

Christoph Schönle, Thomas Jöllenbeck, Juliane Pietschmann

Schwere hüftnahe Frakturen beim Radfahren

Zusammenfassung:

In den Jahren 2004–2016 wurden 100 Patienten, im Mittel 59,3 Jahre alt (16–85 Jahre), darunter 52 Männer und 48 Frauen, in einer orthopädischen Reha-Klinik nach einem Fahrrad-Unfall behandelt. 6 dieser Verletzten waren professionelle Radfahrer, 4 Leistungssportler anderer Sportarten. 66 dieser Patienten erlitten eine hüftnahe Fraktur. 20 der Radfahrer erlitten mehrere Frakturen, darunter waren 11 Patienten mit lebensgefährlichen Polytraumata. Der Sturz ohne Fremdeinwirkung auf die Seite war 18-mal Verletzungsursache, eine Kollision (bzw. Beinahekollision) mit einem Auto 15-mal, mit einem anderen Fahrrad 8-mal und mit einem Motorrad 2-mal. 16-mal stürzten die Radfahrer beim Auf- oder Absteigen, 13mal rutschten sie mit den Reifen auf einer glatten Fläche aus. Tiere führten 5-mal zu Stürzen mit dem Fahrrad. Eine Vergleichsgruppe von 100 Patienten in der Klinik mit hüftnahen Frakturen (im Mittel 71,8 Jahre, 32–90 Jahre alt, 73 Frauen und 27 Männer), zeigte, dass 25 dieser Verletzungen beim Spaziergehen oder Einkaufen und 22 in der Wohnung auftraten. 12 Patienten auch dieser Gruppe hatten beim Radfahren eine hüftnahe Fraktur erlitten. Es traten in dieser Vergleichsgruppe nur 3 Mehrfachfrakturen auf, die deutlich weniger lebensbedrohlich waren als bei den Radfahrern. Fazit: Hüftprotektoren sollten beim Radfahren zur Vermeidung großer Krafteinwirkung auf den Trochanter major getragen werden.

Schlüsselwörter:

Azetabulumfrakturen, Schenkelhalsfrakturen, Fahrradfahren, Hüftprotektor

Zitierweise:

Schönle C, Jöllenbeck T, Pietschmann J: Schwere hüftnahe Frakturen beim Radfahren.

OUP 2019; 8: 492–502

DOI 10.3238/oup.2019.0492–0502

Einleitung

Erfreulicherweise nimmt die Zahl der Fahrradfahrer zu [16], was aus gesundheitlichen, ökologischen und verkehrstechnischen Gründen sehr begrüßenswert ist. Leider ist damit auch die jährliche Zahl der Verletzungen beim Radfahren von 70.714 (im Jahr 1991) auf 79.609 (2017) angestiegen [13], wenn auch die Zahl der Getöteten von 924 (im Jahre 1991) auf 382 (im Jahr 2017) reduziert wurde [13]. Die Lokalisation von Verletzungen beim Radfahren wird mit 42–64 % für die obere Extremität und den Schultergürtel, mit 20–24 % für die untere Extremität, für 13,6–23 % für den Kopf und

0–24 % für den Rumpf angegeben [15]. Schwere Verletzungen betreffen meist die oberen Extremitäten und den Kopf [5]. Bei den tödlichen Unfällen liegen meist Schädel-Hirn-Verletzungen (fast immer Radfahrer ohne Helm) vor [15].

Frakturen der unteren Extremität, und insbesondere der Becken-Hüftregion, sind bei jungen und mittelalten Radfahrern (27–60 Jahre) selten, wobei es sich dabei in etwa gleicher Häufigkeit um mediale und pertrochantäre Frakturen handelt [18]. Allerdings treten auch beim professionellen Rennradfahren Hüftfrakturen auf, in der Presse wurden u.a. beispielsweise Ashleigh Moolman-Pasio

2016 (Kollision mit parkendem Motorrad), Arnold Fiek 2016 (Sturz 12 Meter tief in den Luganer See), Alexander Winokurow 2011 (9. Etappe Tour de France) erwähnt.

Methodik und Ergebnisse

Gruppe Fahrradfahrer

Die Daten zur Analyse der Fahrradverletzungen wurden von 100 Patienten erhoben, die sich im Zeitraum 2004–2016 nach einer Operation wegen eines Fahrradunfalls zur stationären Rehabilitation für 3–4 Wochen in der orthopädischen Rehaklinik befanden. Die Daten wurden durch ein persönliches Gespräch und Einsicht

Christoph Schönle: ehemaliger Chefarzt der Klinik Lindenplatz

Thomas Jöllenbeck: Leiter des Instituts für Biomechanik, Klinik Lindenplatz, Bad Sassendorf

Juliane Pietschmann: Institut für Biomechanik, Klinik Lindenplatz, Bad Sassendorf, Universität Paderborn, Department Sport & Gesundheit, Paderborn

Severe hip related fractures in cycling

Summary: In the period from 2004–2016, 100 patients, on average 59.3 years old (16–85 years old), including 52 men and 48 women, were analyzed at an orthopedic rehab clinic after a bicycle accident. 6 of those injured were professional cyclists, 4 competitive athletes from other sports. 20 of the cyclists suffered multiple fractures, including 11 patients with life-threatening polytrauma. 66 of all these patients suffered a hip-related fracture. The fall without any external effect on the side was 18 times the cause of injury, a collision (or near collision) with a car 15 times, with another bike 8 times, and with a motorcycle 2 times. 16 times the cyclists fell on the side while ascending or descending the bike, 13 times they slipped on a smooth or slick area while biking. Animals led 5 times to falls by bike.

A comparison with another group of 100 patients in the clinic with hip fractures (on average 71.8 years, 32–90 years old, 73 women and 27 men), who had occurred for various causes, showed that 25 of these injuries happened while walking or shopping, and 22 because of falls in the apartment. However, 12 of these patients had suffered a hip-related fracture while cycling. Although there were 2 falls on a stair, the 3 multiple injuries in this group of patients were significantly less life-threatening than compared to the cyclists. Conclusion: Hip protectors should be worn to avoid major force on the trochanter region when cycling.

Keywords: acetabular fractures, hip fracture, bicycle, hip protector

Citation: Schönle C, Jöllenbeck T, Pietschmann J: Severe hip related fractures in cycling. OUP 2019; 8: 492–502 DOI 10.3238/oup.2019.0492–0502

der Akten und Röntgenbilder gewonnen. Einige Patienten konnten sich, besonders wenn sie am Unfalltag allein Fahrrad gefahren waren, nicht genau an das Unfallereignis erinnern. Selbst versierte Rennradfahrer konnten nicht immer die Unfallursache angeben („Es ging alles so schnell“). Möglicherweise wurden auch wegen einer nicht geklärten Schuldfrage (oder wegen BG-Anerkennung) divergierende Angaben gemacht: 2 Patienten gaben während des stationären Aufenthalts sogar 2 verschiedene Versionen an, wie sie mit dem Fahrrad zu Fall gekommen seien.

Die Verletzungsdiagnosen und die durchgeführten Operationen wurden aus den beigefügten Unterlagen der operierenden Krankenhäuser entnommen (Tab. 1). Nicht immer waren die Unterlagen vollständig, und gelegentlich waren auch keine Röntgenbilder mitgeschickt worden. Daher sind manche Diagnosen und Operationsmethoden so pauschal (z.B. „Schenkelhalsfraktur“), wie sie in den Arztbriefen erwähnt worden waren.

Die verletzten Radfahrer waren im Mittel 59,3 Jahre alt (16–85 Jahre), darunter waren 52 Männer und 48 Frauen. Die jüngste Patientin (16 Jahre) war auf dem Fahrrad als Schülerin von einem etwa 80 km/h

schnellen Auto angefahren worden und hatte eine Femurschaftfraktur erlitten, die älteste Patientin (85 Jahre) hatte sich beim Absteigen vom Fahrrad eine Weber-B-Fraktur am Sprunggelenk zugezogen.

In der Gruppe der Fahrradfahrer befanden sich einige aktive und ehemalige Rad-Leistungssportler (ein Teilnehmer der Rad-Amateurbundesliga, ein westdeutscher Meister im Triathlon mit 800 km Radtraining pro Woche, eine Triathletin beim Training, ein Teilnehmer an einem Mountainbike-Marathon, eine Rennradfahrerin, die 12–14 Stunden wöchentlich trainiert, ein Teilnehmer, der bis zu 250 km pro Woche Fahrrad fuhr) sowie andere ehemalige Leistungssportler (eine Tennisleistungssportlerin, ein ehemaliger Teilnehmer der Deutschen Meisterschaften Skilanglauf, ein Marathonläufer mit 2:45 Stunden, ein Turner der Oberliga).

Aber auch einige Verunglückte, die das Fahrrad als Vehikel zur Arbeit oder als Mittel zum Gesundheitssport benutzten, gaben an, im Jahr mehrere tausend Kilometer Rad zu fahren.

Besonders zu erwähnen sind die 20 Radfahrer, die mehrere Frakturen erlitten haben und teilweise dabei ein lebensgefährliches Polytrauma entwickelten (Tab. 2):

Fall 1: Frau, 53 Jahre. Diagnosen: stabile Beckenringfraktur rechts, distale Radiusfraktur rechts. Ursache: vom Auto angefahren. Therapie: konservativ.

Fall 2: (Abb. 1): Mann, 60 Jahre. Diagnosen: Azetabulumtrümmer-, Scapula-, Schambeinfraktur jeweils links, kleine Platzwunde am Schädel. Ursache: mit Rennrad bei 25 km/h auf der eigenen Fahrspur etwas nach links gefahren, ein schnell überholendes Auto streifte den Lenker, dieser wurde verdreht, der Radfahrer fiel auf die linke Seite. Therapie: 4-stündige OP, 8 Wochen Bettruhe. Bemerkungen: Der Lenker des Fahrrads war links leicht verbogen. Der Helm hatte äußerlich 2 und innerlich 3 Risse (Abb. 2).

Fall 3: Mann, 74 Jahre. Diagnosen: Schenkelhals- und Oberarmfraktur. Ursache: mit dem Hinterrad auf einem Lehmklumpen ausgerutscht. 3-Gang-Tourenrad, normal breite Reifen. Therapie: Osteosynthese.

Fall 4: Frau, 78 Jahre. Diagnosen: Claviculafraktur rechts, Skapulafraktur, Rippenserienfraktur rechts. Ursache: Fahrradunfall. Therapie: Osteosynthese der Clavicula; andere Frakturen konservativ.

Fall 5: Frau, 58 Jahre. Diagnosen: Azetabulum- und Sitzbeinfraktur. Ursache: eigenes Verschulden. Therapie: Osteosynthese. Bemerkungen: postoperativ Lungenembolie.

Fall 6: Mann, 73 Jahre. Diagnosen: pertrochantäre Femur- und Ellenbogenfraktur. Ursache: beim Aufsteigen auf sein Fahrrad (Leihfahrrad) stürzte er, weil er von dem Pedal abgerutscht war. Er fiel ohne Fremdeinwirkung auf die linke Seite. Therapie: Gamma-Nagel, Schrauben Ellenbogen. Bemerkungen: 30 kg Teilbelastung für 6 Wochen.

Fall 7: Frau, 60 Jahre. Diagnosen: offene Tibia-, Clavicula-, Querfortsatzfraktur der HWS, Rippenfraktur. Ursache: Die Patientin wollte mit ihrem Fahrrad die Straße queren und wurde von einem Motorrad angefahren und durch die Luft gewirbelt. Der Motorradfahrer sei etwa 50 km/h gefahren, 30 km/h seien erlaubt gewesen. Therapie: Fixateur, Epigarddeckung, später Nagelung.

Fall 8: Mann, 57 Jahre. Diagnosen: Azetabulum- und Beckenringfraktur. Ursache: Gruppe von Rennradfahrern, Patient war an 2. Stelle, der Vordermann scherte aus nach links, um sich hinten wieder einzureihen, dabei berührte er das Vorderrad des Patienten mit seinem Hinterrad. Radtour Zürich-Krefeld. Regelmäßig Sport, Marathonbestzeit 2 h 45 min. Therapie: Osteosynthese, zunächst Belastung mit 4-Punktgang, später nach Röntgenkontrolle wieder Teilbelastung 3-Punktgang.

Fall 9: Frau, 55 Jahre. Diagnosen: Tibiakopf- und Deckplattenimpressionsfraktur. Ursache: mit einem Stadtfahrrad gefahren, plötzlich kam aus dem Gebüsch ein Hund, die Patientin bremste und stürzte. Sie trug keinen Helm. Therapie: Tibiplatte und Spongiosaanlagerung. Entlastung.

Fall 10: Mann, 60 Jahre. Diagnosen: Tibiakopfrümmer-, Rippen-, OSG-Fraktur rechts. Ursache: Patient war mit einem normalen Herrenfahrrad auf einem asphaltierten Feldweg unterwegs, er wollte nach links abbiegen, dann kam ein Rollerfahrer von hinten, der ihn überholen wollte. Therapie: Fixateur, Epigard, später Nagelung.

	Verletzte Radfahrer (n)	Gruppe Schenkelhalsfrakturen (n)
Sub- und pertrochantäre Schenkelhalsfraktur	20	26
Mediale Schenkelhalsfraktur	23	58
Laterale Schenkelhalsfraktur	1	2
Oberschenkelhalsfraktur		2
Schenkelhalsfraktur nicht genau definiert	8	12
(Davon spontane Schenkelhalsfrakturen)		(6)
Becken- bzw. Acetabulumfraktur	9	
Periprothetische Hüftfraktur	5	
Femurschaft- bzw. supracondyläre Femurfraktur	2	
Patellafraktur	1	
Tibia- bzw. Tibiakopffraktur	12	
Calcaneus Mehrfragmentfraktur	1	
Weber-B-Fraktur Sprunggelenk	1	
Lendenwirbelfraktur	4	
Brustwirbelfraktur	4	
Halswirbelsäule: Schmerzsyndrom	1	
Claviculafraktur	1	
Acromio-Clavicular-Sprengung	1	
Humerusfraktur	5	
Ellenbogenfraktur	1	
Summe	100	

Tabelle 1 Anzahl der Unfalldiagnosen der verunglückten Patienten. Bei den Fahrradfahrern wurde jeweils nur die schwerwiegendste Diagnose in die Tabelle eingefügt. Immerhin 66 Patienten erlitten beim Radfahren eine hüftnahe Fraktur. In dieser Patientengruppe befinden sich 20 Patienten mit mehreren Frakturen und teilweise auch schweren Polytraumata, die im Text (Fall 1–20) einzeln aufgeführt sind. Würde man alle diese Frakturen einzeln dazu zählen, kämen bei den Fahrradfahrern noch einmal mindestens 25 Frakturen an anderen Körperteilen hinzu (wenn man mehrere Rippenfrakturen als nur jeweils eine Frakturlokalisierung rechnet). Es finden sich auch hier 5 periprothetische Frakturen nach Implantation einer Hüft-TEP. Bei der Gruppe „Schenkelhalsfraktur nicht genau definiert“ sind 6 Frakturen zu erwähnen, die spontan ohne eine besonderes Kraftereignis (z.B. ohne Sturz) auftraten.

Ursachen	Anzahl (n)	Bemerkung	Davon multiple Frakturen
Kollision mit Auto	12	(3x Rennrad, 6 Radfahrer trugen einen Helm)	5 (davon 4*)
Beinnahekollision mit Auto	3	Sturz nach Ausweichen wegen Beinahekollision mit Auto	
Kollision mit Motorrad oder Roller	2		2 (davon 2*)
Kollision mit einem anderen Fahrrad	8	3x mit Hinterrad des Vordermanns, 1 x in Klickpedalen fest (2 x mit E-Bike, 2 x Rennrad)	3 (davon 2*)
Ausgerutscht Hinterrad	3	Lehm, Schotter	1
Ausgerutscht Vorderrad	2	Split, Nässe	
Ausgerutscht unklar	8	Nässe, Laub, Rollsplit, 4x Eis	1
Beim Absteigen gestürzt	10	Hängen geblieben an: 1x Hose, 1x Jacke, 1x Klickpedal, 1x E-Bike, 1x Ergometer	
Beim Aufsteigen gestürzt	6	Einkaufstasche an Lenkstange, starker Wind, 2x von den Pedalen gerutscht	1
Sturz vom Fahrrad auf rechte oder linke Seite	18	Ohne Angaben der genauen Sturzursache	3 (davon 2*)
Hindernis auf Straße	6	Wasserrinne, Ritze im Beton, Ast, frischer Teer, Stein (diverse Räder, 1x E-Bike)	
Tiere	5	4x Hund, 1x Eichhörnchen (1x Rennrad, 2x Mountainbike, 4x wurde ein Helm getragen)	1
Fußgänger	1	1 Kind	
Fahrrad schieben	2	Bergab, dabei Sturz	
Eigenes Verschulden	4	1x Kollision mit Baum, 1x Bremsfehler, 1x vom Pedal abgerutscht, 1x Umdrehen während der Fahrt	2
Unklare Ursache	10	Oder genauer Unfallhergang nicht erinnerlich	1 (davon 1*)

Table 2 Ursachen, die bei den 100 verletzten Radfahrern zu einem Unfall führten. Unter der Rubrik „Multiple Frakturen“ ist die Anzahl der Verunglückten mit mehr als einer Fraktur (* = die Anzahl der lebensgefährlichen Polytraumata) angegeben.

Fall 11: Frau, 55 Jahre. Diagnosen: vordere Beckenring-, Massa lateralis-, Sakrum- und Radiusfraktur links. Ursache: Als Radfahrerin mit E-Bike zusammengestoßen. Therapie: OP: Platte Radius. Bemerkungen: Apoplex vier Jahre zuvor.

Fall 12: Frau, 25 Jahre. Diagnosen: zweitgradige offene distale Radiusluxationsfraktur links, Mehretagen-Tibia-Frakturen rechts, distale Femurfraktur, traumatische subarachnoidale Blutung, Kniegelenkluxationsfraktur links mit beinahe zirkulärem Weichteildefekt, Fraktur der Femurkondyle medial,

knöcherner hinterer Kreuzbandausriss, vordere Kreuzbandansatzruptur, multifragmentäre Patellafraktur mit Patellasehnenteilruptur, offene Bursa präpatellaris mit kleiner Fragmentabspaltung der Patella medialseitig rechts, Riss-/Platzwunde Oberlippe sowie Vertebralisdissektion rechts (beginnend V1-Segment). Ursache: Die Patientin war im Januar mit dem Rennrad beim Ausscheren zum Überholen der Gruppe von einem Pkw erfasst worden. Therapie: 5 Operationen in einem Zeitraum von 7 Wochen: Platte, Nagelosteosynthese, Schrauben. Debridement

und Schraubenosteosynthese des distalen Femurs links sowie Schraubenosteosynthese Patella, Patellateilresektion, Patellasehnennaht, Cerclagen und Reinsertion hinteres Kreuzband, transossäre Naht vorderes Kreuzband, Anlage kniegelenksübergreifender Fixateur externe. Außerdem Fixateur externe bei Unterschenkelstückfraktur rechts. Wegen distaler Radiusluxationsfraktur links erfolgte eine palmare Osteosynthese mit 2-Säulenplatten. Weitere Operationen wegen Weichteildefekten am dorsolateralen Unterschenkel und Kniegelenk links mit Hauttransplantation

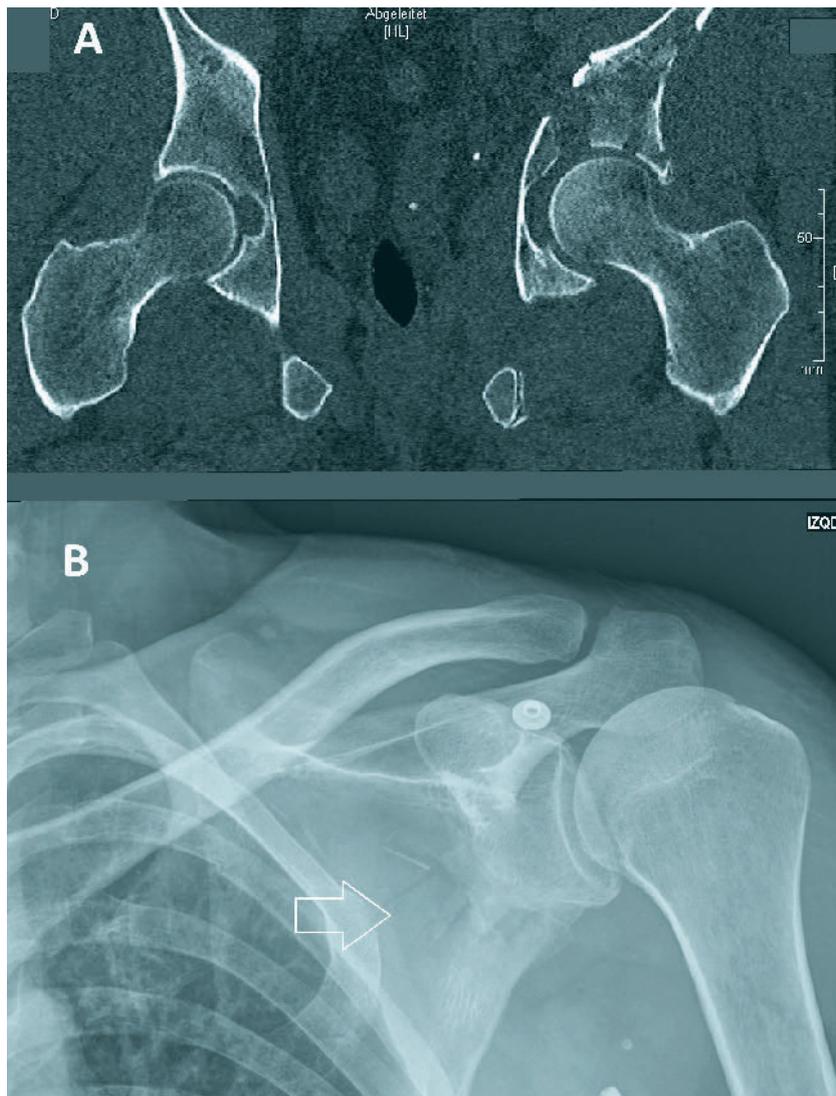


Abbildung 1 Fall 2 (s. Text). Obwohl das Auto nur den Lenker touchierte und herumriss, kam es durch die Eigengeschwindigkeit des Fahrrads (25 km/h) und der Fallhöhe zu diesen schweren Verletzungen (Pfeil weist auf die Scapulafraktur hin). Allein die Aufprallenergie durch die plötzliche Abbrems-Geschwindigkeit entspricht einer zusätzlichen Energie von 1,6–3,5 m Fallhöhe [16].

nen. Bemerkungen: Die Patientin trug beim Unfall einen Helm, der geborsten war. Triathletin.

Fall 13: Mann, 61 Jahre. Diagnosen: pertrochantäre Schenkelhals- und Claviculafraktur. Ursache: Patient ist auf seinem Mountainbike in der Kurve auf Rollsplit langsam weggerutscht. Therapie: Gammanagel.

Fall 14: (Abb. 3): Frau, 48 Jahre. Diagnosen: Azetabulumfraktur links, Ellenbogenluxation, Beckenringfraktur rechts, Abduzensparese, Lungenkontusion, Fleischwunde Unterschenkel rechts, vordere Kreuzband-Teilruptur. Ursache: Die Patientin wollte als Radfahrerin nur eine kurze Strecke mit der

Familie über die Landstraße fahren und dann wieder in einen Feldweg einbiegen. Sie war die letzte der Familie, vor ihr fuhren die 2 Kinder. Sie wurde von einem Pkw (Fahrer 87 Jahre) mit etwa 80 km/h angefahren, auf die Motorhaube geschleudert und prallte rückwärts mit dem Kopf in die Scheibe. Sie trug einen Helm. Therapie: konservativ. Entlastung links 6 Wochen. Bemerkung: Es verbleibt eine Instabilität des Ellenbogengelenks.

Fall 15: Frau, 46 Jahre. Diagnosen: LWK1- und Schulterfraktur rechts (Abriss Coracoid). Ursache: Auf dem Rennrad kam es zu einem Zu-

sammenstoß mit einem Pkw, der auf ihrer Straßenseite entgegenkam. Sie prallte mit dem Kopf auf die Motorhaube, dann auf die Windschutzscheibe und wurde dann ins Feld geschleudert. Sie trug einen Helm. Die Schuldfrage ist nicht geklärt. Sie kann sich an den Unfall nicht genau erinnern. Therapie: operative Versteifung LW 1 von dorsal, 4 Tage später von ventral, mit Implantation eines Beckenkamm-Spanes. An der Schulter wurde eine Schraube eingebracht. Gilchristverband.

Fall 16: Frau, 58 Jahre. Diagnosen: stabile LWK 1 und 3 Keilkompressionsfraktur. Ursache: Die Patientin ist an der Ostsee auf einem Hollandrad gefahren. Weil am Hinterrad ein Geräusch war, drehte sie sich um, lenkte den Lenker dabei nach rechts und kollidierte mit einem Baum. Dann fiel sie auf den rechten Arm und den Rücken. Therapie: konservativ, Dreipunktkorsett.

Fall 17: Frau, 28 Jahre. Diagnosen: eine offene distale komplette Unterschenkelfraktur, Radiusköpfchenfraktur. Ursache: Die Ärztin war mit dem Fahrrad auf dem Weg zur Arbeit und stürzte. Therapie: Osteosynthese mit Verriegelungsnagel, Radiusfraktur konservativ.

Fall 18: Mann, 54 Jahre. Diagnosen: Tibiakopf- und Radiusfraktur. Ursache: Der Patient war beim Fahrradfahren auf die linke Seite gestürzt, dabei zog er sich eine laterale Tibiakopf-Mehrfragment-Impressionsfraktur mit großem Spongiosadefekt (ca. 2 cm Durchmesser) zu. Therapie: Außenmeniskusrefixation, Spickdraht Radius. Bemerkung: tiefe Beinvenenthrombose der Vena iliaca 26 Tage später.

Fall 19: Mann, 53 Jahre. Diagnosen: Calcaneus Mehrfragment- und Talusfraktur links, HWS-Zerrung, Commotio cerebri. Ursache: Der Patient ist beim Radfahren gestürzt und auf die linke Seite gefallen. Normalgewichtig. Therapie: Schraubenosteosynthese. 8 Wochen Entlastung.

Fall 20: Mann, 43 Jahre. Diagnosen: instabile BWK-7-Fraktur, komplette Mittelgesichtsfraktur Le Fort 1, nicht dislozierte Fraktur des Col-



Abbildung 2 Helm des Radfahrers (Falls 2, s. Text), der am Kopf eine Schädelplatzwunde und eine leichte Benommenheit erlitt. Der Helm hatte äußerlich 2 (Pfeile) und innerlich 3 Risse.



Abbildung 3 Fall 14 (s. Text). Unfallaufnahmen des Autos und Bilder von den multiplen Schnittwunden sowie vom luxierten Ellenbogen. In der Glasscheibe des Autos ist der Einschlag des Kopfs (mit Helm geschützt) gut zu erkennen. Dieser Aufprall des Kopfs auf die Frontscheibe ist ein typisches Verletzungsmuster (vgl. auch [17]).

lum mandibulae rechts, retrobulbäres Hämatom rechts, Commotio, distale Radiusfraktur links. Ursache: Beim Fahrradrennen („Komet von Köln“, Patient ist Lizenzfahrer) gestürzt, wahrscheinlich weil sein Vordermann ebenfalls gestürzt war. Unfallhergang nicht genau erinnerlich. Er hatte ein Rennrad. Die Straße war trocken. Geschwindigkeit über 50 km/h. Therapie: Tracheostoma. Navigierte dorsale OP: Spondylodese BWK5/6 auf 8/9. Operation der Gesichtsfraktur: intraoperativ Drahtbogenschiene als Fixierung im Oberkiefer und Unterkiefer für 14 Tage, dann weitere 7 Tage durch Gummizüge. Redressierende, konservative Versorgung der distalen Radiusfraktur links, Ruhigstellung von insgesamt 6 Wochen. Bemerkung: Ernährung flüssig durch Strohhalm.

Diese bedauernswerten Menschen haben nicht nur die Belastung durch die Operationen, die oft langdauernde Heilungsphase und Komplikationen (3 Patienten erlitten postoperativ eine Thrombose, einer eine Lungenembolie), sondern auch oft bleibende körperliche Beeinträchtigungen (z.B. Hüftkopfnekrosen, Instabilitäten, Fehlstellungen, Kontrakturen) zu bewältigen.

10 verletzte Radfahrer gaben an, auf einem Rennrad gefahren zu sein (Ursachen: 3-mal Kollision mit Auto, 3-mal Ausrutschen – davon 1-mal Nässe, 2-mal Eis, 1-mal Kollision mit Hinterrad des Vordermanns, 1-mal beim Versuch des Absteigens nicht aus den Clickpedalen herausgekommen, 1-mal Sturz während eines offi-



Abbildung 4 70-jähriger Mann, der auf seinem E-Bike, aber ohne Motor (im „Ökobereich“) fuhr. Er kollidierte mit dem Hinterrad seiner vorausfahrenden Frau: Dabei stürzte er auf die Seite mit Verdrehung. Möglicherweise ist der Motor des E-Bikes auf seinen Unterschenkel geprallt.

zielle Straßenrennens mit Geschwindigkeit von 50 km/h – wahrscheinlich durch Kollision mit dem Vordermann –, 1-mal Kollision mit Hund bei 30 km/h).

Mit einem Mountainbike waren 7 Radfahrer unterwegs gewesen (Ursachen: 2-mal Kollision mit einem Hund, 1-mal Ausrutschen auf Rollsplit, 1-mal Sturz während eines

Mountainbike-Marathons, 1-mal Sturz auf die Seite, 2-mal über Hindernisse gefahren – davon 1-mal Ast, 1-mal Teer).

3-mal verletzen sich die Radfahrer auf einem E-Bike (Ursachen: 1-mal gegen Hinterrad des Vordermanns gekommen (s. Abb. 4), 1-mal beim Absteigen umgekippt, 1-mal Lenker plötzlich verdreht).

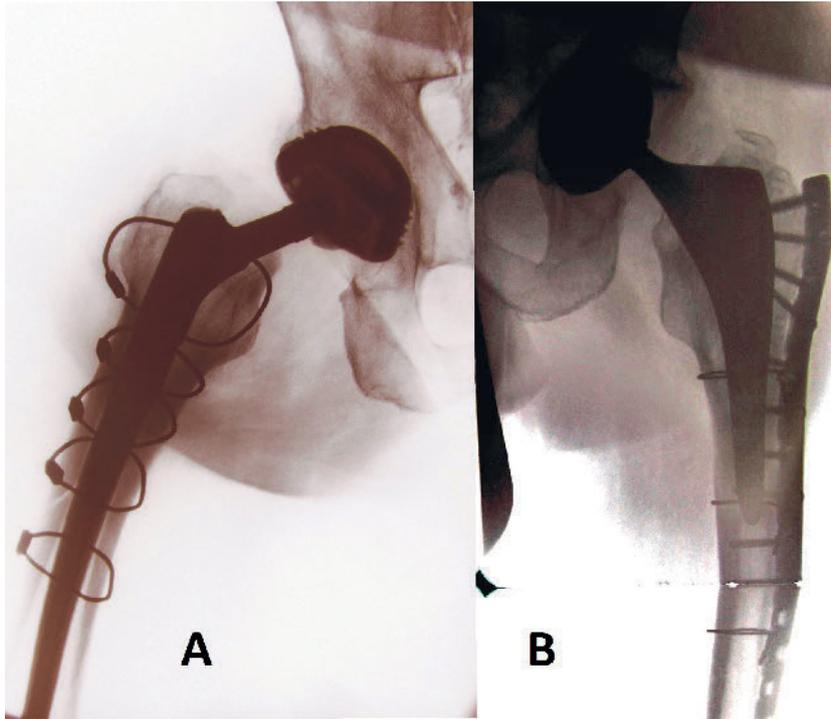


Abbildung 5a–b a) 72-jähriger Mann, der 4 Monate nach Implantation einer Hüftendoprothese beim Fahrradfahren in Kroatien auf die Hüfte stürzte und sich eine periprothetische Fraktur zuzog; **b)** 55-jähriger Patient, der sein Fahrrad auf dem Bürgersteig schob. Ein anderer Radfahrer kollidierte mit ihm.

Die übrigen Verletzten benutzten Touren-, Trecking-, Stadt- oder Hollandräder. Nur eine einzige Patientin erlitt auf einem Fahrradergometer eine periprothetische Fraktur, als sie während der Rehabilitation vom Gerät abstieg. Die 4 anderen Verletzten mit einer periprothetischen Fraktur (Tab. 1 und Abb. 5) waren mit Freizeitradern unterwegs gewesen.

Kollisionen mit einem Pkw führten bei 12 Fahrradfahrern zu Verletzungen. Daran beteiligt waren 2-mal abbiegende Autos, 4-mal überholende Autos. 6-mal wurde der Radfahrer vom Pkw aus verschiedenen Gründen angefahren (1-mal Kollision mit Hinterrad des Rads, 1-mal durch ein entgegenkommendes Auto, 1-mal Kollision auf Fußgängerüberweg, 1-mal auf Fahrradweg).

3 Fahrradfahrer wurden verletzt, als sie einem Auto ausweichen mussten (Beinnahekollision) und daraufhin stürzten.

Vergleichsgruppe der Patienten mit Schenkelhalsfraktur

Da bei den Fahrradverletzungen schon zu Beginn der Studie die Häufigkeit von Becken- und Hüftfrakturen auffiel,

wurde eine zweite Gruppe von Patienten analysiert: In einem kürzeren Zeitraum von 2 Jahren wurden die Daten von allen eingewiesenen Patienten der Rehaklinik mit hüftnahen Frakturen gesammelt, bis die vergleichbare Anzahl 100 erreicht wurde. In diesem Patientengut befanden sich 12 Patienten mit Fahrradverletzungen, die auch in der anderen Gruppe aufgeführt sind (Tab. 3). Damit sollte geprüft werden, ob es bei der alltäglichen Krankenhauseinweisung wegen einer Schenkelhalsfraktur (vorwiegend durch Sturz in der Wohnung oder beim Gehen) Unterschiede im Alter, Gesundheitszustand und in der Schwere der Verletzung im Hinblick auf die verletzten Radfahrer geben würde. Wenn damit auch kein exakter Vergleich zu ziehen ist, wie viel Prozent aller Schenkelhalsfrakturen durch Fahrradunfälle entstehen, so kann man doch daraus einen ungefähren Anhalt ableiten. Die Patienten der Vergleichsgruppe SH waren im Mittel 71,87 (32–90) Jahre alt, darunter waren 73 Frauen und 27 Männer.

Vergleich beider Gruppen

Anhand der Nebendiagnosen zeigte sich, dass die Vergleichsgruppe deut-

lich mehr internistische Krankheiten und Osteoporose aufwies als die Fahrradgruppe. Bemerkenswert ist außerdem, dass in der Gruppe der Radfahrer vermehrt Beeinträchtigungen des Hör- und Sehvermögens festzustellen waren (Tab. 4).

Die häufigeren Nebenerkrankungen der Gruppe „Schenkelhalsfraktur“ dürften mit dem höheren Altersdurchschnitt zu erklären sein. Da beim Fahrradfahren neben einem guten Koordinationsvermögen auch ein guter Orientierungssinn und ein schnelles Reaktionsvermögen notwendig sind, ist es erstaunlich, dass bei den verunglückten Radfahrern mehr Patienten mit Beeinträchtigung des Hör- (3-mal Hypakusis, 1-mal Presbyakusis) und Sehvermögens (1-mal Makuladegeneration beidseits, 5-mal Katarakt, 1-mal Presbyopie) gefunden wurden. Auch die Beeinträchtigung der Gehirnfunktion durch vorangegangene Erkrankungen war in beiden Gruppen relativ häufig.

Diskussion

Durch diese Studie lässt sich keine Aussage über die statistische Häufigkeit und Schwere aller Fahrradverletzungen machen, denn in eine stationäre Rehabilitationsklinik werden nach einer Operation vor allem die älteren Menschen mit Beeinträchtigungen eingewiesen, während die jüngeren häufiger ambulant therapiert werden. Auch wird eine stationäre Rehabilitation eher für Verletzungen der unteren Extremitäten genehmigt, wohingegen selbst komplizierte Armverletzungen in die ambulante Rehabilitation geschickt werden. Menschen mit Kopfverletzungen werden praktisch gar nicht in die orthopädische Rehabilitation eingewiesen – auch wenn sie weitere Schäden am Skelett aufweisen, weil die Gehirnschäden eine intensive neurologische Rehabilitation erfordern. Daher sind in unserem Patientengut nur diejenigen verletzten Fahrradfahrer zu finden, die einen Helm getragen oder einfach großes Glück gehabt hatten.

In der Gruppe der Radfahrer fanden sich die jüngeren, sportlicheren, gesünderen Menschen, die aber dennoch von einer schweren, mitunter lebensbedrohlichen Verletzung betroffen waren. Nach den Erkenntnis-

sen dieser Studie sind vor allem der Sturz vom Fahrrad auf die Seite, die Kollision mit motorisierten Kraftfahrzeugen, das Aus- oder Wegrutschen des Rads, das Auf- und Absteigen auf das Rad sowie die Kollision mit anderen Fahrrädern verletzungsträchtig. Erschreckend ist die hohe Anzahl von Polytraumata bei der Kollision mit anderen Fahrzeugen. Derart schwere Verletzungen waren in der Vergleichsgruppe nicht einmal bei Treppen- oder Leiterstürzen entstanden. In der Literatur finden sich nur sehr wenige Sportarten oder Freizeittätigkeiten, die solch schweren Verletzungsmuster aufweisen.

Auch in den Niederlanden hatten 41 % der verletzten Radfahrer, die in Krankenhäuser eingewiesen wurden, ein Polytrauma [3]. In der Literatur wird bei Fahrradunfällen als Unfallursache die Kollision mit einem Pkw zwischen 30 und 74,9 % [10, 16] angegeben. Dabei waren die Verletzungen bei Kollisionen mit Motorfahrzeugen schwerer, der Krankenhausaufenthalt länger und der Heilungserfolg geringer als bei anderen Radunfällen [10]. PKW sind mit Abstand die häufigsten Unfallgegner von Radfahrern. 2017 nahm die Polizei 46.200 Unfälle mit Personenschaden zwischen einem Fahrrad und einem Pkw auf. Dabei kamen 137 Radler ums Leben [14].

Wer an diesen Kollisionen Schuld hat, ist eine permanente Streitfrage. Laut statistischem Bundesamt war der Radfahrer bei Unfällen mit einem Pkw nur zu 24,6 % und bei Unfällen mit Güterkraftfahrzeugen nur zu 19,6 % der Hauptversacher des Unfalls [12]. Bei getöteten oder schwerverletzten Radfahrern schien die Schuldfrage häufiger bei den Radfahrern (40 % bei den Radfahrern, 60 % bei den Pkw-Führern) zu liegen, was aber möglicherweise an der mangelnden Widerspruchsmöglichkeit der Radfahrer liegen könnte [16]. Allerdings wurde in Polizeiberichten bei 89 % der Radfahrer eine „nicht angepasste Geschwindigkeit“ dokumentiert [16].

Im Jahre 2017 wurden in Deutschland 128 Radfahrer auf einer Landstraße und 254 innerorts getötet [13]. In unserer Untersuchung war besonders die Kollision mit einem

	Ursachen	Davon: Mehrere Frakturen (Polytrauma = *)
Skifahren	2	
Rad	12	
Garten	4	
Wohnung	22	
Einkaufen Spazierengehen	25	1*
Bus/Straßenbahn/U-Bahn/Bahnhof	4	
Schwindel	5	
Alkohol-Entwöhnung	1	
Spontanfraktur	6	
Treppensturz	7	2
Leitersturz	1	
Synkope	1	
Sturz unklarer Ursache	10	

Tabelle 3 Ursachen, die zu einer hüftnahen Fraktur bei der Vergleichsgruppe „Schenkelhalsfraktur“ führten. 12 dieser Patienten waren verunglückte Radfahrer, die auch in der Gruppe „Fahrradfahrer“ mit gewertet wurden. Der einzige Unfall mit einem schweren Polytrauma ereignete sich bei einem 66-jährigen Fußgänger, der von einem Zwillingreifen eines LKW überfahren wurde (er erlitt eine subtrocantäre Oberschenkel-Stückfraktur und eine drittgradig offene Unterschenkelfraktur, die mehrmals mit Spalthauttransplantationen gedeckt werden musste). Bei den Treppenstürzen (jeweils ein 70- und ein 72-jähriger Mann) waren zu der hüftnahen Fraktur auch zwei Mal der Radius, sowie in einem Fall auch noch zusätzlich der Humerus gebrochen. 6 Spontanfrakturen ereigneten sich ohne Unfallereignis oder Sturz.

überholenden Auto lebensgefährlich. Das liegt oft daran, dass die Autofahrer in Deutschland nur selten den Mindestabstand von 1,50 m zum Radfahrer einhalten. Hinweisschilder über 1,50 m Abstand sind in Spanien häufig zu finden, aber in Deutschland ist diese Vorschrift quasi unbekannt. Eigentlich müssten Kraftfahrzeuge zum Überholen immer auf die Gegenfahrbahn ausscheren. Dazu wäre der Gegenverkehr abzuwarten. Dann wäre die Gefährdung der Radfahrer deutlich geringer.

Viele Radfahrer fahren schon von sich aus ganz rechts am Straßenrand; bei Hindernissen am Straßenrand (Büsche, Glasscherben, Straßendefekte) müssen sie aber etwas in Richtung auf die Mitte des eigenen Fahrstreifens ausweichen – was den Autofahrer eigentlich zwingen müsste, ganz auf den anderen Fahrstreifen zu wechseln oder die Geschwindigkeit

zu drosseln und eventuell zu warten. Viele Pkw-Führer fahren aber dennoch mit unveränderter (meist hoher) Geschwindigkeit und ohne Spurwechsel vorbei.

Dabei entstehen bei beiden Verkehrsteilnehmern Emotion: Der Radfahrer empfindet Angst und Wut, während der Autofahrer den Drang verspürt, den Radfahrer von der Bahn zu fegen: „Welchen Chauffieren den hätten nicht schon die Kräfte seines Motors in Versuchung geführt, das Ungeziefer der Straße, Passanten, Kinder und Radfahrer, zuschanden zu fahren?“ (Theodor Adorno, Dialektik der Aufklärung).

Radfahrer sind aber auch verpflichtet, nachfolgenden, schnelleren Fahrzeugen das Überholen zu ermöglichen (§ 5 Abs. 6 StVO). Wenn dies nicht anders möglich ist, muss dazu an geeigneter Stelle (Seitenstreifen, Bushaltestelle) angehalten oder weit

	Fahrradfahrer	Schenkelhalsfraktur
Art. Hypertonus	5	6
Diabetes mellitus	5	15
Unterschenkel-Amputation bei Diabetes	0	1
Gicht	0	1
Asthma bronchiale	0	3
COPD mit Cortison	1	3
Lungensarkoidose	1	0
Koronare Herzkrankheit	0	8
Herzinsuffizienz	0	7
Herzrhythmusstörungen	5	3
Z.n. Myokardinfarkt	0	2
Periphere AVK mit femoralem Bypass	1	3
Postthrombotisches Syndrom	0	3
Tiefe Beinvenenthrombose	2	0
Osteoporose	8	15
Gon-Coxarthrose oder Knie TEP	1	6
Knie-TEP-Wechsel	0	2
Chronische Polyarthrit (mit Cortisontherapie)	2	2
Dorsale Spondylodese	1	0
Z.n. Hirnblutung, zerebraler Störung oder Apoplex	7	9
Epilepsie, M. Parkinson	0	2
Stuhl/Harninkontinenz	0	1
Rezidivierender Schwindel	0	2
Demenz	1	2
Alkoholabhängig	0	2
Gangstörung unklarer Ursache	1	0
Spinale Stenose	3	0
Z.n. Magenresektion	0	2
Z.n. Mamma-Ca, Prostata-Ca, Darmkrebs	1	4
Tumore: Leukämie, M. Hodgkin, B Zellreihe	3	1
Myeloproliferatives Syndrom	0	1
Hypakusis	4	1
Einschränkungen des Sehvermögens	7	2

Tabelle 4 Angegebene relevante Nebenerkrankungen der verunfallten Patienten. Auffällig ist die höhere Anzahl an Diabetes, Herzerkrankungen, bekannter Osteoporose und zerebralen Erkrankungen bei der Vergleichsgruppe „Schenkelhalsfraktur“ (Z.n. = Zustand nach).

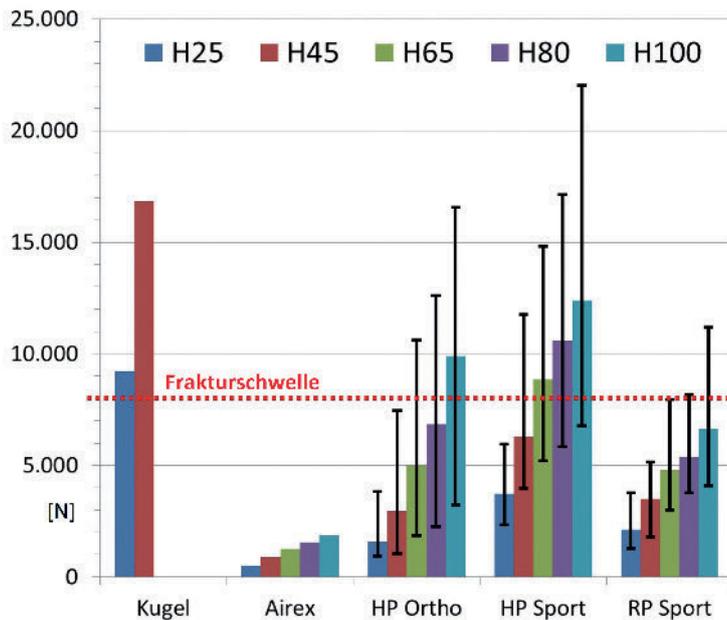


Abbildung 7 Die verschiedenen Balken bezeichnen Kraftwerte (als Strich die Standardabweichung) beim Auftreffen einer 3 kg schweren Bowlingkugel auf eine Kistler-Messplatte aus verschiedenen Fallhöhen (H25 = Höhe 25 cm, H45 = Höhe 45 cm usw.). Ohne Polsterung wurden schon bei 25 cm Fallhöhe Aufprallkräfte über 9000 N gemessen. Daher wurden die weiteren Messungen nur mit Protektoren durchgeführt. Mit einer 20 cm dicken Schaumstoffmatte (Airex) erreicht man die beste Kraftreduktion. Aber auch die orthopädischen Hüftprotektoren aus dem Sanitätsgeschäft (HP Ortho) zeigten eine deutliche Reduktion der Aufprallkräfte um etwa 80 %. Die Hüftprotektoren bei der Sportkleidung (HP Sport) schützten etwas weniger, konnten die Kräfte aber immer noch um 40–60 % verringern. Einen guten Kraftabbau zeigten auch die Rückenprotektoren (RP Sport) aus dem Sport [6]. Die angezeigte Frakturschwelle entspricht einer Person mittleren Alters (detaillierte Versuchsanordnung s. [6]).



Abbildung 8 63-jährige Hobby-Mountainbikerin, die auf Teneriffa bei einer steinigem Abfahrt auf die Hüfte und das Knie stürzte. Sie trug einen handelsüblichen Hüftprotektor aus dem Sanitätshaus (s. auch Abb. 7 „HP-Ortho“) in der Fahrradhose. An der Hüfte selbst trat nur eine oberflächliche Schürfung auf.

rechts gefahren werden. Dazu müssen jedoch mindestens 3 Fahrzeuge aufgeschlossen haben und es muss absehbar sein, dass ein Überholen ansonsten für längere Zeit nicht möglich ist.

Bei einer jährlichen Anzahl von 14.480 (im Jahre 2016) bis 14.123 (2017) schwerverletzten Radfahrern [13] ist inständig zu hoffen, dass sich ein rücksichtvolles Verhalten beider Verkehrsteilnehmer irgendwann einmal durchsetzt.

Dass ein Sturz vom Fahrrad auf die Seite auch bei jüngeren Menschen zu Frakturen führt, liegt am starren Hebel des Fahrradrahmens: Bei einer Höhe des Sattels von 100–130 cm (je nach Körpergröße) prallt der Trochanter wie ein Hammerschlag direkt auf die Straße, und zwar ohne Verdrehung, Einsacken oder Abfedern der Beine. Zusätzlich addiert sich Momentangeschwindigkeit des Rads zu der Aufprallenergie der Fallhöhe (Abb. 1). Die Kraft, die zu einer Becken- bzw. Hüftfraktur führt, liegt zwischen 3,61 kN und

8 kN [4, 11], wobei eine Minderung der Knochendichte die Bruchfestigkeit erniedrigt. Auch die Ausprägung des Weichteilgewebes über dem Trochanter hat eine Änderung des Frakturrisikos zur Folge [1]. Es wäre daher dringend zu empfehlen, die Trochanterregion durch Hüftprotektoren zu schützen (Abb. 6). Dies kann durch entsprechende Fahrradhosens mit integrierten Protektoren oder durch andere Hüftprotektoren, die eine gute Reduktion der Aufprallkraft gewährleisten [6], erfolgen (Abb. 7).

Ohne Zweifel ist das Tragen eines Fahrradhelms bei Unfällen oft lebensrettend. Biomechanische Studien zeigen, dass das Risiko für eine schwere Hirnverletzung beim Fall aus 1,5 bzw. 2 m Höhe (bei beiden Fallhöhen besteht jeweils ein 99,9%iges Risiko einer schweren Gehirnverletzung) durch einen Helm auf 9,3 % (bei 1,5 m Höhe) und 30,6 % (bei 2 m) reduziert werden kann [2]. Bei einem systematischen Review von 40 Studien wurde festgestellt, dass

das Tragen eines Helms das Risiko einer schweren Kopf- und Gesichtsverletzungen sowie einer tödlichen Radverletzungen deutlich verringert [7]. Umgekehrt ist die Odds-Ratio für eine tödliche Kopfverletzung beim Radfahren ohne Helm mit 3,1 deutlich höher [9]. Dem Argument, dass durch den Zwang, einen Fahrradhelm tragen zu müssen, die Zahl der Radfahrer sinken würde [16], stehen Ergebnisse gegenüber, dass doppelt so viele Radfahrer (52,3 %) an Kopfverletzungen sterben wie Motorradfahrer (24,5 %) – welche durch höhere Geschwindigkeiten viel größere Krafteinwirkungen auf den Körper bei einem Sturz erleben müssen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010). Der Vollvisierhelm schützt bei ihnen den Kopf und das Gehirn gegen tödliche oder bleibende Schäden.

Auch im nahen Umfeld der Autos sowie bei eigenen Stürzen haben Hüftprotektoren und Helme schon viele Male schwere Verletzungen verhindert (Abb. 8).

Das Aus- und Wegrutschen des Rads auf Nässe, Lehm, Split, Schotter oder Eis ist eine häufige Ursache von Verletzungen. Hier ist besondere Vorsicht und gute Beobachtung der Straßenverhältnisse erforderlich. Das Hängenbleiben mit Kleidungsstücken, Tüten und Taschen oder in den Clickpedalen ist für die Hüften gefährlich [8]. Taschen und Tüten sollten daher nicht an den Lenker gehängt werden, sondern in Fahrradtaschen verstaut werden. Auch Lenkerkörbe mit schweren Gegenständen sind ungünstig, weil sie das schnelle Reagieren und Ausbalancieren bei Richtungswechseln behindern.

Das Überrollen durch einen Lkw, was laut Literatur ebenfalls zu schweren Verletzungen und Todesfällen führt, insbesondere wenn die Radfahrer ohne Helm zusätzlich eine Kopfverletzung erleiden [16], konnte in unserem Patientengut nur bei einem Fußgänger in der Gruppe „Schenkelhalsfrakturen“ festgestellt werden. Auch das „Öffnen der Tür eines parkenden Autos“ war bei den von uns festgestellten Verletzungen keine Unfallursache.

Die positive Wirkung auf die Gesundheit sinkt beim Fahrradfahren mit zunehmendem Alter aufgrund des steigenden Verletzungsrisikos. Das Radfahren wird mit Beeinträchtigungen des Seh-, Hör- und Koordinationsvermögens sogar zu einer großen Gefahr. Aber auch nach Implantation einer Hüft-TEP sowie bei neurologischen Störungen sollte man lieber auf dem Ergometer trainieren. Eine Osteoporose sollte ebenfalls ein Grund sein, das freie Radfahren zu meiden. Immerhin steigt das Risiko, beim Radfahren tödlich zu verunglücken, bei über 64-Jährigen im Vergleich zu den Jüngeren um das 4-Fache [12].

Interessenkonflikte:

Die Autoren versichern, dass es keine Interessenkonflikte gibt.

Literatur

- Bouxsein M, Szulc P, Munoz F, Thrall E, Sornay-Rendu E, Delmas P: Contribution of trochanteric soft tissues to fall force estimates, the factor of risk, and prediction of hip fracture risk. *J Bone Miner Res* 2007; 22: 825–31
- Cripton PA, Dressler DM, Stuart CA, Dennison CR, Richards D: Bicycle helmets are highly effective at preventing head injury during head impact: Head-form accelerations and injury criteria for helmeted and unhelmeted impacts. *Accident Analysis & Prevention* 2014; 70: 1–7. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000145751400061X (letzter Aufruf am 12.7.2019)
- De Guerre L, Sadigi S, Leenen LPH, Oner CF, van Gaalen SM: Injuries related to bicycle accidents: an epidemiological study in The Netherlands. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2018; 44: 135–9
- Etheridge B, Beason D, Lopez R, Alonso J, McGwin G, Aw E: Effects of trochanteric soft tissues and bone density on fracture of the female pelvis in experimental side impacts. *Ann Biomed Eng* 2005; 33: 248–54.
- Frobenius H, Betzel A: Injuries and their causes in bicycle accidents. *Unfallchirurgie* 1987; 13: 135–41
- Jöllnbeck T, Schönle C, Pietschmann J: Schutzwirkung von Hüft- und Rückenprotektoren für Alltag und Sport? *Sports Orthop Traumatol* 2017; 33: 286–92
- Olivier J, Boufous S, Grzebieta R: The impact of bicycle helmet legislation on cycling fatalities. *Int J Epidemiol* 2019; Doi: 10.1093/ije/dyz003.
- Parker J, Patel N, Devarajan G: Proximal femoral fracture in a man resulting from modern clipless pedals: a case report. *Journal of Medical Case Reports* 2011, 5: 219
- Persaud N, Coleman E, Zwolakowski D, Lauwers B, Cass D: Nonuse of bicycle helmets and risk of fatal head injury: a proportional mortality, case-control study. *CMAJ* 2012. DOI:10.1503/cmaj.120988
- Siman-Tov M, Jaffe DH, Israel Group, Peleg K: Bicycle injuries: A matter of mechanism and age. *Accident Analysis & Prevention* 2012; Volume 44: 135–9
- Song E, Trosseille X, Guillemot H: Side impact: influence of impact conditions and bone mechanical properties on pelvic response using a fractureable pelvis model. *Stapp Car Crash J* 2006; 50: 75–95
- Statistisches Bundesamt (Destatis) 2016: Verkehrsunfälle. Kraftrad- und Fahrradunfälle im Straßenverkehr. 2016. www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00027260/5462408157004.pdf (letzter Zugriff am 12.7.2019)
- Statistisches Bundesamt (Destatis) 2018: Unfälle von Frauen und Männern im Straßenverkehr 2017. www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/unfaelle-frauen-maenner-5462407177004.html (letzter Zugriff am 12.7.2019)
- Statistisches Bundesamt (Destatis), 2018: Pressemitteilung Nr. 258 vom 12. Juli 2018. www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/07/PD18_258_46241.html
- Temme C: Radsport. In: Engelhardt M (Hrsg.): Sportverletzungen. Elsevier Verlag, München, Jena, 2006: 383–7
- Teufel D, Arnold S, Bauer P: Analyse der Fahrradunfälle in Heidelberg 2008–2012. UPI-Bericht Nr. 77. Heidelberg 2014, 3. erw. Auflage
- Unfallanalyse Berlin: www.unfallanalyse.de/unfallforschung/pkw_fahrrad.html#container1
- Weil YA, Safran O, Greenberg A, Moseheiff R, Liebergall M, Khoury A: Outcome of proximal femoral fractures caused by cycling in the young and mid-aged. *Injury* 2014; 45: 1251–5



Korrespondenzadresse

Dr. Christoph Schönle
Löjaer Berg 48
23715 Bosau
schoenle@t-online.de