

4. Problematiken der Funktionsuntersuchung

Die Abbildung des Herzens stellt vergleichsweise hohe Anforderungen an alle bildgebenden Verfahren, da kein anderes Organ im menschlichen Organismus sich derart schnell bewegt. Entsprechend muss für ein bildgebendes Verfahren eine zeitliche Auflösung von unter 50 Millisekunden erreicht werden, um das Herz in allen Bewegungsphasen einschließlich der Endsystole artefaktfrei darzustellen. Gerade die genaue bildliche Erfassung der Systole ist von Bedeutung, da das endsystolische Volumen der beste volumetrische Parameter zur Beurteilung der systolischen Funktion und Prognose bei Patienten mit einer Klappeninsuffizienz oder nach Myokardinfarkt darstellt⁶³⁻⁶⁵. Eine zeitaufgelöste Echtzeitdarstellung des Herzens ist mit der MRT derzeit nur mit reduzierter Orts- und Zeitauflösung möglich, die den Leitlinien der Deutschen Röntgengesellschaft für den Einsatz von MR-Tomographie und Computertomographie in der Herzdiagnostik nicht genügen. Diese Leitlinien sind von der AWMF (**A**rbeitsgemeinschaft der **W**issenschaftlichen **M**edizinischen **F**achgesellschaften) im Internet veröffentlicht (<http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/III/dirad004.htm>). Gefordert werden eine minimale Zeitauflösung von 50 Millisekunden und eine Ortsauflösung mit einer Matrix von $\geq 128 \times 256$ Bildpunkten. Da diese Parameter derzeit mit MR-Echtzeittechniken nicht erreicht werden, müssen segmentierte Sequenztechniken eingesetzt werden, die für die Datenakquisition mehrere Herzschläge benötigen. Die Akquisition erfolgt während einer Atemanhaltephase des Patienten. Mit diesen Sequenztechniken enthält jedes Einzelbild der aufgenommenen Serie einer Schicht Information aus der gesamten Atemanhaltephase. Nachteil dieser Technik ist Anfälligkeit für Artefakte, die aus Arrhythmien und Atembewegungen während der Messzeit resultieren. Außerdem besteht die Gefahr, dass bei unterschiedlicher Inspirationstiefe des Patienten nicht immer eine identische Zwerchfellposition und somit vergleichbare Schnittebenen resultieren. Daher werden prinzipiell die Aufnahmen in Endexpiration angefertigt, da in dieser Atemlage die Zwerchfellposition reproduzierbarer eingehalten werden kann als in Inspiration.

Zur Berechnung der Herzgröße und der ventrikulären Volumina sind unterschiedliche Modelle propagiert worden. Am genauesten ist dabei die dreidimensionale Rekonstruktion mit der Methode nach Simpson, bei der die Flächen von aneinander liegenden Schichten addiert und mit der Schichtdicke multipliziert werden (Scheibchen-Summationsmethode). Dazu sollte für die linksventrikuläre Volumetrie eine komplette Abbildung von der Basis bis zur Herzspitze in der kurzen Herzachse durchgeführt

werden. Mit der modifizierten Methode nach Simpson wird der linke Ventrikel in drei Drittel unterteilt, wobei das basale Drittel einem Zylinder entspricht, das mittlere Drittel einem Kegel mit gestutzter Spitze und das apikale Drittel einem ungestutzten Kegel⁴². Weitere Modelle umfassen das bi- und monoplane Ellipsoidmodell, hemisphärische Zylindermodell, modifiziertes Teichholz Modell, Zweiachsenmethode (monoplan und biplan) und die Flächen-Längenmethode⁶⁶⁻⁶⁸. Das genaueste Messverfahren ist insbesondere bei deformierten Ventrikeln und bei Patienten mit Wandbewegungsstörungen die zuerst genannte dreidimensionale Scheibchen-Summationsmethode⁶⁹. Bei aller Genauigkeit der zur Verfügung stehenden Messmethoden für die ventrikulären Parameter darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Funktionsparameter selbst einer sehr starken physiologischen Schwankungsbreite unterliegen. So wurde für die Ejektionsfraktion eine Variabilität von 16% innerhalb von zwei aufeinander folgenden Tagen nachgewiesen⁷⁰. Die Frage, die sich stellt, ist, ob daher eine exakte Quantifizierung der Parameter für die täglichen Routineuntersuchungen erforderlich ist und wie genau ein erfahrener Untersucher visuell anhand einiger Schnitte die Ejektionsfraktion bestimmen kann. Aus echokardiographischen Untersuchungen weiß man, wie fehlerhaft selbst für erfahrene Untersucher die visuelle Bestimmung der Ejektionsfraktion im Vergleich zur Quantifizierung anhand standardisierter Modelle ist⁷¹. Ebenso wichtig erscheint die Quantifizierung der ventrikulären Parameter im MRT für klinische Entscheidungen und prognostische Aussagen.

Für die Beurteilung der regionalen Wandbewegung werden unterschiedliche Parameter eingesetzt, die pathologische Wandbewegungen beschreiben können. Die Lävokardiographie ist ein Projektionsverfahren, das lediglich das kontrastierte Blut im Ventrikel und nicht das Myokard und die Wand selbst beurteilt. Aufgrund der Projektion kann eine genaue Abgrenzung der einzelnen Myokardsegmente problematisch sein. Ein weiterer möglicher Fehler der Lävokardiographie liegt in einer Induktion von Ischämien, die falsch positive Wandbewegungsstörungen verursachen können⁷². Prinzipielle Vorteile bieten die schnittbildgebenden Verfahren, die die regionale Wandbewegung direkt abbilden können. Schnittbildverfahren erlauben eine direkte Beurteilung der Wanddickenzunahme, Messung der Wandbewegungsgeschwindigkeiten und können lokal die Wand markieren und die Verziehung der markierten Wandsegmente verfolgen. Da akinetische Segmente passiv mitbewegt werden, kann daraus eine Fehleinschätzung resultieren, weswegen die Wanddickenzunahme der reinen Bewegung als Parameter einer Kinetikstörung überlegen ist. Da sich bei der Funktionsuntersuchung im MRT und CT der Ventrikel im Kurzschnitt aufgrund der Kontraktion durch die Ebene zur Herzspitze hin

bewegt, ist in der systolischen Phase nicht das selbe Myokard im Bild wie in der Diastole, was potentiell zu einer Überschätzung der Wandverdickung führt und bei der Interpretation berücksichtigt werden muss.