

Beurteilung der Ventrikelfunktion beim Pferd mittels Tissue Doppler Imaging und 2D Speckle Tracking

C. Schwarzwald¹, K. Schober², A. Berli¹, J. Bonagura²

¹ Department für Pferde, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich, Zürich
² Department of Veterinary Clinical Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH, USA



Universität Zürich



Einleitung

- Beim Pferd ist die echokardiographische Beurteilung der mechanischen Funktion des linken Ventrikels (LV) mittels herkömmlichen Methoden mit einer Vielzahl von Einschränkungen verbunden.
- Tissue Doppler Imaging (TDI) und zwei-dimensionales Speckle Tracking (2DST) sind zwei neue echokardiographische Methoden zur objektiven und quantitativen Beurteilung der Ventrikelfunktion.
- Mögliche Anwendungen beinhalten die Diagnose von globalen ventrikulären Funktionsstörungen, regionalen Wandbewegungsstörungen und dyssynchronen Bewegungsmustern während der Ventrikelkontraktion.
- Ziele der Studie:
 - Untersuchung der Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit (Reproduzierbarkeit) von TDI und 2DST zur links-ventrikulären Wandbewegungsanalyse beim Pferd
 - Identifikation potenziell nützlicher Indizes zur Beurteilung der LV Funktion

Material und Methoden

- Studiendesign: Experimentelle, prospektive Beobachtungsstudie
- Studienpopulation:
 - 3 Standardbreds und 3 Thoroughbreds
 - Alter 8–14 Jahre, Gewicht 517–606 kg
- Echokardiographische Untersuchungen:
 - GE Vivid 7 System mit M3S Ultraschallsonde (GE Medical Systems)
 - Wiederholte echokardiographische Untersuchungen in einer rechtsparasternalen Kurzachsensicht auf Höhe der Chordae tendineae mittels zwei-dimensionaler Echokardiographie (2DE), farbkodiertem TDI (cTDI) und pulsed-wave TDI (PW TDI)
 - Durchgeführt durch 2 Untersucher am gleichen Tag und an verschiedenen Tagen im Abstand von 2 Tagen
- Offline-Analysen und Messungen:
 - Offline-Analysen (GE EchoPac Software, GE Medical Systems) der PW TDI Aufnahmen, der cTDI Aufnahmen (mittels „Q-Analysis“ Modul) und der 2DE Aufnahmen (mittels „2D Strain“ Modul), durch beide Untersucher unabhängig, verblindet und in zufälliger Reihenfolge
- Datenanalyse und statistische Auswertungen:
 - Bestimmung der inter- und intraobserver Variabilität wiederholter Messungen und Untersuchungen am gleichen Tage („within-day“) und an verschiedenen Tagen („between-day“)
 - Quantifizierung mittels Variationskoeffizient (CV%)

Resultate

- Die Beurteilung der radialen Wandbewegung des LV mittels TDI und 2DST war bei allen Pferden möglich.
- Die PW TDI Methode erlaubte eine zuverlässige Analyse der radialen Wandbewegungsgeschwindigkeit der freien Wand des LV während Systole und Diastole.
- Die cTDI Methode war aufwendiger und weniger zuverlässig verglichen mit PW TDI.
- Die 2DST Methode erlaubte eine zuverlässige Quantifizierung der radialen systolischen Myokarddeformation (Strain) und Myokarddeformationsrate (Strain Rate) des LV.
- Die Charakterisierung zirkumferenzieller Bewegungsmuster mittels 2DST war weniger zuverlässig und das diastolische Tracking war ungenügend. Die Beurteilung der Synchronität der Ventrikelkontraktion mittels 2DST war unzuverlässig.

Diskussion und Schlussfolgerungen

- TDI und 2DST können zur Charakterisierung der mechanischen Funktion des LV beim Pferd beigezogen werden und erlauben eine zuverlässige Quantifizierung ausgewählter systolischer und diastolischer Funktionsindizes.
- Die Methoden sind technisch aufwendig und stark geräte- und bedienerabhängig.
- Der diagnostische und prognostische Nutzen dieser echokardiographischen Funktionsanalysen bei Pferden mit Herzerkrankungen müssen in weiteren Studien definiert werden.

Tab. 1: Zuverlässigkeit (Reproduzierbarkeit, quantifiziert mittels Variationskoeffizient in %) der echokardiographischen Wandbewegungsanalysen mittels TDI (radiale Bewegung der freien Wand des LV) und 2DST (radiale und zirkumferenzielle Bewegung des LV Myokards).

	Methode	Intraobserver Measurement Variability	Within-Day Interobserver Variability	Between-Day Interobserver Variability	Between-Day Interobserver Variability
Wandbewegungs-geschwindigkeiten	PW TDI	0.7 – 4.3%	4.8 – 16.7%	5.3 – 18.3%	6.3 – 11.8%
	cTDI	1.3 – 9.8%	9.6 – 34.6%	14.2 – 22.7%	9.8 – 33.6%
Zeitintervalle	PW TDI	0.9 – 4.5%	3.6 – 13.4%	5.2 – 14.3%	2.9 – 14.0%
	cTDI	1.4 – 10.7%	4.7 – 14.7%	5.8 – 18.2%	3.0 – 17.8%
Spektrale Wandbewegungsindizes	2DST radial	4.1 – 6.3%	12.6 – 15.3%	12.0 – 16.1%	12.0 – 15.7%
	2DST zirkumferenziell	6.2 – 17.0%	11.9 – 48.3%	20.9 – 49.8%	16.5 – 41.6%

Wandbewegungsgeschwindigkeiten: S1, Sm, E1, Em, Am, Em/Am
 Zeitintervalle: tS1, tSm, PEP, IVCT, ET, IVRT, PEP/ET, IVCT/ET, IMP/TEI
 Systolische Wandbewegungsindizes: Strain, Strain Rate, Displacement (nur radial), Rotation (nur zirkumferenziell)

Abb. 1: Pulsed-wave TDI (A) und nachbearbeitete cTDI Aufnahme (B) der freien Wand des LV auf Höhe der Chordae tendineae. Beginn und Ende des Herzzyklus sind mit vertikalen Linien markiert. Horizontale Achse: Zeit in Sekunden. Vertikale Achse: Wandbewegungsgeschwindigkeit in m/s bzw. cm/s. Gemessen werden die Maximalgeschwindigkeiten und verschiedene systolische und diastolische Zeitintervalle (nicht gezeigt). S1, Isovolomische Kontraktion; Sm, Austreibungsphase; E1, Isovolomische Relaxation; Em, Frühe Diastole; Am, End-Diastole (Vorhofkontraktion). Die Pfeilspitzen verweisen auf positive Geschwindigkeitsmaxima aufgrund passiver, elastischer Bewegung der LV Wand nach der Em und Am Welle.

Abb. 2: A – Rechts-parasternale Kurzachsensicht auf Höhe der Chordae tendineae. Die 2DST Software teilt den Untersuchungs-bereich (LV Myokard) automatisch in 6 Segmente auf (AntSept, Ant, Lat, Post, Inf, Sept). Die Qualität des Trackings wird durch die Software verifiziert und in der unteren Bildhälfte mit einem „V“ (grün) bestätigt. B bis F – „Trace screens“ der 2DST Software mit folgender Information: Oben links: 2D Bild mit segmentiertem Untersuchungs-bereich und parametrischer Farbkodierung. Unten links: M-mode mit parametrischer Farbkodierung. Rechts: „Trace display“ der ausgewählten Indizes. Die Farben der Kurven entsprechen den Farben der einzelnen Myokardsegmente. Der Beginn und das Ende des Herzzyklus (S Welle) ist auf dem EKG mit gelben Punkten markiert. Die Zeit des Aortenklappenschlusses (AVC) ist mit einer grünen vertikalen Linie markiert und teilt den Herzzyklus in eine systolische und eine diastolische Komponente. B – Radiale Wandverschiebung. C – Zirkumferenzielle Wanddeformation. D – Radiale Wanddeformation. E – Zirkumferenzielle Deformationsrate. F – Radiale Deformationsrate. D_{psys} = Peak systolic radial displacement. ϵ_r = Radial peak strain. SR_{C-sys} = Circumferential systolic strain rate. SR_{C-E} = Circumferential early-diastolic strain rate. SR_{C-L} = Circumferential late-diastolic strain rate. SR_{R-sys} = Radial systolic strain rate. SR_{R-E} = Radial early-diastolic strain rate. SR_{R-L} = Radial late-diastolic strain rate.

Referenzen

1. Schwarzwald CC, Bonagura JD, Schober KE. Methods and reliability of tissue Doppler imaging for assessment of left ventricular radial wall motion in horses. J Vet Int Med 2009;23:643-652.
2. Schwarzwald CC, Schober KE, Berli ASJ, et al. Left Ventricular Radial and Circumferential Wall Motion Analysis in Horses Using Strain, Strain Rate, and Displacement by 2D Speckle Tracking. J Vet Int Med 2009;23:890-900.

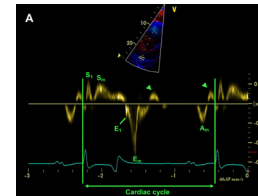


Abb. 1A

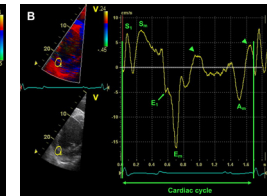


Abb. 1B

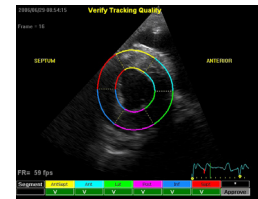


Abb. 2A

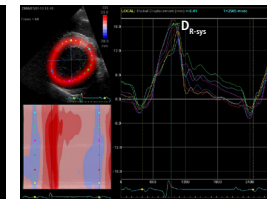


Abb. 2B

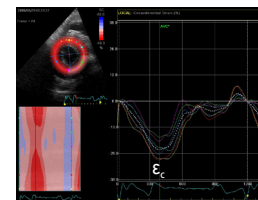


Abb. 2C

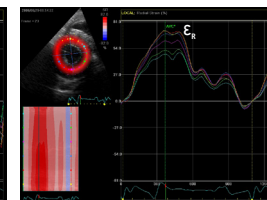


Abb. 2D

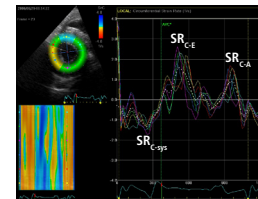


Abb. 2E

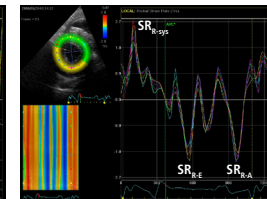


Abb. 2F