

## Der Einfluss neurologischer Einlagen nach Bourdiol auf die Rumpfhaltung

**Orthopädische Einlagen gehören zu den am häufigsten eingesetzten und vielseitigsten Hilfsmitteln in der Prävention und Therapie von Fußerkran- kungen. Dennoch galt ihnen in der wissenschaftlichen Diskussion bisher meist nur nachgeordnetes Interesse.**

In den letzten Jahren haben sich die Konzepte für den Einsatz von Einlagen erheblich verändert: wurden in der Vergangenheit Einlagen traditionell zur Bettung, Stützung und Korrektur, d. h. also zur statischen Kompensation und Prävention vorliegender Fehlformen eingesetzt, so treten neue Anwendungsgebiete unter dem Begriff „Stimulation“ in das Blickfeld. Einlagen sollen nun durch gezielte Modulation propriozeptiver Strukturen an der Fußsohle die Funktion der Haltung und des Ganges [7] beeinflussen. Eine mangelhafte sensomotorische Kontrolle des Haltungs- und Bewegungsapparats führt zu den unterschiedlichsten Beschwerdebildern – wird die Muskulatur aber durch bestimmte propriozeptive Reize spezifisch stimuliert, führt dies (so die Hypothese) zu einer deutlich verbesserten statomotorischen Kontrolle und Balance.

Die Wirksamkeit dieses Prinzips wurde bisher allerdings noch nicht überzeugend nachgewiesen. Entsprechend sind auch die Indikationen zur Verordnung der propriozeptiven Einlagen nur wenig spezifisch und sind bisher noch nicht in einem Diagnoseschema und einer Versorgungsempfehlung zusammengefasst worden.

Es gibt derzeit auf dem Markt eine Vielzahl propriozeptiver Einlagen, die sich in

Gestaltung und angestrebtem Wirkprinzip erheblich unterscheiden. Eines der ältesten Einlagenkonzepte ist das des französischen Neurologen R.-J. Bourdiol, der seine Einlagen seit 1970 einsetzt, um Schmerzen unterschiedlicher Ausprägung und Lokalisation durch gezielte Stimulation und Entspannung der plantaren Fußmuskulatur zu bekämpfen. Die Stimulation erfolgt über sog. Korrekturkeile – Einlagenelemente mit einer Aufbauhöhe von nur 1–3 mm (■ **Abb. 1**). Weil sie auf die Oberflächensensibilität der Fußsohle zielen, spricht Bourdiol von neurologischen Einlagen im Gegensatz zu mechanischen Einlagen.

Das entscheidende Kriterium zur Keilpositionierung ist für Bourdiol der Muskeltonus [1]. Er ist verantwortlich dafür, ob ein Patient als hypoton oder hyperton eingestuft wird. Entsprechend soll die Einlage den Muskeltonus erhöhen oder erniedrigen. Der Muskeltonus äußert sich nach Bourdiol in Haltung und Statik. Sie wird u. a. charakterisiert durch die Schwingung der Wirbelsäule in der Sagittalebene. Sie wird quantifiziert durch horizontale Abstandsmaße zu einer Lotlinie ähnlich dem Verfahren von Stagnara [11], (Flèche-Methode). Neugebauer [10] zeigte 1973, dass die Flèche-Maße in einem engen Zusammenhang mit dem Kyphose- und Lordosewinkel stehen.

Obwohl bisher eine große Anzahl von Versorgungsmitteln mit diesen Einlagen durchgeführt wurde, liegt keine systematische Untersuchung über deren Wirkungsweise vor. Auch wurden bislang keine allgemeingültigen Wirkungsmechanismen nachgewiesen.

Natrup et al. [9] haben systematische Variationen verschiedener Einlagenelemente nach Bourdiol untersucht. In dieser Studie wurden Einlagenelemente unterschiedlicher Stärken an differenten Stellen des Fußes angebracht und dann definierte Punkte im Rückenbereich analysiert. Insgesamt ist in der Untersuchung kein einfacher Zusammenhang erkennbar. Es werden in Einzelfällen Effekte beobachtet, allerdings ist eine systematische Aussage nicht möglich.

Die hier beschriebene Untersuchung stellt sich zur Aufgabe, die Hypothese zu überprüfen, dass die Einlagen nach Bourdiol einen nachweisbaren Einfluss auf die Wirbelsäulenschwingung haben. Das heißt, dass die Benutzung von Einlagen auf die sagittale Wirbelsäulenschwingung (insbesondere auf den Kyphose- und Lordosewinkel) einen nachweisbaren Effekt hat. Die Untersuchung erfolgt in Form einer Einfach-



**Abb. 1** ▲ Placeboeinlage (*links*) und neurologische Einlage nach Bourdiol mit medialem Kalkaneuskeil. Der Laserlichtschnitt verdeutlicht die unterschiedlichen Querprofile

Orthopäde 2006 · 35:1131–1136 DOI 10.1007/s00132-006-1013-z  
© Springer Medizin Verlag 2006

C. Müller-Gliemann · B. Drerup · N. Osada · H. H. Wetz  
**Der Einfluss neurologischer Einlagen nach Bourdiol auf die Rumpfhaltung**

### Zusammenfassung

Der französische Neurologe René-Jaques Bourdiol entwickelte in den 70er Jahren ein Einlagenkonzept, das durch Modulation der plantaren Oberflächensensibilität Einfluss auf die Haltung und Statik nehmen soll: durch gezielte Stimulation oder Entspannung der plantaren Fußmuskulatur mithilfe von Korrekturkeilen von 1–3 mm Aufbauhöhe soll ein entscheidender Effekt auf die Rumpfhaltung erfolgen.

Die vorliegende Studie untersucht den Effekt dieser sog. „neurologischen Einlagen“ auf die sagittale Schwingung der Wirbelsäule bei 20 Probanden. Dazu werden rasterstereographische Funktionsaufnahmen im Stand unter 4 verschiedenen Versorgungsbedingungen am selben Kollektiv durchgeführt: barfuß, Konfektionsschuhe, die gleichen Schuhe mit Placeboeinlagen und mit neurologischen Einlagen. Bei der Auswertung der rasterstereo-

graphischen Messserien wurde der Kyphosewinkel zwischen Th4 und Th12 gemessen, der Lordosewinkel wurde zwischen Th12 und S1 bestimmt. Die statistische Auswertung errechnete den t-Test für gepaarte Messwerte.

Es wurden keine signifikanten Änderungen im Sagittalprofil des Rückens gefunden. Zusätzliche Untersuchungen der Rumpfeigung zeigten einen geringen (0,38°) Unterschied in der habituellen Rumpfeigung zwischen der 3. und 4. Versorgungsbedingung, allerdings ist damit kein eindeutiger Nachweis der Wirksamkeit der Einlagen erbracht.

### Schlüsselwörter

Neurologische Einlagen · Rasterstereographie · Sagittalschwingung des Rückenprofils · Rumpfvorneigung

## The influence of proprioceptive insoles (Bourdiol) on the sagittal curvature and inclination of the trunk

### Abstract

Proprioceptive insoles rely on the concept of René-Jaques Bourdiol, a French neurologist. The aim is to modulate plantar surface sensibility and to influence posture and statics of patients: it is hypothesized that the effect of modified afferent sensory input through proprioceptive stimulation of terminal muscle chains will have either a relaxing or stimulating effect on the whole body, which may be realized by affecting the posture. Small pads with a thickness of typically 1–3 mm are embedded into the insole to provide a specific stimulation. In fitting the insoles selectively to the individual patient the effect of the insoles on the trunk posture is taken as a feedback.

This study investigates the influence of proprioceptive insoles on the sagittal curve in 20 selected patients. The protocol used a repeated measures research design. The measures of the sagittal curve were obtained using raster stereography. The four different

conditions were: (1) barefoot, (2) convenient shoes without the insoles, (3) the same shoes with a placebo insole, and (4) the same shoes with neurological insoles. Evaluation of raster stereographs provided the kyphotic angle between T4 and T12 and lordotic angle between T12 and S1. Statistical evaluation was performed with the t-test for paired measurements.

No significant differences were found in the sagittal profile. Only trunk inclination in normal posture was found to yield a significant difference (0.38°) between placebo and neurological insoles. However, no clear statement on the efficiency of neurological insoles can be made.

### Keywords

Neurological insoles · Raster stereography · Sagittal curve of back contour · Trunk inclination

blindstudie – d. h. dass der Untersuchte nicht weiß, ob er eine Einlage nach Bourdiol oder eine Placeboeinlage trägt. Die Studie beschränkt sich allein auf Haltungsuntersuchungen – es werden also nur Untersuchungen im Stand durchgeführt. Eventuelle Einflüsse durch den Gang, beispielsweise die in den verschiedenen Gangphasen unterschiedlich starken Reize, werden nicht berücksichtigt. Diese Beschränkung lässt sich damit rechtfertigen, dass die individuelle Anpassung der Einlagen ebenfalls im Stand durchgeführt wird, und dass für Haltungsuntersuchungen im Stand mit der Rasterstereographie ein hochpräzises Messinstrument und eine erprobte Auswerteprozedur [3, 4, 5, 6] zur Verfügung steht.

Die Fragen, die mit dieser Untersuchung beantwortet werden sollen, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Kann eine durch neurologische Einlagen bedingte Haltungsänderung mithilfe der Rasterstereographie objektiviert werden?
- Gibt es einen für alle Probanden gleichartigen Effekt auf die Sagittalschwingung oder hängt der Effekt von der Größe der Sagittalschwingung selbst ab?
- Gibt es objektiv messbare Kriterien zur Versorgung und lassen sich Versorgungsindikationen ableiten?

## Material und Methoden

### Messprotokoll

### Versuchsbedingungen

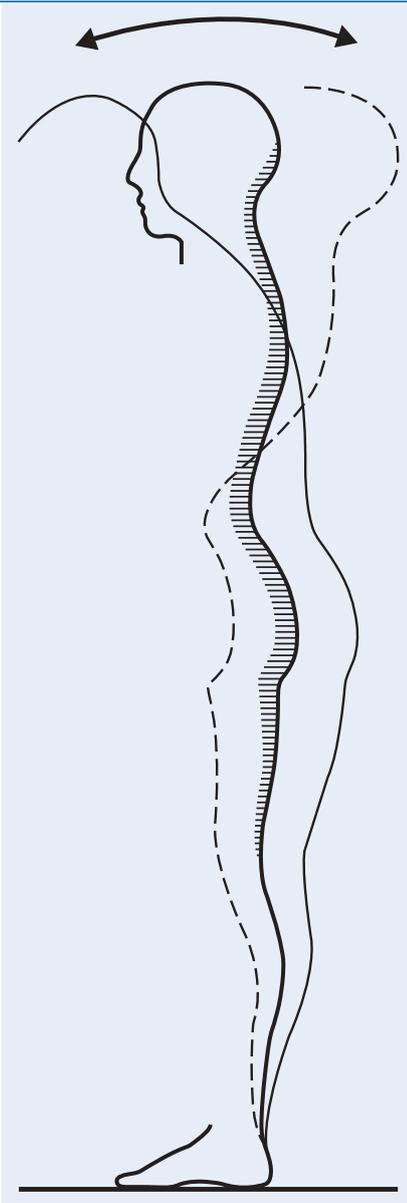
Die Untersuchungen werden jeweils mit eigenen Konfektionsschuhen durchgeführt. Jeder Proband wird unter 4 Versuchsbedingungen untersucht und zwar:

- barfuß,
- mit Schuhen ohne Einlagen,
- mit Schuhen mit „Platzhalter- oder sog. Placeboeinlagen“,
- mit Schuhen mit individuell angefertigten neurologischen Einlagen.

Da die Studie als Einfachblindstudie angelegt ist, wird die Reihenfolge zwischen den einzelnen Versuchsbedingungen zufällig variiert.

Hier steht eine Anzeige.





**Abb. 2** ▲ Zur Verbesserung der statistischen Aussage werden insgesamt 7 rasterstereographische Messaufnahmen in unterschiedlicher Vor- und Rückneigung aufgenommen. Aus 3 Messaufnahmen in aufrechter Haltung wird durch Mittelung die normale (habituelle) Haltung bestimmt, durch Hinzunahme der vor- und rückgeneigten Aufnahmen wird eine normalisierte Haltung bei 0° Rumpfeignung interpoliert. Die habituelle Haltung ist durch Schraffur gekennzeichnet

### Rasterstereographische Aufnahmeserie

Zur statistischen Verbesserung ihrer Aussagekraft besteht jede dieser 4 Untersuchungen aus 7 rasterstereographischen Messaufnahmen in unterschiedlicher Vor-Rückwärts-Neigung (■ **Abb. 2**): In zyklischer Reihenfolge wurden insgesamt 3

Aufnahmen in aufrechter Haltung, 2 Aufnahmen in leichter Vorneigehaltung und 2 Aufnahmen in zurückgelehnter Haltung aufgenommen. Der Blick des Probanden bleibt bei jeder Messung auf einen Punkt in Augenhöhe vor dem Probanden fixiert:

- 3 Messungen mit aufrechtem Rumpf („habituelle Haltung“),
- 2 Messungen in ca. 10° Inklination,
- 2 Messungen in ca. 10° Reklination.

Das dabei verwendete Messsystem ist bereits beschrieben [5].

### Probanden

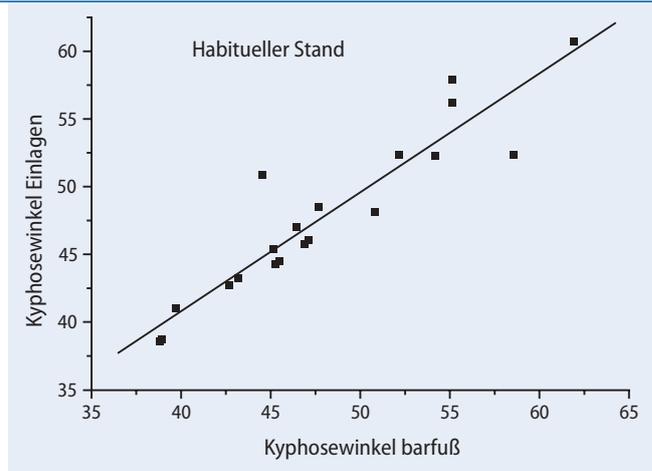
An der Untersuchung nahmen 20 Probanden (7 männliche und 13 weibliche) teil. Alle klagten zum Zeitpunkt der Untersuchung über Rückenschmerzen im Schulter-Nacken-Bereich bzw. im Lumbalbereich. Keiner der Probanden zeigte bei der klinischen Untersuchung patho-

logischen Rückenveränderungen. Das Durchschnittsalter betrug 35±13 Jahre.

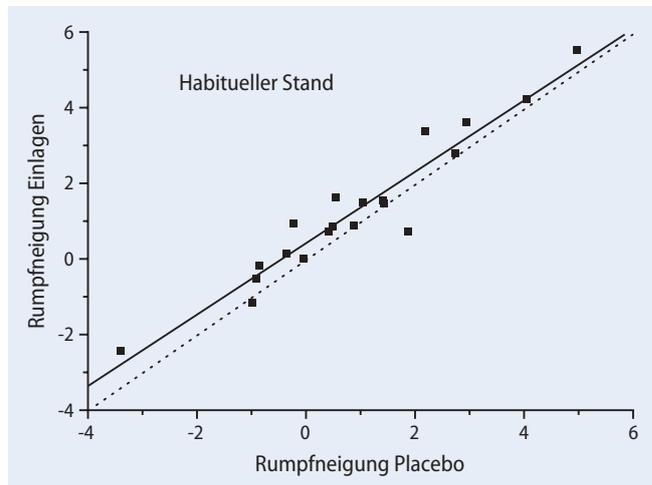
### Einlagen

Für jeden Probanden werden 2 Paar Einlagen gefertigt (s. ■ **Abb. 1**). Ein Paar Verumeinlagen mit Korrekturkeilen nach den Maßgaben von Bourdiol und ein Paar Placeboeinlagen ohne Korrekturkeile aber in gleicher Farbe und mit gleicher Oberflächenbeschaffenheit wie die Verumeinlagen. Die Anpassung erfolgt individuell nach Rumpfkontrolle, d. h. mit unterschiedlichen Korrekturkeilen an unterschiedlichen Lokalisationen und in unterschiedlicher Aufbauhöhe. Linke und rechte Einlage sind nicht notwendig symmetrisch. Dem Probanden wird nicht mitgeteilt, wann er welche dieser beiden Einlagen trägt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass er den Korrekturkeil „erfühlt“.

**Abb. 3** ► Vergleich der Kyphosewinkel (in °) im habituellen Stand (n=20)



**Abb. 4** ► Vergleich der Rumpfeignung (in °) im habituellen Stand im Barfußstand vs. neurologische Einlagen. Die durchgezogene Linie zeigt die Regressionsgerade, die gestrichelte Linie den Erwartungswert bei Gleichheit der Rumpfeignungen



## Auswertung

### Winkelmaße in normaler Haltung

Es werden 3 Winkelmaße bestimmt:

- Kyphosewinkel: Winkel zwischen den Tangenten an die Dornfortsatzlinie in Höhe von Th<sub>4</sub> und Th<sub>12</sub>.
- Lordosewinkel: Winkel zwischen den Tangenten an die Dornfortsatzlinie in Höhe von Th<sub>12</sub> und den Lumbalgrübchen.
- Rumpffneigung: Sie misst den Winkel der Verbindung zwischen der Vertebra prominens und einem Bezugspunkt auf dem Becken. Der Bezugspunkt auf dem Becken liegt mittig zwischen linkem und rechtem Lumbalgrübchen und entspricht dem Dornfortsatz des 1. Sakralwirbels. Ein positiver Winkel der Rumpffneigung entspricht einer Vorneigung, ein negativer Winkel einer Rückneigung.

Da zwischen den 3 Aufnahmen in normaler Haltung andere Aufnahmen mit vor- und rückgeneigtem Rumpf gemacht werden, können sie als unabhängig voneinander betrachtet werden. Aus diesen 3 Messungen wird mit der rasterstereographischen Software der Mittelwert des Kyphosewinkels, der Mittelwert des Lordosewinkels und die Rumpffneigung bestimmt. Die Rumpffneigung wird wie der Kyphosewinkel und Lordosewinkel in Grad angegeben.

### Winkelmaße in normalisierter Haltung

Die normalisierte Haltung ist durch die Rumpffneigung von 0° definiert. Ziel ist, von der Rumpffneigung unabhängige Maße für den Kyphose- und Lordosewinkel zu bestimmen. Dem liegt die biomechanische Beobachtung zugrunde, dass sich sowohl der Kyphose- als auch der Lordosewinkel bei Vorneigung verringern und bei Rückneigung vergrößern [6]. Dieser gesetzmäßige Zusammenhang kann durch eine Regressionsgerade bestimmt und einfach beim Wert 0° der Rumpffneigung interpoliert werden. Der resultierende Winkel hat eine höhere Zuverlässigkeit da er auf der Basis von insgesamt 7 Messungen bestimmt wird. Andererseits ist zu beachten, dass er möglicherweise ei-

**Tab. 1** Mittelwerte des Kyphose- und Lordosewinkels sowie der Rumpffneigung (habituellem Stand) bei den verschiedenen Versuchsbedingungen (n=20)

Winkel [°]	Barfuss	Schuhe ohne Einlagen	Schuhe + neurologische Einlagen	Schuhe + Placeboeinlagen
Kyphosewinkel	48,0±6,5	48,0±6,3	47,8±6,1	47,80±6,3
Lordosewinkel	38,2±9,2	38,0±9,7	37,9±9,5	37,5±10,2
Rumpffneigung	1,21±1,94	0,96±2,91	0,90±1,92	1,28±1,89

**Tab. 2** Mittelwerte des Kyphose- und Lordosewinkels in normalisierter Haltung bei den verschiedenen Versuchsbedingungen (n=20). Weder der Kyphose- noch der Lordosewinkel ändert sich durch eine der Versuchsbedingungen signifikant

Winkel [°]	Barfuss	Schuhe ohne Einlagen	Schuhe + neurologische Einlagen	Schuhe + Placeboeinlagen
Kyphosewinkel	48,2±6,8	48,4±6,9	48,3±6,5	48,0±6,6
Lordosewinkel	39,4±10,1	39,0±10,5	39,8±11,2	39,1±10,5

ne Haltung beschreibt, die der Patient so nicht eingenommen hat.

### Statistische Auswertung

Die Auswertung der rasterstereographischen Daten und der Vergleich zwischen den verschiedenen Versuchsbedingungen erfolgt mit Hilfe des gepaarten Student-t-Tests für verbundene Stichproben mit einem Signifikanzniveau von 1%. Hierdurch können intraindividuelle Unterschiede bezüglich Signifikanzen untersucht werden.

## Ergebnisse

### Habituelle Haltung

Die Mittelwerte und Standardabweichungen des Kyphose- und Lordosewinkels sowie der Rumpffneigung sind in **Tab. 1** zusammengestellt. Die statistische Überprüfung zeigt keine signifikante Veränderung dieser Winkel durch Schuhe oder Einlagen (bis auf eine einzige Ausnahme, und zwar erniedrigt sich die Rumpffneigung im Mittel um  $-0,38^\circ$ , wenn neurologische Einlagen im Gegensatz zu Placeboeinlagen getragen werden).

Zur Veranschaulichung der interindividuellen und intraindividuellen Variation sind für die beiden Bedingungen Barfußstand und Stand in neurologischen Einlagen in **Abb. 3** die jeweiligen Kyphosewinkel im habituellen Stand gegeneinander aufgetragen. Die Daten gruppieren sich zumeist sehr eng um die Regressionsgerade, die statistisch gut vereinbar ist mit einer  $45^\circ$ -Geraden (d. h. die Annahme wird bestätigt, dass der Kyphosewin-

kel in den beiden Bedingungen unverändert bleibt). Es gibt jedoch einzelne Ausreißer; sie sind am augenfälligsten bei einer 56-jährigen Probandin, die im Barfußstand einen Kyphosewinkel von  $<45^\circ$  aufweist, der sich bei Verwendung der Einlagen auf etwa  $50^\circ$  erhöht. Gleichzeitig erniedrigt sich die Rumpffneigung von  $4,6^\circ$  auf  $2,9^\circ$ , d. h. dass die Probandin sich aus einer leichten Vorneigehaltung etwas aufrichtet.

Die Winkel der Rumpffneigung im habituellen Stand schwanken in einem Bereich von ca.  $\pm 5^\circ$  um die Vertikalrichtung. Die Änderungen zwischen den 4 Bedingungen sind insgesamt klein, wobei beim Stand in Placeboeinlagen mit  $+0,90^\circ$  die kleinste, beim Stand auf den Verumeinlagen mit  $1,28^\circ$  die größte Vorneigung gemessen wird. Der Unterschied zwischen diesen beiden Bedingungen ist hoch signifikant ( $p \leq 1\%$ ). Um die zugrunde liegenden Daten zu veranschaulichen, sind sie in **Abb. 4** gegeneinander aufgetragen. Es wird deutlich, dass insgesamt nur eine geringe Verschiebung gegenüber der Diagonale (d. h. Übereinstimmung der beiden Winkel im statistischen Mittel) vorliegt und dass nur wenige Punkte für die Abweichung verantwortlich sind.

### Normalisierte Kyphose und Lordosewinkel

Die normalisierten Winkelwerte sind in **Tab. 2** aufgelistet. Die Rumpffneigung wird hier nicht mehr aufgeführt, da sie – per definitionem – in allen Fällen zu 0°

gesetzt ist. Es finden sich keine signifikanten Unterschiede.

## Diskussion

Der französische Schuhmacher Jean-Claude Heili passt jährlich ca. 12.000 neurologische Einlagen nach den Vorgaben von Bourdiol an. Bisher liegt jedoch keine systematische Untersuchung über deren Wirkungsweise vor. Auch wurden bislang keine allgemeingültigen Wirkungsmechanismen nachgewiesen. Durch die Beschreibung positiver Effekte in Einzelfallbeispielen ist jedoch zu erwarten, dass mit dem Einsatz der neurologischen Einlagen durch gezieltes Ansprechen der sensorischen Systeme über die Keilelemente die Schwingung der Wirbelsäule verändert wird.

Natrup et al. [9] variieren verschiedene Einlagenelemente der neurologischen Einlagen und untersuchen deren Einfluss auf die Körperstatik durch den Koordinatenvergleich von 6 palperten und markierten Referenzpunkten auf dem Rücken. Die Vermessung der Referenzpunkte erfolgt optisch. Insgesamt zeigt die Untersuchung keinen einfachen Zusammenhang zwischen Einlagenelementen und Körperstatik auf. Es lassen sich einzelne Effekte beobachten, die jedoch aufgrund des hohen Messfehlers keinen zufrieden stellenden Ausschluss von Zufallsbefunden liefern.

Die hier vorgestellte Studie zielt nicht direkt auf eine Nachweis der Wirksamkeit der neurologischen Einlagen ab, sondern sie untersucht, ob und wenn ja welche Auswirkungen auf die Haltung festgestellt werden können. Hier wird die Haltung primär durch den Kyphose- und Lordosewinkel erfasst. Beide ändern sich nicht signifikant – die maximale Änderung, die im Mittel beim Kyphosewinkel beobachtet wird, beträgt  $0,22^\circ$  („Schuhe ohne Einlagen“ vs. „Placeboeinlagen“), beim Lordosewinkel ist der entsprechende Wert  $0,66^\circ$  („barfuß“ vs. „Placeboeinlagen“).

Die Untersuchung der Schwingung des Wirbelsäulenprofils beruht auf der Hypothese von Bourdiol, dass eine deutlich messbarer Einfluss durch die Anpassung der neurologischen Einlagen gegeben ist. Betrachtet man die unmittelbare Anwendung, nämlich die von J.C. Heili zur Einla-

genanpassung eingesetzte Untersuchungsmethodik, so wird deutlich, dass er so kleine Änderungen, wie sie mit der Rasterstereographie registriert werden, gar nicht erfassen kann. Heili benutzt u. a. den von Stagnara [11] definierten „flèche cervical“ und „flèche lombaire“: wobei seine Auflösung bei 0,5 cm zu vermuten ist.

Obwohl die Rasterstereographie eine deutlich höhere Genauigkeit hat, werden keine systematischen Effekte auf die Wirbelsäulenschwingung beobachtet. Der einzige Effekt, der beobachtet wird, ist eine signifikante Verringerung der Rumpfvorneigung gegenüber dem Tragen von Placeboeinlagen. Hierzu ist folgendes anzumerken:

1. Der Effekt wird nur in dieser Kombination beobachtet, nicht jedoch beim Vergleich mit dem Barfußstand und dem Stand in Schuhen ohne Einlagen beobachtet, sodass nicht klar festzustellen ist, ob er auf der Placeboeinlage beruht oder auf der neurologischen Einlage.
2. Der Effekt ist mit  $<0,38^\circ$  insgesamt sehr klein und es ist schwierig, ihn mit biomechanischen Effekten zu verbinden.
3. Da sich der Kyphose- und Lordosewinkel und damit die Wirbelsäulenform nicht ändert, erfolgt die Haltungsänderung allein in den Hüftgelenken. Eine genauere Analyse dieser Bewegung würde die Messung der Lage der Schwerelinie in der a.-p.-Richtung erfordern. Diese Messung wurde hier nicht durchgeführt und lag auch nicht im geplanten Rahmen der Untersuchung, da nach einem Effekt auf die physiologische Schwingung der Wirbelsäule gesucht wurde.

Es ist nicht auszuschließen, dass bei Erweiterung des Messprotokolls mit Einbeziehung von Gangaktivitäten deutlichere Resultate gefunden werden und ein besseres biomechanisches Verständnis erleichtert wird.

## Fazit für die Praxis

**Die rasterstereographische Funktionsuntersuchung im Stand an 20 Probanden barfuß und mit 3 verschiedenen Versorgungsgestaltungen zeigt bezüglich der kypho-**

**tischen und lordotischen Wirbelsäulenschwingung keinen messbaren Effekt. Lediglich bei der Rumpfvorneigung wird ein signifikanter Effekt beobachtet, der allerdings der neurologischen Einlagenversorgung nicht eindeutig zugeordnet werden kann und als Effekt zu klein ist, um biomechanisch relevant zu sein.**

## Korrespondierender Autor

**Prof. Dr. rer. nat. B. Drerup**

Klinik und Poliklinik für Technische Orthopädie, Universität  
Robert-Koch-Straße 30, 48129 Münster  
drerup@uni-muenster.de

**Interessenkonflikt.** Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

## Literatur

1. Bourdiol RJ (2001) Funktionelle Myologie. Orthopädieschuhtechnik 7(8): 16–25
2. Debrunner H (1972) Das Kyphometer. Z Orthop 110(3): 389–392
3. Drerup B (1978) Anwendung der Moiré-Topographie zur Diagnose und Dokumentation von Fehlbildungen des Rumpfes. Orthopädie 116: 789–794
4. Drerup B (1982) Die Bestimmung des Kyphosewinkels aus der berührungslosen Rückenvermessung. Z Orthop 120: 64–70
5. Drerup B, Ellger B, Meyer zu Bentrup F, Hierholzer E (2001) Rasterstereografische Funktionsaufnahmen: Eine neue Methode der biomechanischen Analyse der Skelettgeometrie. Orthopäde 30(4): 242–250
6. Drerup B, Hierholzer E, Ellger B (1997) Shape analysis of the lateral and frontal projection of spine curves assessed from rasterstereographs. In: Sevastik JA, Diab KM (eds) Research into spinal deformities. 1. IOS Press, Amsterdam, pp 271–275
7. Gollhofer A, Lohrer H, Alt W (2000) Propriozeption – Grundlegende Überlegung zur sensorischen Steuerung. Sonderheft „Propriozeption“ der Orthopädieschuhtechnik. Maurer, Geislingen, S 10–14
8. Müller-Gliemann C (2003) Effects of standard insoles on the posture analysed by the raster stereography in terms of kyphotic and lordotic angles. Biomechanics of the lower limb in health disease and rehabilitation. International Conference, Salford
9. Natrup J, Fischer F, Ohlendorf D (2004) Auswirkungen neurologischer Einlagen auf die Körperstatik. OST Sonderheft Einlagen, S 56–63
10. Neugebauer H (1973) Die sogenannten Haltungsschäden bei Jugendlichen. Z Allg. Med 49:1619–1627
11. Stagnara P (1965) Ambulante orthopädische Behandlung der Scherermannschen Krankheit im flachen Stadium. Schweiz Med Wochenschr 95: 674