

---

## **Kardiale Funktion im Saisonverlauf bei hochtrainierten Ausdauerathleten** (AZ 070110/10)

Jürgen Scharhag (Projektleiter) & Frank Mayer

Universität Potsdam, Hochschulambulanz, Zentrum für Sportmedizin, Freizeit-,  
Gesundheits- und Leistungssport

### **Problem**

Über eine kardiale Funktionsabnahme nach Ausdauerbelastungen wurde in den letzten Jahren immer wieder berichtet und dies als „kardiale Ermüdung“ bezeichnet (Shave et al., 2008). Als erste beschrieben Saltin und Stenberg (1964) eine Abnahme des linksventrikulären Schlagvolumens nach einer dreistündigen Belastung. Meist wird jedoch über eine globale Abnahme der diastolischen Funktion in der konventionellen Doppler-Echokardiographie unmittelbar nach (Ultra-)Ausdauerbelastungen berichtet und dies von einigen Autoren als Ausdruck einer möglichen belastungsbedingten myokardialen Schädigung angesehen (Shave et al., 2008). Aber auch mittels neuer echokardiographischer Untersuchungstechniken (regionale Kontraktionsanalysen des Herzmuskels mittels Gewebe-Doppler oder Speckle Tracking) wurden belastungsinduzierte linksventrikuläre Funktionseinschränkungen der diastolischen (und zum Teil auch der systolischen) Funktion innerhalb der ersten Stunden nach Ausdauerbelastungen beschrieben. La Gerche et al. (2008) berichteten außerdem über eine insbesondere den rechten Ventrikel betreffende schädigungsbedingte Funktionsabnahme nach einem Ultra-Triathlon, die sich innerhalb einer Woche normalisierte, im Einzelfall jedoch auch länger anhielt.

Des Weiteren wird gelegentlich auch eine chronische myokardiale Schädigung durch wiederkehrende erschöpfende Ausdauerbelastungen vermutet, wie sie beispielsweise in Trainingslagern oder Wettkämpfen üblich sind. Teilweise werden über diese Annahmen auch pathologische Veränderungen am Herzen wie beispielsweise Vergrößerungen des rechten Ventrikels mit einer erhöhten Inzidenz ventrikulärer Tachykardien, die Arrhythmogene Rechtsventrikuläre Kardiomyopathie und andere Kardiomyopathien sowie kernspintomographisch oder autoptisch gesicherte myokardiale Nekrosen bzw. Fibrosen erklärt.

Aufgrund fehlender systematischer Längsschnittuntersuchungen ist die klinische Bedeutung dieser Befunde und Vermutungen jedoch unklar. Allen bisherigen Studien ist gemein, dass die auf belastungsbedingte kardiale Funktionsänderungen untersuchten Sportlerinnen und Sportler überwiegend aus dem ambitionierten Hobbysport bzw. regionalen Spitzensport kamen und meist zufällig vor Ausdauerwettbewerben akquiriert wurden. Darüber hinaus wurden die echokardiographischen Untersuchungen üblicherweise unmittelbar vor und nach einem Wettkampf oder einer Ausdauerbelastung durchgeführt. Eine systematische Untersuchung der kardialen Funktion bei Hochleistungsausdauersportlerinnen und -sportlern im Längsschnitt über eine Saison ist bisher noch nicht erfolgt.

## Ziel der Untersuchung

Es war das Ziel der Studie, die kardiale Funktion von hochausdauertrainierten Sportlerinnen und Sportlern der internationalen Spitzenklasse über eine Wettkampfsaison im Längsschnitt mit den neuesten echokardiographischen Verfahren (Gewebe-Doppler und Speckle Tracking) zu untersuchen. Die Untersuchungen sollten bei hochausdauertrainierten Spitzensportlerinnen und -sportlern sowohl in zwei Trainingslagern als auch bei drei internationalen Wettkämpfen (Weltcups) erfolgen.

## Methode

Während eines Vorbereitungstrainingslagers (TL1) wurden nach einer initialen medizinischen und echokardiographischen Eingangsuntersuchung über zwei Wochen 11 männliche und 6 weibliche Kaderathleten (Männer: Alter  $26 \pm 5$  Jahre; Herzvolumen:  $16,3 \pm 1,2$  ml/kg; Frauen: Alter  $23 \pm 3$  Jahre; Herzvolumen:  $14,9 \pm 1,4$  ml/kg) der Deutschen Triathlon Nationalmannschaft echokardiographisch untersucht (GE Vivid q; transmitrales Flussprofil; Gewebe-Doppler-Parameter: E' und A' Interventrikuläres Septum [IVS], Linksventrikuläre Laterale Wand, Rechtsventrikuläre freie Wand [RV]; Speckle Tracking-Parameter: Linksventrikulärer Globaler Longitudinaler Strain [GLS]) zwischen 6 und 8 Uhr vor sowie zwischen 18 und 22 Uhr nach den Trainingseinheiten. Analog dazu erfolgten Untersuchungen bei 5 Athleten in einem dreiwöchigen Höhentrainingslager (TL2) in der Saisonmitte. Bei drei Rennen der ITU-Weltmeisterschaftsserie (WM 1 - 3) wurden 10, 5 und 12 Kaderathleten innerhalb 24 h vor sowie innerhalb 4 h nach den Wettkämpfen echokardiographisch untersucht.

## Ergebnisse

Tab.1 zeigt Herzfrequenzen und echokardiographische Parameter zur Beurteilung der systolischen und diastolischen Funktion vor und nach einem Trainingstag zu Beginn, in der Mitte und am Ende zweier Trainingslager (TL 1, TL 2) sowie vor und nach drei Rennen der Triathlon-Weltmeisterschaftsserie (WM 1-WM 3). HF vor: Ruhe-Herzfrequenz während der Echokardiographie vor Trainingsbeginn. HF post: Ruhe-Herzfrequenz während der Echokardiographie nach mind. 1 h nach Trainingsende. GLS: maximale systolische globale longitudinale Myokardkontraktion (Strain) im Speckle Tracking vor und nach Training. E'/A': Verhältnis von früh- (E) und spätdiastolischer (A) myokardialer Relaxationsgeschwindigkeit des basalen Septums (IVS) sowie der rechtsventrikulären freien Wand knapp oberhalb des Trikuspidalklappenansatzes (RV).

Tab. 1.

	TL 1 Beginn	TL 1 Mitte	TL 1 Ende	WM 1	TL 2 Beginn	TL 2 Mitte	TL 2 Ende	WM 2	WM 3
N	17	17	17	10	5	5	5	6	12
HF vor [/min]	49 ± 8	50 ± 9	50 ± 10	51 ± 5	45 ± 5	43 ± 3	47 ± 7	48 ± 3	54 ± 7
GLS vor [%]	-20 ± 2	-21 ± 2	-20 ± 1	-21 ± 2	-19 ± 1	-20 ± 2	-19 ± 2	-22 ± 2	-21 ± 2
E'/A' IVS vor	2,3 ± 0,6	2,2 ± 0,7	2,2 ± 0,7	1,8 ± 0,3	2,2 ± 0,3	2,2 ± 0,4	2,4 ± 0,3	2,2 ± 0,4	2,1 ± 0,5
E'/A' RV vor	2,0 ± 0,7	1,7 ± 0,5	1,9 ± 0,5	1,6 ± 0,3	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,6	2,0 ± 0,2	1,7 ± 0,3	1,6 ± 0,4
HF vor [/min]	57 ± 12	54 ± 12	55 ± 9	66 ± 7	52 ± 5	59 ± 8	54 ± 8	64 ± 4	64 ± 11
GLS vor [%]	-20 ± 1	-21 ± 2	-20 ± 5	-20 ± 1	-21 ± 3	-21 ± 1	-20 ± 2	-20 ± 1	-22 ± 2
E'/A' IVS vor	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,4	2,2 ± 0,5	1,7 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,5 ± 0,1	1,8 ± 0,2
E'/A' RV vor	1,8 ± 0,5	1,7 ± 0,4	1,8 ± 0,5	1,5 ± 0,4	1,7 ± 0,3	1,8 ± 0,3	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,4	1,4 ± 0,5

## Diskussion

Anhand der vorliegenden Untersuchungsdaten gibt es keinen Anhaltspunkt für eine akute oder chronische Schädigung des Herzens nach erschöpfenden Ausdauerbelastungen oder im Saisonverlauf bei Triathletinnen bzw. Triathleten der internationalen und nationalen Spitzenklasse. Zwar sind analog zu früheren Studien an überwiegend ambitionierten Breitensportlerinnen bzw. -sportlern oder Sportlerinnen bzw. Sportlern der regionalen Spitzenklasse in der vorliegenden Studie ebenfalls teilweise signifikant geringere Werte einzelner diastolischer Funktionsparameter nachweisbar, doch liegen die Werte sowohl nach Trainings- als auch Wettkampfbelastungen weiterhin deutlich im oberen Normbereich. Im Vergleich zu eindeutig pathologischen myokardialen Funktionsänderungen bei Patientinnen bzw. Patienten mit akuten oder chronischen Herzerkrankungen sind die Funktionsänderungen der vorliegenden Untersuchung als äußerst gering und klinisch irrelevant anzusehen. Zusätzlich liegen die vor Trainingsbeginn (noch belastungsunbeeinflussten) ermittelten diastolischen und systolischen Funktionswerte über die gesamte Saison stabil im oberen Normbereich und bleiben nahezu unverändert, so dass hiermit auch eine schleichende chronische myokardiale Schädigung durch erschöpfende extensive und intensive Ausdauerbelastungen bei Hochleistungsausdauersportlerinnen bzw. -sportlern ausgeschlossen werden kann. Des Weiteren fanden sich auch bei Betrachtung der Einzelfälle keine pathologischen Befunde.

## Schlussfolgerung

1. Die in verschiedenen Studien unmittelbar nach Ausdauerbelastungen nachgewiesene leichte Reduktion der kardialen Funktion ist auch bei Spitzensportlerinnen und -sportlern unmittelbar nach erschöpfenden Ausdauerbelastungen im Training oder nach Wettkämpfen sowohl mit konventionellen als auch mit neueren echokardiographischen Verfahren nachweisbar, ohne dass hierbei akute pathologische Veränderungen vorliegen und diese somit als physiologische Belastungsreaktionen anzusehen sind.
  2. Eine systematische Abnahme der kardialen diastolischen oder systolischen Funktion tritt während eines längeren Trainingslagers oder im Saisonverlauf nicht ein, so dass dies ebenfalls gegen eine Schädigung des Herzens gesunder Hochleistungsausdauersportlerinnen bzw. -sportler spricht.
  3. Hinweise auf belastungsinduzierte Langzeitschäden des linken oder rechten Herzens finden sich mit den neuesten echokardiographischen Methoden bei hochausdauertrainierten Spitzensportlerinnen bzw. -sportlern nicht, was somit früheren kernspintomographischen Untersuchungen (Scharhag et al., 2002) entspricht.
- Schlussfolgernd ist bei gesunden Hochleistungsausdauersportlerinnen bzw. -sportlern keine trainings- oder wettkampfbedingte Schädigung des Herzens zu befürchten.

## Literatur

- La Gerche, A., Connelly, K. A., Mooney, D. J., Macisaac, A. I. & Prior, D. L. (2008). Biochemical and functional abnormalities of left and right ventricular function following ultra-endurance exercise. *Heart*, 94, 860-866.
- Saltin, B. & Stenborg, J. (1964). Circulatory response to prolonged severe exercise. *Journal of applied physiology*, 19, 833-838.
- Scharhag, J. (2009). *Akute und chronische Effekte von Ausdauerbelastungen auf das Herz bei Sportlern, gesunden Normalpersonen und Patienten*. Habilitationsschrift. Universität des Saarlandes, Saarbrücken & Homburg/Saar.
- Scharhag, J., Schneider, G., Urhausen, A., Rochette, V., Kramann, B. & Kindermann, W. (2002). Athlete's heart: right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained control subjects determined by magnetic resonance imaging. *Journal of the American College of Cardiology*, 40 (10), 1856-1863.
- Shave, R., George, K., Whyte, G., Hart, E. & Middleton, N. (2008). Post-exercise changes in left ventricular function: the evidence so far. *Medicine and science in sports and exercise*, 40, 1393-1399.