Zeitschrift: Physiotherapie = Fisioterapia

Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

Band: 35 (1999)

Heft: 6

Artikel: Gang- und Laufanalyse in der Physiotherapie : Möglichkeit zur Behandlung von Kniebeschwerden bei Freizeitsportlern durch veränderte Lauftechnik

Autor: Radovanovic, Dusan

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-929391

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

PRAXIS

Gang- und Laufanalyse in der Physiotherapie

Möglichkeit zur Behandlung von Kniebeschwerden bei Freizeitsportlern durch veränderte Lauftechnik

Dusan Radovanovic, dipl. Physiotherapeut, dipl. Turn- und Sportlehrer
Mitglied SPV, Kantonalverband Zürich

Das Laufen gehört zu den wichtigsten Funktionen des Menschen. Der Laufstil ist bis zu einem gewissen Grad durch den Körperbau und die Struktur der Muskulatur vorgegeben (1, 7). Die Beeinträchtigung der Gehfähigkeit bedarf häufig einer Behandlung. Eine wesentliche Grundlage für eine effektive Therapie und eine wirkungsvolle Rehabilitationsmassnahme ist eine wissenschaftlich exakte Diagnose. Speziell das Diagnostizieren des Gehens und Laufens ist seit vielen Jahrzehnten ein Gebiet der Forschung und immer mehr in der medizinischen Literatur präsent (4, 10, 11).

Die Mechanik des Gehens kann man sich als ein Kraftsystem zwischen Boden und Füssen vorstellen, das den Körper entlang einer beabsichtigten Bahn führt (3, 5). Beim Laufen wird mit Hilfe der Beinmuskulatur jeder Schritt gedämpft und abgefedert. Dadurch werden, je nach Tempo, die grossen Kräfte abgefangen. Beim Joggen muss bei jedem Schritt das zwei- bis dreifache, beim Rennen bis 4fache des Körpergewichts abgefangen werden (12). Diese Belastungen beim Laufen können einerseits durch unterschiedliches Schuhmaterial und unterschiedliche Schuhkonstruktionen, andererseits durch die Veränderung des Laufstils reduziert werden (2, 6, 9).

Prinzipiell sind drei Laufstile zu unterscheiden:
Fersenlauf: der häufigste Laufstil für längere Strecken. Der Fuss setzt mit dem Fersenaussenrand am Boden auf, bis die ganze Sohle aufliegt und schliesslich über den Grosszehenballen abrollt.

Vorfusslauf: typisch für den Sprint. Der Aufprall ist im Bereich des Grosszehenballens, dann folgt eine kurzfristige Aufsetzbewegung des Mittelfusses bis zur Ferse, schliesslich das Abstossen über den Grosszehenballen.

Mittelfusslauf: die ganze Sohlenfläche wird fast gleichzeitig auf den Boden gesetzt. Mit nicht zu steilen Winkeln tippt man nur kurz aussen über die Ferse und rollt dann ab – so, wie beim Barfusslaufen.

Auf der Suche nach dem natürlichen Laufstil sollte man sich daran orientieren, wie der Mensch barfuss auf ebenem Naturboden laufen würde. Beim Barfusslaufen wird der Fuss automatisch richtig aufgesetzt. Anstatt über die Ferse abzurollen, nutzen sie die körpereigene Federung. Wird der Mittelfuss zuerst aufgesetzt, federn Sprung-, Knie- und Hüftgelenk jeden Schritt ab. Weitgehend ungedämpft werden sonst die Stösse über Sprunggelenk, Knie und Hüfte bis in die Wirbelsäule weitergegeben und können so zu verschiedenen Überbelastungen und Verletzungen führen (8).
Die tägliche Arbeit mit der Video-Laufstilanalyse während der letzten 15 Jahre in der Physiotherapie haben gezeigt, dass bei vielen Joggern und Freizeitsportlern nur eine Veränderung der Lauf- oder Renntechnik zum Erfolg führen kann, d.h. Belastungsschmerzen in Knie-, Hüfte oder Lendenwirbelsäulenbereich vermindert oder ganz verschwinden können. Dadurch werden auch effektive und kostensparende Therapiemassnahmen durch Prävention erzielt.

Um diese Behandlungsmöglichkeit zu dokumentieren, wurden die Patienten zusätzlich auf dem Messlaufband Gaitway™ (Kistler) getestet.
Ziel dieser Arbeit war, erste Erfahrungen mit dieser Methode in der Physiotherapie zu präsentieren sowie Möglichkeiten der Behandlung verschiedenster belastungsbedingter Schmerzzustände durch veränderten Laufstil.

Methode

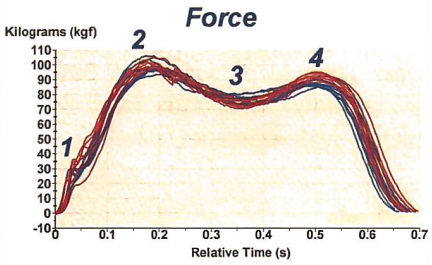
Beim Messlaufband *Gaitway*™ (Kistler) handelt es sich um ein Laufband mit eingebauter Messeinrichtung für die Bodenreaktionskraft (Vertikalkraft). Einmalig an dem Gerät ist die Möglichkeit, beim Gehen und Laufen die Belastung mehrerer aufeinanderfolgender Schritte zu unterscheiden und messen zu können. Auch kann die Kadenz, Geschwindigkeit und Steigerung variiert werden und erlaubt somit dem Patienten, sein natürliches Gangmuster zu finden. Das System umfasst neben dem Laufband mit eingebauten Kraftsensoren eine Windows-PC-Software zur Auswertung und Darstellung der vertikalen Bodenreaktionskraft und des Kraftangriffspunktes. Typische Anwendungen für die routinemässige Ganganalyse sind die Diagnose und Erfolgskontrolle sowie die biomechanische Forschung.
Im Zeitraum von sechs Monaten wurden insgesamt 198 Patienten mit über 600 Analysen (Messungen) erfasst. Bei den Testpersonen handelte es sich um Patienten, die nach ärztlicher Abklärung in die Physiotherapie geschickt wurden.
39 Patienten wurden wegen Kniebeschwerden mit verschiedensten Diagnosen zur Therapie überwiesen. Hier werden nur ein paar typische Beispiele gezeigt. Um ein möglichst individuelles, natürliches Lauf- respektive Rennmuster zu erhalten, liess man dem Patienten Zeit, sich an das Gerät zu gewöhnen. Nach Ablauf dieser Phase wurde der Bewegungsablauf aufgezeichnet, die Bodenreaktionskraft gemessen und dann graphisch dargestellt. Somit wurde die Gangart, welche dem Patienten Beschwerden oder Schmerzen verursachte, erfasst. Nach erfolgter Korrektur der Gang- beziehungsweise Lauftechnik und/oder Physiotherapie wurden die Messungen und Auswertungen wiederholt.

Resultate

A. Gesunder Proband

Die graphische Darstellung *(Abb. 1a)* zeigt die Kraftkurve eines 50jährigen, 80 kg schweren gesunden Probanden beim Barfussgehen (Geschwindigkeit 4,5 km/h). Beim ersten Kontakt mit den Fersen auf dem Boden sind Prellzacken

Abb. 1a:
D. R. / m / 50 Jahre / 80 kg / Gesunder Proband
Barfuss / 4,5 km



1 Prellzacken
2 Erstes Maximum des Bodenkontaktes
3 Standphasenmitte
4 Zweites Kraftmaximum des Bodenkontaktes

Abb. 1b:
D. R. / m / 50 Jahre / 80 kg / Gesunder Proband
Mit Schuhen / 4,5 km

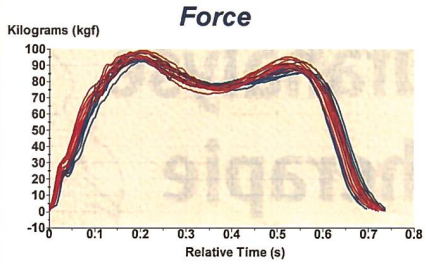
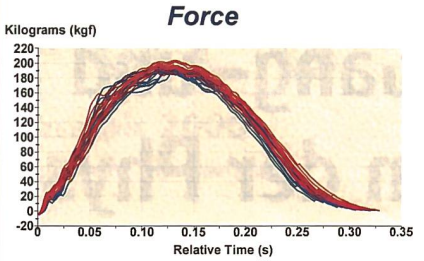


Abb. 1c:
D. R. / m / 50 Jahre / 80 kg / Gesunder Proband
Barfuss / 8,5 km



sichtbar und betragen zirka 30 Prozent des Körpergewichtes; das erste Maximum der Bodenbelastung (first peak force) erreicht 120% des Körpergewichtes. Danach folgt der Übergang bis zur Entlastung in Standphasenmitte (mid support force), rund 80% des Körpergewichtes, was dem Maximum der Schwungphase des Ganges entspricht. Das zweite Kraftmaximum (second peak force) zeigt den Bodendruck bei der Abstossphase. Es erreicht die gleichen Werte wie das erste Maximum.

Abb. 1b zeigt den gleichen Probanden, bei gleichen Bedingungen in bequemen Strassenschuhen. Der einzige Unterschied besteht darin, dass beim Aufsetzen des Fusses auf den Boden die Prellzacken nicht mehr sichtbar sind.

Abb. 2a: **T. P. / m / 36 Jahre / 83,9 kg**
Jumpers-Knee links
Mit Schuhen, 4,5 km (vor Therapie)

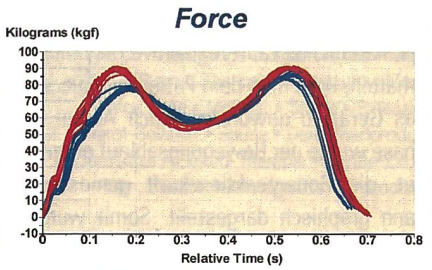
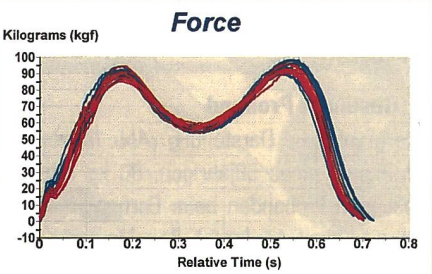


Abb. 2b: **T. P. / m / 36 Jahre / 83,9 kg**
Jumpers-Knee links
Mit Schuhen, 4,5 km (nach 3 Wochen Therapie)



Auf der *Abb. 1c* ist die Kraftkurve des gleichen Probanden dargestellt, barfuss, bei einer Laufgeschwindigkeit von 8,5 km/h. Die maximalen Bodenreaktionskräfte betragen zirka 200 Prozent des Körpergewichtes. Die Lauftechnik entspricht dem Mittelfusslauf; Aufsetzen in Höhe des Mittelfusses; Stützphase, bei der kurzfristig der ganze Fuss den Boden berührt, Abstossen über den ersten Mittelfussstrahl und das Grosszehengrundgelenk. Oberkörper senkrecht, Ferse des Schwungbeines in gleicher Höhe wie das Knie.

B. Patienten mit Kniebeschwerden

Patient T. P., 36jährig, 84 kg schwer, kam mit Schmerzen an der Patella-Spitze links (Jumpers knee). Das erste Bild der Ganganalyse auf dem Laufband *Gaitway*™, aufgenommen bei einer Ganggeschwindigkeit von 4,5 km/h in Strassenschuhen, zeigte eine Differenz zwischen dem ersten Maximum der Bodenbelastung des linken Fusses (left first peak force) und dem zweiten Kraftmaximum des rechten Fusses (right first peak force) von 15 kg (zirka 20% des Körpergewichtes) *(Abb. 2a)*. Nach 3wöchiger Therapie, wobei Kraft, Dehnung und Koordination trainiert wurden, sowie Behandlung mit Elektrotherapie, wurde der Patient schmerzfrei, was auch die Kontrollanalyse am Laufband zeigte *(Abb. 2b)*.

Patientin S. K., 27jährig, 58 kg schwer, sportlich, kam wegen der therapieresistenten Schmerzen des linken Knies lateral, die rund 10 Minuten nach Beginn des Lauftrainings auftraten. Das erste Bild der Ganganalyse auf dem Laufband *Gaitway*™, aufgenommen in Laufschuhen, bei Laufgeschwindigkeit von 8 km/h, zeigte kräftige Prellzacken beidseits beim Aufsetzen des Fusses auf den Boden (Abrollen über die Ferse). Das Maximum der Kraft erreichte 140–200% des Körpergewichts *(Abb. 3a)*. Nach Analyse der Videoaufnahmen und Korrektur des Laufstils und Abrollen über Mittel-/Vorfuss entstand *Abb. 3b*. Die Prellzacken verringerten sich beidseits auf 80–100% des Körpergewichts bei gleicher Geschwindigkeit. 20 Minuten nach korrigierter Lauftechnik traten keine Schmerzen mehr auf. Die Patientin wurde aufgefordert, mit der erlernten Lauftechnik ihr Training wieder aufzunehmen und sich nach 4wöchiger Trainingsperiode (Lernprozess) zu melden. Da nach Ablauf dieser Zeit die Schmerzen vollkommen verschwanden, bedurfte sie keiner Kontrolle mehr.

Abb. 4 zeigt die Ganganalyse des Patienten B. F., 55jähriger Turnlehrer, mit Gonarthrose rechts. Das erste Bild der Ganganalyse auf dem Laufband *Gaitway*™, aufgenommen bei Laufgeschwindigkeit von 9 km/h, zeigt kräftige Prellzacken beidseits beim Aufsetzen des Fusses auf den Boden beim Abrollen über die Ferse. Das Maximum der Kraft erreichte zirka das 2,5fache des Körpergewichts, und die Maximalkraft der Prellzacken betrug 160–180%

Abb. 3a: **K. S. / w / 27 Jahre / 58 kg**
Knieschmerzen lateral links
Mit Laufschuhen, 8,0 km, Fersenlauftechnik

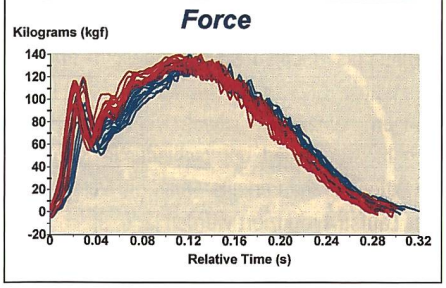
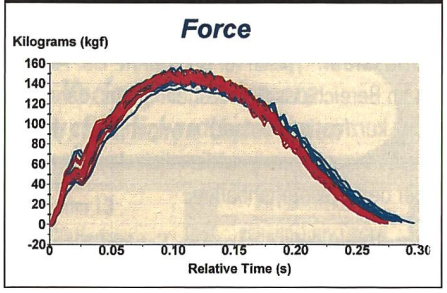
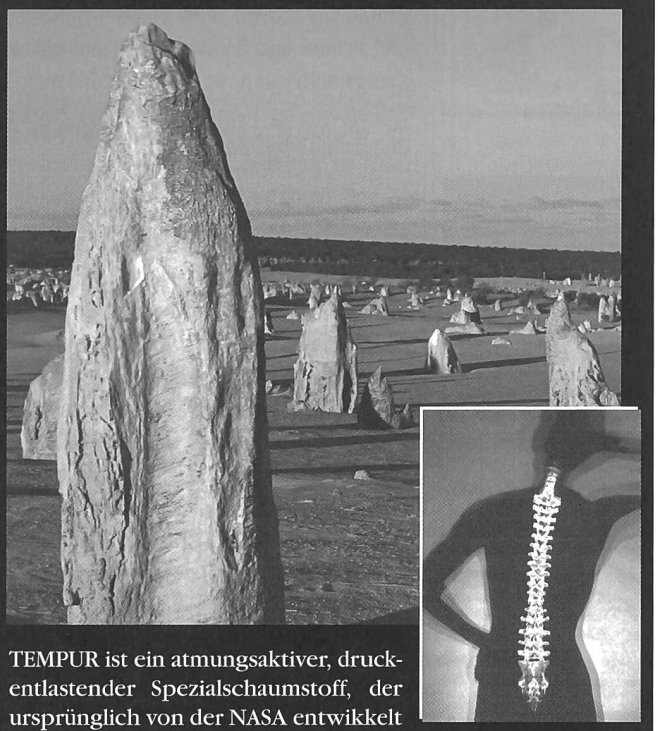


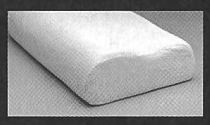
Abb. 3b: **K. S. / w / 27 Jahre / 58 kg**
Knieschmerzen lateral links
Mit Laufschuhen, 8,0 km, Mittelfusslauftechnik



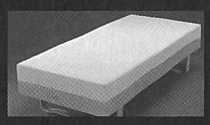
Schmerzen behindern



TEMPUR ist ein atmungsaktiver, druckentlastender Spezialschaumstoff, der ursprünglich von der NASA entwikkelt wurde. Das Material passt sich dem Körper an – und nicht umgekehrt. Es bietet eine einmalige Druckentlastung und verhindert an empfindlichen Körperteilen Druckpunkte. Die TEMPUR Matratze und das Schlafkissen vermindern Rücken-, Nacken- und Gelenkschmerzen, die durch eine unnatürliche Schlafhaltung hervorgerufen werden. Dadurch werden die bestmöglichen Voraussetzungen für einen gesunden, tiefen Schlaf geschaffen.



Kissen



Matratzen

Bettsysteme

TEMPUR® *2000* – das druckentlastende Schlafsystem des 21. Jahrhunderts, von Ärzten und Therapeuten empfohlen.

Bitte senden Sie mir Unterlagen.

Name/Vorname PHY 6/99

Strasse

PLZ/Ort

DIPAAR. ZÜRICH

TEMPUR
Juraweg 30
4852 Rothrist

TEMPUR®

Gratis INFO ✆ 0800 818 919 – Fax 062 785 80 51

neu

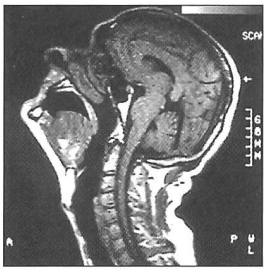
Schleudertrauma

Die **offene** mobilisierende Nackenstütze

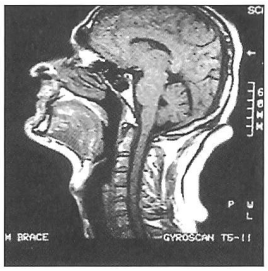
*M*brace®

***M*brace®** ermöglicht eine kontrollierte Mobilisation der Halswirbelsäule.
Durch das gezielte Design eröffnen sich für HWS-Verletzte neue Möglichkeiten in der Heilungs- und Rehabilitationsphase.

***M*brace®** passt sich dank seiner anatomischen Form optimal an. ***M*brace®** unterstützt frühzeitig die Physiotherapie, Ergotherapie- und Rehabilitationsmassnahmen.



Ohne ***M*brace®**



Mit ***M*brace®**

Bitte senden Sie:

- ❑ Ausführliche Informationen
- ❑ Rufen Sie uns an: Tel.: _____

BERRO AG Postfach CH-4414 Füllinsdorf
Telefon 061-901 88 44 Fax 061-901 88 22

physio 99

Abb. 4a: B. F. / m / 55 Jahre / 71,3 kg
Posttraumatische Gonarthrose rechts
Mit Laufschuhen, 9,0 km, Fersenlauftechnik

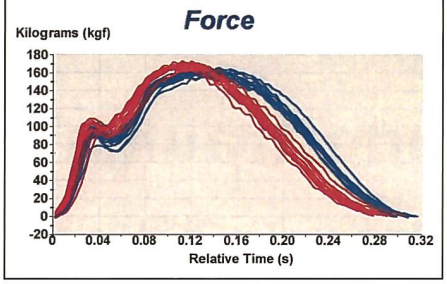


Abb. 4b: B. F. / m / 55 Jahre / 71,3 kg
Posttraumatische Gonarthrose rechts
Mit Laufschuhen, 9,0 km, Mittelfusslauftechnik

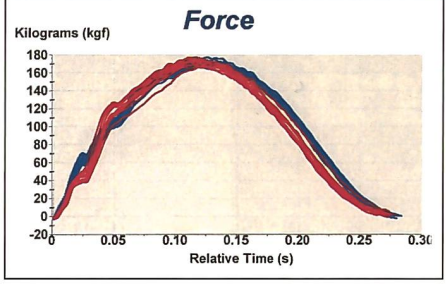


Abb. 5a: B. M. / m / 29 Jahre / 72,2 kg
Femoropatellar-Syndrom bds.
Mit Laufschuhen, 11,0 km, Fersenlauftechnik

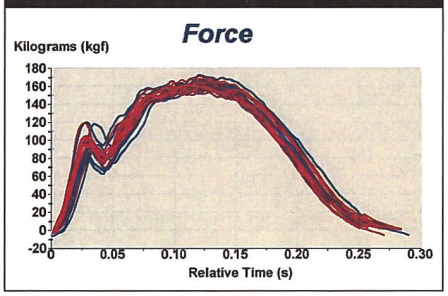


Abb. 5b: B. M. / m / 29 Jahre / 72,2 kg
Femoropatellar-Syndrom bds.
Mit Laufschuhen, 11,0 km, Mittelfusslauftechnik

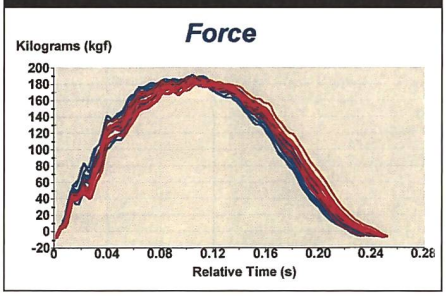


Abb. 6a: K. V. / m / 37 Jahre / 96,8 kg
Gonarthrose links
Mit Laufschuhen, 8,0 km, Mittelfusslauftechnik

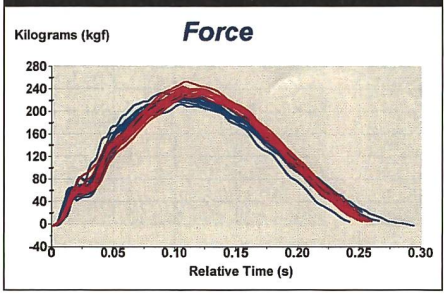


Abb. 6b: K. V. / m / 37 Jahre / 96,8 kg
Gonarthrose links
Mit Laufschuhen, 13,0 km, Mittelfusslauftechnik

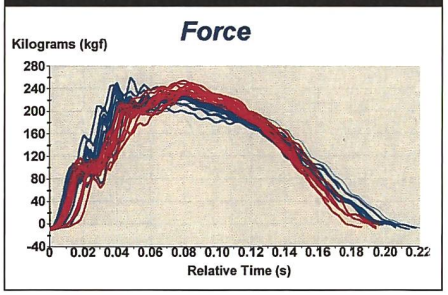


Abb. 7a: G. M. / m / 34 Jahre / 80,2 kg
St. n. vorderer Kreuzbandplastik vor 3 Jahren
Mit Laufschuhen, 4,5 km

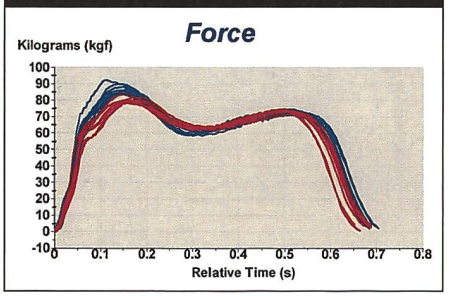
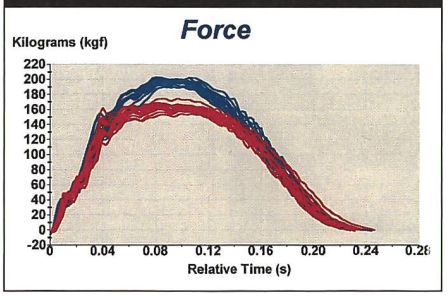


Abb. 7b: G. M. / m / 34 Jahre / 80,2 kg
St. n. vorderer Kreuzbandplastik vor 3 Jahren
Mit Laufschuhen, 9,5 km, Mittelfusslauftechnik



des Körpergewichtes *(Abb. 4a)*. Nach drei Minuten mit dieser Belastung begannen die Knieschmerzen rechts. Die Änderungen der Lauftechnik, wobei der Patient aufgefordert wurde, zuerst den Mittelfuss aufzusetzen, führte bei gleicher Geschwindigkeit zur Verminderung der Schlagwirkung beim Aufsetzen des Fusses. Der Patient verspürte bei seinem üblichen Training keine Schmerzen mehr: Er konnte viel länger laufen, und bei der Kontrollanalyse waren keine deutlichen Prellzacken mehr zu sehen *(Abb. 4b)*.

Patient M. B., 29jähriger sportlicher Mann mit Femoropatellar-Syndrom beidseits. Bei einer Geschwindigkeit von 11 km/h mit Fersenlauf zeigten sich die Prellzacken von 150% des Körpergewichtes *(Abb. 5a)*. Nach der Korrektur des Laufstils, Abrollen über Vorderfuss-Mittelfuss und Fersen des Schwungbeins auf Höhe des Kniegelenks kam es zur Verminderung der Schlagwirkung beim Aufsetzen des Fusses auf den Boden *(Abb. 5b)*.

Patient K. V., 37jähriger Sportler, nach mehreren Operationen am linken Knie und starke Gonarthrose, zeigte mit perfekter Lauftechnik bei einer Geschwindigkeit von 8 km/h kaum Unterschiede links-rechts *(Abb. 6a)*. Bei erhöhter Geschwindigkeit (individueller maximaler Geschwindigkeit dieses Patienten) von 13 km/h zeigten sich deutliche Unterschiede bei den Prellzacken beidseits, doch links deutlicher, sowie bei der maximalen Bodenreaktionskraft *(Abb. 6b)*. Diesem Patienten wurde empfohlen, beim Freizeittraining die Geschwindigkeit von 8 km/h nicht zu überschreiten. Dadurch wurden die belastungsbedingten Knieschmerzen vermieden.

Ganganalyse bei Patient M. G., 34jährig, drei Jahre nach vorderer Kreuzbandplastik, wies deutliche Unterschiede zwischen der Bodenreaktionskraft des linken und des rechten Beines aus. Dies wurde ersichtlich beim Gehen mit einer Geschwindigkeit von 4,5 km/h *(Abb. 7a)* sowie beim Laufen mit 9,5 km/h *(Abb. 7c)*. Bei diesem Patienten, der völlig beschwerdefrei wurde, war bei hoher Belastung trotz sehr gutem Laufstil immer noch eine Differenz zwischen operiertem und nicht operiertem Bein ersichtlich. Um Belastbarkeit und Schmerzfreiheit zu bewahren, wurde er aufgefordert, dynamisches Krafttraining auch weiterhin regelmässig (3- bis 5mal wöchentlich) durchzuführen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In der vorliegenden Arbeit ist die Anwendung der Gang- und Laufanalyse mittels Messlaufband *Gaitway*™ in der Physiotherapie dargestellt. Es wurden die Bodenreaktionskräfte bei verschiedenen Laufgeschwindigkeiten, vom Gehen bis Rennen sowie bei verschiedenen Lauftechniken erfasst. Zuerst wurde die Kurve eines gesunden Probanden aufgezeichnet (barfuss und in Schuhen). Das zweite Beispiel zeigt die Kurven der Bodenreaktionskräfte eines Pa-

tienten mit Jumpers Knee vor und nach der Therapie. Mittels dieser Methode konnte zum ersten Mal der Therapieerfolg mit veränderter Lauftechnik des Mittelfuss- bzw. Vorfusslaufstils bei drei Freizeitsportlern mit Kniebeschwerden dokumentiert werden. Die Aufzeichnungen der Bodenreaktionskräfte von beschwerdefreien Patienten mit Knieschädigungen dienen dazu, neue Verletzungen vorzubeugen, wie die letzten zwei Beispiele zeigen.

Die Gang- und Laufanalyse kann in der (Sport-) Physiotherapie für diagnostische Zwecke, zur Überwachung des Therapieverlaufes, zur Dokumentierung neuer Therapieverfahren und zur Prävention neuer Verletzungen angewendet werden.

REFERENZEN

1) *ANDERSON T.: Biomechanics and running economy. Sports Med, 22: 76–89, 1996.*
2) *GERRITSEN KG, VAN DEN BOGERT AJ, NIGG BM.:* Direct dynamic stimulation of the impact phase in heel-toe running. J Biomech, 28: 661–8, 1995.
3) *INMAN VT, RALSTON HJ, TODD F.: Human walking.* Williams and Wilkins, Baltimore 1981.
4) *MAINKA C, FRIEDRICH MT, BOENICK U.:* Integrierte Ganganalyse: Ein komplexer Expertensystem-Ansatz zur detaillierten Datenauswertung. Biomed Technik, 40: 363–71, 1995.
5) *NATURUP J, PEIKERKAMP K, NICOL K.:* Bestimmung von resultierenden Gelenkkräften durch die Bodenreaktionskraft beim Laufen. 4. Biomechanik-Symposium der DVS in Oldenburg, 3–5.4. 1997.
6) *NIGG B.:* Ursache von Sportverletzungen. In Dirix A., Knutten H.G., Tittel K. (Eds.): Olympiabuch der Sportmedizin. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1989.
7) *NIGG BM, KHAN A, FISHER V, STEFANYSHYN D.:* Effect of shoe insert construction on foot and leg movement. Med Sci Sports Exerc, 30: 550–5, 1998.
8) *NOVACHECK TF.:* Running injuries: a biomechanical approach. Instr. Course Lect, 29: 397–406, 1998.
9) *ROBBINS S, WAKED E.:* Balance and vertical impact in sport: role of shoe sole materials. Arch Phys Med Rehabil, 78: 463–7, 1997.
10) *SHIBA N, KIAOKA HB, CAHALAN TD, CHAO EY.:* Shockabsorbing effect of shoe insert materials commonly used in managemant of lower extermity disorders. Clin Orthop, 310: 130–6, 1995.
11) *THORDARSON DB.:* Running biomechanics. Clin Sports Med, 16: 239–47, 1997.
12) *WESSINGHAGE TH.:* Laufen. BVL Verlagsgesellschaft mbH, München, Wien, Zürich, 1996.

ANZEIGE

Ganganalyse
praxistauglich

Das Gaitway Laufband macht die Ganganalyse praxistauglich. Innert Minuten ist eine ganze Serie aufeinanderfolgender Schritte gemessen, ausgewertet und steht zur Interpretation bereit. Asymmetrien und Anomalien in der Belastung, welche dem Auge sonst verborgen bleiben, werden sichtbar und der Therapiefortschritt ist dokumentiert.

Kistler Instrumente GmbH, Postfach 1262, D-73748 Ostfildern, Deutschland
Tel (07 11) 34 07-0, Fax (07 11) 34 07-159

Kistler Instrumente AG Winterthur, Postfach 304, CH-8408 Winterthur, Schweiz
Tel + 41 - 52 - 224 11 11, Fax + 41 - 52 - 224 14 14, www.kistler.com/biomech

KISTLER

150X01