

Key Messages: Cardiovascular imaging 2008¹

Michael Zellweger^a, Christine H. Attenhofer Jost^b

^a Kardiologie, Universitätsspital, Basel

^b HerzGefässZentrum, Klinik Im Park, Zürich

Summary

In cardiovascular imaging, every year there are exciting new findings and advances. This was also obvious at the Swiss Society of Cardiology Meeting 2008 in Berne. In this article we summarise the findings of the most important international and especially national studies in the fields of echocardiography, cardiac MRI and computed tomography presented at this meeting. Among the total of 279 abstracts, the number of accepted abstracts in the field of cardiac imaging included 14 abstracts especially focussed on echocardiography, 5 on cardiac MRI, 4 on computed tomography and 4 on myocardial perfusion SPECT. In this article, we especially deal with the topics of cardiac resynchronisation, 3D echocardiography, contrast echocardiography, and the most important presentations regarding cardiac MRI, computed tomography, and myocardial perfusion imaging. Increasingly, molecular and hybrid imaging like PET-CT will be part of modern cardiology. This meeting showed that we get closer to the goal of perfect diagnosis and prognosis in cardiology. However, there are some caveats regarding cardiac imaging especially the problem of radiation exposure as well as discussion regarding costs and usefulness of multimodality imaging.

Key words: echocardiography; cardiovascular imaging; cardiac MRI; computed tomography

Einführung

Im Bereich der kardiovaskulären Bildgebung gibt es jedes Jahr viele faszinierende neue Aspekte und Fortschritte. Dies war auch an der Schweizerischen Jahrestagung der Schweizerischen Gesellschaft für Kardiologie (SKG) 2008 sichtbar. Es folgt eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten an der SGK diskutierten internationalen Studien und neuen Daten aus der Schweiz für die Bereiche Echokardiographie, kardiales MRI und Computertomographie. Die Anzahl der

angenommen Abstracts an der SGK (total 279), die grössere, auf diese Bereiche fokussierte Studien beinhalteten, betrug ca. 14 für die Echokardiographie (inkl. intravaskulärer Ultraschall), 5 für das kardiale MRI, sowie je 4 für die Computer Tomographie und die SPECT-Untersuchungen. Im Folgenden werden die wichtigsten Aussagen einiger dieser Abstracts zusammengefasst, vor allem für den Bereich der Echokardiographie. Für den Bereich Positronen-Emissionstomographie (PET), kardiale Computertomographie (CT), Single-Photonenemissions-CT (SPECT) und kardiales MRI möchte ich zudem auf den ausgezeichneten Review-Artikel von Gibbons et al. verweisen, der die wichtigsten Studien und Fortschritte in diesen Bereichen zusammenfasst [1].

Echokardiographie

Kardiale Resynchronisation

Ein aktuelles Thema im Bereich der Echokardiographie ist die Beurteilung der Notwendigkeit der kardialen Resynchronisation, d.h. des biventrikulären Pacings. So wurden 2008 die Daten der PROSPECT-Studie publik [2]. Diese Resultate wurden auch an der SGK diskutiert. Die PROSPECT-Studie analysierte die Daten von 53 Zentren in Europa, die 498 Patienten, die die Standard-Kriterien für eine CRT-Implantation erfüllten, einschlossen [2]. Die Standard-Kriterien beinhalten: Herzinsuffizienz NYHA-Klasse III oder IV, eine linksventrikuläre Auswurfsfraktion von $\leq 35\%$, eine QRS-Zeit von ≥ 130 ms und eine stabile Medikation. Bei 426 der 498 Patienten wurden 12 Echokardiographie-Parameter untersucht, die «beweisend» für eine Dyssynchronie sind: SPWMD (septal-posterior wall motion delay), IVMD (interventricular mechanical delay), LVFT/RR (linksventrikuläre Füllungszeit

¹ Dies ist die Zusammenfassung des Hauptvortrages der Reihe «Key Messages», welcher anlässlich der Jahrestagung der Schweizerischen Gesellschaft für Kardiologie im Mai 2008 in Bern gehalten wurde.

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Korrespondenz:

Prof. Dr. med. C. H. Attenhofer Jost
HerzGefässZentrum Zürich
Klinik Im Park
Seestrasse 220
CH-8027 Zürich
ch.attenhofer@attglobal.net

[LVFT] dividiert durch einen RR-Abstand), LPEI (linksventrikuläres Präejektionsintervall), LLWC (intraventricular dyssynchrony left lateral wall contraction) sowie 7 Parameter, die mit dem Gewebedoppler (tissue Doppler imaging [TDI]) gemessen wurden. Diese Parameter wurden verwendet, um die klinische und echokardiographische Antwort auf die kardiale Synchronisationstherapie (CRT) zu erfassen. Es fand sich eine hohe Intraobserver- (3,7–24,3%) und eine noch höhere Interobserver-Variabilität von 6,5–72,1%! Sensitivität und Spezifität, eine klinische Verbesserung (vorhanden bei 69%) oder eine Abnahme des linksventrikulären endsystolischen Volumens um mind. 15%, d.h. eines reverse Remodelings (in 56%) vorauszusagen, war von allen Parametern schlecht bis mässig. Dies fand sich trotz vorausgegangenem Training und zentraler Analyse in Core-Laboratorien. Somit fehlt bisher der perfekte echokardiographische Parameter, der die Selektion der optimalen Patienten für eine CRT-Therapie verbessern kann.

Entsprechend dieser CRT-Problematik gab es auch an der SGK zwei wichtige Arbeiten, die sich damit befassten. Conca, Faletta et al. [3] analysierten 6 verschiedene echokardiographische CRT-Parameter bei 160 normalen Personen von zwei verschiedenen Institutionen. Sie untersuchten: time-to-peak systolic velocity (Ts), den Delay zwischen Ts basal septal und basal lateral (Ts-basal lateral-septal), die Differenz zwischen dem längsten und kürzesten Ts für 6 basale Segmente (peak velocity difference [PVD]), den longitudinalen Strain (Te), Ts mit dem Tissue Synchronisation Imaging (TSI) und die Zeit, bis das minimale regionale Volumen erreicht wird mit der Real-time-3D-Echokardiographie (RT3D-Echo). Die Autoren fanden eine grosse Variabilität zwischen den zwei Institutionen, und nur beim RT3D-Echo stimmten die Parameter mit den Daten überein, die publiziert wurden. Die Studie hatte viele Limitationen (ungenügendes Training, unterschiedliche Echokardiographiegeräte, fehlende Überwachung der Bildqualität). Dennoch zeigt diese Studie, dass die echokardiographische Beurteilung der Dyssynchronie zumindest nicht ganz einfach ist. Ein universell gültiges echokardiographisches Cut-Off für die CRT-Kriterien zu finden, scheint also nicht so einfach zu sein.

Weitere interessante Daten über die Prävalenz der Dyssynchronie wurden von Toggweiler et al. [4] vorgestellt, die 100 Patienten mit schmalen QRS (33 Patienten), vollständigem Rechtsschenkelblock (19), vollständigem Linksschenkelblock (25) und rechtsventrikulärem Pacing (23) echokardiographisch untersuchten. Zudem wurde der Effekt des linksanterioren Hemiblocks beurteilt. Wie erwartet, wurden echokardiographische Dyssynchronie-Parameter vor allem beim Linksschenkelblock und rechtsventrikulärem Pacing gefunden, jedoch auch Patienten mit Rechtsschenkelblock und linksanteriorem Hemiblock erfüll-

ten in 30% die CRT-Kriterien; dies ist sicher ein interessanter Befund, der weitere Abklärungen benötigt.

Zusammenfassend fehlen bei der echokardiographischen Evaluation vor der CRT robuste und zuverlässig reproduzierbare Parameter, die beweisen würden, dass die echokardiographischen Kriterien bei der Selektion der Patienten besser sind als die QRS-Dauer. Dennoch bleibt die Echokardiographie vor CRT essentiell und obligat für die Evaluation der linksventrikulären Auswurfsfraktion, der Mitralinsuffizienz und von Narben.

3-dimensionale Echokardiographie

Zunehmend im Alltag einsatzfähig ist auch die 3-dimensionale Echokardiographie. Dementsprechend sind einige Abstracts zu diesem Gebiet vorgestellt worden.

Burri et al. [5] untersuchten bei 91 Patienten mit paroxysmalem oder chronischem Vorhofflimmern, die eine Lungenvenenisolation (bei 16 Patienten auch kavitrikuspidale Isthmusablation) hatten, inwieweit sich die Volumina beider Vorhöfe veränderten. Dafür setzten sie die Real-time-3D-Echokardiographie ein. Vor allem beim chronischen Vorhofflimmern gab es ein deutliches Remodelling mit Abnahme der Grösse des linken Vorhofs um 17 ± 16 ml.

Mit der 3D-Echokardiographie kann zuverlässig und schnell das linksventrikuläre Volumen und die Auswurffraktion bestimmt werden. Dies wurde von Wolber et al. [6] verwendet, um bei 21 Patienten den Effekt des rechtsventrikulären Pacings auf das linksventrikuläre Volumen und die Auswurffraktion zu bestimmen. Die Real-Time-3D-Echokardiographie scheint mit einer guten Korrelation zum kardialen MRI gut reproduzierbar zu sein [8, 9]. Es ist noch offen, inwieweit die Real-Time-3D-Echokardiographie im Alltag nützlich sein wird.

Kontrast-Echokardiographie

Seit Jahren wird in der Echokardiographie versucht, die Kontrast-Echokardiographie im Alltag zu etablieren [7–9]. Dies ist bisher nur für die linksventrikuläre Cavum-Darstellung gelungen. Die Myokardperfusion mittels Kontrastechokardiographie zu beurteilen, ist weiterhin der Forschung vorbehalten.

An der diesjährigen SGK wurden die Forschungsergebnisse über die Myokardperfusion mittels Kontrastechokardiographie anhand von zwei Abstracts vorgestellt: einerseits bei kongenitalen Vitien [10] und andererseits nach Herztransplantation [11].

Bei Patienten mit d-Transposition der grossen Gefässe nach atrialer Switch-Operation und bei Patienten nach Korrektur einer Fallot-Tetralogie untersuchten Rutz et al. [10] den absoluten Myokardfluss und die myokardiale Blutreserve des rechten Ventrikels nach Adenosin-Infusion im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. Es konnte gezeigt werden, dass der hyperämische rechtsventrikuläre myokardiale Blutfluss

bei den Patienten mit diesen kongenitalen Herzvitien trotz Korrektur vermindert ist. Zudem wurde versucht, bei Patienten nach Herztransplantation mittels Kontrastechokardiographie des Myokards Hinweise für eine chronische Abstoßung, d.h. Transplantat-Vaskulopathie, zu finden. Die Transplantat-Vaskulopathie wurde als Intimaverdickung von mindestens 5 mm definiert. 13 der 17 Patienten hatten Hinweise für eine Transplantat-Vaskulopathie und konnte bei einer Intimaverdickung von mindestens 1 mm recht zuverlässig mittels Kontrastechokardiographie vermutet werden. Dennoch: Die Kontrastechokardiographie zur Quantifizierung der Myokardperfusion bleibt weiterhin eine der Forschung vorbehaltene Methode.

Kardiales MRI

Das kardiale MRI eignet sich nicht nur ausgezeichnet für die Messung der Myokardperfusion [12], sondern auch zur Beurteilung der Morphologie des Myokards, der Aorta, der Lungen- und Systemvenen und somit generell auch bei der Beurteilung von Patienten mit kongenitalen Vitien. Optimal ist das kardiale MRI zudem auch für die Beurteilung des rechten Ventrikels [13]. Der Einsatz des kardialen MRI ist deshalb nicht nur beim Erwachsenen, sondern auch bei Kindern in der Kardiologie heute zur Routine geworden [17, 18]. An der SGK-Tagung wurden einige Abstracts über den Einsatz des kardialen MRI vorgestellt. So haben Kaiser et al. [14] mittels Kontrast-MR-Angiographie bei 69 gesunden Kindern erstmals in der Literatur die Normwerte der Aorta evaluiert. Es zeigte sich die beste Korrelation der linearen Regression der Durchmesser zur Körperoberfläche.

Computertomographie und Myokard-Perfusionszintigraphie

Der Einsatz der Multi-Detektoren-Computertomographie ist aus der Kardiologie heutzutage nicht mehr wegzudenken, vor allem für die Quantifizierung der Koronarverkalkungen und als Screeningmethode zum Ausschluss einer koronaren Herzkrankheit. Dennoch: Das Problem der Strahlenexposition durch die Computertomographie ist bekannt. So werden Versuche unter anderem mit der Snap-Shot-Puls-Technologie (GE) durchgeführt, womit die Bestrahlungsdosis mit diesem Algorithmus bei erhaltener Bildqualität deutlich reduziert werden kann. Dabei werden die optimalen Fenster im EKG-Zyklus gefunden und nur dann die Bildakquisition durchgeführt, um auch bei tiefer und hoher Herzfrequenz eine optimale Bildqualität ohne allzu grosse Bestrahlungsdosis zu haben [19]. Mit dieser Technologie kann vermutlich das Risiko des strahleninduzierten Karzinoms deutlich reduziert werden. Diese sogenannte Snap-Shot-Puls-Technologie wurde an der SGK-Jahresversammlung auch in einer Arbeit

von Faletra et al. vorgestellt [15]. Es wurden 283 Patienten mit einer Ruhe-Herzfrequenz von $<65/\text{min}$ untersucht und die Snap-Shot-Puls-Technologie angewendet. Dabei wurde eine einzelne Phase (75% einer Zykluslänge) akquiriert. Diese Technologie war bei 80% der Patienten anwendbar. Im Vergleich zu Patienten, bei denen die konventionelle Technologie angewendet wurde, konnte die Strahlendosis von $28,3 \pm 2,1 \text{ mSv}$ auf $3,5 \pm 1,9 \text{ mSv}$ reduziert werden, ohne Zunahme der Artefakte.

Bzgl. der Myokard-Perfusionsdarstellung mittels SPECT gab es einige ausgezeichnete Abstracts beispielsweise von Muzzarelli et al. [16], die zeigten, dass zur kardialen Risikostratifizierung das Myokardperfusions-SPECT nach wie vor eine ausgezeichnete Methode ist und helfen kann, unnötige Koronarangiographien zu verhindern.

Perspektiven

Die Fortschritte im Bereich der Bildgebung sind atemberaubend schnell und faszinierend. Nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen 1895 durch den Physiker Wilhelm C. Röntgen, der Herzkatheteruntersuchung 1929 durch den Mediziner Werner W. Forssmann, der Koronarangiographie 1941 durch André Frédéric Cournand bzw. 1958 durch den Mediziner F. Mason Sones, der Computertomographie 1972 durch den Elektrotechniker Sir Godfrey Newbold Hounsfield und des kardialen MRI 1971 durch den Mediziner Raymond Vahan Damadian hat die Bildgebung in den letzten Jahren weitere Fortschritte gemacht [17].

Zunehmend wird die molekulare Bildgebung Einzug in der Kardiologie halten.

Faszinierend bereits jetzt die Hybrid-Bildgebung durch Pet-CT [18, 19]. Gaemperli et al. [19] zeigten als erste die klinische Applikation der Fusion von SPECT und 64-Zeilen-CT mit den Vorteilen der besseren Darstellung der kleinen Koronarien und der Diagonaläste. Eine Abbildung aus dem Artikel von Knuuti und Bengel macht sichtbar (Abb. 1), wie faszinierend und genau die kardiale Bildgebung 2008 bereits ist. Die molekulare Bildgebung wird aber auch mit der Echokardiographie in Zukunft möglich sein. Dazu gab es eine faszinierende Arbeit von Beat Kaufmann et al. [20], die am SGK-Meeting 2008 vorgestellt wurde. Sie stellten die Resultate vor, wie bereits frühe Stadien der Arteriosklerose mit Hochfrequenzultraschall mit Hilfe der molekularen Bildgebung dargestellt werden können, d.h. mit Hilfe von Mikrobubbles, welche Antikörper auf P-Selectin oder VCAM-1 enthalten. Die molekulare Bildgebung dieser Endotheladhäsionsmoleküle wird vaskuläre Veränderungen vor dem Auftreten von fortgeschrittener Arteriosklerose entdecken können.

Wir werden auch in der unmittelbaren Zukunft noch nicht alles perfekt diagnostizieren und prognostizieren können, aber eine bessere Diagnostik und frü-

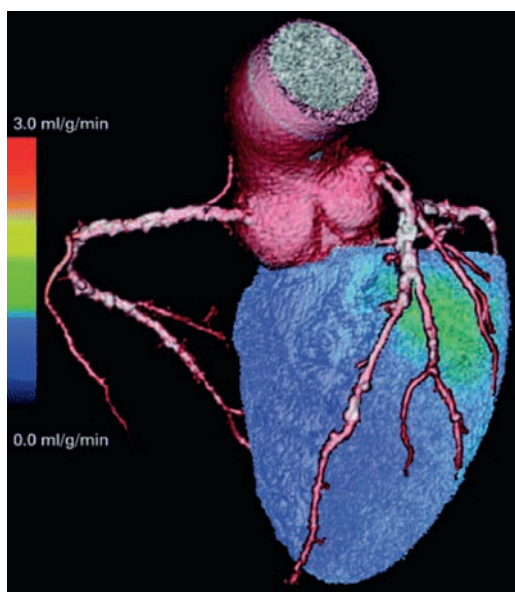


Abbildung 1

PET-CT-Hybrid-Imaging: Hybrid-Display einer 3D-CT-Angiographie und PET-Perfusionsbilder (^{15}O -Wasser) während Adenosin-Stress. Die Myokardperfusion erscheint homogen. Dennoch, wie auch auf der Skala links dargestellt, ist die Perfusion absolute deutlich reduziert. Die maximale Skala ist 3,0 ml/g/min und die höchste absolute Perfusion im Myokard nur 1,3 ml/g/min. (Aus: Knuuti J, Bengel FM. *Heart*. 2008;94(3):360–7. Abdruck mit freundlicher Genehmigung der BMJ Publishing Group Ltd.)

here und spezifischere Behandlungen werden durch die kardiale Bildgebung ermöglicht. Es muss allerdings ein Weg ohne Nebenwirkungen gefunden werden. Offen ist noch die Frage der Langzeitfolgen durch Bestrahlung aufgrund wiederholter Computertomographien von Kopf bis Fuss – dies wird den Einsatz zumindest der Computertomographie und der PET-CT-Bildgebung (Abb. 1) noch limitieren. Zurzeit dominiert aber auch nicht die Fusionsbildgebung den Alltag [21], sondern es setzt sich zunehmend durch, dass die Abklärung mittels Koronarangiographie häufig durch Echokardiographie, kardiales MRI und/oder die Computertomographie ergänzt wird. Uns Klinikern bleibt die schwierige Aufgabe, zu erkennen, welche Methode für welche Erkrankung aufgrund einer sorgfältigen Nutzen-Risiko-Analyse am besten geeignet ist.

Referenzen

- Gibbons RJ, Araoz PA, Williamson EE. The year in cardiac imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50(10):988–1003.
- Chung ES, Leon AR, Tavazzi L, et al. Results of the Predictors of Response to CRT (PROSPECT) trial. *Circulation*. 2008;117(20):2608–16.
- Conca C, Faletta FF, Mihakazi C, et al. Range of normality of echocardiographic measures of mechanical synchronicity in healthy individuals. Implication for a multi-parametric approach in CRT patients. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl. 16):S10.
- Toggweiler S, Zuber M, Kobza R, Cuculi F, Erne P. Prevalence of dyssynchrony in patients with normal QRS morphology, right bundle branch block, left bundle branch block and right ventricular pacing. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl 16):10S.
- Burri H, Müller H, Noble S, et al. Real-time 3D echocardiography shows biatrial reverse remodelling after pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl 16):24 S.
- Wolber T, Binggeli D, Holzmeister J, Brunckhorst C, Duru F. Three-dimensional echocardiography for assessment of acute haemodynamic effects of right ventricular apical pacing. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11:81.
- Bhatia VK, Senior R. Contrast echocardiography: evidence for clinical use. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(5):409–16.
- Kaufmann BA, Wei K, Lindner JR. Contrast echocardiography. *Curr Probl Cardiol*. 2007;32(2):51–96.
- Kaul S. Myocardial contrast echocardiography. *Curr Probl Cardiol*. 1997;22(11):549–635.
- Rutz T, De Marchi SF, Schwerzmann M, Vogel R, Indermühle A, Seiler C. Absolute myocardial perfusion measurement by contrast echocardiography in repaired cyanotic congenital heart disease. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl 16):29 S.
- Rutz T, De Marchi SF, Gloekler S, et al. Absolute myocardial perfusion in the transplanted heart: A new method for the non-invasive detection of chronic rejection. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl 1):29 S.
- Schwittler J. Myocardial perfusion imaging by cardiac magnetic resonance. *J Nucl Cardiol*. 2006;13(6):841–54.
- Buechel ER, Dave HH, Kellenberger CJ, et al. Remodelling of the right ventricle after early pulmonary valve replacement in children with repaired tetralogy of Fallot: assessment by cardiovascular magnetic resonance. *Eur Heart J*. 2005;26(24):2721–7.
- Kaiser T, Kellenberger CJ, Albisetti M, Bergstraesser E, Valsangiacomo Buechel ER. Normal values for aortic diameters in children and adolescents – in vivo assessment by contrast enhanced MR angiography. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl 16):39 S.
- Faletta FF, Carraro C, Pasotti E, et al. Feasibility and accuracy in coronary artery reading by multidetectors computed tomography using a novel X-ray dose reduction algorithm. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl 16):37S.
- Muzzarelli S, Pfisterer M, Müller-Brand J, Zellweger M. Gate-keeper to coronary angiography: comparison of myocardial perfusion SPECT and exercise testing. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl 16):59 S.
- Roberts WT, Bax JJ, Davies LC. Cardiac CT and CT coronary angiography: technology and application. *Heart*. 2008;94(6):781–92.
- Knuuti J, Bengel FM. Positron emission tomography and molecular imaging. *Heart*. 2008;94(3):360–7.
- Gaemperli O, Schepis T, Valenta I, et al. Cardiac image fusion from stand-alone SPECT and CT: clinical experience. *J Nucl Med*. 2007;48(5):696–703.
- Kaufmann BA, Belcik T, Xie A, et al. Molecular imaging of endothelial cell activation predicts future atherosclerotic plaque development. *Kardiovaskuläre Medizin*. 2008;11(Suppl 16):10 S.
- Bax JJ, Beanlands RS, Klocke FJ, et al. Diagnostic and clinical perspectives of fusion imaging in cardiology: is the total greater than the sum of its parts? *Heart*. 2007;93(1):16–22.