

**8. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
20.-21. März 2009 in Berlin**



**„Risikoprognose von herzoperierten Patienten mit
Methoden der Biosignalverarbeitung“**

Hagen Malberg
Institut für Angewandte Informatik, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, KIT, Karlsruhe,
Deutschland
E-Mail: malberg@iai.fzk.de

Robert Bauernschmitt
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Deutsches Herzzentrum München, T U München,
München, Deutschland

Niels Wessel
Institut für Physik, Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland

Copyright: VDI Verlag GmbH
Band: Fortschritt-Bericht VDI Reihe 17 Nr. 274 „Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin, 8. Workshop, Tagungsband“
Editors: Thomas Schauer, Henning Schmidt, Marc Kraft
ISBN: 978-3-18-327417-8
Pages: 7-8

Risikoprognose von herzoperierten Patienten mit Methoden der Biosignalverarbeitung

Hagen Malberg¹, Robert Bauernschmitt² und Niels Wessel³

¹Institut für Angewandte Informatik, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, KIT Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Deutschland

²Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Deutsches Herzzentrum München, Technische Universität München, München, Deutschland

³Institut für Physik, Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland

Kontakt: malberg@iai.fzk.de

Einleitung

Herzoperierte Patienten sind eine akut gefährdete Patientengruppen in der Klinik. Aus diesem Grunde ist die intensivmedizinische Überwachung und die postoperativen Nachverfolgung ein sehr wichtiges Forschungsthema in der Biomedizinischen Technik.

Die intensivmedizinische Biosignalaufnahme (Monitoring) ist meßtechnisch sehr weit fortgeschritten. Allerdings lassen aus der Darstellung der Biosignale und der resultierenden Alarmgebung nur physiologische Informationen zum Status quo des Patienten ableiten. Prognostische Informationen, die aus der kontinuierlichen Analyse der Biosignale gewonnen werden können, sind bislang in der Praxis unbekannt.

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse von drei Studien zusammengefaßt. Dabei werden mittels quasikontinuierlichen Analysen Verschiebungen im kardiovaskulären Regulationsverhalten dargestellt, die mit postoperativen kardialen Risiken korreliert werden können.

Patienten und Methoden

Patienten

Bei diesen Untersuchungen wurden verschiedene Patientengruppen nach Herzoperationen untersucht. Generelle Ausschlußkriterien waren Notfalloperationen, präoperative Therapien mit Katecholamin sowie präoperative antiarrhythmische Therapien.

Datenaufnahme

In den unterschiedlichen Untersuchungsprofilen wurden prä- und postoperative Daten von den Patienten erhoben. Während der intensivmedizinischen Überwachung (0-24h postoperativ) wurden die kontinuierlichen Blutdruckverläufe für jeweils 30 Minuten mittels Katheterisierung in der Arteria radialis zu definierten postoperativen Zeitpunkten registriert: 0-2h, 3-4h, 5-6h, 7-8h, 19-22h. Die Aufzeichnung erfolgte mit 800 Hz Abtastfrequenz und 8 bit Auflösung. Nach jeweils 6 Stunden wurde die Extubation durchgeführt.

Prä- und postoperativ erfolgte die Datenaufzeichnung außerhalb der Intensivstation mit dem kontinuierlichen Blutdruck Monitor Colin CBM-7000 (Fa. Colin Inc., Japan) ebenfalls über 30 Minuten (12 bit Auflösung, 1 kHz

Abtastfrequenz). Zusätzlich wurde ein Standard-EKG sowie der Atemverlauf registriert. Aus den Biosignalen wurden die Interbeat-Intervalle (HR) sowie die konsekutiven systolischen (SBP) und diastolischen (DBP) Blutdruckwerte extrahiert.

Methoden der kardiovaskulären Charakterisierung

Zur Charakterisierung des kardiovaskulären Regulationsverhaltens wurden Variabilitätsanalysen des Herzens (HRV), des systolischen (SBPV), des diastolischen Blutdrucks (DBPV) sowie des Pulsdrucks (PPV) angewendet. Dabei sind Ansätze des Zeit-, des Frequenzbereichs [1] sowie der Nichtlinearen Dynamik [2] genutzt worden. Die Analyse der Kopplungseigenschaften des Blutdrucks auf die Herzfrequenzregulation erfolgte mit der Dualen Sequenzmethode zur Charakterisierung der spontanen Barorezeptorsensitivität (BRS) [3].

Ergebnisse

Kardiovaskuläre Regulation bis 24h postoperativ

In dieser Untersuchung wurden die Veränderungen im kardiovaskulären Regulationsverhalten bezüglich der HRV, BPV und BRS unmittelbar nach aortokoronarer Bypassoperation untersucht [4]. Ausgewählte Parameter zeigten nach 20 Stunden postoperativ eine Supprimierung des vagalen Tonus, während der sympathische Tonus wieder dem präoperativen Niveau angenährt war. Diese Dysbalance zwischen beiden Regulationssystemen ist vergleichbar mit den Phänomenen, die bei Patienten nach myokardialen Infarkt vorliegen. Aus diesem Grund kann die Bedeutung dieser Dysbalance als postoperativer Risikoprädiktor vermutet werden.

Präoperative Prognostik von Vorhofflimmern

In Ergänzung der vorherigen Untersuchung wurde analysiert, ob sich bereits aus dem präoperativen Status der kardiovaskulären Regulation postoperative Komplikationen (wie beispielsweise Vorhofflimmern (AF)) differenzieren lassen [5]. Dazu wurden Patienten mit Herzklap-pentransplantation, aortokoronarer Bypassoperation sowie Kombinationen zwischen beiden Operationen untersucht. Die Untersuchung bestätigte auch bei dieser Patientengruppe die Verminderung in der HRV und der BRS.

Ebenfalls konnte gezeigt werden, daß bei herzoperierten Patienten mit AF bereits vor dem Eingriff Einschränkungen in der Regulation vorliegen. Während dies nur durch die nichtlinearen Ansätze in der HRV-Analyse gezeigt werden konnte, ist das Phänomen durch die Blutdruckregulation deutlicher nachweisbar. Durch die präoperative Diskriminierung sind neue Möglichkeiten zur prophylaktischen antiarrhythmischen Therapie gegeben.

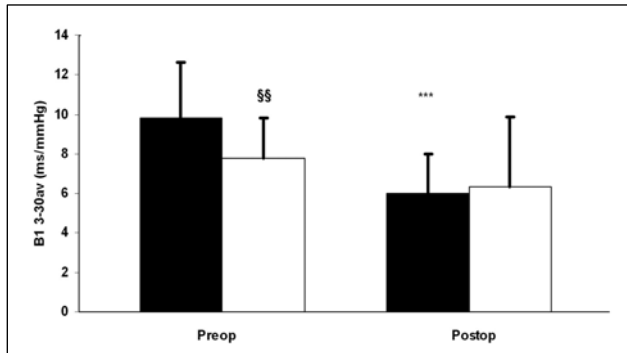


Abb. 1: Baroreflexsensitivität: mittlerer Anstieg; weiß: Gruppe verbleibt postoperativ im Sinusrhythmus, schwarz: Gruppe entwickelt postoperatives Vorhofflimmern, §§: $p < 0,01$ versus Sinusrhythmusgruppe, ***: $p < 0,001$ versus präoperativen Status

Änderung des Regulationsverhaltens bei unterschiedlichen Operationen

In einer dritten Untersuchung sollte der Einfluß verschiedener Operationsarten nach Herzlungenmaschine auf das kardiovaskuläre Regulationsverhalten überprüft werden [6]. Dies ist von besonderer Bedeutung, da Mitralklappenoperationen (MV) und Aortenklappenoperationen (AV) unterschiedliche, autonom wirksame Nervengewebe verletzen.

Zwischen beiden Gruppen konnten keine wesentlichen Unterschiede präoperativ gefunden werden. Nach 24 Stunden wurden in beiden Gruppen signifikante Supprimierungen in der HRV und der BRS beobachtet. Nach einer Woche hat sich die AV-Gruppe im Vergleich zur MV-Gruppe partiell zum präoperativen Status erholt.

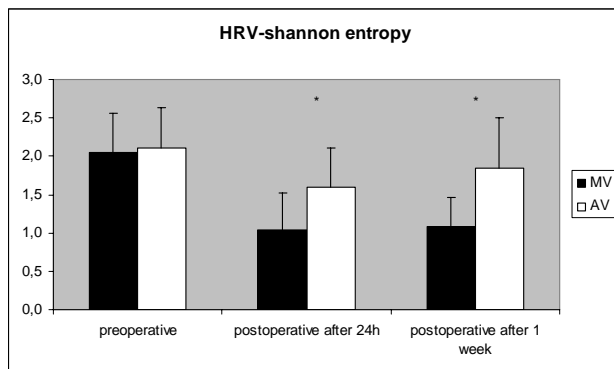


Abb. 2: Erholung der HRV einen Tag und eine Woche nach der OP: Aortenklappenoperationen (AV) vs. Mitralklappenoperationen (MV)*: p (AV vs. MV) $< 0,001$

Während die Reaktion des autonomen Systems bei beiden Operationsarten einen Tag nach der OP vergleichbar sind, scheinen sich die AV-operierten Patienten wesentlich schlechter zu erholen. Ein Grund dafür könnten die traumatischen Läsionen des autonomen Nervensystems bei der Öffnung der Vorhöfe sein. Diese Vermutung sollte in größeren Studien weiter untersucht werden, um einerseits die Pathophysiologie verstehen und um andererseits daraus Strategien zur Erholung der autonomen Funktion abzuleiten.

Diskussion

In den vorliegenden Studien konnten wir perioperative Veränderungen des kardiovaskulären Regulationsverhaltens nachweisen. Neben dem Zeitverlauf innerhalb des ersten postoperativen Tages, dem präoperativen Status sind es auch verschiedene Operationsarten, die den autonomen vegetativen Status beeinflussen. Deshalb sollte eine zukünftige Risikoprädiktion neben anderen auch diese Faktoren berücksichtigen.

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen die Wichtigkeit von Biosignalanalysen während der perioperativen Überwachung zur Prädiktion von postoperativen Komplikationen. Für einen praxistauglichen Einsatz müssen die Studien jedoch noch wesentlich erweitert und prospektiv validiert werden.

Literatur

- [1] TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY: Guidelines: Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 1996; 17: 354-381
- [2] WESSEL N, MALBERG H, BAUERNSCHMITT R, KURTHS J: Nonlinear methods of cardiovascular physics and their clinical applicability analysis. *Int J Bif Chaos*, 2007; 17(10): 3325-3371
- [3] MALBERG H, WESSEL N, SCHIRDEWAN A, HASART A, OSTERZIEL KJ, GRIESSBACH G, VOSS A: Advanced analysis of the spontaneous baroreflex sensitivity using the Dual Sequence Method. *Clinical Science*, 2002; 102 (4): 465-473
- [4] BAUERNSCHMITT R, MALBERG H, WESSEL N, KOPP B, SCHIRMBECK EU, LANGE R: Impairment of autonomic control in patients early after cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2004; 25(3): 320-326
- [5] BAUERNSCHMITT R, MALBERG H, WESSEL N, ZINSER C, KOPP B, EICHINGER W, WILDHIRT SM, LANGE R: Baroreflex sensitivity and heart rate variability in patients suffering from atrial fibrillation after cardiac surgery. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2007; 30(1): 77-84
- [6] BAUERNSCHMITT R, RETZLAFF B, WESSEL N, MALBERG H, BROCKMANN G, UHL C, LANGE R: Delayed recovery of cardiovascular autonomic function after mitral valve surgery: Evidence for direct trauma? *Biosignals 2008: Proceedings of the First International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing (Full Paper)*, 2008: 405-407