

EKG-Parameter und Herzfrequenz bei Belastung

V. QRS-Dauer und Herzfrequenz bei Belastung

Busse M¹, Nißing A, Tegtbur U², Thomas M³, Fikenzer S¹

Institut für Sportmedizin/Sportmedizinische Ambulanz und Rehabilitationszentrum der Universität Leipzig¹(Direktor: Prof. Dr. med. M. W. Busse)

Sportmedizinisches Zentrum der Med. Hochschule Hannover²(Direktor: PD Dr. med. U. Tegtbur)

Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universität Leipzig³(Direktor: Prof. Dr. med. G. von Salis-Soglio)

Zusammenfassung

Busse M, Nißing A, Tegtbur U, Thomas M, Fikenzer S. QRS-Dauer und Herzfrequenz bei Belastung. *Klinische Sportmedizin/Clinical Sports Medicine – Germany (KCS) 2004, 5(3):59-62.*

Einleitung: Die vorliegende Arbeit untersucht die Veränderungen der QRS-Dauer während und nach Belastung. Dabei wird überprüft ob die QRS-Dauer eine abhängige Variable der Herzfrequenz ist. Diese Beziehung wurde während und nach stufenförmig ansteigender Belastung untersucht. Zur Untersuchung der unmittelbaren Reproduzierbarkeit wurde nach einer Pause ein weiterer Belastungstest durchgeführt.

Material und Methode: 40 Personen (28 Männer, 12 Frauen, Alter 33,28 ± 15,62 Jahre) ohne gesundheitliche Einschränkungen wurden in einem doppelten stufenförmig ansteigenden Halbliegeergometerstest belastet. Zur Auswertung des QRS-Komplexes dienten die Frank-

Ableitungen X, Y und Z. Untersucht wurden die Variablen zu bei 0% - 100% der Maximalleistung in 10%-Stufen und in den Pausen nach der 1., 3. und 5. Minute.

Ergebnisse:

- Veränderungen der Dauer des QRS-Komplexes in Abhängigkeit von der Belastung bestehen nicht.
- Eine unveränderte Dauer des QRS-Komplexes während und nach Belastung bei gleichzeitiger Veränderung der Herzfrequenz schließt den QRS-Komplex als direkte abhängige Variable der Herzfrequenz aus.

Fazit: Die Kammererregung ist weder von der Herzfrequenz noch von der körperlichen Belastung abhängig.

Schlüsselwörter: QRS-Dauer, Herzfrequenz, körperliche Belastung

Abstract

Busse M, Nißing A, Tegtbur U, Thomas M, Fikenzer S. QRS-complex and heart rate during and after exercise tests. *Klinische Sportmedizin/Clinical Sports Medicine – Germany (KCS) 2004, 5(3):59-62.*

Objective: The present study examines the relationship between QRS-complex and heart rate during and after a maximum treadmill test. To examine the immediate reproducibility of the variables and their relationship, the first exercise test was followed by a second immediately after a short active recovery.

Material and methods: The measured QRS-complex and heart rate were examined in 40 healthy subjects (28 men, 12 women, age 33,28 ± 15,62 years) during two successive treadmill tests. For the ECG-analysis the

FRANK leads system (X, Y, Z) was used. The results were analyzed at 0% to 100% of maximum work load using 10% intervals and during recovery after the 1st, 3rd and 5th minute.

Results:

- There are no changes in the QRS-complex due to heart rate and exercise intensity.
- During and after maximum exercise the QRS-complex remains constant while the heart rate increases (exercise) or decreases (recovery).

Conclusion: A cause-effect relationship between heart rate and QRS-complex apparently does not exist.

Keywords: QRS-complex, heart rate, exercise test

Einleitung

In der vorliegenden Studie wird der Zusammenhang zwischen QRS-Dauer und Herzfrequenz zu verschiedenen Zeitpunkten vor, während und nach Belastung überprüft.

Weiterhin wird durch wiederholte, unmittelbar aufeinanderfolgende Belastungen die unmittelbare Reproduzierbarkeit der Ergebnisse untersucht.

Methodik

Untersuchungsgruppe:

40 gesunde Probanden (Tab.1) wurden im Rahmen einer routinemäßigen Leistungsdiagnostik auf einem Halbliegendergometer (Ergoline® er900EL) untersucht.

Untersuchungsablauf:

Die Probanden wurden in halbliegender Position untersucht. Die Steigerung der Belastung erfolgte um 10 Watt/min, beginnend mit 30 Watt bis zur subjektiven Erschöpfung bzw. bis objektive Kriterien zum Testabbruch erreicht wurden (Abb. 1). Das EKG (Vektorkardiographie der Firma Hewlett Packard MIDA™ Typ M2045A) zur Bestimmung von Herzfrequenz (Hf) und QRS-Dauer wurde, beginnend mit dem Ruhewert vor Belastung, am Ende jeder dritten Belastungsminute sowie zum Zeitpunkt

der Ausbelastung ausgewertet (Test 1, Abb. 1). Im Anschluss führen die Probanden 5 Minuten bei 25 % der maximal erreichten Leistung. Die EKG-Registrierung erfolgte in der Pause am Ende der 1., 3. und 5. Minute (Pause 1, Abb.1). Im Anschluss an Pause 1 wurde die Belastung erneut um 10 Watt/min bis zur subjektiven Erschöpfung gesteigert (Test 2, Abb. 1), gefolgt von Pause 2 (Abb. 1). Ein Teil der Auswertung wird auf die relative Belastung (% Maximalleistung) bezogen (Abb. 2). Um für alle Probanden gleiche Prozentsätze angeben zu können, wurden die Datensätze interpoliert. Der statistische Vergleich erfolgte auf der Basis der relativen Leistung.

Probandenzahl	N=40
Alter	Mittelwert = 33,28 ± 15,62 Jahre
Größe	Mittelwert = 173,8 cm ± 10,93cm
Gewicht	Mittelwert = 76,05 kg ± 17,71 kg.
Geschlecht	12 weiblich und 28 männlich

Tabelle 1: Soziodemographische Daten

Das Nativ-EKG wurde als Vektorkardiogramm nach FRANK angelegt. Zur Erfassung der Daten dienen die Ableitungen X, Y und Z. Aufgrund des dreidimensionalen Charakters des Frank-EKGs wurde der QRS-Komplex beginnend mit dem frühesten Beginn des QRS-Komplexes einer Ableitung sowie dem letzten Ende des QRS-Komplexes einer anderen Ableitung bestimmt [4].

Ergebnisse

In Abb. 2 ist der gemessene QRS-Komplex sowie die Herzfrequenz (HF) im Verhältnis zur relativen Belastung dargestellt. Während Belastung trat im Mittel nahezu keine Veränderung des QRS-Komplexes auf.

Weiterhin veränderte sich die QRS-Dauer nicht in der Nachbelastungsphase. Abbildung 3 zeigt den unmittelbaren Übergang von maximaler Belastung und Erholung.

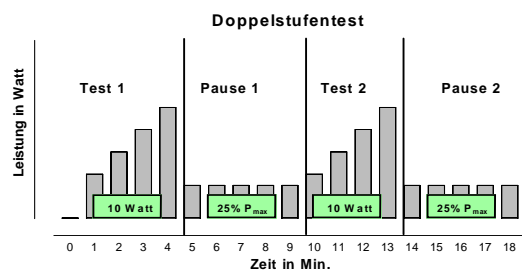


Abbildung 1: Untersuchungsdesign Doppelstufentest

Die Ergebnisse werden als Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (Stabw) angegeben. Die Signifikanz von Unterschieden wird mittels einer Varianzanalyse für Messwiederholungen berechnet. Signifikanzangaben: p<0.05: *, p<0.01: **, p<0.005: ***, p<0.001:****

Die unmittelbare Reproduzierbarkeit des Verhältnisses von Belastung zur QRS-Dauer ist in Abb. 4 verdeutlicht. Der QRS-Komplex unterscheidet sich in Test 1 und Test 2 praktisch nicht. (Abb. 4). Abb. 5 zeigt zugleich, dass das Verhältnis von QRS-Dauer und Hf unmittelbar reproduzierbar ist.

In Abb. 6 a, b ist die gemessene QRS-Dauer in Abhängigkeit von der Hf unter Belastung dargestellt.

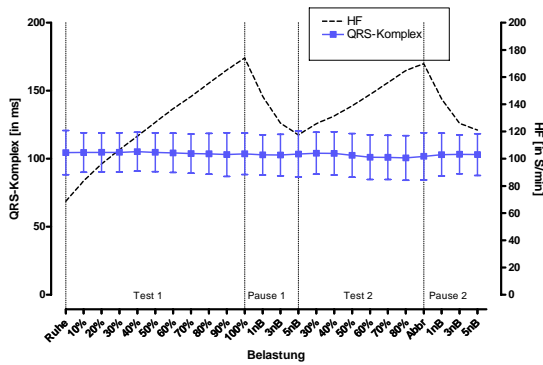


Abbildung 2: QRS-Komplex (blau) (MW, SD) und Herzfrequenz (schwarz) während und nach Belastung.

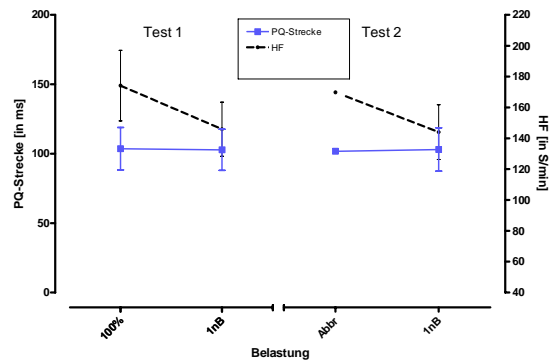


Abbildung 3: QRS-Komplex (blau) (MW, SD) und Herzfrequenz (schwarz) im Übergang von maximaler Belastung und Erholung.

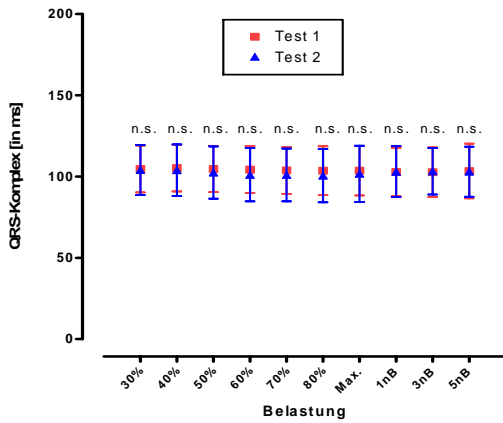


Abbildung 4: Veränderungen des gemessenen QRS-Komplexes von Test 1 (rot) und von Test 2 (blau) während und nach Belastung

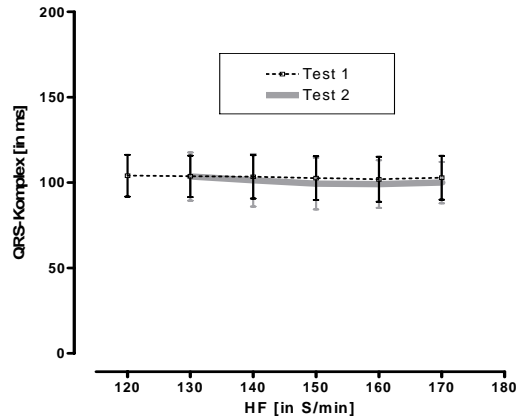


Abbildung 5: Der QRS-Komplex (schwarz, MW + SD) aus Test 1 und der QRS-Komplex (grau, MW + SD) aus Test 2 in Abhängigkeit zur Herzfrequenz.

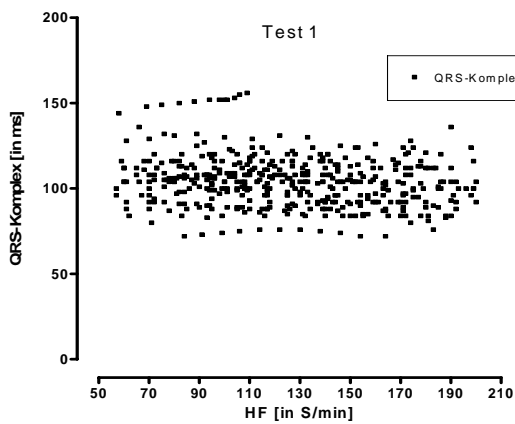


Abbildung 6a: QRS-Komplex (schwarz) während Test 1 in Abhängigkeit zur Herzfrequenz.

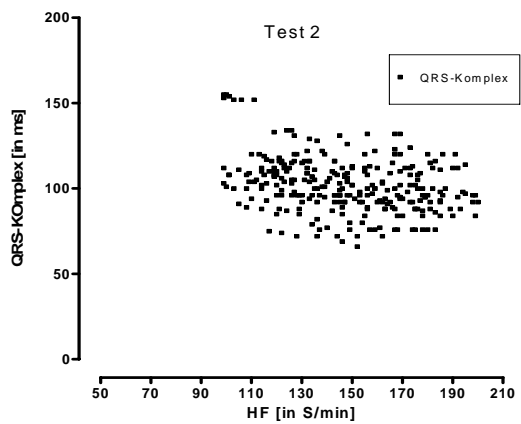


Abbildung 6b: QRS-Komplex (schwarz) während Test 2 in Abhängigkeit zur Herzfrequenz.

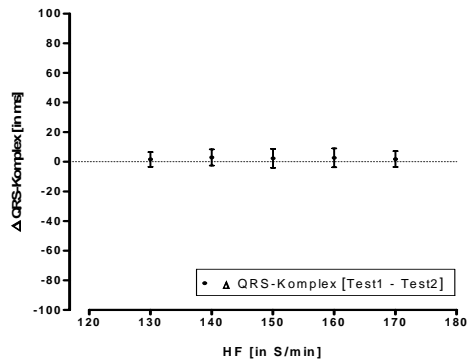


Abbildung 7: Differenz Δ QRS-Komplex (QRS-Dauer Test 1 – QRS-Dauer Test 2) in Abhängigkeit zur Herzfrequenz.

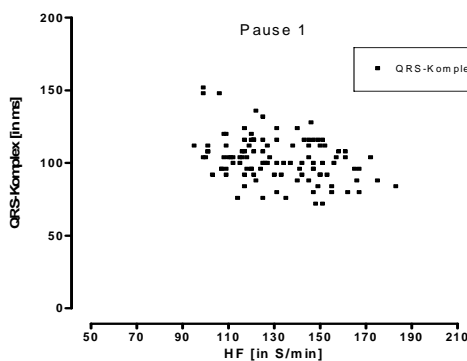


Abbildung 8a: QRS-Komplex (schwarz) während Pause 1 in Abhängigkeit zur Herzfrequenz.

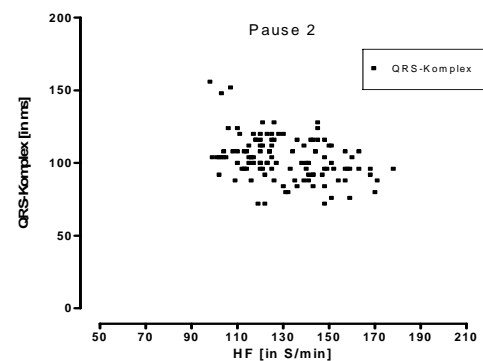


Abbildung 8b: QRS-Komplex (schwarz) während Pause 2 in Abhängigkeit zur Herzfrequenz.

Es ist erkennbar (Abb. 7), dass bei mittleren bis hohen Frequenzen von ca. 130/min bis 170/min die QRS-Dauer aus Test 1 nur unwesentlich von den Werten der QRS-Dauer aus Test 2 abweicht.

In Abb. 8a, b ist die Beziehung zwischen Hf und QRS-Dauer für die Nachbelastungsphasen dargestellt.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass unter Belastung keine Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen QRS-Dauer und Herzfrequenz existiert. Dies wird durch die Ergebnisse der Literatur bestätigt [5,6].

Auch kann durch die Ergebnisse gezeigt werden, dass körperliche Belastung nicht die Zeitdauer der Erregungsausbreitung in den Kammern beeinflusst. Dies unterscheidet sich vom Verhalten anderer EKG Parameter [1,2,3].

Es ist bekannt, daß während Belastung die Katecholaminkonzentration im Plasma deutlich ansteigt.

Dies führt zwar zum Anstieg der Herzfrequenz positiv chronotrop, eine Bedeutung für die Dauer des QRS-Komplexes ist aber nicht zu erkennen.

Fazit: Körperliche Belastung und der hiermit verbundene Katecholaminanstieg hat keinen Effekt auf die myokardiale Erregungsausbreitung.

Literatur

- 1.) Busse M, Nißing A, Tegtbur U, Miltzow S, Thomas M, Fikenzler S (2004) QT-Zeit und Herzfrequenz bei Belastung. KCS 5: 39-44
- 2.) Busse M, Nißing A, Tegtbur U, Miltzow S, Thomas M, Fikenzler S (2004) PQ-Zeit und Herzfrequenz bei Belastung. KCS 5: 45-49
- 3.) Busse M, Nißing A, Tegtbur U, Miltzow S, Thomas M, Fikenzler S (2004) P-Dauer und Herzfrequenz bei Belastung. KCS 5: 50-54
- 4.) Heinecker und Gonska: EKG in Klinik und Praxis, Stuttgart: Thieme Verlag, 1992.
- 5.) McPherson D, Horacek M, Sutherland D, Armstrong S, Spencer A, Montague T (1985) Exercise Electrocardiographic Mapping in normal subjects. J Electrocardiology 18(4): 351-360
- 6.) Simoons ML, Hugenholtz PG (1975) Gradual changes of ECG waveforms during and after exercise in normal subjects. Circulation 52: 570-577

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. med. M.W. Busse
 Universität Leipzig Institut für Sportmedizin
 Marschner Str. 29 04109 Leipzig