

**5. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
15.-16. Oktober 2004 in
Saarbrücken**



**„Evaluation möglicher Schmerzparameter während der
endotrachealen Intubation“**

A. U. Schubert, O. Simanski, B. Lampe
Institut für Automatisierungstechnik, Universität Rostock, Rostock, Deutschland
E-Mail: agnes.schubert@etechnik.uni-rostock.de

M. Janda, R. Hofmockel
Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Rostock, Rostock,
Deutschland

R. Kähler
Universität Rostock, Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, Rostock, Deutschland

Band: „Tagungsband, Automed 2004“
Editors: W. I. Steudel
ISBN: 3-00-013509-X
Pages: 109-110

Evaluation möglicher Schmerzparameter während der endotrachealen Intubation

A. U. SCHUBERT¹, M. JANDA², R. KÄHLER³, O. SIMANSKI¹,
R. HOFMOCKEL², B. LAMPE¹

¹Institut für Automatisierungstechnik, Universität Rostock,
Richard-Wagner-Str. 31, Haus 8, 18119 Rostock

²Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Rostock,
Schillingallee 35, 18055 Rostock

³Universität Rostock, Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik,
Albert-Einstein-Straße 2, 18051 Rostock

E-Mail: agnes.schubert@technik.uni-rostock.de

EINLEITUNG

Zu einer Allgemeinanästhesie gehört die Einleitung und Aufrechterhaltung einer adäquaten Hypnosetiefe, Muskelrelaxation und Analgesie. Während es für die erstgenannten bereits Mess- und Regelungsansätze gibt, konnte sich für die Quantifizierung einer ausreichenden Analgesie und deren Regelung bisher kein Verfahren etablieren.

Die endotracheale Intubation wird als einer der schmerzhaftesten Stimuli während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie angesehen. Um einen Parameter für die Analgesierung eines Patienten zu verifizieren, wurden während der Einleitung der Anästhesie und der Intubation verschiedene Vitalparameter gemessen und offline die Herzfrequenzvariabilität mittels unterschiedlicher Methoden bestimmt. Die Parameter wurden hinsichtlich ihrer Responsegeschwindigkeit auf den Schmerzreiz miteinander verglichen.

METHODEN

Nach Prüfung und Bewilligung des Studienkonzeptes durch die örtliche Ethikkommission nahmen 10 ASA I- und -II-Patienten an der Studie während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie teil. Dabei wurden die Herzfrequenz (HR) in Messintervallen von 5s und der nicht-invasiv gemessene mittlere arterielle Blutdruck (NIBD) in Intervallen von 1 min mit dem DATEX AS/3 Monitor erfasst. Die Detektion des Bispektralindex (BIS) - einem speziell prozessierten Encephalogramm zur Bestimmung der Hypnosetiefe - erfolgte ebenfalls in Intervallen von 5s mit dem BIS-XP™-Monitor (Firma Aspect Medical Systems, USA). Alle genannten Daten wurden mit einem, in unserer Arbeitsgruppe unter MATLAB® entwickelten Monitorsystem aufgezeichnet. Zusätzlich zu den Standardmonitoren sind mit einem Polar S810i (Firma Polar Elektro Oy, Finnland) die direkt aus dem Elektrokardiogramm abgeleiteten RR-Intervalle erfasst worden. Alle Ereignisse im Einleitungsprozedere wurden mit dem Setzen von Zwischenzeiten bei der online-Aufzeichnung durch die Polar-Software gekennzeichnet. Die Einleitung der Allgemeinanästhesie fand stan-

dardisiert in folgender Reihenfolge statt:

1. Aufzeichnung aller Parameter über 5 min (Baseline)
2. 0,4 µg/kg/min Remifentanyl i. v. (Analgesie)
3. nach 3 min 2 mg/kg Propofol i. v. als Bolus (Hypnose) NIBD-Messintervall 1-minütig
4. 2 mg/kg/h Propofol kontinuierlich i. v.
5. 0,15 mg/kg Cis-Atracurium i. v. (Relaxation)
6. nach 3 min Intubation
7. Reduktion von Remifentanyl auf 0,2 µg/kg/min i. v.
8. Erhöhung von Propofol auf 5 mg/kg/h i. v.
9. Aufzeichnung ohne Manipulation über 5 min

Die Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität (HRV) ist anhand der mit dem Polar aufgezeichneten Tachogramme durchgeführt worden. Mit dem unter MATLAB® entwickelten Graphical User Interface (GUI) kann offline ein Tachogramm geladen werden. Dazugehörig wird die HRV im Frequenz- und Zeitbereich berechnet.

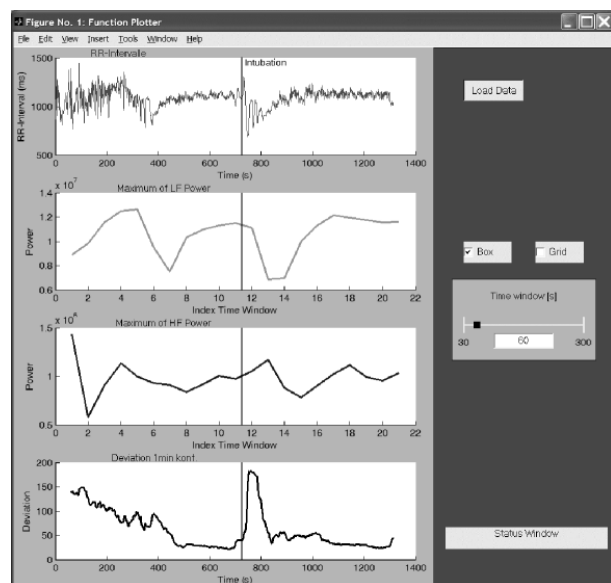


Abb. 1: GUI zur HRV-Analyse

Im Zeitbereich wird die Standardabweichung innerhalb eines gleitenden Zeitfensters bestimmt. Im Frequenzbereich

erfolgt die Berechnung der Leistungsspektraldichte mittels Fast Fourier Analyse in aufeinander folgenden Zeitfenstern. Dabei wird die maximale Leistung im niederen (0,04 - 0,15 Hz) und im hohen (0,15 - 0,4 Hz) Frequenzbereich ermittelt [Malik1996] und über den Index der Zeitfenster dargestellt. Das Intervall für das Zeitfenster ist vom Anwender in einem Bereich von 30 - 300 s wählbar (Abb. 1).

ERGEBNISSE

Wie im oberen Plot in Abb. 1 zu sehen ist, ändert sich das Tachogramm während der Einleitung der Anästhesie signifikant. In einem typischen Verlauf sinkt die Variabilität der Herzfrequenz mit der Applikation des Analgetikums und des Hypnotikums. Als Reaktion auf den Reiz bei der Intubation variiert die Herzfrequenz wieder in einem größeren Bereich. Diese Reaktion kann auch in den standardmäßig gemessenen Vitalparametern festgestellt werden. Herzfrequenz, Blutdruck und BIS steigen an. Aber da es sich dabei um sekundäre Reaktionen auf den Schmerzreiz handelt [Greenwald1996] und die Messintervalle, begründet durch das Messverfahren, ein Vielfaches eines RR-Intervalls betragen, kann der Schmerzreiz nur verzögert im Verlauf dieser Parameter nachgewiesen werden. In Tab. 1 sind die prozentualen Änderungen der einzelnen Vitalparameter und der HRV-Parameter aufgeführt, die sich auf den Mittelwert innerhalb von 1 min vor der Intubation beziehen.

Tab. 1: Prozentuale Anstiege 20 s bzw. 1 min nach der Intubation

Intervall	Parameter	Mittelwert	Min	Max
20 s	HR	11,2	-4,8	48,6
	BIS	16,2	1,3	30,9
	HRV SD	152,4	26,6	296,8
1 min	NIBD	16,6	1,0	43,6
	HRV LF	-14,7	-56,4	14,6
	HRV HF	9,2	-44,2	93,1

DISKUSSION

Die in Tab. 1 aufgeführten Werte zeigen, dass bei der Bestimmung der Standardabweichung in den meisten Fällen eine deutliche Reaktion auf den Reiz bei der Intubation verzeichnet werden kann. Der prozentuale Anstieg ist bereits nach 20 s signifikant größer als bei den standardmäßig beobachteten Parametern der HR

vom AS/3 Monitor oder dem BIS-Index. Die Reaktionsgeschwindigkeit des nichtinvasiv gemessenen Blutdrucks ist bereits durch das Messverfahren limitiert, aber auch hier kann ein leichter Anstieg verzeichnet werden. Die Bestimmung der HRV im Frequenzbereich ist ebenfalls durch die Methode in ihrer Reaktionsgeschwindigkeit begrenzt. Für das Maximum im niederen Frequenzbereich ist im Mittel 1min nach der Intubation ein Absinken zu beobachten. Für den Verlauf der maximalen Leistung im höheren Frequenzbereich konnte kein signifikanter Trend identifiziert werden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Verwendung der HRV für die Erfassung der Analgesie eines Patienten unter Allgemeinanästhesie bietet eine Reihe von Vorteilen: Die Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität basiert auf einem nichtinvasiven Messverfahren, so dass dafür kein weiterer Katheter notwendig ist. Außerdem gehört die Aufzeichnung des EKG zur Routine in der Anästhesie. Bei direktem Zugriff auf die RR-Intervalle des EKG kann innerhalb weniger Herzschläge bzw. Sekunden eine Aussage über den Trend in der Datenentwicklung gemacht werden. Somit ist dieser Parameter prinzipiell für den Einsatz bei der Regelung der Dosierung des Analgetikums geeignet. Aus den aufgezeichneten Datensätzen wird aber auch deutlich, dass die Herzfrequenz und damit auch die HRV unter dem Einfluss von Störungen, wie z. B. Bewegungen am Patienten, variieren, so dass die Änderung anderer Parameter, wie dem Blutdruck, bei der Erhöhung der Dosis des Analgetikums berücksichtigt werden muss. Die Entwicklung eines Regelalgorithmus muss in einer weiterführenden Studie zur Quantifizierung der Analgesie vorbereitet werden.

LITERATUR

[Greenwald1996]

S. D. Greenwald, P. S. Glass, F. B. Payne, C. E. Rossow, P. S. Sebel, P. H. Devlin, "Changes in Heart rate variability predict responses during anesthesia", *Anesthesiology* Vol 87(3A), p A898, 1996

[Malik1996]

M. Malik, "Heart rate variability - Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology", *Eur Heart J* Vol 17, p 354-381, 1996