



M. Kessler<sup>1</sup>, P. Neef<sup>2</sup>  
B. Grupp<sup>1</sup>, A. Kollmannsberger<sup>3</sup>,  
H. C. Traue<sup>1</sup>

## Veränderungen des Schmerzerlebens durch Muskeltraining bei Rückenschmerzpatienten

The effects of muscle strength training in prechronic back pain patients

<sup>1</sup>Universität Ulm, Abteilung für Medizinische Psychologie, <sup>2</sup>Sport und Gesundheitspark Ulm, <sup>3</sup>Orthopädische Klinik im Rehabilitationskrankenhaus Ulm

### Zusammenfassung

In dieser Studie wurden die Auswirkungen eines Muskelaufbautrainings und eines muskulären Entspannungstrainings auf das Schmerzerleben untersucht. Prächronische Rückenschmerzpatienten mit einer Erkrankungsdauer zwischen 2 und 6 Monaten wurden zufällig dem Muskelaufbautraining (n=8) oder dem Entspannungstraining (n=7) zugewiesen. Vor, während und nach der Therapie führten die Patienten ein Schmerztagebuch, in dem sie die tägliche Schmerzintensität und Schmerzhäufigkeit notierten.

Das Muskelaufbautraining bewirkte eine statistisch signifikante und klinisch bedeutsame Abnahme der Schmerzen, während durch das Entspannungstraining geringere Effekte erzielt wurden. Eine erneute Schmerzmessung drei Monate nach Beendigung der Therapien zeigte jedoch eine erneute Zunahme der Schmerzen. Muskuläre Trainingsmaßnahmen reduzieren effektiv aktuelle Rückenschmerzen, müssen jedoch langfristig oder wiederholt eingesetzt werden, um eine dauerhafte Schmerzreduktion zu bewirken.

Als Mechanismen der Schmerzreduktion werden biomechanische und psychologische Faktoren sowie die exercise-induced-analgesia (EIA) diskutiert.

**Schlüsselwörter:** Rückenschmerzen, Schmerzerleben, Muskelaufbautraining, muskuläres Entspannungstraining.

### Summary

Muscle strength training and muscle relaxation training are well established interventions for back pain patients. Recent studies suggest that muscular dysbalance and instability of the spine are more relevant for back pain than general hyperactivity. This investigation was designed to study the effects of muscle strength training with Nautilus machines in comparison to Jacobson muscle relaxation training in prechronic back pain patients.

15 back pain patients with a pain history not longer than 6 month were randomly assigned to muscle strength training (n=8) or relaxation training (n=7). During therapy the patients recorded their daily pain intensity and frequency with a pain diary. The muscle strength training was highly effective in pain reduction (60 %), while relaxation training had only minor effects in reducing the pain intensity. A three month follow-up however indicated a considerable reoccurrence of the pain in both groups.

It must be concluded from the data, that muscle strength training has a short term effect in pain reduction, but must be applied for a longer duration to become stable. Biomechanical and psychological factors as well as exercise-induced-analgesia (EIA) were discussed as mechanisms of pain reduction.

**Key words:** Back pain, pain experience, muscle strength training, muscle relaxation training.

### Epidemiologie und Chronifizierung von Rückenschmerzen

Rückenschmerzen sind ein außerordentlich häufiges Beschwerdebild, das nach neueren statistischen Erhebungen einen geradezu epidemischen Verlauf annimmt (27), von dem mit zunehmendem Alter nahezu 80% aller Erwachsenen betroffen sind (29). Rückenschmerzen verursachen ganz erhebliche soziale, ökonomische und medizinische Kosten. Die jährliche Inzidenzrate von Rückenschmerzen in den westlichen Industrienationen liegt bei ca. 15%. Nach dem Report of the Quebec Task Force on Spinal Disorders (19) sind die lumbalen Schmerzen mit 70% am weitesten verbreitet. Des weiteren wird festgestellt, daß fast zwei Drittel aller Kosten für die 7% chronisch Erkrankten aufgewendet werden. Aus einer neueren Studie berichten Raspe u. Kohlmann (20) von einer Punktprevalenz unter Erwachsenen in verschiedenen Städten in der BRD von 40%. Etwa 10% haben zum Zeitpunkt der Untersuchung starke Schmerzen und Behinderungen und nur etwa 15% der Untersuchten gaben an, noch nie an Rückenschmerzen gelitten zu haben. Diese neuen deutschen Daten entsprechen damit den Erhebungen in anderen westlichen Industrienationen.

In England fallen 3,6% aller Arbeitstage durch Rückenschmerzen aus. Vier Prozent aller schwedischen Arbeitnehmer bleiben jährlich im Mittel drei Wochen von der Arbeit wegen Rückenschmer-



zen fern (15). In den USA folgen Rückenschmerzen an zweiter Stelle nach gewöhnlicher Erkältung als Grund für Arbeitsunfähigkeit. Nach *Glenn et al.* (9) erholen sich jedoch 90% aller Patienten innerhalb von zwei Monaten, unabhängig von der Art der Behandlung. Allerdings kehren bei 50% die Rückenschmerzen später wieder und ca. 12% aller ursprünglichen Rückenschmerzpatienten bekommen einen Bandscheibenvorfall oder eine Bandscheibenhernie. Eine kritische Grenze von 6 Monaten als Chronifizierungsrisiko gibt *Akerson* (1) an, denn bei mehr als 60% der Patienten, die 6 Monate lang unter ihren Schmerzen litten, kommt es zu einem chronischen Verlauf. Eine präzise Grenze für die Trennung von akuten zu chronischen Schmerzen kann aufgrund der Literatur nicht angegeben werden, aber die empirischen Befunde deuten darauf hin, daß länger als 2 Monate dauernde Schmerzen spätestens nach 6 Monaten als chronisch angesehen werden können. Der dazwischen liegende Zeitraum von 4 Monaten kann demnach als Chronifizierungsphase bezeichnet werden.

#### Muskelaktivität und Muskelaufbautraining

Zum Zusammenhang zwischen Muskelspannung und Rückenschmerz sowie der Bedeutung von muskulären Dysfunktionen für die Ätiologie von Rückenschmerzen liegen zahlreiche Untersuchungen vor, die jedoch kein einheitliches Konzept bilden (23). Während *Flor et al.* (6) eine 'Streß-Reaktions-Spezifität' bei chronischen Rückenschmerzpatienten nachweisen konnten, beschrieben andere Autoren gerade das Gegenteil, nämlich eine verminderte muskuläre Aktivität im Lumbalbereich bei Rückenschmerzpatienten (28). *Kessler et al.* (14) fanden in einer kürzlich abgeschlossenen Untersuchung an prächronischen Rückenschmerzpatienten (Schmerzdauer zwischen 2 und 6 Monaten) hyperaktive EMG-Werte entlang des Rückens bei diesen Patienten im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe. Bemerkenswert war jedoch, daß nur die Muskelaktivität des oberen Rückens positiv mit den subjektiven Schmerzangaben korrelierte, während eine negative Beziehung zwischen der Muskelspannung unter L3 und der sub-

jektiven Schmerzstärke beobachtet wurde. Dies bedeutet, daß eine geringe lumbale Muskelspannung mit einer hohen Schmerzintensität verbunden ist. Dies spricht für die Überlegung, nach der nicht die erhöhte Muskelspannung per se, sondern die muskuläre Instabilität entlang der Wirbelsäule als Ursache der Rückenschmerzen gesehen werden kann (24, 17).

Wenn neben muskulärer Hyperaktivität auch Hypoaktivität für Rückenschmerzen ursächlich sein kann, sollten sowohl muskuläre Entspannungsverfahren als auch muskuläre Aufbauverfahren erfolgreich in der Reduktion der Schmerzen sein. Muskuläre Kraft läßt sich erfolgreich durch Trainingsgeräte, die zum Aufbau der lumbalen Extensoren beitragen, erzielen (18). Mit Hilfe einer solchen 10 Wochen langen Therapie-maßnahme (1 Stunde pro Woche) konnten *Risch et al.* (22) in einer kontrollierten Studie an chronischen Rückenschmerzpatienten zeigen, daß die subjektiven Schmerzangaben signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe abnahmen. Das Training bewirkte nicht nur eine Verbesserung der körperlichen Einschränkungen und der Extensormomente, sondern auch eine Veränderung der psychologischen Beurteilung der Schmerzsachen (Zunahme des internal locus of control). Muskuläre Entspannungsverfahren, wie die häufig angewandte progressive Muskelrelaxation

(PMR) nach *Jacobson*, hat sich in der Behandlung von Rückenschmerzen als ebenso effektiv erwiesen wie EMG-Biofeedback und kognitiv-behaviorale Behandlungsverfahren (25). Allein fünf 90 minütige Sitzungen mit PMR führten in einer Studie von *Turner* (26) zu einer anhaltenden signifikanten Abnahme der Schmerzstärke und der Depressivität.

Die meisten vorliegenden Studien beschäftigen sich mit langjährig chronifizierten Rückenschmerzpatienten. In der vorliegenden Studie soll die präventive Wirkung eines Muskelaufbautrainings im Vergleich zu einem muskulären Entspannungsverfahren während der Chronifizierungsphase von Rückenschmerzen untersucht werden.

#### Probanden und Methodik

An der Studie nahmen 15 prächronische Rückenschmerzpatienten (8 Frauen, 7 Männer) mit einer Erkrankungsdauer zwischen 2 und 6 Monaten teil. Das mittlere Alter betrug 37,4 Jahre mit einem Range von 24 bis 47 Jahren. Die Patienten wurden durch einen Aufruf in der Mitgliederzeitung der AOK Ulm angeworben.

Neben einer umfassenden klinischen und psychologischen Symptomerfassung (Fragebögen, Tagebuch, Interviews), die hier im Einzelnen nicht dargestellt werden, wurden die Patienten zur Beurteilung orthopädischer und neurologischer Auffälligkeiten fachärztlich orthopädisch untersucht und geröntgt. In Tabelle 1 sind die wesentlichen Befunde dieser orthopädischen Untersuchung tabellarisch zusammengefaßt. Danach weisen die Patienten keine oder nur sehr geringe neurologische oder orthopädische Befunde auf.

Die Rückenschmerzpatienten wurden zufällig 2 Gruppen zugewiesen. Die Nautilusgruppe (8 Patienten) trainierte 12 Wochen lang zweimal wöchentlich an Nautilusgeräten zur Dehnung und Aufbau der Muskulatur. Die Entspannungsgruppe (7 Patienten) nahm an einem vergleichbar langen Entspannungstraining nach der Methode der progressiven Muskelrelaxation mit wöchentlichen Sitzungen teil.

Zur fortlaufenden Erfassung der Schmerzintensität führten alle Patienten

Tabelle 1: Orthopädische Befunde

| Klinische Befunde                                                 |       |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| unauffällig                                                       | 18,8% |
| leichte Auffälligkeiten<br>(Druckschmerz, Bewegungseinschränkung) | 81,2% |
| mittlere Auffälligkeiten<br>(z. B. Lasèque)                       | 0,0%  |
| Röntgenbefund                                                     |       |
| unauffällig                                                       | 0,0%  |
| leichte Auffälligkeiten<br>(geringe Spodylose)                    | 40,6% |
| mittlere Auffälligkeiten<br>(beginnende Spodyloarthrose)          | 50,1% |
| deutliche Auffälligkeiten<br>(kissing spines, Skoliose)           | 3,1%  |
| keine Röntgenaufnahme<br>(Schwangerschaft)                        | 6,1%  |



zu Beginn, in der Mitte und am Ende der Therapiemaßnahmen jeweils eine Woche lang ein Schmerztagebuch. Das Tagebuch ist im Einzelnen bei *Hrabal et al.* (12) beschrieben. Zur katamnästischen Beurteilung des Therapieerfolges füllten die Patienten drei Monate nach Beendigung der Therapiemaßnahmen noch einmal eine Woche lang das Tagebuch aus.

In dem Schmerztagebuch wird die Schmerzintensität auf einer 6-stufigen Skala von 0 (keine Schmerzen) und 5 (unerträgliche Schmerzen) zu verschiedenen Tageszeiten (nachts, morgens, mittags und abends) sowie der Schmerzort erfaßt (Abb. 1).

### **Nautilusstraining:**

Das muskuläre Aufbautraining wurde an Nautilusgeräten durchgeführt (4). Durch die spezifische technische Anordnung werden bei dieser Therapiemaßnahme physiologisch angepaßte Belastungen und Vordehnungen geleistet. Die Muskeln leisten positive und negative Arbeit und werden gedehnt.

Die Probanden trainierten 2 x pro Woche an 10 Geräten, die im folgenden kurz beschrieben werden (näheres dazu 4).

**Duo Leg Press:** Bei dieser Übung werden die Muskeln des Unterkörpers trainiert. Insbesondere wird der M. gluteus maximus auftrainiert.

**Lateral Raise:** Der Proband beübt mit direktem Widerstand den M. deltoideus und den M. trapezius (Pars horizontalis).

**Overhead Press:** Hier werden M. deltoideus, M. trapezius (pars horizontalis) auftrainiert.

**Rowing Torso:** Mit diesem Gerät, welches oft die 'Haltungs-Maschine' genannt wird, werden die hinteren Delta-Muskeln, Mm. rhomboidei und der M. trapezius gekräftigt.

**Compounding Rowing:** Hiermit werden neben den Muskeln, die beim Rowing Torso trainiert werden, zusätzlich die paravertebrale Muskulatur (Strecker der Brustwirbelsäule), der M. biceps brachii und der M. triceps brachii auftrainiert.

**Super Pullover:** Bei dieser Übung werden sämtliche Schulterblattfixatoren beansprucht. Besonders wichtig ist ein optimales Stretching des verkürzten M. pectoralis minor.

**Women's chest:** Im Gegensatz zu dem Gerät Super Pullover wird hiermit der ebenfalls verkürzte M. pectoralis major optimal gestretcht.

**Abdominal:** Mit diesem Gerät wird vor allem der M. rectus abdominis trainiert.

**Rotary Torso:** Der M. rectus abdominis und die Mm. obliqui externi werden hierbei gestärkt.

**Lower Back:** Diese Maschine bewirkt eine Kräftigung der paravertebralen Muskulatur im LWS- u. BWS-Bereich.

**Progressive Muskelrelaxation (PMR):** Die progressive Muskelrelaxation folgt dem Prinzip kurzfristiger isometrischer Muskelanspannung, der jeweils eine tiefe Muskelentspannung folgt. Die Patienten lernen dabei verschiedene Muskelgruppen selektiv zu entspannen und die Sensibilität gegenüber geringfügigen muskulären Anspannungen wird erhöht. Die Entspannungstherapie erfolgt unter therapeutischer Anleitung stufenweise von den oberen Extremitäten





| Uhrzeit | Schmerzstärke |   |   |   |   |   | Bemerkungen |
|---------|---------------|---|---|---|---|---|-------------|
|         | 0             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |             |
| 0 - 6   |               |   |   |   |   |   |             |
| 6 - 12  |               |   |   |   |   |   |             |
| 12 - 18 |               |   |   |   |   |   |             |
| 18 - 24 |               |   |   |   |   |   |             |

0 = keine Schmerzen      5 = Die Schmerzen sind unerträglich

Abbildung 1: Körperschema und Verlaufstabelle zur täglichen Erfassung der Schmerzstärke.

über den Kopf und Rumpf zu den unteren Extremitäten. Zwischen den wöchentlichen therapeutischen Sitzungen beginnen die Patienten etwa nach der Hälfte der gesamten Therapiezeit mit täglichen Übungen im alltäglichen Umfeld. Mit diesem verhaltenstherapeutischen Standardverfahren wird die muskuläre Entspannung direkt trainiert, während beispielsweise im autogenen Training nur indirekt die Muskulatur beeinflusst wird (2).

### Ergebnisse

Es wurde zuerst überprüft, ob die zufällige Zuweisung zu gleichen Ausgangsbedingungen hinsichtlich der Schmerzsymptomatik geführt hat. Die Nautilusgruppe hatte in der Woche vor der Therapiemaßnahme einen mittleren Schmerzsummenwert von  $27.00 \pm 16.43$ ; die Entspannungsgruppe  $24.86 \pm 15.16$  bei einem Range von 0 bis 140. Ein statistischer Vergleich dieser beiden Ausgangswerte zeigte keinen signifikanten Unterschied ( $t$ -test,  $t(12) = .25$ ,  $p = .80$ ) zwischen den beiden Therapiegruppen. Zur Mitte der Therapie hin ist bei der Entspannungsgruppe ein leichter Anstieg der Schmerzintensität zu beobachten. Danach sinkt die Schmerzintensität jedoch erwartungsgemäß um einige Punkte auf der Schmerzintensitätsskala (Abb. 2). Diese prä/post Differenz ist nicht signifikant ( $t = 1.39$ ,  $p = .11$ ). In der Nautilusgruppe nehmen die Schmerzen über den Therapiezeitraum hinweg kontinu-

ierlich ab. Die Abnahme der Schmerzen beträgt 17.33 Punkte auf der Schmerzskala und ist mit  $t = 2.85$ ,  $p = .023$  statistisch bedeutsam.

Die katamnestische Beurteilung hinsichtlich der Stabilität der Therapieeffekte drei Monate nach Beendigung der Therapie erbrachte jedoch wieder einen Anstieg der Schmerzintensität bei beiden Patientengruppen. Während sich bei der Entspannungsgruppe nur ein geringer Anstieg der Schmerzen zeigte (von

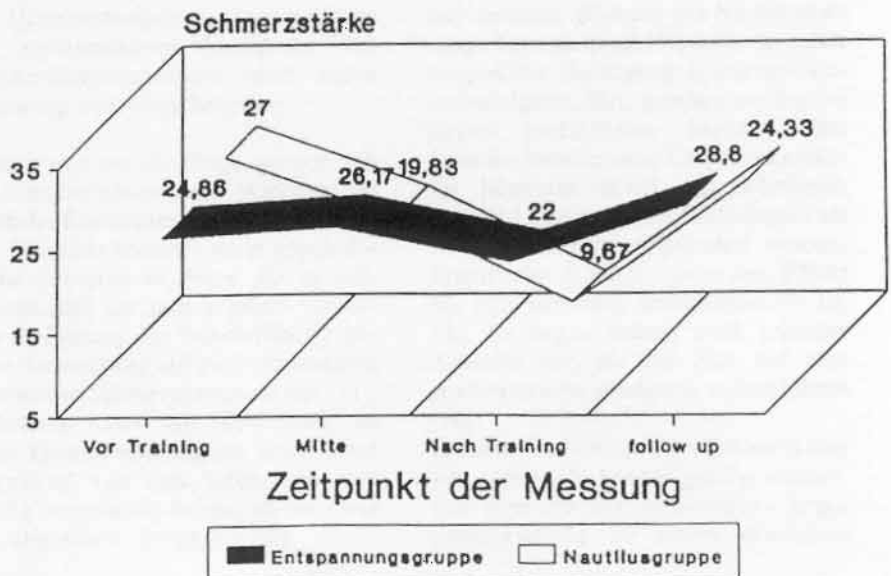
22 auf 28.8), wurden dabei jedoch Werte erreicht, die höher als vor der Therapie waren. In der Nautilusgruppe ist eine deutliche Zunahme der Schmerzintensität drei Monate nach Beendigung der Therapie (von 9.67 auf 24.33) zu konstatieren. Insgesamt ist die Schmerzstärke in beiden Gruppen drei Monate nach Therapieende nicht mehr signifikant von den Werten vor der Therapie verschieden.

### Diskussion

Seit vielen Jahren spielt in der Behandlung chronischer Schmerzpatienten deren körperliche Aktivierung eine bedeutende Rolle. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, daß ein Muskelaufbautraining (Nautilustraining), welches auch immer ein Bewegungstraining ist, erfolgreich zur präventiven Behandlung von prächronischen Rückenschmerzpatienten eingesetzt werden kann. Es ist dabei einem Entspannungstraining deutlich überlegen. Dieser Therapieeffekt ist jedoch nicht stabil. Schon bei einer follow-up Messung drei Monate nach Beendigung der Behandlung steigen die Werte der Schmerzintensität wieder deutlich an.

(Fortsetzung auf Seite 391)

Abbildung 2: Stärke der Schmerzen (gemittelter Summenwert über jeweils eine Woche) vor dem Training, in der Mitte und am Ende sowie drei Monate nach Beendigung der Therapie getrennt nach den beiden Gruppen.



(Fortsetzung von S. 382)

Daraus muß für die klinische Praxis gefolgert werden, daß die Zeitdauer des Trainings von 12 Wochen zu kurz ist, um eine dauerhafte Wirkung zu erzielen. Eine längere Trainingsdauer oder besser noch ein ständiges Training sind für anhaltende Erfolge notwendig. Dasselbe gilt auch für das Entspannungstraining, wobei hier einschränkend bemerkt werden muß, daß sich eine statistisch nachweisbare Besserung der Schmerzsymptomatik innerhalb von 10 Wochen noch nicht einstellt.

Die Ergebnisse dieser Studie sind an einer kleinen Stichprobe gewonnen worden. Daher sollte eine Generalisierung auf andere Patientengruppen mit Rückenschmerzen nur mit großer Vorsicht erfolgen. Diese Vorsicht ist auch deshalb angeraten, da die Patienten durch einen Aufruf in einer AOK-Zeitschrift rekrutiert wurden und somit die Repräsentativität der Stichprobe nicht gewährleistet sein kann. Dieses

Vorgehen wurde gewählt, da wir Patienten untersuchen wollten, die noch keine chronischen Beschwerden aufweisen und die sich erfahrungsgemäß wenig oder gar nicht in ärztlicher Behandlung befinden. Die besondere Bedeutung dieser Studie liegt daher im Bereich der Prävention von Rückenschmerzen. Weitere Untersuchungen an einer größeren und repräsentativen Stichprobe von Rückenschmerzpatienten sind daher notwendig und wünschenswert:

Es stellt sich nun die Frage, worauf sich die schmerzreduzierende Wirkung des Muskelaufbautrainings zurückführen läßt. Zunächst kommen dafür psychologische Faktoren in Frage. So ist z.B. bekannt, daß die rein kognitiv vermittelte Steigerung der Selbsteffizienz positive Auswirkung auf die Symptomatik chronischer Schmerzpatienten hat (11). Außerdem kann die Teilnahme an einem Gruppentraining im Sinne einer Ablenkung von den Schmerzen sich günstig ausgewirkt haben, ebenso wie eine allgemeine Erhöhung des Aktivi-

tätsniveaus (21). Wahrscheinlicher ist jedoch, daß die Zunahme der körperlichen Fitness und die damit verbundene muskuläre Stabilisierung der Wirbelsäule zu der Schmerzreduktion geführt hat.

Eine andere Erklärung für die schmerzreduzierende Wirkung des Nautilusstrainings kann in einer Hypoalgesie durch körperliche Betätigung (exercise-induced-analgesia, EIA) gesehen werden. So liefern anekdotische Berichte über Sportler, insbesondere Langstreckenläufer, Hinweise darauf, daß Schmerzen während anstrengender Wettkämpfe als weniger intensiv empfunden werden. Empirische Studien haben den Effekt der EIA mehrfach untermauert (3, 10, 13). Es liegen jedoch auch kritische Arbeiten vor, die die EIA auf eine streßinduzierte Analgesie zurückführen (16).

In einer kürzlich veröffentlichten Studie von Droste (5) konnte gezeigt werden, daß eine erschöpfungslimitierte Ergometerbelastung zu einem deutlichen



Anstieg der Schmerzschwelle (20-30% über dem Ausgangsniveau) bei gesunden Probanden führt. Als Erklärung für die EIA wird folgender Mechanismus diskutiert, der auch beim hier beschriebenen muskulären Aufbautraining relevant sein kann. Danach führt körperliche Anstrengung zur Aktivierung eines zentralnervösen schmerzinhibitorischen Systems, in deren Folge sich die Schmerzschwelle erhöht. Laut Droste (5) ist es wahrscheinlich, daß solche körperliche Belastungen durch Laktatbildung und Ansäuerung des Muskelgewebes unter anaeroben Stoffwechselbedingungen zu einer Reizung von Chemorezeptoren führen und die ausgelösten Nervenimpulse über afferente Fasern der Gruppe III und IV sowohl die hypophysäre Hormonfreisetzung stimulieren als auch das zentrale Schmerzregulationssystem aktivieren.

Die Ergebnisse unserer klinischen Studie an Rückenschmerzpatienten stehen im Einklang mit den experimentellen Befunden zur belastungsinduzierten Hypoalgesie. Das muskuläre Aufbautraining zeigt, daß Rückenschmerzpatienten um so weniger Schmerzsymptome angeben, je mehr sie sich bewegen. Die Befunde untermauern damit ein wesentliches Element der operanten Schmerztherapie von Fordyce (7, 8). Gleichzeitig handelt es sich aber bei der Anwendung von Nautilusgeräten um ein spezifisches Behandlungsverfahren zur Förderung der muskulären Stabilität des Rückens.

## Literatur

- (1) Akerson, K.M.: Prediction of chronicity in low back pain patients. Dissertation, Abstracts International. 6-B 42 (1991), 2513.
- (2) Bernstein, D.A., Borkovec, T.D.: Progressive Relaxation Training. Research Press, Champaign, Ill 1973.
- (3) Black, J., Cheshire, G.B., Starmer, G.A.: The painlessness of the long distance runner. Med. J. Aust. 2 (1979), 522-523.
- (4) Darden, E.: The nautilus bodybuilding book. Contemporary Books, Chicago 1982.
- (5) Droste, C.: Körperliche Belastung, endogene Opiate und Schmerz. Der Schmerz 5 (1991), 138-147.
- (6) Flor, H., Turk, D.C., Birbaumer, N.: Assessment of stress-related psychophysiological reactions in chronic back pain patients. J. Consult. Clin. Psychol. 53 (1985), 354-364.
- (7) Fordyce, W.E.: Pain complaint - exercise performance relationship in chronic pain. Pain 10 (1981), 311-321.
- (8) Fordyce, W.E.: Behavioral methods for chronic pain and illness. Mosby, St Louis 1976.
- (9) Glenn, W.V., Brown, B.M., Rhodes, M.L., Lancourt, J.E.: Computerized body tomography and evaluation of lumbosacral spinal disease. In: Finneson, B.E.: Low Back Pain (2nd ed.). Lippincott Comp., Philadelphia (1981), 115-178.
- (10) Haier, R.J., Quaid, K., Mills, J.S.C.: Naloxon alters pain perception after jogging. Psych. Research 5 (1981), 231-232.
- (11) Holroyd, K.A., Penzien, D.B., Hursey, K.G., Tobin, D.L., Rogers, L., Holm, J.E., Marcille, P.J., Hall, J.R., Chila, A.G.: Change mechanisms in biofeedback training: Cognitive changes underlying improvements in tension headaches. J. Consult. Clin. Psychol. 52 (1984), 1039-1053.
- (12) Hrabal, V., Kessler, M., Traue, H.C.: Rückenschmerz und Alltagsaktivität: Erste Ergebnisse zum Ulmer Schmerztagebuch (UST). Praxis der klinischen Verhaltensmedizin und Rehabilitation 4 (1991), 290-299.
- (13) Kempainen, P., Pertovaara, A., Huopaniemi, T., Johansson, G., Karonen, S.: Modification of dental pain and cutaneous thermal sensitivity by physical exercise in man. Brain Res. 360 (1985), 33-40.
- (14) Kessler, M., Traue, H.C., Cram, J.R.: EMG muscle scanning in pain patients and controls: A replication and new data. American Journal of Pain Management 3 (1993) 20-28.
- (15) McNab, I.: Backache. Williams & Wilkins, Baltimore 1977.
- (16) Padawer, W.J., Levine, F.M.: Exercise-induced analgesia: fact or artifact. Pain 48 (1992), 131-135.
- (17) Panjabi, M., Abumi, K., Duranceau, J., Oxland, T.: Spinal stability and intersegmental muscle forces. Biomechanical model. Spine 14 (1989), 194-200.
- (18) Pollock, M.L., Leggett, S.H., Graves, J.E., Jones, A., Fulton, M., Ciruli, J.: Effect of resistance training on lumbar extension strength. Am. J. Sports Med. 17 (1989), 624-629.
- (19) Quebec Task Force on Spinal Disorders: Report of the Quebec Task Force on Spinal Disorders. Scientific approach to the assessment and management of activity-related spinal disorders. A monograph for clinicians. Spine, Suppl. 12. (1987).
- (20) Raspe, T., Kohlmann, T.: Rückenschmerzen - eine Epidemie unserer Tage? Deutsches Ärzteblatt (im Druck).
- (21) Rehfsch, H.P., Basler, H.-D., Seemann, H.: Psychologische Schmerztherapie bei Rheuma. Springer, Berlin 1989.
- (22) Risch, S.V., Norvell, N.K., Pollock, M.L., Risch, E.D., Langer, H., Fulton, M., Leggett, S.H., Graves, J.E.: Lumbar strengthening in chronic back pain patients: psychological and physiological benefits. Paper presented at the American Psychological Association (APA) Meeting, August 1990.
- (23) Traue, H.C., Kessler, M.: Myogene Schmerzen. Zeitschrift für Medizinische Psychologie 1 (1992), 10-22.
- (24) Traue, H.C., Kessler, M., Cram, J.R.: EMG-topography and pain distribution in pre-chronic back pain. Int. J. Psychosom. 39 (1992), 18-27.
- (25) Turk, D.C., Flor, H.: Etiological theories and treatments for chronic back pain. II Psychological models and intervention. Pain 19 (1984), 209-233.
- (26) Turner, J.A.: Comparison of Group progressive-relaxation training and cognitive-behavioral therapy for chronic low back pain. J. Consult. Clin. Psychol. 50 (1982), 757-765.
- (27) Waddell, G.: Biopsychosocial analysis of low back pain. Clin. Rheumatol. 6 (1992), 523-557.
- (28) Wolf, S.L., Basmajian, J.V.: Assessment of paraspinal electromyographic activity in normal subjects and chronic back pain patients using a muscle biofeedback device. In: Asmussen, E., Jorgenson, K. (Eds.): International series on biomechanics (Vol.6B). University Park Press, Baltimore (1978), 319-324.
- (29) Wood, K.M.: New approaches to treatment of back pain. West J. Med. 130 (1979), 384-398.

Diese Untersuchung wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG, Tr 233/4-1, 2) und der AOK Ulm durchgeführt. Wir danken den Patienten für ihre Mitarbeit und den Mitarbeitern des Sport und Gesundheitspark Ulm für ihr unermüdliches Engagement. An dieser Stelle danken wir den Mitarbeitern des Rehabilitationsklinikums Ulm (Leiter: Prof. Dr. med. W. Puhl) für die orthopädische Untersuchung der Patienten.

**Anschrift für die Autoren:**  
Dr. rer. biol. hum. Manfred Kessler  
Universität Ulm  
Abt. für Med. Psychologie  
Am Hochsträß 8  
89081 Ulm/Donau  
Tel.: 0731/502-5612