

Schmerz
<https://doi.org/10.1007/s00482-018-0353-z>

© Der/die Autor(en) 2019



CrossMark

G. Müller¹ · M. Pfänder^{2,3} · L. Lyssenko⁴ · M. Giurgiu^{4,5} · M. Clement³ · A. Kaiserauer³ · M. Heinzel-Gutenbrunner⁶ · K. Bös⁵ · T. Kohlmann⁷

¹ Fachbereich Produktmanagement, AOK Baden-Württemberg, Bruchsal, Deutschland

² Abteilung Allgemeinmedizin und Versorgungsforschung, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

³ Fachbereich Gesundheitsförderung, AOK Baden-Württemberg, Stuttgart, Deutschland

⁴ Institut für Psychiatrische und Psychosomatische Psychotherapie, Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland

⁵ Institut für Sport und Sportwissenschaft, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland

⁶ MH Statistikberatung, Marburg, Deutschland

⁷ Methoden der Community Medicine, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Greifswald, Deutschland

Welche Bedeutung haben physische Leistungssteigerungen, Alter, Geschlecht und Trainingsumfang für die Wirksamkeit eines Rückentrainings?

Unspezifische Rückenschmerzen stellen in Industrienationen ein weitverbreitetes sozioökonomisches Problem dar, das durch körperliches Training wirksam behandelt werden kann. Körperliche Trainingsprogramme zur Reduzierung der Rückenschmerzen zielen überwiegend auf physische Leistungssteigerungen der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur ab, obwohl die Bedeutung physischer Leistungssteigerungen für den Schmerzrückgang unklar ist. Eine bedeutende Anzahl von Arbeiten kommt sogar zu dem Schluss, dass zwischen physischen Leistungssteigerungen und Schmerzrückgang kein Zusammenhang besteht [14, 23]. Die Diskussion zu dieser Fragestellung hält an. In dieser zweijährigen Multicenterstudie wird daher die Bedeutung von Trainingsumfang, physischen Leistungssteigerungen, Alter und Geschlecht bei 1395 Menschen mit Rückenbeschwerden untersucht.

Hintergrund und Fragestellung

Rückenschmerzen verursachen die meisten verlorenen gesunden Lebensjahre („years lived with disability“) aller

Krankheitsbilder [26]. Sie sind mit einer Monatsprävalenz von weltweit 23 % und einer Lebenszeitprävalenz in Industrienationen von über 70 % ein bedeutendes sozioökonomisches Problem [1, 10]. Die genauen Ursachen unspezifischer Rückenschmerzen sind nicht bekannt [27].

Eine Vielzahl an interventionellen Studien und längsschnittlichen Untersuchungen zeigt, dass körperliches Training zur Behandlung von Rückenschmerzen wirkungsvoll ist [6, 8, 13, 22]. Bislang hat sich keine Trainingsform als eindeutig überlegen erwiesen und der Wirkmechanismus körperlichen Trainings in der Schmerzreduktion ist unklar [2, 3, 6, 8].

Dennoch stehen traditionell bei vielen Trainingsmaßnahmen nach wie vor physische Leistungssteigerungen im Vordergrund – basierend auf der Annahme, dass zwischen dem gleichzeitigen Auftreten der Stärkung oder Flexibilisierung der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur und der Schmerzreduktion ein kausaler Zusammenhang besteht [4, 7, 9, 18, 21]. Diese Annahme wird jedoch von einer substanziellen Anzahl von empirischen Studien infrage gestellt: Steiger

und Kollegen (2012) kommen in ihrem systematischen Review über 16 Studien mit insgesamt 1476 Probanden zu dem Schluss, dass überwiegend kein Zusammenhang zwischen der Verbesserung der Muskelfunktion und dem Therapieerfolg nachgewiesen werden konnte [23]. Allerdings weisen die eingeschlossenen Studien vorwiegend geringe Fallzahlen auf und untersuchten den Zusammenhang nur korrelativ über kurze Zeiträume hinweg.

In dieser Längsschnittuntersuchung über zwei Jahre soll an einer großen Versorgungsstichprobe mit modernen statistischen Methoden überprüft werden, welchen Einfluss Alter, Geschlecht, Trainingsumfang und physische Leistungssteigerung auf die Reduktion der Rückenbeschwerden haben. Das evaluierte und standardisierte Trainingsprogramm für Menschen mit Rückenbeschwerden wird von der AOK Baden-Württemberg, einer großen deutschen gesetzlichen Krankenversicherung, seit 2005 an 39 Standorten angeboten und jährlich von rund 30.000 Versicherten genutzt [17].

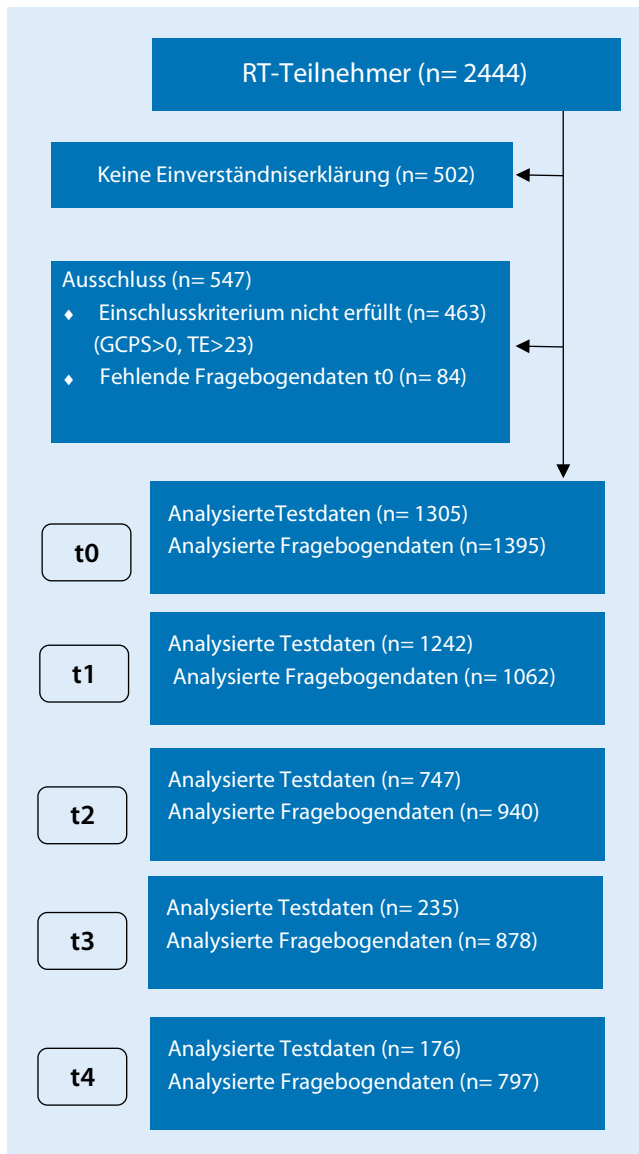


Abb. 1 ◀ Fragebogenrückmeldungen/ Testdaten (Kraft-, Mobilitäts- und Kraftverhältnisse, Anzahl Trainingseinheiten) und Ausschlüsse zu den jeweiligen Messzeitpunkten. *RT* Rückentraining, *GCPs* Graded Chronic Pain Status, *TE* Trainingseinheit

Messzeitpunkten wurden die Untersuchungsteilnehmer befragt und getestet (t0 bis t4; jeweils im Abstand von einem halben Jahr).

Rückentraining

Das multimodale RT beinhaltet dynamisches Krafttraining der Rumpfstabilisatoren und der Nackenmuskulatur, funktionsgymnastische Übungen, Stretching und ergonomisches Verhaltenstraining zu wirbelsäulengerechtem Sitzen sowie Arbeits- und Hebetechiken. Ziele des Trainings sind der Abbau von muskulären Dysbalancen, Durchblutungssteigerungen der Muskel-/Gelenkstrukturen sowie die Steigerung von Kraft und Beweglichkeit von Rumpfstabilisatoren und Nackenmuskulatur. Das Programm eines Halbjahrs umfasst 36 einstündige Trainingseinheiten über einen Zeitraum von 24 Wochen. In den ersten 12 Wochen wird zweimal pro Woche trainiert (Basistraining in vier Phasen, **Tab. 1**), danach einmal pro Woche (Erhaltungstraining). Dieses Programm konnte von den Probanden bei Bedarf mehrfach durchlaufen werden. Vor Beginn und jeweils nach dem Basis- und Erhaltungstraining wird eine biomechanische Funktionsanalyse der Wirbelsäule durchgeführt (s. „Physische Leistungstests“). Beweglichkeit und Maximalkraft der Rumpfstabilisatoren werden an den Trainingsmaschinen gemessen und in Relation zu alters- und geschlechtsspezifischen Normwerten gesetzt [5]. Das resultierende Stärken-/Schwächenprofil fließt in die Trainingsplanung ein.

Beim Basistraining wird an fünf Trainingsmaschinen (DAVID® F110, 120, 130, 140, 150; Health Solutions, Helsinki, Finnland) je ein Trainingssatz absolviert, wobei die Trainingsintensität auf Basis der Maximalkraftergebnisse („maximum voluntary contraction“ [MVC]) berechnet wird. Beim Wechsel der Trainingsmaschine wird jeweils die gerade trainierte Muskulatur gedehnt. Für den Transfer auf Alltagsbedingungen wird ab der 13. Einheit ein Heimtrainingsprogramm mit funktionsgymnastischen Übungen erlernt, das durch ein Trainingshandbuch (alternativ DVD) und Informationen zu rückengerechtem

Methoden

Studiendesign und Stichprobe

Die Untersuchung wurde im Rahmen einer zweijährigen Multicenterstudie zur Wirksamkeit eines multimodalen Rückentrainings (RT) in der Versorgungsforschung durchgeführt, zu der ein positives Votum der Ethikkommission der Universität Greifswald vorliegt (ID 33/08). Das Rückentraining richtet sich an Versicherte der AOK Baden-Württemberg, denen vom behandelnden Arzt ein Rezept oder eine Präventionsempfehlung aufgrund eines Wirbelsäulensyndroms mit erheblicher Symptomatik ausgestellt wurde. Kontraindikationen

sind Rückenerkrankungen im akuten Stadium sowie Erkrankungen, die ein körperliches Training ausschließen. Alle Personen, die zwischen 01.10.2007 und 31.03.2008 am Rückentraining teilnahmen, wurden zur Evaluationsstudie eingeladen ($N=2444$).

Für die vorliegende Fragestellung wurden Personen ausgeschlossen, die keine Schmerzen oder Einschränkungen berichteten (Graded Chronic Pain Status [GCPs] < 1) und/oder an weniger als 24 der 36 Trainingseinheiten (TE) des Trainingsprogramms (66%) teilgenommen hatten. Von den 2444 angefragten RT-Teilnehmern konnten so 1395 Untersuchungsteilnehmer in die Untersuchung einbezogen werden (**Abb. 1**). Zu fünf

Verhalten in Alltag und Beruf unterstützt wird. Das Heimtraining soll nach Abschluss des Trainings selbstständig fortgeführt werden, um die erzielten Verbesserungen zu erhalten.

Messinstrumente

In der Befragung wurde der Chronic Pain Grade Questionnaire (CPGQ) eingesetzt [12]. Der Fragebogen beinhaltet drei Fragen zur Schmerzintensität (aktuelle, höchste, durchschnittliche), drei Fragen zur Funktionseinschränkung (Alltag, Freizeit, Beruf) – jeweils auf einer Rating-Skala von 0 bis 10 – und eine Frage zur Anzahl der Tage innerhalb der letzten sechs Monate, an denen aufgrund der Schmerzen keine alltäglichen Aktivitäten möglich waren. Klassischerweise wird auf dieser Basis der GCPS gebildet: Bei Grad 0 werden weder Schmerzen noch Einschränkungen berichtet; die Grade 1 und 2 verweisen auf eine niedrige bzw. hohe Schmerzintensität ohne bedeutsame Auswirkung auf die Funktionsfähigkeit; bei den Graden 3 und 4 liegen mittlere bzw. starke schmerzbedingte Funktionseinschränkung vor. Da die Eingruppierung über die Dimensionen Schmerz und Funktion mit nur fünf Abstufungen nach den Ergebnissen von Schmidt et al. [20] kritisch zu sehen ist und in einer explorativen Faktorenanalyse unserer Daten ebenfalls nur ein Faktor einen Eigenwert >1 aufwies, wurden die Rückenbeschwerden für diese Untersuchung über die Mittelwerte aus den drei Funktions- und den drei Schmerzitems operationalisiert und so ein Back Pain Function Score (BPFS) gebildet (Rating-Skala von 0 bis 10).

Physische Leistungstests

Die physischen Leistungstests zu Mobilität, Kraft und Kraftverhältnis wurden an denselben fünf Trainingsmaschinen ermittelt, an denen das Rückentraining durchgeführt wurde [11]. Voraussetzung für die Testdurchführung waren initiale Blutdruckwerte unterhalb von 160/100 mm Hg sowie eine fünfminütige Aufwärmphase.

Die Mobilitätstests (in Grad) umfassten jeweils Flexion/Extension, La-

Schmerz <https://doi.org/10.1007/s00482-018-0353-z>
© Der/die Autor(en) 2019

G. Müller · M. Pfänder · L. Lyssenko · M. Giurgiu · M. Clement · A. Kaiserauer · M. Heinzl-Gutenbrunner · K. Bös · T. Kohlmann

Welche Bedeutung haben physische Leistungssteigerungen, Alter, Geschlecht und Trainingsumfang für die Wirksamkeit eines Rückentrainings?

Zusammenfassung

Hintergrund. Aktives Rückentraining kann Rückenbeschwerden wirksam reduzieren, es ist jedoch unklar, welche Wirkmechanismen für diesen Rückgang verantwortlich sind.

Fragestellung. Welche Bedeutung haben Trainingsumfang, muskuläre Leistungssteigerung, Alter und Geschlecht für die Wirksamkeit eines multimodalen Rückentrainings?

Material und Methoden. Im Rahmen einer Multicenterstudie (39 Standorte) über 24 Monate durchliefen 1395 Menschen (Durchschnittsalter 46,9 [standard deviation (SD) \pm 12,3] Jahre, 65 % Frauen) mit Rückenbeschwerden ein multimodales Rückentrainingsprogramm. Zu Beginn des Programms sowie nach 6, 12, 18 und 24 Monaten wurden Rückenbeschwerden und physische Leistungsfähigkeit in Kraft, Mobilität und bilateralen Kraftverhältnissen der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur gemessen.

Ergebnisse und Diskussion. Die Teilnehmer trainierten im Durchschnitt 41,0 (SD \pm 17,8) Trainingseinheiten à 60 min und steigerten

sich im Vergleich zu den alters- und geschlechtsspezifischen Referenzwerten von Menschen ohne Rückenbeschwerden in der Kraft um 28,1 %-Punkte, in der Mobilität um 14,7 %-Punkte und im Kraftverhältnis um 6,5 %-Punkte. Die Rückenbeschwerden reduzierten sich um 37,5 %. Der Rückgang der Rückenbeschwerden wurde zu 70 % durch den Trainingsumfang und zu 30 % durch die physischen Leistungssteigerungen erklärt. Das Geschlecht hatte keine und das Alter nur eine marginale Auswirkung auf den Trainingseffekt.

Schlussfolgerung. Physische Leistungssteigerungen wirken sich positiv auf die Reduzierung der Rückenbeschwerden aus. Die Anzahl der Trainingseinheiten ist für den Rückgang der Rückenbeschwerden jedoch von deutlich höherer Relevanz.

Schlüsselwörter

Rückenschmerzen · Krafttraining · Kraft · Physische Fitness · Versorgungsforschung

What influence do increased physical performance, age, sex and training frequency have on the effectiveness of back training?

Abstract

Background. Active exercising can effectively reduce low back pain but the mechanisms of action are still unclear.

Objective. What are the influences of training frequency, increased physical performance, age and gender on the effectiveness of a multimodal back training?

Material and methods. A total of 1395 persons with back pain (mean age 46.9 ± 12.3 years, 65% female) took part in a multimodal back training over 24 months in the context of a multicenter study (39 locations). Back pain, physical capacity of strength, mobility and bilateral strength ratio of the spine stabilizing muscles were measured at the beginning of the training and after 6, 12 and 18 months.

Results and discussion. The participants trained on average for 41.0 (SD \pm 17.8) 60-min training units. This resulted in an increase

of strength (28.1%), mobility (14.7%) and strength ratio (6.5%) compared to an age and gender-matched cohort without back pain. Back pain was reduced by 37.5%. The reduction in back pain can be ascribed to the training frequency by 70% and to increased physical performance by 30%. Age only marginally influenced the effect of training, while gender had no significant effect.

Conclusion. Increases in physical performance have positive effects on the reduction of back pain but the number of training sessions was shown to be more relevant in the reduction of low back pain.

Keywords

Back pain · Resistance training · Muscle strength · Physical fitness · Health services research

Tab. 1 Phasen des RT

Phase	Woche	Anzahl TE pro Woche	Trainingsintensität (MVC)	Wiederholungen
Orientierungsphase	1–4	2	<30 %	35
Anpassungsphase	5–6	2	40–60 %	25
Kräftigungsphase	7–9	2	70–80 %	15
Optimierungsphase	10–12	2	80–90%/40–60% ^a	12/30
Erhaltungsprogramm	13–24	1	1. Satz: 30–40 %	30
			2. Satz: 80–90 %	12

MVC maximum voluntary contraction

^aWöchentlicher Wechsel der Trainingsintensität

Tab. 2 Standardisierte Messpositionen bei isometrischen Drehmomentmessungen LWS/BWS

Bewegungsebene	Bewegungsrichtung	Grad
Sagittal	Extension	30
	Flexion	0
Frontal	Lateralflexion links	–30
	Lateralflexion rechts	30
Transversal	Rotation links	–30
	Rotation rechts	30

LWS/BWS Lenden-/Brustwirbelsäule

Tab. 3 Soziodemografische Daten der Untersuchungsteilnehmer

<i>Alter/Geschlecht</i>	
Alter, MW (SD)	46,9 (12,3)
Frauen (%)	65,0
<i>Ausbildung (%)</i>	
Hauptschule/mittlere Reife ohne Berufsausbildung	18,3
Hauptschule/mittlere Reife mit Berufsausbildung	68,6
Abitur ohne Berufsausbildung	1,2
Abitur mit Berufsausbildung	5,5
Abschluss einer Fachhochschule	2,4
Hochschul-/Universitätsabschluss	3,9
<i>Rückenschmerzen</i>	
Aktuelle Rückenschmerzen (0–10), MW (SD)	4,1 (2,2)
Durchschnittliche Rückenschmerzen (0–10), MW (SD)	4,9 (1,9)
Höchste Rückenschmerzen (0–10), MW (SD)	6,9 (2,0)
Beeinträchtigung der Freizeit (0–10), MW (SD)	3,8 (2,4)
Beeinträchtigung der täglichen Aktivitäten (0–10), MW (SD)	3,7 (2,3)
Beeinträchtigung des Berufslebens (0–10), MW (SD)	3,8 (2,4)
Keine üblichen Aktivitäten mehr möglich (Tage), MW (SD)	19,3 (37,4)
GCPS 1 (%)	34,1
GCPS 2 (%)	30,3
GCPS 3 (%)	23,9
GCPS 4 (%)	11,6
BPFS (MW (SD))	4,5 (1,8)

MW Mittelwert, SD „standard deviation“ (Standardabweichung)

teralflexion sowie Rotation von Hals-, Lenden- und Brustwirbelsäule (HWS, LWS, BWS), wobei Lateralflexionen und Rotationen bilateral getestet wurden. Es wurden insgesamt 12 Mobilitätstests durchgeführt (sechs HWS-Tests, sechs LWS/BWS-Tests). Die Probanden wurden aufgefordert, langsam aus der 0 Grad-Position die ihnen maximal mögliche Bewegungsamplitude zu erreichen. Ausgewertet wurde jeweils der bessere von zwei Versuchen.

Für die isometrischen Maximalkrafttests wurden die Bewegungsarme der einzelnen Systeme in standardisierten und exakt definierten Positionen mechanisch verriegelt (Tab. 2). Jedem Maximalkrafttest ging ein submaximaler Versuch voraus, um sich mit dem Bewegungsablauf vertraut zu machen. Beim Maximalkrafttest motivierten die Testleiter die Probanden durch Zuruf von „Druck, Druck, Druck“, innerhalb von fünf Sekunden maximalen Druck gegen die Maschinenarme aufzubauen. Sowohl die LWS als auch die BWS wurde in den drei Ebenen sagittal, frontal und transversal getestet (LWS/BWS: Extension/Flexion, Lateralflexion links/rechts, Rotation links/rechts). In die Analyse der Maximalkrafttests wurden jedoch nur Lenden- und Brustwirbelsäule (LWS/BWS) einbezogen, da der Test der Halswirbelsäule (HWS) häufig aufgrund von Schmerzen ausgelassen wurde.

Die drei analysierten Kraftverhältniswerte wurden anhand der Relationen der Maximalkraftwerte (in Newtonmeter) von Flexion/Extension (LWS/BWS) und der Werte der linken und rechten Körperseite bei Lateralflexion und Rotation berechnet.

Final wurden Dimensionsergebnisse in Kraft, Mobilität und Kraftverhältnis auf Basis der prozentualen Abweichungen von Referenzwerten beschwerdefreier Menschen in den jeweiligen Tests gebildet, die differenziert nach Alter und Geschlecht in der Software der Trainingsmaschinen hinterlegt sind [5]. Für die Dimension Kraft ist der bestmögliche Wert 0 % Abweichung vom Referenzwert. Dieser Wert ist bei den bilateralen Mobilitätstests bei gleichen Kraftwerten gegeben und beim Kraftverhältnis Flexion/

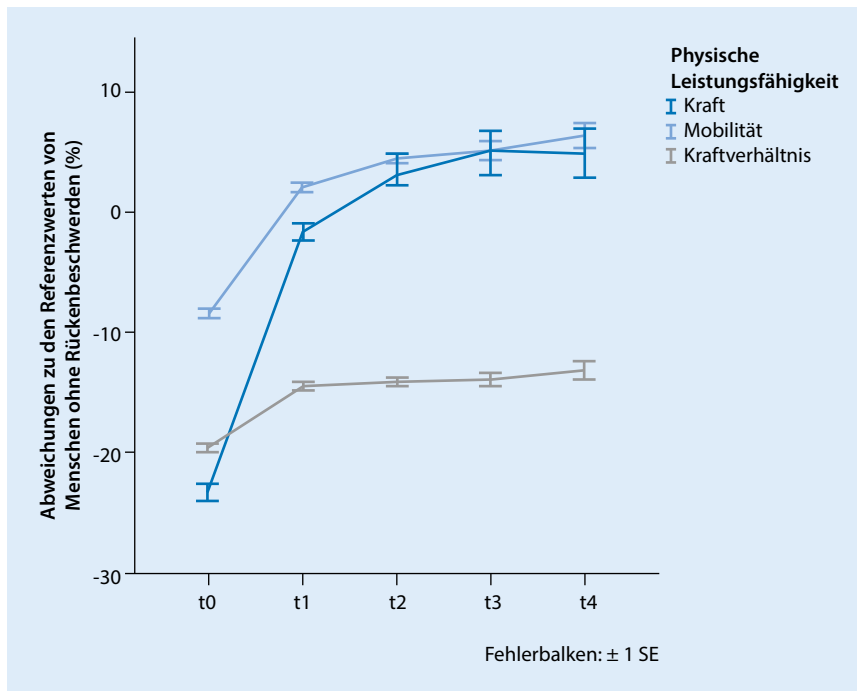


Abb. 2 ▲ Entwicklung der physischen Leistungsfähigkeit

Extension LWS/BWS bei einem Wert von 0,5 bis 0,7 je nach Referenzwert (Männer 0,6–0,7, Frauen 0,5–0,55; [28]).

Datenauswertung

Die Analyse erfolgte mit einem hierarchischen linearen Modell (HLM) mit „random intercept“ und „slope“, als Intention-to-treat-Ansatz; d. h., auch unvollständige Datensätze gingen in die Analyse ein. Dabei handelt es sich um die empfohlene Methode bei Längsschnittstudien mit unvollständigen Daten [25]. Als abhängige Variable wurde der BPFS gewählt. Als unabhängige Variablen gingen die kumulierten Trainingseinheiten, Geschlecht, Alter, Mobilität, Kraft und Kraftverhältnis in das Modell ein. Die Variablen wurden zentriert, um eine mögliche Multikollinearität zu verringern und die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern. Die Korrelationen der unabhängigen Variablen waren durchgängig $< 0,4$. Abhängige Stichproben wurden mit dem t-Test für abhängige Stichproben geprüft. Das Signifikanzniveau wurde auf 5 % festgelegt. Die statistischen Analysen wurden mit IBM SPSS Release 24 durchgeführt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 1395 Personen im durchschnittlichen Alter von 46,9 Jahren ($SD \pm 12,3$) in die Untersuchung einbezogen (65 % weiblich; ■ Tab. 3). Zu Beginn des Trainings berichteten 35,6 % der Stichprobe über mittlere bis starke schmerzbedingte Funktionseinschränkungen (GCPS > 2 ; ■ Tab. 3). Durchschnittlich absolvierten die Probanden 41 ($SD \pm 17,8$) Trainingseinheiten. Nach zwei Jahren (t4) war der BPFS durchschnittlich um 37,5 % zurückgegangen und die physische Leistungsfähigkeit hatte in Kraft (28,1 %-Punkte), Mobilität (14,7 %-Punkte) und Kraftverhältnis (6,5 %-Punkte) im Vergleich zu den gruppenspezifischen Referenzwerten (Gruppenmittelwerte nach Alter und Geschlecht von Menschen ohne Rückenbeschwerden) signifikant zugenommen (■ Abb. 2; ■ Tab. 4). In Mobilität und Kraft lagen die Werte zum Untersuchungsende oberhalb der Referenzwerte (Gruppenmittelwerte nach Alter und Geschlecht von Menschen ohne Rückenbeschwerden), beim Kraftverhältnis noch 13,2 %-Punkte unterhalb (■ Tab. 4).

Im HLM für den Messzeitpunkt (MZP) direkt nach der Hauptinterven-

tionsphase (t0–t1) hatten die initialen Rückenbeschwerden, das Alter der Probanden, der Trainingsumfang sowie die Zunahme der Kraft einen signifikanten Einfluss auf die Reduktion der Rückenbeschwerden (BPFS, ■ Tab. 5). Diese Effekte blieben bis zum letzten MZP nach zwei Jahren (t0–t4) stabil. Zusätzlich zeigte sich im HLM t0–t4 eine signifikante Wirkung der physischen Leistungssteigerungen in Mobilität ($\beta_{\Delta \text{Mobilität } t4} = -0,011 \pm 0,005$, $t = -2,247$, $p = 0,029$) und Kraftverhältnis ($\beta_{\Delta \text{Kraftverhältnis } t4} = -0,008 \pm 0,004$, $t = -2,074$, $p = 0,044$).

Der stärkste Effekt wurde zu beiden MZP mit dem Trainingsumfang selbst erzielt: Die 41 Trainingseinheiten des Durchschnittsprobanden reduzierten den BPFS zu t4 um $-1,2$ ($\beta_{\text{Trainingseinheiten } t4} = -0,029 \cdot 41$; ■ Abb. 3). Dies entspricht 70 % der Gesamtreduktion BPFS von t0 zu t4 in Höhe von 1,7 BPFS (BPFS t0: 4,53, t4: 2,83; ■ Tab. 4). Der Effekt des Trainings stieg mit der Höhe der initialen Rückenbeschwerden ($\beta_{\text{Trainingseinheiten} \cdot \text{BPFS } t0} = -0,013 \pm 0,001$, $t = -11,66$, $p < 0,001$). Kontrolliert für Alter, Geschlecht und Ausgangswert der jeweiligen physischen Leistungsfähigkeit hatte der Trainingsumfang auf alle drei physischen Parameter einen signifikanten Effekt: Kraft ($\beta_{t4} = -0,693 \pm 0,018$, $t = 38,611$, $p < 0,001$), Mobilität ($\beta_{t4} = 0,321 \pm 0,008$, $t = 38,737$, $p < 0,001$), Kraftverhältnis ($\beta_{t4} = 0,154 \pm 0,011$, $t = 14,129$, $p < 0,001$).

Insgesamt erzielten zu t4 die physischen Leistungssteigerungen 30 % der Gesamtreduktion des BPFS in Höhe von 0,5 BPFS. Dabei zeigte die durchschnittliche Kraftsteigerung mit 17,8 % die stärkste Wirkung ($\beta_{\Delta \text{Kraft } t4} = -0,011 \cdot 28,1 = -0,31$), gefolgt von der Mobilitätssteigerung mit 9,7 % ($\beta_{\Delta \text{Mobilität } t4} = -0,011 \cdot 14,7 = -0,17$) und der Verbesserung des Kraftverhältnisses mit 2,9 % ($\beta_{\Delta \text{Kraftverhältnis } t4} = -0,008 \cdot 6,5 = -0,05$).

Diskussion

In dieser Arbeit wurde der Einfluss verschiedener Variablen auf die beschwerdenreduzierende Wirkung eines multimodalen Rückentrainings untersucht. Insgesamt wirkte das Training sowohl beschwerdenreduzierend ($-37,5$ % BPFS)

Tab. 4 BPFS, physische Leistungsfähigkeit (Abweichungen zu den Referenzwerten von Menschen ohne Rückenbeschwerden in %) und Trainingsumfang im Zeitverlauf

	t0		t1		t2		t3		t4		t4/t0	p ^a
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	Δ MW	
BPFS	4,53	1,76	3,05	1,81	2,94	1,92	2,85	1,87	2,83	1,98	-37,5 %	<0,001
Mobilität	-8,47	13,05	1,99	12,58	4,37	12,78	4,99	12,39	6,25	13,22	14,7 %-Punkte	<0,001
Kraft	-23,36	20,27	-1,75	21,30	2,99	21,07	4,86	24,09	4,70	23,55	28,1 %-Punkte	<0,001
Kraftverhältnis	-19,76	11,90	-14,57	10,00	-14,22	8,44	-13,97	7,44	-13,22	8,21	6,5 %-Punkte	<0,001
Anzahl TE	0,00	0,00	26,97	7,71	7,60	9,27	3,55	7,15	2,91	6,72	-	-

MW Mittelwert, SD „standard deviation“

^at-Test für abhängige Stichproben t4/t0

Tab. 5 Ergebnisse des hierarchischen linearen Modells (HLM) t0–t1 (abhängige Variable BPFS, unabhängige Variablen zentriert)

	Parameter	β-Koeffizient	SE	t-Wert	p	Konfidenzintervall 95 %	
						Untergrenze	Obergrenze
α	„Intercept“	3,155942	0,062153	50,777	<0,001	3,032474	3,279409
β1	Alter	0,013903	0,004085	3,403	0,001	0,005782	0,022024
β2	Geschlecht	-0,099608	0,099578	-1,000	0,320	-0,297538	0,098322
β3	BPFS t0	0,56553	0,028272	20,003	<0,001	0,509334	0,621727
β4	Trainingseinheiten kumuliert	-0,042072	0,003928	-10,711	<0,001	-0,049873	-0,03427
β5	Steigerung Mobilität	-0,003368	0,005856	-0,575	0,567	-0,015007	0,008271
β6	Steigerung Kraft	-0,007991	0,003347	-2,388	0,019	-0,014642	-0,001341
β7	Steigerung Kraftverhältnis	-0,007233	0,003941	-1,835	0,070	-0,015056	0,000591
β8	Trainingseinheiten*Alter	0,000485	0,000189	2,561	0,012	0,000109	0,000861
β9	Trainingseinheiten*Geschlecht	-0,002716	0,004602	-0,590	0,556	-0,011857	0,006424
β10	Trainingseinheiten*BPFS t0	-0,015168	0,001310	-11,579	<0,001	-0,017769	-0,012566

Abhängige Variable: BPFS

SE „Standard error“ (Standardfehler)

als auch leistungssteigernd (+28,1 %-Punkte Kraft, +14,7 %-Punkte Mobilität, +6,5 %-Punkte Kraftverhältnis). Die Reduktion der Rückenbeschwerden und die Höhe der Leistungssteigerungen waren damit ähnlich ausgeprägt wie in vergleichbaren Untersuchungen [5, 14, 24].

In der Wirkfaktorenanalyse wies der Trainingsumfang den stärksten Einfluss auf die Reduktion der Rückenbeschwerden auf. Zwei Jahre nach Beginn des Trainings konnten durch die Anzahl der absolvierten Trainingseinheiten 70 % der Reduktion der Rückenbeschwerden erklärt werden, während die physischen Leistungssteigerungen nur 30 % zur Reduktion beitrugen. Ähnlich wie in vorherigen Studien profitierten Männer und Frauen gleichermaßen von dem absolvierten Training und es zeigte sich ein gering ausgeprägter statistisch signifikanter Effekt des Alters [16].

Diese Ergebnisse bestätigen den Befund, dass es sich bei den physischen Leistungssteigerungen nicht um den stärksten Wirkfaktor von körperlichem Training bei Rückenbeschwerden handelt. Im Gegensatz zur Mehrzahl der von Steiger und Kollegen (2012) zusammengefassten Studien ist die objektive Leistungssteigerung in der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht bedeutungslos: Zum einen hatte der Trainingsumfang auch kontrolliert für Alter, Geschlecht und initiale Rückenbeschwerden einen signifikanten Einfluss auf die Leistungssteigerungen; zum anderen trug insbesondere die Zunahme von Kraft ebenfalls zur Reduktion der Rückenbeschwerden bei – wenn auch in geringerem Ausmaß als der Trainingsumfang. Wahrscheinlich wird die Wirkung des Trainingsumfangs – also der Zeit, welche die Teilnehmer insgesamt körperlich trainiert haben – von einer Reihe anderer Faktoren vermittelt,

die in der vorliegenden Untersuchung nicht erfasst wurden: In der Literatur werden unter anderem eine verringerte Schmerzwahrnehmung durch Enkephalin- und Endorphinausschüttungen sowie ein beschleunigter Heilungsprozess durch Stoffwechsel- und Durchblutungssteigerungen diskutiert [6, 13, 19]. Auch eine Interaktion mit kognitiven und emotionalen Prozessen wird angenommen, da durch die Konfrontation mit dem Schmerz im Training und die Erfahrung schmerzfreier Bewegung schmerzbedingtes Vermeidungsverhalten zurückgeht [15, 19].

Stärken und Limitationen der Untersuchung

Zu den Stärken dieser Untersuchung gehört neben der hohen Anzahl der Untersuchungsteilnehmer und dem langen Untersuchungszeitraum vor allem das statistische Verfahren (HLM), das

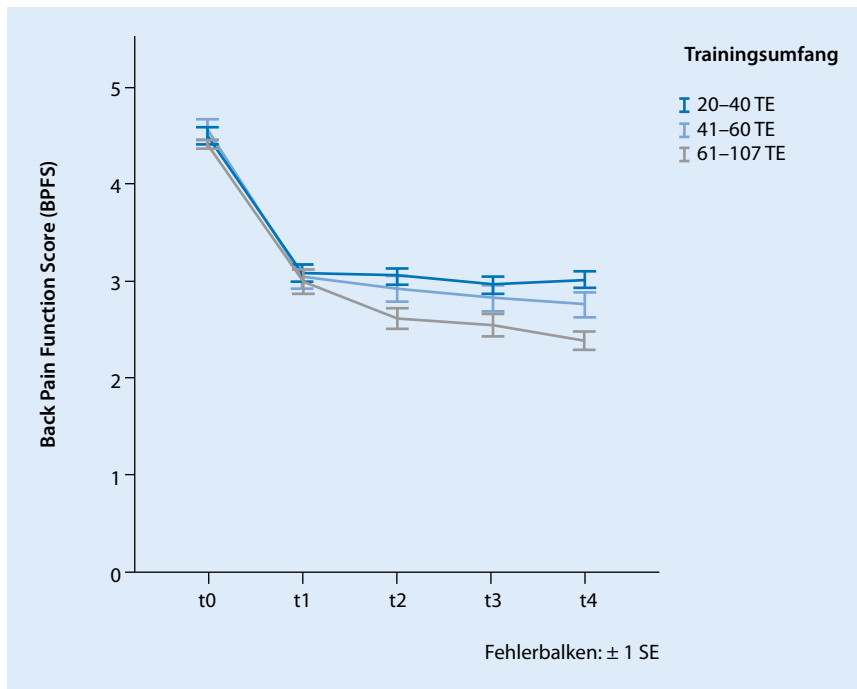


Abb. 3 ▲ Verlauf Back Pain Function Score nach Trainingsumfang. TE Trainingseinheiten

eine differenzierte Analyse der Effekte ermöglicht und auf Untersuchungen mit Datenverlusten ausgelegt ist. Eine zentrale Limitation stellt der hohe Verlust von Studienteilnehmern bei den objektiven Leistungstests in der Zweijahreskatamnese dar. Die fehlenden Werte werden jedoch im HLM berücksichtigt, sodass die Ergebnisse zwischen dem ersten Messzeitpunkt, als noch nahezu alle Informationen zu Rückenbeschwerden (76%) und physischer Leistungsfähigkeit (95%) vorlagen und der Zweijahreskatamnese keine grundlegenden Unterschiede aufweisen. Kritisch ist außerdem anzumerken, dass zwar die beschwerdenreduzierende Wirkung des Trainings im Gesamtprojekt über eine Vergleichsgruppe kontrolliert wurde [17], jedoch keine Kontrolldaten zu den Effekten der objektiven physischen Leistungssteigerung erhoben werden konnten. Wie in der Diskussion dargestellt, wurden mögliche über das körperliche Training vermittelte Effekte, wie Enkephalin- und Endorphinausschüttungen, Stoffwechsel- und Durchblutungssteigerungen [6, 13, 19] und psychologische Mechanismen [15, 19], in dieser Studie nicht geprüft. Im Zentrum dieser Studie stand, zunächst einen Beitrag zur Klärung der

Bedeutung physischer Leistungssteigerungen für den Schmerzrückgang zu leisten.

Ausblick

Die Ergebnisse dieser Untersuchung weisen gemeinsam mit früheren Studien (vgl. [23]) deutlich darauf hin, dass bei Trainingsmaßnahmen zur Reduktion von Rückenschmerzen statt der Leistungssteigerung andere Trainingsziele in den Vordergrund gerückt werden sollten. Zukünftige Studien sollten interdisziplinär die psychisch-kognitive, psychosoziale, biopsychische und physische Wirkung von Rückentraining auf die Schmerzreduzierung prüfen, um die Bedeutung und Gewichtung der einzelnen Wirkmechanismen für eine gezielte Trainingssteuerung zu ermitteln.

Fazit für die Praxis

- Ein multimodales Rückentraining bestehend aus Kraft-, Beweglichkeits- und Ergonomietraining reduziert wirkungsvoll Rückenbeschwerden bei unterschiedlichen Beschwerdegraden.

- Die Reduzierung der Rückenbeschwerden wird überwiegend durch den Trainingsumfang erklärt.
- Bei der Entwicklung und Durchführung von Rückentrainingsprogrammen sollten neben den Kraft- und Mobilitätssteigerungen weitere Trainingsziele berücksichtigt werden.

Korrespondenzadresse



Dr. phil. G. Müller, PhD
 Fachbereich Produktmanagement, AOK Baden-Württemberg
 Bahnhofstraße 12,
 76646 Bruchsal, Deutschland
 gerhard.mueller@bw.aok.de

Förderung. Die Untersuchung wurde von der AOK Baden-Württemberg beauftragt und finanziert.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. G. Müller, M. Pfänder, M. Clement und A. Kaiserauer sind Mitarbeiter des Auftraggebers, der AOK Baden-Württemberg. M. Heinzel-Gutenbrunner und K. Bös erhielten Beratungshonorare. L. Lyssenko, M. Giurgiu und T. Kohlmann geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Andersson GB (1999) Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet* 354(9178):581–585
2. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F et al (2012) Non-specific low back pain. *Lancet* 379(9814):482–491
3. Burton AK (2005) How to prevent low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 19(4):541–555
4. Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB (2008) Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther* 12(1):22–30
5. Denner A (1999) Die Trainierbarkeit der Rumpf-, Nacken- und Halsmuskulatur von deconditionierten Rückenschmerzpatienten. *Manuelle Medizin* 37(1):34–39
6. Geneen LJ, Moore RA, Clarke Cet al (2014) Physical activity and exercise for chronic pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011279.pub3>

7. Gordon R, Bloxham S, Hrsq. A systematic review of the effects of exercise and physical activity on non-specific chronic low back pain. Multidisciplinary Digital Publishing Institute
8. Hayden J, van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW (2005) Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database of Syst Rev* 3:CD000335. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000335.pub2>
9. van Tulder HJA, Maurits W, Tomlinson G (2005) Systematic review: strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Ann Intern Med* 142(9):776–785
10. Hoy D, Bain C, Williams G et al (2012) A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum* 64(6):2028–2037
11. Kienbacher T, Paul B, Habenicht Ret al (2014) Reliability of isometric trunk moment measurements in healthy persons over 50 years of age. *J Rehabil Med* 46(3):241–249
12. von Korff M, Ormel J, Keefe FJ et al (1992) Grading the severity of chronic pain. *Pain* 50(2):133–149
13. Linton SJ, van Tulder MW (2001) Preventive interventions for back and neck pain problems: what is the evidence? *Spine* 26(7):778–787
14. Mannion AF, Dvorak J, Taimela S et al (2001) Increase in strength after active therapy in chronic low back pain (CLBP) patients: muscular adaptations and clinical relevance. *Schmerz* 15(6):468–473
15. Marshall PWM, Schabrun S, Knox MF (2017) Physical activity and the mediating effect of fear, depression, anxiety, and catastrophizing on pain related disability in people with chronic low back pain. *PLoS ONE* 12(7):e180788
16. Michalski D, Roick C, Hinz A (2007) Zusammenhang der Veränderungen psychologischer und subjektiv-beschwerdebezogener Parameter durch Training der Rumpfmuskulatur bei Rückenschmerzpatienten. *Manuelle Medizin* 45(3):175–182
17. Müller G, Pfänder M, Clement M et al (2018) Therapeutic and economic effects of multimodal back exercise. *J Rehabil Med* 51:61–70. <https://doi.org/10.2340/16501977-2497>
18. Norris C, Matthews M (2008) The role of an integrated back stability program in patients with chronic low back pain. *Complement Ther Clin Pract* 14(4):255–263
19. Pflingsten M (2003) Vermeidungsverhalten und Rückenschmerzen-Ansätze für neue therapeutische Wege? *Phys Med Rehabilitationsmed Kurortmed* 13(05):276–282
20. Schmidt CO, Raspe H, Kohlmann T (2010) Graded back pain revisited—Do latent variable models change our understanding of severe back pain in the general population? *Pain* 149(1):50–56
21. Searle A, Spink M, Ho A et al (2015) Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain. *Clin Rehabil* 29(12):1155–1167
22. Steffens D, Maher CG, Pereira LS et al (2016) Prevention of Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Intern Med* 2:1–10. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.7431>
23. Steiger F, Wirth B, de Bruin ED et al (2012) Is a positive clinical outcome after exercise therapy for chronic non-specific low back pain contingent upon a corresponding improvement in the targeted aspect (s) of performance? A systematic review. *Eur Spine J* 21(4):575–598
24. Taimela S, Härköpää K (1996) Strength, mobility, their changes, and pain reduction in active functional restoration for chronic low back disorders. *Clinical Spine. Surgery* 9(4):306–312
25. Verbeke G, Molenberghs G (2009) Linear mixed models for longitudinal data. Springer Science & Business Media, New York
26. Vos T, Barber RM, Bell B et al (2015) Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 386(9995):743–800
27. Wippert PM, Wiebking C (2016) Adaptation to physical activity and mental stress in the context of pain. *Schmerz* 30(5):429–436
28. Wydra G (2004) Zur Problematik von Normen in der Bewegungstherapie. *Z Physiother* 56:2280–2289