

J. Weber, H. Jaksche

Radsportunfälle mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma

Severe head injuries after bicycle accident in sports

Abteilung für Neurochirurgie (Chefarzt Dr. H. Jaksche), BG Unfallklinik Murnau

Zusammenfassung

Das Schädel-Hirn-Trauma (SHT) ist eine häufige Komplikation bei Unfällen von aktiven Radsportlern. In einer über drei Jahre geführten Studie wurden Unfallhergang, Schädel-Hirn-Verletzungen und Behandlungserfolg bei 23 Patienten mit schwerem SHT nach einem Radunfall untersucht. Dabei zeigte sich, daß die Sturzhäufigkeit mit Zunahme des Trainingsumfangs anstieg, besonders bedingt durch einen Anstieg fremdverschuldeter Unfälle. Bei zweidrittel der Radsportler lag eine isolierte Kopfverletzung vor, über 80% der Patienten hatten eine Schädelfraktur. In der cerebralen Computertomographie fand sich bei allen Fällen eine intrakranielle Blutung unterschiedlicher Lokalisation, dabei wurde in über 50% ein epidurales oder akutes subdurales Hämatom gefunden. Keiner der Sportler mit schwerem SHT trug zum Unfallzeitpunkt einen Radhelm. Die posttraumatische Invalidität war nach einem Radsturz bei Sportlern geringer als bei schwerem SHT anderer Ursache.

Schlüsselwörter: Radsportunfall, schweres SHT, Unfallhergang, Fahrradhelm, Outcome.

Summary

Headtrauma is a frequent complication of accidents in cycling. Accident mechanism and the characteristics of head injuries as well as outcome were examined in a study of 23 patients with severe head trauma after cycling. The frequency of head injury were found to be correlated with the intensity of training with more foreign occurred accidents in the

group with a more intense training. Isolated head injury was seen in two third of all cases. Over 80% of the patients had a skull fracture. All bicycle riders had an intracranial hemorrhage with different localisation. Over 50% of them had an epidural or acute subdural hematoma. No patient with severe head injury was wearing a helmet at the time of the accident. A better outcome was seen in the group of patient with severe head injury after a bicycle accident compared with other causes of head injury.

Key-words: bicycle accident in sports, severe head injury, accident mechanism, bicycle helmet, outcome.

Einleitung

Outdoors - Aktivitäten haben in den letzten Jahren eine zunehmende Popularität bei vielen Sportlern erlangt. Besonders im Radsport ist dieser Trend zu beobachten, wohl auch ausgelöst durch die „neuen“ Fahrradtypen Mountainbike und Trekkingrad. Unfälle von Radsportlern werden daher zunehmend häufiger verzeichnet. Von allen möglichen Verletzungsarten ist der Kopf in 30% - 60% beteiligt, ein schweres Schädel-Hirn-Trauma (SHT) wird dabei in bis zu 10% ange-

troffen (7, 8, 12, 16). Etwa ein Viertel aller schweren SHT im Sportbereich werden durch Radstürze verursacht (13).

Ziel dieser Studie war es, den typischen

Unfallhergang bei Radsportlern mit schwerem SHT und die daraus resultierenden intrakraniellen Verletzungen zu untersuchen. Weiterhin sollte die Bedeutung eines Radhelms sowie die posttraumatische Invalidität untersucht werden.

Material und Methoden

Die vorliegende Studie wurde in den Jahren 1995-97 an der neurochirurgischen Abteilung der BG-Unfallklinik Murnau durchgeführt. Einschlusskriterien in die Untersuchung waren:

1. Radsturz bei sportlicher Aktivität
2. Schweres SHT (Grad 3).

Eine schwere Schädel-Hirn-Verletzung wurde nach *Tönnis und Loew* als eine Funktionsstörung von über 3 Wochen mit häufig bleibenden neurologischen und psychischen Ausfällen definiert.

Die Untersuchung wurde mit Hilfe eines Erhebungsbogens vorgenommen, dabei wurde der Unfallhergang nach Fremd- Eigenverschulden, Wegbeschaffenheit, Sturzgeschwindigkeit und Alkoholeinfluß analysiert.

Über die Anzahl und Länge (>20 km) der wöchentlichen Radfahrten wurde der Trainingszustand bestimmt.

Zur Erhebung der Verletzungen wurde eine Unterteilung in drei Gruppen vorgenommen:

- Schädelfrakturen,
- intrakranielle Befunde und
- HWS-Traumen.

Tragen eines Radhelms zum Unfallzeitpunkt wurde unter Angabe des Sturzhelm-Herstellers festgehalten.

Ein halbes Jahr nach dem Unfall wurden die Patienten mit Hilfe der Glasgow-outcome-scale (GOS) auf bleibende Behinderungen untersucht. Dabei dienten folgende Definitionen zur Beurteilung:

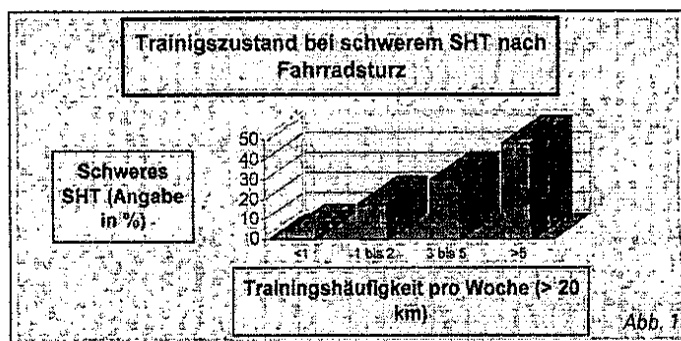
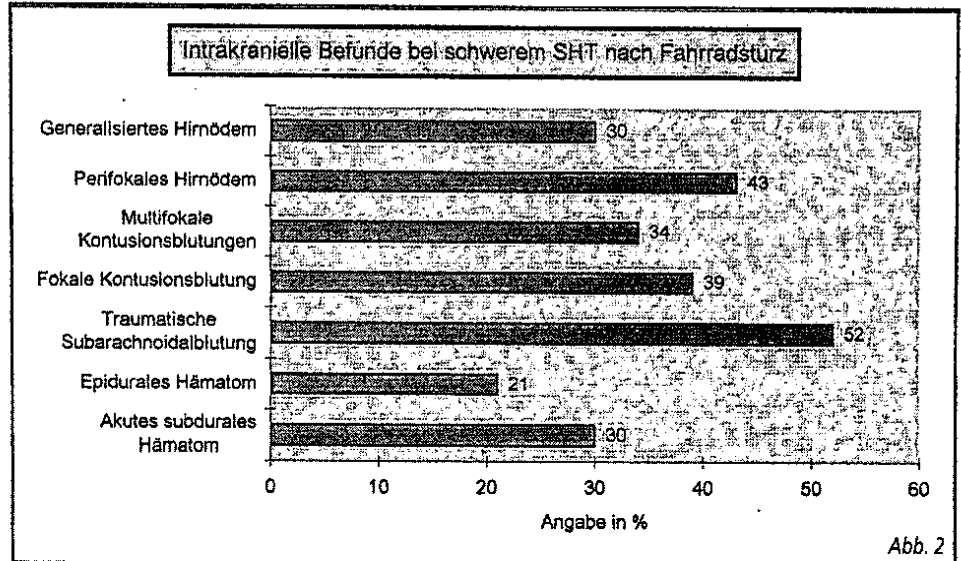


Abb. 1

- Von einer **guten Erholung** wird gesprochen, wenn eine normale Lebensführung nach dem Trauma möglich war.
- **Mäßige Invalidität** bedeutete, daß der Verletzte behindert, aber nicht von fremder Hilfe abhängig war.
- Wurde Hilfe anderer Personen aufgrund der Behinderung benötigt und war der Patient bei Bewußtsein, wird von einer **schweren Invalidität** ausgegangen.
- Ein **vegetativer Status** war bei fehlender Hirnrindenfunktion angenommen worden.
- **Todesfälle** wurden in die Studie aufgenommen, wenn sie Folge des SHT waren.



Ergebnisse

In dem dreijährigen Untersuchungszeitraum erfüllten 23 Patienten die Einschlusskriterien und wurden in die Studie aufgenommen. Das **Durchschnittsalter** lag bei 48 Jahren wobei 74% der Unfallopfer zum Zeitpunkt des Radsturzes älter als 40 Jahre waren. 22% hatten ein Alter unter 20 Jahren. Dreiviertel aller Radfahrer waren männlich.

In den Monaten Juli bis September ereigneten sich 57% der schweren SHT nach Radstürzen. Im Frühling (April-Juni) wurden 7 (30%) schwere Schädel-Hirn-Verletzungen beobachtet. Drei Radfahrer stürzten im Monat Oktober. Von November bis März ereigneten sich keine schweren Unfälle nach den Kriterien der Studie.

Die meisten Unfälle (74%) ereigneten sich zwischen 12-18 Uhr. Bei Dunkelheit wurde kein folgenschwerer Sturz beobachtet. Der **Trainingszustand** der verunfallten Radsportler war bei 78% gut bis sehr gut (drei und mehr Radfahrten pro Woche mit jeweils mehr als 20 Kilometer), die genaue Aufschlüsselung zeigt Abbildung 1.

Da die Patienten eine Amnesie zum **Unfallhergang** angaben, war eine Analyse des

Radsturzes nur durch Zeugenaussagen möglich. Ein Fremdverschulden (Kollision mit PKW, LKW, Motorrad oder Radfahrer) konnte in 35% beobachtet werden. Der Sturz wurde durch eigene Schuld (Fahrfehler oder überhöhte Geschwindigkeit) in 48% verursacht. In 4 Fällen (17%) war die Unfallursache unklar und von widersprüchlichen Aussagen begleitet. Technische Mängel der Fahrräder konnten als Ursache des Sturzes in keinem Fall nachgewiesen werden.

Bei der Ermittlung der **Unfallgeschwindigkeit** des Radfahrers konnte in fünf Fällen keine aufschlußreiche Information durch Zeugenaussagen gewonnen werden. Bei 43% lag die Sturzgeschwindigkeit zwischen 10-30 km/h, in 35% lag sie über 30 km/h.

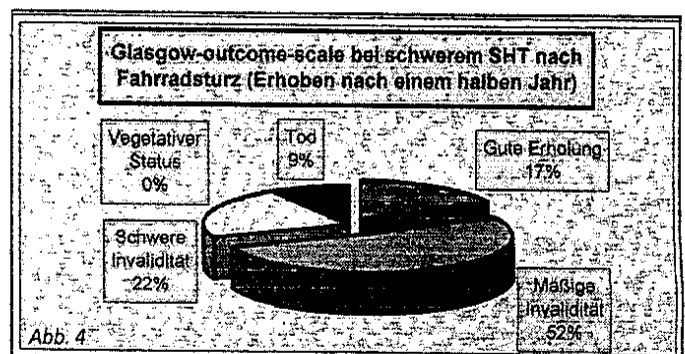
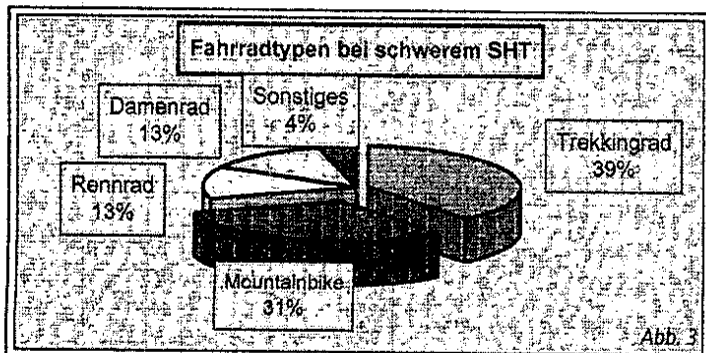
Über zwei Drittel (70%) der Unfälle ereigneten sich außerhalb einer Ortschaft. Die Stürze wurde in 35% auf ebener Fahrbahn verursacht, bei einem leichtem Gefälle (< 8% Steigung) wurden 22% der Unfälle beobachtet. 43% der Radfahrer stürzten bei einer steilen Abfahrt. Auf einer Teerstraße ereigneten sich 83% alle Unfälle, lediglich in 17% war Schotter der **Bodenbelag**. Eine regennasse Fahrbahn lag in drei Fällen (13%) vor, die übrigen Unfälle

wurden auf trockenem Untergrund verursacht. Die unterschiedlichen Fahrradtypen sind der Abbildung 2 zu entnehmen. Zum Zeitpunkt des Unfalls waren zwei der Radsportler im alkoholisierten Zustand.

Ein Polytrauma mit schwerem SHT fand sich bei 35% der Radfahrer, isolierte schwere Kopfverletzungen waren demnach in 65% anzutreffen. Bei vier Radsportlern kam es zu einer Skalpierungsverletzung (je zweimal parietal und okzipital). Schädelfrakturen konnten in 83% im Knochenfenster bei der cCT-Untersuchung nachgewiesen werden. Dabei ergab sich folgende Verteilung (Mehrfachnennungen):

- Schädelbasisfraktur 30%,
- Kalottenfraktur 74%,
- Gesichtsschädelfraktur 26%.

Über die **intrakraniellen Befunde** gibt die Abbildung 3 genaue Auskunft. Bei zwei Patienten wurde eine Hirnstammverletzung mittels MRT-Untersuchung erkannt. In beiden Fällen lagen Kontusionsherde im Ponsbereich vor. Frakturen oder Luxationen der Halswirbelsäule konnten mit einem schweren SHT nicht beobachtet werden. Bei einem Patienten kam es zu einem Ausriß des oberen Plexus brachialis aus dem cervikalen Myelon.



Ein anderer Patient erlitt eine inkomplette Querschnittslähmung aufgrund einer Contusio spinalis bei großen Retrospondylosen in Höhe der HWK 5 und 6.

Bemerkenswerterweise trug kein Radsportler mit schwerem SHT zur Unfallzeit einen Radhelm.

Ein halbes Jahr posttraumatisch klagten 52% der Unfallopfer über Behinderungen ohne jedoch von fremder Hilfe abhängig zu sein. Das genaue Ergebnis der Nachuntersuchung mit Hilfe der Glasgow-outcome-scale zeigt Abbildung 4.

Diskussion

In der etwa 100-jährigen Geschichte hat sich der Radsport außerordentlich rasch entwickelt. Dies zeigt sich besonders in der Zunahme der Durchschnittsgeschwindigkeit. So werden zum Beispiel während der Tour de France auch bei Bergetappen mittlere Geschwindigkeiten von über 40 km/h erreicht. Die beobachteten Verletzungen bei Unfällen sind daher – besonders im Kopfbereich – häufig schwer (8, 19). Die größte Gruppe sind Kinder unter 14 Jahre (8, 12, 14, 16).

In der vorliegenden Studie wurden Radsportler untersucht, was das deutlich höhere Durchschnittsalter erklärt. Etwa dreiviertel der Unfallopfer waren älter als 40 Jahre, dies ist unter anderem durch die geographische Lage am Rande der Alpen und den damit verbundenen Freizeitwert für Urlauber zu deuten.

In vielen Studien (5, 14, 16) wie auch in der vorliegenden Untersuchung ist bei ca. 3/4 aller Unfälle das männliche Geschlecht betroffen, bedingt durch die größere Prävalenz beim Radfahren und die bekannte aggressivere Fahrweise.

In Ländern der gemäßigten Klimazone ereignen sich erwartungsgemäß die meisten Unfälle in den wärmeren Monaten mit einem Gipfel im Monat Juli (2, 3, 5). Dementsprechend war auch die Verteilung der Radstürze bei Sportlern in der Alpenregion. Besonders häufig werden Radstürze am späten Nachmittag beobachtet (2, 3, 14), diese Verteilung war auch bei einem schweren SHT anzutreffen.

Eine große Fahrpraxis und ein guter Trainingszustand mit entsprechend vorteilhafter kardiopulmonaler Toleranz zur Überwindung von physischen Schwächezuständen

müßte zu einer Reduktion der Unfallhäufigkeit führen. In der eigenen Studie, wie auch in der von *T. Chow* 1993 für Mountainbiker erhobenen Untersuchung, wurde ein Anstieg der Verletzungen mit Zunahme der Trainingsintensität gesehen. Fast fünfzig Prozent der Radsportler gaben an mehr als 5 mal pro Woche zu trainieren. In dieser Gruppe wurden 2/3 der schweren SHT durch Fremdverschulden verursacht. Bei den weniger geübten Fahrern (1-5 Radfahrten pro Woche) ereigneten sich 3/4 der schweren SHT durch Fahrfehler oder nicht angepasste Geschwindigkeit. Daraus läßt sich schließen, daß die Zunahme der Verletzungen bei größerer Trainingsintensität besonders aufgrund der fremdverschuldeten Einflußnahme bedingt wird.

Bei einer Sturzgeschwindigkeit >30km/h waren fast alle Unfälle (7 von 8 Sportlern) durch den Fahrer selbst verursacht, darunter auch die beiden tödlichen Stürze.

Über 80% der Unfälle von Radfahrern ereignen sich innerorts (12, 14). Dieses Ergebnis konnte die vorliegende Studie aufgrund des ausgewählten Patientenkollektivs (Sportler) nicht bestätigen. Der typische Radunfall ereignet sich auf einer Gefällstrecke bei guten Wetterbedingungen auf trockener Teerstraße (2, 3, 16). Auch beim schweren SHT wird diese Konstellation gehäuft angetroffen, beim bergauffahren wurde kein folgenschwerer Unfall beobachtet.

Entsprechend der Verkaufszahlen auf dem Radmarkt in den letzten Jahren sind die Fahrradtypen Mountainbike und Trekkingrad auch in der Unfallhäufigkeit erwartungsgemäß deutlich angestiegen.

Alkohol ist ein wichtiger Begleitfaktor bei vielen Unfällen, auch Radstürze werden in 10-24% (8, 11, 12) unter Alkoholeinfluß verursacht. Dabei ist das Risiko eines selbstverursachten Sturzes größer, als eine fremdverschuldete Kollision (2). Bei Mountainbikefahrern wurden 2,6% der Unfälle unter Drogen (Alkohol/ Marihuana) beobachtet (3). Auch in der eigenen Studie standen zwei Patienten unter Alkoholeinfluß. Der Drogenkonsum im Sport stellt ein großes Problem dar, nicht erst seit dem tragischen Tod des Radprofis *Tom Simpson* während der Tour de France 1967 beim Anstieg zum Mont Ventoux.

Ein schweres SHT mit einer weiteren bedrohlichen Organverletzung wird in ca. 60% aller Unfälle angetroffen (6). Werden nur Radunfälle mit schwerem SHT untersucht liegt in 2/3 eine isolierte Kopfverletzung vor. Ein Grund hierfür ist sicherlich die sportliche Sitzposition mit vornübergebeugtem Oberkörper und der dadurch bedingten Exposition des Kopfes für Verletzungen. Bei tödlichen Radunfällen wird in 62-100% die Verletzung des Gehirns als Todesursache genannt (2, 5, 20). Bei der Analyse der Verletzungen im Kopfbereich mit schwerem SHT wird in über 80% eine Schädelfraktur gefunden. Bereits bei einem mittleren SHT mit Schädelfraktur muß in 20% eine Operation aufgrund einer intrakraniellen Blutung vorgenommen werden (9). Entsprechend häufig mußten traumatische Hämatome bei schwerem SHT nach einem Radsturz operativ angegangen werden. Dabei lag in über 50% ein akutes subdurales oder epidurales Hämatom vor (Abb. 5). Die traumatische Subarachnoidalblutung hat

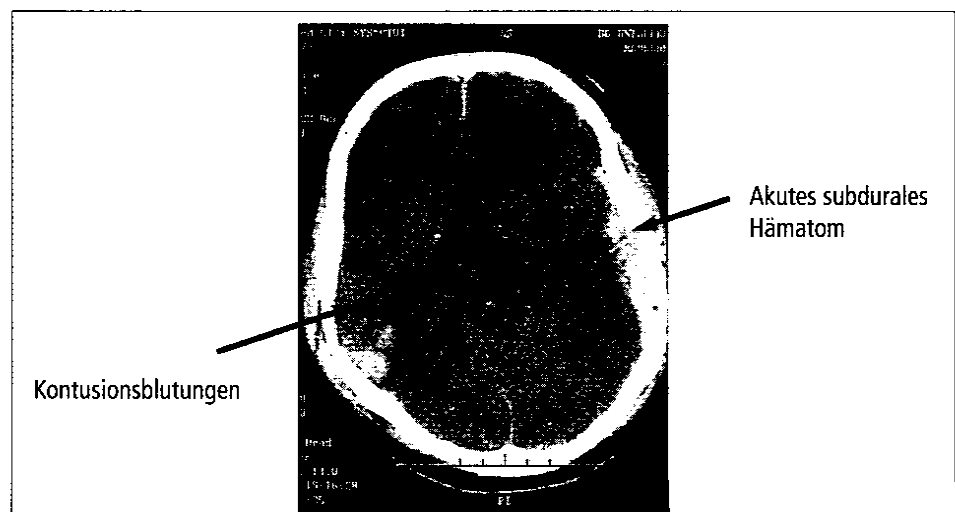


Abb. 5: Der 64-jährige Rennradfahrer (Fahrleistung ca. 10 000 km pro Jahr) wurde von einem PKW außerorts von hinten auf ebener Straße angefahren. Der ungeschützte Kopf prallte auf den Asphalt. Im CT zeigt sich ein akutes subdurales Hämatom mit Mittellinienverlagerung sowie Kontusionsblutungen auf der Gegenseite.

klinisch weniger Relevanz zeigt jedoch die Schwere des SHT an. Frakturen werden an der Wirbelsäule nach schwerem SHT in 4-5% beobachtet, besonders im oberen HWS-Bereich (6). Frakturen oder Luxationen der HWS mit einem schwerem SHT wurden in der vorliegenden Untersuchung nicht gefunden, allerdings kam es in zwei Fällen zu Verletzungen nervaler Strukturen (obere Armparese, inkompletter Querschnitt).

Seit der von *Thompson et al.* (2) publizierten Studie im Jahre 1989 ist der protektive Nutzen des Radhelms vor Kopfverletzungen statistisch klar belegt. Dabei war das Risiko einer Gehirnverletzung ohne Helm 8,3 mal höher als mit Radhelm. Die eigene Untersuchung zeigt auf, daß für Radsportler ohne Helm ein hohes Risiko für ein schweres SHT vorhanden ist. Ein Radhelm sollte regelmäßig getragen werden um folgensweren Schädel-Hirn-Verletzungen vorzubeugen. Der Mediziner und Biologe *August Bier* (1861-1940) schrieb: „Jedes Ding läßt sich von drei Seiten betrachten: von einer wissenschaftlichen, einer juristischen und einer vernünftigen“. Durch weitere wissenschaftliche Aufklärung über den Nutzen des Radhelms, sowie über die Vernunft des Einzelnen, sollte eine weitere Reduktion der Schädel-Hirn-Verletzungen erreicht werden.

Ernsthafte Gesichtsschädelverletzungen (Frakturen der Orbita, Nase oder des Mittelgesichts) können durch einen Radhelm ebenfalls reduziert werden (15).

Die Chancen für die Rückbildung der Hirnschädigung hängen von einer Reihe von Faktoren ab. Lokalisation und Ausdehnung sind vor allem bei bilateralen oder diffusen Verletzungen von negativer Bedeutung. Fast 70% der Radfahrer in der vorliegenden Studie erholten

sich von dem Trauma gut oder hatten nur eine mäßige Behinderung ohne auf fremde Hilfe angewiesen zu sein. Werden alle Ursachen für ein schweres SHT zusammengefaßt, so befinden sich in diesen beiden Gruppen (gute Erholung/mäßige Invalidität) ca. 50% der Patienten. Etwa 40% aller Patienten mit schwerem SHT versterben an den Folgen der Kopfverletzungen (7). In der vorliegenden Studie wurden zwei Todesfälle (9%) beobachtet. Die bessere Prognose bei Radsportlern mit schwerer Schädel-Hirn-Verletzung läßt sich durch das selektionierte Patientenkollektiv wie auch die geringere Unfallgeschwindigkeit erklären. In der eigenen Untersuchung fand sich kein Patient mit einer diffusen axonalen Schädigung, die üblicherweise durch große Unfallgeschwindigkeit hervorgerufen wird und häufig in einem vegetativen Status endet.

Literatur

1. *Bishop P.J., B.D. Briard*: Impact Performance of Bicycle Helmets. *Can J Appl Spt Sci* 9 (1984) 94-101.
2. *Braddom R.L.*: Prevention and Treatment of Bicycle Injuries. In: *Buschbacher R.M., R.L. Braddom*: Sports Medicine and Rehabilitation: A Sport-Specific Approach, Hanley & Belfus, INC., Philadelphia, USA.
3. *Chow T.K., M.D. Bracker, K. Patrick*: Acute Injuries From Mountain Biking. *West J Med* 159 (1993), 145-148.
4. *Cohen G.C.*: Cycling injuries. *Can Fam Phys* 39 (1993) 628-632.
5. *Friede A.M., C.V. Azzara, S.S. Gallagher, B. Guyer*: The Epidemiology of Injuries to Bicycle Riders. *Ped Clin North Am* 32 (1985), 141-151.
6. *Greenberg M.S.*: Handbook of Neurosurgery. Greenberg Graphics, Florida, USA, Third Edition (1994).
7. *Herrmann H.-S.*: Neurotraumatologie. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, Germany (1991).
8. *Kraus J.F., D. Five, C. Conroy*: Incidence, Severity, and Outcomes of Brain Injuries Involving Bicycles. *Am J Pub Health* 77 (1987), 76-78.
9. *Maas A.I.R., M. Dearden, G.M. Teasdale, R. Braakman, F. Cohadon, F. Iannotti, A. Karimi, F. Lapiere, G. Murray, J. Ohman, L. Persson, F. Servadei, N. Stocchetti and A. Unterberg*: On behalf on the European Brain Injury Consortium: EBIC-Guidelines for Management of Severe Head Injury in Adults. *Acta Neurochir* 139 (1997), 286-294.
10. *Mills N.J.*: Protective capability of bicycle helmets. *Br J Sp Med* 24 (1990), 55-60.
11. *Olkkonen S., R. Honkanen*: The role of alcohol in nonfatal bicycle injuries. *Accid Anal Prev* 22 (1990), 89-96.
12. *Otte D., E.G. Suren*: Der Fahrradunfall, eine verkehrsmedizinische-technische Analyse. *Hefte Unfallheilkd* 171 (1986), 1-80.
13. *Schwartz M.L., C.H. Tator*: Head injuries in athletics. In: *Harries M., C. Williams, W.D. Stanish, L.J. Micheli*: Oxford Textbook of Sports Medicine, Oxford University Press, U.K., 1994.
14. *Selbst S.M., D. Alexander, R. Ruddy*: Bicycle-Related Injuries. *Am J Dis Child* 141 (1987), 140-144.
15. *Thompson D.C., R.S. Thompson, F.P. Rivara, M.E. Wolf*: A Case-Control Study of the Effectiveness of Bicycle Safety Helmets in Preventing Facial Injury. *Am J Pub Health* 80 (1990), 1471-1474.
16. *Thompson R.S., F.P. Rivara, D.C. Thompson*: A Case-Control Study of the Effectiveness of Bicycle Safety Helmets. *N Engl J Med* 320 (1989), 1361-1367.
17. *Wassermann R.C., J.A. Waller, M.J. Monty, A.B. Emery, D.R. Robinson*: Cyclists, Helmets and Head Injuries: A Rider-Based Study of Helmet Use and Effectiveness. *Am J Pub Health* 78 (1988), 1220-1221.
18. *Weiss B.D., B. Duncan*: Bicycle Helmet Use by Children: Knowledge and Behavior of Physicians. *Am J Pub Health* 76 (1986), 1022-1023.
19. *Weiss B.D.*: Preventing bicycle-related head injuries. *New York State J Med* 87 (1987), 319-320.
20. *Weiss B.D.*: Bicycle-related head injuries. In: *Mellion M.B., E.R. Burke*: Clinics in sports medicine. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A., 1994

Anschrift für die Autoren:

Dr. med. J. Weber
Abteilung für Neurochirurgie
BG-Unfallklinik
Prof.-Küntschers-Str. 8
82418 Murnau

„LEISTUNGSSPORT“: sportartübergreifend, praxisbezogen, aktuell FÜR SPORTMEDIZINER, DIE MEHR WISSEN WOLLEN ...

... als das, was unmittelbar den Bereich Medizin betrifft:
Die Zeitschrift „Leistungssport“, herausgegeben vom DSB, Bundesverband Leistungssport, bietet zweimonatlich Informationen über neue Erkenntnisse aus den verschiedenen Bereichen der Sportwissenschaft: Biomechanik, Sportmedizin, Sportpsychologie, Sportsoziologie, Sportpädagogik, Sport + Ernährung, Trainings- und Wettkampflehre. Daneben enthält sie Beiträge, die sich mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Positionen kritisch befassen und zu Diskussionen anregen.
„Leistungssport“ erscheint in 6 Ausgaben jährlich und kostet DM 60,- (Ausland DM 66,-) im Abonnement. Interessiert? Dann bestellen Sie ein kostenloses Probeheft.

PHILIPPKA-VERLAG, Postfach 150105, 48061 Münster, Tel.: 0251/230050, Fax: 0251/23005-99

