

EINLEITUNG

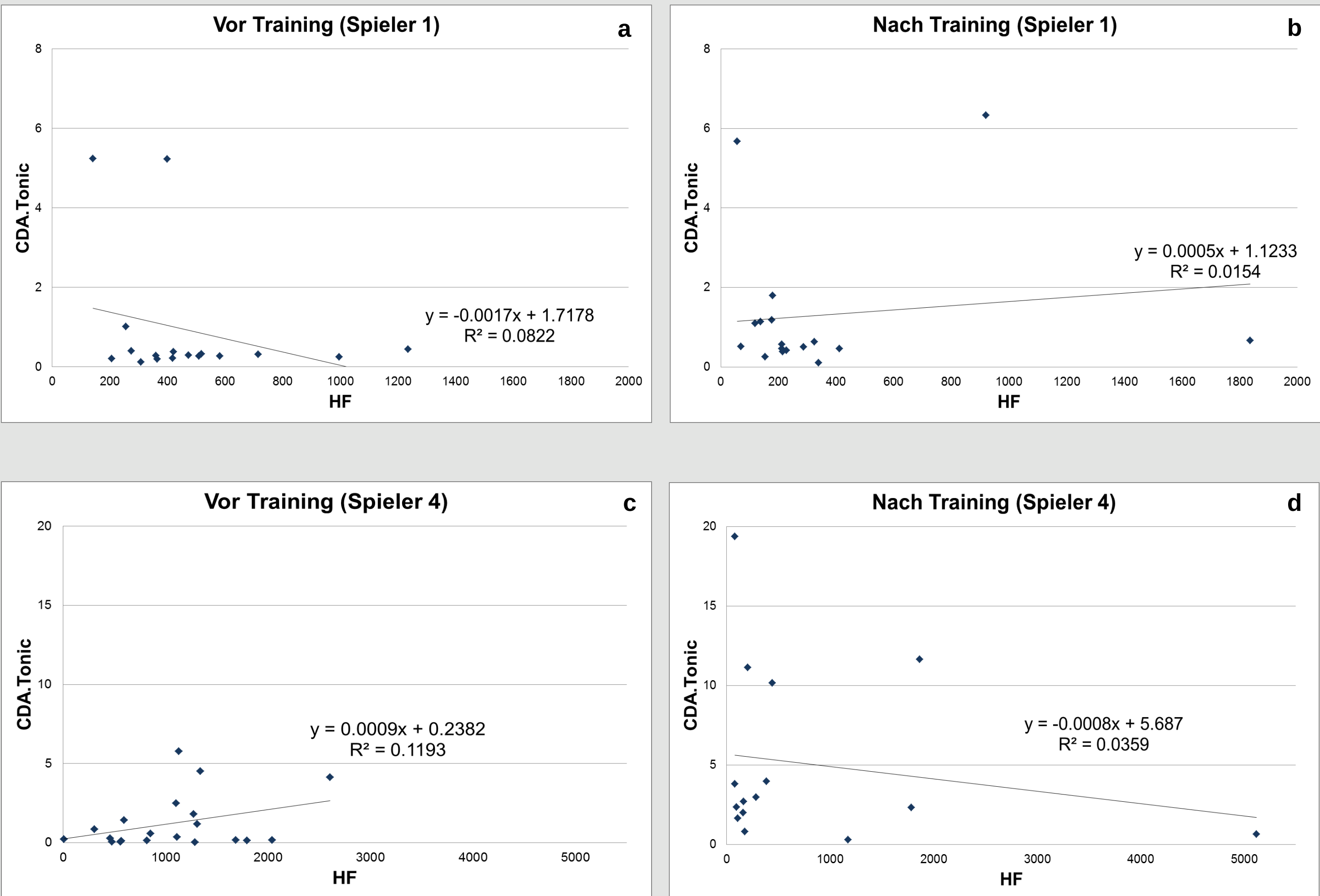
Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung sind Kernaufgaben einer angewandten Sportmedizin. Der Erfassung des Funktionszustandes des Autonomen Nervensystems (ANS) zur Beurteilung von Regeneration, Leistungsfähigkeit und zur angewandten Trainingssteuerung kommt in der sportwissenschaftlichen Forschung seit Jahren ein besonderes Interesse zu (Kiviniemi et al., 2007; Stanley et al., 2013; Hottenrott, 2013). Eine differenzierte Beurteilung von **parasympathischen** und **sympathischen** Einflüssen findet jedoch eher selten statt. Die Entwicklung individueller ANS-Profile (Erregung und Hemmung) und die Vermeidung konsekutiver Übertrainingszustände sind prospektive Ziele. Ziel dieser Pilotuntersuchung war zum einen die Anwendung einer ANS-Testbatterie und zum anderen die Untersuchung von Auswirkungen durch Training im Leistungsfußball auf **parasympathische** (Herzfrequenzvariabilität (HRV): Root Mean Square of the Successive Differences (RMSSD), High-Frequency (HF)) und **sympathische** Funktionszustände (Elektrodermale Aktivität (EDA)) (Task Force,1996; Boucsein, 2012).

METHODIK

In die Pilotuntersuchung wurden 5 Spieler (ØAlter: 20,2 Jahre) einer U-23-Mannschaft eines Fußball-Bundesligisten einbezogen. Wir führten einen insgesamt 10-minütigen Lagewechseltest (5-1-4 Minuten) sowohl vor als auch nach den Trainingseinheiten durch. Die Datenerhebung fand bilateral mit kabellosen Handgelenksensoren (Empatica® E3, ITA) unter standardisierten Bedingungen statt. Die Auswertung erfolgte mittels KUBIOS® HRV (2.2) und Ledalab® (V.3.4.7.). Nach visueller Artefaktbereinigung wurden die HRV-Daten bei voreingestelltem Artefaktfilter (medium) hinsichtlich zeit- (RMSSD) und frequenzbezogenen (HF) Parametern ausgewertet. Die EDA-Daten wurden nach visueller Artefaktbereinigung mit der *Continuous Decomposition Analysis* (CDA) auf phasische (CDA.SCR) und tonische (CDA.Tonic) Anteile analysiert. Sowohl für die HRV- als auch die EDA-Analyse wurden jeweils die letzten 150 Sekunden vor bzw. 150 Sekunden nach dem Orthostasereiz genutzt. Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe von Excel (Microsoft, 2010) und SPSS (IBM, Version 22). Es gingen 48 Datensätze in die Auswertung ein. Aufgrund nicht normalverteilter Daten wurden die interferenzstatistische Auswertungen mit dem Wilcoxon-signed-rank-test durchgeführt.

ERGEBNISSE

Abb.1a-d Parasympathische (HF) und sympathische (CDA.Tonic) Parameter vor (a & c) und nach Training (b & d) von zwei Spielern, gemessen jeweils vor der Orthostase (1Punkt = 1Tag & Messung)



Literaturverweise

Boucsein, W. (2012). *Electro-dermal-Activity*. 2nd edition. Springer: New York.

Hottenrott, K. (2013). Parameter der HRV zur individuellen Regenerationssteuerung im Sport. In K. Hottenrott, T. Gronwald & Hendrik Schmidt (Hrsg.), *Herzfrequenzvariabilität – Grundlagen – Methoden – Anwendungen*. Czwalina: Hamburg.

Kiviniemi, A., Hautala, A. , Kinnunen, H. & Tulppo, M. (2007). Endurance training guided individually by heart rate variability measurements. In *Eur J Appl Physiol*, 101 (6), 743-751.

Kuhn, K., Röttger, H., Platen, P. (2005). Verhalten der Herzfrequenzvariabilität vor und nach einer erschöpfenden fahrradergometrischen Belastung bei männlichen Jugendlichen zwischen 14 und 16 Jahren. In K. Hottenrott (Hrsg.), *Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin*. Czwalina: Hamburg.

Stanley, J., Peake, J. & Buchheit, M. (2013). Cardiac Parasympathic Reactivation Following Exercise: Implications for Training Prescription. In *Sports Med*, 43 (12), 1259-1277.

Task Force of the European Society of Cardiology, the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996): Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. In *European Heart Journal*, 17 (3), 354–381.

Abb.2 Parasympathische Parameter (N=48)

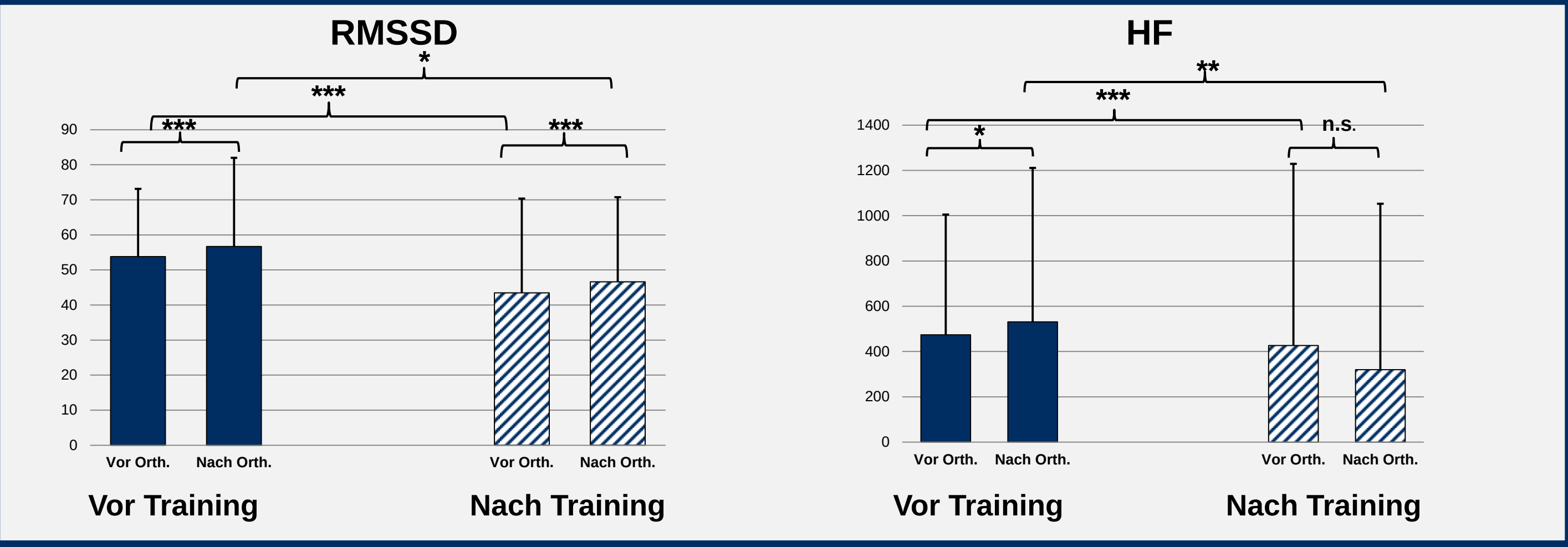
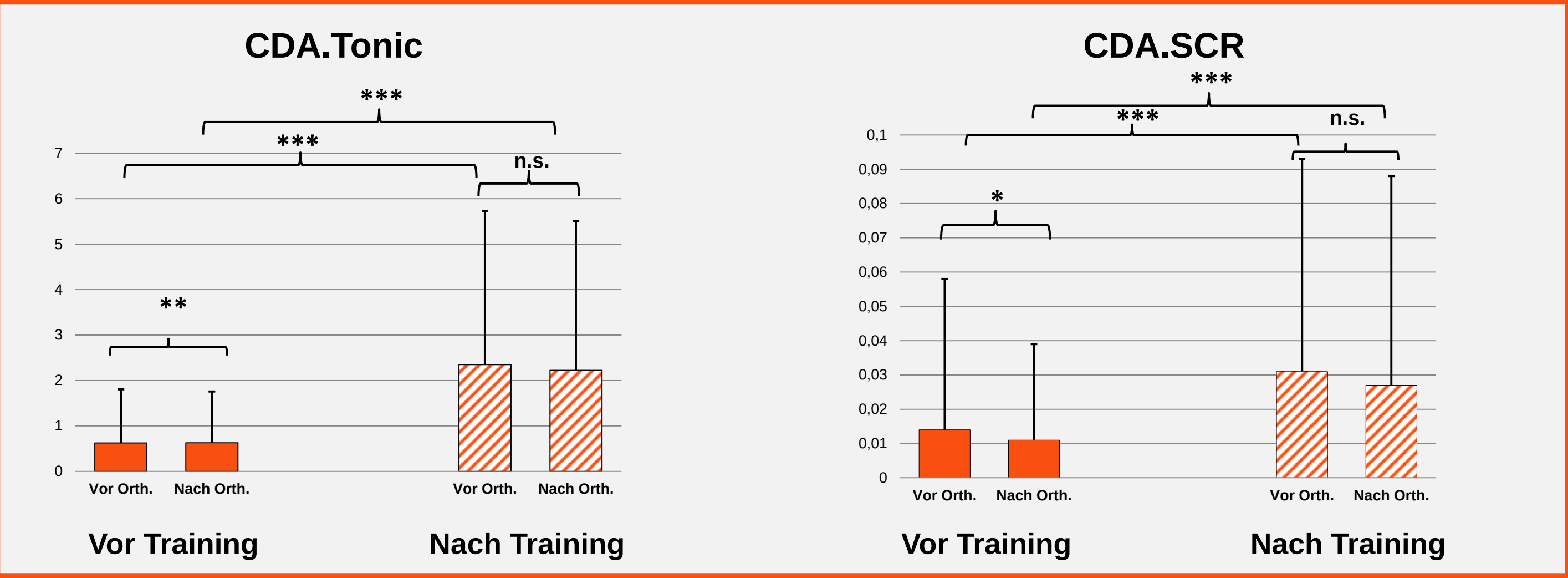


Abb.3 Sympathische Parameter (N=48)



		Vor Training		Nach Training	
		Vor Orthostase	Nach Orthostase	Vor Orthostase	Nach Orthostase
Para-sympathikus	RMSSD (ms)	53,8 (±19,53)	56,7 (±25,27)	43,45 (±26,93)	46,60 (±24,18)
	HF (ms²)	474 (±530,69)	531 (±679,54)	426 (±802,59)	320 (±732,92)
Sympathikus	CDA.Tonic (µS)	0,625 (±1,180)	0,627 (±1,130)	2,350 (±3,850)	2,224 (±3,283)
	CDA.SCR (µS)	0,014 (±0,044)	0,011 (±0,028)	0,031 (±0,062)	0,027 (±0,061)

Tab.1 Parameter vor und nach Training sowie vor und nach Orthostase

		Vergleich vor vs. nach Training			
		Vor Orthostase		Nach Orthostase	
		%	p	%	p
Para-sympathikus	RMSSD (ms)	-19,24	p≤0,001	-17,81	0,020
	HF (ms²)	-9,98	p≤0,001	-39,74	0,002
Sympathikus	CDA.Tonic (µS)	+276	p≤0,001	+254,70	p≤0,001
	CDA.SCR (µS)	+121	p≤0,001	+145,45	p≤0,001

Tab. 2 Einfluss von Training auf HRV und EDA (%-Veränderung und Signifikanz)

ZUSAMMENFASSUNG & DISKUSSION

- Sowohl die **Reduktion der parasympathischen Aktivität (p≤0,02)** als auch der **Anstieg der sympathischen Aktivität (p≤0,001)** in den Liegephasen vor zu den jeweiligen Liegephasen nach dem Training erreichten statistisch signifikantes Niveau.
- Eine Veränderung des Gleichgewichts zwischen parasympathischer und sympathischer Aktivität lässt sich durch (Fußball-) Training erzielen und ist individuell ausgeprägt (Abb. 1 a-d).
- Die Zunahme der dermalen sympathischen Aktivität (CDA.Tonic; CDA.SCR) durch die Trainingsintervention wurde statistisch hoch-signifikant (p≤0,001).
- Die Streuung der Parameter (HRV, EDA) vor allem in der Nachbelastungsmessung deutet auf inter-individuelle Beeinflussung der ANS-Aktivitätsmuster durch Training hin.
- In explorativer Studiendurchführung (praxisnahe Pilotstudie) konnten ANS-Aktivitätsmuster abgebildet werden, die Laborbefunde stützen und zu weiterer Feldforschung ermutigen (Kuhn et al., 2005).

Die Anwendung einer ANS-Testbatterie im Fußball ermöglicht eine differenzierte Beurteilung von Aktivitätszuständen im **parasympathischen** und **sympathischen** Nervensystem in Abhängigkeit von Trainingsbelastung. Fußballtraining führt bei Fußballprofis zu einer parasympathischen Deaktivierung und sympathischen Aktivierung.