

Georg Wydra

**Klappmesser im Sportunterricht -
warum nicht?**

sportunterricht, 53, 100 - 105

Anschrift des Verfassers:

Univ.-Prof. Dr. Georg Wydra
Sportwissenschaftliches Institut
der Universität des Saarlandes
Postfach 15 11 50
66041 Saarbrücken
E-Mail: g.wydra@mx.uni-saarland.de
<http://www.uni-saarland.de/fak5/sportpaed/>

Einleitung

Der Titel dieses Beitrages mag bei dem einen oder anderen Leser Kopfschütteln hervorrufen. Das Thema scheint abgeschlossen zu sein. Viele Publikationen haben darauf hingewiesen, dass Klappmesser in hohem Maße unfunktional seien (Fach, 1998). Die Anwendung von Klappmessern im Schulsport kommt einem unentschuldbaren Kunstfehler gleich. In diesem Beitrag soll aber gezeigt werden, dass Klappmesser und andere als Krankmacherübungen bezeichnete Bauchmuskelübungen sehr wohl einen Platz im Sportunterricht haben sollten.

Das Training der Bauchmuskulatur besitzt aufgrund funktioneller und ästhetischer Gründe eine hohe Bedeutung nicht nur im Sport. Als Übungen der Wahl werden heute Crunchesvarianten durchgeführt. Früher wurden hierzu auch Sit-Ups, Klappmesser, Rumpfaufrichtungen am Schrägbrett, Beinhebungen an der Sprossenwand und andere Übungen angewandt. Diese Übungen werden heute abgelehnt, weil sie angeblich

1. zu einer hohen Belastung der Wirbelsäule führen,
2. schwerpunktmäßig die Hüftbeuge- aber nicht die Bauchmuskulatur trainieren und
3. dieses Training der Hüftbeugemuskulatur zu einer Verkürzung eben dieser Muskelgruppe führt.

Zur Gefahr der Schädigung der Wirbelsäule

Es werden zwei unterschiedliche Mechanismen als pathogenetisch erachtet. Zum einen soll es bei diesen Übungen über eine Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule zu einer erhöhten Belastung der Wirbelgelenke kommen. Über den umgekehrten Mechanismus kommt es beim Einrollen zu einer Kyphosierung der Lendenwirbelsäule. Diese wiederum erhöht die Bandscheibenbelastung, wodurch die Degeneration des Bandscheibenmaterials gefördert werden soll. Die empirische Befundlage zu diesen Aussagen ist nicht befriedigend. Zur Stützung dieser These wird oftmals eine methodisch fragwürdige Arbeit von Mutoh et al. (1983) angeführt. Um die Belastung der Bandscheibe bei bestimmten Belastungen zu ermitteln, gibt es die Möglichkeit, die Kräfte über biomechanische Modelle zu berechnen, wobei die Länge der Last- und Kraftarme sowie die einwirkenden Massen bekannt sein müssen (Axler & McGill, 1997; Kelley, 1982).

Dass die so gewonnenen Ergebnisse nicht unbedingt mit denen beim lebenden Menschen übereinstimmen müssen, haben jüngst Wilke et al. (1999) gezeigt. Nachemson (Nachemson & Elfström, 1970) kommt das Verdienst zu, als ers-

ter am lebenden Menschen intradiscale Druckmessungen vorgenommen zu haben. Neben Untersuchungen zur Druckbelastung der Bandscheibe L3/L4 im Liegen, Stehen, Sitzen, Bücken etc. wurden auch Untersuchungen bei verschiedenen Formen des Rumpfaufrichtens vorgenommen (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Belastungsgrößen der Wirbelsäule. Nach Angaben von Nachemson & Elfström (1970, p. 243).

| Bewegungsform | mittlere prozentuale Mehrbelastung gegenüber dem Stand | Minimum - Maximum |
|--|--|-------------------|
| Sit-Ups mit gebeugten Knien (n=6) | 109 | 71 - 157 |
| Sit-Ups mit gestreckten Knien (n=6) | 105 | 65 - 157 |
| Bauchpresse (n=6) | 39 | 23 - 79 |
| Beinhebungen (n=6) | 54 | 27 - 78 |
| aktive Hyperextension aus der Bauchlage (n=4) | 80 | 57 - 129 |
| Hüpfen auf der Stelle (n=9) | 42 | 19 - 67 |
| Marschieren (n=4) | 15 | 14 - 15 |
| Lachen (n=3) | 50 | 37 - 58 |
| Rumpfvorbeuge 30 ° mit 10 kg in jeder Hand (n=6) | 190 | 134 - 253 |

Nachemson (1976, p. 347) betont, dass bei der Betrachtung der Ergebnisse "... more attention should be paid to the relation between different movements than to the absolut values." Außerdem sollte beachtet werden, dass die gewonnenen Ergebnisse auf zum Teil sehr geringen Stichprobengrößen beruhen und dass die interindividuellen Unterschiede insbesondere bei dynamischen Betrachtungen sehr groß sind. Eine Replikation der Nachemson-Untersuchung wurde erst kürzlich von Wilke et al. (1999) vorgelegt. Hierbei konnte lediglich eine Versuchsperson untersucht werden. Zum Teil ergaben sich hierbei jedoch bei einigen Alltagsbelastungen, wie z. B. dem Sitzen, Druckkräfte in ganz anderen Größenordnungen als bei den Untersuchungen von Nachemson.

Wie die Zahlenvergleiche zeigen, kommt es zwar zu einer erhöhten Belastung der Bandscheibe. Die Größenordnung der registrierten Werte erlaubt es jedoch nicht, ohne weiteres von einer Überbelastung zu sprechen. Neben den absoluten Kraftwerten sind außerdem die einwirkenden Belastungszeiten von Bedeutung, wobei davon ausgegangen werden kann, dass kurzfristige Belastungsspitzen besser toleriert werden als langanhaltende Dauerbelastungen. In den verschiedenen Bereichen der Bandscheibe selbst kommt es zu unterschiedlich hohen Beanspruchungen. Die vertikale Beanspruchung des Bandscheibenkerns liegt bei etwa 50 % der einwirkenden Gesamtkraft, während die tangentielle Beanspruchung dieser Struktur das Vier- bis Fünffache der Gesamtkraft beträgt (Nachemson, 1976).

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass zwar eine Mehrbelastung der verschiedenen Strukturen der Wirbelsäule (Bandscheibe bzw. Wirbelgelenke) vorhanden ist, dass aber andererseits keine empirischen Befunde zu einer möglichen Schädigung der Wirbelsäule durch die oben genannten Übungen vorliegen. Es ist eher davon auszugehen, dass eine gelegentliche und technisch saubere Ausführung zu keiner Schädigung einer gesunden Bandscheibe führt (Wilke, persönliche Mitteilung).

Zur ungenügenden Aktivierung der Bauchmuskulatur

Schon 1965 hat Kendall die Kritik an den Sit-Ups als Testübung zur Erfassung der Kraft der Bauchmuskulatur herausgearbeitet. Die Kritik richtet sich gegen den Versuch, über eine relativ komplexe Übung Aussagen zur Kraft der Bauchmuskulatur machen zu wollen, ohne dabei den Einfluss anderer Muskelgruppen - wie z. B. der Hüftbeuger - zu eliminieren.

"The sit-up purports to measure strength of abdominal muscles, but in the manner done, weakness of these muscles can go undetected. Hence it is not a valid test" (Kendall, 1965, p. 189).

Die zahlreichen Empfehlungen zur Ausschaltung des Hüftbeugers beim Rumpfaufrichten basieren auf Überlegungen zur Funktionalität der betreffenden Muskeln und Muskelgruppen (de Lacerda, 1978; Kelley, 1982). Ob die Muskeln tatsächlich in der Art, wie es die funktionellen Überlegungen nahe legen, arbeiten, kann nur über EMG-Untersuchungen geklärt werden. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass mit EMG-Untersuchungen nicht alle Muskeln erfasst werden können. Insbesondere die Hüftbeugemuskulatur entzieht sich einer Betrachtung durch ein Oberflächen-EMG. Hier müssen Nadelelektroden eingesetzt werden (Basmajian, 1959; Andersson, Nilson, Ma & Thorstensson, 1997). Dabei erfolgt der Zugang zum M. Iliopsoas durch ein kleines Fenster im Bereich der Leiste, so dass nur wenige motorische Einheiten erfasst werden können, die aber nicht repräsentativ für den gesamten Muskel sind. Eine differenzierte Aussage über die Aktivität einzelner Segmente des M. Iliopsoas ist deshalb nicht möglich. Das Wissen über die genauen Innervationsverhältnisse ist nach wie vor lückenhaft. Dies gilt auch für die Kraftfähigkeiten der einzelnen an der Rumpfaufrichtung beteiligten Muskeln. Wie Ricci, Marchetti und Figura (1981) zeigen konnten, kommt es unabhängig von der beim Rumpfaufrichten gewählten Ausgangsposition zu typischen Innervationsmustern, wobei sogar antagonistische und weit entfernte Muskelgruppen, wie z. B. die Schienbeinmuskulatur, beteiligt sein können.

Eine Reihe von EMG-Untersuchungen hat gezeigt, dass die Bauchmuskulatur bei den klassischen Bauchmuskelübungen hoch bzw. maximal aktiv ist (Ricci et al., 1981; Kunz & Unold, 1988; Andersson et al., 1997; Juker, McGill, Kropf & Steffen, 1998; Konrad, Denner, Schmitz & Starischka, 1999;

Boeckh-Behrens & Buskies, 2002), dass bei verschiedenen Formen des Rumpfaufrichtens – z. B. mit fixierten und nicht-fixierten Beinen, gestreckten und gebeugten Knien – keine bedeutsamen Unterschiede hinsichtlich der Aktivität der verschiedenen Anteile der Bauchmuskulatur zu beobachten sind (Flint, 1965; Ricci et al., 1981; Andersson et al., 1997; Boeckh-Behrens & Buskies, 2002).

Andersson et al. (1997) untersuchten das EMG der Bauch- und Hüftbeugemuskulatur bei verschiedenen Formen des Rumpfaufrichtens. Hierbei war die EMG-Aktivität der Bauchmuskulatur bei Sit-Ups am stärksten ausgeprägt, während die Bauchpresse die geringste EMG-Aktivität aufwies. Sie untersuchten des weiteren die EMG-Aktivität der Bauch- und Hüftbeugemuskulatur mit fixierten und nicht-fixierten Beinen bei der Bauchpresse, wobei sie keine Unterschiede fanden.

Sehr umfangreiche EMG-Analysen präsentierten Boeckh-Behrens & Buskies, (2002). Sie analysierten eine Vielzahl verschiedener Übungen und legten als Ergebnis ihrer Untersuchungen Ranglisten mit den jeweils 30 besten Übungen für die verschiedenen Anteile der Bauchmuskulatur vor. Die Rangplätze der Übungen entsprachen der elektrischen Aktivierung der verschiedenen Bereiche der Bauchmuskulatur. „Die Tatsache, dass sich die Ranglisten nur geringfügig unterscheiden, beweist, dass bei den meisten Übungen die gesamte Bauchmuskulatur trainiert wird“ (Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 75).

LaBan, Raptou und Johson (1965) konnten mit Nadelelektroden zeigen, dass der M. iliopsoas bei Sit-Ups mit angewinkelten Beinen während der gesamten Bewegung aktiv ist, während er bei Sit-Ups mit gestreckten Beinen erst nach den ersten 30° aktiv ist. Ein Ausschalten des Hüftbeugers scheint demnach nicht möglich zu sein.

Des weiteren konnten Konrad et al. (1998) belegen, dass viele funktionsgymnastische Übungen zumindest bei leistungsfähigeren Menschen für ein Krafttraining ungeeignet sind, weil sie nicht intensiv genug die Zielmuskulatur ansprechen und damit keinen Trainingsreiz ausüben. Inwieweit die von Boeckh-Behrens und Buskies (2002) beobachteten EMG-Aktivitäten auch mit der Effektivität im Rahmen längerfristiger Trainingsprogramme korrespondieren, muss noch überprüft werden.

Wydra (1995) konnte bei einer dimensionsanalytischen Untersuchung, bei der er verschiedene Crunches-Varianten, Sit-Ups, Beinhebungen aus der Rückenlage sowie einen Maximalkrafttest der Bauchmuskulatur durchführte, zeigen, dass die Bauchmuskulatur bei Sit-Ups und Beinhebungen die leistungsdeterminierende Funktion hat. Wydra (2003) konnte in einem Beanspruchungsexperiment zeigen, dass Crunches ohne Zusatzbelastung bei Sportstudierenden zu keiner nennenswerten Beanspruchung der Bauchmuskulatur führen. Erst

wenn mit Zusatzbelastungen gearbeitet wird, ist auch von einem Trainingseffekt auszugehen. In der gleichen Untersuchung konnte auch gezeigt werden, dass Sit-Ups, Klappmesser und Rumpfaufrichtungen am Schrägbrett sehr effektiv die Bauchmuskulatur beanspruchen. Gleichzeitig kam es jedoch auch zu einer Beanspruchung der Hüftbeugemuskulatur. In einem Trainingsexperiment hat Wydra (2002) gezeigt, dass ein sechswöchiges intensives Trainingsprogramm am Schrägbrett zu einer hochsignifikanten Verbesserung der Kraft von Bauch- und Hüftbeugemuskulatur führte. Die Verbesserung der Kraftwerte war in beiden Muskelgruppen gleich groß, so dass die Behauptung der Funktionsgymnastik, es käme zu einer einseitigen Kräftigung des Hüftbeugers, als widerlegt angesehen werden kann. Die gleiche Beobachtung wurde bei einem Experiment mit der Übung Klappmesser gemacht.

Zusammenfassend kann man hier festhalten, dass die empirischen Befunde die in der Literatur anzutreffenden Behauptungen, wonach die klassischen Übungen nicht die Bauchmuskulatur beanspruchten, nicht stützen können. Im Gegenteil: Die klassischen Bauchmuskelübungen können als hoch effektive Übungen für die Bauchmuskulatur angesehen werden.

Zur Verkürzung der Hüftbeugemuskulatur

In der orthopädischen und neurologischen Praxis können oftmals stereotype Beobachtungen an der Muskulatur gemacht werden: Bestimmte Muskeln erzeugen bei einer Dehnung eine unerwartet hohe Spannung, während sich andere Muskeln bei Krafttests wiederum unerwartet schwach zeigen. Für diesen Befund hat sich die Bezeichnung muskuläre Dysbalance etabliert (vgl. Neumann, 1997). Die zur Verkürzung neigenden Muskeln werden der Gruppe der posturalen und die zur Abschwächung neigenden Muskeln der Gruppe der phasischen Muskeln zugeordnet. Die posturalen Muskelgruppen sollen unter bestimmten Bedingungen zu einer Tonuserhöhung mit der Folge einer Muskelverkürzung, die phasischen Muskelgruppen dagegen eher zu einer Tonusminderung mit einer Reduktion der Kraftfähigkeiten neigen. Diese Tendenz ist nach Janda (1986, S. 209) eine relativ physiologische Reaktion dieser Muskelgruppen, die unabhängig von pathologischen Geschehnissen auch unter normalen Bedingungen als „... allgemeine Entwicklungstendenz während des Lebens auftritt.“

Vor allem Klee (1995) kommt das Verdienst zu, dass er diese Kategorisierung der Muskulatur kritisch durchleuchtet und sie letztendlich als Meisterlehre heraus gestellt hat. Er kommt zu dem Fazit, dass „...die Erklärungen, die für das Entstehen muskulärer Dysbalancen herangezogen werden, einer kritischen Überprüfung nicht standhalten“ (Klee, 1995, S. 42). Dieser Auffassung sind auch Freiwald, Engelhardt & Reuter (1997).

Die Differenzierung der Muskulatur in eine posturale mit vorwiegender Haltefunktion und eine phasische mit vorwiegender Bewegungsfunktion ist willkürlich. So ist beispielsweise die Zuordnung der großen Fortbewegungsmuskeln der unteren Extremität (M. rectus femoris, M. biceps femoris, M. gastrocnemius etc.) zur Gruppe der posturalen Muskeln inhaltlich nicht nachvollziehbar (vgl. Wiemann, 1989). Auch muskelbiopsische Befunde sprechen gegen die dichotome Differenzierung: Der Anteil von FT- bzw. ST-Fasern in ein und derselben Muskelgruppe variiert zwischen verschiedenen Individuen erheblich (Freiwald et al., 1997). Die in der klinischen Praxis zu beobachtenden „Muskelverkürzungen“ sind weder unbedingt Ausdruck echter anatomischer Muskelverkürzungen, noch sind sie Auslöser arthrogener Störungen. Sie stellen vielmehr, wenn man den Muskel als Exekutivorgan im Rahmen der arthromuskulär-nervalen Einheit ansieht, eine für das Gesamtsystem zweckmäßige Reaktion dar. Durch eine Dehnung dieser scheinbar verkürzten Muskeln werden unter Umständen arthroprotektive Mechanismen negativ beeinflusst (Freiwald & Engelhardt, 1999). Deshalb wurde von Freiwald und Engelhardt (1996) der Begriff der neuromuskulären Dysbalance eingeführt (Neumann, 1997).

Die meisten Aussagen zur Ausprägung von Muskelkraft und -dehnbarkeit sind auf der Basis subjektiver Messungen, wie z. B. des Muskelfunktionstests nach Janda (Janda, 1986) gemacht worden. Während durch solche funktionsorientierten Tests Muskelverkürzungen in der Praxis scheinbar relativ einfach festzustellen sind, sind die messtechnischen Probleme beim Versuch, objektiv und reliabel die Muskellänge zu erfassen, nicht zu unterschätzen (Wiemann, 1991; Schönthaler, 1998; Wydra et al., 1999).

Bisher liegt erst eine einzige experimentelle Arbeit vor, in der versucht wurde, den Einfluss eines Krafttrainings auf die Veränderung der Länge der Hüftbeugemuskulatur zu untersuchen. Wydra (2002) hat hierzu in einem sechswöchigen Versuchs-Kontrollgruppen-Experiment die Probanden der Experimentalgruppe dreimal pro Woche Rumpfaufrichtungen am Schrägbrett trainieren lassen. Dieses Training der Hüftbeuge- und Bauchmuskulatur führte zu keiner Verkürzung der Hüftbeugemuskulatur. Vergleichbare Ergebnisse wurden bei einer Untersuchung mit der Übung Klappmesser gesammelt.

Ein Training der Hüftbeugemuskulatur im Rahmen eines ganzheitlichen Krafttrainings ist genauso wichtig wie ein Training der Bauchmuskulatur. Die einseitige Kräftigung der Bauchmuskulatur bei gleichzeitiger Nichtkräftigung der Hüftbeuger macht trainingsmethodisch keinen Sinn. Im Gegenteil: Durch das einseitige Training können unter Umständen muskuläre Dysbalancen mit noch nicht bekannten Wirkmechanismen antrainiert werden.

Zusammenfassend bleibt hier festzuhalten, dass das Konstrukt der muskulären Dysbalance theoretisch wenig fundiert ist und aufgrund vielfältiger theoreti-

scher und messtechnischer Gründe bisher empirisch nicht hinreichend evaluiert wurde. Die Hypothese, es käme durch ein Training der Hüftbeugemuskulatur zu einer Verkürzung der Hüftbeuger hat keinen empirischen Gehalt.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis des Schulsports

Sit-Ups, Klappmesser, Rumpfaufrichtungen am Schrägbrett, Beinhebungen an der Sprossenwand oder aus der Rückenlage und andere Übungen werden heute abgelehnt, weil sie angeblich

- zu einer hohen Belastung der Wirbelsäule führen,
- schwerpunktmäßig die Hüftbeuge- aber nicht die Bauchmuskulatur trainieren und
- dieses Training der Hüftbeugemuskulatur zu einer Verkürzung eben dieser Muskelgruppe führt.

Die kritische Analyse der vorliegenden Literatur hat gezeigt, dass keine dieser Aussagen bisher experimentell belegt werden konnte. Es handelt sich um Meisterlehren, die zwar einen hohen Plausibilitätsgehalt aber einen geringen empirischen Gehalt besitzen. Es ist sogar so, dass eine Reihe von Studien vorliegen, die diese Behauptungen eindeutig widerlegen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die funktionsgymnastischen Kräftigungsübungen nicht die Forderungen erfüllen, die aus bewegungs- und trainingswissenschaftlicher Sicht notwendig wären, um einen Transfer auf die Alltags-, Arbeits- und Sportmotorik zu gewährleisten. In der Frühphase der Rehabilitation sind solche Übungen sicherlich geeignet, um bei weitest gehender Schonung erkrankter Strukturen einem Muskelabbau entgegenzutreten. Im Verlaufe der Zeit müssen jedoch komplexe Muskelschlingen in der Art und Weise trainiert werden, wie sie im Alltag beansprucht werden (Tittel, 1989). Der ausschließliche Einsatz solcher Übungen im Schulsport ist aus meiner Sicht genauso verwerflich, wie das Üben von Klappmessern mit Bandscheibenpatienten.

Es gilt, die klassische Funktionsgymnastik im Hinblick auf die Anforderungen in der Alltags-, Arbeits- und Sportmotorik zu modifizieren. Die klassische Funktionsgymnastik geht von der isolierten Funktion einzelner Muskeln aus. Es macht aber einen prinzipiellen Unterschied, ob man die Funktion eines Muskels in einem offenen oder in einem geschlossenen kinematischen System analysiert. In der Alltags-, Arbeits- und Sportmotorik arbeiten geschlossene kinematische Ketten. Dies ist der Normalfall der menschlichen Motorik. Die Arbeit in offenen kinematischen Systemen stellt hingegen einen Spezialfall der menschlichen Motorik dar.

Auch in der Rehabilitation ist seit einiger Zeit ein Umdenken zu beobachten. Narcessian (1997, S. 29) vertritt das Konzept mehrgelenkiger Bewegungen (Multi joint movements) in der Physiotherapie und schreibt „... functionality does not exist in the domain of single-joint motions.“ Aus seiner Sicht versagen eingelenkige Bewegungen beim Trainieren mehrgelenkiger Muskeln, weil bei solchen Bewegungen andere motorische Ausgangsbedingungen herrschen als bei mehrgelenkigen Bewegungen. Die Zahl der motorischen Freiheitsgrade ist wesentlich höher, so dass die optimale Lösung für das jeweilige Problem in hohem Maße von den motorischen Prozessen der Informationsaufnahme und -verarbeitung abhängt. Es ist seit langem bekannt, dass ein Krafttraining mit Trainingsformen, die den koordinativen Aspekten der Wettkampfform nicht entsprechen, zu keiner effektiven Leistungsverbesserung führt (Schmidtbleicher, 1991). Es stellt sich das zentrale Problem des Transfers. Die meisten Transferverluste entstehen wegen Nichtbeachtung der koordinativen Auswirkungen einer konkreten Trainingsform auf die Zielbewegung. Dies ist insbesondere der Fall, wenn anstelle von Kontraktionen, die im Dehnungs-Verkürzungszyklus ablaufen, isometrische oder isokinetische Übungen gewählt werden und anstelle einer funktionell zusammenhängenden Muskelschlinge eine spezifische Muskelgruppe durch eine eingelenkige Trainingsübung stimuliert wird (Schmidtbleicher, 1991).

Diese Aussagen treffen auf viele funktionsgymnastische Kräftigungsübungen zu. Ein Transfer der beim klassischen funktionellen Üben angestrebten Ziele auf Alltagsbewegungen ist nicht zu erwarten. Für das Training der Koordination gilt des weiteren nach wie vor der Grundsatz von Hirtz (1981, S. 351): „Wenige Wiederholungen vieler verschiedener, aber bewegungsverwandter Körperübungen bei gezielter Variation der Bewegungsausführung und der Übungsbedingungen.“ Genau dies ist aber bei den standardisierten funktionsgymnastischen Übungen nicht der Fall. Die klassische funktionsgymnastische Betrachtungsweise orientiert sich am Spezialfall der Motorik, an Bewegungen, die in dieser Form in der Alltagsbewegung nicht vorkommen.

So wurde in der Rehabilitation in den letzten 20 Jahren das eingelenkige Training an isokinetischen Trainingsgeräten als Methode der Wahl erachtet. Baron (1997, S. 114) schreibt hierzu: „Isokinetische Belastungen sind unfunktionell und kommen im alltäglichen Leben und bei sportlichen Bewegungen nicht vor.“ Des weiteren konnte gezeigt werden, dass die Beanspruchung der Bänder bei eingelenkigen Trainingsübungen höher ist als bei vergleichbaren Übungen in geschlossenen kinematischen Ketten (Baron, 1997). Auch deshalb feiert heute das Training geschlossener kinematischer Ketten mit traditionellen Trainingsübungen auch in der Rehabilitation nicht nur gewisse Renaissance, sondern ist beispielsweise in der krankengymnastischen und sportthe-

rapeutischen Arbeit nach Verletzungen insbesondere der unteren Extremitäten zum Standard geworden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass funktionsgymnastische Kräftigungsübungen oftmals keinen Transfer auf die Alltags-, Arbeits- und Sportmotorik gewährleisten. Zweitens konnte die vorliegende Studie ältere Ergebnisse bestätigen, wonach oftmals die Belastungsintensität bei funktionsgymnastischen Übungen nicht ausreicht (Konrad et al., 1999). Lediglich in der Frühphase der Rehabilitation sind solche Übungen geeignet, um bei weitest gehender Schonung erkrankter Strukturen einem Muskelabbau entgegenzutreten. Im Verlaufe der Zeit müssen jedoch komplexe Muskelschlingen in der Art und Weise trainiert werden, wie sie im Alltag und im Sport beansprucht werden (Lomard, 1904, Wiemann, 1991a). Ein Training, das nur eingelenkige, isometrische Übungen umfasst, ist letztendlich genauso unfunktionell wie das Üben von Klappmessern bei Bandscheibenpatienten. In der Funktionsgymnastik sollte die dichotome Trennung in funktionelle oder unfunktionelle Übungen aufgehoben werden zugunsten einer Betrachtungsweise, die einerseits die Fähigkeiten der Person und andererseits die Beanspruchungen in der Alltags-, Arbeits- und Sportmotorik in den Blick nimmt (Wydra, 2000).

Literaturverzeichnis

- Andersson, E., Nilsson, J., Ma, Z. & Thorstensson, A. (1997). Abdominal and hip flexor muscle activation during various training exercises. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 115 - 123.
- Andersson, E., Oddsson, L., Grundström, H. & Thorstensson, A. (1995). The role of psoas and iliacus muscles for stability and movement of the lumbar spine, pelvis and hip. *Scan. J. Med. Sci. Sports*, 5, 10 - 16.
- Axler, C. T. & McGill, S. M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29, 804 - 811.
- Basmajian, J.V. (1959). Electromyography of iliopsoas. *Anat. Rec.*, 132, 127 - 132.
- Boeckh-Behrens, W. U. & Buskies, W. (2002). Supertrainer Bauch. Die effektivsten Übungen. Reinbek: Rowohlt.
- Bös, K. & Mechling, H. (1983). *Dimensionen der Motorik*. Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K. (2001). *Handbuch motorische Tests*. Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Bös, K., Wydra, G. & Karisch, G. (1992). *Gesundheitsförderung durch Bewegung, Spiel und Sport*. Erlangen: perimed.
- Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation für Sozialwissenschaftler* (2. erweiterte Aufl.). Berlin: Springer.
- Daniels, L. & Worthingham, C. (1974). *Muscle Testing*. Philadelphia: W. B. Saunders & Co.
- De Lacerda, F. (1978). Anatomical analysis of basic abdominal exercises. *Journal of Physical Education*, 75, 5, 114 -115.
- Fach, H. H. (1998). *Trainingsbuch Bauchmuskulatur*. Reinbek: Rowohlt.

- Flint, M. M. (1965). Abdominal muscle involvement during the performance of various forms of sit-up exercises. *American Journal for Physical Medicine*, 44, 224 - 233.
- Freiwald, J.; M. Engelhardt (1996). Neuromuskuläre Dysbalancen in Medizin und Sport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47, 99 - 106.
- Freiwald, J.; M. Engelhardt (1999). Aspekte der Trainings- und Bewegungslehre neuromuskulärer Dysbalancen. *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 15, 5 - 12 und 46 - 50.
- Freiwald, J.; M. Engelhardt; I. Reuter (1997). Neuromuskuläre Dysbalancen in Medizin und Sport – Ursachen, Einordnung und Behandlung. In L. Zichner, M. Engelhardt & J. Freiwald (Hrsg.), *Neuromuskuläre Dysbalancen* (S. 165 - 193). Wehr: Novartis Pharma.
- Graves, J. E. et al. (1990). Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine*, 15, 504 - 508.
- Grimby, G. (1992). Current aspects of eccentric training for muscle rehabilitation. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2, 1 - 5.
- Israel, S. (1983). Körperliche Normbereiche in ihrem Bezug zur Gesundheitsstabilität. *Theorie und Praxis*, 32, 360 - 363.
- Jackson, A., Jackson, T., Hnatek, J. & West, J. (1985). Strength development: Using functional isometrics in an isotonic strength training program. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 56, 234 - 237.
- Janda, V. (1986). *Muskelfunktionsdiagnostik*. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit.
- Juker, D., McGill, S., Kropf, P. & Steffen, T. (1998). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 301 - 310
- Kelley, D. L. (1982). Exercises prescription and the kinesiological imperative. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 53, 18 -20.
- Kendall, F. P. (1965). A criticism of current tests and exercises for physical fitness. *Physical Therapy*, 45, 187 - 197.
- Klee, A. (1995). *Haltung, muskuläre Balance und Training* (2. Auflage). Frankfurt am Main: Harri Deutsch.
- Konrad, P., Denner, A., Schmitz, K. & Starischka, S. (1999). EMG-Befunde zur Haltungskoordinierung und zur ausgewählten Kräftigungsübungen der Rumpfmuskulatur. *Orthopädische Praxis*, 35, 698 - 708.
- Kunz, H. & Unold, E. (1988). Muskeleinsatz beim Krafttraining. Trainingsübungen unter der Lupe. Trainer Information Bd. 21. Herausgegeben von der Eidgenössischen Turn- und Sportschule und dem Nationalen Komitee für Elite-Sport. Magglingen: Eidgenössische Turn- und Sportschule.
- LaBan, M. M., Raptou, A. D. & Johnson, E. W. (1965). Electromyographic study of function of iliopsoas muscle. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 46, 676 - 679.
- Lombard, W. P. (1903) The action of two-joint muscles. *American Physical Education Review*, 8, 141 - 145.
- Molbech, S. (1965). On the paradoxical effect of some two-joint muscles. *Acta Morphologica Neerlandico-Scandinavica*, 6, 171-178.
- Mutoh, Y., Mori, T., Nakamura, Y. & Miyashita, M. (1983). The relation between sit-up exercises and the occurrence of low back pain. In H. Matsui & K. Kobayashi (Eds), *International series on biomechanics, Biomechanics VIII A*. (pp. 180 - 185). Baltimore (Maryland): University Park Press.

- Nachemson, A. (1976). Lumbar intradiscal pressure. In M. Jayson (Ed.), *The lumbar spine and back pain*. London: Churchill Livingstone.
- Nachemson, A. & Elfström, G. (1970). Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs (Supplement). *Scandinavian Journal of Rehabilitational Medicine, Suppl. 1*, 1-40.
- Narcessian, R. P. (1997). Concepts in Multi-Joint Movement. In H. Binkowski, M. Hoster & H. U. Nepper. (Hrsg.), *Medizinische Trainingstherapie* (S. 28 - 42). Waldenburg: Sport Consult.
- Neumann, G. (1997). Zur Begriffsbestimmung muskulärer Dysbalancen. In L. Zichner, M. Engelhardt & J. Freiwald (Hrsg.). *Neuromuskuläre Dysbalancen* (S. 9 - 24). Wehr: Novartis Pharma, Wehr.
- O'Shea, K. & O'Shea, J. (1989). Functional isometric weight training: Its effects on dynamic and static strength. *Journal of Applied Sport Science Research, 5*, 30 - 33,
- Ricci, B., Marchetti, M. & Figura, F. (1981). Biomechanics of sit-up exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 13*, 54 - 59.
- Robertson, L. D. & Magnusdottir, H. (1987). Evaluation of criteria associated with abdominal fitness testing. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 58*, 355 - 359.
- Safrit, M. J., Zhu, W., Costa, G. & Zhang, L. (1992). The difficulty of sit-ups test: an empirical investigation. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 63*, 277 - 283.
- Smidt, G. L. & Blanpied, P. R. (1987). Analysis of strength tests and resistive exercises commonly used für low-back disorders. *Spine, 12*, 1025 - 1034.
- Smidt, G. L., Blanpied, P. R., Anderson, M. A. & White, R. W. (1987). Comparison of clinical and objective methods of assessing trunk muscle strength - an experimental approach. *Spine, 12*, 1020 - 1024.
- Tittel, K. (1989). *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Vincent, W. J. & Britten, S. D. (1980). Evaluation of the curl-up a substitute for the bent-knee sit-up. *Journal of Physical Education and Recreation, 51*, 74 - 75.
- Wiemann, K. (1989). Die ischiocruralen Muskeln beim Sprint. *Die Lehre der Leichtathletik, 27*, 783 - 786 und 816 - 818.
- Wiemann, K. (1991a). Präzisierung des LOMBARDschen Paradoxons in der Funktion der ischiocruralen Muskeln beim Sprint. *Sportwissenschaft, 21*, 413 - 428.
- Wiemann, K. (1991b). Beeinflussung muskulärer Parameter durch ein zehnwöchiges Dehnungstraining. *Sportwissenschaft, 21*, 295 - 305.
- Wilke, H.-J., Noel, P., Caimi, M., Hoogland, T. & Claes, L. E. (1999). New in vive measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine, 24*, 755 - 762.
- Wydra, G. (1995). Ein neuer Test zur Beurteilung der Kraft der Bauchmuskulatur. *Krankengymnastik, 47*, 937 - 946.
- Wydra, G. (2000). Zur Funktionalität der Funktionsgymnastik. Überlegungen zum Umdenken in der Funktionsgymnastik. *Gesundheitssport und Sporttherapie, 16*, 128 - 133.
- Wydra, G. (2002). Experimentelle Untersuchungen zur Effektivität eines Bauchmuskeltrainings am Schrägbrett und zur Verkürzung der Hüftbeugemuskulatur. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 53*, 285 - 290.
- Wydra, G. (2003). Beanspruchung der Bauch- und Hüftbeugemuskulatur durch verschiedene Rumpfübungen. *Leistungssport, 33*, 23 - 29.