



herzkurven® Skripte



REBLIQ

Strukturierte
EKG-Analyse

07 | QT-Zeit

Dr. med. Stephan List

herzkurven[®] Skripte

REBLIQ
Strukturierte EKG-Analyse

07 | QT-Zeit

Dr. med. Stephan List
stephan.list@herzkurven.com

Version 1.0
© 2023 herzkurven[®]

Die Inhalte dieses Skriptes sind Eigentum von herzkurven[®]. Weitergaben oder sonstige Verwendungen sind nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Im Text wird das generische Maskulinum verwendet, wobei alle Geschlechtsformen gleichermaßen gemeint sind.

Inhaltsverzeichnis

1	Das REBLIQ-Schema.....	4
2	Q wie QT-Zeit	5
2.1	Bedeutung der QT-Zeit.....	5
2.2	Veränderungen der QT-Zeit	5
2.3	Bestimmung der QT-Zeit	6
2.4	Lange QT-Zeit – Konsequenzen für die Akutsituation.....	8
3	Literatur	11

1 Das REBLIQ-Schema

Das EKG ist fester Bestandteil im klinischen Alltag und gehört damit zu den absoluten Standardmethoden der Basisdiagnostik. Insbesondere in der Akutmedizin können schnell und nicht-invasiv wichtige Erkenntnisse für die Diagnosestellung und die Therapie gewonnen werden. Die Voraussetzung hierfür ist eine sichere und fokussierte Analyse. Dabei kommt es vor allem in der Akutsituation selten auf komplizierte Indizes oder Specials aus der Literatur an. Wenn es darum geht, im EKG akut bedrohliche Veränderungen auszumachen, so lassen sich diese auf wenige Themen eingrenzen: Herzrhythmusstörungen, Erregungsausbreitungsstörungen, Ischämiezeichen und Verlängerungen der QT-Zeit. Aus diesen Überschriften ergibt sich mit dem REBLIQ-Schema nicht nur eine Merkhilfe, sondern eine klare Struktur für die fokussierte EKG-Diagnostik in Akutsituationen. In diesem Skript werden die einzelnen Analyseschritte sowie praktische Tipps vorgestellt.

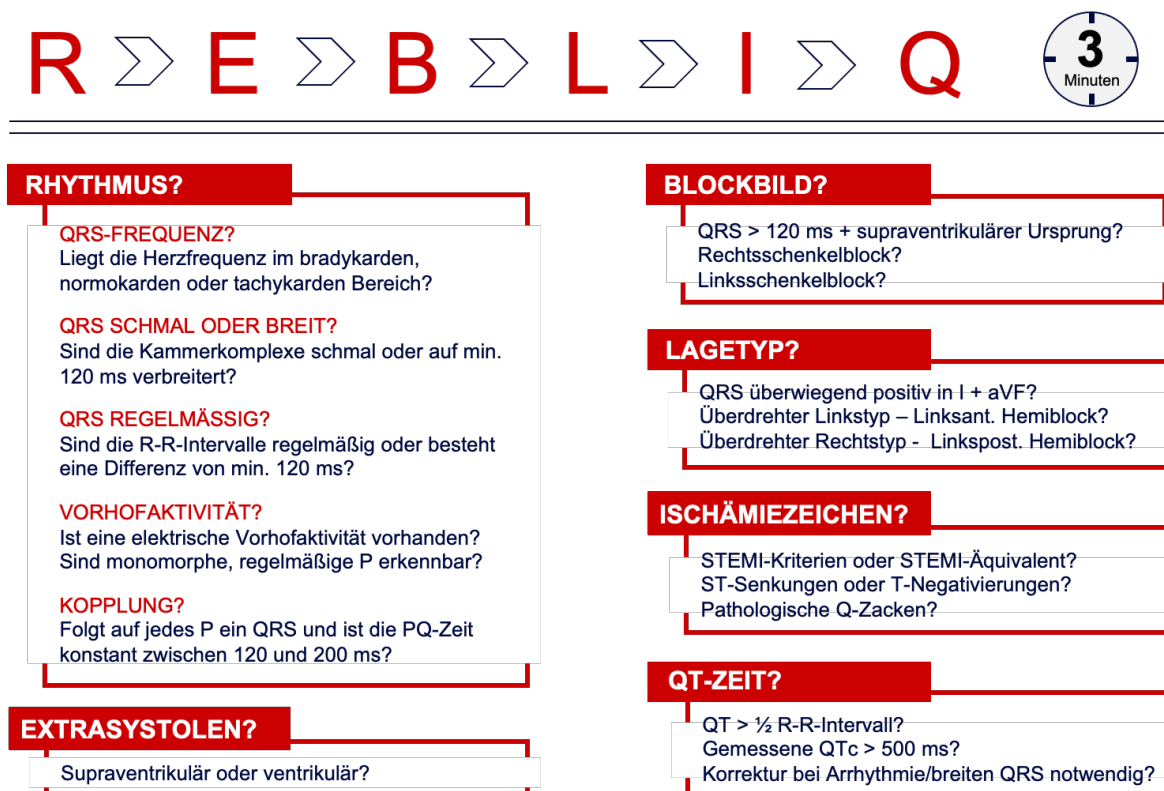


Abbildung 1: REBLIQ-Schema zur strukturierten EKG-Analyse. Durch das standardisierte Vorgehen dauert die vollständige Auswertung eines EKG im Regelfall nicht länger als 3 Minuten. (Abb. S. List)

2 Q wie QT-Zeit

Die Beurteilung der QT-Zeit ist ein unterschätzter und häufig vergessener Bestandteil der EKG-Diagnostik - auch und vor allem in Akutsituationen.

2.1 Bedeutung der QT-Zeit

Als QT-Zeit bezeichnet man im EKG das Intervall vom Beginn des Kammerkomplexes bis zum Ende der T-Welle. Damit beinhaltet QT sowohl die Erregungsausbreitung (QRS-Komplex) wie auch die Erregungsrückbildung (T-Welle) in den Ventrikeln. Übertragen auf die kleinste Ebene gibt die QT-Zeit somit indirekt Auskunft über die Aktionspotenzialdauer der Kardiomyozyten (Kallergis et al. 2012; Postema und Wilde 2014). Die Bedeutung der QT-Zeit liegt vor allem in deren letztem Abschnitt. Hier findet die Erregungsrückbildung statt, die Zellen kehren vom Aktions- in ihr Ruhepotenzial zurück. Dabei wird eine Phase durchlaufen, in der Zellen durch einen eintreffenden Reiz wieder erregt werden können, obwohl das eigentliche Ruhepotenzial noch nicht erreicht wurde (Antzelevitch 2006; Yamaguchi et al. 2003). In dieser "relativen Refraktärperiode" (auch "vulnerable Phase") besteht eine elektrische Inhomogenität des Gewebes - und damit ein Substrat für kreisende Erregungen wie die ventrikuläre Tachykardien vom Typ «Torsade-de-Pointes» (Roden 1998; Swerdlow et al. 1997).

2.2 Veränderungen der QT-Zeit

Wenn es um Veränderungen der QT-Zeit in Notfallsituationen geht, dann sind zunächst deren Verlängerungen von Interesse. Da, wie oben beschrieben, die QT-Zeit ein indirektes Maß für die ventrikuläre Aktionspotenzial-Dauer ist, wird das QT-Intervall durch jegliche Faktoren beeinflusst, welche sich auf die Erregungsaus- oder -rückbildung auswirken (Kallergis et al. 2012; Riad et al. 2017; Roden 2004; Vandael et al. 2017). Entsprechend sind die Ursachen einer QT-Verlängerung vielfältig, können jedoch mit dem Akronym «SAME» gut zusammengefasst werden:

Tabelle 1: Ursachen für Verlängerungen der QT-Zeit nach dem Akronym „SAME“. Weitere Merkhilfen: Viele Medikamente, welche die QT-Zeit verlängern, beginnen mit „Anti-“; Bei den Elektrolytstörungen sind es die „Hypos“, welche QT-Verlängerungen verursachen. Die Aufzählung nennt nur die wichtigsten Beispiele und ist bei Weitem nicht vollständig.

S	Syndrome (angeboren)	– Romano-Ward
		– Jervell-Lange-Nielsen
A	Akute Erkrankungen	– Akute Myokardischämie
		– Post-Arrest (ROSC)
		– Akute neurologische Notfälle
		– Hypothermie
M	Medikamente	– Anitarrhythmika (Klassen Ia, Ic, III, IV)
		– Antipsychotika
		– Antidepressiva
		– Antibiotika
E	Elektrolyte	– Antihistaminika
		– Hypokaliämie
		– Hypokalzämie
		– Hypomagnesiämie

2.3 Bestimmung der QT-Zeit

Der Normalbereich für das QT-Intervall liegt zwischen 390 und (je nach Geschlecht) 440 bis 460 ms. Alles darüber hinaus gilt als Verlängerung, wobei meist erst Werte ab 500 ms wirklich als relevant gewertet werden (Rautaharju et al. 2009; Riad et al. 2017; Roden 2004). Bei der Bestimmung der QT-Zeit ist die notwendige Frequenzkorrektur zu beachten: Die Aktionspotenzialdauer (und damit die QT-Zeit) ändert sich mit der Herzfrequenz. Die genannten Referenzwerte gelten also nur für eine bestimmte Herzfrequenz - nämlich für genau 60 pro Minute. Dann entspricht die gemessene QT-Zeit also dem tatsächlichen Wert. Für alle anderen Frequenzen muss das gemessene QT-Intervall frequenzkorrigiert werden - das Ergebnis heißt dann QTc (QT corrected). Hierfür existieren verschiedene Formeln - die bekannteste ist die Korrektur nach

Bazett. Da solch mathematische Akrobatik vor allem im Notfall recht unpraktisch ist, wird wir für eine erste Beurteilung der QT-Zeit den Trick des halben RR-Intervalles empfohlen (siehe BliQ-Trick 4). Sollten sich hierbei Hinweise auf eine verlängerte QT-Zeit zeigen oder der QT-Wert für die weitere Therapie relevant sein (z.B. beim Einsatz von QT-verlängernden Medikamenten), so muss die exakte Bestimmung erfolgen.

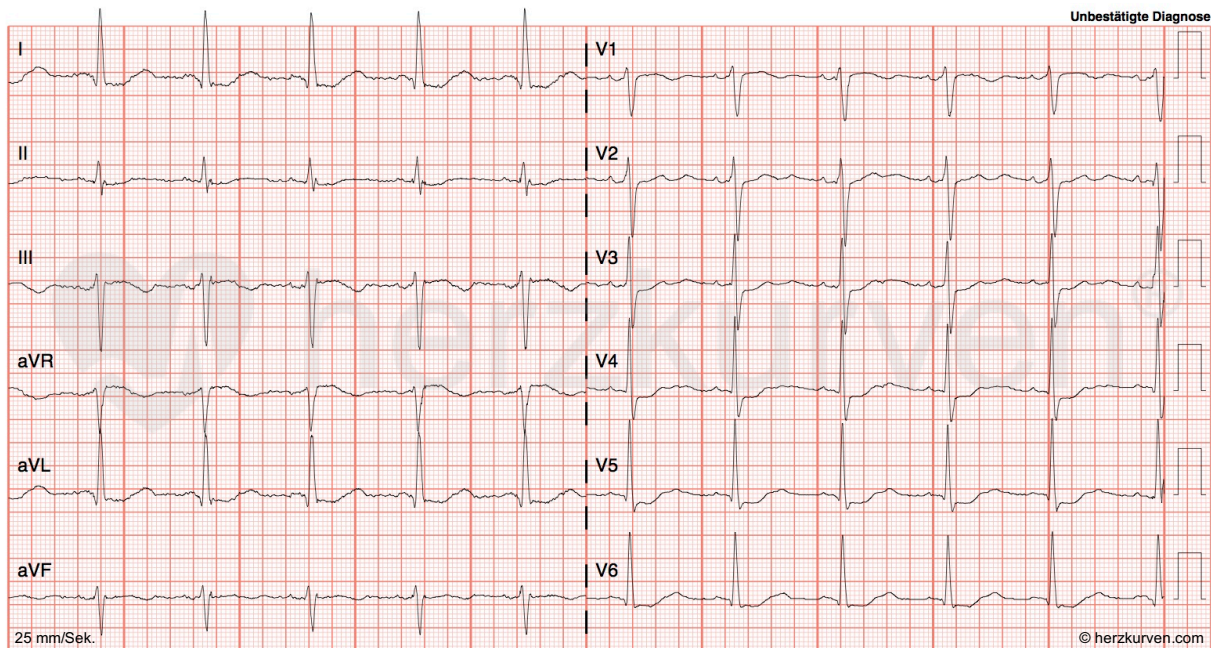


Abbildung 2: 12-Kanal-EKG mit den Standardableitungen. Schreibgeschwindigkeit 25 mm/Sek., 1mm = 0,1 mV. Sinusrhythmus mit einer Frequenz um 65 pro Minute. Kein Blockbild, Linkstyp, keine signifikanten ST-Strecken-Hebungen, ST-Strecken-Senkungen vom horizontalen Typ in I, aVL, V3 – V6. Gemessene QT-Zeit in aVL ca. 560 ms, nach Frequenzkorrektur (Bazett) QTc 590 ms. Bei der Patientin lag eine schwere Urosepsis (A – Akute Erkrankung) sowie eine ausgeprägte Hypokaliämie (E – Elektrolyte) vor. Weiterhin bestand eine Amiodaron-Dauermedikation (M – Medikamente). Nach Infektbehandlung und Ausgleich der Elektrolytentgleisung lag die QTc im oberen Normbereich. (Abb. S. List)

Bei der Beurteilung der QT-Zeit gibt es einige Fallstricke:

- Bezüglich der optimalen Ableitung zur Bestimmung der QT-Zeit besteht in der Literatur Uneinigkeit. Während in Ableitung II das Ende der T-Welle oft am Besten bestimmbar ist (Postema und Wilde 2014), lässt sich in V3 und V4 meist das längste und damit verlässlichste Intervall bestimmen (Rautaharju et al. 2009; Riad et al. 2017). In der Praxis kann es sinnvoll sein, im 12-Kanal-

Ausdruck die übereinander gedruckten Ableitungen gemeinsam zu betrachten, um so am exaktesten das Ende der T-Welle zu bestimmen.

- Viele EKG-Geräte messen die QT automatisch und berechnen dann die QTc. Hierbei ist Vorsicht geboten, da die Geräte Fehler machen können. Was jedoch gut funktioniert ist die manuelle Kontrolle (durch Messen) der vom Gerät bestimmten QT-Zeit. Wenn diese in etwa stimmt, dann wird (wenn die Herzfrequenz richtig erkannt wurde) auch QTc stimmen - denn letztlich setzt die Software im EKG-Gerät auch nur die gemessenen Werte in eine Formel ein.
- Bei Arrhythmien (z.B. Vorhofflimmern) ist die Frequenzkorrektur erschwert, da die RR-Intervalle inkonstant sind. Eine Annäherung kann über die mittlere Frequenz erfolgen, exakter ist die Mittelung von fünf gemessenen und frequenzkorrigierten QT-Zeiten (Postema und Wilde 2014).
- Bei Erregungsausbreitungsstörungen (z.B. Schenkelblöcken) wird das QT-Intervall durch die Verbreiterung der Kammerkomplexe logischerweise automatisch verlängert. Für die exakte Bestimmung von QTc müsste hier also eine Korrektur der QRS-Verbreiterung erfolgen (Wang et al. 2017). Eine der in der Literatur empfohlenen Korrekturformeln empfiehlt, von der gemessenen QT-Zeit die Hälfte der QRS-Dauer abzuziehen ($QT - \frac{1}{2} dQRS$) und diesen Wert dann für die Frequenzkorrektur zu verwenden (Postema und Wilde 2014).

2.4 Lange QT-Zeit – Konsequenzen für die Akutsituation

Zunächst einmal ist ein verlängertes QT-Intervall nur ein EKG-Befund, welcher (wie alle Beobachtungen) im klinischen Kontext betrachtet werden müssen. Besonders hellhörig muss man bei Patienten mit Synkopen, Krampfanfällen oder sonstigen Ereignissen werden.

Liegt eine verlängerte QT-Zeit vor, geht es darum, mögliche Auslöser zu identifizieren und Risikofaktoren zu reduzieren bzw. nicht noch weiter zu fördern. In Anlehnung an die möglichen Ursachen eines langen QT-Intervalles (SAME) sollten hier vor allem Elektrolytstörungen und Medikamenteneinnahmen beachtet werden. Dabei ist zu bedenken, dass viele der regelmäßig in der Akuttherapie eingesetzten Medikamente

(v.a. Antiarrhythmika, Antipsychotika und Antibiotika) die Situation weiter verschlechtern können.

Weiterhin müssen Patienten mit verlängerter QT-Zeit (vor allem wenn es schon zu Synkopen oder sonstigen Ereignissen gekommen ist) durchgehend am Monitor überwacht werden. Long-QT-Syndrome sind eine mögliche Ursache des plötzlichen Herztodes auch bei jungen Menschen!

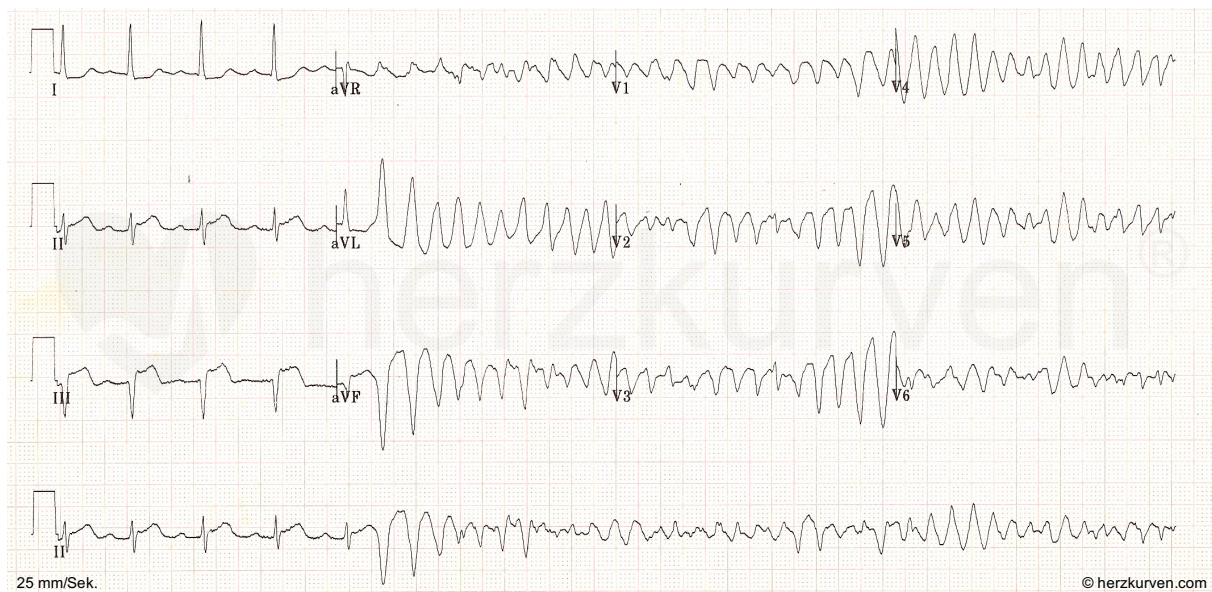


Abbildung 3: 12-Kanal-EKG mit den Standardableitungen sowie zusätzlichem Rhythmusstreifen der Ableitung II. Schreibgeschwindigkeit 25 mm/Sek., 1mm = 0,1 mV. Zu Beginn der Aufzeichnung ist ein Sinusrhythmus mit ST-Strecken-Hebungen in den Ableitungen II und III sichtbar. Am ehesten durch eine Extrasystole in die T-Welle (R auf T) kommt es zur Auslösung einer ventrikulären Tachykardie vom Typ „Torsade-de-Pointes“. (Abb. S. List)

Um überhaupt zu solchen Überlegungen zu gelangen, ist eines jedoch zunächst am wichtigsten: Das Problem muss erkannt werden!

BLiQ-Trick 4: Schnelle QT-Zeit mit $\frac{1}{2}$ R-R

Im Text wurde das Problem der frequenzkorrigierten QT-Zeit beschrieben. Um trotzdem auch in der Akutsituation die QT-Zeit im Blick zu haben, gibt es einen einfachen und ziemlich effektiven Trick:

1. Auf einem angelegten Blatt Papier wird ein R-R-Intervall (Abstand zwischen 2 R-Zacken) markiert.
2. Durch Messen oder Falten des Blattes wird die Hälfte dieses Intervalles - also $\frac{1}{2}$ R-R - bestimmt.
3. Das QT-Intervall im EKG sollte nun kürzer als das halbe R-R-Intervall sein. Ist es länger, so besteht der Verdacht auf eine relevante QT-Verlängerung.

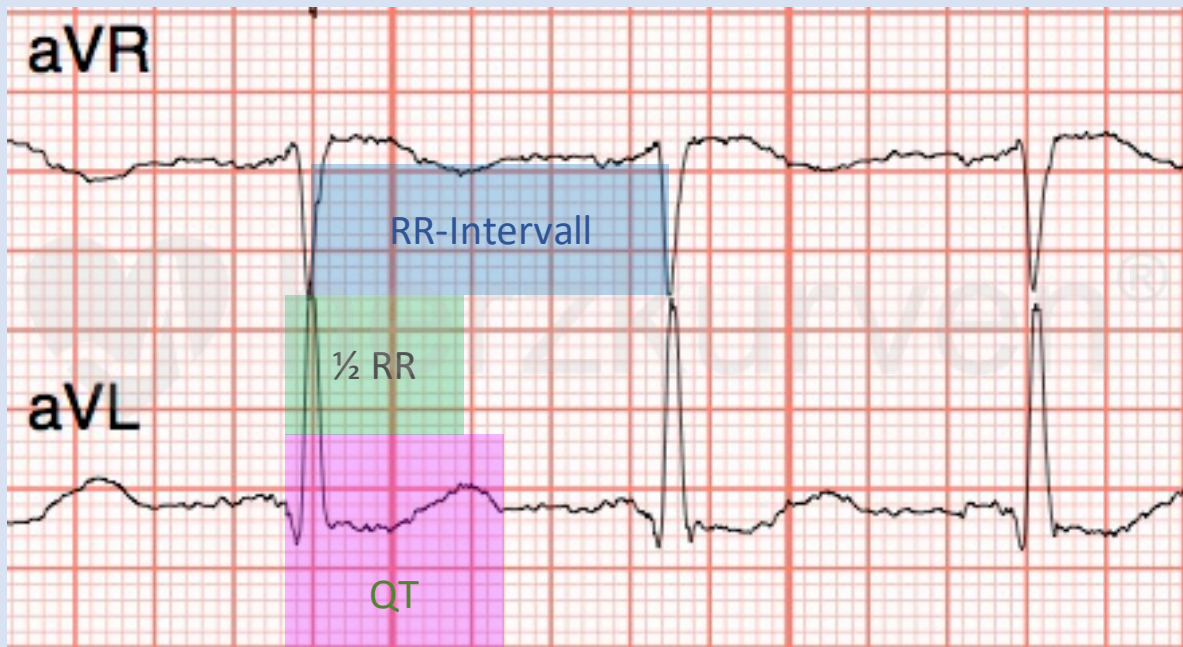


Abbildung 4: Bestimmung der QT-Zeit über die $\frac{1}{2}$ R-R-Methode. Details im Text. (Abb. S. List)

3 Literatur

Brugada, J., Katritsis, D. G., Arbelo, E., Arribas, et al. (2019). 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia: The Task Force for the management of patients with supraventricular tachycardia of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*, doi: 10.1093/eurheartj/ehz467.

Calkins, H., Hindricks, G., Cappato, R., Kim, Y. H. et al. (2018). **2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation**. *Europace* 20, e1-e160, doi: 10.1093/europace/eux274.

Chou, T.-C. (1991). **Electrocardiography in clinical practice**, 3rd. Aufl., Saunders, Philadelphia.

Conover, M. B. (1996). **Understanding electrocardiography**, 7th ed. Aufl., Mosby, St. Louis.

Johnson, R. L., Averill, K. H. und Lamb, L. E. (1960). Electrocardiographic findings in 67,375 asymptomatic subjects. VII. Atrioventricular block. *Am J Cardiol* 6, 153-177.

Mesquita, A., Trabulo, M., Mendes, M., Viana, J. F. und Seabra-Gomes, R. (1996). **[The maximum heart rate in the exercise test: the 220-age formula or Sheffield's table?]**. *Rev Port Cardiol* 15, 139-144, 101.

Seipel, L. und Kuhlkamp, V. (1994). [Electrocardiographic diagnosis of atrial fibrillation and flutter]. *Z Kardiol* 83 *Suppl* 5, 29-34.

Soar, J., Nolan, J. P., Bottiger, B. W., Perkins, G. D., Lott, C., Carli, P., Pellis, T., Sandroni, C., Skrifvars, M. B., Smith, G. B., Sunde, K., Deakin, C. D. und Adult advanced life support section, C. (2015). **European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support**. *Resuscitation* 95, 100-147, doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.016.

Teh, A. W., Kistler, P. M. und Kalman, J. M. (2009). **Using the 12-lead ECG to localize the origin of ventricular and atrial tachycardias: part 1. Focal atrial tachycardia.** J Cardiovasc Electrophysiol 20, 706-709; quiz 705, doi: 10.1111/j.1540-8167.2009.01456.x.

Wagner, G. S. und Marriott, H. J. L. (1994). **Marriott's practical electrocardiography**, 9th. Aufl., Williams & Wilkins, Baltimore.

Zipes, D. P., Jalife, J. und Stevenson, W. G. (2018). **Cardiac electrophysiology: from cell to bedside**, Seventh edition. Aufl., Elsevier, Philadelphia, PA.



www.herzkurven.com



herzkurven



herzkurven



REBLIQ

Strukturierte
EKG-Analyse

