

STRATEGIE ZUR OPTIMIERUNG DES VV-DELAYS BIVENTRIKULÄRER HERZSCHRITTMACHER MITTELS IMPEDANZKARDIOGRAPHIE

R. Schüler¹, J. Querengässer¹, K. Malinowski², C. Nachtigal³

¹medis. GmbH Ilmenau, Deutschland

²Helios Klinikum, Aue, Deutschland

³Biotronik GmbH & Co. KG, Erlangen, Deutschland

Ralf.Schueler@medis-de.com

Abstract— Measurements with impedance cardiography show that the VV-Delay in biventricular pacemakers has a great influence on the cardiac output and the contractility of the heart. Therefore, it is necessary to check the individual VV-delay of every patient. A suitable method is the noninvasive and easy to use impedance cardiography. The optimization of the hemodynamic should base on the parameters Velocity Index, Acceleration Index and the O/C-Ratio. With respect to Stroke Volume and Cardiac Output we observed problems in the detection of the aortic valve closing due to unphysiological ejection pattern in some patients. Consequently these parameters are not reliable in all cases. After reprogramming the pacemaker an adaptation period of approx. 2-3 minutes has to be maintained before the hemodynamic state can be measured.

Keywords— impedance cardiography, biventricular pacemaker

Einleitung

Biventrikuläre Herzschrittmacher versprechen großen therapeutischen Nutzen [2], haben aber neben dem AV-Delay zusätzliche Freiheitsgrade durch die Wahl des VV-Delays. Mittels Impedanzkardiographie steht eine vergleichsweise einfache Methode zur Erfassung hämodynamischer Änderungen zur Verfügung, die sich bereits bei der Optimierung des AV-Delays bewährt hat. Ziel dieser Untersuchungen war es, eine klare Strategie zur Anwendung der Impedanzkardiographie bei der Optimierung des VV-Delays zu erarbeiten.

Methodik

Im Rahmen einer noch laufenden Studie zur Untersuchung hämodynamischer Effekte der biventriculären Stimulation wurden bei bisher 14 Patienten Messungen bei unterschiedlicher Schrittmacherprogrammierung (VV-Delay, z.T. auch AV-Delay) durchgeführt und dabei die Hämodynamik der Patienten mittels Impedanzkardiographie (cardioscreen der Firma medis mit einer Spezialversion der niccom-Software zur Schrittmachereinstellung) erfasst. Ziel dieses Teils der Studie ist es u.a., eine Strategie zur Optimierung der Schrittmacherprogrammierung hinsichtlich hämodynamischer Gesichtspunkte zu entwickeln. Die Hämodynamik der Patienten wurde in Ruhe bei unterschiedlichen AV- und VV-Delays, mehreren Stimulationsfrequenzen sowie unterschiedlichen Pacingmodi (rechtsventrikulär, linksventrikulär, biventriculär) mittels Impedanzkardiographie erfasst.

Ergebnisse und Diskussion

Bei allen Patienten konnte durch den Wechsel der Stimulationsmodi zwischen rechtventrikulär, linksventrikulär und biventriculär mit verschiedenen VV-Delays sowohl das Herzschlagvolumen (SV) als auch Kontraktilitätsparameter, wie der Acceleration Index (ACI), deutlich beeinflusst werden. Die Änderungen der Parameter sind reproduzierbar. Der ACI erwies sich als der sensitivste Parameter.

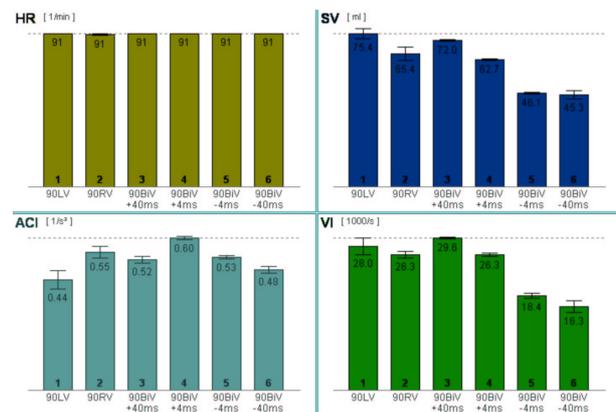


Abbildung 1: Typische Messung bei unterschiedlicher Schrittmacherprogrammierung

Dabei ist die biventriculäre Stimulation meist nur bei individuell optimalen VV-Delays der rein rechtsventrikulären Stimulation gleichwertig oder überlegen. Allein hieraus ergibt sich, dass bei biventriculärer Stimulation das VV-Delay immer individuell programmiert werden muss.

Beim Monitoring der Hämodynamik fällt weiterhin auf, dass nahezu alle impedanzkardiographischen Parameter eine sichtbare Dynamik aufweisen. So kann man nach orthostatischen Lageänderungen und nach einer Umprogrammierung des Schrittmachers einen Adaptionsprozess feststellen, der einige Minuten (bei Änderung des VV-Delays typischerweise 2-3 Minuten) dauern kann. Diese Adaptionsprozesse müssen abgewartet werden, bevor ein repräsentativer hämodynamischer Status bestimmt werden kann.

Bei Änderungen des VV-Delay stellten wir zudem fest, dass oftmals unmittelbar nach der Umprogrammierung des Schrittmachers die Hämodynamik zunächst gegenläufig reagiert. D.h. das Schlagvolumen steigt beispielsweise zunächst schnell an, um dann nach einer Minute wieder langsamer bis unter dem Ausgangswert zu sinken. Dieser

Effekt betont noch einmal, dass ein hinreichendes Abwarten der Adaptionsprozesse essentiell für eine richtige Erfassung hämodynamischer Parameter ist.

Bei vielen Patienten findet man eine unruhige Hämodynamik vor, bei der sich die Parameter unregelmäßig zyklisch ändern und stark auf Umweltreize reagieren, z.B. selbst auf Diskussionen, an denen der Patient nicht aktiv beteiligt ist. Damit diese natürlichen Schwankungen nicht die hämodynamischen Änderungen aufgrund veränderter Schrittmacherprogrammierung überdecken, ist insbesondere auf eine ruhige, reizarme Umgebung zu achten.

Bei der Mehrzahl der Patienten äußerte sich eine Änderung in der Programmierung (Übergang auf andere Stimulationsmodi, Änderungen des VV-Delays) in einer deutlichen Änderung der Form der impedanzkardiographischen Kurve, vor allem im Zeitbereich um den Aortenklappenschluss (X-Punkt im Impedanzkardiogramm, vergleiche Abb. 2). Dies führte bei zwei Patienten zu einer Fehlbestimmung der linksventrikulären Austreibungszeit (LVET) und damit des Schlagvolumens, wobei auch bei manueller Auswertung nicht auf die wahre LVET geschlossen werden konnte. Daraus folgt, dass die LVET, das Schlagvolumen und der daraus abgeleitete Cardiac Output bei einigen Patienten nicht verwendet werden können und daher generell vorsichtig zu interpretieren sind. Anstelle des Schlagvolumens empfiehlt sich der VI, da VI (neben LVET) der dominierende zeitvariable Faktor bei der Berechnung des Schlagvolumens ist.

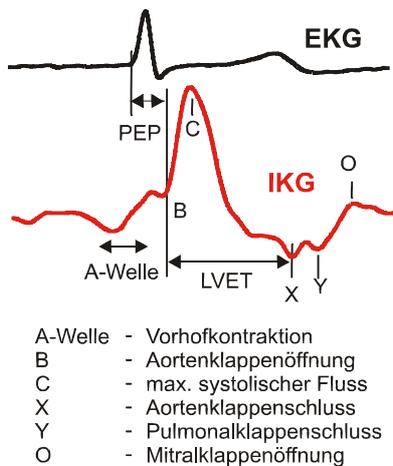


Abbildung 2: Typische Kurvenform und physiologische Ereignisse im Impedanzkardiogramm (IKG)

Bei mehreren Patienten war eine Erhöhung der O-Welle (vergleiche Abb. 2) zu beobachten. Die Höhe der O-Welle und noch besser das Verhältnis zwischen systolischer Welle (C-Welle) und O-Welle korrelieren mit dem Pulmonalarterien-Verschchlussdruck (PAWP) [3]. Durch die Anpassung des VV-Delays konnte bei diesem Patienten die O-Welle und damit der PAWP gezielt minimiert werden. Wir führten daher in der verwendeten Software das Verhältnis der O- und C-Wellen-Amplituden als Parameter O/C-Verhältnis ein und minimieren diesen im Zuge der VV-Delay-Programmierung, sofern der Ausgangswert auf einen pathologisch erhöhten PAWP hindeutet.

Schlussfolgerungen

Hinsichtlich des messtechnischen Vorgehens bei der hämodynamischen Optimierung konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die Messung erfolgt generell im Liegen nach einer hinreichenden Akklimatisierung (mittels Impedanzkardiographie individuell kontrollieren, Richtwert ca. 3-4 Minuten) und in möglichst reizarmer Umgebung (keine Unterhaltung etc.).
- Nach einem Umprogrammieren des Schrittmachers muss die Anpassung der Hämodynamik abgewartet werden (wiederum mittels Impedanzkardiographie kontrollieren, Richtwert ca. 2-3 Minuten).
- Die Stimulationsfrequenz muss so hoch gewählt werden, dass kein Eigenrhythmus mehr auftritt.
- Der Programmierkopf des Programmiergerätes stört in der Regel die Bioimpedanzmessung und ist vom Patienten zu entfernen (temporäre Schrittmachermodi sind deshalb nicht möglich).
- Bei Dreikammerschrittmachern ist zur VV-Delay-Optimierung ggf. zunächst das AV-Delay zu optimieren und möglichst konservativ (lang) zu bemessen.

Für die Auswertung schlagen wir folgende Richtlinien vor:

- Zur Optimierung sollten die Parameter Acceleration Index (ACI, siehe auch [1]) und Velocity Index (VI) bevorzugt werden. Das Schlagvolumen und der Cardiac Output sind messtechnisch unzuverlässiger, bieten kaum mehr Informationen als VI und sind deshalb erfahrenen Anwendern vorbehalten.
- In der Kurvenform sollte immer auf eine Erhöhung der O-Welle geachtet werden. Da diese mit einer pathologischen Erhöhung des Pulmonalarterien-Verschlussdrucks korreliert, sollte die Programmierung des Schrittmachers so gewählt werden, dass die O-Welle bzw. das O/C-Verhältnis möglichst klein wird.

Literatur

- [1] M. Heinke, H. Kühnert, R. Surber, G. Dannberg, G. Schwarz, F. Kütke, H. R. Figulla: Acceleration index as a novel indicator for contractility in permanently right ventricular paced heart failure patient with up-graded Left Ventricular Lead. *Europace* 5 Suppl. B (2003) 161-162.
- [2] M. Heinke, H. Kühnert, R. Surber, G. Dannberg, H. H. Sigusch, H. R. Figulla, O. Solbrig, R. Schüler: Atrioventrikuläres und interventrikuläres Delay bei biventrikulärer Resynchronisationstherapie mit VAT-Stimulation, Abstrakt beim BMT-Kongress 2004, Ilmenau.
- [3] H. H. Woltjer, H. J. Bogaard, J. G. F. Bronzwear, C. C. de Cock, P. M. de Vries: Prediction of pulmonary capillary wedge pressure and assessment of stroke volume by noninvasive impedance cardiography. *Am. Heart J.* 1997;134:450-455.