

Einfluss des Schulranzengewichtes auf haltungs- und gleichgewichtsrelevante Parameter bei Grundschulern im Stehen

OLIVER LUDWIG – JEROME RUFFING

Vorbemerkung

Die Sorge um zu schwere Schulranzen wird mit Beginn der Neueinschulungen jährlich aufs Neue thematisiert. In Deutschland hat sich eine Empfehlung etabliert, die das maximale Schulranzengewicht auf 10 bis 12 Prozent des Körpergewichtes des Kindes begrenzt. In der DIN-Norm 58124 sind neben Konstruktionsmerkmalen für Schulranzen sogar Empfehlungen für das maximale Ranzengewicht von 10 Prozent des Körpergewichtes enthalten (DIN 58124:2001-02). Auch wenn diese „Grenzwerte“ weit verbreitet sind, stößt man bei der Recherche nach ihrer wissenschaftlichen Legitimation schnell auf Unklarheiten. Es scheint, als habe eine Empfehlung der deutschen Pionierin der Bewegungsanalyse, *Wilhelm Braune* und *Otto Fischer*, diesen Zahlenwert in der Wissenschaftslandschaft etabliert. Sie untersuchten zu Zeiten des deutschen Kaiserreichs an Rekruten die Änderung der Gleichgewichtssituation beim Tragen von Tornistern bei Langstreckenmärschen über viele Kilometer und sprachen einen Empfehlungswert von maximal 10 Prozent Tornistergewicht aus (*Braune, Fischer* 1889). Dieser „Grenzwert“ wurde auf Schulranzengewichte übertragen und undifferenziert weiter tradiert. Die Strittigkeit einer solchen Empfehlung wird mittlerweile gesehen und die daraus entstandene Diskussion hat letzt-

endlich auch zu einem überarbeiteten Entwurf der DIN-Norm beigetragen (DIN 58124:2009-06 – Entwurf).

Begründet wird die Sorge vor zu schweren Ranzen mit den möglichen gesundheitlichen Risiken. Aktuelle Studien warten allerdings nicht mit homogenen Ergebnissen auf. Die Mehrzahl der Untersuchungen zeigt keinen klaren Zusammenhang zwischen dem getragenen Ranzengewicht und dem Auftreten von Beschwerden im Rücken-, Schulter- und Lendenwirbelbereich (*van Gent et al.* 2003). Einige Studien finden eine mit dem Ranzengewicht zunehmende Inzidenz beim dorsalen Rückenschmerz im Bereich der Brustwirbelsäule (*Korovessis et al.* 2004). *Neuschwander et al.* (2010) konnten durch MRT-Untersuchungen erstmals – allerdings bei einer sehr kleinen Untersuchungsgruppe – einen Zusammenhang finden zwischen der Kompression der lumbalen Bandscheiben und dem Ranzengewicht und Schmerzempfinden. Generell scheint ein multifaktorieller Einfluss vorzuliegen, bei dem auch biopsychische Komponenten eine wichtige Rolle spielen (Review vgl. *Briggs et al.* 2009).

Besuchen Sie die Internetseite der Bundesarbeitsgemeinschaft für Haltungs- und Bewegungsförderung e.V.

www.haltungundbewegung.de

In der vorliegenden Arbeit sollte der Einfluss des Schulranzengewichtes auf haltungs- und gleichgewichtsrelevante Parameter im Stehen bei Grundschulern und -schülerinnen untersucht werden.

Methodik

An der Studie nahmen insgesamt 60 Schülerinnen und Schüler (31 Mädchen, 29 Jungen) der Klassenstufen 1 und 2 einer Grundschule teil (Alter 7,56 +/- 0,72 Jahre). Die Untersuchungen fanden in der Sporthalle der Grundschule statt.

Das Gewicht der Kinder in ihrer Alltagskleidung und das Gewicht ihres gefüllten Ranzens wurden bestimmt. Über einen Elternfragebogen wurde der Zeitbedarf für den täglichen Schulweg und gegebenenfalls das Transportmittel erfragt. 47 der Kinder legten den Schulweg zu Fuß zurück und brauchten dafür im Schnitt 11,6 +/- 5,4 Minuten.

Von jedem Kind wurden zunächst Haltungsfotos von der Seite angefertigt. Dazu wurden sie ohne den Ranzen und ohne Schuhe vor einer Messwand (Corpus concepts Haltungsmesssystem, Fa. IBIO, Idar-Oberstein) platziert. Für die Haltungsauswertung relevante anatomische Punkte (Malleolus lateralis, Trochanter major, Acromion) wurden mit Klebmarkern versehen. Die Kinder hatten die Anweisung, ruhig und entspannt zu stehen und geradeaus zu blicken. Es wurde zunächst ein Digitalfo-

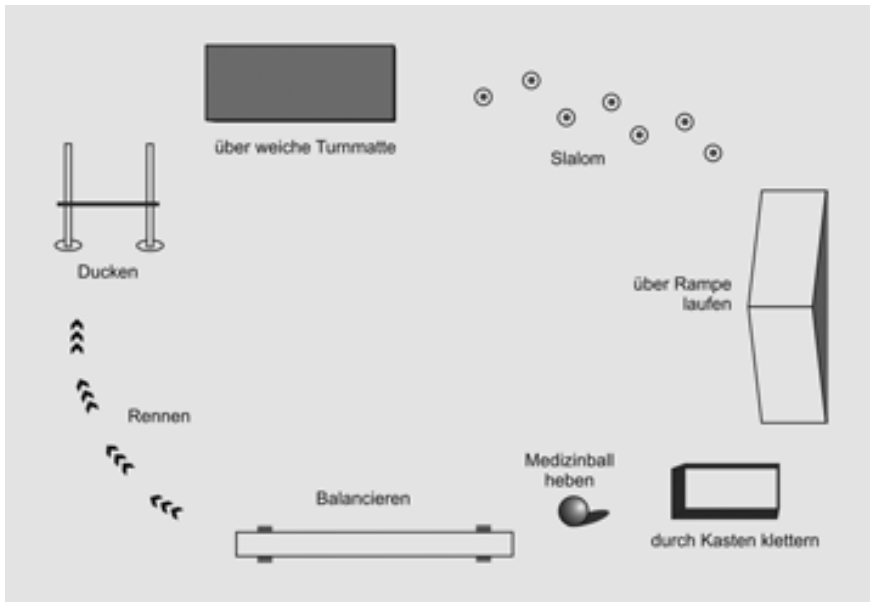


Abb. 1: Bewegungsparcours, der zur Simulation eines anspruchsvollen Schulwegs 15 Minuten lang durchlaufen wurde.

to der habituellen Körperhaltung gemacht. Danach wurden die Kinder gebeten, ihren gefüllten Schulranzen anzuziehen. Der Sitz des Ranzen wurde in einigen Fällen korrigiert, so dass er bündig am Rücken anlag und danach ein zweites Haltungsfoto gemacht.

In beiden Haltesituationen standen die Kinder auf einer Zebbris PDM-Gleichgewichtsmessplatte (Fa. Zebbris,

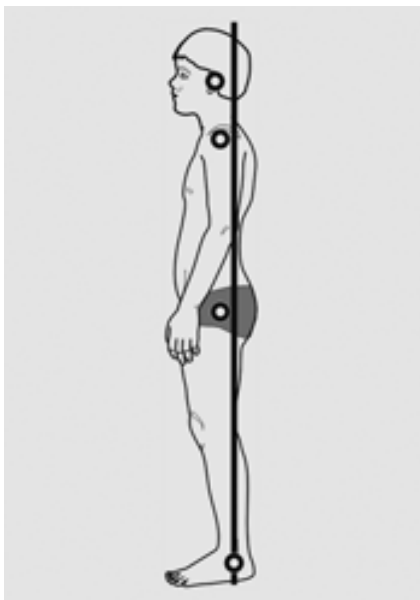


Abb. 2: Anatomische „Landmarks“ zur Videoauswertung der Körperhaltung (von unten nach oben): Außenknöchel, Trochanter major, Acromion, Gehörgang.

Isny). Die Kinder wurden zuvor instruiert, 30 Sekunden möglichst ruhig zu stehen und sich nicht zu bewegen. In dieser Zeit wurde die Ruheschwankung des CoP (Centre of Pressure) gemessen.

Ausgehend von den angegebenen Schulwegzeiten mussten die Kinder im Anschluss mit dem Ranzen auf dem Rücken einen fünfzehnminütigen Bewegungsparcours in der Sporthalle durchlaufen. Dazu waren sieben Stationen aufgebaut (s. Abb. 1). Angeleitet durch einen Sportlehrer mussten diese kontinuierlich in zügigem Tempo absolviert werden. Nach 15 Minuten wurde die Belastung beendet und direkt eine weitere Haltungs- und Gleichgewichtsmessung durchgeführt. In der Regel hatten die Kinder den Parcours etwa 7 bis 8 mal durchlaufen. Alle Kinder gaben an, dass die Belastung im Parcours anstrengender als ihr gewöhnlicher Schulweg gewesen sei.

Ergebnisse

Deskriptive Statistik

Das Durchschnittsgewicht der Kinder betrug 27,1 kg +/- 4,9 kg, das durchschnittliche Ranzengewicht 4,6 kg +/-

0,8 kg. Relativiert auf das Körpergewicht der Kinder wogen die Ranzen 17,2 +/- 3,5 Prozent (Median 16,95%), waren also deutlich schwerer als der allgemein empfohlene Maximalwert von 10 bis 12 Prozent und als die in breit angelegten Befragungen gefundenen Werte (Dordel et al. 2007). Nur sechs der Kinder (10% der Gesamtgruppe) trugen ein Ranzengewicht, das innerhalb dieser Prozentgrenzen lag (leichtester Ranzen 10,5%). 54 der untersuchten Kinder (90%) trugen einen verglichen mit der Empfehlung „zu schweren“ Ranzen (schwerster Ranzen relativ: 25,6% des Körpergewichtes; schwerster Ranzen absolut: 6,5 kg).

Die Variablen „Gewicht der Kinder und Schulranzengewicht“ wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft (Gewicht Kind: $p = 0,217$; Gewicht Ranzen: $p = 0,00039$); die Variable „Schulranzengewicht“ war demzufolge nicht normalverteilt. Mithilfe des Spearman Rangkorrelationskoeffizienten wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen beiden Variablen („schwerere Kinder tragen auch schwerere Ranzen“) getestet. Es kann kein klarer statistischer Zusammenhang zwischen dem Gewicht der Kinder und dem ihrer Schulranzen gefunden werden (Rangkorrelationskoeffizient = 0,211 bei einseitiger Signifikanz von 0,053).

Alterstypisch schwerere Kinder luden sich also nicht unbedingt ein größeres Gewicht zu.

Haltungsänderung durch den Schulranzen

Zur Beschreibung der habituellen Körperhaltung wurden folgende Parameter mit der Corpus concepts-Analysesoftware berechnet (s. Abb. 2):

- Abstand Hüftpunkt (Trochanter major) zum Lot durch den Außenknöchel (Malleolus lateralis)
- Abstand Schulterpunkt (Acromion) zum Lot durch den Außenknöchel
- Abstand Gehörgang zum Lot durch den Außenknöchel



Kinder
stecken voller Ideen.



• Von **ELTERN** gedacht -
• für **ELTERN** gemacht!

Wir auch.

Bei uns finden Sie auf über 500 Seiten Spielideen für drinnen und draußen, Mode, Möbel, Lernhilfen, Bastelsachen und viele überraschende Anregungen. Damit Sie sicher sein können, dass nicht nur Ihre Kinder voller Ideen stecken.

GRATIS!

Katalog anfordern:

Fon: 0 18 04 | 2 4 6 8 10

(0,20 €/Min. dt. Festnetz; Mobilfunknetze ggfs. höher)

Ihre Vorteilsnummer: N11133

Auch im Internet: www.jako-o.de

Tab. 1: Mittelwerte der Lotabstände (in % der Rumpfhöhe) und Rumpfneigung (in Grad) beim habituellen Stehen ohne und mit Ranzen. MW = Mittelwert, Stdev = Standardabweichung.

		Ohrlotabstand	Schulterlotabstand	Hüftlotabstand	Rumpfneigung
ohne Ranzen	MW	13,10	7,58	6,48	0,67
	Stdev	5,93	6,23	4,93	2,92
mit Ranzen	MW	32,02	21,18	8,97	6,92
	Stdev	9,22	7,77	5,12	3,82
Differenz		18,92	13,60	2,48	6,25
p		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
T		17,72	14,59	3,77	11,86
Signifikanz		hochsign.	hochsign.	hochsign.	hochsign.

d) Rumpfwinkel (spitzer Winkel zwischen Hüftpunkt und Schulterpunkt zur Senkrechten)

Diese Größen beschreiben die Ausrichtung des Oberkörpers und Kopfes in Relation zu einer virtuellen senkrechten Lotachse, die durch den Malleolus lateralis definiert wird. Die habituelle Haltung ohne Ranzen stellt dabei die individuelle Ausgangsbasis dar und trägt auch Handlungsvarianten Rechnung. Um den Einfluss unterschiedlicher Körpergrößen auszuschließen, wurden die Parameter a bis c in Bezug auf die Rumpfhöhe relativiert. Die Änderung der Handlungsparameter wurde mit dem t-Test für verbundene Variablen auf statistische Signifikanz überprüft (die Differenzen der Variablenpaare waren normalverteilt). Tabelle 1 beschreibt die absoluten Werte der Handlungsparameter und ihre Änderung beim Anziehen des Ranzens.

Ohrlot-, Schulterlot- und Hüftlotabstand, sowie die Rumpfvorneigung vergrößern sich hochsignifikant beim Anziehen des Schulranzens.

Abhängigkeit der Änderung der Handlungsparameter vom prozentualen Ranzengewicht

Es besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem prozentualen Gewicht des Schulranzens und der

Zunahme des Ohrlotabstands (Pearsons Korrelationskoeffizient $k = 0,393$, $p = 0,0009$), des Schulterlotabstands ($k = 0,309$, $p = 0,0081$) und der Rumpfvorneigung ($k = 0,313$, $p = 0,0074$). Zwischen dem Hüftvorstand und dem prozentualen Ranzengewicht besteht hingegen kein bedeutsamer Zusammenhang ($k = -0,022$, $p = 0,4318$). Je schwerer der Schulranzen in Relation zum Eigengewicht des Kindes ist, umso stärker wird der Oberkörper nach vorne gelagert, während die Position des Hüftgelenkes unverändert bleibt.

Gleichgewichtsänderung durch den Schulranzen

Die Regelungsgüte des Körpergleichgewichtes wird in der Medizin durch Schwankungen des Körperschwerpunktes innerhalb eines definierten Zeitraums gemessen. Die PDM-Druckmessplattform (Fa. Zebris, Isny) misst über 1504 kalibrierte kapazitive Sensoren die Druckverteilung unter den Fußsohlen und errechnet daraus die Schwankung des CoP (Center of Pressure – Druckzentrum) innerhalb eines Zeitraums von 30 Sekunden. Die Schwankung des CoP korreliert mit der des CoM (Center of Mass – Masse-schwerpunkt) und erlaubt im Stehen einen guten Rückschluss auf dessen Stabilität (Aoyama et al. 2006).

Die Schüler standen in Strümpfen auf der Druckmessplatte, zunächst ohne, dann mit dem Schulranzen. Die Kinder wurden angewiesen, möglichst ruhig zu stehen, die Augen waren dabei geöffnet, der Blick geradeaus gerichtet. Über einen Zeitraum von 30 Sekunden wurde die Verlagerung des Schwerpunktes (resp. Druckzentrums) gemessen. Als Auswertekriterium diente die Schwungpfadlänge (sway path length, SPL), die errechnete Strecke, die der CoP innerhalb des Messzeitraumes in der Projektionsebene der Messplattform zurückgelegt hat.

Ohne Schulranzen konnte eine mittlere SPL von 119,01 +/- 24,82 cm gemessen werden, mit Ranzen ein Wert von 120,31 +/- 27,39 cm. Beide Variablen sowie ihre Differenzen waren normalverteilt. Eine Prüfung auf Unterschied der Messungen mittels t-Test ergab keine Signifikanz ($p = 0,568$, $T = -0,574$).

Somit war keine statistisch signifikante Veränderung des Gleichgewichtszustandes durch das Anziehen des Schulranzens festzustellen.

Abhängigkeit der Änderung der Gleichgewichtsparameter von den Gewichtsparametern

Es konnten ebenfalls keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen den Gleichgewichtsparametern „Schwungpfadlänge“ in den Situationen „ohne Ranzen“, „mit Ranzen vor Belastung“, sowie „Differenz nach Aufziehen des Ranzens“ auf der einen Seite und den Parametern „Gewicht des Kindes“, sowie „absolutes“ und „relatives Ranzengewicht“ auf der anderen Seite gefunden werden (Pearsons Korrelation, Signifikanzniveau 5%).

Das Gewicht des Schulranzens von im Schnitt 17,2 Prozent des Körpergewichts beeinflusste somit die Gleichgewichtsregulation nicht signifikant.

Haltungsänderung nach Belastung

Alle Handlungsparameter zeigten nach der fünfzehnminütigen Belastung der



Trimmzirkus – für Spitzensportler

Die neue Spielidee von Corocord: Für sportliche Kreativität.



Trittsichere Innovation: Die speziell beschichteten Schellen am Mast eröffnen neue Wege.



Ganz schön steil: Die Klettermembrane fordert heraus wie eine Free-Climbing-Wand.



Der Ball ist das Ziel: Gleich, welchen der vielen Wege Du wählst – hier geht es immer nach oben.

Innovation. Qualität. Freude.
www.corocord.de

 **COROCORD**

Tab. 2: Mittelwerte der Lotabstände (in Prozent der Körpergröße) und der Rumpfeigung (in Grad) beim habituellen Stehen vor und nach Belastung, jeweils mit Ranzen. MW = Mittelwert, Stdev = Standardabweichung.

		Ohrlotabstand	Schulterlotabstand	Hüftlotabstand	Rumpfeigung
vor Belastung	MW	32,02	21,18	8,97	6,92
	Stdev	9,22	7,77	5,12	3,82
nach Belastung	MW	31,7	20,1	8,2	6,8
	Stdev	9,4	7,7	5,2	4,48
Differenz		-0,32	-1,08	-2,1	-0,12
p		0,5711	0,1301	0,9096	0,7330
T		0,569	-1,53	0,114	0,343
Signifikanz		nicht sign.	nicht sign.	nicht sign.	nicht sign.

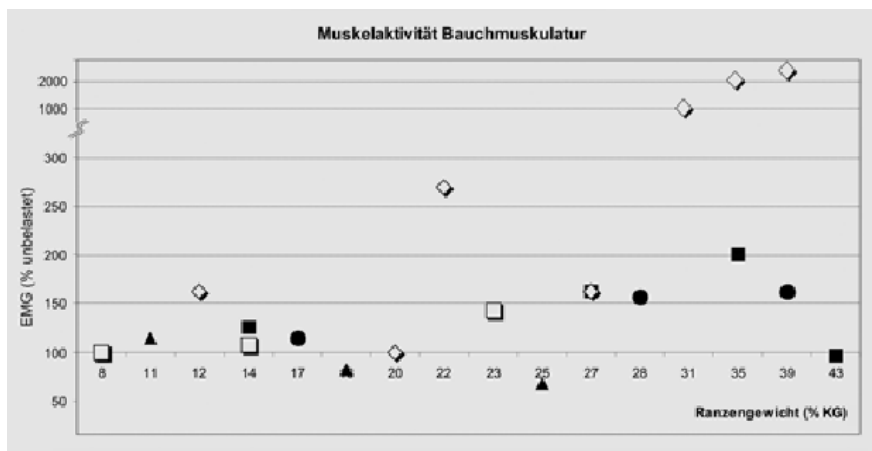


Abb. 3: Aktivität des M. rectus abdominis bei zunehmendem Ranzengewicht bei 5 Testpersonen. Gleiche Symbole entsprechen gleichen Probanden. Aktivität in % der Ruheaktivität. X-Achse nicht linear.

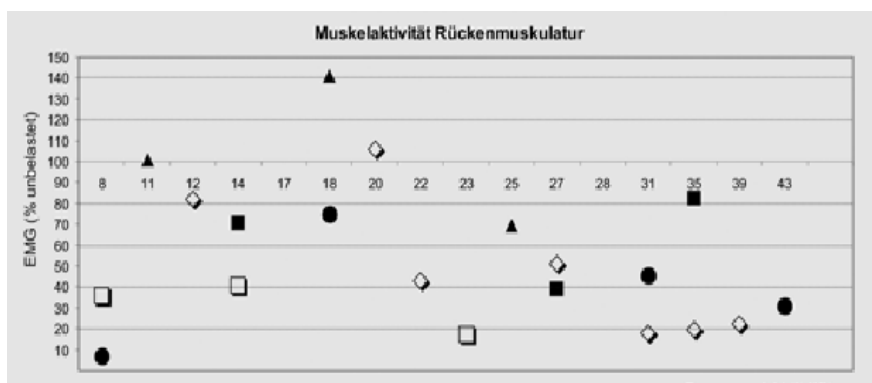


Abb. 4: Aktivität des M. erector spinae bei zunehmendem Ranzengewicht bei 5 Testpersonen. Gleiche Symbole entsprechen gleichen Probanden. Aktivität in % der Ruheaktivität. X-Achse nicht linear.

Schüler keine statistisch signifikanten Veränderungen (s. Tab. 2). Durch den simulierten Schulweg wurde demzu-

folge keine weitere Veränderung (respektive Verschlechterung) der Körperhaltung bewirkt.

Gleichgewichtsänderung nach Belastung

Die Schwungfadlänge bei einminütigem Stehen mit Ranzen erhöhte sich nach Belastung im Mittel von 120,31 +/-27,39 cm auf 125,49 +/- 25,72 cm. Ein t-Test für verbundene Variablen (Normalverteilung der Differenzen lag vor) zeigte keine statistisch signifikante Veränderung (p = 0,867, T = -1,744).

Die Gleichgewichtsregulation wurde demnach durch die fünfzehnminütige Belastung nicht bedeutsam beeinflusst.

Es konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen den Gleichgewichtsparametern „Schwungfadläng“ (in den Situationen: „mit Ranzen nach Belastung“ und „Differenz nach der Belastung“) auf der einen Seite und den Parametern „Gewicht des Kindes“, „absolutes“ und „relatives Ranzengewicht“ auf der anderen Seite gefunden werden (Pearsons Korrelation, Signifikanzniveau 5%).

Änderungen der Muskelaktivität

Bei fünf Kindern wurde die Änderung der Muskelaktivität im Stehen bei verschiedenen Ranzengewichten untersucht. Dazu wurden jeweils Zusatzgewichte körpernah in den Ranzen gepackt. Mittels Oberflächenelektromyographie (EMG TeleMyo 2400, Fa. Noraxon, Abtastrate 1000 Hz, Elektroden Ambi Blue Sensor) wurden die Potentiale des lumbalen Anteils des M. erector spinae (Höhe L4 – L5) und des M. rectus abdominis (Höhe SIAS) erfasst. Beide Muskelgruppen sind für die Rumpfstabilität verantwortlich. Die Registrierung entsprach dem SENIAM-Standard (Freyks, Hermens 1999). Die Daten eines 30-Sekunden-Messintervalls in verschiedenen Lastsituationen wurden gefiltert (Bandpassfilter 15 bis 500 Hz), gleichgerichtet und gemittelt. Die gemittelten Werte wurden anhand einer Messung im unbelasteten Zustand normalisiert.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Einzelwerte der fünf Probanden; gleiche Symbole entsprechen den gleichen

+++ NEU +++ NEU +++ NEU +++

Tipps & Topps

für eine ganzheitliche Bewegungsförderung im Kindesalter

Auf über 200 Seiten erhalten Lehrkräfte, Übungsleiter und Übungsleiterinnen sowie Erzieher und Erzieherinnen motivierende Anregungen zur Bewegungsförderung von Kindern.

Insgesamt 34 Beiträge verschiedener Autoren bieten eine Fülle von Praxisbeispielen zu den Bereichen:

- Wahrnehmung/Psychomotorik
- Koordination
- Kondition
- Übergewicht und
- Entspannung

Diesem neuen Buch liegt das erfolgreiche Konzept der Reihe „Tips und Tops für eine ganzheitliche Bewegungsförderung im Grundschulalter – Teil 1 und 2“ zugrunde.

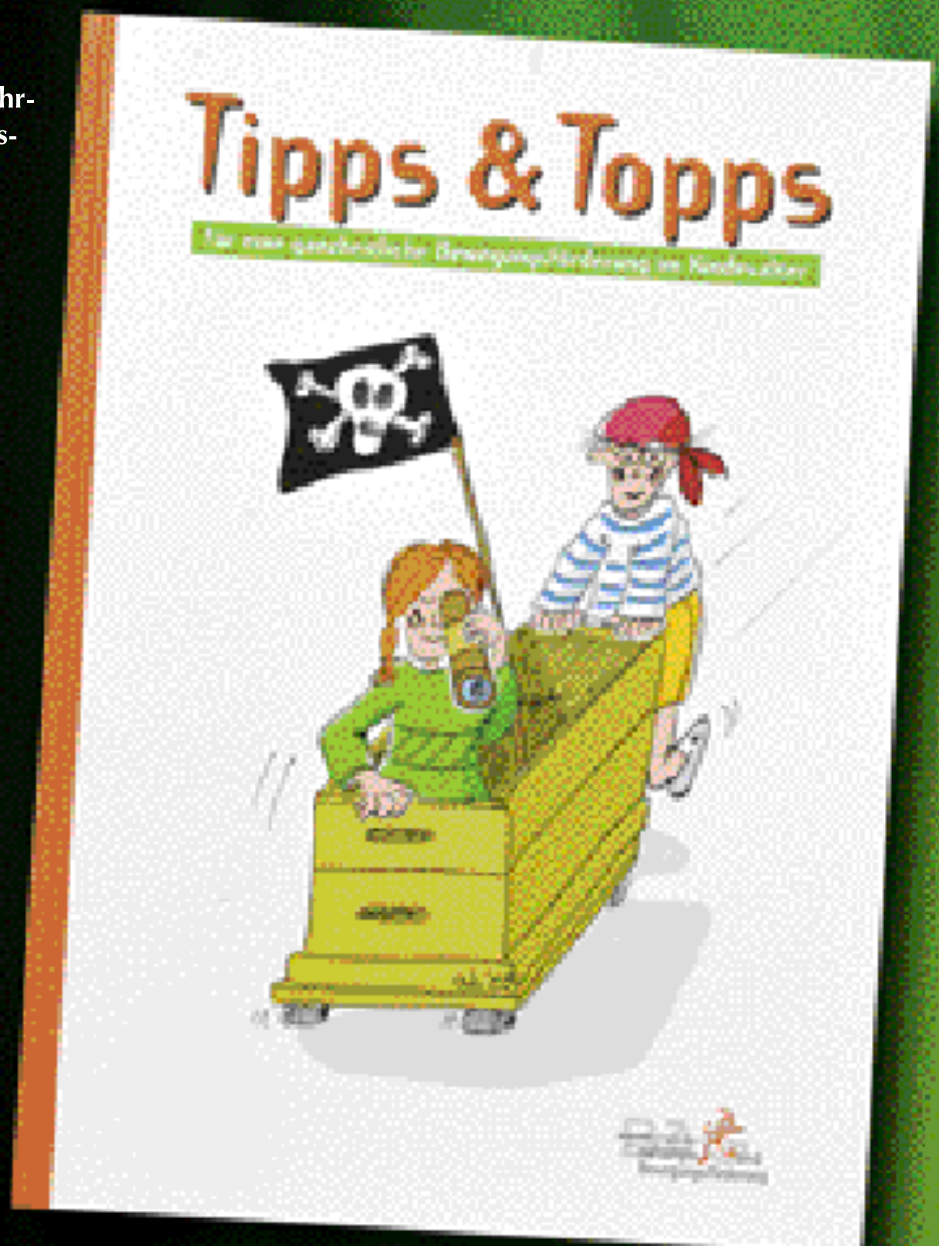
204 Seiten, zahlreiche Fotos und Illustrationen
Preis: 18,50 Euro

Bezug:

Bundesarbeitsgemeinschaft für Haltungs- und Bewegungsförderung e.V.
Matthias-Claudius-Straße 14
65185 Wiesbaden

Tel: 06 11-374209 · E-Mail: baggesund@aol.com

und im Internet-Shop: www.haltungundbewegung.de – Publikationen/Shop



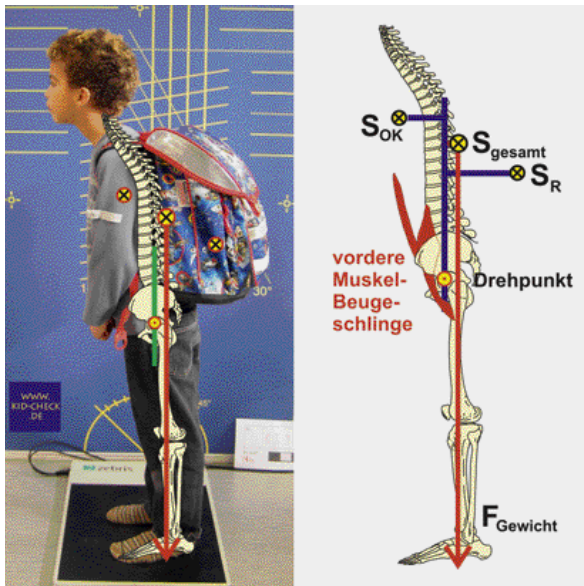


Abb. 5: Biomechanisches Plausibilitätsmodell mit Schwerpunkt- lage hinter dem Hüftgelenk. S_{OK}: Schwerpunkt Oberkörper, S_R: Schwerpunkt Ranzens, S_{gesamt}: resultierender Schwerpunkt, F_{Gewicht}: Vektor der Gewichtskraft.

Testpersonen. Eine systematische Veränderung der Muskelaktivitäten ist auf den ersten Blick nicht erkennbar. Einzelne Kinder zeigen jedoch bei einer Ranzensbelastung über 30 Prozent des Körpergewichtes einen deutlichen Anstieg der Aktivität des M. rectus abdominis, während die Aktivität des M. erector spinae abnimmt.

Diskussion

Körperhaltung

Durch das Aufziehen des Ranzens änderte sich die Körperhaltung der Kinder signifikant, weil der Oberkörper nach vorne verlagert wurde. Darin ist eine funktionelle Anpassung an den verschobenen Körperschwerpunkt zu sehen, die wir beim Tragen von Gewichten auf dem Rücken generell beobachten. Eine Verlagerung nach vorne bringt den durch das Ranzengewicht nach hinten verlagerten Oberkörperschwerpunkt wieder über das Hüftgelenk und reduziert damit das in diesem Gelenk entstehende Drehmoment.

Die Feststellung einer Veränderung der Körperhaltung durch das Anziehen

des Ranzens muss wertfrei erfolgen – das Ändern einer Körperhaltung ist kein zwingendes Indiz für eine Überlastung des Haltesystems, wie hin und wieder in der Literatur postuliert wird (Review vgl. Dordel et al. 2007). Bei jeder sportlichen Beanspruchung des Körpers treten zwangsweise Änderungen in der Haltung und der ihr zugrunde liegenden Muskelaktivität auf. Entsprechend der „motor control theory“ (vgl. Winter 2009) reagiert das Zentralnervensystem auf Störreize durch Änderung des motorischen Programms. Solche Anpassungsmechanismen konnten Singh, Koh (2009) während des Gehens beim Tragen von Schulranzen mit verschiedenen Gewichten ab einer Last von 20 Prozent Körpergewicht identifizieren.

Die Beurteilung einer möglichen Überlastung durch ein zu großes Ranzengewicht darf deshalb nicht die Haltungsänderung im Vergleich zum Stehen oder Gehen ohne Ranzens als Grundlage nehmen. Dies als Bewertungskriterium anzuführen, würde bedeuten, auch jede sportliche Belastung per se als ungesund zu bewerten.

Als ein zulässiges Kriterium für eine möglicherweise auftretende Überlastung könnte hingegen eine mögliche Änderung der Körperhaltung nach der fünfzehnminütigen Belastung im Vergleich zum Zustand kurz nach Aufziehen des Ranzens gelten. Muskelermüdungen (beispielsweise durch den Schulweg) könnten zu unkontrollierten Bewegungen führen und würden die Gefahr einer verringerten Standstabilität in sich bergen. Da in der vorliegenden Studie aber keiner der haltungsrelevanten Messwerte eine signifikante Änderung durch die Belastung erfahren hat, kann man nicht

davon ausgehen, dass das einwirkende Ranzengewicht von 17 Prozent des Körpergewichtes während eines durchschnittlichen Schulwegs von 15 Minuten eine Verschlechterung der Körperhaltung (mit postulierten negativen gesundheitlichen Auswirkungen) bewirkt hat. Dies steht im Einklang mit Untersuchungen von Hong und Cheung (2002b), die eine signifikante Zunahme der Rumpfvorbeugung während des Gehens bei 9- bis 10-jährigen Jungen ab einem Ranzengewicht von 20 Prozent des Körpergewichtes beobachten konnten. Andere Studien fanden bereits ab 15 Prozent des Körpergewichtes eine signifikante Zunahme der Rumpfvorneigung (Ramprasad et al. 2009; Hong, Brüggemann 2000).

Gleichgewicht

Während die Analyse der Körperhaltung den „makroskopisch“ messbaren Anteil des motorischen Kontrollsystems ausmacht, zeigt die Schwankung des Körperschwerpunktes, wie gut das Zentralnervensystem das inverse Körperpendel stabilisieren kann. Betrachtet man das Tragen einer Last oberhalb des natürlichen Körperschwerpunktes als Störgröße, die die Stabilisierung des inversen Pendelsystems schwieriger macht, dann sollten sich Änderungen in der Regelungsgüte durch eine Zunahme der Schwungpfadlänge auszeichnen (Ludwig, Schmitt 2006, zur Theorie des central programming vgl. Horak, Nashner 1986).

Durch das Anziehen des Ranzens veränderte sich der Gleichgewichtsparameter „Schwungpfadlänge“ nicht signifikant. Auch nach der simulierten „Schulwegbelastung“ konnte keine Veränderung gefunden werden.

Da auch kein Zusammenhang zwischen Veränderung der Schwungpfadlänge und prozentualem Ranzengewicht festgestellt werden konnte, können wir davon ausgehen, dass ein Ranzens mit durchschnittlichem Gewicht von 17 Prozent keine relevante Störgröße für die Gleichgewichtsregulation darstellt.

Muskelaktivität

Eine genauere Betrachtung der Einzelfälle zeigt, dass im Stehen unterschiedliche Strategien zur Aufrechterhaltung der Stabilität eingesetzt werden. Eine vereinfachte Betrachtung der biomechanischen Verhältnisse kann helfen, die Reaktionen auf zunehmende Ranzengewichte zu verstehen.

Schwerpunkt hinter dem Hüftgelenk

Normalerweise liegt der Segment-schwerpunkt des Rumpfes (Oberkörper, Arme und Kopf) etwa auf Höhe von Th10 in der seitlichen Thoraxmitte (vgl. *Zalpour 2006, 278 f.*). Das Tragen eines Gewichtes auf dem Rücken verschiebt den Rumpfschwerpunkt nach hinten. Je dicker ein Schulranzen ist und je weiter schwere Bücher nach außen (also vom Körper weg) gepackt werden, umso weiter liegt der Ranzenschwerpunkt vom Rumpfschwerpunkt entfernt und umso stärker verschiebt sich auch der neue resultierende Rumpfschwerpunkt nach hinten. Untersuchungen von *Chow et al. (2010)* konnten eine deutliche Abhängigkeit der Wirbelsäulenkrümmung von der Lokalisation des Ranzenschwerpunktes nachweisen, mit der geringsten Änderung bei Schwerpunkt-lage in Höhe Th12. *Brackley et al. (2009)* fanden die geringsten Veränderungen der Kopfvorneigung bei tiefer Platzierung der Last.

Entscheidend für das auf das Hüftgelenk wirkende Drehmoment ist jedoch, ob das Lot durch den neuen Rumpfschwerpunkt vor oder hinter dem Hüftgelenk liegt. Abbildung 5 zeigt ein Kind mit voluminösem und schwer befüllten Ranzen. In diesem Denkmodell sind die mutmaßliche Lage der Gelenke und der Schwerpunkte eingezeichnet. Im konkreten Fall können wir von einer Verlagerung des Rumpfschwerpunktes hinter die Drehachse des Hüftgelenks ausgehen. Solange das Lot durch den Gesamtkörperschwerpunkt innerhalb der Unterstützungsfläche der Füße liegt, steht das Kind statisch stabil – es hält sein exter-

nes Gleichgewicht (vgl. *Ludwig, Schmitt 2006*). Um eine Retroversion des Beckens und damit Rückkipfung des Oberkörpers zu verhindern, muss die vordere Hüftbeugeschlinge (M. rectus femoris, M. iliopsoas, M. rectus abdominis) aktiviert werden. Dies kann im konkreten Beispiel auch elektromyographisch bestätigt werden (s. Abb. 6): die untere Bauchmuskulatur zeigt eine starke Aktivität, während die untere Rückenmuskulatur weitgehend inaktiv ist. Zur genaueren Modellbildung müssten zusätzlich die Aktivitäten des M. erector spinae pars thoracalis und des M. trapezius, gemessen werden (vgl. *Hong, Cheung 2002a*).

Schwerpunkt vor dem Hüftgelenk

Bei einem relativ kompakten und (zu) hoch getragenen Ranzen kann das Kind durch Vorbeugen des Oberkörpers den resultierenden Rumpfschwerpunkt über dem Hüftgelenk ausbalancieren, bzw. den Schwerpunkt vor das Gelenk verlagern. Daraus würde rein biomechanisch eine Anteversion des Beckens mit gleichzeitiger Vorbeuge des Rumpfes resultieren (s. Abb. 7). Muskulär kann dieses Drehmoment kompensiert werden durch Aktivierung der hinteren muskulären Streck-schlinge, die das Hüftgelenk und

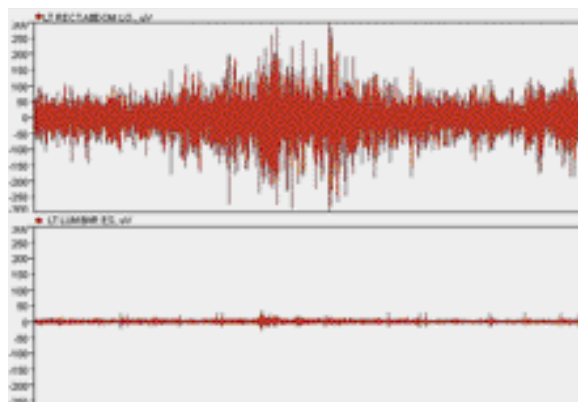


Abb. 6: Belastungs-Roh-EMG des Kindes aus Abb. 5. Kurve oben: Aktivität des M. rectus abdominis. Kurve unten: Aktivität des M. erector spinae pars lumbalis. Ranzengewicht 30 % des Körpergewichtes.

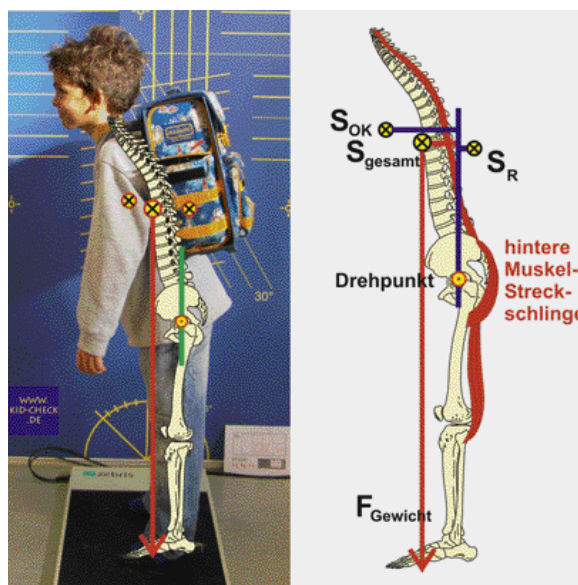


Abb. 7: Biomechanisches Plausibilitätsmodell mit Schwerpunkt-lage vor dem Hüftgelenk. SOK: Schwerpunkt Oberkörper, SR: Schwerpunkt Ranzen, Sgesamt: resultierender Schwerpunkt, F_Gewicht: Vektor der Gewichtskraft.

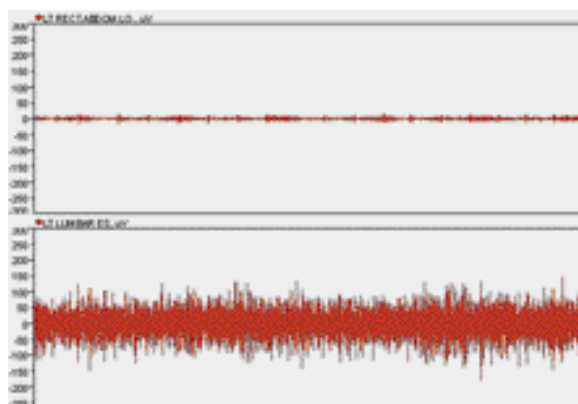


Abb. 8: Belastungs-Roh-EMG des Kindes aus Abb. 7. Kurve oben: Aktivität des M. rectus abdominis. Kurve unten: Aktivität des M. erector spinae pars lumbalis. Ranzengewicht 35 % des Körpergewichtes.

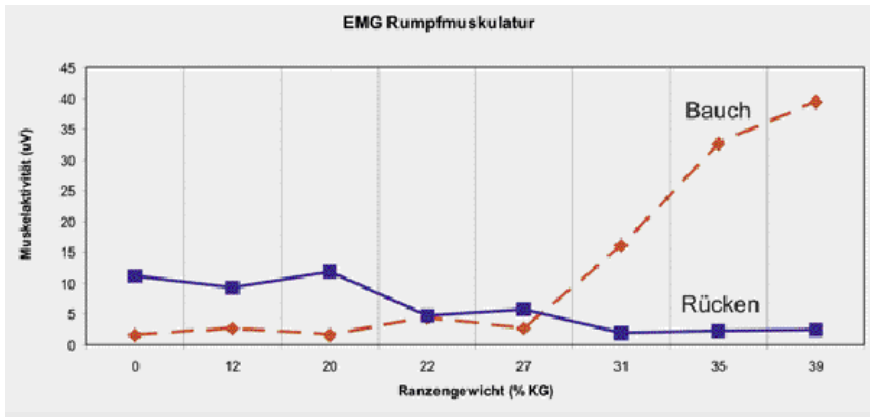


Abb. 9: Veränderung des gemittelten EMG in Abhängigkeit vom prozentualen Ranzengewicht bei Strategie 1 (Schwerpunkt hinter dem Hüftgelenk). Gleiches Kind wie in Abb. 5. X-Achse nicht linear.

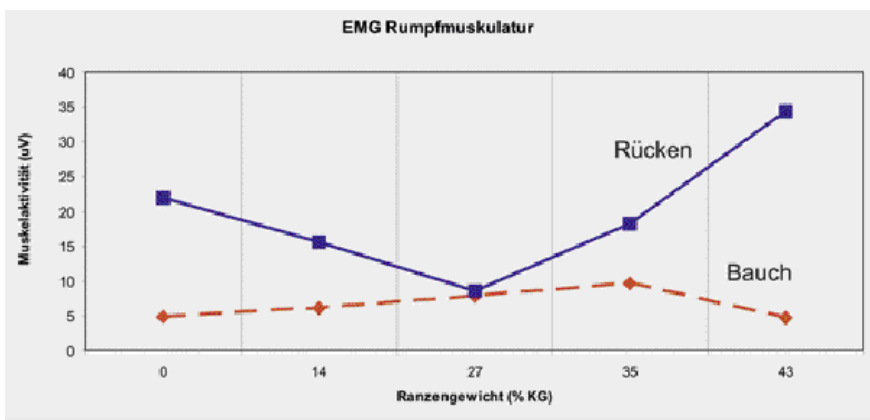


Abb. 10: Veränderung des gemittelten EMG in Abhängigkeit vom prozentualen Ranzengewicht bei Strategie 2 (Schwerpunkt vor dem Hüftgelenk). Gleiches Kind wie in Abb. 7. X-Achse nicht linear.

den Oberkörper nach hinten rotieren lassen würde (M. biceps femoris, M. gluteus maximus, M. erector spinae). Abbildung 8 zeigt, dass das Kind genau diese muskuläre Strategie nutzt.

Zu bedenken ist, dass für ein auf das Hüftgelenk wirkendes Drehmoment der resultierende Schwerpunkt des Rumpfssegmentes plus Ranzens verantwortlich ist. Da die Rumpfmasse nur etwa 60 Prozent der Gesamtmasse des Kindes ausmacht, beeinflusst ein Schulranzen sehr empfindlich die Lage des resultierenden Segmentschwerpunktes. Die untersuchten Kinder waren im Schnitt 27 kg schwer; die Masse des Rumpfes betrug demzufolge ca. 16 kg. Ein 8 kg schwerer Ranzen (entspricht 30 Prozent des Gesamtgewichts) wiegt also 50 Prozent des Rumpfes – entsprechend stark

ist die Auswirkung auf die Segmentschwerpunktlage.

Die muskuläre Aktivierung im Rumpfbereich hängt somit ganz entscheidend von den biomechanischen Hebelverhältnissen ab. Diese wiederum werden nicht nur von Form und Lastverteilung des Ranzens beeinflusst, sondern auch von der „Haltestrategie“, die ein Kind entwickelt hat. Eine Analyse der Muskelaktivität beim Tragen von Lasten muss demnach stets die zugrunde liegenden biomechanischen Prinzipien mit betrachten.

Generell ist die Zunahme der Muskelaktivität somit nicht negativ zu werten. Sie ist eine Anpassungserscheinung an eine geänderte biomechanische Situation. Die gefundenen Einzelergebnisse lassen in der vorliegenden Arbeit

allerdings keine statistischen Rückschlüsse zu. Während einzelne Kinder ab Ranzengewichten von circa 30 Prozent ihres Körpergewichtes abhängig von ihrer „Haltestrategie“ mit einem deutlichen Amplitudenanstieg einzelner Muskelgruppen reagierten (vgl. Abb. 9 u. 10), fanden *Hong, Cheung* (2002a) Änderungen der Aktivität des M. trapezius bereits ab Ranzengewichten von 15 Prozent des Körpergewichtes. Dieser Muskel dient als Stabilisator des Schulter-Nackensbereiches und des Kopfes. Eine Zunahme seiner Aktivität geht konform mit der in der vorliegenden Studie gefundenen signifikanten Korrelation zwischen Kopf- und Schulterverneigung und relativem Ranzengewicht.

Motmans et al. (2006) finden in einer ähnlichen Untersuchung einen signifikanten Anstieg der Aktivität des M. rectus abdominis und eine signifikante Abnahme der Aktivität des M. erector spinae (pars lumbalis). Sie untersuchten Studenten mit einem Rucksackgewicht von 15 Prozent des Körpergewichtes. Eine Analyse der Körperstatik wurde allerdings nicht durchgeführt – die dargestellten Abbildungen der Lastsituationen lassen vermuten, dass die Versuchspersonen ausschließlich mit sehr aufrechter Oberkörperhaltung standen und daher die unter Abschnitt (Abhängigkeit der Änderung der Gleichgewichtsparameter von den Gewichtsparametern) genannte Strategie (Schwerpunkt hinter Hüftgelenk) nutzen. Dies erklärt die sehr homogenen Aktivierungsergebnisse, die sich nicht direkt auf die von uns untersuchte junge Zielgruppe übertragen lassen.

Schlussfolgerungen

Die Vorgabe, ein Schulranzen dürfe höchstens zehn bis zwölf Prozent des Körpergewichtes eines Kindes wiegen, da ansonsten gesundheitliche Schädigungen drohen, entbehrt unseres Erachtens einer wissenschaftlichen Grund-

Sammies
by Samsonite

1.060 GRAMM
+ 58124 SICHERHEIT
+ 1A ERGONOMIE

OPTILIGHT.



Die Streben-Formel: Man addiert das Schulranzengewicht von **1.060 Gramm**, die Schulranzennorm **DIR 58124**, welche für perfekte Sicherheit steht, und die **1A Ergonomie** von Samsonite. Und was kommt unterm Strich dabei heraus? Ganz klar, **Optilight!**
Weitere Informationen zum neuen Musterkoffer Sammies Optilight erhalten Sie unter www.samsonite-schoolbags.de

lage. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass ein deutlich höheres Gewicht (17%) auch nach einer intensiven Belastungsphase nicht zu signifikanten Änderungen der Körperhaltung oder des Gleichgewichtes führte. Vielmehr zeigte sich, dass die Kinder verschiedene „Bewältigungsstrategien“ für ein erhöhtes Gewicht nutzten. Einzelmessungen konnten eine erhöhte Muskelaktivierung im unteren Rumpfbereich ab etwa 30 Prozent Ranzengewicht zeigen. Je nach Art und Weise, wie der Ranzen aufgebaut war, gefüllt und getragen wurde, zeigten sich zwei prinzipiell verschiedene muskuläre Aktivierungsmuster, die wir als „Haltestrategien“ bezeichnen. Es wird darauf hingewiesen, dass eine gesteigerte Muskelaktivität kein geeigneter Parameter ist, um auf eine Überlastung und drohende gesundheitliche Gefahren zu schließen.

Die emotional geführte Diskussion in der Öffentlichkeit basiert darauf, dass Belastung oft mit Überlastung gleichgesetzt wird. Natürlich lässt sich anhand der vorliegenden Studie nicht festhalten, ob eine (negative) Langzeitwirkung auftreten kann, wenn ein Ranzen viele Schuljahre mit hohem Gewicht getragen wird. Dennoch zeigen alle gemessenen Parameter entweder keine oder aber eine durchaus plausible Anpassung von Haltung, Gleichgewicht und Muskelaktivierung an die zusätzliche Last.

Das Problem der Normen

Normierungen eines maximal zulässigen Ranzengewichtes sind schwer zu begründen. Normen sollen generell dazu dienen, Grenzwerte zu definieren, innerhalb derer sich Systeme (meist technischer Art) in einem sicheren Bereich bewegen.

Insofern ist das Erstellen von Ranzengewichtsnormen in zweierlei Hinsicht problematisch. Zunächst kann nicht abgeschätzt werden, ab wann ein Überschreiten der Normen potenziell gefährlich, sprich gesundheitsschädlich,

wirken kann. Dazu fehlen belastbare Daten in Form von Längsschnittuntersuchungen. Zweitens kann eine Norm auch eine falsche Sicherheit geben – und genau hier sehen wir das Problem der gängigen Ranzengewichtsempfehlung. Einzelne Kinder können durchaus schon mit einem Ranzen von weniger als 10 Prozent Körpergewicht überfordert sein, wenn ihr motorischer Status (Kraft, Koordination und Gleichgewicht) schlecht ausgebildet ist. Hier würde die zurzeit geltende Norm, bestätigt durch gut gemeinte „Ranzewiege-Aktionen“, dann sogar eine beruhigende Sicherheit vortäuschen, die den Blick auf eine Überforderung des motorischen Systems verschleiert. Der Fokus der Aufmerksamkeit sollte daher primär auf der Ausbildung eines starken Haltesystems mit kräftiger Muskulatur und guten Koordinations- und Gleichgewichtsfähigkeiten bei Kindern liegen und erst in zweiter Linie auf einer Entlastung durch leichtere Schulranzen.

Perspektiven

Ausgehend von den vorliegenden Ergebnissen sollten weitere Zusammenhänge untersucht werden, beispielsweise:

- die Änderung der Halte- und Gleichgewichtsparameter in der Dynamik
- eine weiterführende Untersuchung der Muskelaktivität bei einer großen Probandenzahl unter Berücksichtigung verschiedener biomechanischer Belastungsstrategien
- die Auswirkung verschiedener Ranzengewichte auf die Stabilität in besonderen Alltagssituationen (Schulbus, Treppensteigen)

Literatur

Aoyama, H., Goto, M., Naruo, A., Hamada, K., Kikuchi, N., Kojima, Y., Takada, Y., Takenaka, Y. (2006): The difference between center of mass and center of pressure – a review of human postural control. *Aino Journal*, 5, S. 25-31.

Brackley, H. M., Stevenson, J. M., Selinger, J. C.

(2009): Effect of backpack load placement on posture and spinal curvature in prepubescent children. *Work*, 32 (3), S. 351-360.

Braune, W., Fischer, O. (1889): Über den Schwerpunkt des menschlichen Körpers mit Rücksicht auf die Ausrüstung des deutschen Infantristen. In: *Abhandlungen der königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, 15, S. 561-672.

Briggs, A. M., Smith, A., Straker, L. M., Bragge, P. (2009): Thoracic spine pain in general population: prevalence, incidence and associated factors in children, adolescents and adults. A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10, S. 77.

Chow, D. H., Ou, Z. Y., Wang, X. G., Lai, A. (2010): Short-term effects of backpack load placement on spine deformation and repositioning error in schoolchildren. *Ergonomics*, 53 (1), S. 56-64.

Deutsches Institut für Normung e.V. (2001): DIN 58124: 2001-02. Berlin, Wien, Zürich.

Deutsches Institut für Normung e.V. (2009): DIN 58124: 2009-06 - Entwurf. Berlin, Wien, Zürich.

Dordel, S., Breithecker, D., Jung, U., Graf, C. (2007): Schulranzen-TÜV – eine Studie zum Trageverhalten und Gewicht der Schulranzen von Grundschulkindern. *Haltung und Bewegung*, 27 (3) S. 5-18.

Freriks, B., Hermens, H. J. (1999): *European Recommendations for Surface Electromyography*, results of the SENIAM project [SENIAM 9], Roessingh Research and Development b.v., 1999.

Hong, Y., Brüggemann, G. O. (2000): Changes of gait patterns in 10 years old children during treadmill walking with increased loads. *Gait and Posture*, 11; S. 254-259.

Hong, Y., Cheung, C.-K. (2002a): Electromyographic responses of back muscles during load carriage walking in children. *ISBS 2002*, S. 405-408.

Hong, Y., Cheung, C.-K. (2002b): Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait and Posture*, 17, S. 28-33.

Horak, F. B., Nashner, L. M. (1986): Central programming of postural movements: adaptation to altered surface configurations. *Journal of Neurophysiology*, 55, S. 1369-1381.

Korovessis, P., Koureas, G., Papazisis, Z. (2004): Correlation between backpack weight

and way of carrying, sagittal and frontal spinal curvatures, athletic activity, and dorsal and low back pain in school-children and adolescents. *Journal of Spinal Disorders*, 17 (1), S. 30-40.

Ludwig, O., Schmitt, E. (2006): Neurokybernetik der Körperhaltung. *Haltung und Bewegung*, 26 (2), S. 5-14.

Motmans, R. R. E. E., Tomlow, S, Vissers, D. (2006): Trunk muscle activity in different modes of carrying schoolbags. *Ergonomics*, 49 (2), S. 127-138.

Neuschwander, T. B., Cutrone, J., Macias, B. R., Cutrone, S., Murthy, G., Chambers, H., Hargens, A. R. (2010): The effect of backpacks on the lumbar spine in children: a standing magnetic resonance imaging study. *Spine*, 35 (1), S. 83-88.

Ramprasad, M., Alias, J., Raghuvver, A. K. (2009): Effect of backpack weight on postural angles in preadolescent children. *Indian Pediatrics*. 2009 Oct 14. pii: S0974755909009-1 [Epub].

Singh, T., Koh, M. (2009): Lower limb dynamics change for children while walking with backpack loads to modulate shock transmission to the head. *Journal of Biomechanics*, 42 (6), S. 736-743.

van Gent, C., Dols, J. C. M., de Rover, C. M., Sing, H., Remy, A., de Vet, H. C. W. (2003): The weight of schoolbags and the occurrence of neck, shoulder, and back pain in young adolescents. *Spine*, 28 (9), S. 916-921.

Winter, D.A. (2009⁴): Biomechanics and motor control of human movement.

Zalpour, Ch. (Hrsg.) (20062): *Anatomie – Physiologie*. München, Jena.

Internetquelle: www.kid-check.de

Kontakt

Dr. Oliver Ludwig c/o
Universität des Saarlandes
AG Kidcheck
Niederbexbacherstr. 36
66539 Neunkirchen
E-Mail: oliver_ludwig@t-online.de



Kinder fördern durch Bewegung und Sport

Anregungen zur Förderung motorisch und psychosozial auffälliger Kinder in Schule, Verein und Kindertagesstätte
Band 1: Koordination

68 Praxisbeispiele zu den Inhalten:
kinästhetische Differenzierungsfähigkeit,
räumliche Orientierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit,
Reaktionsfähigkeit, Rhythmusfähigkeit

176 Seiten
Preis 16,00 Euro

Bezug:
Bundesarbeitsgemeinschaft für Haltung- und Bewegungsförderung e.V.
Matthias-Claudius-Straße 14 – 65185 Wiesbaden