

6. Zusammenfassung

Gewebe-Tracking Echokardiographie ist eine neue Methode der in-vivo quantitativen Beurteilung der myokardialen Kontraktion und Relaxation anhand von 2D-Graustufenbildern. Diese Methode basiert auf einer Gewebekompression und Gewebeexpansion und setzt für die Kalkulation der Bewegungs- und Deformationsparametern das sogenannte "Speckle Tracking" Verfahren ein. Speckles stammen aus der Interferenz von Ultraschallwellen, die von vielen einzelnen Streuzentren in einem Ultraschallbild reflektiert werden. Diese vielen Reflexionen (Speckles) überlagern sich und erzeugen die Specklemuster. Die Verfolgung der Bewegung eines bestimmten Specklemusters zwischen hintereinanderfolgenden Bildern liefert eine Analyse, die zeigt, wie sich das Gewebe während des Herzzykluses verhält.

Da die Bestimmung der kontraktiven Eigenschaften des Myokardiums in der Feststellung des fetalen Wohlbefindens von fundamentalem Interesse ist, wurde die Evaluation des fetalen Herzens mit dem Gewebe-Tracking Algorithmus durchgeführt. In dieser Arbeit wurden die folgenden Fragestellungen bearbeitet;

- a) die Bewegungsparameter (Geschwindigkeit und Displacement) und Deformationseigenschaften (Strain und Strain Rate) des fetalen Myokardiums im Laufe der Schwangerschaft und in Abhängigkeit der Herzfrequenz
- b) die intrauterine Durchführbarkeit der Gewebe-Tracking Methode und die Wiederholbarkeit
- c) Referenzwerte für die globalen longitudinalen Spitzengeschwindigkeiten (V), Deformation (S), Deformationsrate (SR) und Displacement (D) im fetalen Herzen sowohl in der Systole als auch in der Diastole
- d) der Zusammenhang zwischen Ejektionsfraktion (EF) und Deformation (S)

Zweihundertdreißig Feten wurden mit dem Ultraschallsystem Acuson S 2000 untersucht. Vierkammerblick (4KB) 2D-Cineloop Aufnahmen wurden für die Offline Analyse gespeichert. Anschliessend wurden die Videoclips mit der Velocity Vector Imaging Software analysiert.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

a) normale Feten mit zunehmendem Gestationsalter weisen in beiden Herzkammern eine statistisch signifikante Zunahme in allen Bewegungsparametern auf. Dagegen nimmt die Stärke der Deformationsparameter mit fortschreitendem Schwangerschaftsalter ab, wobei dieser Effekt im rechten Ventrikel (RV) ausgeprägter ist.

Die Herzfrequenz (HF) hat wenig bis gar keine messbare Auswirkung auf die globalen systolischen und diastolischen Spitzengeschwindigkeiten V in beiden Kammern, während das globale Displacement mit zunehmender HF abnahm.

Die globalen systolischen und diastolischen Deformationsraten (SR) wurden mit steigender HF erhöht.

Die HF hat im RV keine Auswirkung auf die globale Deformation. In der linken Kammer (LV) hingegen wurde die globale Deformation mit zunehmender HF erhöht.

b) Von 230 Loops mussten 93 Loops wegen des Fehlens einer aussagekräftigen Bildgebung ausgeschlossen werden. Die verbliebenen Fälle konnten zum grössten Teil anhand von einem einzigen Loop evaluiert werden. In wenigen Fällen waren 2 Loops zur Analyse beider Ventrikel notwendig.

c) Es gibt keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen RV und LV Referenzwerten ausser den globalen diastolischen Geschwindigkeiten (V) und Deformationsraten (SR), die in RV signifikant höher waren.

d) Die Ejektionsfraktion (EF) und Deformation (S) sind miteinander signifikant korreliert. Mit zunehmender S steigt die EF. Diese positive Korrelation ist im RV stärker als im LV.

Aus den Ergebnissen lässt sich folgern, dass die unterschiedliche Variabilität in der Diastole zwischen beiden Ventrikeln mögliche Anhaltspunkte dafür sind, dass die Ventrikel unterschiedliche Relaxationsmuster besitzen. Besonders der Zusammenhang zwischen EF und S lässt darauf hinweisen, dass die Kammer ihre eigenen charakteristischen Kontraktionsfähigkeiten haben. Mit diesen Ergebnissen wurden in dieser Dissertation erstmalig die Grundlagenkenntnisse und Normwerte

geschaffen, um in Zukunft diese Methode auch bei Schwangerschaftspathologien einzusetzen. Denkbar wären z.B. Untersuchungen zur Veränderung der Parameter bei kongenitalen Herzfehlern, Feten von Diabetikerinnen und wachstumsretardierten Feten. Hier könnte perspektivisch mit dieser Methode i) vor und nach der Intervention, ii) intrauterin und postnatal eine prognostische Wertigkeit im Hinblick auf einen operativen Korrekturerfolg, auf die Normalisierung der Stoffwechsellage oder auf den Zeitpunkt der fetalen Dekompensation gewonnen werden.

Gewebe-Tracking bietet die Möglichkeit, die Mechanik des Herzens aus einer globalen Perspektive zu bewerten. Mit diesem Ansatz ist es möglich, apikale Regionen der Kammern, die mit Doppler-Techniken nicht zugänglich sind, zu untersuchen. In der vorliegenden Studie wurden Normalschwangere untersucht. Mit der Tissue-Tracking Methode wurde die Herzfunktion in der Abhängigkeit von beiden Ventrikeln, von der Herzfrequenz und von dem Gestationsalter untersucht. Die technische Limitation der momentanen Untersuchungsmöglichkeiten liess keine Darstellung der myokardialen kurzlebigen mechanischen Vorgängen (z.B. E- und A-Welle) zu, dennoch gibt die zeitliche Auflösung der technischen Darstellbarkeit einen Einblick in die allgemeine Herzfunktion. Der technologische Fortschritt im Sinne eines verbesserten Tracking-Algorithmus, einer besseren Auflösung der Bilder und Aufnahmemöglichkeiten und der digitalen Videoclips mit höheren Bildraten wird die Durchführbarkeit und Wiederholbarkeit der Methode in Zukunft verbessern.