



Tanja Nauck, Heinz Lohrer:

## Neuer Spezialschuh zum sensomotorischen Training

Der Reflex-Control Schuh für sensomotorisches Training.

### Zusammenfassung:

Die Wirkung von sensomotorischem Training zur Prävention von Sportverletzungen und Sportschäden sowie in der Rehabilitation konservativ und operativ behandelte Sportverletzungen und Sportschäden der unteren Extremitäten ist wissenschaftlich eindeutig belegt. Bislang haben instabile Unterlagen als spezifische Trainingsmittel eine herausragende Bedeutung. Durch das Üben auf instabilem Boden erfolgt eine intra- und interkoordinative Reaktion der gelenkumgreifenden Muskulatur, welche für das Gleichgewicht eine wesentliche Rolle spielt.

Die Autoren stellen mit dem Reflex-Control Schuh eine neue Art des sensomotorischen Trainings vor. Die Trainingseinheiten lassen sich durch das Tragen des Schuhs leicht in den Alltag integrieren. Eine spezielle Schulung ist nicht nötig. Der Schuh zeichnet sich durch einen längsorientierten Zylinder an der Laufsohle aus und wird in zwei Varianten angeboten. Der niedrigschaffige Schuh soll vor allem die sprunggelenkumgreifende Muskulatur schulen, der hochschaffige Schuh die kniegelenkumgreifende Muskulatur.

Eine erste Untersuchung zeigt, dass der Reflex-Control Schuh die Reflexbeiträge der entsprechenden Muskulatur signifikant steigert.

#### *Anschrift für die Verfasser:*

Tanja Nauck  
Sportmedizinisches Institut  
Frankfurt/M.  
Otto-Fleck-Schneise 10  
60528 Frankfurt/Main  
E-Mail: nauck@smi-frankfurt.de

Erkrankungen von Knochen und Gelenken, die in ihrer funktionellen Komplexität unter Berücksichtigung der Muskulatur und Sehnen als Erkrankungen des muskuloskeletalen Systems bezeichnet werden, haben aufgrund der hohen Inzidenz für den Betroffenen sowie für die gesamte Gesellschaft eine große Bedeutung. Die WHO hat deshalb das Jahrzehnt 2000 bis 2010 als „Bone and Joint Decade“ deklariert (Weinstein, 2000). Derzeit ist – eine eigentlich paradoxe Situation – im Gesundheitswesen nur mit kranken Menschen Geld zu verdienen, weshalb der Prävention bislang zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Das Ziel jedoch muss es sein, mit geeigneten präventiven Maßnahmen Verletzungen und Krankheiten des Bewegungsapparates zu verhindern und somit die Kosten zu Lasten des Gesundheitssystems zu vermindern.

Epidemiologische Untersuchungen weisen neben dem Kniegelenk das Sprunggelenk als das am häufigsten verletzte Gelenk in Sport und Freizeit auf. So geben Liu & Jason (1994) an, dass 50 Prozent aller Sportverletzungen die untere Extremität betreffen.

Bei der Entstehung dieser Verletzungen spielen endogene Faktoren wie statische Fehlstellung, muskuläre Dekompensation, neurologisches Defizit und exogene Faktoren (Beschaffenheit des Schuhwerkes, Bodenbeschaffenheit) eine Rolle, die bei fehlender dynamischer Kompensation einer akuten Stresssituation am Knie oder Sprunggelenk zu einer Verletzung führen können (Zwipp, 1986).

Diese endogenen und exogenen Faktoren sind im Sinne der Prävention und Rehabilitation mit geeigneten Trainingsmaßnahmen zur Schulung des

sensomotorischen Systems beeinflussbar.

Die Wirkung von sensomotorischen/neuromuskulären Trainingsformen zur komplexen Gelenkstabilisierung ist in mehreren Untersuchungen bereits eindeutig belegt (Lohrer et al. 1999, Gollhofer et al. 1994, 1999) und zu einem wichtigen Bestandteil der Therapie bei diversen Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates geworden. Dabei haben instabile Unterlagen als Trainingsmittel eine herausragende Bedeutung (Gruber 2001). Ein innovatives Konzept besteht darin, den Trainingsreiz durch eine spezifische Modifikation des Schuhs (Instabilisierung der Sohle) bereits bei der alltäglichen Beanspruchung wirksam werden zu lassen. Ziel dieser Arbeit ist es, dieses Schuhkonzept als spezifische, sensomotorische Stimulans darzustellen.

### Sensomotorisches System/ Sensomotorisches Training

In vielen Sportarten, aber auch im Alltag, werden vom Menschen komplexe Bewegungshandlungen gefordert, die ein Höchstmaß an Bewegungspräzision voraussetzen. Um diese Bewegungspräzision des gesamten Körpers oder einzelner Körperteile gewährleisten zu können, ist eine ständige Kontrolle des Bewegungsergebnisses durch das Zusammenspiel von zentralem und peripherem Nervensystem sowie der Muskulatur erforderlich. Eine erfolgreiche, sichere Bewegungsregulation ist jedoch nur dann möglich, wenn dieser Kontrollmechanismus zeitgleich mit dem Bewegungsvollzug abläuft (Dietz, 2003). Das sensomotorische System ist für die Integration der komplex strukturierten Bewegungsregulation

verantwortlich und leistet durch die verschiedenen sensorischen Strukturen einen wesentlichen Beitrag zur Gelenkstabilisierung.

Über Mechanorezeptoren (afferentes System), die in Haut, Muskeln und Gelenkstrukturen sitzen, werden Informationen über Lage und Stellung des Gelenkes aufgenommen.

Darüber hinaus werden durch das visuelle (Augen) und vestibuläre System (Innenohr) additiv Informationen in das zentrale Nervensystem eingespeist, die in erster Linie bis zum Stamm- und Kleinhirn, aber auch zum Großhirn einlaufen und auf allen Ebenen komplex verschaltet werden.

Auf dem Rückweg (efferentes System) erfolgen Interaktionen zwischen Spinalreflexen, vorgegebenen kognitiven Programmen sowie regulativen Reflexen aus dem Hirnstamm. Die motorische Kontrolle wird schließlich durch ihr Zielorgan, die jeweilige Muskulatur (Bewegungsausführung), wirksam.

Die Gelenkstabilisation wird durch zwei verschiedene Mechanismen er-

reicht (Alt, 2001; Lohrer, 1999; Gollhofer et al. 1994, 1999): zum einen durch externe Stabilisierungsmechanismen, die das Gelenk von außen gegen unphysiologische Bewegungen schützen. Das Ziel von äußeren Stabilisierungshilfen (Scheuffelen et al., 1993), stabilisierenden Schuhen (Lohrer et al., 1996), Bandagen und Tapeverbänden (Alt et al., 1999; Lohrer 1999) ist es, die Gelenke zu stabilisieren und die Belastung des Gelenkkomplexes zu reduzieren. Der Einsatz erfolgt zur Prävention von Sportverletzungen und Sportschäden sowie in der Rehabilitation konservativ und operativ behandelter Sportverletzungen und Sportschäden. Mechanismen zur Gelenkstabilisation sind durch den knöchernen Formschluss der Gelenke, die kapsulär-ligamentäre Stabilisation und die Führung der Gelenke sowie die aktive Sicherung der Gelenke durch Muskeln und Sehnen gegeben. Lediglich der aktive Teil dieser internen Gelenkstabilisation, (afferente Systeme aus Gelenkkapseln und Bändern sowie

die reaktive Antwort über Muskeln und Sehnen) sind als Teil des sensomotorischen Gelenkstabilisierungssystems trainierbar. Dabei können sowohl willkürliche als auch reflexinduzierte Kontraktionen der Agonisten und Antagonisten stabilisatorisch wirksam werden. Diese können durch ein sensomotorisches Training geschult werden.

Entsprechend der Hierarchie und den komplexen Verschaltungen des neuromuskulären Systems muss ein sensomotorisches Training die verschiedenen Ebenen der motorischen Kontrolle (Spinalreflex, Hirnstammreflexe, kognitives Programm) gezielt ansprechen.

Unter dem Begriff des sensomotorischen Trainings fallen jegliche Art von Übungen mit labilen Unterlagen (z. B. Therapiekreisel) oder Schwingungen (z. B. Posturomed) die das Ziel haben, die Reizaufnahme, -verarbeitung und -beantwortung zu optimieren und so einen verbesserten Gelenkschutz zu erzielen. Durch das Üben auf instabilem Boden erfolgt eine intra-



## Ankle Control Mit Sicherheit mobil

### epX Ankle Control Sprunggelenkorthese

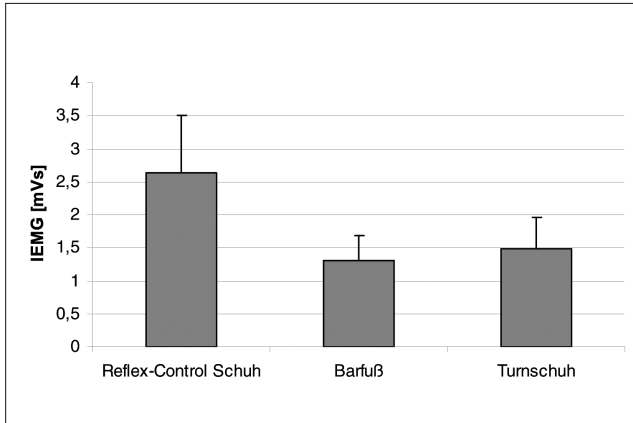
- Bohnförmig und stabilisiert die verletzungs- oder gefährdete Sprunggelenke
- Optimiertes Design ohne starrs Elemente für hohen Tragekomfort
- Klettformiger Fertigverband als hochwertige Tape-Alternativen im Sport
- Präzisionsgenaue Bohrung - auch im hohen Absatz ohne Druckstellenprobleme zu beseitigen
- Verwundungsfähiges Hilfenetz

Produktionsnummer im  
Hilfenetzverzeichnis: 05.02.02.027

02003/0008

#### Weitere Informationen:

Lohmann & Rauscher GmbH & Co. KG  
Postfach 2343, D-68613 Mannheim  
Telefon: 0 28 34 1 39-0  
Telefax: 0 28 34 1 39-04 67  
E-Mail: info2@lr-lr.com  
www.lohmann-rauscher.de



1 Mittelwert und Standardabweichungen des integrierten EMGs (iEMG) der funktionellen Reflexbeiträge der sprunggelenkumgreifenden Muskulatur von M. Gastrocnemius medialis, M. Tibialis und M. Soleus (n = 10).

sonen einen 10 Sekunden langen Einbeinstand in jeweils drei verschiedenen Belastungsvarianten (barfuß, Turnschuh und Reflex-Control Schuh) ausgeführt. Zur Registrierung der neuromuskulären Aktivität (Reflexbeiträge der sprunggelenkumgreifenden Muskulatur) wurden EMG-Ableitungen des M. Tibialis anterior, M. Gastrocnemius medialis und M. Soleus vorgenommen und aufsummiert.

Das Ergebnis (iEMG) der Auswertungen zeigt, dass durch das Tragen des Reflex-Control Schuhs die Reflexbeiträge im Vergleich zum Barfußlauf (p = 0.01) und Normalschuh (p = 0.03) signifikant erhöht waren. Damit ist eine Aktivierung des neuromuskulären Systems durch den instabilen Schuh belegt (Abbildung 1).

### Aufbau Reflex-Control Schuh

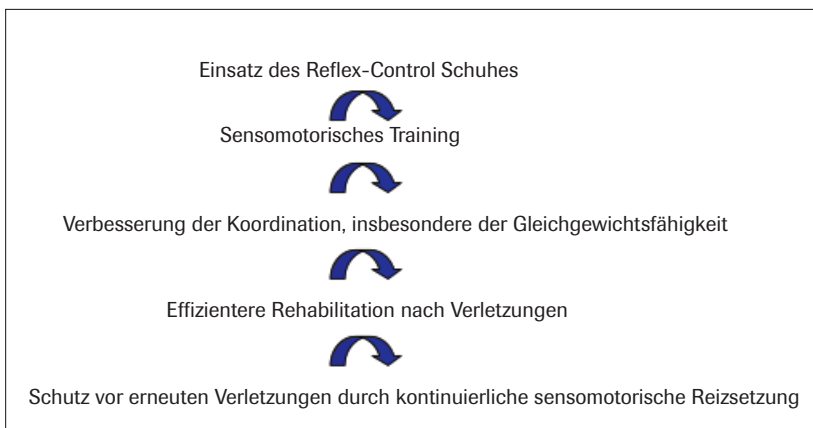
Um eine Gefährdung des Sprunggelenkes (Umknicken) auszuschließen, wurde der Schaft des klassischen Stabilschuhs (OrthoTech, Gauting) in seiner ursprünglichen Beschaffenheit mit den konstruktiven Elementen (seitliche Stäbchen) erhalten. Die Laufsohle des Schuhs jedoch wurde etwa zentral mit einem längsorientiert angebrachten halben Zylinder mit einem Radius (Höhe) von zirka 1 Zentimeter versehen. Dadurch wird der Schuh bezüglich seines Standverhaltens im Varus-/Valgussinn instabilisiert und hierdurch der sensomotorische Reiz auf das Gelenksystem ausgeübt. Das Ausmaß der Varus-/Valgusbewegung ist durch die Höhe (Radius) der Rolle und die Breite der Sohle auf maximal 10° limitiert.

Der Reflex-Control Schuh zur Prävention und Rehabilitation ist in zwei Ausführungen – einem niedrigschaftigen und einem hochschaftigen Schuh – erhältlich. Der niedrigschaftige Schuh soll vor allem die sprunggelenkumgreifende Muskulatur schulen, der hochschaftige Schuh die kniegelenkumgreifende Muskulatur (Gruber, 2001).

Der Schuh kann darüber hinaus durch eine orthopädischuhtechnische Einlagenversorgung dem Fuß des Schuhträgers individuell angepasst werden.

### Wirkungsmechanismus

Der natürliche Gang soll muskulär mehr aktiv kontrolliert werden. Durch die Instabilität des Schuhs wird während des Stehens und Gehens ein neuromuskulärer Reiz auf das Gelenk-



2 Wirkmechanismus des Reflex-Control Schuhs.

und interkoordinative Reaktion der gelenkumgreifenden Muskulatur, welche für das Gleichgewicht eine wesentliche Rolle spielt (Tropp, 1986; Lohrer et al., 2000). Die Ebenen der motorischen Kontrolle sind komplex verschaltet, so dass mit wechselnder Gewichtung jeweils alle Ebenen angesprochen werden. Schwerpunktmäßig den Spinalreflex bahnend wirken schnelle, kleinamplitudige Bewegungen, die beispielsweise auf dem Kippbrett oder der Airex-Matte vorkommen.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die sensomotorischen Funktionen durch ein Training auf instabilem Untergrund verbessert werden können (Ashton-Miller et al., 2001).

### Reflex-Control Therapieschuh

Bisher erfolgte das sensomotorische Training zur Stabilisierung mittels spezifischer Trainingsgeräte wie beispielsweise einem Kippbrettchen oder einer instabilen Matte (Airex-Matte). Dies erforderte vor allem eiserne Disziplin bei der Übungsdurchführung und einen in den Alltag zu integrierenden

Zeitaufwand. Der Reflex-Control Schuh ersetzt durch die direkte Ankopplung des Trainingsgerätes an den Fuß den sonst üblichen Aufwand bei der Schulung des sensomotorischen Systems.

Durch das Tragen des Schuhs und die Integration in den Alltag sind keine zusätzlichen Trainingsmaßnahmen mehr notwendig. Die Tragedauer sollte anfangs mit zirka 10 bis 15 Minuten zur Vermeidung von Überlastungen und zur Adaption des sensomotorischen-muskulären Systems an das Schuh- und Fortbewegungssystem gering gehalten werden. Später kann die „Therapiezeit“ sukzessiv gesteigert werden und dann bis zu mehreren Stunden betragen. So führen die Trainings- und Therapiezeiten im Vergleich zu konventionellen Methoden (z. B. Wackelbrett) zu längeren Trainingsbelastungen und sind deshalb wahrscheinlich wirksamer.

### Untersuchung zur Wirksamkeit des Reflex-Control Schuhs

Zur Überprüfung der Wirksamkeit des Reflex-Control Schuhs haben 10 Per-



system ausgeübt, der durch die Strukturen des sensomotorischen Systems adäquat beantwortet beziehungsweise kontrolliert werden muss.

Durch den längsorientiert angebrachten halben Zylinder an der Laufsohle des Reflex-Control Schuhs (Destabilisierung) muss sich das sensomotorische System immer wieder neu an die veränderte Lagesituation des Fußes anpassen und wird hierdurch bei jedem Schritt und sogar im Stehen geschult. So kann eine effizientere Rehabilitation nach Verletzungen und ein Schutz vor erneuten Verletzungen erwartet werden (Abbildung 2).

### Hochschäftige Reflex-Control Schuhkonstruktion

Der Einsatz eines hochschäftigen Schuhs zur Aktivierung der knieumgreifenden Muskulatur bei sensomotorischem Training ist bereits belegt (Gruber et al., 2001). Gruber (2001) konnte in einer Studie, bei der die Probanden mit einem kontrollierten sensomotorischen Training auf verschiedenen instabilen Unterlagen und unter variierender, externer Stabilisation des Sprunggelenkes (barfuß, Skischuh, Aircast-Orthese) versorgt wurden, zeigen, dass vor allem die hochschäftige Skischuhgruppe im Vergleich zu den anderen Trainingsinterventionen einen stabilisatorischen Zugewinn der knieumgreifenden Muskulatur verzeichnen konnte.



3 Hochschäftiger Reflex-Control Schuh.



4 Niedrigschäftiger Reflex-Control Schuh.

Durch eine Fixierung des Sprunggelenks wird die muskuläre Beanspruchung an die knieumgreifende Muskulatur transferiert. Der hochschäftige Reflex-Control Schuh mit seiner instabilisierenden Sohlenwirkung sollte sich deshalb vor allem zum Einsatz für die Rehabilitation und

Prävention von Kniegelenksverletzungen und Knieoperationen eignen (Abbildung 3).

### Niedrigschäftige Reflex-Control Schuhkonstruktion

Der niedrigschäftige Reflex-Control Schuh endet auf der Höhe des oberen

## UD-FLEX AFO

### Vorteile:

- ◊ keine Schuhprobleme
- ◊ volles Gefühl beim Fersenauftritt
- ◊ geringerer Druck auf die Tibiakante
- ◊ komfortables Gehen, durch guten Halt und Sitz

### Indikation:

- ◊ Hemiplegie
- ◊ Fußheberschwäche
- ◊ Peroneuslähmung
- ◊ Als postoperative Sofortversorgung zur Kontrakturprophylaxe und zur Vermeidung langer Bettlägigkeit

lang



kurz



**Horst Rattenhuber GmbH**  
 Pfaffenhofenstraße 15 · 85049 Ingolstadt  
 Tel.: 0841/38 80 00 · Fax 0841/38 00 23  
 www.rattenhuber.de

Sprunggelenkes. Die Adaptierung des Sohlensystems des Halbschuhes leitet so den sensomotorischen Trainingsreiz mehr auf die sprunggelenk- und fußstabilisierende Muskulatur und sollte sich deshalb vor allem zur Rehabilitation nach Verletzungen und Operationen am Sprunggelenk und Fuß eignen. Ein weiteres Einsatzfeld des Reflex-Control Halbschuhes besteht zum einen in der Primärprävention vor supinatorischen und pronatorischen Umknickereignissen sowie der Therapie bei chronischen oberen und unteren Sprunggelenkinstabilitäten (Abbildung 4 sowie Tabelle 1).

**Diskussion**

Die negativen Auswirkungen einer Immobilisation im Rahmen der Rehabilitation von Gelenk-, Sehnen- und Bandverletzungen sind ausreichend bekannt und in der Literatur beschrieben (Lohrer et al., 2000). Experimentelle Arbeiten haben gezeigt, dass verletzte Sehnen – ähnlich wie kollagene Bandstrukturen – unter funktioneller, kontrollierter Beanspruchung im Vergleich zur völligen Freigabe und im Vergleich zur Immobilisierung mit einer besseren Qualität der Narbe ausheilen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass frühfunktionelle Bewegung die Ausbildung ungünstiger narbiger Adhäsionen verhindert. Deshalb wird ein optimales Verhältnis zwischen Bewegung und Belastung gefordert, um eine optimale Heilung zu gewährleisten, ohne zusätzliche Schädigungen zu riskieren (Woo et al., 1994).

Rein mechanisch orientierte Konzepte der Gelenkstabilisation sind heute von einer funktionellen Betrachtungsweise abgelöst worden (Alt, 2001).

Passive und aktive Anteile der Bewegungssteuerung sind nicht scharf differenzierbar. Beide Anteile treten immer kombiniert auf, aber sind zum Teil unterschiedlich gewichtet. Dies belegen Befunde aus der Literatur und eigene Untersuchungen sowohl hinsichtlich der Gelenkstabilisation als auch für das sensomotorische Training und bei Rehabilitationsmaßnahmen nach operativen Interventionen.

Die sensomotorischen Defizite, die nach Verletzung entstehen, gilt es mit propriozeptivem Training auszugleichen beziehungsweise aufzutrainieren, um eine vollständige Ausheilung der verletzten Struktur zu erreichen und

Indikationsspektrum	Zielgruppe	Schuhtyp
Primäre Prävention	alle	Halbschuh
Rehabilitation nach Knieverletzungen und Knieoperationen	Patienten, Sportler	Hochschafftiger Schuh
Rehabilitation nach Verletzungen und Operationen am Sprunggelenk und Fuß	Patienten, Sportler	Halbschuh

**Tab. 1** Indikationsgebiete, Zielgruppen und Schuhtypen für den Einsatz des Reflex-Control Schuhs.

einem erneuten Auftreten entgegenwirken zu können.

Aus diesem Grund wird durch den Einsatz von instabilen Unterlagen versucht, den entstandenen Mangel auszugleichen. Da es jedoch keinen Grund gibt, warum die statisch-dynamischen Stabilitätsfunktionen vom mechanischen sensomotorischen Training getrennt sein sollten, wurde der Reflex-Control Schuh zum Einsatz während der Alltagsbelastung entwickelt. Durch das Tragen des Reflex-Control Schuhs wird kein zusätzliches Trainingsgerät benötigt. Deshalb ist das Konzept eine Kombination aus passivem Schutz und aktiver Trainingsstimulation im Sinn eines sensomotorischen Trainingsgerätes. Resultierend aus diesen Eigenschaften sind viele Anwendungsbereiche denkbar. Diese werden in Zukunft Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. ■

**Literatur**

1 Alt W. (2001). Biomechanische Aspekte der Gelenkstabilisierung – dargestellt am Beispiel des Sprunggelenks. Verlag C. Maurer, Geislingen.  
 2 Alt W., Lohrer H., Gollhofer A. (1999). Functional Properties of Adhesive Ankle Taping. Neuromuscular and Mechanical Effects before and after Exercise. Foot Ankle Int. 20 (4): 238 – 245.  
 3 Ashton-Miller JA., Wojtys EM., Huston LJ., Fry-Welch D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 9: 128 – 136.  
 4 Caraffa A., Cerulli G., Proietti M., Aisa G., Rizzo A. (1996). Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer – a Prospective Controlled Study of Proprioceptive Training. In: Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy (4), 19 – 21.  
 5 Dietz V. (2003). Neuronal control of functional movement. In Komi P.V.; (Ed) Strength and power in sport (2nd Ed). Oxford: Blackwell Scientific Publications, 11 – 26.  
 6 Gruber M. (2001). Die neuromuskuläre Kontrolle des Kniegelenks vor und nach einem spezifischen sensomotorischen Training beim unverletzten Sportler. Dissertation Stuttgart.

7 Gollhofer A., Scheffelen C., Lohrer H. (1994). Neuromuskuläre Stabilisation im Sprunggelenk. Prävention und Rehabilitation von OSG-Verletzungen. In: Schmidtbleicher D.; Müller (Hrsg.): Leistungsdiagnostische und präventive Aspekte der Biomechanik, 116 – 122, Academia Verlag St. Augustin.  
 8 Gollhofer A., Scheffelen C., Lohrer H. (1999). Neuromuskuläre Trainingsform und ihre funktionelle Auswirkung auf die Stabilisierung im Sprunggelenk. In: Zichner, L., Engelhardt, M., Freiwald, J. (Hrsg.) Neuromuskuläre Dysbalancen. (3. Auflage) Nürnberg: Novartis Pharma Verlag, 109 – 122.  
 9 Grillner S. (1981). Control of locomotion in bipeds, tetrapods and fish. In Brookhart, M., Mountcastle, V.B. (Eds) Handbook of physiology, Sect. 1, Vol. II, Part 2. The nervous system. Motor control 26. Washington: American Physiological Society, 1179 – 1236.  
 10 Liu S., Jason WJ. (1994). Lateral ankle sprains and instability problems. Clin Sports Med 13: 793 – 804.  
 11 Lohrer H., Alt W., Gollhofer A. (1999). Neuromuscular properties and functional aspects of adhesive ankle taping. Am J Sports Med. 27 (1): 69 – 75.  
 12 Lohrer H., Bruhn S., Gruber M., Alt W., Gollhofer A. (2000). Sensomotorische Trainierbarkeit von knie- und sprunggelenkstabilisierenden Muskeln. In: Jerosch, J. (Hrsg.): Aktuelle Aspekte zur Sensomotorik und Propriozeption in Forschung, Klinik und Praxis, 215 – 228.  
 13 Lohrer H., Alt W., Gollhofer A., Rappe B. (2000). Verletzungen am lateralen Kapselbandapparat des Sprunggelenks – eine Übersicht. In: Zeitschrift für Sportmedizin 51(6): 196 – 203.  
 14 Scheffelen C., Rappe W., Gollhofer A., Lohrer H. (1993). Orthotic devices in functional treatment of ankle sprain – stabilizing effects during real movements. In: Int. J. Sports Med. 14: 140 – 149.  
 15 Tropp H. (1986). Pronator Muscle Weakness in Functional Instability of the Ankle Joint. In: Int. J. Sports Med. 7: 291 – 294.  
 16 Weinstein J. (2000). The Bone and Joint Decade. Bone Joint Surg. Am. 82: 1– 3.  
 17 Woo SL-Y., An K-N., Arnoczky SP., Wayne JS., Fithian DC., Myers BS. (1994). Anatomy, Biology, and Biomechanics of Tendon, Ligament, and Meniscus. In: Simon, SR (Hrsg.), Orthopaedic Basic Science. American Academy of Orthopaedic Surgeons, 45 – 87.  
 18 Zwiipp H., Krettek Ch. (1986). Diagnostik und Therapie der akuten und chronischen Bandinstabilität des unteren Sprunggelenkes. Orthopäde15: 472 – 478.