

I. Froböse, B. Lücker, K. Wittmann

# Überlastungssymptome von Mountainbikern – Eine empirische Untersuchung mittels Fragebogenerhebung

*Overuse symptoms in mountainbikers – A study with an empirical questionnaire*

Institut für Rehabilitation, Deutsche Sporthochschule Köln

## Zusammenfassung

In einer Untersuchung von 840 Mountainbikern wurde mittels Fragebogenerhebung ein charakteristisches Profil typischer Überlastungssymptome (Lokalisation, Symptomatik, Zeitpunkt, Intensität) sowie mögliche Einflussfaktoren (anthropometrische Bedingungen, Federungsarten) erfasst und mit Beobachtungen aus dem Straßenradsport verglichen. Insgesamt 756 Personen (90%) gaben Beschwerden an, von denen der ambitionierte Freizeit-Mountainbiker mit einem Durchschnittsalter von 27-32 Jahren die stärkste Gruppierung bildete. Die sechs häufigsten Überlastungssymptome traten an den Lokalisationen Gesäß/Sitzbereich (44,6%), Nacken/Halswirbelsäule (43,0%), Fingergelenke (37,4%), Rücken/Lendenwirbelsäule (35,5%), Kniegelenke (27,3%) sowie Handgelenke (20,0%) auf. Die vorliegenden Ergebnisse stimmen überwiegend mit den in der Literatur häufig zitierten primären Lokalisationen der Überlastungssymptome im Straßenradsport überein, obwohl von unterschiedlichen Entstehungsmechanismen ausgegangen werden muss. Lediglich die Überlastungssymptome an den Fingergelenken bilden aufgrund des speziellen Anforderungsprofils eine mountainbike-spezifische Lokalisation.

Eine Reduzierung der Überlastungssymptome durch den Einsatz von Federungselementen konnte nur in Ansätzen nachgewiesen werden. Eine positive Beeinflussung durch Federungssysteme zeigte sich in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Nutzung des Fahrrades sowie der gefahrenen Kilometerleistung.

**Schlüsselwörter:** Mountainbiking, Überlastungssymptome, Fragebogenerhebung, Federungselemente

## Problemstellung

Der spezifische Einsatz des Mountainbikes, welcher sich besonders durch Bergauf- und Abfahrten auf meist welligem, schottrigen Untergrund auszeichnet, führt zu einem speziellen Anforderungsprofil von Gelenken, Muskeln und Sehnen. Da beim sportlichen Fahren sowohl bergauf als auch bergab phasenweise im Stehen gefahren wird, scheint die Belastung einzelner Gelenke gegenüber dem Straßenradsport erhöht (5). Besonders das Femorpatellargelenk ist höheren Belastungen ausgesetzt (1). Dieses korreliert auch mit der beim Bergauffahren in sitzender Position massiv gegen hohen Wi-

## Summary

With the help of a questionnaire 840 mountainbikers took part in a study set out to explore the common symptoms of overuse (localisation, symptomatology, time and intensity) and possible effects (anthropometric data, suspension systems). The information gathered was compared to data from on-road cyclists.

The study revealed that 756 (90%) mountainbikers suffered from overuse of which the largest group of concern was the non-professional mountainbiker in the 27-32 age group. The six most frequent complaints are the bottom/sitting area (44.6%), cervical spine (43.0%), fingerjoints (37.4%), lumbar spine (35.5%), femorpatellae joints (27.3%) and handjoints (20%). In comparison to on-road cycling the results correspond to commonly acknowledged theories found in literature, although the cause of overuse might differ. However, it seems that the overusage of fingerjoints occurs particularly in mountainbiking.

Suspension systems failed to reduce the symptoms of overuse. Even though little evidence is given, the use of suspension systems have a positive effect on the biker depending on frequency of biking and kilometres covered.

**Keywords:** mountainbiking, overuse symptoms, questionnaire, suspension systems

derstand eingesetzten Oberschenkelstreck- und Beugemuskulatur. Beim Bergabfahren werden besonders die Handgelenke und die Wirbelsäule belastet, da sich dort Schläge und Vibrationen manifestieren. Desweiteren werden die Muskeln und Sehnen im Handgelenk- und Unterarmbereich zur Sicherung des Lenkers und zur Bremsbetätigung stark beansprucht.

Eine Reduktion der einwirkenden Vibrationen und Schläge beim Mountainbiking kann durch spezielle Federungssysteme, zu denen die Frontfederung am Vorderrad („Hardtail“) respektive die Vollfederung am Vorder- und Hinterrad („Fullsuspension“ oder „Fully“) sowie die gefederte Sattelstütze

zählt, erzielt werden. Der Vorteil von Federungselementen besteht darin, dass geländebedingte Unebenheiten ausgeglichen werden und somit ein höherer Fahrkomfort erreicht wird. Während bei einem ungefederten Mountainbike die Unebenheiten nahezu ungefiltert direkt über Hände, Unterarme, Schultern, Nacken bis zum Kopf weitergeleitet werden, dämpft die Federgabel einen Großteil der Schläge und Vibrationen, so dass der Lenker entspannter gehalten werden kann. Bei einem Fullsuspension werden zusätzlich die Belastungen an der Lendenwirbelsäule durch das gefederte Hinterrad absorbiert. Die gefederte Sattelstütze erfüllt annähernd die gleiche Funktion wie eine Hinterachsenfederung, funktioniert jedoch nur dann, wenn der Fahrer im Sattel sitzt.

Die spezifische Beanspruchung des Stütz- und Bewegungsapparates kann bei entsprechender Reizeinwirkung zu Mikrotraumatisierungen der passiven Strukturen führen, die auf Dauer Überlastungssymptome bzw. -syndrome hervorrufen. Aufgrund des unterschweligen Verlaufs sowie des geringeren subjektiven Handicaps werden Überlastungssymptome häufig durch den Sportler bagatellisiert. Es wird gewöhnlich keine sofortige medizinische Behandlung eingeleitet, sondern eine Selbstbehandlung durchgeführt, so dass Überlastungssymptome epidemiologisch schwer zu erfassen sind. Im Gegensatz zu Untersuchungen, die sich mit akuten Verletzungen beim Mountainbiking auseinandersetzen, liegen vergleichsweise wenige Studien bezüglich Überlastungsbeschwerden vor (4,13). Im Hinblick auf die zunehmende Beliebtheit nicht nur im Leistungssport, sondern auch im aktiven Freizeit-, Breiten- und Gesundheitssport, ist das Ziel der vorliegenden Studie daher die Erfassung typischer Überlastungssymptome hinsichtlich Lokalisation, Symptomatik, Zeitpunkt und Intensität der Beschwerden sowie die Betrachtung möglicher Einflussfaktoren (anthropometrische Daten, Federungselemente).

## Methodik

In dem eigens für diese Untersuchung konzipierten Fragebogen mit geschlossener Fragestellung wurden Beschwerden (akute Traumata wurden ausgeschlossen) hinsichtlich Lokalisation, Art, Zeitpunkt und Intensität erfasst. Hinsichtlich der Lokalisation wurden alle wesentlichen Körperpartien aufgeführt: Finger- und Handgelenke, Unterarm, Ellenbogen, Oberarm, Schulter, Nacken/Halswirbelsäule, Rücken/Lendenwirbelsäule, Gesäß/Sitzbereich, Hüftgelenk, Oberschenkel, Fuß- und Zehengelenke. Hierzu können unterschiedliche Arten von Beschwerden der jeweiligen Lokalisation zugeordnet werden: Schmerzen, Verspannungen, Krampf, Kribbeln, Taubheit, Steifheit sowie Hautprobleme. Der Zeitpunkt der Beschwerden wurde stereotypisch in zwei Kategorien, d.h. „während“ und „nach der Tour“, eingeteilt. Die Intensität der Beschwerden konnte auf einer Dreipunkteskala von „erträglich“, „störend“ und „unerträglich“ erfasst werden. Desweiteren wurden Informationen zu den Aspekten Vibrations-Stoßreduzierung (keine, Frontfederung, Fully, gefederte Sattelstütze, Sonstiges) sowie Kilometerlei-

stung (km/h) und Häufigkeit des Gebrauchs des Mountainbikes erhoben.

Die Fragebogenerhebung fand an zwei verschiedenen „Bike-Festivals“ (Riva, Italien; Willing, Sauerland) statt und wurde an einem heterogenen Probandengut durchgeführt. Die Auswertung der deskriptiven Datenerhebung erfolgte anhand der Mehrfaktoriellen/Multivariaten Varianzanalyse sowie der Korrelationsanalyse nach Spearmans Rho.

## Ergebnisse

An der Befragung waren 699 männliche (83,2%) und 130 weibliche (15,5%) Personen (N=840) beteiligt. Bei 11 Personen (1,3%) fehlte eine Geschlechtsangabe. Es wurden 7 verschiedene Altersverteilungen gebildet von „jünger als 15“, „15-20“, „21-26“, „27-32“, „33-38“, „39-44“ sowie „45 und älter“, wobei die Alterskategorie zwischen 27-32 Jahren mit 34,2% am stärksten vertreten war, gefolgt von den Kategorien „33-38“ (23,6%) sowie „21-26“ (21,3%). Insgesamt wurden mit dem Mountainbike größtenteils 60-120 km/Wo zurückgelegt (44,8%), gefolgt von 0-60 km (39,1%). Nahezu die Hälfte der Befragten (48,2%) benutzten das Mountainbike 3-5 mal/Wo, gefolgt von der Gruppe, die das Bike weniger als 3 mal/Wo benutzte (42,9%). In Anlehnung an die wöchentliche km/h benutzten die Männer das Bike intensiver (n=330 (47,8%) bei 60-120 km/Wo) als die Frauen (n=86 (67,2%) bei 0-60 km/Wo). Die Hälfte der Befragten (49,8%) wiesen an ihrem Mountainbike eine Hardtail-Federung auf, 38,7% besaßen ein Fullsuspension während 9,5% keine Federung benutzten.

### Lokalisation, Art und Zeitpunkt der Überlastungssymptome

Von insgesamt 840 Personen gaben 756 Personen (90%) Beschwerden an. Die häufigsten Lokalisationen von Überlastungssymptomen stellen sich bei diesen Personen wie folgt dar (Mehrfachnennungen waren möglich): Gesäß/Sitzbereich (44,6%), Nacken/Halswirbelsäule (43,0%), Fingergelenke (37,4%) Rücken/Lendenwirbelsäule (35,5%), Kniegelenke (27,3%) und Handgelenke (20,0%).

Tabelle 1: Darstellung der sechs häufigsten Lokalisationen hinsichtlich der Art der Überlastungssymptome in Prozent (%) (n=756)

Lokalisation	Art	Häufigkeit
Finger	Schmerzen	7,7%
	Kribbeln	20,8%
	Taubheitsgefühl	14,3%
Handgelenk	Schmerzen	16,4%
	Steifheit	4,8%
Kniegelenk	Schmerzen	21,5%
	Kribbeln	2,2%
	Geräusche	8,3%
Nacken/HWS	Schmerzen	7,9%
	Verspannungen	41,8%
Gesäß/Sitzbereich	Schmerzen	7,9%
	Taubheitsgefühl	20,4%
	Hautprobleme	7,6%
Rücken/LWS	Schmerzen	19,4%
	Verspannungen	20,0%

Die Art der Überlastungssymptome in Bezug zu den sechs häufigsten Lokalisationen sind der Tabelle 1 zu entnehmen (Mehrfachnennungen waren möglich).

Bezogen auf den Zeitpunkt des Auftretens der Überlastungssymptome (während bzw. nach einer Tour) kam es zu der in Tabelle 2 angegebenen Verteilung.

Tabelle 2: Darstellung der sechs häufigsten Lokalisationen hinsichtlich des Auftretens von Beschwerden (Zeitpunkt) in Prozent (%) (n=756)

	Finger	Hand	Knie	Nacken	Po/Sitzbereich	Rücken
während	90,4%	71,4%	46,0%	48,1%	64,3%	56,0%
nach	6,3%	14,6%	31,7%	30,3%	24,4%	27,5%
während und nach	3,3%	14,0%	22,3%	21,6%	11,3%	16,5%

Bei den Fahrern ohne Federung kam es bei steigender Kilometerzahl zu deutlich mehr Überlastungssymptomen an Handgelenken (Abb. 1) und Nacken/HWS (Abb. 2) als bei Fahrern, die ein Hardtail benutzten.

## Diskussion

Im Vergleich zum Straßenradspport konnten mit Ausnahme der Finger, denen aufgrund des spezifischen Anforderungs- und Belastungsprofils beim Mountainbiking besondere Beachtung gilt (14), keine nennenswerten Unterschiede bezüglich der meist genannten Lokalisationen aufgezeigt werden (3). Im Straßenradspport werden vorwiegend die Lokalisationen Sitzbereich, Knie, Nacken, Rücken und Hand genannt (2, 8, 15, 16), wobei unterschiedliche Angaben über die primär betroffene Lokalisation gemacht werden. So wird der Knieschmerz (2, 8), der Sitzbereich (15, 16) und der Nackenbereich (17) als primäre Lokalisation benannt.

### Sitzbereich

Überlastungssymptome am Sitzbereich zählen zu den am häufigsten beschriebenen radsportspezifischen Lokalisationen (8, 15). Die in der vorliegenden Untersuchung am stärksten auftretenden Beschwerden am Sitzbereich überraschen jedoch, da aufgrund des welligen Terrains viele Passagen im Stehen durchfahren werden und somit die auf das Gesäß einwirkenden Belastungen nicht so langandauernder Art sind

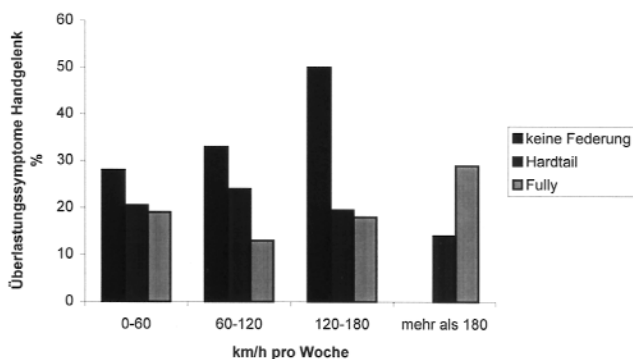


Abbildung 1: Auftreten von Überlastungssymptomen am Handgelenk in Abhängigkeit vom Belastungsumfang und der Radfederung

wie im Straßenradspport. Andererseits stellen besonders die beim Mountainbiking auf das Gesäß einwirkenden Schläge und Stöße eine hohe Belastung auf die passiven Strukturen dar, was durch die Beschwerdesymptomatik bestätigt wird, da überwiegend Schmerzen und am wenigsten Hautprobleme angegeben wurden.

20,4% der Befragten gaben an, Taubheit im Sitzbereich zu verspüren, was mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Kompression der in diesem Bereich entlanglaufenden Nervenstränge zurückzuführen ist. Eine mögliche Ursache hierfür könnte eine zu weit nach oben stehende Sattelspitze sein, die verstärkt auf den Damm drückt und somit Nervenbahnen komprimiert. Dieses ist auch bei einer zu gestreckten, „sportlichen“ Sitzposition der Fall, bei der das Becken automatisch nach vorne kippt und dadurch zusätzliche Belastungen im Dammbereich wirken. Speziell diese geneigte Position ist noch bei vielen Bikern zu beobachten und kann durch einfache Maßnahmen, z.B. durch einen kürzeren Vorbau, aufgehoben werden.

### Nacken/HWS – Rücken/LWS

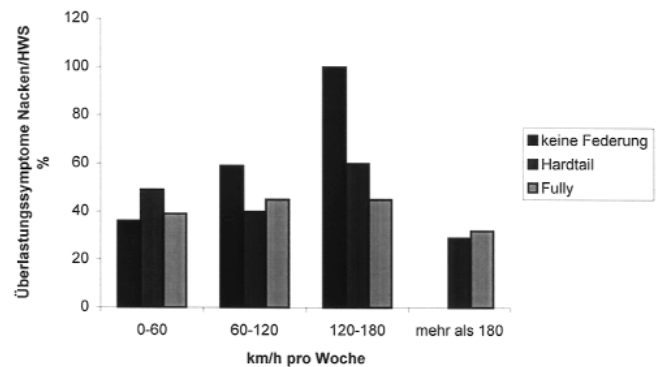


Abbildung 2: Auftreten von Überlastungssymptomen an Nacken/HWS in Abhängigkeit vom Belastungsumfang und der Radfederung

Aufgrund der häufig zu beobachtenden Entlordosierung der LWS und der kyphotischen Haltung wird der Radfahrer gezwungen, die Halswirbelsäule in eine Hyperextension zu bringen, um die Straße noch überblicken zu können (7, 8, 9). Diese statische Haltearbeit führt zu Verspannungen der Rücken- und Nackenmuskulatur, die wiederum auf die Kapillaren wirken und somit zusätzlich die Durchblutung vermindern. Dieser Mechanismus könnte Ursache für den hohen Anteil an Verspannungen der Rückenmuskulatur, besonders der Nackenmuskulatur (41,8%) sowie der Beschwerden im Bereich der LWS (39,4%) sein. Im Vergleich zum Straßenradspport sitzt der Mountainbiker aufgrund des höheren Lenkers jedoch in einer weniger belastenden Position, so dass der Mechanismus Hyperflexion LWS/Hyperextension HWS vermindert ist. Daher können Nackenbeschwerden vielmehr auf die spezifischen Belastungen beim Mountainbiking zurückgeführt werden, da ein Großteil des Körpergewichts beim sportlichen Fahren von den Armen abgestützt wird und infolgedessen Schläge und Stöße auf den Nacken- und Kopfbereich weitergeleitet werden. Daher überrascht es, dass

kein signifikanter Unterschied bzgl. der Lokalisation Nacken/HWS zwischen den Fahrern mit/ohne Federung vorliegt. Erst mit steigender Kilometerzahl hatte das gefederte Mountainbike wesentliche Vorteile gegenüber dem starren Mountainbike (s. Abb. 1).

Für die Entstehung der Beschwerden in der Lendenwirbelsäule können Beinlängendifferenzen verantwortlich gemacht werden, da es zu einer einseitigen Lateralflexion kommt (10). Ein zu hoch eingestellter Sattel führt zu einem ähnlichen Effekt, da es hierbei in Abhängigkeit von der Größe des Winkels zu einer starken bilateralen Verkippung des Beckens kommt.

## Kniegelenk

Die Hauptbelastungsphase des Kniegelenkes liegt beim Radfahren in flektierter Stellung zwischen 60° bis 90°. Das Femorpatellargelenk ist daher besonders im subpatellaren Bereich kontinuierlichem Belastungsstress ausgesetzt, so dass das femorpatellare Schmerzsyndrom häufig als primäres Überlastungssyndrom angeführt wird (2, 8). Dieses auch als „biker's knee“ bezeichnete Schmerzsyndrom kann sich als eine Chondropathia patellae oder, falls keine Behandlung erfolgt, als eine Chondromalazie äußern. In diesem Zusammenhang sind die intervallartigen Belastungsphasen zu beachten, bei denen es im Mountainbiking insbesondere im Sitzen eher zu Belastungsspitzen als zu einer gleichbleibenden Belastung des Kniegelenkes kommt, was die Schmerzentstehung verstärken kann. Andererseits werden viele Passagen im Stehen durchfahren, bei denen das Kniegelenk varisch belastet wird und daher die lateralen Femurcondylen durch die äußere Zuggurtungsstruktur (Tractus iliotibialis) gestresst werden, während das Femorpatellargelenk entlastet wird.

Neben einer genetischen Disposition müssen ebenso Technik- und Trainingsfehler für die Entstehung des femorpatellaren Schmerzsyndroms berücksichtigt werden. Zu nennen sind hier insbesondere eine zu tiefe Einstellung des Sattels, wodurch exzessive Drücke auf dem Femorpatellargelenk lasten sowie die Nutzung zu hoher Gänge. Desweiteren ist eine unsachgemäße Schuh-Pedal-Verbindung zu erwähnen. Sowohl im Rennrad- als auch Mountainbike-Sport findet die sogenannte Klick-Pedale eine große Akzeptanz. Sind die Klickpedalen zu stark eingestellt oder handelt es sich um rotationsstarre Klickpedalen, so ist eine physiologische Bewegung besonders in der Innen- und Außenrotation, stark eingeschränkt. Hieraus kann sowohl die Entstehung von Insertionstendopathien (11) als auch eine Außenmeniskus-Instabilität aufgrund der Zwangshaltung bei der Außenrotation (6) resultieren. Darüberhinaus führen die beim Mountainbiking häufig notwendigen Ausgleichsbewegungen des Oberkörpers oder der Extremitäten zu achsenungerechten Bewegungen im Kniegelenk, die aufgrund der fixierten Position des Fußes nicht in einer physiologisch optimalen Bahn ablaufen können. Die hierbei resultierenden Scherbelastungen können in Verbindung mit den rotationsstarreren Klickpedalen in erheblichem Maße Überlastungssymptome provozieren.

## Finger- / Handgelenk – Unterarm

Die Kompression des Nervus ulnaris am Handgelenk zählt zu den meist beschriebenen Komplikationen im Radsport, die durch die Dorsalextension im Handgelenk sowie durch das Abstützen eines Großteils des Gewichts über dem Handgelenk ausgelöst wird (7,12). Die vorliegenden Ergebnisse weisen eindeutig auf eine Nervenkompression hin, da 20,8% der Befragten ein Kribbeln und 14,8% sogar Taubheitsgefühle angaben. Auch der Zeitpunkt des Auftretens der Beschwerden (während der Tour) unterstützt diese Annahme. Vermutlich treten Ulnarisläsionen häufiger bei Mountainbikern als bei Rennradfahrern auf, was auf die Verwendung eines geraden Lenkers zurückzuführen ist, der eine Halteposition mit stärkerer Belastung des ulnaren Teiles der proximalen Hohlhand bewirkt. Desweiteren müssen spezifische Sehnenscheidenentzündungen aufgrund der hohen Anforderung an die Hand- und Fingergelenke beim ununterbrochenen Greifen, Schalten, Bremsen und Steuern, als Ursache für Schmerzen im Handgelenk angeführt werden. Dementsprechend zeigte sich, dass mit zunehmender Kilometerleistung bedeutend mehr Überlastungssymptome am Handgelenk bei den Fahrern ohne Federung als bei den Fahrern mit Federung auftraten (s. Abb. 2).

In diesem Kontext können Beschwerden am Unterarm/Elfenbogen auf den notwendigerweise intensiven Griff, den der Mountainbiker einnehmen muss, um das Bike sicher zu beherrschen, zurückgeführt werden, die einer Epicondylitis lateralis bzw. medialis nicht unähnlich sind. Es handelt sich dabei um chronische Reizungen der Sehnenansätze. Die in letzter Zeit vermehrt eingesetzten „gekröpften“ Lenker können hier Abhilfe leisten, da sie die Handstellung optimieren.

Insgesamt wird deutlich, dass nahezu jeder aktive Biker/Bikerin über Probleme oder Schmerzen während oder nach der Tour klagt. Besonders häufig werden dabei die Wirbelsäule sowie die Kontaktpunkte Hand- und Fingergelenke gefolgt vom Gesäß/Sitzbereich genannt. Die Vermeidung bzw. Reduzierung von Beschwerden kann nur durch ein optimal angepasstes und individuell eingestelltes Rad erfolgen, welches durch komfortunterstützende Maßnahmen oder Zubehörteile, wie Federungselemente, gekröpfte Lenker, u.a., belastungsreduzierend wirkt.

## Literatur

1. Arnold MP, Friedrich NF, Sommer ChJ: Das Mountainbike – ein moderner Kniekiller? Schweiz Z Med Traumatol 45 (1997) 37-39
2. Dickson TB: Preventing overuse cycling injuries. Physician Sportsmed 13 (1985) 116-123
3. Dingerkus ML, Martinek V, Kölzow I, Imhoff A.: Verletzungen und Überlastungsschäden beim Mountainbiken. Dtsch Z Sportmed 49 (1998) 242-244
4. Fenzl M: Verletzungen beim Mountainbiking. Schweiz Z Med Traumatol 46 (1998) 119-122
5. Gaulrapp H: Mountainbike. In: Engelhardt, M.: GOTS-Manual Sporttraumatologie. Huber Verlag, Bern 1997
6. Martinek V, Arnold MP, Friedrich NF: Rotationsstabile Klickpedale im Radsport. Sportorthop Sporttraumatol 15 (1999) 7-8
7. Mellion MB: Neck and back pain in cycling. Clin Sports Med 13 (1994) 137-164

8. *Mellion MB*: Common cycling injuries – management and prevention. *Sports med* 11 (1991) 52-70
9. *Nichols CE*: Verletzungen und Überlastungsschäden im Radsport. In: Renström, P.: Sportverletzungen und Überlastungsschäden: Prävention, Therapie, Rehabilitation. Deutscher Ärzte Verlag, Köln 1997
10. *Petracic B, Sendtner-Voelderndorff A, Rose E*: Muss eine Beinlängendifferenz auch am Rennrad ausgeglichen werden? *Dtsch Z Sportmed* 44 (1993) 220-222
11. *Petracic B, Petracic A*: Insertionstendinopathie des Kniegelenkes bei Radsportlern in Abhängigkeit von der Körperposition sowie Schuhpedalverbindung. *Sportverl Sportschad* 6 (1992) 29-31
12. *Petracic B*: Sportbedingte Kompressionssymptomatik des Nervus ulnaris. *Sportverl Sportschad* 3 (1989) 133-134
13. *Shang E, Neumann K*: Mountainbike Verletzungen. *Dtsch Z Sportmed* 47 (1996) 283-288
14. *Shea KG, Shumsky IB, Shea OF*: Shifting into wrist pain. De Quervain's disease and off-road mountain biking. *Physician Sportsmed* 19 (1991) 59-63
15. *Weiss BD*: Clinical syndroms associated with bicycle seats. *Clin Sports Med* 13 (1994) 175-186
16. *Weiss BD*: Nontraumatic injuries in amateur long distance bicyclists. *Am J Sports Med* 13 (1985) 187-192
17. *Wilber CA, Holland GJ, Madison RE, Loy SF*: An epidemiological analysis of overuse injuries among recreational cyclists. *Int J Sports Med* 16 (1995) 201-206

**Korrespondenzadresse:**

**Katja Wittmann**  
**Institut für Rehabilitation**  
**Deutsche Sporthochschule Köln**  
**Carl-Diem-Weg 6**  
**50927 Köln**  
**e-mail: wittmann@hrz.dshs-koeln.de**