apply.

(Cite this article as: Francavilla VC, Braschi A, Cascio A, Di Pietro V, Bongiovanni T, Francavilla G. A new prevention strategy for amateur athletes: spatial QT dispersion. Med Sport 2016;69:249-53)

KEY WORDS: Myocardium - Athletes - Exercise test.

RIASSUNTO

Il motivo che ci ha indotto a valutare quanto possa incidere la dispersione del QT come strategia di prevenzione a garanzia degli sportivi amatoriali nasce da una nostra indagine bibliografica che ci ha confermato l'urgenza di approfondire in modo inequivocabile il ruolo della dispersione spaziale del QT. Abbiamo valutato 30 atleti che praticavano diverse specialità sportive di età compresa tra i 22 e i 42 anni per verificare la media dei valori del QTd. I risultati hanno confermato quanto da noi ipotizzato e cioè la natura benigna del cosiddetto cuore d'atleta, è la possibilità di poter individuare attraverso il calcolo del QTd la presenza di danno d'organo nella popolazione ipertesa. Questo dato si è dimostrato interessante nell'individuare la sede di infarto e la presenza di una ridotta stabilità elettrica del miocardio. Il QTd ci mette in condizioni di valutare la stabilità elettrica del miocardio in riferimento alle aritmie e rappresenta una metodica rapida a basso costo e facilmente applicabile.

PAROLE CHIAVE: Miocardio - Atleti - Test.

One of the essential aspects in the strategy to prevent sudden death is the search for clinical and instrumental signs which are able to reliably predict the event: the so-called risk markers. Within the scope of sudden death from sport the search for these indicators appears more problematic because it is geared to a population of asymptomatic subjects or subjects who declare themselves so.

Uno degli aspetti fondamentali nella strategia di prevenzione della morte improvvisa consiste nella ricerca di segni clinici e strumentali che siano in grado di predire l'evento in maniera affidabile: i cosiddetti markers di rischio; nell'ambito della morte improvvisa da sport la ricerca di tali indicatori appare più problematica perché rivolta ad una popolazione di soggetti asintomatici o che si dichiarano tali.

The non-invasive identification of individuals at risk of sudden death remains an outstanding issue; some studies have proposed spatial QT dispersion as index of accentuated heterogeneity of the repolarization periods of the different areas of the myocardium, finding a relationship between the increase in QTd (understood as the difference between maximum QT and minimum QT value determined with the 12 leads of a basic electrocardiogram) and incidence of complex ventricular arrhythmias.

The studies carried out have been unable to establish precise reference values, showing a vast range of physiological values and an overlapping of values between healthy subjects and patients suffering from different diseases; the various searches carried out have also failed to reach any unequivocal results on its validity as prognostic marker.

QT spatial dispersion

For this reason, our Institute has investigated the real usefulness of this marker (Table I) within the hypertensive population, in both patients affected by acute myocardial infarction and in athletes, in order to find the possible application of this strategy to prevent sudden death. The results obtained have been very encouraging. QT dispersion has proved to be a useful marker in distinguishing physiological hypertrophy from pathological hypertrophy and in highlighting patients at a greater risk of arrhythmia affected by high blood pressure and IMA.

The average QT dispersion values in athletes have proved statistically lower than those of the hypertensive patients and infarcted patients studied: neither the athletes with hypertrophy nor those who have not developed, despite training, septal hypertrophy presented an increase in QTd, which always remained within physiological limits.

The failure to associate hypertrophy with an increase in QTd has once again confirmed

L'identificazione non invasiva degli individui a rischio di morte improvvisa rimane tuttora un problema irrisolto; alcuni studi hanno proposto la dispersione spaziale del QT come indice di accentuata eterogeneità dei periodi di ripolarizzazione delle diverse aree del miocardio, riscontrando una correlazione tra aumento della QTd (intesa come differenza tra il valore di QT massimo e del QT minimo calcolati nelle 12 derivazioni di un elettrocardiogramma di base) ed incidenza di aritmie ventricolari complesse.

Gli studi effettuati non sono riusciti a stabilire dei precisi valori di riferimento, riportando un ampio range di valori fisiologici e una sovrapposizione di valori tra soggetti sani e pazienti affetti da differenti patologie, né le varie ricerche sono giunte a risultati univoci sulla sua validità come marker prognostico.

Dispersione spaziale del QT

Per tale motivo il nostro Istituto ha indagato sulla reale utilità di questo marker (Tabella I) nell'ambito della popolazione ipertesa, nei pazienti affetti da infarto miocardico acuto e negli atleti e sulla possibile applicazione di questo parametro nella strategia di prevenzione della morte improvvisa; i risultati ottenuti sono stati molto incoraggianti: la dispersione del QT ha dimostrato di essere un marker utile sia nel distinguere un'ipertrofia fisiologica da una patologica sia nell'evidenziare i pazienti a maggior rischio aritmico affetti da ipertensione arteriosa e IMA.

I valori medi di dispersione del QT negli atleti si sono rivelati statisticamente inferiori rispetto ai pazienti ipertesi e infartuati studiati: né gli atleti con ipertrofia né coloro che non hanno sviluppato, nonostante l'allenamento, un setto ipertrofico presentavano un aumento della QTd, che si è mantenuta sempre entro limiti fisiologici.

La mancata associazione dell'ipertrofia con un aumento della QTd ha ribadito ancora una volta la natura benigna del cosiddetto cuore d'atleta.

Nell'ambito della popolazione ipertesa un aumento della QTd oltre i valori fisiologici ha per-

TABLE I.—Values of average QT apex, of average QTend and of QT dispersion in 65 athletes with (group A) and without (group B) increase in the left ventricular mass.

TABELLA I. — Valori del QT apex medio, del QTend medio e della dispersione del QT nei 65 atleti con (gruppo A) e senza (gruppo B) aumento della massa ventricolare sinistra.

	N.	Medio QT _{apex}	Medio QT _e	QTd
Group A	10	321.1 ±24.45	405.3±15.03	34.1±5.25
Group B	55	323.9±30.21	415.13±30.86	34.92±6.17
P		NS	NS	NS

the benign nature of the so-called athlete's heart.

Within the hypertensive population, an increase in QTd beyond the physiological values has allowed to distinguish patients with hypertensive cardiopathy from those who, despite being hypertensive, had not yet developed organ damage at cardiac level, proving to be a precocious marker of organ damage in the hypertensive population.

In subjects with ischemic cardiopathy who had suffered acute myocardial infarction, the QTd allowed to distinguish the patients with a better arrhythmic profile from those with a worse arrhythmic profile, *i.e.* those who had developed polymorphic ventricular ectopic beats, episodes of sustained ventricular tachycardia, non-sustained ventricular tachycardia, ventricular fibrillation in the follow-up.

The QTd also appeared to be related to the left ventricular function and to the infarction site, proving to be statistically higher in patients with ejection fraction below 40% and in patients with anterior infarction compared with the other sites.

In those patients subjected to PTCA, the angiographic success of the procedure was accompanied by a consensual reduction in QTd values to indicate normalization of ventricular repolarization in the previously ischemic tissue.

Given the low incidence of arrhythmias in the group of athletes studied, it has not been possible to prove the usefulness of QT dispersion to identify athletes at a higher arrhythmic risk. Consequently, it would be appropriate to continue the study of this parameter in wider population (Table II).

The QTd would be measured on an electrocardiogram at rest, foreseeing the measurement of the dispersion not only of the QT end as in previous studies, but also of the QT apex.

At the bottom of the discordant data emerged from the studies published internationally there would be precisely poor inter-observational and intra-observational reproducibility. However, if, on one side, measuring the QT apex eliminates the problems connected with the measurement of the QT end, on the other its prognostic value is still to be established unlike that of the QT end section, whose lengthening is related to a reduced electrical myocardial stability as numerous studies have shown.

The QT apex is measured from the beginning of the Q wave to the apex of the parabola fitted to the T wave, while the QT end from the be-

messo di distinguere i pazienti con cardiopatia ipertensiva da coloro che, nonostante ipertesi, non avevano ancora sviluppato un danno d'organo a livello cardiaco, dimostrandosi un marker precoce di danno d'organo nella popolazione ipertesa.

Nell'ambito dei soggetti con cardiopatia ischemica andati incontro a infarto miocardico acuto, la QTd ha permesso di distinguere i pazienti a profilo aritmico migliore da quelli a profilo aritmico peggiore, ovvero coloro che avevano sviluppato nel follow-up battiti ectopici ventricolari polimorfi, episodi di tachicardia ventricolare sostenuta, tachicardia ventricolare non sostenuta, fibrillazione ventricolare.

La QTd è, inoltre, apparsa correlata sia alla funzione ventricolare sinistra sia alla sede dell'infarto, dimostrandosi statisticamente superiore nei pazienti con frazione di eiezione al di sotto del 40% e nei pazienti con infarto a sede anteriore rispetto alle altre sedi.

Nell'ambito dei pazienti sottoposti a PTCA, il successo angiografico della procedura è stato accompagnato da una consensuale riduzione dei valori di QTd, a indicare una normalizzazione della ripolarizzazione ventricolare nel tessuto precedentemente ischemico.

Per quanto concerne la popolazione di atleti studiati data la bassa incidenza di aritmie non è stato possibile provare l'utilità della dispersione del QT nell'individuare atleti a maggior rischio aritmico, per tale motivo sarebbe opportuno continuare lo studio di questo parametro nell'ambito di una popolazione più ampia (Tabella II).

La misurazione della QTd verrebbe effettuata su un elettrocardiogramma a riposo prevedendo la misura della dispersione non solo del QT end come negli studi precedenti, ma anche del QT apex.

Studiare la dispersione del QT apex toglie la necessità di misurare la fine dell'onda T, che rappresenta il problema metodologico principale nell'ambito delle ricerche sulla QTd; alla base dei dati discordanti emersi dagli studi pubblicati in ambito internazionale vi sarebbe proprio la scarsa riproducibilità interosservatoria ed intraosservatoria, ma, se da un lato misurare il QT apex elimina i problemi connessi alla misurazione del QT end, dall'altro il suo valore prognostico è tuttora da stabilire a differenza che per il tratto QT end, il cui allungamento è correlato ad una ridotta stabilità elettrica miocardica, come dimostrato da numerosi studi.

Il QT apex viene misurato dall'inizio dell'onda Q fino all'apice della parabola costruita sull'onda T, mentre il QT end dall'inizio dell'onda Q fino all'intersecazione della tangente alla branca discendente dell'onda T sulla linea isoelettrica, uti-

TABLE II.—Athletes' characteristics.
TABELLA II. — *Caratteristiche degli atleti.*

Athlete	Age	Sport	IVS	QTD
1	22	track & field	10	43
2	37	rowing	13	35
3	28	weight-lifting	11	30
4	24	football	10	46
5	32	swimming	10	42
6	28	track & field	8	44
7	40	Swimming	10	23
8	35	cycling	11	28
9	23	football	10	35
10	32	weight-lifting	10	32
11	26	swimming	9	42
12	28	rowing	11	29
13	25	track & field	10	45
14	33	swimming	10	32
15	23	football	10	40
16	28	track & field	11	36
17	25	swimming	9	31
18	37	track & field	10	29
19	34	track & field	10	42
20	36	volleyball	9	39
21	32	cycling	13	40
22	24	football	8	42
23	40	cycling	12	38
24	22	swimming	7	38
25	19	swimming	11	32
26	23	football	9	44
27	19	track & field	9	39
28	21	football	9	41
29	33	swimming	8	39
30	42	cycling	13	32

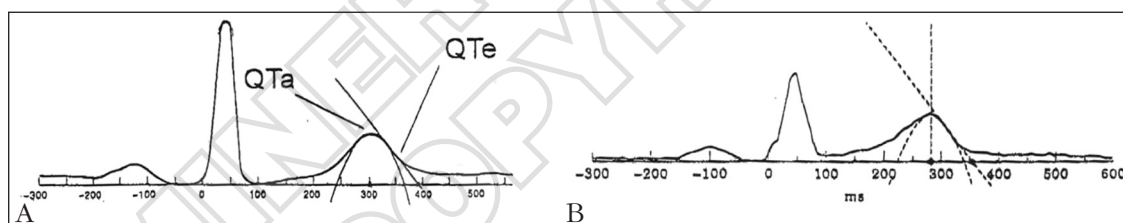


Figure 1.—A, B) The QT apex is calculated from the beginning of the QRS to the apex of the T wave, the QT end is calculated from the beginning of the QRS to the intersection point at the point where the tangent passes through the descending branch of the T wave and the isoelectric line.

Figura 1. — A, B) Il QT apex viene calcolato dall'inizio del QRS all'apice dell'onda T, il QT end viene calcolato dall'inizio del QRS al punto di intersezione al punto della tangente passante per la branca discendente dell'onda T e la linea isoelettrica.

ginning of the Q wave to the intersection of the tangent at the descending branch of the T wave on the iso-electric line. Use of the tangent gives a more accurate measurement of the QT when the cardiac frequency is higher as it occurs during physical exercise when the subsequent P wave tends to overlap the last part of the previous T wave (Figure 1A, B).

lizzando il metodo della tangente si ottiene una misurazione più accurata del QT quando la frequenza cardiaca è più elevata come avviene durante l'esercizio fisico quando l'onda P successiva tende a sovrapporsi alla parte terminale dell'onda T precedente (Figure 1A, B).

Lo studio si prefigge di studiare la dispersione del QT apex e del QT end, come indici di altera-

The study aims to study the dispersion of the QT apex and of the QT end, as indexes of altered repolarisation, and to assess both as electrocardiographic markers of increased vulnerability to ventricular arrhythmias to demonstrate if this can be added to the prognostic parameters already in use.

QT dispersion could also be used for mass screening of those subjects who play sport at amateur level and who, not being subjected, unlike competitive athletes, in addition to the basic ECG, to the ergometric test, echocardiogram, 24-hour Holter monitoring, can be carriers of a silent cardiopathy, which exposes them to the risk of sudden death during the sporting activity.

In this type of athletes a simple basic ECG measurement could provide information on the electrical stability of the myocardium and, consequently, on the risk of developing threatening ventricular arrhythmias.¹⁻¹¹

Conclusions

The constant increase in the number of subjects practicing sporting activities at competitive and non-competitive level makes it appropriate to research non-invasive methods to ensure effective cardiologic screening in sports medicine which can be easily implemented throughout Italy: QT dispersion is a fast, low-cost and easy to apply method, which can provide a valuable source of information on the likelihood of the athlete encountering sudden death.

ta ripolarizzazione, e di valutare entrambi come marker elettrocardiografici di aumentata vulnerabilità alle aritmie ventricolari al fine di dimostrare se esso possa essere aggiunto ai parametri prognostici già in uso.

La dispersione del QT potrebbe essere, inoltre, utilizzata come screening di massa nell'ambito di quei soggetti che praticano sport a livello amatoriale e che non essendo sottoposti a differenza degli atleti agonisti, oltre al semplice ECG di base, a metodiche quali il test ergometrico, l'ecocardiogramma, l'Holter delle 24 ore, possono essere portatori di una cardiopatia silente, ma che li rende esposti al rischio di andare incontro a morte improvvisa durante l'attività sportiva.

In questo tipo di atleti una semplice misurazione all'ECG di base potrebbe offrirci informazioni sulla stabilità elettrica del miocardio e quindi sul rischio di sviluppare aritmie ventricolari minacciose.¹⁻¹¹

Conclusioni

L'aumento costante del numero di praticanti attività sportive a livello agonistico e non agonistico rende opportuno la ricerca di metodi non invasivi al fine di assicurare uno screening cardiologico efficace in medicina dello sport che sia facilmente attuabile su tutto il territorio nazionale: la dispersione del QT rappresenta una metodica rapida, a basso costo e facilmente applicabile, che può fornire informazioni preziose sulla probabilità dell'atleta di andare incontro a morte improvvisa.

References/Bibliografia

- 1) Brendorp B, Elming H, Jun L, Køber L, Malik M, Jensen GB, *et al.* Qt dispersion has no prognostic information for patients with advanced congestive heart failure and reduced left ventricular systolic function. *Circulation* 2001;103:831-5.
- 2) Benn M, Hansen PS, Pedersen AK. QT dispersion in patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia. *Eur Heart J* 1999;20:764-70.
- 3) Lorincz I, Mátyus J, Zilahi Z, Kun C, Karányi Z, Kakuk G. QT dispersion in patients with end-stage renal failure and during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 1999;10:1297-302.
- 4) Naas AA, Davidson NC, Thompson C, Cummings F, Ogston SA, Jung RT, *et*

- al.* QT and QTc dispersion are accurate predictors of cardiac death in newly diagnosed non insulin dependent diabetes: cohort study. *BMJ* 1998;316:745-6.
- 5) Lim PO, Nys M, Naas AA, Struthers AD, Osbakken M, MacDonald TM. Irbesartan reduces QT dispersion in hypertensive individuals. *Hypertension* 1999;33:713-8.
- 6) Robinson RT, Harris ND, Ireland RH, Lee S, Newman C, Heller SR. Mechanisms of abnormal cardiac repolarization during insulin-induced hypoglycemia. *Diabetes* 2003;52:1469-74.
- 7) Alpaslan M, Onrat E, Samli M, Dincel C. Sildenafil citrate does not affect QT intervals and QT dispersion: an important observation for drug safety. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2003;8:14-7.

- 8) Galetta F, Franzoni F, Santoro G, Praticchio F, Femia FR, Pastine F. QT dispersion in elderly athletes with left ventricular hypertrophy. *Int J Sports Med* 2003;24:233-7.
- 9) Kasikcioglu E1, Kayserilioglu A, Yildiz S, Akhan H, Cuhadaroglu C. QT dispersion in soccer players during exercise testing. *Int J Sports Med* 2004;25:177-81.
- 10) Mayet J, Kanagaratnam P, Shahi M, Senior R, Doherty M, Poulter NR, *et al.* QT dispersion in athletic left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1999;137(4Pt1):678-81.
- 11) Turkmen M, Barutcu I, Esen AM, Ocak Y, Melek M, Kaya D, *et al.* Assessment of QT interval duration and dispersion in athlete's heart. *J Int Med Res* 2004;32:626-32.

Conflicts of interest.—The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

Manuscript accepted: June 23, 2016. - Manuscript received: June 21, 2016.