
Untersuchung klinischer, biomechanischer und trainingsspezifischer Charakteristika von Läuferinnen und Läufern mit und ohne Überlastungsbeschwerden

Stefan Grau, Tobias Hein, Silvia Rombach, Florian Vek
& Ursula Wagner-Fritz

Universitätsklinikum Tübingen, Medizinische Klinik und Poliklinik,
Abteilung Sportmedizin

Problem

Epidemiologische Untersuchungen zeigen, dass neben akuten Verletzungen vor allem (chronische) Überlastungsbeschwerden am Bewegungsapparat zu einer Einschränkung des Trainings bzw. der Belastbarkeit im Spitzensport, aber auch Freizeitsport, führen. Hierbei zeigt vor allem der Laufsport eine auffällig hohe Verletzungsrate. Nach wissenschaftlichen Studien klagen 30-65 % aller Läuferinnen und Läufer über laufspezifische Probleme, wobei 70-80 % dieser Probleme die untere Extremität betreffen und zu einem großen Prozentsatz (50-75 %) auf Überlastungsbeschwerden zurückzuführen sind. Epidemiologische Studien zeigen, dass Überlastungsprobleme am Knie (v.a. Patellaspitzensyndrom, Iliotibiales Bandsyndrom), an der Achillessehne (v.a. Tendinitis / Peritendinitis) sowie an der Plantarfaszie im Verlauf der Jahre die häufigsten Ursachen für Trainingsabbruch bzw. Trainingsreduktion waren. Es wird vermutet, dass diesen vor allem dynamische Fuß- und Achsfehlstellungen (z. B. verstärkte Pro- und Supinationsbewegung im unteren Sprunggelenk, varus/valgus Beinachsen), ungenügende muskuläre Kraft und Dehnfähigkeiten der sprung-, knie- und hüftgelenksübergreifenden Muskulatur, klinische Auffälligkeiten sowie Fehler in der Trainingsgestaltung zugrunde liegen.

Eigene Vorarbeiten

Die Thematik der exakten biomechanischen Analyse von Belastungen des Fußes und der unteren Extremität bei Läuferinnen und Läufern war Gegenstand mehrerer eigener Untersuchungen. So konnte eine zuverlässige Messmethode entwickelt werden, die es ermöglicht den Abrollvorgang des Fußes sowie Gelenkbewegungen der unteren Extremitäten funktionell zu untersuchen (Maiwald, 2008; Maiwald et al., 2008). Ebenso publiziert sind Ergebnisse bezüglich des Einflusses des Matchens von Stichproben auf biomechanische Variablen (Grau et al., 2008a; Krauss et al., 2007).

Mit der Thematik der klinischen, biomechanischen und trainingsspezifischen Erforschung von Überlastungsbeschwerden und Verletzungen im Laufsport beschäftigten sich mehrere Studien unserer Arbeitsgruppe in der Vergangenheit. So konnten beispielsweise signifikante Unterschiede in der 3D-Kinematik sowie in klinischen und trainingsspezifischen Kenngrößen zwischen Läuferinnen mit Patellaspitzensyndrom (PTS) und einer gesunden Kontrollgruppe (CO) ebenso nachgewiesen werden (Grau et al., 2008d; Krauss, 2007) wie bei einem Vergleich von Läuferinnen

und Läufern mit Iliotibialband-Syndrom (ITBS) und einem gesunden Vergleichskollektiv (Grau et al., 2010). Keine Unterschiede zwischen ITBS und CO ergaben sich in der isokinetischen Krafftähigkeit der Hüftbeuge- und Hüftstreckmuskulatur sowie der Hüftab- und -adduktion (Grau et al., 2008c). Ähnlich wie in der Untersuchung zum Entstehen von PTS zeigte sich in beiden Gruppen (ITBS und CO) eine hohe Variabilität der Daten sowie unterschiedlich kombinierte Muster (klinisch, biomechanisch, trainingsspezifisch) in der Entstehung von ITBS (Grau et al., 2006). Weitere Untersuchungen zur Klassifizierung von Achillessehnenbeschwerden bzw. der Plantarfasziitis sind ebenfalls publiziert (Grau et al., 2008b; Ryan et al., 2010).

Folgende **Fragestellungen** sollen durch die Gesamtstudie beantwortet werden:

- F1:** Können laufspezifische Überlastungsbeschwerden im Spitzen- sowie im Breitensport, bei exakter Diagnosestellung und ausreichend großer Stichprobe, anhand klinischer, biomechanischer und trainingsspezifischer Größen eindeutig klassifiziert werden?
- F2:** Gibt es kritische Werte in der Entstehung von Überlastungsbeschwerden im Laufsport, die spezifisch sind für den Spitzen- bzw. den Freizeitsport?
- F3:** Können eindeutige Entstehungsmuster der einzelnen Überlastungsbeschwerden, die auf einer Kombination klinischer, biomechanischer und trainingsspezifischer Variablen basieren, erkannt und definiert werden?

Ziele der vorliegenden Gesamtstudie sind:

- Die Entwicklung von detaillierten **präventiven Maßnahmen** basierend auf den ermittelten Kombinationsmustern für den Spitzen- und Freizeitsport.
- Die Entwicklung von detaillierten **Therapie- und Rehabilitationsmaßnahmen** basierend auf den ermittelten Kombinationsmustern für den Spitzen- und Freizeitsport.

Methode

a) Spezifizierung des Untersuchungsdesigns

Alle Läuferinnen und Läufer, die sich bereit erklärten an der vorliegenden Studie teilzunehmen, durchliefen eine standardisierte Eingangsuntersuchung. Die komplette Untersuchung dauert ca. 2,5 Stunden und beinhaltet nach der Einarbeitung neuer Messmethoden folgende Teiluntersuchungen:

Zu Beginn jeder Teilnahme wurden die Testpersonen einer orientierenden orthopädischen Untersuchung (Trainings- und Verletzungsanamnese, Palpation, Achsbeurteilung und weiteren klinischen Tests) mit zusätzlichen Beweglichkeit- und Dehnfähigkeitsmessungen durch die zuständige Prüfärztin unterzogen. Im Anschluss wurden die notwendigen Marker zur dreidimensionalen Kinematikmessung durch die Prüfärztin an anatomischen Landmarken an den unteren Extremitäten der Testperson befestigt. Nach einer Aufwärm- und Eingewöhnungsphase an das Barfußlaufen wurden mindestens 25 gültige Läufe sowie eine statische Referenzmessung aufgenommen. War eine ausreichende Anzahl an gültigen Versuchen aufgezeichnet, wurde die gleiche Anzahl an gültigen Läufen mit Schuhen durchgeführt. Hierfür brachten die Testpersonen ein aktuelles Paar Laufschuhe mit, das sie regelmäßig in Trainingseinheiten tragen und gewohnt sind.

Nicht mehr im Messprotokoll der biomechanischen Bewegungsanalyse enthalten ist die Messung der plantaren Druckverteilung, da durch die Einbettung der Druckmessplatte in die Laufbahn ein „Zielen“ mit dem entsprechenden Bein zum Treffen der Platte nicht verhindert werden konnte. Dieser unnatürliche Bewegungsablauf wurde zusätzlich durch einen ungewohnt harten Fußaufsatz mit der Druckmessplatte verstärkt. Diese beiden Tatsachen führten zu einem Lauf- und Abrollverhalten, das dem einer natürlichen Bewegung nicht mehr entsprach.

Tab. 1. *Änderungen im Design der Gesamtstudie*

Änderungen im Design der Gesamtstudie	
a) Untersuchungsdesign	+ Messungen der individuellen Beweglichkeit + Messungen der isometrischen Maximalkräfte - Druckverteilungsmessungen
b) Wirkungsprinzip	1. Prospektive Studie mit beschwerdefreien Läuferinnen und Läufern 2. Einführung eines Trainingstagebuches zur Erfassung der Trainingsgestaltung und dem Einfluss der Ermüdung auf das Auftreten von Überlastungsbeschwerden

Den Abschluss der Eingangsuntersuchung bildeten die isometrischen Maximalkraftmessungen, die in einer standardisierten Reihenfolge unter der Anleitung eines Gesundheitsökonoms, der eine jahrelange Erfahrung im Umgang mit den Trainingsgeräten aufweisen kann, durchgeführt. Gemessen wurden an den Trainingsgeräten der Firma DAVID die Maximalkräfte der Rückenstreckmuskulatur, sowie die gerade und seitliche Bauchmuskulatur am Oberkörper. An den unteren Extremitäten wurden die Kräfte der Kniebeuger und -strecker sowie der Ab- und Adduktoren gemessen. Durch ein neues Trainings- und Messsystem der Firma Frei AG waren wir zudem in der Lage die Hüftabduktion, -adduktion und -extension in stehender Position für die rechte und die linke Extremität zu messen, um dadurch Seitenvergleiche anzustellen. Zuletzt wurden alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer über das auszufüllende Trainingstagebuch aufgeklärt.

b) Berücksichtigung des Wirkungsprinzips

Ein prinzipieller Diskussionspunkt bei Untersuchungen zur Entstehung von Überlastungsbeschwerden ist, ob mittels retrospektiven Querschnittsstudien überhaupt die Ursachen für Überlastungsbeschwerden erkannt werden können, da unklar bleibt, ob die Unterschiede tatsächlich ursächlich sind oder ob diese bedingt sind durch einen veränderten Laufstil aufgrund der bestehenden Schmerzen. Aus diesem Grund wurde dem bisherigen Studiendesign eine prospektive Längsschnittstudie mit gesunden Läuferinnen und Läufern hinzugefügt.

Im Falle der beschriebenen und zu erwartenden Verletzungsrate von 30-65 % im Laufsport können dann die ursächlichen biomechanischen, klinischen und trainingspezifischen Einflussfaktoren im beschwerdefreien Zustand und nach Entstehung der Verletzung verglichen werden, so dass die ursächlichen Muster in der Entstehung eines Beschwerdebildes ermittelt werden könnten. Diese werden dann mit den

Ergebnissen der retrospektiven Querschnittstudien verglichen, so dass auch eine abschließende Beurteilung über die Aussagekraft retrospektiver Studien getroffen werden kann.

Folglich bedeutet dies für den Fortgang der Studie, dass beschwerdefreie Teilnehmerinnen bzw. Teilnehmer der prospektiven Längsschnittstudie über einen Zeitraum von einem Jahr ein Trainingstagebuch führen müssen, und im Falle einer auftretenden Verletzung (Überlastungsbeschwerde) die betroffene Person ein zweites Mal klinisch und biomechanisch untersucht wird.

Ergebnisse

Neben der Umsetzung der geforderten Maßnahmen konnten bereits über 100 gesunde Teilnehmerinnen und Teilnehmer in die Gesamtstudie eingeschlossen werden, wobei 91 Läuferinnen und Läufer an der prospektiven Studie teilnehmen (siehe Tabelle 2). Im Monat Mai 2010 werden die ersten Testpersonen die geforderte Teilnahmedauer von einem Jahr erreichen. Auf Grund dessen und der ausschließlichen Untersuchung beschwerdefreier Personen können an dieser Stelle noch keine abschließenden Ergebnisse hinsichtlich der Fragestellungen und Ziele der Gesamtstudie präsentiert werden.

Tab. 2. *Zusammensetzung des Probandenkollektivs der prospektiven Teilstudie*

	Anzahl [n]	Alter [Jahren]	Größe [cm]	Gewicht [kg]	BMI [kg/m ²]
Frauen	31	39 ± 8	168 ± 4	62 ± 6	22 ± 2
Männer	60	41 ± 8	180 ± 7	77 ± 10	24 ± 3

Diskussion

Durch die erfolgreiche Einbindung der prospektiven Teilstudie in die Gesamtstudie und deren Weiterführung in den kommenden Monaten werden folgende Transferleistungen für die klinische Praxis und für die Wissenschaft erwartet:

Durch die Klassifizierung des Beschwerdebilds und durch die Erkennung der kombinierten Entstehungsmuster kritischer Grenzwerte bzw. problematischer Prädispositionen können Maßnahmen ergriffen werden, die Athletinnen und Athleten präventiv vor Überlastungsbeschwerden schützen und Trainingausfall und Trainingabbruch vermeiden. Hiermit wird eine nachhaltige Optimierung der Leistungsfähigkeit der Athletinnen und Athleten kurz-, aber auch langfristig, unterstützt, so dass sie international konkurrenzfähig sein werden.

Hinsichtlich der Therapie bei vorhandenen Beschwerden wird eine detaillierte und optimierte Versorgung erwartet, da nicht, wie bisher üblich, mit der „Schrotschussmethode“ behandelt werden muss, sondern gezielt die Prädispositionen und „Schwächen“ therapiert werden können. Im Falle des Spitzensports muss der Schwerpunkt eindeutig in der Prävention und damit der Trainingssteuerung liegen, sodass erst gar keine therapeutische Behandlung notwendig wird.

Der wissenschaftliche Transfer bzw. Erkenntnisgewinn besteht eindeutig im Schlie-

ßen der Wissenslücken zur Klassifizierung der Beschwerdebilder und vor allem der Entstehungsmechanismen bzw. Prädispositionen (kombinierte Muster) von typischen Überlastungsbeschwerden im (Lauf-)Sport.

Literatur

- Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., Axmann, D., & Horstmann, T. (2010). What are the causes and treatment strategies for Iliotibial Band Syndrome (ITBS) in runners? *Scandinavian Journal of medicine & science in sports*, in press.
- Grau, S., Maiwald, C., Krauss, I., Axmann, D., & Horstmann, T. (2008a). Influence of matching population on kinematic and kinetic measurements in runners with Iliotibial Band Syndrome. *Research quarterly for exercise and sport*, 79 (4), 450-457.
- Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., Best, R., Axmann, D., & Horstmann, T. (2008b). What are causes and treatment strategies for plantar fasciitis (PF) in runners? *Journal of biomechanics*, submitted.
- Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., Best, R., & Horstmann, T. (2008c). Hip abductor weakness is not the cause for Iliotibial Band Syndrome. *International journal of sports medicine*, 29, 579-583.
- Grau, S., Maiwald, C., Krauss, I., Axmann, D., Janssen, P., & Horstmann, T. (2008d). What are causes and treatment strategies for patellar-tendinopathy in female runners? *Journal of biomechanics*, 41 (9), 2042-2046.
- Grau, S., Maiwald, C., Krauss, I., Mauch, M., & Horstmann, T. (2006). Pattern recognition of ITB overuse injuries in running. *Journal of biomechanics*, 39, 174.
- Krauss, I. (2007). *Frauenlaufschuhe - Nicht nur eine Frage der Farbe*. Dissertation Verlag Dr. Müller.
- Krauss, I., Grau, S., Rombach, S., Janssen, P., Maiwald, C., Axmann, D., & Horstmann, T. (2007). Association of strength with patellar tendinopathy in female runners: *Isokinetics and Exercise Science*, 15, 217-223.
- Maiwald, C. (2008). *Der Zusammenhang zwischen plantaren Druckverteilungsdaten und dreidimensionaler Kinematik der unteren Extremität beim Barfußlauf*. Dissertation, Universität Chemnitz.
- Maiwald, C., Grau, S., Krauss, I., Mauch, M., Axmann, D., & Horstmann, T. (2008). Reproducibility of plantar pressure distribution data in barefoot running. *Journal of applied biomechanics*, 24 (1), 14-23.
- Ryan, M.B., Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., & Taunton, J.E. (2010). Kinematic Analysis of Runners with Achilles Mid-Portion Tendinopathy. *Foot & ankle*, 30 (12), 1190-1195.