

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauferkrankungen

Wie reproduzierbar ist die
QT-Intervall-Analyse im
24-Stunden-Holter-EKG von Patienten
mit koronarer Herzerkrankung?

Weber F, Schneider H, Schäffer H

Urbaszek W

*Journal für Kardiologie - Austrian
Journal of Cardiology* 2000; 7 (5)
182-186

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



Indexed in ESCI
part of Web of Science

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in EMBASE

Medtronic

Engineering the extraordinary

Expert 2 Expert 2026

15.01. - 17.01.2026, Linz



**Gemeinsam für eine
bessere Patientenversorgung.**



OmniaSecure



Micra 2



Aurora



Affera



LINQ II



TYRX

Vorabanmeldung aufgrund limitierter Plätze notwendig.

Bei Interesse bitte bei Ihrem Medtronic Außendienstmitarbeiter anfragen.

Wie reproduzierbar ist die QT-Intervall-Analyse im 24-Stunden-Holter-EKG von Patienten mit koronarer Herzerkrankung?

F. Weber, H. Schäffer, H. Schneider, W. Urbaszek für die TIBBS Investigators Group

Problemstellung: Untersuchung der Reproduzierbarkeit des QT-Intervalls ermittelt aus dem 24-Stunden-Holter-EKG von Patienten mit koronarer Herzerkrankung und stabiler Angina pectoris. **Patienten und Methode:** Retrospektive Analyse der 24-Stunden-Holter-EKG-Aufzeichnungen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen unter Placebo (382 Patienten) und unter einer Therapie mit 10 mg/d Bisoprolol oder 40 mg/d Nifedipin (187 Patienten). Die Aufzeichnungen erfolgten mit dem Rekorder Oxford Medilog 4500 und wurden mit dem System Oxford Excel 2 analysiert. Folgende Parameter wurden bestimmt: Das QT-Intervall (QT), das frequenzkorrigierte QT-Intervall (QTc), das Intervall Q bis Spitze T (QTP), das frequenzkorrigierte QTP (QT_c), die Differenz aus QT–QTP, die Differenz aus QTc–QT_c und das mittlere RR-Intervall. Die Frequenzkorrektur erfolgte nach der Bazett-Formel. Die Reproduzierbarkeit wird durch Bestimmung von mittlerer und maximaler Abweichung als Absolutwerte und in Prozent des Ausgangswertes sowie durch Berechnung des Pearson-Korrelationskoeffizienten (r) beschrieben. **Ergebnisse:** Die Korrelation aller Parameter war hoch (r von 0,87 bis 0,95). Die mittlere Abweichung zwischen den Aufzeichnungen an Tag 1 und 2 war gering (1,4 % bis 5,1 %). Die maximale Abweichung lag zwischen 9,8 % und 61,8 %. **Schlussfolgerungen:** Die QT-Intervall-Analyse aus dem 24-Stunden-Holter-EKG zeigte eine hohe Reproduzierbarkeit im Falle einer großen Patientenpopulation. Im Einzelfall gab es jedoch relativ ausgeprägte Tag-zu-Tag-Schwankungen. Neben einer realen Tag-zu-Tag-Variabilität ist dies vor allem auf technische Probleme in Verbindung mit der QT-Analyse im Holter-EKG zurückzuführen.

Study objectives: Determination of the reproducibility of the QT interval obtained by 24-hour Holter ECG of patients with coronary artery disease and stable angina. **Patients and methods:** Retrospective analysis of 24-hour Holter tapes on two consecutive days under placebo (382 patients) and under therapy with bisoprolol 10 mg/d or nifedipine 40 mg/d (187 patients). The tapes were recorded using the Oxford Medilog 4500 recorder and analyzed with the Oxford Excel 2 system. Parameters determined: QT interval (QT), QT interval corrected for the heart rate (QTc), interval Q to the peak of the T wave (QTP), QTP corrected for the heart rate (QT_c), the difference QT–QTP, the difference QTc–QT_c and the mean RR interval. Bazett's formula was used to correct QT intervals. The reproducibility was assessed by determining the mean deviation and the maximum deviation as absolute values and in percent of the baseline value and also by calculating the Pearson correlation coefficient (r). **Results:** The correlation of all parameters was high (r from 0.87 to 0.95). The mean deviation between the recordings on day 1 and 2 was slight (1.4 % to 5.1 %). The range of the maximum deviation was between 9.8 % and 61.8 %. **Conclusions:** The QT interval analysis from 24-hour Holter tapes showed a high reproducibility in the case of a great population of patients. There was, however, a relatively strong day-to-day fluctuation in isolated cases, a feature that is due – in addition to an actual day-to-day-variability – in particular to technical problems associated with the QT interval analysis from 24-hour Holter ECG. *J Kardiol 2000; 7: 182–186.*

Die Bedeutung der QT-Intervall-Bestimmung in der kardiologischen Diagnostik ist unbestritten [1–8]. Üblicherweise erfolgt die Messung im 12-Kanal-EKG bei kurzer Aufzeichnungsdauer. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit der QT-Intervall-Bestimmung aus dem Holter-EKG [9]. Dies hat den Vorteil, daß durch die längere Aufzeichnungsdauer von üblicherweise 24 Stunden tageszeitliche Schwankungen eliminiert werden, welche das QT-Intervall erheblich variieren können [10]. Probleme ergeben sich jedoch aus der automatisierten EKG-Vermessung, insbesondere aus der korrekten Abgrenzung der T-Welle. Dies hat zur Folge, daß manuelle Messung im 12-Kanal-EKG und automatische Messung im Holter-EKG deutliche Differenzen zeigen [11].

Ziel unserer Untersuchung war es, festzustellen, ob bei Verwendung des gleichen Holter-Systems und damit eines vergleichbaren systematischen Fehlers eine ausreichende Reproduzierbarkeit der QT-Analyse bei Holter-EKG-Erfassung an zwei aufeinanderfolgenden Tagen möglich ist. Dies wäre die Voraussetzung für Studien zum Einfluß einer Therapie auf das QT-Intervall und für Verlaufsuntersuchungen bei verschiedenen Krankheitsbildern. Da nach Angaben aus der Literatur das Intervall Q bis Spitze der T-Welle technisch zuverlässiger bestimbar sein soll [11, 12] und dem Intervall Spitze bis Ende der T-Welle, das heißt der späten Repolarisationsphase ein eigenständiger prognostischer Wert zukommt [13], wurden diese Parameter in unsere Untersuchung aufgenommen.

Zum Ausgleich des Frequenzeinflusses auf das QT-Intervall ist eine Vielzahl von Korrekturformeln verfügbar, die jedoch allesamt nicht universell einsetzbar sind [14]. Das in dieser Arbeit eingesetzte Oxford-Analysesystem benutzt die zwar einfache, aber nach wie vor weit verbreitete Korrekturformel nach Bazett [15].

Patienten und Methode

Grundlage der Untersuchungen waren die Holter-EKG-Aufzeichnungen der Total Ischemic Burden Bisoprolol Study (TIBBS), welche den Einfluß einer Therapie mit Bisoprolol und Nifedipin retard auf die im Holter-EKG erfaßbare Ischämiereaktion bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung (KHK) untersuchte [16]. Einschlußkriterien waren eine stabile Angina pectoris, ein positives Belastungs-EKG und für Frauen mindestens eines der folgenden Zusatzkriterien: Zustand nach mindestens 6 Monate altem Myokardinfarkt, positives Koronarangiogramm, positive Myokardszintigraphie. Die Randomisierung der Patienten erfolgte bei Nachweis von mindestens zwei ischämietypischen Episoden während einer 48stündigen Holter-EKG-Aufzeichnung unter Placebo. Die randomisierten Patienten durchliefen zwei Therapiephasen von je 4 Wochen Dauer mit zunächst entweder 10 mg/d Bisoprolol oder 40 mg/d Nifedipin retard (Phase I) und dann 20 mg/d Bisoprolol oder 80 mg/d Nifedipin retard (Phase II). Voraussetzung für die Untersuchung der Reproduzierbarkeit der QT-Intervall-Analyse war das Vorliegen

Eingelangt am 27. 11. 1998, angenommen nach Review und Überarbeitung am 01. 03. 2000

Von der Klinik für Innere Medizin-Kardiologie, Universität Rostock, Deutschland

Korrespondenzadresse: Dr. med. Frank Weber, Klinik für Innere Medizin-Kardiologie, Universität Rostock, PF 10 08 88, D-18055 Rostock, e-mail: frank.weber@medizin.uni-rostock.de

von zwei analysierbaren Bändern im Zeitraum zweier aufeinanderfolgender Tage. Unter Placebo war dies für 382 von 620 Patienten (29 Frauen, 353 Männer, mittleres Alter $57,9 \pm 9,1$ Jahre) und am Ende von Therapiephase I für 187 von 301 Patienten (17 Frauen, 170 Männer, mittleres Alter $57,9 \pm 9,3$ Jahre) gegeben. Die Holter-Aufzeichnungen am Ende der Therapiephase II wurden in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt.

Zur Bandaufzeichnung diente der Recorder Oxford Medilog 4500, ein bandgestütztes 2-Kanal-Gerät mit zusätzlicher Digitalspur. Als Ableitungen waren CM5 für Kanal 1 und eine modifizierte aVF-Ableitung für Kanal 2 vorgesehen. Es wurde je ein Band pro 24 Stunden an zwei aufeinanderfolgenden Tagen aufgezeichnet. Die Auswertung erfolgte mit dem Analysesystem Excel 2 von Oxford. Alle Bandaufzeichnungen wurden nach automatischer Analyse manuell anhand der Schlagformen (Gruppen von Schlägen mit übereinstimmenden Merkmalen, Korrelationsgenauigkeit 90 %) editiert. Die QT-Analyse erfolgte in 5-Minuten-Intervallen zunächst in beiden Kanälen. Anschließend wurde entschieden, ob die automatische QT-Erfassung mit der visuell aus dem Holter-EKG zu bestimmenden QT-Strecke übereinstimmte. War dies in einem Kanal nicht der Fall, wurde der andere Kanal für die Analyse verwendet, war die QT-Analyse in beiden Kanälen fehlerhaft, wurde das Band als ungeeignet für unsere Untersuchung verworfen. Das praktische Vorgehen bestand darin, daß nach erfolgter erster Analyse und Überprüfung der Triggerpunkte in beiden Kanälen die QT-Trendanzeige – eine graphische Darstellung des QT-Verlaufs über den Aufzeichnungszeitraum

– geöffnet wurde, um Bereiche mit auffällig großen Schwankungen zu erkennen und zu entscheiden, ob diese auf Analysefehlern oder physiologischen Begebenheiten beruhen. Nur wenn diese subjektive Kontrolle eine korrekte Triggerung mindestens in einem Kanal für den gesamten Analysezeitraum erbrachte, wurde das Band für die weitere Auswertung zugelassen.

Vom Analysesystem wurden folgende Parameter ermittelt: QT-Intervall (QT), frequenzkorrigiertes QT-Intervall (QTc), Intervall Q bis Spitze T (QTP), frequenzkorrigiertes Intervall Q bis Spitze T (QTPc). Die Frequenzkorrektur erfolgte nach der Bazett-Formel. Aus diesen Parametern wurde durch Bildung der Differenzen QT–QTP und QTc–QTPc die späte Repolarisationsphase berechnet. Zusätzlich wurde das mittlere Intervall zwischen zwei als normal bewerteten Herzaktionen (NN-m) bestimmt. Abbildung 1 zeigt das Beispiel eines Bandes mit der Möglichkeit zur QT-Analyse in beiden Kanälen. Die Zeitpunkte Beginn des QRS-Komplexes, Spitze und Ende der T-Welle wurden vom Analysesystem mit Pfeilen markiert.

Die Ergebnisse sind als Mittelwert \pm Standardabweichung ausgedrückt. Zur Beschreibung der Reproduzier-

barkeit dienen der Pearson-Korrelationskoeffizient (r) sowie die mittlere und maximale Abweichung zwischen beiden Aufzeichnungstagen als Absolutwert und in Prozent des Ausgangswertes an Tag 1.

Ergebnisse

Holter-Analyse in der Placeophase

Von 620 Patienten der Originalstudie standen 1225 24-Stunden-Holter-Aufzeichnungen aus der Placeophase zur Verfügung. Davon war bei 22,0 % (269 Bänder) eine QT-Analyse in beiden Kanälen und bei 48,8 % (598 Bänder) eine QT-Analyse in einem Kanal unter Beachtung der in Patienten und Methode genannten Qualitätsforderungen möglich.

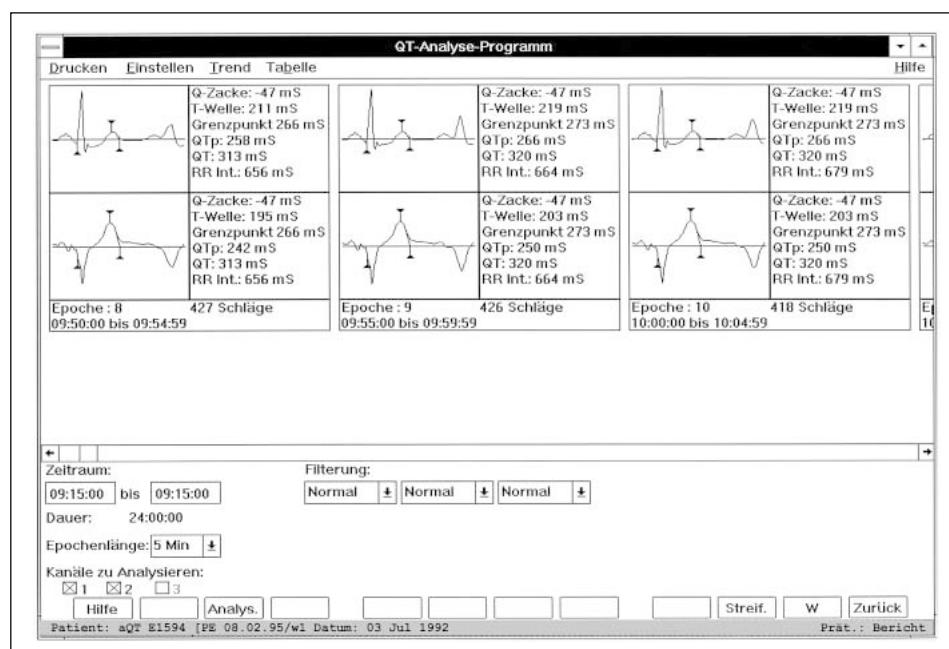


Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung von drei Herzaktionen einer 24-Stunden-Holter-Analyse, welche durch Mittelung der Einzelschläge aus jeweils fünfminütigen Intervallen bei einem Patienten mit koronarer Herzerkrankung berechnet wurden. Die QT-Analyse konnte in beiden Kanälen erfolgen. Die Meßpunkte Beginn des QRS-Komplexes, Spitze und Ende der T-Welle sind durch Pfeile markiert.

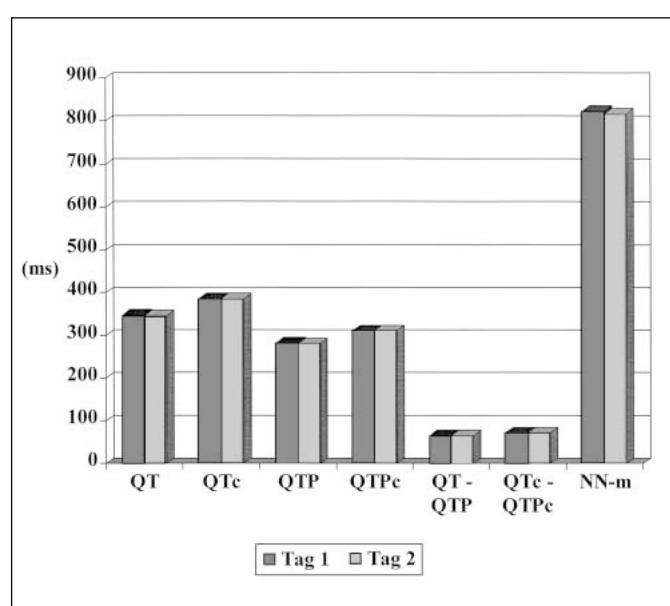


Abbildung 2: Ergebnisse der QT-Analyse im 24-Stunden-Holter-EKG bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung und stabiler Angina pectoris bei Aufzeichnung an 2 aufeinanderfolgenden Tagen unter Placebo.

Für 382 Patienten lag ein technisch verwertbares 24-Stunden-EKG-Band an beiden Analysetagen der Placebo-Phase vor. Der Tag-zu-Tag-Vergleich dieser Bänder zeigte eine hohe Übereinstimmung der getesteten Parameter. Die Mittelwerte wichen nur geringfügig voneinander ab (Abbildung 2), der Korrelationskoeffizient nach Pearson war für alle Parameter mit über 0,8 in einem guten Bereich. Unterschiede zwischen den Parametern zeigten sich in den maximalen und mittleren Abweichungen im Vergleich der beiden Aufzeichnungstage. Die höchste prozentuale maximale Abweichung war mit 52,1 % bei der Dauer der späten Repolarisation (QT-QTP) vorhanden. Relativ hoch war auch die maximale Abweichung der frequenzkorrigierten späten Repolarisationsphase (QTc-QTPc) mit 40,1 %. Etwa auf gleichem Niveau lagen die maximalen Differenzen für die Parameter QTc (29,1 %), QTP (28,1 %) und QTPc (24,4 %). Die geringsten maximalen Tag-zu-

Tag-Differenzen fanden sich mit 14,4 % für QT und 12,7 % für NN-m. Die höchste mittlere Abweichung zeigte QTc-QTPc mit 5,1 %, gefolgt von QT-QTP mit 4,7 % und NN-m mit 4,1 %. Geringere Werte traten mit 2,8 % bei QTP, 2,3 % bei QT, 2,0 % bei QTPc und 1,7 % bei QTc auf. Die Zusammenfassung der Ergebnisse unter Placebo zeigt Tabelle 1.

Holter-Analyse in der Therapiephase

In Therapiephase I verblieben 301 Patienten, von denen 590 Holter-Bänder verfügbar waren. Davon konnten in 24,6 % (145 Bänder) QT-Analysen in zwei Kanälen und in 47,5 % (280 Bänder) QT-Analysen in einem Kanal erfolgen.

Für 187 Patienten lagen technisch verwertbare Holter-Bänder für beide Analysetage der Therapiephase I vor. Die Übereinstimmung der Parameter im Tag-zu-Tag-Vergleich war teilweise noch besser als während der Placebophase. Die Mittelwerte wichen wiederum nur geringfügig voneinander ab (Abbildung 3), die Korrelationskoeffizienten lagen wiederum bei über 0,8. Die höchste maximale Abweichung unter Therapie zeigte QTc-QTPc mit 61,8 %. Ein hoher Wert fand sich auch für QT-QTP mit 50,3 %. Für NN-m (21,4 %), QTPc (20,5 %), QTP (18,4 %) und QT (13,4 %) war die prozentuale maximale Abweichung deutlich geringer, für QT mit 9,8 % war sie am niedrigsten. Auch bei der Bestimmung der mittleren Abweichung fanden sich für die Parameter der späten Repolarisation (QTc-QTPc mit 4,9 % und QT-QTP mit 4,4 %) die stärksten Tag-zu-Tag-Schwankungen. Es folgten NN-m (4,0 %), QTP (2,6 %), QT (2,0 %) und QTPc (1,9 %). Die geringste mittlere Schwankungsbreite fand sich für QTc mit 1,4 %. Tabelle 2 faßt die Ergebnisse der Therapiephase I zusammen.

Diskussion

Qualität der QT-Analyse

Die Quote der Bänder mit technisch verwertbarer QT-Analyse lag sowohl unter Placebo als auch unter der

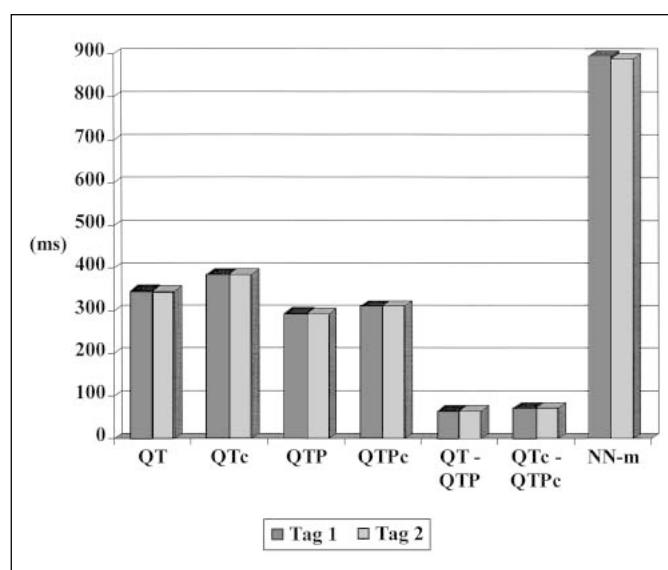


Abbildung 3: Ergebnisse der QT-Analyse im 24-Stunden-Holter-EKG bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung und stabiler Angina pectoris bei Aufzeichnung an 2 aufeinanderfolgenden Tagen unter einer Therapie mit 10 mg/d Bisoprolol oder 40 mg/d Nifedipin retard.

Tabelle 1: Ergebnisse der QT-Analyse im 24-Stunden-Holter-EKG bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung und stabiler Angina pectoris bei Aufzeichnung an 2 aufeinanderfolgenden Tagen unter Placebo (r: Pearson Korrelationskoeffizient)

Parameter	Tag 1	Tag 2	r	p	Mittlere Abweichung (ms)	Maximale Abweichung (ms)	(%)
QT (ms)	347 ± 25	346 ± 25	0,88	0,0001	8	2,3	100
QTc (ms)	385 ± 23	385 ± 24	0,89	0,0001	6	1,6	112
QTP (ms)	282 ± 25	281 ± 25	0,88	0,0001	8	2,8	79
QTPc (ms)	311 ± 24	311 ± 24	0,90	0,0001	6	1,9	76
QT-QTP (ms)	65 ± 11	65 ± 11	0,90	0,0001	3	4,6	43
QTc-QTPc (ms)	72 ± 12	72 ± 13	0,90	0,0001	4	5,6	39
NN-m (ms)	823 ± 97	817 ± 95	0,90	0,0001	34	4,1	208

Tabelle 2: Ergebnisse der QT-Analyse im 24-Stunden-Holter-EKG bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung und stabiler Angina pectoris bei Aufzeichnung an 2 aufeinanderfolgenden Tagen unter einer Therapie mit 10 mg/d Bisoprolol oder 40 mg/d Nifedipin retard (r: Pearson Korrelationskoeffizient)

Parameter	Tag 1	Tag 2	r	p	Mittlere Abweichung (ms)	Maximale Abweichung (ms)	(%)
QT (ms)	357 ± 30	356 ± 29	0,95	0,0001	7	2,0	35
QTc (ms)	382 ± 24	381 ± 24	0,94	0,0001	5	1,3	51
QTP (ms)	294 ± 29	292 ± 29	0,92	0,0001	8	2,7	54
QTPc (ms)	313 ± 24	312 ± 25	0,91	0,0001	6	1,9	64
QT-QTP (ms)	64 ± 10	64 ± 10	0,88	0,0001	3	4,7	32
QTc-QTPc (ms)	68 ± 11	68 ± 11	0,87	0,0001	3	4,4	42
NN-m (ms)	892 ± 155	886 ± 153	0,95	0,0001	36	4,0	190

Studienmedikation bei etwa 70 %. Brüggemann et al. [17] berichten über 62 % technisch verwertbare Holter-Bänder. In der vorliegenden Arbeit war dieser relativ hohe Prozentsatz nur durch die Akzeptanz von Bändern mit der Möglichkeit zur QT-Analyse in nur einem Kanal zu erreichen. Diese Bänder waren in der Mehrzahl; Abbildung 4 zeigt ein typisches Beispiel. Hätte man die Analyse in beiden Kanälen verlangt, wie dies in Abbildung 1 beispielhaft dargestellt ist, wären nur reichlich 20 % der Aufzeichnungen für die Untersuchung des QT-Intervalls geeignet gewesen. Die Aufzeichnung von zwei Ableitungen und nachfolgende QT-Analyse im geeigneteren Kanal wurde auch von anderen Untersuchern propagiert [18, 19]. Ob durch den völligen Verzicht auf die räumliche QT-Verteilung, wie sie bei Analyse in zwei Kanälen noch im Ansatz erkennbar wird, die Ergebnisse der einkanaligen Analyse mit denen

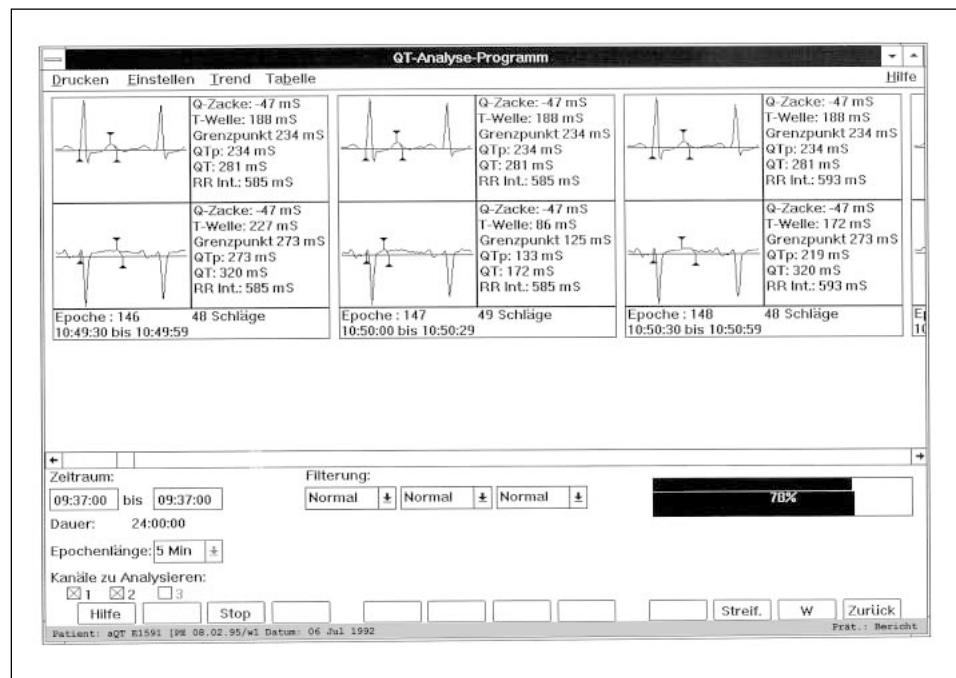


Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung von drei Herzaktionen einer 24-Stunden-Holter-Analyse, welche durch Mittelung der Einzelschläge aus jeweils fünfminütigen Intervallen bei einem Patienten mit koronarer Herzerkrankung berechnet wurden. Die QT-Analyse konnte nur in Kanal 1 erfolgen. Das Signal in Kanal 2 erlaubte keine sichere T-Wellenerkennung. Die Meßpunkte Beginn des QRS-Komplexes, Spitze und Ende der T-Welle sind durch Pfeile markiert.

der mehrkanaligen Analyse vergleichbar sind, müßten weitere Untersuchungen zeigen. Die Tatsache, daß in unserer Untersuchung etwa 30 % der Holter-Bänder für die QT-Analyse ungeeignet waren, belegt die absolute Notwendigkeit einer manuellen Nachauswertung.

Reproduzierbarkeit der Ergebnisse

Bei Betrachtung einer großen Patientengruppe war die QT-Intervall-Analyse aus dem 24-Stunden-Holter-EKG bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung und stabiler Angina pectoris mit geringen Tag-zu-Tag-Schwankungen verbunden. Dies traf nicht nur auf die technisch leichter zu realisierende Messung Q bis Spitze T (QTP) sondern auch auf die Messung Q bis Ende der T-Welle (QT) zu. Da gerade die Phase der späten Repolarisation wichtige Informationen beinhaltet [17, 20], ist die Messung des gesamten QT-Intervalls von besonderem praktischem Interesse. Die beobachteten stärkeren Tag-zu-Tag-Schwankungen im zeitlich sehr kurzen Bereich der späten Repolarisation (QT-QTP) sind jedoch aus unserer Sicht ein Hinweis darauf, daß die bekannten Probleme bei der Detektion des T-Wellenendes [11] auch mit dem getesteten Holter-System im Einzelfall bestehen, da bei hoher zeitlicher Konstanz der QT-Intervall-Bestimmung [7, 21] die gemessenen Unterschiede überwiegend artifiziell und weniger durch tatsächliche Änderungen des QT-Intervalls im Tag-zu-Tag-Vergleich bedingt sein dürften.

Bei geringen Abweichungen im mittleren RR-Intervall waren sowohl die frequenzkorrigierten als auch die absoluten Werte des QT-Intervalls gut reproduzierbar. Für Messungen zum Einfluß einer Medikation auf das QT-Intervall ist jedoch eine Frequenzkorrektur unverzichtbar. Die gebräuchlichste Form ist trotz aller Kritik die Frequenzkorrektur nach der Bazett-Formel [5, 15, 22]. Die Messung bei konstanter Herzfrequenz unter starrfrequenter Schrittmacherstimulation [23] ist bei nictschrittmacherabhängigen Patienten wohl nur für einen kurzen Zeitraum zu tolerieren. Durch Auswahl von Episoden mit gleicher Herzfrequenz eröffnet jedoch auch die QT-Analyse über kürzere Zeiträume unter Verwendung des Holter-EKG zusätzliches diagnostisches Potential [24].

Die vorliegende Untersuchung konnte zeigen, daß bei Verwendung der QT-Intervall-Analyse aus dem Holter-EKG im Rahmen von Studien an großen Patientengruppen sehr verlässliche Resultate im Zeitverlauf zu erzielen sind. Voraussetzung sind die Verwendung des gleichen Holter-Systems für alle Patienten und eine manuelle Korrektur der automatischen Analyse. Die Betrachtung von Therapieeffekten im Einzelfall und die Verlaufsuntersuchung im Rahmen des Krankheitsprozesses an einzelnen Patienten erfordern eine kritische Wertung der Ergebnisse und unbedingt eine manuelle Kontrolle der automatischen Analyse, da technisch bedingte Meßungenauigkeiten nicht in jedem Fall auszuschließen sind.

Literatur:

- Krämer B, Brill M, Brühn A, Kübler W. Relationship between the degree of coronary artery disease and of left ventricular function and the duration of the QT-interval in ECG. *Eur Heart J* 1986; 7: 14–24.
- Browne KF, Zipes DP, Heger JJ, Prystowsky EN. Influence of the autonomic nervous system on the Q-T interval in man. *Am J Cardiol* 1982; 50: 1099–103.
- Hust MH, Heilmann S, Bonzel T, Hohnloser S, Zeiher A, Berchtold-Kanz E, Wollschläger H, Just H. Prognostische Bedeutung des QT-Intervalls nach Herzinfarkt. *Schweiz med Wschr* 1984; 114: 56–8.
- Murakawa Y, Inoue HI, Nozaki A, Sugimoto T. Role of sympathetic-vagal interaction in diurnal variation of QT interval. *Am J Cardiol* 1992; 69: 339–43.
- Sarina JSM, Singh N, Schoenbaum MP, Venkataraman K, Singh BN. Circadian and power spectral changes of RR and QT intervals during treatment of patients with angina pectoris with nadolol providing evidence for differential autonomic modulation of heart rate and ventricular repolarization. *Am J Cardiol* 1994; 74: 131–6.
- Algra A, Tijssen JGP, Roelandt JRTC, Pool J, Lubsen J. QT interval variables from 24 hour electrocardiography and the two year risk of sudden death. *Br Heart J* 1993; 70: 43–8.
- Veglio M, Maule S, Matteoda C, Quadri R, Valentini M, Pecchio O, Piancino G, Chiandussi L. Use of corrected QT interval in autonomic function testing: assessment of reproducibility. *Clin Auton Res* 1996; 6: 309–12.
- Veglio M, Chinaglia A, Borrà M, Perin PC. Does abnormal QT interval prolongation reflect autonomic dysfunction in diabetic patients? QTc interval measure versus standardized tests in diabetic autonomic neuropathy. *Diabet Med* 1995; 12: 302–6.
- Kennedy HL. Ambulatory (Holter) electrocardiography technology. *Cardiol Clin* 1992; 10: 341–59.
- Vervaet P, Amery W. Reproducibility of QTc-measurements in healthy volunteers. *Acta Cardiol* 1993; 48: 555–64.
- Savaleva I, Yi G, Guo X, Hnatkova K, Malik M. Agreement and reproducibility of automatic versus manual measurement of QT interval and QT dispersion. *Am J Cardiol* 1998; 81: 471–7.
- Laguna P, Thakor NV, Caminal P, Jané R, Yoon HR. New algorithm for QT interval analysis in 24-hour Holter ECG: performance and applications. *Med & Biol Eng & Comput* 1990; 28: 67–73.
- Brüggemann T, Andresen D, Eisenreich S, Ehlers C, Behrens S, Ziss W, Schultheiss HP. QT-Analyse im 24-Stunden-Langzeit-EKG: Prognostische Bedeutung der Repolarisation bei Postinfarktpatienten. *Z Kardiol* 1996; 85 (Suppl 2): 241 (Abstr).
- Funck-Brentano C, Jaillon P. Rate-corrected QT interval: techniques and limitations. *Am J Cardiol* 1993; 72: 17B–22B.
- Bazett HC. An analysis of the time relations of electrocardiograms. *Heart* 1918; 7: 353–70.
- von Arnim T. Medical treatment to reduce total ischemic burden: Total Ischemic Burden Bisoprolol Study (TIBBS), a multicenter trial comparing bisoprolol and nifedipine. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 231–8.
- Weber F, Schäffer H, Schneider H, Urbaszek W für TIBBS investigators group. Der Einfluß von Bisoprolol und Nifedipin auf das QT-Intervall-Verhalten im Holter-EKG von Patienten mit koronarer Herzkrankheit. *Z Kardiol* 1998; 87 (Suppl 5): 23 (Abstr).
- Singh JP, Johnston J, Sleight P, Bird R, Ryder K, Hart G. Left ventricular hypertrophy in hypertensive patients is associated with abnormal rate adaption of QT interval. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 778–84.
- Singh JP, Musialek P, Sleight P, Davey P, Marinho M, Hart G. Effect of atenolol or metoprolol on waking hour dynamics of the QT interval in myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1998; 81: 924–6.
- Murray A, McLaughlin NB, Campbell RWF. Errors associated with assuming that the complete QT duration can be estimated from QT measurement to the peak of the T wave. *J Amb Monit* 1995; 8: 265–70.
- Kautzner J, Camm AJ, Malik M. Short- and long-term reproducibility of QT, QTc, and QT dispersion measurement in healthy subjects. *PACE* 1994; 17: 928–37.
- Milne JR, Camm AJ, Ward DE, Spurrell RAJ. Effect of intravenous propranolol on QT interval. A new method of assessment. *Br Heart J* 1980; 43: 1–6.
- Edvardsson N, Olsson SB. Effects of acute and chronic beta-receptor blockade on ventricular repolarisation in man. *Br Heart J* 1981; 45: 628–36.
- Coumel P, Leclercq JF, Naditch L, Pellerin D. Evaluation of drug-induced QT interval modifications in dynamic electrocardiography: the case of bepridil. *Fundam Clin Pharmacol* 1993; 7: 61–8.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HFT QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)