

Biomechanische Untersuchung verschiedener interspinöser Implantate an humanen funktionellen Wirbelsäulenabschnitten

Schilling C.^{1,2*}, Beger J.¹, Pfeiffer M.³, Grupp T. M.^{1,4}, Blömer W.¹

^{1*} Aesculap AG Forschung & Entwicklung Tuttlingen, Deutschland

² Julius Wolff Institut, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Deutschland

³ HELIOS Rosmann Klinik Breisach, Deutschland

⁴ Ludwig Maximilian Universität München Orthopädische Klinik, Campus Großhadern, Deutschland

Einleitung

Eingriffe mit posteriorer dynamischer Stabilisierung steigen stetig an, um verschiedene Pathologien zu adressieren, z.B. Spinalkanalstenose oder discogener Schmerz. Sie sollen eine Anzahl biomechanischer Funktionen erfüllen, z.B. Modifikation des Bewegungsumfanges im versorgten Segment, kontrollierte Beweglichkeit in der sagittalen Ebene ohne diese zu stark einzuschränken, oder die Bandscheibe zu entlasten. Allerdings ist immer noch nicht ganz klar welchen biomechanischen Einfluss diese Implantate unter verschiedenen Belastungen auf die Wirbelsäule haben.

Ziel der Studie war es, den Einfluss unterschiedlicher interspinöser Implantate auf die Segmentkinematik und das Lastübertragungsverhalten zu untersuchen.

Material und Methode

In-vitro-Flexibilitätstests wurden an 12 humanen Wirbelsäulenabschnitten (FSU), L2/L3 (n=6) und L4/L5 (n=6), mit einem Durchschnittsalter von 65.3 (54-74) Jahren durchgeführt. Fünf unterschiedliche interspinöse Implantate wurden nacheinander im selben Präparat getestet und mit dem jeweils nativen Zustand (NAT) und dem nach Dekompression (DEF) verglichen. Folgende Implantate wurden verwendet: DIAM (DIA), Coflex (COF), Wallis (WAL), InterActiv ohne und mit dorsaler Zugurtung (IAO, IAM) (Abb. 1). Die Reihenfolge der Instrumentierung wurde für jedes Präparat randomisiert, wobei NAT und DEF jeweils die ersten beiden Schritte waren und als Referenz dienen. Die Versuche wurden an einem Wirbelsäulenbelastungssimulator, der nach dem Prinzip von Crawford et al. [1] arbeitet, durchgeführt. Getestet wurde jeweils in allen drei Hauptbelastungsrichtungen, Flexion/Extension, lateraler Biegung und axialer Rotation mit purem Moment ($\pm 7,5$ Nm) und überlagerter Vorkraft (FP=400N). Die Parameter Range of Motion (ROM) und neutrale Zone (NZ) wurden anhand der mit einem 3D Bewegungsmesssystem (Zebris) aufgenommenen Daten analysiert [2,3]. Zusätzlich wurde der intradiskale Druck (IDP) mittels Miniatur-Drucksensor (Samba Sensors, Schweden) gemessen.

Für die statistische Auswertung von ROM, NZ und IDP wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) mit $p=0.05$ durchgeführt und ein post-hoc Test, „least significance difference Test (LSD)“, verwendet um Unterschiede zwischen den einzelnen Segmentzuständen zu ermitteln.

Ergebnisse

Die verschiedenen interspinösen Implantate zeigen den größten Einfluss auf die intersegmentale Beweglichkeit in Flexion und Extension (Abb. 2), wobei das Maß an Stabilisierung mit den jeweiligen Implantatdesigns zusammenhängt. In lateraler Biegung und axialer Rotation wurden keine Unterschiede der Implantate bezüglich ROM (Abb. 3,4), NZ untereinander und im Vergleich zu NAT und DEF gefunden. Für die Implantate konnte nur in Extension (Abb. 5-7) ein Einfluss auf den intradiskalen Druck nachgewiesen werden. Hier zeigten alle Implantate eine signifikante Reduktion des intradiskalen Drucks (IDP).

Diskussion

Falls dynamische posteriore Stabilisation zum Einsatz kommt sollte beachtet werden, dass mit interspinösen Implantaten eine Stabilisierung und Reduktion des intradiskalen Drucks, abhängig von dem jeweiligen Implantatdesign, nur in der sagittalen Ebene erreicht werden kann.

Literatur

- [1] Crawford et al, Spine, 20:2097-2100, 1995
- [2] Cripton et al, J Biomech, 33: 1559-1568 2000
- [3] Panjabi et al, JBJS, 76-A, No.3: 413-423, 1994

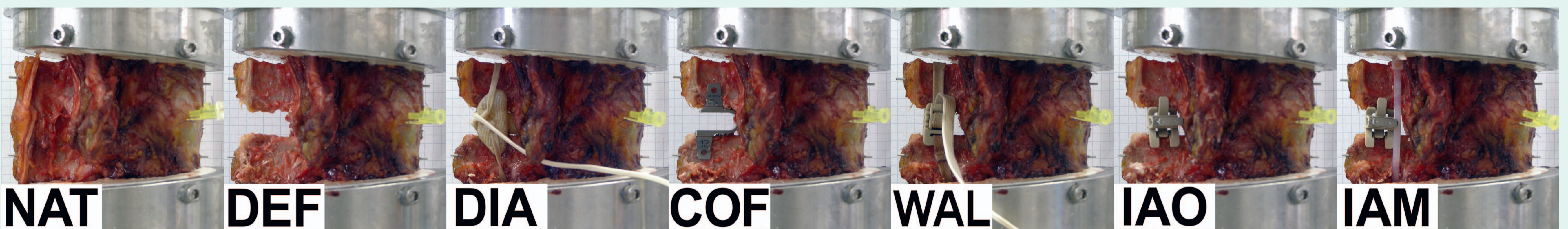


Abb. 1: Getestete Segmentzustände

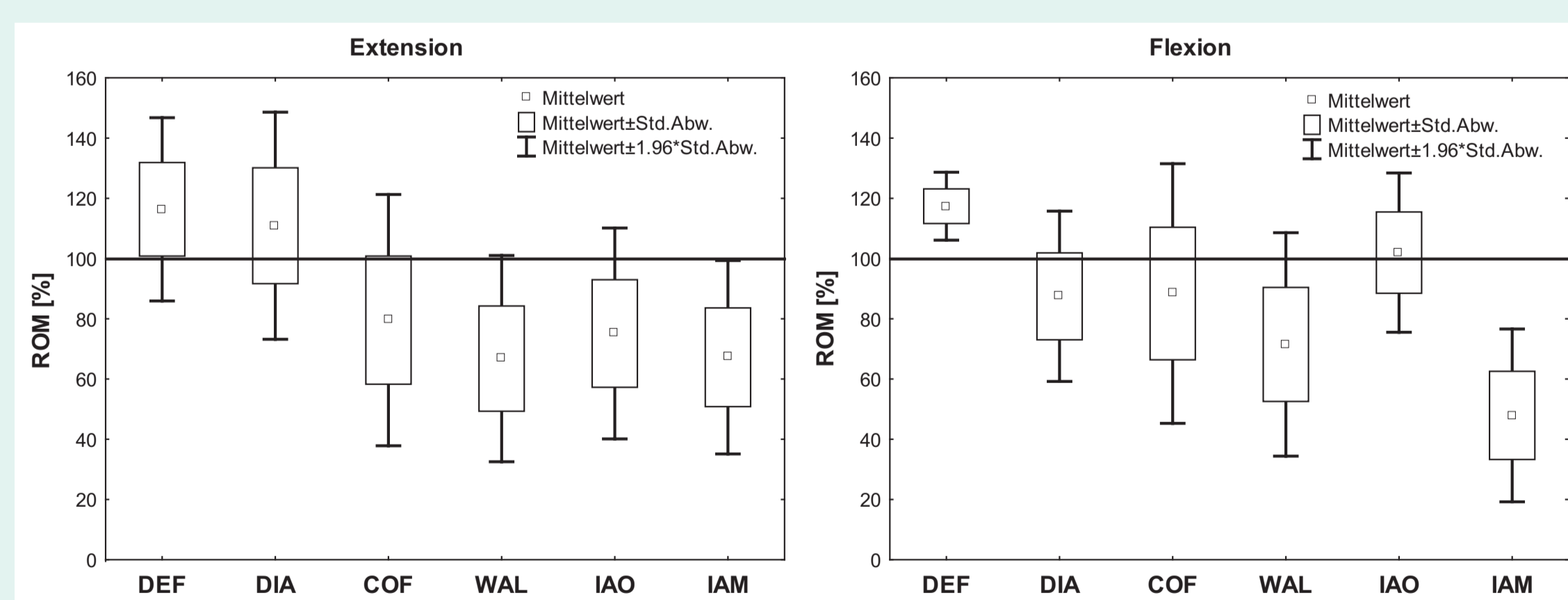


Abb. 2: ROM in Flexion und Extension der verschiedenen Segmentzustände im Vergleich zu nativ (NAT=100%)

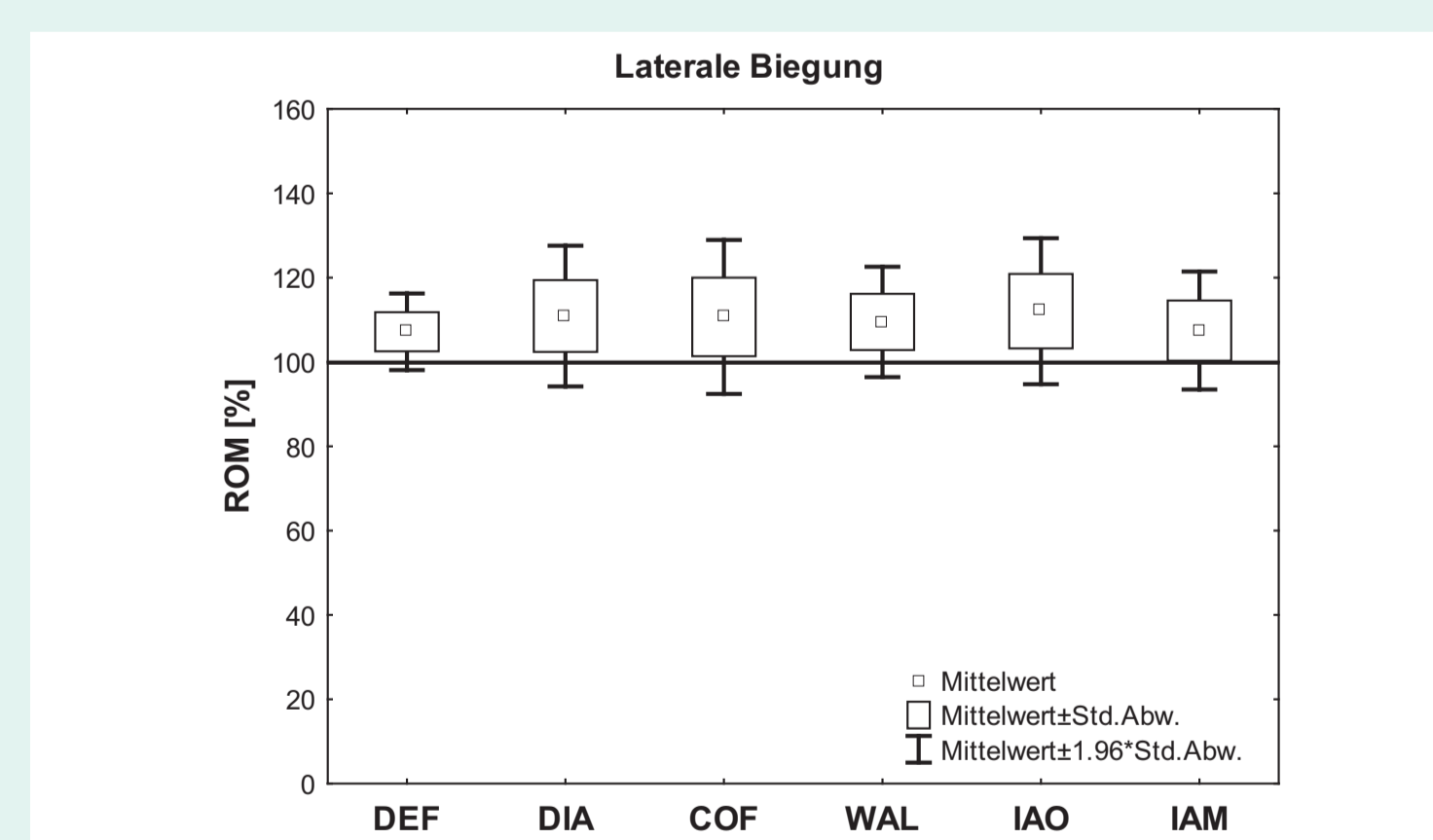


Abb. 3: ROM in Lateraler Biegung der verschiedenen Segmentzustände im Vergleich zu nativ (NAT=100%)

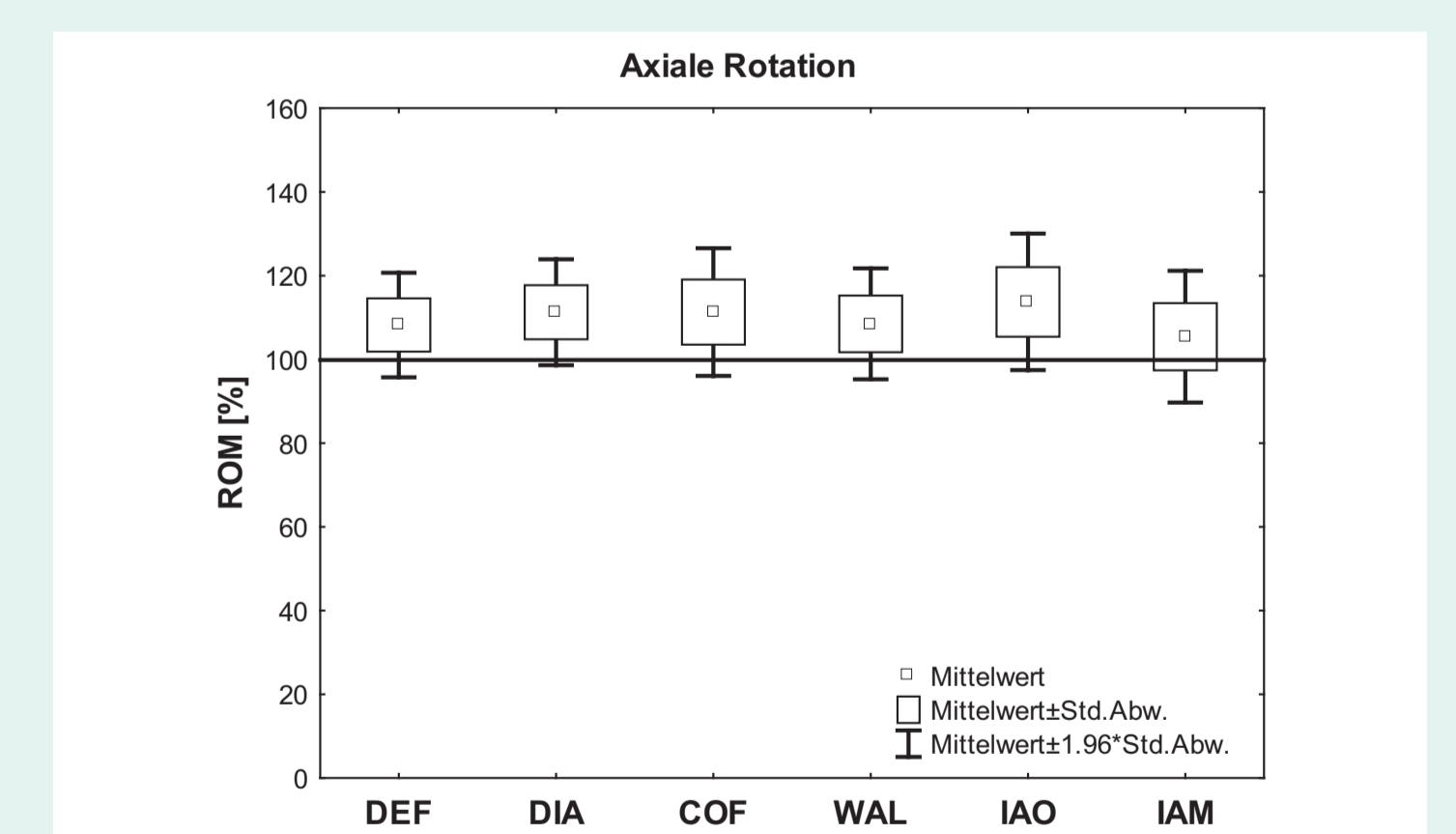


Abb. 4: ROM in Axialer Rotation der verschiedenen Segmentzustände im Vergleich zu nativ (NAT=100%)

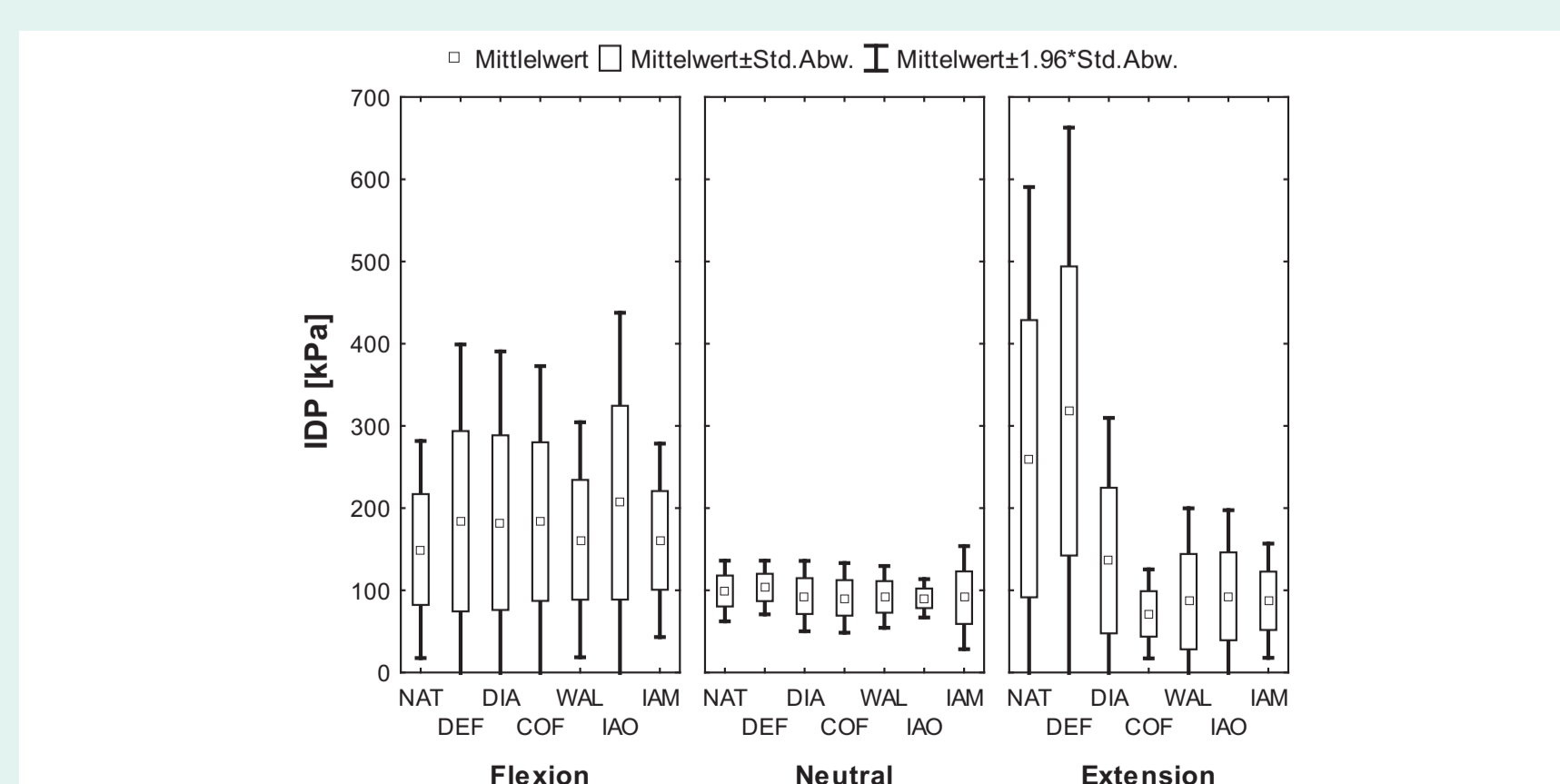


Abb. 5: IDP in Flexion und Extension der verschiedenen Segmentzustände

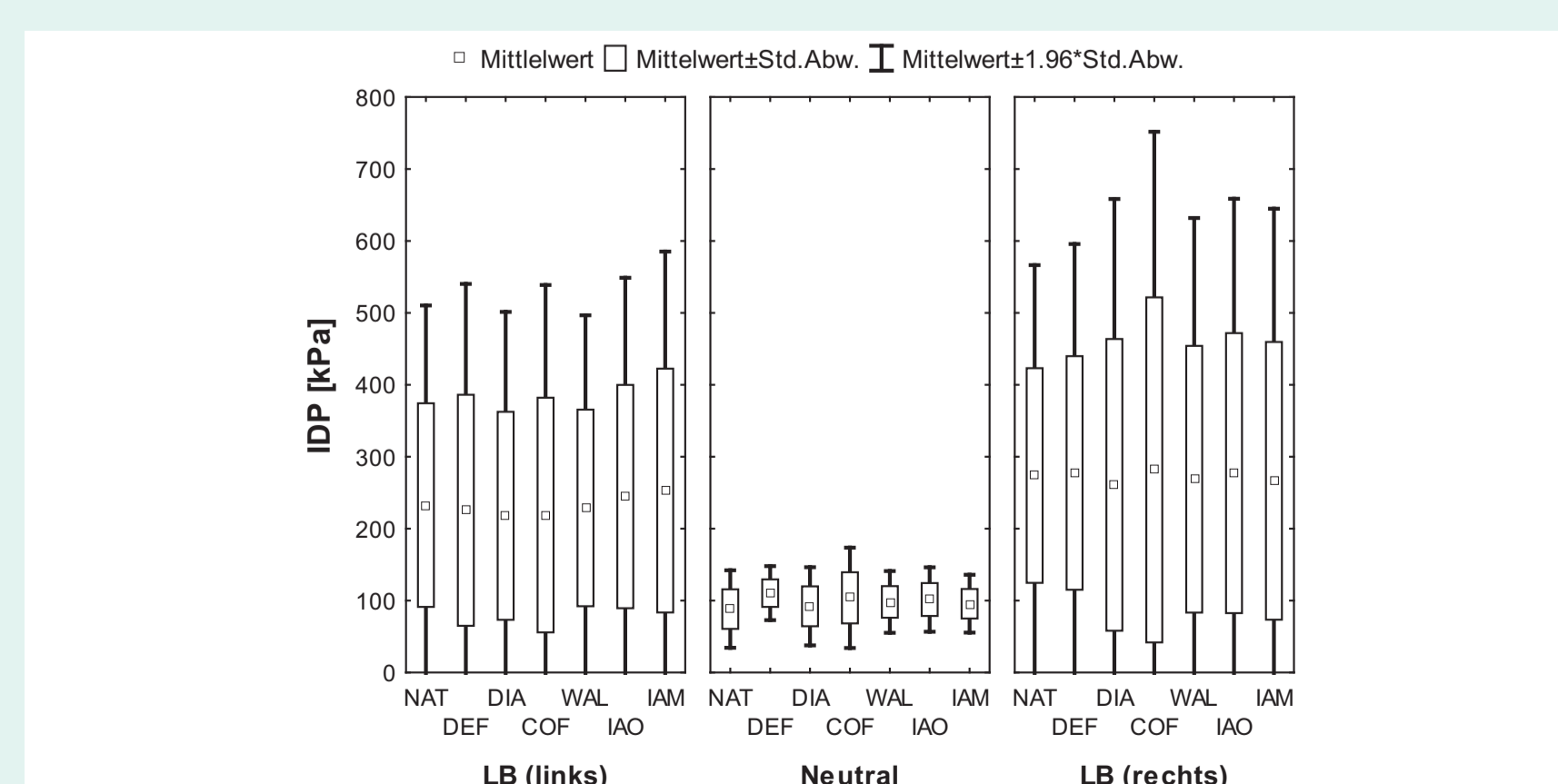


Abb. 6: IDP in Lateraler Biegung der verschiedenen Segmentzustände

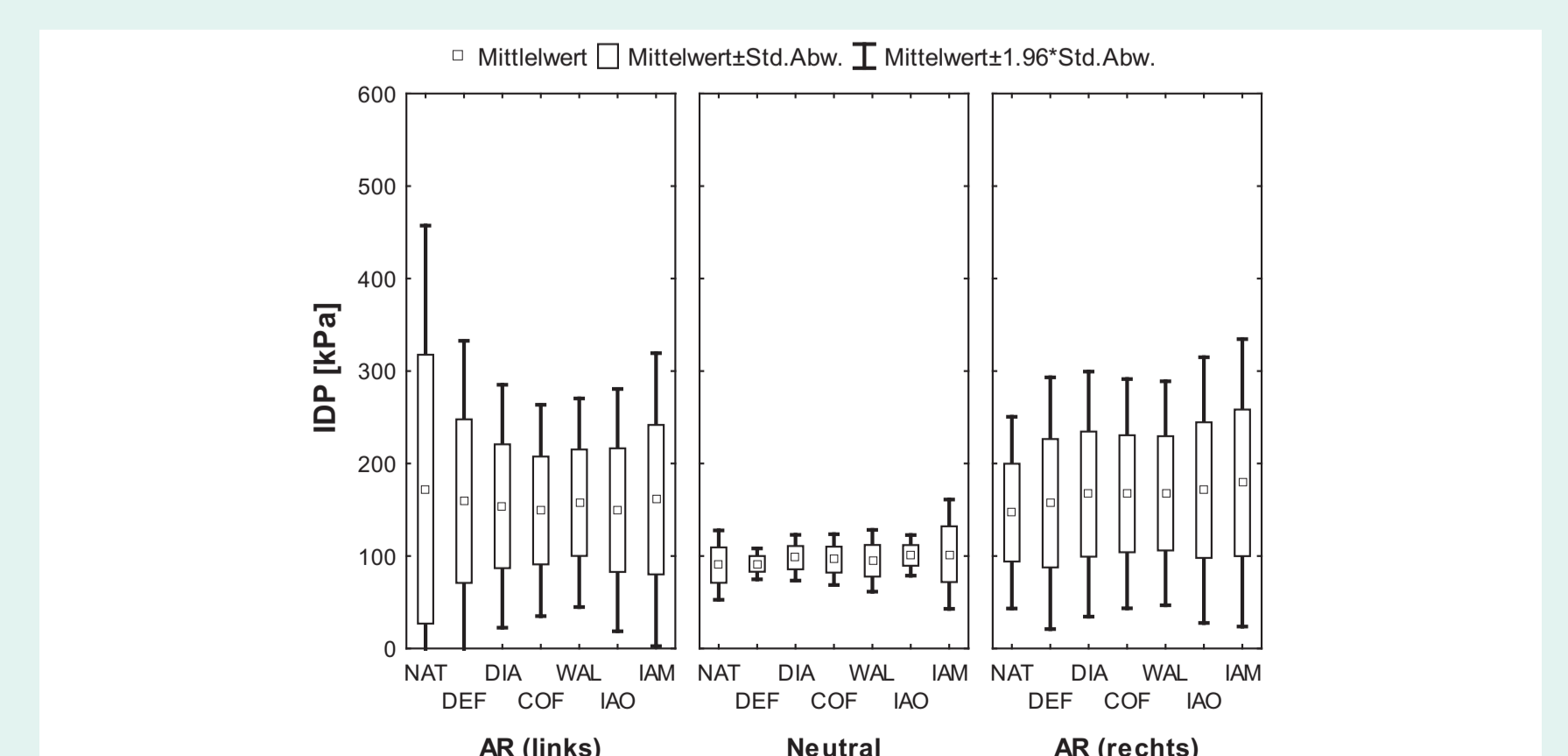


Abb. 7: IDP in Axialer Rotation der verschiedenen Segmentzustände