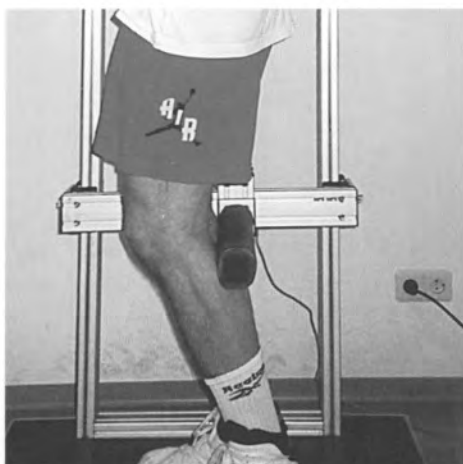
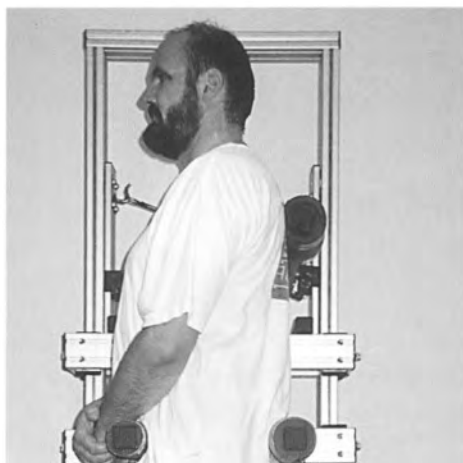


# GESUNDHEITSSPORT

UND

Offizielles Organ  
Deutscher Verband für  
Gesundheitssport und Sporttherapie e. V.

# SPORTTHERAPIE



Screeningsystem zur Objektivierung  
der Rumpfmuskulatur

Schnittstellenprobleme im  
kommunalen Herzsport

Sport und Bewegung in der  
Schlaganfallrehabilitation

# Einsatzmöglichkeiten und Perspektiven eines neuen Screeningsystems zur Objektivierung des Funktionszustandes der Rumpfmuskulatur (IPN-Back Check)

Eine experimentelle Querschnitt- und Längsschnittuntersuchung an insgesamt 985 „Rückengesunden“ und Patienten mit Rückenbeschwerden

S. Ochs, I. Froböse, E. Trunz, D. Lagerström, J. Wicharz

## Einleitung

Rückenbeschwerden gelten als teuerste Krankheit der westlichen Industrienationen. Die resultierenden jährlichen Kosten für ambulante Behandlungsmaßnahmen, Klinikaufenthalte und Arbeitsunfähigkeit werden heutzutage in Deutschland mit 33 bis 34 Milliarden DM beziffert, wobei über 70% dieses Betrages zu Lasten von Arbeitsausfällen gehen (Manhart 1998). Betroffen sind etwa  $\frac{3}{4}$  aller Menschen (Nachemson 1971), die zumindest zeitweise unter Rückenschmerzen leiden, meist hervorgerufen durch degenerative Veränderungen im Bereich der Wirbelsäule. In diesem Kontext wird dem Funktionszustand der Rumpfmuskulatur eine entscheidende Bedeutung zugemessen. So weist Hinrichs (1987) darauf hin, daß in ca. 80% der Beschwerdefälle ein direkter Zusammenhang mit muskulären Insuffizienzen besteht. Angesichts dieser Problematik gewinnen Meß- bzw. Screeningsysteme, die zur Beurteilung und Objektivierung des Funktionszustandes der wirbelsäulenumgebenden Muskulatur beitragen, an Bedeutung. Nachfolgend werden deshalb Untersuchungen an insgesamt 985 Probanden mit einem neuentwickelten Screeningsystem – dem IPN-Back Check – vorgestellt. Das Ziel dieser Studie besteht vorrangig darin, aufzuzeigen, ob und inwieweit sich durch das neue Meßsystem neue Möglichkeiten und Perspektiven im Einsatzfeld der Prävention und der Rehabilitation ergeben können, um auf zuverlässige und praktikable Weise muskuläre Defizite bzw. Dysbalancen zu identifizieren bzw. zu quantifizieren und entsprechende Konsequenzen zur Optimierung des Trainings bzw. der Therapie abzuleiten.

## Methodik

### Probanden

Es stellten sich insgesamt 985 erwachsene Personen zur Verfügung (Tab. 1), deren Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Untersuchung bei 33,9 (Männer 33,5; Frauen 34,4) Jahren lag. In der *Querschnittuntersuchung* unterteilen sich die Probanden in die Gruppen „Rückengesunde“ ( $n = 888$ ) und „Rückenpatienten“ ( $n = 97$ ). Im Rahmen der *Längsschnittstudie* werden insgesamt 14 Personen aus der Gruppe der „Rückenpatienten“ ausgewertet, die über einen Zeitraum von insgesamt 6 Wochen an den Therapiemaßnahmen eines ambulanten Rehabilitationszentrums teilnahmen.

### Rückengesunde

Die Gruppe der „Rückengesunden“ besteht insgesamt aus 556 männlichen und 332 weiblichen Personen, die bei Aktionstagen im Rahmen der Gesundheitsförderung mit dem IPN-Fit-Mobil gemessen wurden. Ent-

sprechend des Einsatzfeldes Prävention galten hierbei folgende Ausschlußkriterien:

- Alle akuten, subakuten und chronischen Schmerzzustände im Bereich der Wirbelsäule (gültig für alle WS-Abschnitte)
- Medizinische Befunde wie Wirbelsäulensyndrome, Bandscheibenerkrankungen, Instabilitäten, Osteoporose, Weichteilrheumatismus, entzündliche Erkrankungen der Wirbelsäule, Morbus Bechterew
- Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems wie Bluthochdruck, Arteriosklerose, koronare Herzkrankheit u. a.

### Rückenpatienten

Diese Gruppe beinhaltet 97 Personen (53 Männer und 44 Frauen), die während des Untersuchungszeitraumes in einem ambulanten Rehabilitationszentrum in Leverkusen behandelt wurden. Die Patienten mit den Indikationen Skoliose, Chondrose, Spondylarthrose, M. Scheuermann sowie WS-Syndrom, Protrusion bis hin zum Pro-

Gruppe	Gesamt	ø-Alter (s)	Männer	ø-Alter (s)	Frauen	ø-Alter (s)
<b>Querschnittuntersuchung</b>						
Rückengesunde	888	32,9 (13,4)	556	33,0 (13,7)	332	33,4 (13,0)
Rückenpatienten	97	42,3 (14,0)	53	39,2 (13,7)	44	46,0 (13,6)
<b>Gesamt</b>	<b>985</b>	<b>33,9 (13,7)</b>	<b>609</b>	<b>33,5 (13,8)</b>	<b>376</b>	<b>34,4 (13,7)</b>
<b>Längsschnittuntersuchung</b>						
Rückenpatienten	14	38,0 (13,4)	7	35,4 (14,4)	7	40,5 (12,8)

Tab. 1 Das Probandengut der Querschnitt- und der Längsschnittuntersuchung, unterteilt nach Gruppenzugehörigkeit und Geschlecht

laps in den verschiedenen Bereichen HWS, BWS und LWS wurden jeweils nach Absprache mit dem behandelnden Arzt für die Untersuchungen zugelassen.<sup>1</sup>

#### Meßtechnik

Bei den Messungen (vgl. Abb. 1) wird die isometrische Kraft der Rumpfflexoren und Rumpfextensoren im aufrechten Stand (0-Grad-Position) gemessen. Beide Maximalkraftwerte können aufgrund des einheitlichen Ansatzpunktes des Kraftaufnehmers bei der Auswertung unmittelbar miteinander verglichen werden (Proportion). Die jeweilige Zugkraft wird direkt vom Meßsensor (Kraftmeßdose) ermittelt, über einen Meßverstärker in der Einheit Newton angezeigt und per Computer ausgewertet. Beim IPN-Back Check handelt es sich um ein speziell für den Einsatzbereich Screening entwickeltes Testsystem, das den besonderen Erfordernissen in puncto Funktionalität, Praktikabilität und gesundheitliche Verträglichkeit zu entsprechen hat. Es wurde bewußt eine Meßposition im aufrechten Stand – also im *geschlossenen System* – gewählt, um insbesondere den alltäglichen Bedingungen des Stütz- und Bewegungsapparates so nahe wie möglich zu kommen und einen entsprechenden Informationstransfer zu ermöglichen. Die Positionierung der Probanden erfolgte einheitlich, indem bei einem definierten Winkel (20° im oberen Sprunggelenk) und fixiertem Becken der Meßaufnehmer in Höhe des Sternums als Referenzpunkt plazierte wurde.

#### Ergebnisse der Querschnittuntersuchung

##### Gesamtstichprobe: geschlechtsspezifischer Einfluß

Abbildung 2 zeigt den jeweiligen Mittelwert der maximalen Flexions- (381 N) und Extensionskraft (524 N) aller Probanden (n = 985) sowie deren geschlechtsspezifische Differenzierung. Die von Männern (n = 609) erreichte mittlere Maximalkraft bei der Flexionsmessung beträgt 460 N und unterscheidet sich hochsignifikant ( $p < 0,01$ ) von der mit 252 N registrierten Durchschnitts-

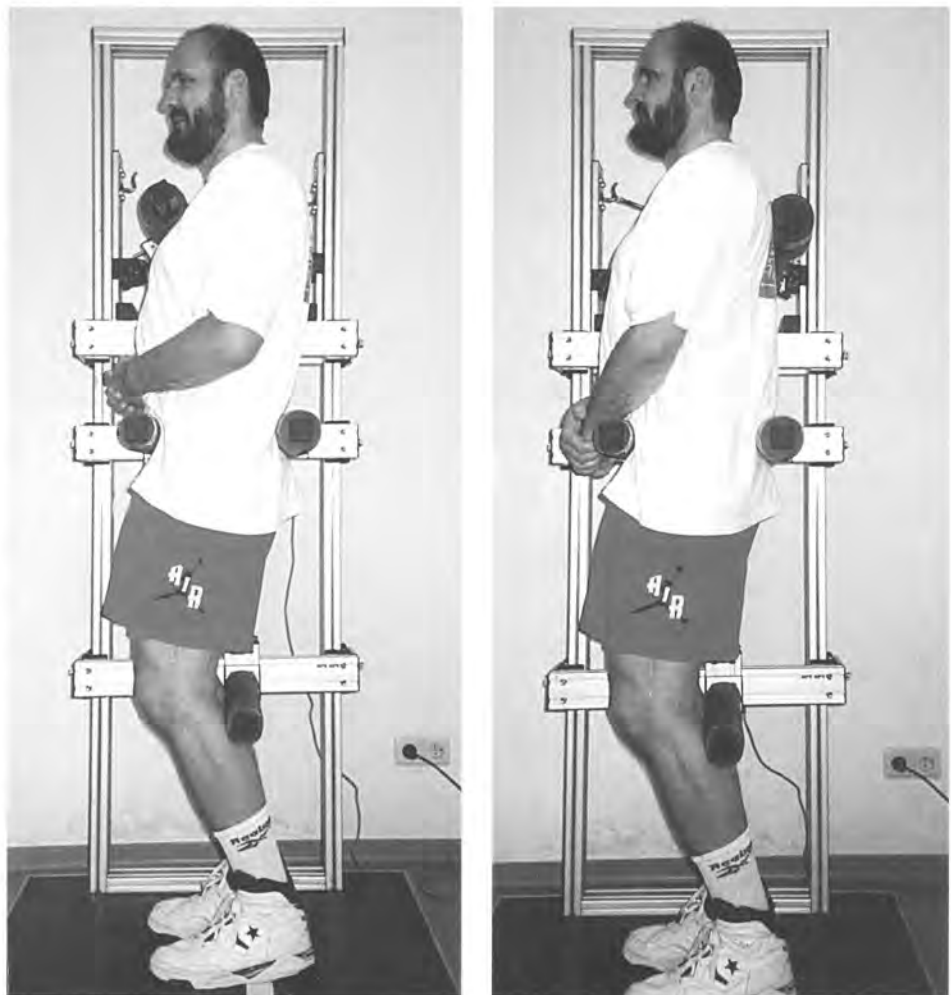


Abb. 1 Positionierung der Probanden bei der Rumpfflexions- (li) bzw. -extensionsmessung (re)

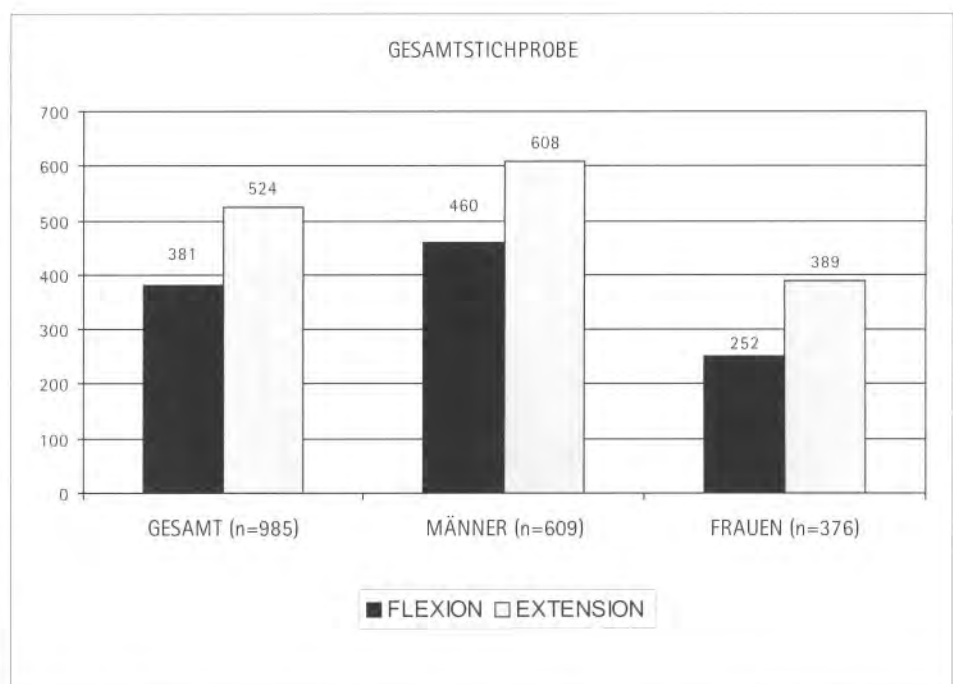


Abb. 2 Darstellung der durchschnittlichen Maximalkraft (Newton) der Rumpfflexion und -extension in der Gesamtstichprobe (n = 985) sowie bei Männern (n = 609) und Frauen (n = 376)

<sup>1</sup> Wir danken Herrn Dr. med. von Bergen und seinem Team für die engagierte Nutzung des IPN-Back Check im Rahmen dieser Studie

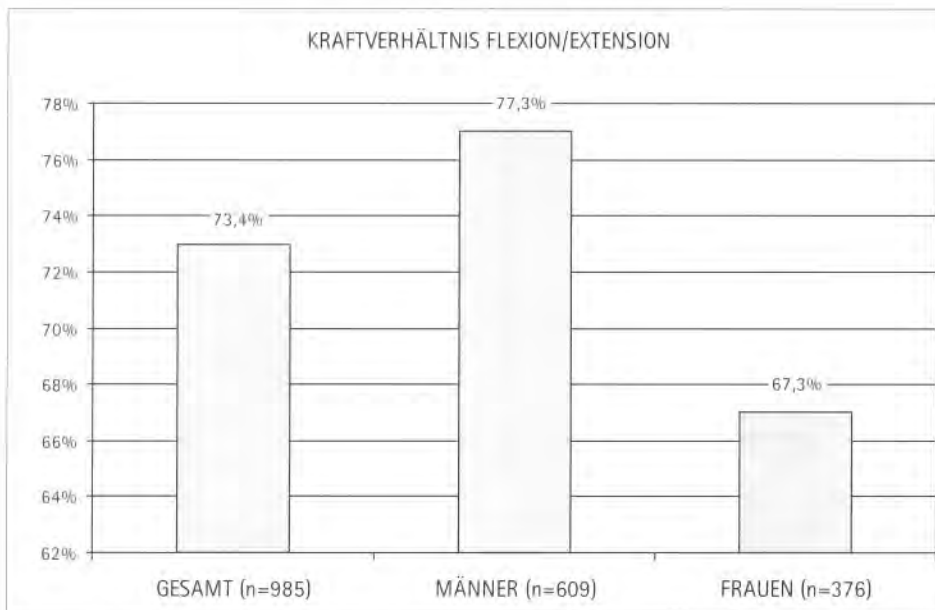


Abb. 3 Darstellung der Kraftverhältnisse (%) zwischen Rumpfflexion und -extension in der Gesamtstichprobe (n = 985) sowie bei Männern (n = 609) und Frauen (n = 376)

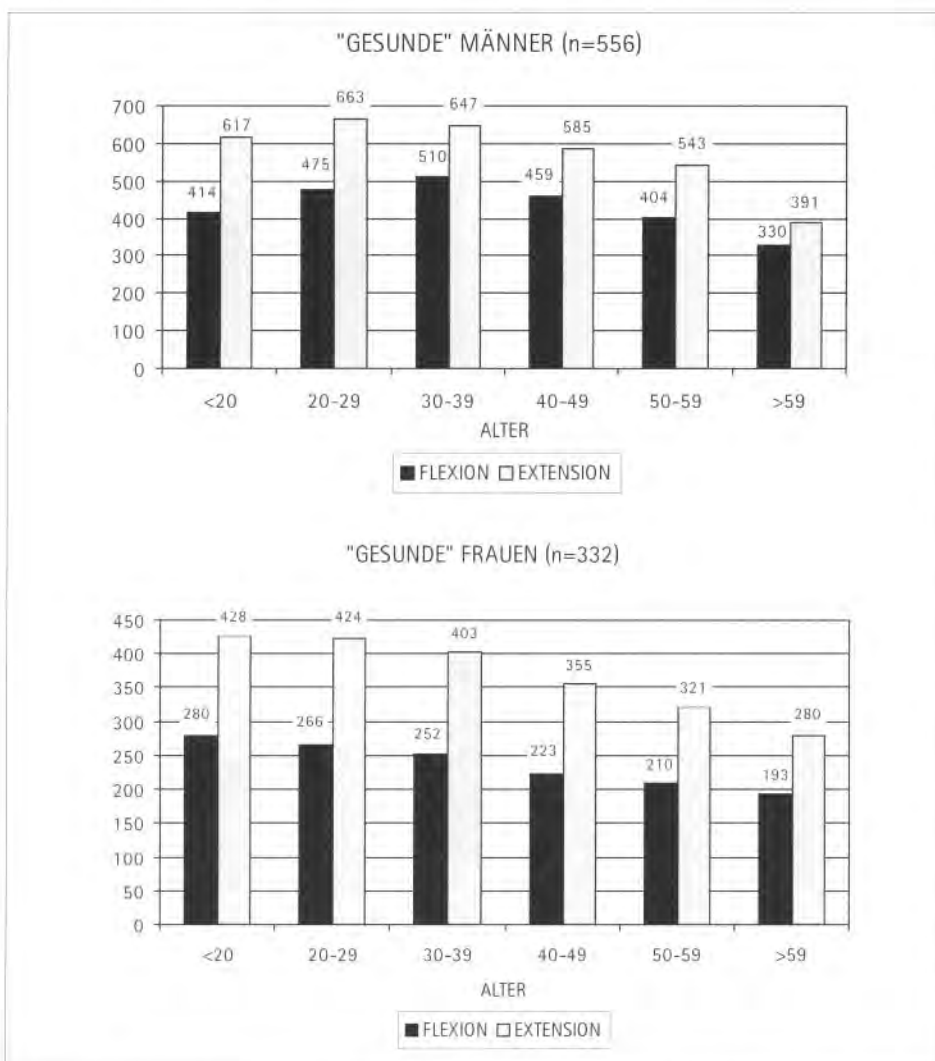


Abb. 4 Darstellung der durchschnittlichen Maximalkraft (Newton) von Rumpfflexion und -extension bei „Rückengesunden“ (n = 888) in den unterschiedlichen Altersgruppen bei Männern und Frauen

kraft der Frauen (n = 376). Ebenfalls hochsignifikante Unterschiede zeigt die Messung der Extensoren, wobei der Durchschnittswert bei den Männern bei 608N, bei den Frauen bei 389N liegt. Betrachtet man die jeweiligen Kraftrelationen zwischen Flexion und Extension, so weist die statistische Auswertung auch hier zwischen Männern (77,3%) und Frauen (67,3%) hochsignifikante Unterschiede aus (Abb. 3).

„Rückengesunde“: Einfluß des Alters

Zur Überprüfung des allgemeinen Einflusses von Alter sowie Körpergewicht und Körpergröße wurde die Gruppe „Rückengesunde“ (n = 888) herangezogen, um mögliche Interaktionen mit Rückenbeschwerden (Gruppe „Rückenpatienten“) zu vermeiden. Dabei kann in den einzelnen Altersklassen sowohl für die Extension wie auch die Flexion bei Männern und Frauen ein hochsignifikanter Alterseinfluß nachgewiesen werden, der einen Rückgang der Rumpfmuskelkraft mit fortschreitendem Lebensalter aufzeigt (Abb. 4). Ebenso ergibt sich jeweils ein positiver, jedoch nicht proportionaler Zusammenhang zwischen den Faktoren Körpergewicht und Körpergröße.

Vergleich „Rückengesunde“ mit „Rückenpatienten“: Einfluß auf Maximalkraft und Kraftproportionen

Um beide Gruppen aussagekräftig miteinander vergleichen zu können, wurde aus statistischen Gründen ein Abgleich der „Rückengesunden“ (n = 763 gegenüber vormals 888) und der Gruppe „Rückenpatienten“ (n = 97) mit den Einflußfaktoren Alter, Gewicht und Größe vorgenommen. Das Ergebnis der Varianzanalyse ergibt beim Gruppenvergleich „Rückengesunde“ vs. „Rückenpatienten“ einen hochsignifikanten Unterschied der Extensionskräfte, jedoch keine Signifikanz (Männer p = 0.79; Frauen p = 0.67) bei den Flexionswerten (Abb. 5). Daher konnte auch ein hochsignifikanter Unterschied im jeweiligen Kraftverhältnis zwischen Rumpfflexoren und Rumpfextensoren nachgewiesen werden. Während bei „rückengesunden“ Männern eine Relation von 76,1% gegenüber 88,1% bei „Rückenpatienten“ gemessen wurde, differierte das entsprechende Verhältnis bei den Frauen zwischen 65,7% und 82,4% (Abb. 6).

### Ergebnisse der Längsschnittuntersuchung

In der Längsschnittuntersuchung wurden insgesamt 14 Probanden (7 Frauen und 7 Männer) erfaßt, die über einen Zeitraum von 6 Wochen an 3 Messungen im Abstand von je 5 Therapie-Einheiten teilnahmen. Dabei zeigt sich innerhalb des Untersuchungszeitraums für Männer und Frauen bei den Flexionsmessungen ein signifikanter ( $p < 0.05$ ), bei der Extensionsmessung ein jeweils hochsignifikanter Anstieg der Maximalkraftwerte (Abb. 7). Die tendenziell deutlichere Zunahme der Extensorenkraft innerhalb des Untersuchungszeitraumes drückt sich entsprechend auch in veränderten Kraftrelationen aus, die sich bei den Männern von ursprünglich 87,6% auf 83,0%, bei den Frauen von 91,2% auf 77,6% bewegten (Abb. 8).

### Diskussion

#### Praxistauglichkeit des Meßsystems

Die Untersuchungen mit dem IPN Back-Check erfüllten in der Praxis den Anspruch an eine hohe gesundheitliche Verträglichkeit. Es kam bei keinem der nahezu 1000 Tests zu Schmerzauslösungen bzw. Komplikationen, die eine Beeinflussung des Messablaufs zeigten oder gar einen Abbruch erforderlich machten. Dies ist insofern bemerkenswert, da auch zahlreiche Patienten mit erheblichen rügenspezifischen Indikationen problemfrei gemessen werden konnten. Aus diesem Grund dürfte sich das gewählte isometrische Testverfahren in aufrecht stehender Position bewährt haben.

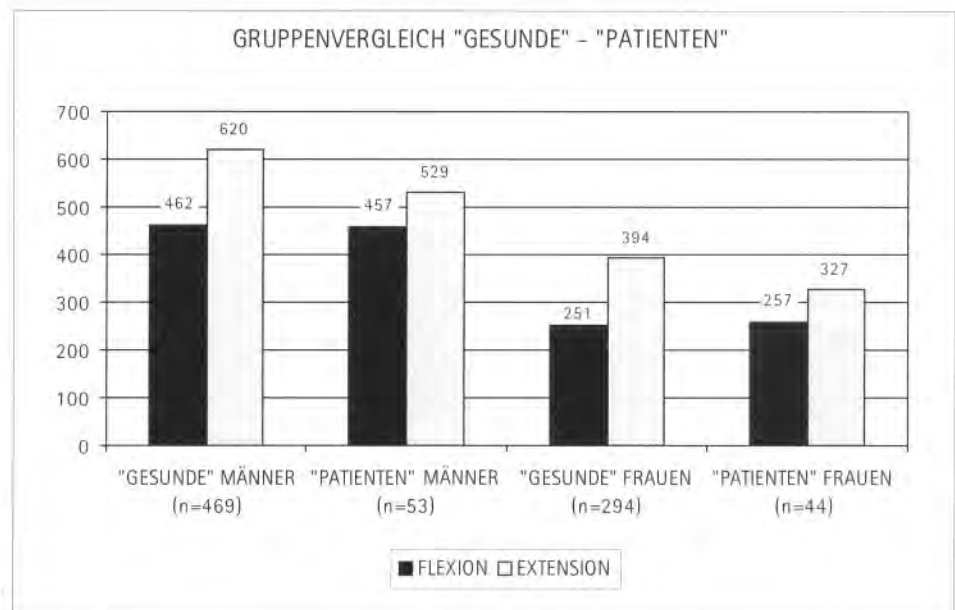


Abb. 5 Darstellung der durchschnittlichen Maximalkraft (Newton) von Rumpfflexion und -extension bei Männern und Frauen in den Gruppen „Rückengesunde“ (n = 763) bzw. „Rückenpatienten“ (n = 97)

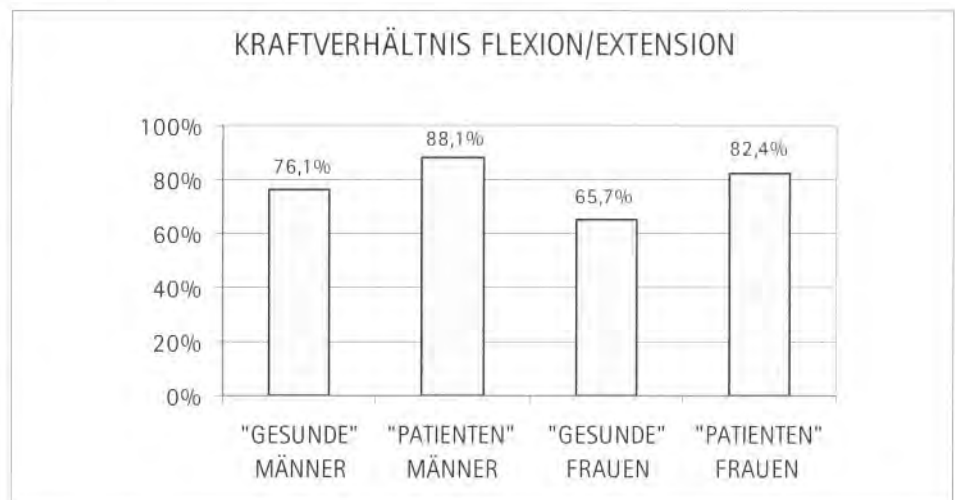


Abb. 6 Darstellung der Mittelwerte des Kraftverhältnisses von Rumpfflexion und -extension bei Männern und Frauen der Gruppen „Rückengesunde“ (n = 763) bzw. „Rückenpatienten“ (n = 97)

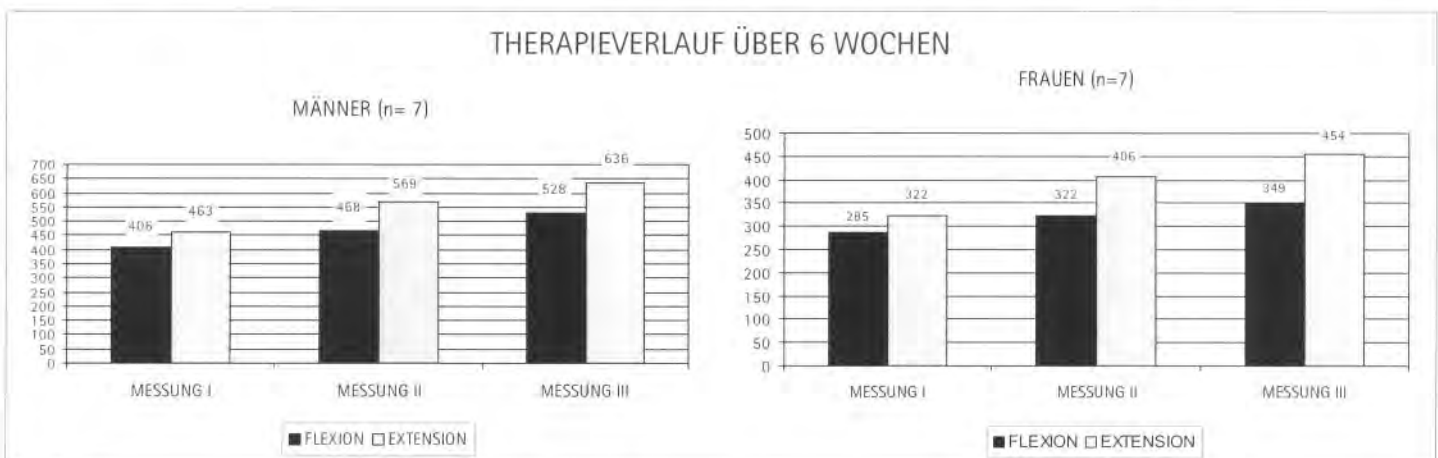


Abb. 7 Vergleichsdarstellung der Meßergebnisse zu den Meßzeitpunkten 1, 2 und 3 bei männlichen (n = 7) und weiblichen Rückenpatienten (n = 7) in Bezug auf die durchschnittliche Maximalkraft (Newton) von Rumpfflexion und -extension.

In diesem Zusammenhang wird in verschiedenen Untersuchungen auf die größere Sicherheit für die Testperson bei isometrischen Rumpfmuskeltests im Vergleich zu isokinetischen Verfahren hingewiesen (Slane 1992, Hasue et al. 1980). Letztgenannte Autoren empfehlen für „Rückenpatienten“ ausdrücklich isometrische Kraftmessungen, um die Gefahren der Schmerzentstehung durch spinale Bewegung auszuschließen. Ein weiterer Vorteil des dieser Studie zugrunde liegenden Meßsystems dürfte in seiner guten Vergleichbarkeit zu Alltagsbelastungen liegen, bei denen die Rumpfmuskulatur in Muskelketten bzw. im geschlossenen System gefordert ist. Auch Andersen et al. (1995) weisen auf Vorteile von Kraftmessungen hinsichtlich Funktionalität und Alltagstransfer im „geschlossenen“ gegenüber dem „offenen“ System hin. Daneben hält Eggli (1992) die stehende Position auch unter dem Aspekt der Beibehaltung einer natürlichen Lendenlordose für günstig. Thorstenson u. Nilsson (1982) betonen zudem den Vorteil der Unabhängigkeit der Meßergebnisse durch die Schwerkraft in der beschriebenen Körperhaltung.

**Ergebnisinterpretation**

Die Auswertung der *Querschnittuntersuchung* innerhalb der Gesamtstichprobe bestätigt die unter anderem von Hollmann und Hettinger (1990) beschriebenen geschlechtsspezifischen Unterschiede der Maximalkraft der Rumpfmuskulatur. Dabei erreichen die Frauen durchschnittlich 54,7% der Flexionskraft und 63,9% der Extensionskraft der Männer. Demnach ergibt sich neben den Maximalkraftunterschieden auch ein hochsignifikanter geschlechtsabhängiger Einfluß des Kraftverhältnisses zwischen Flexion und Extension. Dieses Verhältnis beträgt bei Männern 77,3%, während das der Frauen mit 67,2% deutlich geringer ausfiel. Die Ergebnisse decken sich mit Studien (isometrische Messung im aufrechten Stand) von Davis und Gould (1982), wonach Männer ein Verhältnis von 77% und Frauen von 68% aufweisen, sowie von Gomez et al. (1991), bei der die Kraftverhältnisse von 77% (Männer) und 63% (Frauen) angegeben werden. Nemetz und Ohlsen (1986) erklären diesen Be-

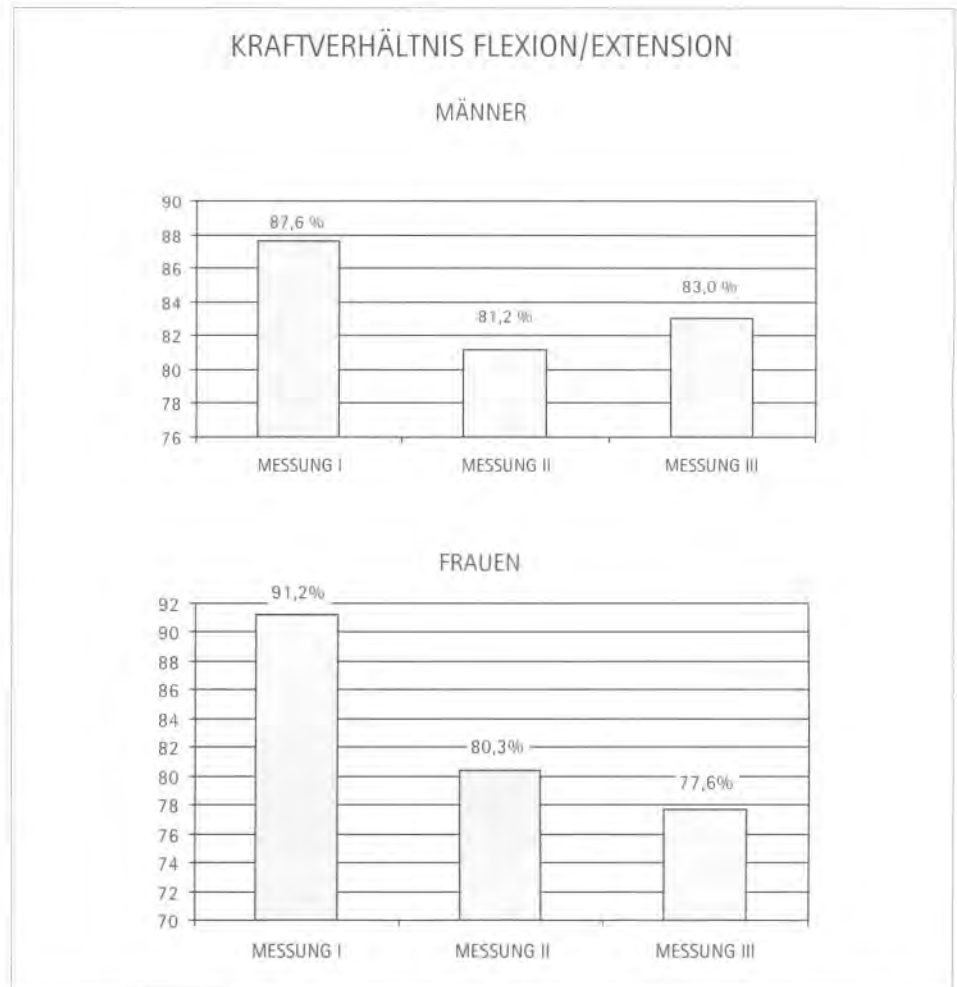


Abb. 8 Vergleichsdarstellung der Meßergebnisse zu den Meßzeitpunkten 1,2 und 3 von Männern (n = 7) und Frauen (n = 7) der Gruppe „Rückenpatienten“ in Bezug auf das durchschnittliche Kraftverhältnis von Rumpfflexion und -extension (%).

fund mit mechanisch günstigeren Voraussetzungen zur Kraftentwicklung der Flexionsmuskulatur bei Männern. Auch die altersbezogenen Kraftwerte entsprechen dem erwarteten Verlauf und dem typischen Rückgang der Maximalkraft mit fortschreitendem Lebensalter, bei Männern beginnend etwa mit Beginn der 4. Lebensdekade, bei Frauen, welche bereits in jüngeren Jahren ihre höchsten Kraftwerte erreichen, etwa ab der 3. Lebensdekade (Ehlenz et al. 1987, Hollmann u. Hettinger 1990). Körpergröße und Körpergewicht zeigen einen positiven, jedoch nicht proportionalen Zusammenhang zur Kraft der Rumpfmuskulatur. Nach Schmidtbleicher (1987) lassen sich diese anthropometrischen Einflüsse mit den maximalkraftbestimmenden Faktoren wie Muskelfaserquerschnitt, Muskelfaserzahl, Muskelfaserlänge und Muskelmasse erklären.

Beim Vergleich der „Rückengesunden“ mit den „Rückenpatienten“ fiel auf, daß sowohl bei Männern wie Frauen die wesentlichen Kraftunterschiede nur im Bereich der Extensoren auftraten, während das absolute Kraftniveau der Flexoren keine bedeutenden Abweichungen zeigte. Hieraus ergeben sich charakteristische Unterschiede im Verhältnis der Flexion zu Extension, das bei den Männern 76,1% („Rückengesunde“) bzw. 88,1% („Rückenpatienten“) und bei den Frauen 65,7% („Rückengesunde“) bzw. 82,4% („Rückenpatienten“) ausmachte. Diese Befunde decken sich mit zahlreichen Studien anderer Autoren (Biering-Soerensen 1984, Holmes et al. 1992, Risch et al. 1993), die ebenfalls ein relatives Defizit im Bereich der Rückenextensoren nachweisen konnten. Im Rahmen der *Längsschnittuntersuchung* konnten innerhalb einer 6wöchigen Rehabilitationsmaßnahme insgesamt deutliche

Steigerungen der Rumpfmuskulatur nachgewiesen werden. So wurden prozentuale Maximalkraftanstiege der Flexoren von ca. 29% bei Männern und 22% bei Frauen, im Bereich der Extensoren von ca. 37% (Männer) und 40% (Frauen) erreicht. Studien von *Carpenter et al.* (1991), *Graves et al.* (1990) und *Pollock et al.* (1989) ergaben Steigerungen der isometrischen Kraft der lumbalen Extensoren nach 12 Wochen Training von bis zu 100% auf. Diese hohen Kraftanstiege lassen sich dadurch u.a. erklären, daß ein untrainierter bzw. atrophierte Muskel ein hohes Potential für Kraftzunahme, insbesondere auch hinsichtlich Hypertrophie besitzt (vgl. *Hettinger* 1992). Demnach kann davon ausgegangen werden, daß sich die lumbalen Extensoren bei Rückenpatienten häufig in einem untrainierten bzw. atrophierten Zustand befinden und sich dadurch ein direkter Zusammenhang mit dem Beschwerdebild ergibt (*Hinrichs* 1987).

Der innerhalb der Längsschnittbetrachtung ermittelte größere Anstieg der Extensionsmuskulatur gegenüber den Flexoren bewirkte auch eine Veränderung der Kraftverhältnisse, dahingehend, daß sich diese Relation den Messwerten der „Rückengesunden“ annäherte. Legt man die Daten der „Rückengesunden“ als Referenzwerte zugrunde, so konnte demnach im Rahmen der 6wöchigen Therapiemaßnahme eine gezielte Kräftigung im Sinne einer Harmonisierung des Muskelkorsetts erzielt werden. Die ermittelten Ergebnisse bestätigen die Befunde von *Winkler und Mucha* (1997), die innerhalb eines 10wöchigen Rückenschulprogrammes eine trainingsbedingte Beeinflussung der Relation Rumpfflexoren/Rumpfextensoren von 0.84% auf 0.72% erzielen konnten. Die generelle Bedeutung eines gezielten Muskeltrainings innerhalb der Therapie bei Rückenpatienten wird bei *Nelson et al.* (1995) sowie *Hildebrandt et al.* (1996) beschrieben, die eine deutliche Verringerung bzw. Beseitigung der Rückenbeschwerden sowie eine Reduzierung der Arbeitsunfähigkeit nachweisen konnten.

## Zusammenfassung und Ausblick

Die wesentlichen Befunde der Studie mit dem IPN-Back Check können folgend zusammengefaßt werden:

- Rumpfextensoren sind „normalerweise“ kräftiger als Rumpfflexoren.
- Männer besitzen sowohl bei der Rumpfflexions- als auch der Rumpfextensionsmuskulatur eine größere Maximalkraft als Frauen, wobei Unterschiede innerhalb der Kraftrelationen bestehen.
- Frauen entwickeln im Vergleich zu Männern ihr maximales Kraftpotential der Rumpfmuskulatur in jüngeren Jahren.
- Nach Erreichen des jeweils höchsten Niveaus nimmt die Kraft der Rumpfmuskulatur mit zunehmendem Alter stetig ab.
- Es besteht ein positiver, jedoch nicht proportionaler Zusammenhang zwischen Körpergewicht, Körpergröße und der Maximalkraft der Rumpfmuskulatur.
- „Rückenpatienten“ besitzen eine hochsignifikant geringere Maximalkraft der Rumpfextensionsmuskulatur als „Rückengesunde“ (nicht jedoch der Flexionsmuskulatur).
- Aufgrund dieses Kraftdefizits besteht bei „Rückenpatienten“ ein entsprechend anderes Kraftverhältnis zwischen Rumpfflexoren- und -extensoren zu Lasten der Extensoren.
- Im Verlauf der Therapie von Rückenpatienten konnten nach fünf bzw. zehn Trainingseinheiten signifikant höhere Kraftwerte der Rumpfmuskulatur gemessen werden.
- Es wurde ein relativ höherer Anstieg der Rumpfextensoren im Sinne einer günstigeren (=harmonischeren) Kraftproportion nachgewiesen.

Insgesamt ergibt sich die Erkenntnis, daß der Einsatz des IPN-Back Checks sowohl in der Prävention als auch in der Rehabilitation weitreichenden Aufschluß über den Funktionszustand der wirbelsäulenumgebenden Muskulatur und adäquate therapeutische Maßnahmen liefern kann. In der Prävention von Rückenleiden läßt sich das Testsystem zur Früherkennung von muskulären Defiziten sowie zur Identifizierung und Quantifizierung muskulärer Dys-

balancen einsetzen. Die hierdurch gewonnenen Erkenntnisse können als Grundlage für eine effiziente Trainingssteuerung herangezogen werden, um ein möglichst ausgewogenes Verhältnis der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur (Flexion/Extension) zu erlangen und damit möglichen Rückenproblemen vorzubeugen. Es konnte ferner aufgezeigt werden, daß im Rahmen der Rehabilitation von Rückenerkrankungen die Ergebnisse des Rücken-Screenings zur Unterstützung der medizinischen Diagnostik sowie zur Ausrichtung der Therapiemaßnahmen und zu deren Verlaufskontrolle im Sinne der Qualitätssicherung erfolgreich eingesetzt werden können.

Schlußfolgernd ergibt sich ein weites Feld für den Einsatz von Screeningmaßnahmen für den Rücken, wie am Beispiel des IPN-Back Check verdeutlicht werden konnte. Die grundsätzliche Bedeutung von Screenings zur Bewertung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Fitness unterstreichen *Bouchard et al.* (1993) in ihrem Consensus Statement, wonach neben den Faktoren Körperzusammensetzung, Ausdauer, Beweglichkeit und Kraftausdauer speziell der Muskelkraft der Rumpfmuskulatur eine zentrale Bedeutung zugemessen wird.

## Literatur

- Andersen, B.; D. M. Terwilliger, C. R. Denegar* (1995). Comparison of Open Versus Closed Kinetic Chain Test Positions for Measuring Joint Position Sense. *Journal of Report Rehabilitation* 4, 165-171.
- Biering-Soerensen, F.* (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *SPINE* 9/2, 106-119.
- Bouchard, C.; R. J. Shephard, T. Stephens* (1993). Physical activity, fitness, and health - consensus statement. *Human Kinetics, Champaign.*
- Carpenter, D. M.; J. E. Graves, M. L. Pollock* (1991). Effect of 12 and 20 weeks of resistance training on lumbar extension torque production. *Physical Therapy* 71, 36-44.

- Davies, G. J.; J. A. Gould (1982). Trunk testing using a prototyp Cybex II isokinetic dynamometer stabilization system. *The Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy* 3/4, 164-170.
- Eggl, D. (1990). Presentation of the back-Cybex system. Informationschrift der Firma CYBEX, Division of LUMEX, Ronkonkoma New York.
- Ehlenz, H.; M. Grosser, E. Zimmermann (1987). Krafttraining. München-Wien-Zürich: BLV.
- Gomez, T.; G. Beach, C. Cooke, W. Hruday, P. Goyert (1991). Normative database for trunk range of motion, strength, velocity and endurance with the isostation B-200 lumbar dynamometer. *SPINE* 16/1, 15-21.
- Graves, J. E.; M. L. Pollock, D. M. Carpenter, S. H. Leggett, A. Jones, M. Mac-Millan, M. Fulton (1990). Quantitative assessment of full range-of-motion isometric lumbar extension strength. *SPINE* 15/4, 289-294.
- Hasue, M.; J. Fujiwara, S. Kikuchi (1980). A new method of quantitative measurement of abdominal and back muscle strength. *SPINE* 5, 143-148.
- Hettinger, T. (1992). Berufsbelastung und Wirbelsäule. In: Gesundheitsschäden der Wirbelsäule - Berufliche Risiken und Prävention. Schriftenreihe des IAS Institut für Arbeits- und Sozialhygiene Karlsruhe, 8-24.
- Hildebrandt, J. et al. (1996). Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP) - ein multimodales Behandlungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, Teil 1. *Der Schmerz* 10, 190-203.
- Hinrichs, H. U. (1987). Sporttherapeutisches Lauftraining für Patienten mit Bandscheibenschäden und Wirbelsäulenleiden. *Gesundheitssport und Sporttherapie* 2, 44-54.
- Hollmann, W.; T. Hettinger (1990). Sportmedizin - Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Stuttgart, New York; Schattauer Verlagsgesellschaft.
- Holmes, J. A.; M. S. Damaser, S. L. Lehmann (1992). Erector spinae activation and movement dynamics about the lumbar spine in lordotic and kyphotic squat-lifting. *SPINE* 17/3, 327-334 (1992)
- Manhart, R. W. (1998). Das Kreuz mit den Leitlinien. In: *Münch. Med. Wschr.* 140, Nr. 31/32, 16-20.
- Mayer, L.; B. B. Greenberg (1942). Measurements of strength of trunk muscles. In: *J bone a J Surg* 24A, 842-856.
- Nachemson, A. (1971). Low back pain - its etiology and treatment. *Clin Med* 78, 18-24.
- Nelson, B. W.; E. O'Reilly, M. Miller (1995). The clinical effects of intensive, specific exercise on chronic low back pain: A controlled study of 895 consecutive patients with 1-year follow up. *Orthopedics*, 18/10.
- Nemeth, G.; H. Ohlsen (1986). Moment arm lengths of trunk muscles to the lumbosacral joint obtained in vivo with computed tomography. *SPINE* 11/2, 158-160.
- Pollock, M. L.; S. H. Leggett, J. E. Graves, A. Jones, M. Fulton, J. Cirulli (1989). Effect of resistance training on lumbar extension strength. In: *Am. Journal of Sports Medicine* 17/5, 624-629.
- Risch, S. V.; N. K. Norvell, M. L. Pollock, E. D. Risch, H. Langer, M. Fulton, J. E. Graves, S. H. Leggett (1993). Lumbar strengthening in chronic low back pain patients: Physiologic and psychological benefits. *SPINE* 18/2, 232-238.
- Schmidtbleicher, D. (1987). Motorische Beanspruchungsform Kraft. In: *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* (9), 356-377.
- Slane, S. M. (1992). Computerized Back Testing: Making informed choices about equipment needs. *Advance/Rehabilitation* 7/8, 25-30.
- Thorstensson, A.; J. Nilsson (1982). Trunk muscle strength during constant velocity movements. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 14, 61-68.
- Troup, J. D. G.; A. E. Chapman (1969). The strength of the flexor and extensor muscles of the trunk. *J Biomech* 2, 49-62.
- Winkler, J.; C. Mucha (1997). Rückenschule für Angehörige im Pflegedienst - Teil 2. *Gesundheitssport und Sporttherapie* (13), 72-76.

#### Anschrift für die Autoren

Institut für Prävention  
und Nachsorge (IPN)  
Bahnstraße 40  
50858 Köln