

M. Küster

## Dreidimensionale Ultraschalltopometrie der Wirbelsäule und Maximalkraftmessung der Rumpfmuskulatur bei Jugendlichen

*3-D-ultrasound topometry of the spine and assessment of the maximum trunk muscle strength in adolescents*

Lehrstuhl für Bewegungs- und Trainingslehre, Technische Universität München

### Zusammenfassung

**Problemstellung:** Rückenschmerzen und Haltungsdefizite verlagern sich immer mehr in die Kindheit und Adoleszenz. Zu wenig Bewegung, mangelnde Qualität und Quantität des Schulsports sowie Fernseh- und PC-Konsum stellen wichtige Risikofaktoren dar. Bisher gab es keine Studien mit dem IPN-Back Check und Zebris CMS System an Kindern und Jugendlichen.

**Methoden:** In einer Querschnittuntersuchung wurde bei 200 untrainierten Jugendlichen (12-14 Jahre, 117 Mädchen, 83 Jungen) Rumpfkraft, Haltung und Beweglichkeit der Wirbelsäule erfasst. Die Testbatterie bestand aus standardisierten Analysegeräten (Zebris CMS-System, IPN Back Check) und einem Dokumentationsbogen.

**Ergebnisse:** Die thorakale bilaterale Beweglichkeit korreliert mit der Rumpfkraft in Flexion. Zwischen der Beckenbeweglichkeit in Flexion und Extension und der Rumpfkraft in Flexion bestehen negative Zusammenhänge.

**Diskussion:** Für das spätere Leben ist eine entsprechend starke Rumpfmuskulatur unverzichtbar, um chronischem Rückenschmerz vorzubeugen. Die erhobenen Daten an den beiden Analysegeräten sollten über weitere Studien bestätigt werden.

**Schlüsselwörter:** Wirbelsäule, Jugendliche, Rumpfkraft

### Einleitung

Chronischer Rückenschmerz gilt mittlerweile bei Erwachsenen als Volkskrankheit und kostspieliger Faktor im Gesundheitssystem. Das erstmalige Auftreten von Rückenschmerzen verlagert sich jedoch immer mehr in Richtung Kindes- und Jugendalter. Eine Vielzahl von Untersuchungen verweist auf eine hohe Prävalenz von kindlichem Rückenschmerz (1). Mit Blick auf die juvenile Wirbelsäule stehen Haltungsschwächen mit 35–60% an erster Stelle. 20,6% von Kindern im Alter von 11-12 Jahren und 15-16 Jahren leiden mindestens einmal pro Woche an Rückenschmerzen, jedes dritte Kind im Alter zwischen 7 und 17 Jahren klagt über Kopf- und Rückenschmerzen (4). Ursachen für diese drastischen Zahlen sind u. a. rasches Wachstum, Überlastung und muskuläre Dysbalancen. Vor allem das bewegungsarme Verhal-

### Summary

**Background:** Back pain and posture deficits are becoming more common in children and adolescents. Lack of movement, insufficient physical education and high amounts of TV and PC are known as risk factors for chronic low back pain in later life.

**Methods:** In a cross-sectional study, trunk muscle strength, posture and spinal flexibility were assessed in 200 untrained schoolchildren (age 12-14 years, 117 girls, 83 boys). Spinal parameters were tested by the Zebris CMS-System and IPN Back Check.

**Outcomes:** Thoracic bilateral mobility correlates with trunk muscle strength in flexion. There are negative correlations between pelvis mobility in extension and flexion and trunk muscle strength in flexion.

**Discussion:** For later life, an efficient trunk muscle strength is important to prevent chronic back pain. The data of the assessments should be broadened by further studies.

**Key words:** adolescents, spine, trunk muscle strength

ten der Heranwachsenden stellt dabei einen entscheidenden Risikofaktor dar. Ziel der vorliegenden Studie war die Erhebung von Rumpfkraft sowie Form und Beweglichkeit der Wirbelsäule und deren Zusammenhänge in einer Querschnittuntersuchung bei 12- bis 14jährigen untrainierten, gesunden Jugendlichen.

### Material und Methoden

An 200 Schülern (117 Mädchen, 83 Jungen, Alter 12-14 Jahre) eines Gymnasiums und einer Hauptschule in ländlicher Gegend wurde eine Querschnittuntersuchung durchgeführt. Um den Schulalltag möglichst wenig zu stören, wurden die Schüler klassenweise getestet, wobei immer die gleiche Reihenfolge anhand der Klassenliste eingehalten wurde. Der Mittelwert des Alters betrug  $158,1 \pm 9,6$  Monate,

die Körpergröße  $161,4 \pm 7,7$  cm und das Körpergewicht  $50,3 \pm 10,3$  kg. Als Testbatterie zur Wirbelsäulenuntersuchung wurden der IPN-Back Check (entwickelt vom Institut für Prävention und Nachsorge, Köln und Dr. Wolff) und das CMS-System der Schweizer Firma Zebris (dreidimensionale Ultraschalltopometrie) herangezogen. Es erfolgte kein Aufwärmen vor den Messungen. Die Erhebung der somatischen Daten erfolgte mit einem standardisierten Dokumentationsbogen. Wenngleich die zuständigen Schulbehörden die Untersuchung genehmigten, durften jedoch keine Fragen zu evtl. Rückenschmerzen gestellt werden. Es wurden keine subjektiven Daten zur sportlichen Aktivität der Probanden erhoben, da die subjektiven Werte meist nicht mit den objektiv gemessenen Daten übereinstimmen und dies keine wissenschaftliche Kausalität zulässt (9).

#### IPN-Back Check

Der Back Check 600 stellt ein Screeningsystem zur Messung der maximalen isometrischen Rumpfkraft im aufrechten Stand (geschlossenes System) dar. In Flexion und Extension wurde nach standardisierter Instruktion je ein Versuch durchgeführt und bei maximalem Einsatz der Muskulatur etwa 3-5 s lang gleichmäßiger Druck auf den jeweiligen Messaufnehmer ausgeübt (Abb. 1). Die Kraft wird dabei in Kilogramm angegeben. Bisher existiert keine Studie mit Vergleichswerten in der untersuchten Altersklasse.



Abbildung 1: Messung mit dem IPN-Back Check

#### Zebris CMS-System

Das „Coordinate Measuring System“ der Firma Zebris erfasst mit Hilfe der dreidimensionalen Ultraschalltopometrie die Form der Wirbelsäule, weiterhin deren Beweglichkeit in maximaler Flexion, Extension und Lateralflexion (Abb. 2). In der vorliegenden Untersuchung wurde der Pointer Mobility-Test (Erfassung der Oberflächenkontur der Wirbelsäule mit einem Taststift) gewählt, dessen Reproduzierbarkeit, Reliabilität und interne Validität mit „annehmbaren“ bis „sehr guten“ Korrelationskoeffizienten ausgewiesen wurden (2).



Abbildung 2: Messung mit dem Taststift bei Zebris CMS-System

Die Wirbelsäule wurde im aufrechten Stand über die Dornfortsätze von cranial nach caudal (C7 bis rima ani) dreimal abgetastet, analog in maximaler Flexion, Extension und beidseitiger Lateralflexion. Es wurden Zusammenhänge über-

prüft zwischen der Haltung und der Rumpfkraft (Flexion, Extension) sowie zwischen der Wirbelsäulenbeweglichkeit (Flexion, Extension; thorakal, lumbal, Becken) und der Rumpfkraft (Extension, Flexion). Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS für Windows, Version 10.0. Die linearen Zusammenhänge bzw. deren Grade wurden durch die bivariate Korrelationsanalyse (Korrelationskoeffizient nach Spearman) berechnet.

### Ergebnisse

#### Rumpfkraft und Haltung

Der mittlere Kraftwert in Flexion betrug  $29,2 \pm 11,5$  kg, in Extension  $38,6 \pm 11,6$  kg. Zur Untersuchung der Haltung wurden im aufrechten Stand die Mittelwerte von Brustkyphose, Lendenlordose und Sakralwinkel erhoben. Der Mittelwert der Thorakalkyphose betrug  $46,8 \pm 11,0^\circ$ , die Lendenlordose lag im Schnitt bei  $24,2 \pm 8,3^\circ$ , der Sakralwinkel bei  $15,4 \pm 5,9^\circ$ . Zwischen der maximalen Rumpfkraft in Flexion und Extension und der Haltung signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen.

#### Rumpfkraft und Beweglichkeit der Wirbelsäule

Die Untersuchung der Wirbelsäulenbeweglichkeit umfasste die thorakale, lumbale und Beckenbeweglichkeit (anterior – posterior) in maximaler Flexion, Extension und beidseitiger Lateralflexion. In Flexion betrug die thorakale Beweglichkeit im Mittel  $8,8 \pm 12,9^\circ$ , lumbal  $65,4 \pm 10,7^\circ$  und die Beckenbeweglichkeit  $36,7 \pm 14,1^\circ$ . In Extension betrug die thorakale Beweglichkeit im Durchschnitt  $0,8 \pm 17,3^\circ$ , lumbal  $13,3 \pm 13,6^\circ$  und die Beckenbeweglichkeit  $15,5 \pm 14,1^\circ$ . In Lateralflexion nach rechts war die thorakale Beweglichkeit  $26,4 \pm 15,5^\circ$ , lumbal  $19,5 \pm 6,9^\circ$ . Nach links war die thorakale Beweglichkeit  $25,5 \pm 13,0^\circ$ , lumbal  $20,6 \pm 7,2^\circ$ . Es besteht ein negativer Zusammenhang zwischen der Rumpfkraft in Flexion und der Beckenbeweglichkeit in Flexion ( $p=0,015$ ,  $r=-0,187$ ), in Extension ( $p=0,024$ ,  $r=-0,174$ ) und der lumbalen Beweglichkeit nach links ( $p=0,00023$ ,  $r=-0,175$ ). Mit der thorakalen Beweglichkeit nach links ( $p=0,008$ ,  $r=0,204$ ) und nach rechts ( $p=0,015$ ,  $r=0,187$ ) wurde ein positiver Zusammenhang nachgewiesen. Negative Zusammenhänge wurden errechnet zwischen der Rumpfkraft in Extension und der Beckenbeweglichkeit in Flexion ( $p=0,002$ ,  $r=0,242$ ) sowie der thorakalen Beweglichkeit nach links ( $p=0,034$ ,  $r=0,163$ ).

### Diskussion

Bisher fehlten vergleichbare Untersuchungen zur maximalen Rumpfkraft von Jugendlichen mit dem Back Check in der Literatur. In der vorliegenden Untersuchung wurden zum ersten Mal Jugendliche im Alter von 12-14 Jahren mit diesem Gerät getestet. Da die Maximalkraft abhängig von der Rumpfstellung und –fixation ist, erfolgt beim Back Check eine standardisierte Einstellung anhand verschiedener Fixationspunkte. Insgesamt ist man sich in der Literatur einig, dass ein Mangel bzw. Ungleichgewicht der Rumpfkraft bei Kindern und Jugendlichen im späteren Lebensalter zu

Tabelle 1: Darstellung der Zusammenhänge (○: negativ, ●: positiv)

	Rumpfkraft in Flexion	Rumpfkraft in Extension
Beckenbeweglichkeit in Flexion	○	○
Beckenbeweglichkeit in Extension	○	
Thorakale Beweglichkeit links	●	○
Thorakale Beweglichkeit rechts	●	
Lumbale Beweglichkeit links	○	

Rückenschmerzen führen (7). Wie bei Erwachsenen waren die Kraftwerte der Extension höher als die der Flexion (1). Insgesamt liegen die Kraftproportionen im frühen Jugendalter höher als im Erwachsenenalter. Neben Alter, Größe und Gewicht wirken noch weitere Faktoren auf die Kraftentwicklung bei Heranwachsenden nach wie z.B. neuromuskuläre Reifung und biochemische Veränderungen (1).

Zur Analyse der Wirbelsäulenform und -beweglichkeit wurden mit der Messtechnik „Pointer Mobility“ insgesamt 3 Haltungs- und 10 Beweglichkeitsparameter erfasst. Bisher fehlen Untersuchungen mit dem Zebris-Analysegerät bei Kindern und Jugendlichen in der Literatur. Die Kyphose umfasste den Wertebereich zwischen 20 und 79 Grad, wobei mehr als zwei Drittel der Kyphosen zwischen 20 und 50 Grad liegen. In der Literatur wird die juvenile Kyphose zwischen 20 und 40 Grad angegeben, wobei man von einer sehr großen Variabilität des Kyphosewinkels ausgeht (3, 7). Die flachsten Kyphosen findet man bei den 10- bis 12jährigen Versuchspersonen, begründet durch die langsamste Wachstumsgeschwindigkeit in der Entwicklung, die ausgeprägtesten Kyphosen traten bei den 14jährigen auf mit durchschnittlich 37° bei Jungen und 35° bei Mädchen. Sowohl bei Kindern, als auch bei Erwachsenen erfolgt mit zunehmendem Alter eine kontinuierliche Zunahme des Kyphosewinkels (3). Die Lordose wird im Kindes- und Jugendalter mit Normwerten zwischen 40 und 60 Grad angegeben und es besteht eine gegenseitige Abhängigkeit im Sinne einer Kompensation zwischen Lordose und Kyphose. Die Lordosewerte der vorliegenden Arbeit liegen jedoch weit unter diesem Normbereich. Einen Grund für solche Schwankungen stellen die unterschiedlichen Messverfahren dar, die zu großen Unterschieden in den Angaben führen. Ein allgemein gültiger Normbereich für die Lordose ist noch schwieriger festzulegen als für die Kyphose, da selbst bei der röntgenologischen Messung nach *Cobb* Unklarheiten über die Höhe des zu messenden Endwirbels bestehen. Weiterhin wird die Ausprägung der Lordose durch die Positionierung der Arme während der Messung beeinflusst (8). Der Sakralwinkel wird angegeben als Winkel zwischen dem ersten und letzten Sakralwinkel in einem Wertebereich in der Adoleszenz mit durchschnittlich 64,7° ( $\pm 29,0$ ). Als Parameter der Wirbelsäulenbeweglichkeit wurden die thorakale, lumbale und Beckenbeweglichkeit jeweils in Flexions- und Extensionsrichtung gemessen. Nach lateral wurde die thorakale und lumbale Beweglichkeit zu beiden Seiten erhoben. Auch hier besteht das Problem der großen Variabilität der Messwerte, bedingt durch unterschiedliche Messmethoden. Die durchschnittlichen Werte in der vorliegenden Arbeit ergaben für die thorakale Flexion 10,0°. Für die thorakale Extension wurde ein mittlerer Wert

von 0,5° ermittelt. Im Hinblick auf die laterale thorakale Beweglichkeit wurden in der vorliegenden Arbeit Werte zwischen -22° und 71° nach rechts sowie Werte zwischen -10° und 74° nach links gemessen. Die Beckenbeweglichkeit in Flexionsrichtung ergab in dieser Arbeit einen mittleren Wert von 35°. Die Extension des Beckens variierte mit einem mittleren Wert von 15°.

Der negative Zusammenhang zwischen der Rumpfkraft in Flexion und der Beckenbeweglichkeit in Flexion, Extension und der lumbalen Beweglichkeit nach links wird durch den M. psoas begründet. Die positiven Effekte zwischen der Rumpfkraft in Flexion und der thorakalen Beweglichkeit beidseits resultieren aus der Flexibilität der Brustwirbelsäule. Den negativen Zusammenhang zwischen der Rumpfkraft in Extension und der Beckenbeweglichkeit in Flexion führen wir auf die hemmende Wirkung des M. psoas zurück, während bei der thorakalen Beweglichkeit der M. pectoralis hemmt.

Bei einer frühzeitig einsetzenden Primärprävention im Kindes- und Jugendalter besteht noch eine gute Chance zu einer rückengerechten Erziehung, da sich Gewohnheiten bezüglich Haltung und Bewegung noch nicht manifestiert haben. Zum spielerischen Lernen eines langfristig gesundheitsfördernden Verhaltens eignen sich die sensitiven Phasen der kindlichen Entwicklung besonders. Auch im Schulalltag sollte durch „bewegten Unterricht“ (Bewegungspausen und Übungen zur Mobilisation, Kräftigung und Dehnung) spielerisch auf die Körperwahrnehmung eingewirkt werden sowie anatomisch regulierbaren Schulmöbeln ein Augenmerk gelten (5-7).

## Literatur

1. Balague F, Damidot P, Nordin M, Parnianpour M, Walburger M: Cross-sectional study of the isokinetic muscle trunk strength among school children. *Spine* 9 (1993) 1199-1205.
2. Dalichau S, Scheele K: Die Haltungsanalyse der thorakolumbalen Wirbelsäule als Messkriterium bei der Evaluation eines Rückentrainingprogrammes in der Primärprävention. *Gesundheitssport und Sporttherapie* 15 (1999) 140-145.
3. Fon G, Pitt M, Thies A: Thoracic kyphosis: Range in normal subjects. *Am J Roentgenol* 134 (1980) 979-983.
4. Kristjansdottir G: Prevalence of self-reported back pain in school children – a study of sociodemographic differences. *Eur J Pediatr* 155 (1996) 984-986.
5. Küster M, Grosser M, Fitzner-Ott G, Beyer WF: Theoretische und empirische Untersuchungen zum motorischen Leistungsvermögen 12- bis 14jähriger Schulkinder. Shaker Verlag, Aachen, 2002.
6. Mellin G, Poussa M: Spinal mobility and posture in 8- to 16-year old children. *J Orthop Res* 10 (1992) 211-216.
7. Newcomer K, Sinaki M, Wollan PC: Physical activity and four-year development of back strength in children. *Am J Phys Med Rehabil* 76 (1997) 52-58.
8. Stagnara P, De Mauroy J, Dran G, Gonon G, Costanzo G, Dimnet J, Pasquet A: Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: Approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine* 7 (1982) 355-342.
9. Wedderkopp N, Leboeuf-Yde C, Andersen L, Froberg K, Hansen H: Back Pain in Children – No Association with Objectively Measured Level of Physical Activity. *Spine* 28 (2003) 2019-2024.

Korrespondenzadresse:  
Dr. phil. Meike Küster  
Schlehenweg 4, 94360 Mitterfels