

Unfallchirurg 2022 · 125:880–891
<https://doi.org/10.1007/s00113-021-01090-8>
Angenommen: 16. September 2021
Online publiziert: 15. Oktober 2021
© Der/die Autor(en) 2021

Redaktion
Wolf Mutschler, München
Hans Polzer, München
Ben Ockert, München



Unterschiede der Verletzungsmuster bei Motorradunfällen von Kindern und Jugendlichen

L. Oezel¹ · C. Jaekel¹ · D. Bieler^{1,2} · D. Stuewe¹ · A. Neubert¹ · R. Lefering³ · J. P. Grassmann¹ · J. Windolf¹ · S. Thelen¹ · Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (Sektion NIS) der DGU

¹Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

²Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Wiederherstellungs-, Hand- und Plastische Chirurgie, Verbrennungsmedizin, Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz, Koblenz, Deutschland

³Institut für Forschung in der Operativen Medizin, Universität Witten/Herdecke, Köln, Deutschland

Zusammenfassung

Hintergrund: Verkehrsunfälle und ihre Verletzungsfolgen stellen eine häufige traumatische Ursache für das Versterben und für das Auftreten von irreversiblen Schäden bei Kindern und Jugendlichen dar. Bei Motorradunfällen unterscheiden sich dabei Verletzungsmuster abhängig vom Patientenalter.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Studie ist es, die typischen Verletzungsmuster nach Motorradunfällen im Kindes- und Jugendalter vergleichend zu beschreiben, da diese einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Prävention sowie die adäquate Behandlung der jeweiligen Patientengruppen bieten können.

Material und Methoden: In die Studie wurden innerhalb der Jahre 2002–2018 22.923 Patienten aus dem TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU[®]) eingeschlossen. Die Auswertung erfolgte in 4 Altersgruppen: Gruppe 1 (4 bis 15 Jahre), Gruppe 2 (16 bis 17 Jahre), Gruppe 3 (18 bis 20 Jahre) sowie Gruppe 4 (21 bis 50 Jahre) als Kontrolle.

Ergebnisse: In Gruppe 2 stellten Extremitätenverletzungen das häufigste Verletzungsmuster dar und traten überwiegend im Bereich der unteren Extremität auf. Zudem ergab die Analyse, dass Gruppe 1 häufiger ein schweres Schädel-Hirn-Trauma erleidet, trotz initial schlechtem Zustand aber ein besseres Outcome aufweist. Thorakale, abdominelle sowie Wirbelsäulen- und Beckenverletzungen kommen bei den jüngeren Altersgruppen seltener vor. Insbesondere stellen Rippenfrakturen eine Rarität bei Kindern dar. In der Diagnostik werden Kinder im Vergleich zu Erwachsenen seltener einer Ganzkörper-CT-Diagnostik zugeführt.

Diskussion: Die Studie deckt altersabhängige Unterschiede in den Verletzungsmustern von Patienten auf, die als Beifahrer oder Fahrer eines Motorrades in einen Unfall involviert waren. Zudem konnten ebenso Unterschiede in der prä- und innerklinischen Versorgung herausgearbeitet werden.

Schlüsselwörter

Motorrad · Mortalität · Verkehrsunfall · Verletzungen · TraumaRegister

Die Autoren L. Oezel und C. Jaekel haben zu gleichen Teilen zum Manuskript beigetragen.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Hintergrund

Verletzungen und Unfallfolgen sind für einen Großteil der Morbidität und Mortalität in Industrie- und Entwicklungsländern verantwortlich [28]. Verletzungen durch

Verkehrsunfälle sind der häufigste Grund für das Auftreten von Behinderungen und einer der Hauptgründe für Mortalität bei Kindern und Jugendlichen < 18 Jahren [22, 23] – ab dem 5. Lebensjahr sogar die häufigste Todesursache [12]. Die Weltgesund-



Abb. 1 ◀ Häufigkeit von Motorradunfällen in Abhängigkeit von den Jahreszeiten

heitsorganisation konnte Verkehrsunfälle als zehnthäufigste Todesursache weltweit identifizieren und prognostiziert einen Anstieg um bis zu 40% bis zum Jahr 2030 [35]. Durch erhebliche Fortschritte in Technologie und Sicherheit in der Fahrzeugindustrie, konnte in den letzten Jahren v. a. in Industrieländern eine deutliche Reduktion von Verkehrsunfällen und assoziierter Unfallfolgen erzielt werden [33]. Trotz dieser Entwicklungen gibt es nach wie vor eine relevante Anzahl von Verkehrsunfällen, die zu schweren Verletzungen und Todesfällen führen. Motorradfahrer stellen hierbei die am stärksten gefährdete Gruppe der Verkehrsteilnehmer dar und haben im Vergleich zu Insassen eines Autos ein über 30-fach erhöhtes Risiko, bei einem Verkehrsunfall zu versterben [25]. Morbidität und Mortalität infolge von Motorradunfällen werden in vielen Ländern sogar als öffentliches Gesundheitsproblem diskutiert [34]. In früheren Studien konnte gezeigt werden, dass die gezielte Forschung und Analyse dieser Thematik einen großen Einfluss auf die Prävention von Motorradunfällen und die Optimierung medizinischer Behandlungen haben kann [8]. Viele Arbeiten hinsichtlich dieser Thematik zielen auf die Untersuchung epidemiologischer Aspekte sowie auf die Häufigkeitsverteilung von Verletzungsmustern erwachsener Motorradfahrer ab. Bachulis et al. beschrieben in ihrer Studie Verletzungen am

Bewegungsapparat, einschließlich Frakturen, als häufigste Unfallfolge [5]. Korrespondierend hierzu demonstrierten Kortor et al., dass Frakturen und knöchernen Läsionen im Bereich der unteren Extremität die häufigste Verletzung unter Motorradfahrern darstellen [21]. In den letzten Jahren gewannen Motorradunfälle, in welche Kinder und Jugendliche involviert waren und verletzt wurden, zunehmend an Aufmerksamkeit, da Kinder als Beifahrer auf Motorrädern die weitestgehend verletzlichste Population darstellen [6, 20, 29].

In der vorliegenden Studie werden die typischen Verletzungsmuster bei Kindern und Jugendlichen innerhalb der Altersstufen 4 bis 15 Jahre, 16 bis 17 Jahre sowie 18 und 20 Jahre (primäre Zielgruppen) untersucht und mit Verletzungsmustern Erwachsener innerhalb der Altersstufe 21 bis 50 Jahre (Kontrollgruppe) nach Motorradunfällen verglichen. Des Weiteren werden die Mortalität und die Krankenhausliegedauer untersucht. Hieraus sollen relevante Unterschiede aufgedeckt werden, die zur Optimierung von klinischen Abläufen sowie für präventive Zwecke genutzt werden können.

Material und Methoden

Das TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU®) wurde 1993 gegründet. Ziel dieser multizentri-

schen Datenbank ist eine pseudonymisierte und standardisierte Dokumentation von Schwerverletzten.

Die Daten werden prospektiv in 4 aufeinanderfolgenden Phasen gesammelt: A) prähospitaler Phase, B) Schockraum und anschließende OP-Phase, C) Intensivstation und D) Entlassung. Die Dokumentation beinhaltet detaillierte Informationen über Demographie, Verletzungsmuster, Komorbiditäten, prähospitalen und innerklinischen Management, intensivmedizinischen Verlauf, wichtige Laborbefunde einschließlich Transfusionsdaten, sowie das Patientenoutcome. Hierbei kann das Outcome der in das Traumaregister aufgenommenen Patienten nur bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus untersucht werden. Das Einschlusskriterium für das TraumaRegister DGU® ist die unfallbedingte Aufnahme in das Krankenhaus über den Schockraum mit anschließender Intensiv- oder IMC-Überwachung oder die Ankunft in der Klinik mit Vitalzeichen und Versterben vor Aufnahme auf die Intensivstation. Die Infrastruktur für Dokumentation, Datenmanagement und Datenanalyse wird von der AUC – Akademie der Unfallchirurgie GmbH, welche der DGU angegliedert ist, bereitgestellt. Die wissenschaftliche Führung liegt bei der Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung der DGU (Sektion NIS). Über eine webbasierte

Tab. 1 Häufigkeit der Altersverteilungen in der Gruppe 1 (4 bis 15 Jahre), Gruppe 2 (16 bis 17 Jahre) und Gruppe 3 (18 bis 20 Jahre)

Alter (Jahre)	Häufigkeit n (%)
4	2 (0,0)
5	2 (0,0)
6	6 (0,1)
7	2 (0,0)
8	7 (0,1)
9	4 (0,1)
10	9 (0,2)
11	17 (0,3)
12	20 (0,4)
13	35 (0,7)
14	71 (1,4)
15	333 (6,4)
16	1149 (22,3)
17	1288 (24,9)
18	778 (15,1)
19	714 (13,8)
20	726 (14,1)
Gesamt	5136 (100)

Anwendung geben die teilnehmenden Kliniken ihre pseudonymisierten Daten in eine zentrale Datenbank ein. Wissenschaftliche Auswertungen werden nach einem Reviewverfahren der Sektion NIS genehmigt [13].

Die teilnehmenden Kliniken sind primär in Deutschland (90%) lokalisiert, aber eine zunehmende Anzahl von Kliniken aus anderen Ländern steuert ebenfalls Daten bei (zurzeit Österreich, Belgien, Finnland, Luxemburg, Slowenien, Schweiz, Niederlande und die Vereinigten Arabischen Emirate). Derzeit fließen jährlich knapp 30.000 Fälle (Basiskollektiv) von über 650 Kliniken in die Datenbank ein. Die Teilnahme am TraumaRegister DGU® ist für die dem TraumaNetzwerk DGU® zugehörigen Kliniken verpflichtend.

Die vorliegende Arbeit steht in Übereinstimmung mit der Publikationsrichtlinie des TraumaRegister DGU® und ist unter folgender Projektnummer registriert: TR-DGU-Projekt-ID 2020-007.

Patienten

Die analysierten Daten entstammen dem Standarderhebungsbogen der teilnehmenden deutschsprachigen Kliniken (Deutschland, Österreich, Schweiz) und

umfassen den Zeitraum von 2002 bis 2018. Eingeschlossen wurde das sog. Basiskollektiv des TraumaRegister DGU®, d. h., Patienten mit einer Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS) = 2, die entweder verstorben sind oder auf der Intensivstation versorgt wurden, sowie alle Patienten mit einer MAIS ≥ 3. Ausschlusskriterien waren ein Alter < 4 und > 50 Jahre. Für die Auswertung wurde folgende Kategorisierung des Alters vorgenommen: Gruppe 1 (4 bis 15 Jahre), Gruppe 2 (16 bis 17 Jahre) sowie Gruppe 3 (18 bis 20 Jahre). Diese 3 Gruppen werden zusammenfassend als Zielgruppe bezeichnet; Gruppe 4 (21 bis 50 Jahre) wird als Kontrollgruppe betrachtet. Die Gruppeneinteilung erfolgte im Hinblick auf die Art der Teilnahme am Straßenverkehr. Dabei sind die eingeschlossenen Patienten der Gruppe 1 als Beifahrer zu bewerten, die Gruppe 2 als Nutzer eines Kleinkrafts (Moped), Gruppe 3 als Fahranfänger eines Motorrads und Gruppe 4 als Vergleichsgruppe. Die Art des Motorrads bzw. die Position (Fahrer/Beifahrer) wird im TR-DGU nicht erfasst. Ebenso wird der Konsum von Alkohol (erst ab der Datensatz-Revision 2015 aufgenommen und kein Pflichtfeld) und anderen Drogen nicht berücksichtigt.

Vergleichend werden folgende Parameter dargestellt: Verletzungsmuster, präklinische und klinische Versorgung, Outcome (Liedgedauer, Mortalität).

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte deskriptiv mittels SPSS (Version 24, IBM Inc., Armonk, NY, USA). Die Darstellung erfolgt mit Fallzahl und Prozenten bzw. Mittelwerten und Standardabweichung (SD). Bei nicht normal verteilten Daten wurde der Median mit „interquartil range“ (IQR) angegeben. Wegen der großen Fallzahl und der Vielzahl möglicher Vergleiche (multiple Parameter im 4-Gruppen-Vergleich) wurden keine formalen statistischen Tests durchgeführt.

Ergebnisse

In die Studie wurden insgesamt 22.923 Patienten aus 660 deutschsprachigen Kliniken eingeschlossen. Die jeweilige Gruppenstärke betrug für Gruppe 1 (n = 508),

Gruppe 2 (n = 2437), Gruppe 3 (n = 2218) und damit für die Zielgruppen, n = 5163. Die Häufigkeiten der jeweiligen Altersverteilungen der 3 Zielgruppen werden in **Tab. 1** veranschaulicht. Für die Gruppe 4, die als Kontrollgruppe diente, betrug die Gruppenstärke (n = 17.760). Das männliche Geschlecht war mit 89% der Fälle mit einer Gesamtanzahl von 20.368 deutlich häufiger betroffen als das Weibliche.

Hinsichtlich der Jahreszeiten konnte in allen 4 Gruppen die Mehrzahl der Patienten im Frühjahr sowie Sommer verzeichnet werden. Im Winter trat in allen Altersgruppen erwartungsgemäß die geringste Anzahl an Motorradunfällen auf (**Abb. 1**).

In allen 4 Gruppen wurde die Mehrzahl der Patienten primär in ein überregionales Traumazentrum (ÜTZ) verbracht (Gruppe 1: 66,3%, Gruppe 2: 59,7%, Gruppe 3: 67%, Gruppe 4: 67,4%). Die restliche Anzahl an Patienten wurde in ein regionales Traumazentrum (RTZ) oder lokales Traumazentrum (LTZ) verbracht (**Tab. 2**). Insgesamt wurden 93,9% der 4- bis 15-Jährigen im primär angesteuerten Krankenhaus behandelt; nur 6,1% dieser Patienten wurden zur Weiterbehandlung in ein anderes Krankenhaus verlegt. Auch die anderen Gruppen zeigten vergleichbare Werte für die Behandlung im primär angefahrenen Krankenhaus (**Tab. 2**).

Die Analyse der Transportmittel ergibt, dass in allen Altersstufen der bodengebundene Transport dominiert. Es wurden 64,6% der Patienten bodengebunden in das Traumazentrum transportiert und 35,4% der Patienten luftgebunden transportiert (**Tab. 2**). Die Zeitspanne vom Transport der Patienten vom Unfallort in die Klinik weist für alle Altersstufen ähnliche Werte auf (**Tab. 2**).

Die Anzahl der durchgeführten Ganzkörper-CT-Untersuchungen war in Gruppe 1 (69,4%) sowie Gruppe 2 (74,8%) am geringsten. Innerhalb der Gruppen 3 und 4 wurden, insgesamt betrachtet, am häufigsten Ganzkörper-CT-Diagnostiken durchgeführt (Gruppe 3: 79,6%, Gruppe 4: 80,3%) (**Tab. 2**). Die Anzahl der Diagnosen steigt ebenso mit dem Alter der Patienten an (Gruppe 1: 4,1 (SD 2,3) Gruppe 2: 4,8 (SD 3,0), Gruppe 3: 4,9 (SD 2,9), Gruppe 4: 5,2 (SD 3,0)) (**Tab. 2**). Die Gesamtverletzungsschwere wurde mit dem Injury Severity Score (ISS) gemessen. Dabei steigt

Tab. 2 Darstellung der allgemeinen Patientendaten mit prähospitalen und klinischen Verlaufsdaten								
	4–15 Jahre (n = 508)		16–17 Jahre (n = 2437)		18–20 Jahre (n = 2218)		21–50 Jahre (n = 17.760)	
Allgemeine Daten								
Alter (MW/SD)	14,2	±2,0	16,53	±0,5	19,0	±0,9	35,6	±9,4
ISS (MW/SD)	16,4	±11,4	17,5	±12,8	18,5	±13,1	19,4	±12,8
Geschlecht, männlich (n/%)	406	80,1 %	2077	85,3 %	1997	90,2 %	15.888	89,7 %
Präklinik								
Prähospitale Zeit (MW/SD)	63,8	±25,9	61,7	±24,1	62,5	±28,4	61,5	±26,0
Bodentransport (n/%)	299	64,6 %	1480	67,8 %	1287	64,2 %	9979	62,4 %
Lufttransport (n/%)	164	35,4 %	702	32,2 %	717	35,8 %	6020	37,6 %
Primär versorgt (n/%)	477	93,9 %	2244	92,1 %	2061	92,9 %	16.509	93,0 %
Traumazentrum								
Überregionales Traumazentrum (n/%)	318	66,3 %	1419	59,7 %	1463	67,0 %	11.688	67,4 %
Regionales Traumazentrum (n/%)	124	25,8 %	745	31,4 %	567	26,0 %	4448	25,6 %
Lokales Traumazentrum (n/%)	38	7,9 %	211	8,9 %	152	7,0 %	1208	7,0 %
Klinischer Verlauf								
Ganzkörper-CT erfolgt (n/%)	350	69,4 %	1798	74,8 %	1749	79,6 %	14.115	80,2 %
Zeit bis Ganzkörper-CT (Median/IQR)	18	(13–27)	18	(13–26)	18	(13–26)	19	(13–27)
Anzahl der Diagnosen (Median/IQR)	4	(2–5)	4	(3–6)	4	(3–6)	5	(3–7)
Verletzte Körperregion AIS > 2 (Median/IQR)	2	(1–2)	2	(1–3)	2	(1–3)	2	(1–3)
ICU-Liegedauer (Tage, Median/IQR)	2	(1–5)	2	(1–5)	2	(1–6)	2	(1–8)
Krankenhausliegedauer (Tage, Median/IQR)	11	(5–19)	11	(6–19)	12	(6–21)	14	(8–25)
Verstorben (n/%)	23	4,5 %	126	5,2 %	116	5,2 %	930	5,2 %
Verstorben innerhalb 24 h (n/%)	16	3,1 %	92	3,8 %	81	3,7 %	634	3,6 %

ISS Injury Severity Score, AIS Abbreviated Injury Scale, ICU „intensiv care unit“, MW Mittelwert, IQR Interquartilsabstand

der ISS mit dem Alter der Patienten an (Tab. 2).

Hinsichtlich des Verletzungsmusters und der Verletzungsschwere, gemessen am Abbreviated Injury Scale (AIS), konnte bezüglich der Körperregionen und der Altersgruppen eine spezifische Verteilung festgestellt werden. Schädel-Hirn-Verletzungen traten bei Gruppe 1 am häufigsten auf (39,6%). Die folgenden Altersstufen (Gruppe 2: 31,6%, Gruppe 3: 31,5%) wiesen ähnliche Werte wie Patienten des Vergleichskollektivs (Gruppe 4: 29,3%) auf und waren um 8 bis 10 Prozentpunkte seltener betroffen. Sehr schwere Kopfverletzungen (AIS > 4) bestanden eher bei jüngeren Patienten mit sinkender Anzahl im Alter (Abb. 2). Schäden der Gesichts- und Halsregion traten insgesamt und gruppenübergreifend am seltensten auf (Abb. 2).

Thoraxverletzungen zeigten im Vergleich zu oben genannten Verletzungen eine häufigere Inzidenz, mit größerer Verletzungsanzahl in den Altersstufen der Gruppe 3 (46,5%) und Gruppe 4 (56%). In den jüngeren Patientengruppen konn-

te ein geringeres Aufkommen ermittelt werden (Gruppe 1: 36,4%, Gruppe 2: 39,7%). Eine detaillierte Darstellung der vorliegenden Verletzungen im Bereich des Thorax erbrachte hinsichtlich Rippenverletzungen insgesamt ein geringeres Vorkommen in den Gruppen 1, 2 und 3 im Vergleich zu Gruppe 4 (11%, 13%, 19% vs. 37%, Abb. 3a und 4a). Lungenkontusionen zeigten in Gruppe 3 (33,9%) das häufigste Vorkommen (Gruppe 1: 24,2%, Gruppe 2: 29,1%, Gruppe 3: 33,9%, Gruppe 4: 32%, Abb. 3b). Pneumothoraces sowie Hämatothoraces kamen in allen Gruppen zwischen 12,8% und 25,4% vor (Abb. 4b).

Abdominelle Verletzungen wiesen eine geringere Inzidenz mit dem höchsten Vorkommen in Gruppe 3 (25,1%) auf (Abb. 2). Wirbelsäulenverletzungen nahmen mit dem Alter der Patienten zu und traten im Vergleich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 4 doppelt so häufig bei den älteren Patienten auf (Abb. 2). Beckenverletzungen traten insgesamt selten auf, beginnend mit 11,4% (Gruppe 1) und graduell

ansteigenden Werten mit Anstieg des Patientenalters (Gruppe 4: 19,0%) (Abb. 2).

Zusammengenommen, stellen Extremitäten entlang aller Altersklassen die am häufigsten betroffene Region dar, wobei die untere Extremität, außer in der Kontrollgruppe, häufiger verletzt ist als die obere Extremität. Im Bereich der oberen Extremität waren lediglich 33,7% der Patienten aus Gruppe 1 betroffen. Innerhalb der Gruppe 2 waren es 40,8%, innerhalb der Gruppe 3 zeigten sich 45,6% betroffen. Patienten aus dem Vergleichskollektiv der Gruppe 4 wiesen mit 50,9% die höchste Anzahl an Verletzungen der oberen Extremität auf. Im Bereich der unteren Extremität zeigten sich die meisten Verletzungen in den beiden jüngeren Altersgruppen (Gruppe 1: 49,2%, Gruppe 2: 54,0%). Gruppen 3 und 4 wiesen im Vergleich etwas niedrigere Werte auf (Gruppe 3: 48%, Gruppe 4: 44,8%). Die Analyse der Verletzungen des Oberschenkels ergibt, dass die 3 jüngeren Altersgruppen insgesamt häufiger betroffen sind als Gruppe 4 (Abb. 2; Tab. 1).

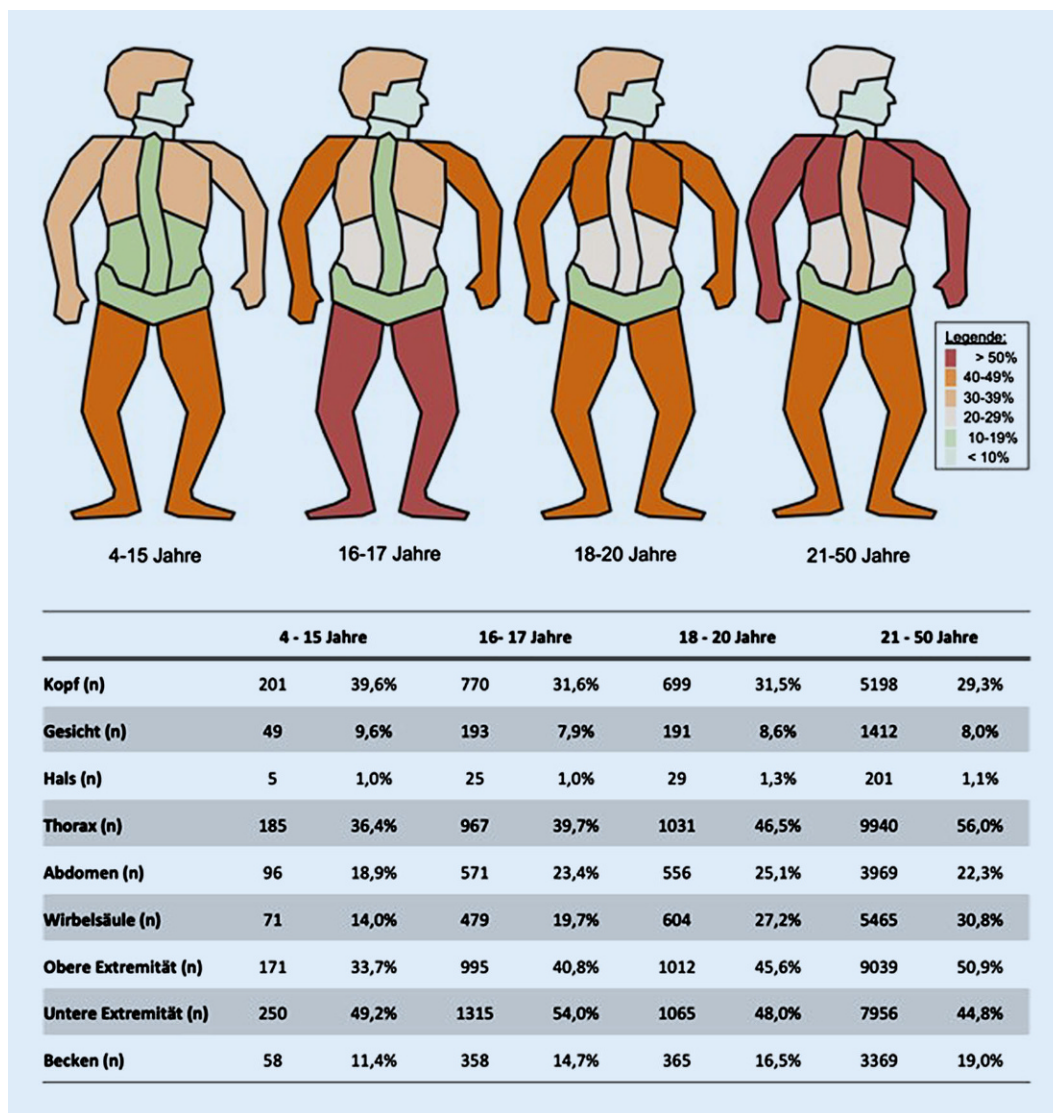


Abb. 2 ◀ Darstellung der Verletzungsmuster und ihrer Häufigkeitsverteilung in den jeweiligen Altersgruppen

Das Outcome von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma wurde anhand der Glasgow Outcome Scale (GOS) bei Entlassung aus dem Primärkrankenhaus ausgewertet. Hierbei konnte innerhalb aller Altersgruppen bei 60–70% der Patienten mit einem GOS-Wert von 5 ein positives Outcome mit allenfalls geringer Behinderung festgestellt werden. Etwa 20% der Betroffenen aller Altersgruppen wiesen eine mäßige Behinderung (GOS=4) auf. Des Weiteren hatten jeweils ca. 5–7% der Verunfallten aller Altersstufen eine „schwere Behinderung“ (GOS=3) bei Entlassung. Ein persistierend vegetativer Zustand (GOS=2) stellte eine Seltenheit dar. Verstorben sind rund 5% aller Patienten (jeweils Gruppen 1–4) (▣ **Abb. 5**).

Bezüglich der Gesamtmortalität wurden in den Gruppen 2, 3 und 4 die gleichen Werte nachgewiesen (5,2%). Die Gesamtmortalität in Gruppe 1 war mit 4,5% diskret geringer. Das 95%-Konfidenzintervall bot eine Unsicherheit von 2,7–6,3. Die Krankenhausliegedauer nahm mit den Altersgruppen zu. Dabei war der Aufenthalt auf der Intensivstation in allen Gruppen annähernd gleich (▣ **Tab. 2**).

Diskussion

Insgesamt wurden die spezifischen Verletzungsmuster von Kindern und Jugendlichen im Rahmen von Motorradunfällen bisher nur selten untersucht, und es gibt nur eine begrenzte Anzahl an Studien, die sich damit beschäftigen. Daniels

et al. beschreiben eine hohe Inzidenz von Kopf- und Wirbelsäulenverletzungen bei Kindern, die als Beifahrer in einen Motorradunfall involviert waren [11]. Hier konnte zudem festgestellt werden, dass die Nutzung eines Schutzhelms zu einer signifikanten Reduktion schwerwiegender Kopfverletzungen beiträgt [26]. Die Studie von Hogue et al. untersuchte muskuloskeletale Verletzungsfolgen bei Kindern nach Motorradunfällen und demonstrierte eine signifikant erhöhte Verletzungsrate bei Kindern, die als Beifahrer eines Motorrads verunfallt sind, im Vergleich zu Kindern, die beispielsweise als Insassen eines Kraftfahrzeugs verunfallt sind. Die Kinder, die im Rahmen eines Motorradunfalls einen Unfall erlitten haben, zeigten dabei eine hohe Anzahl an Frakturen im

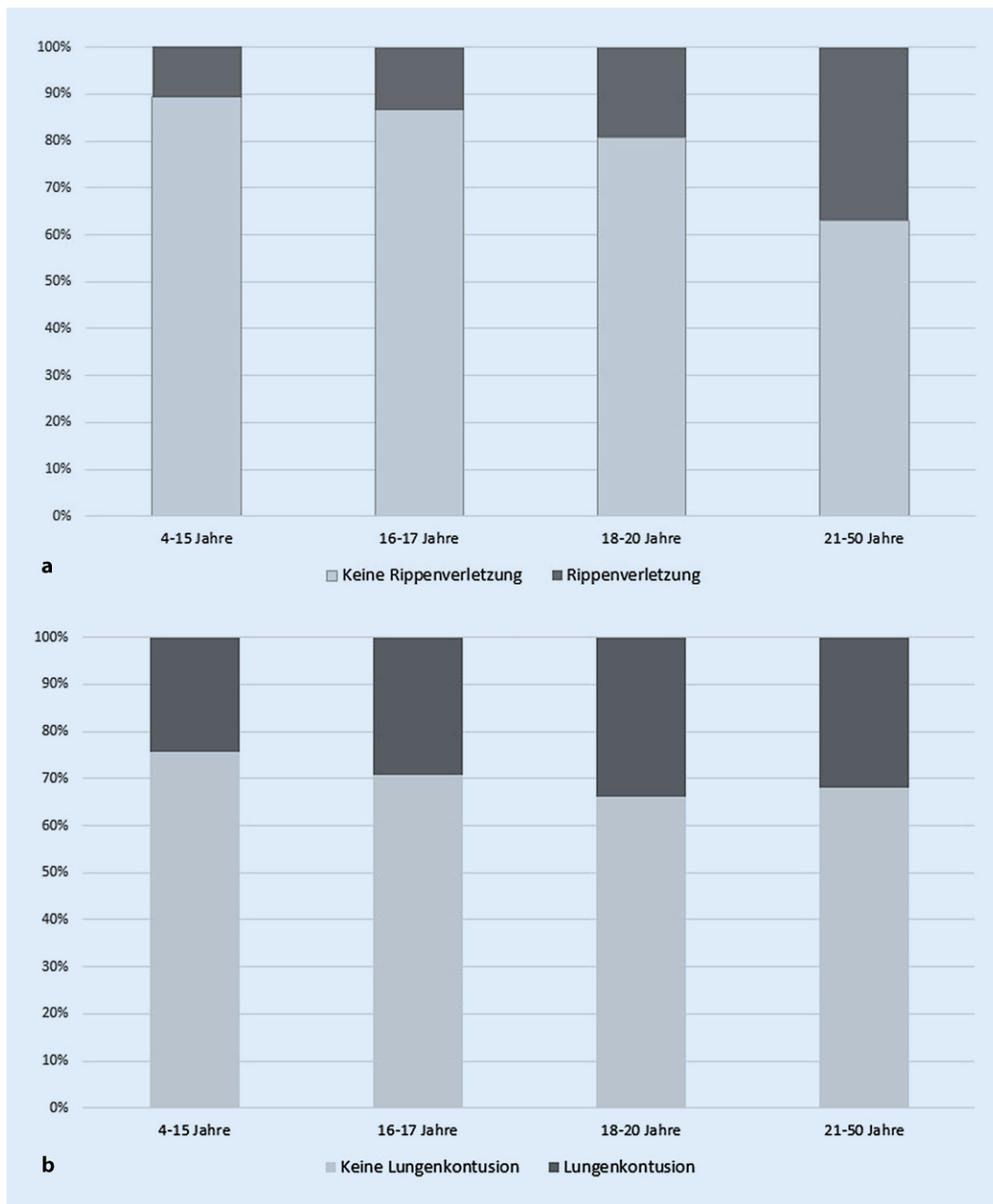


Abb. 3 ◀ **a** Das Vorkommen von Rippenverletzungen, bezogen auf die Altersgruppen. **b** Das Vorkommen von Lungenkontusionen, bezogen auf die Altersgruppen

Bereich der unteren Extremität (v. a. Tibiaschaftfrakturen) sowie Handgelenkfrakturen [19]. Miller et al. beschrieben ebenso pädiatrische Verletzungen im Rahmen von Motorradunfällen und konnten demonstrieren, dass Schutzvorrichtungen grundsätzlich vernachlässigt werden, jedoch die Nutzung dieser zu einer geringeren Verletzungsschwere beitragen [27]. Andere Studien beschäftigten sich mit kinematischen Aspekten von Motorradunfällen und benannten die schwerwiegendsten Mechanismen hinsichtlich Motorradunfällen [9]. Fan et al. beschrieben 2019, dass

Vorschulalter, Sitzposition sowie höhere Geschwindigkeiten das Risiko von schweren Verletzungen bei Kindern als Beifahrer eines Motorrads erhöhen können. Zudem postulierte diese Studie, dass weitere Nachforschungen sowie gesetzliche Restriktionen hinsichtlich einer Altersbegrenzung, der Verwendung eines Kopfschutzes, einer adäquaten Sitzposition sowie einer Geschwindigkeitsbegrenzung zu einer deutlichen Reduktion von Verletzungsfolgen im Kindesalter führen würden [15].

Insgesamt stellten diese Studien fest, dass die Analyse dieser Thematik unter

Berücksichtigung der Verletzungsmechanismen sowie der Verletzungsmuster und ihrer Häufigkeit zu einer deutlichen Optimierung in Versorgung und Prävention führen können.

Anhand dieser Studie konnte aufgezeigt werden, dass abdominelle Verletzungen, Wirbelsäulen- und Beckenverletzungen in den beiden jüngeren Altersgruppen insgesamt seltener als in der Vergleichsgruppe vorkamen. Im Gegensatz hierzu stellten Extremitätenverletzungen das häufigste Verletzungsmuster dar und traten überwiegend im Bereich der unteren



Abb. 4 a Die Schwere von Rippenverletzungen gemäß der Abbreviated Injury Scale (AIS), bezogen auf die Altersgruppen. b Die Verletzungsschwere hinsichtlich Hämato- und Pneumothoraces in Abhängigkeit von der AIS

ren Extremität auf. Dabei waren jugendliche Patienten deutlich häufiger betroffen als ältere Patienten. Dies unterstützt Ergebnisse von vorangegangenen Studien, die ebenso Verletzungen der unteren Extremität bei Jugendlichen als häufigste Verletzungsregion postulierten [21]. Dieser Aspekt lässt sich darauf zurückführen, dass Extremitäten im Vergleich zu anderen Körperregionen ungeschützte Bereiche darstellen, für die nur in geringerem

Umfang präventive Maßnahmen umsetzbar erscheinen. Bisher ist in der Literatur wenig über die Schutzkleidung zur Prävention von Extremitätenverletzungen bei Motorradunfällen bekannt. Insbesondere gibt es hierzu keine Daten in Bezug auf Kinder und Jugendliche. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass die Verwendung von Motorradschutzbekleidung bei Erwachsenen (Motorradjacken, Motorradhosen, Rumpfschutz, Handschuhe) mit ei-

nem niedrigeren Verletzungsrisiko, einer niedrigeren Verletzungsschwere und einer geringeren Hospitalisation nach Motorradunfällen assoziiert ist. Jedoch konnte keine Assoziation zu einem geringeren Frakturrisiko hergestellt werden [30–32]. Eine Ausnahme stellten kniehohere und sprunggelenkhohere Motorradstiefel dar, die zu einem signifikant niedrigeren Frakturrisiko im Bereich des Fußes und des Sprunggelenks führten [36]. Neben diesen Er-

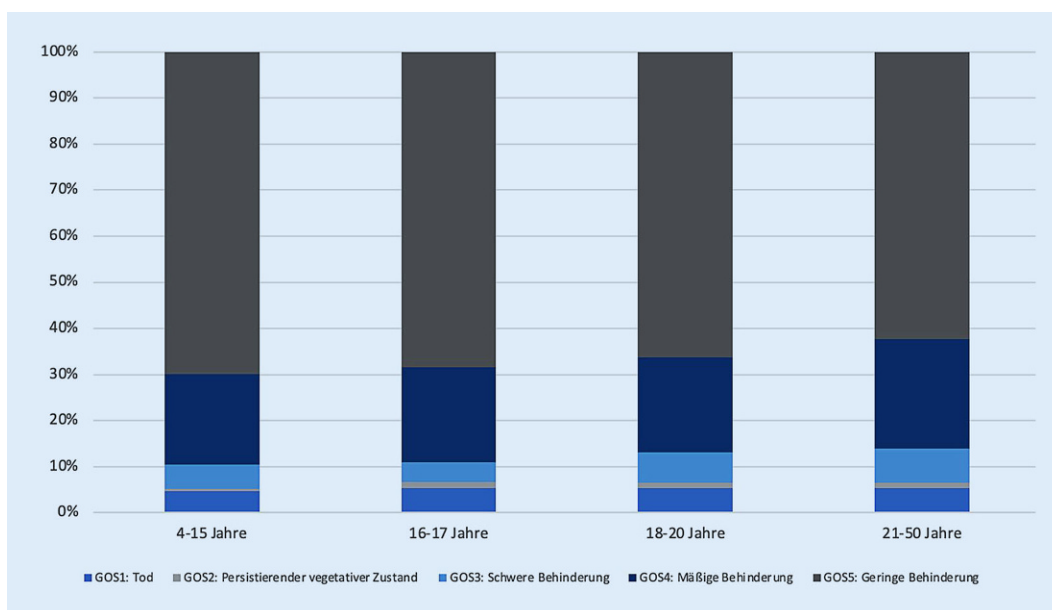


Abb. 5 ◀ Beurteilung der auf Schädel und Hirn bezogenen Verletzungen anhand der Glasgow Outcome Scale (GOS)

gebissen zeigte sich ein substanzieller Teil der Motorradschutzbekleidung nach einem Unfall stark beschädigt, sodass eine Weiterentwicklung und Verbesserung dieser Produkte empfohlen wurde.

Spezielle Schutzanzüge zur Protektion von Extremitäten stellen hier, v. a. in Bezug auf Kinder, mit Extremitätenverletzungen als häufigstem Verletzungsmuster, ein relevantes Thema dar, welches in zukünftigen Studien weiterverfolgt werden sollte.

Schwerwiegende Schädel-Hirn-Traumata treten am häufigsten in dem jüngsten Patientenkollektiv auf. Diese Patienten wiesen aber dennoch ein besseres Outcome auf, was auf ein verbessertes Regenerationspotenzial hinweist. Dabei bezieht sich die Beurteilung des Outcome auf den Zeitraum des Krankenhausaufenthalts. Korrespondierend hierzu konnten bereits andere Arbeitsgruppen eine hohe Rekonvaleszenz bei Kindern nach Kopfverletzungen feststellen [2, 3]. In diesem Zusammenhang wurde die Verwendung von ergänzenden Kopfschutzmaßnahmen (Helm ist bereits Pflicht) ausgiebig untersucht und konnte einen signifikanten Sicherheitsgewinn mit deutlicher Reduktion schwerwiegender Schädel- sowie Gesichtsverletzungsfolgen unterstreichen [24, 26].

Ebenso stellt sich die Frage, ob die präklinische Versorgung durch den Traumamechanismus oder den vorliegenden klinischen Befund beeinflusst wird. Hier

zeigt sich bei der Untersuchung der Wahl des Transportmittels, dass die überwiegende Anzahl der Unfallverletzten, die als Beifahrer oder Fahrer eines Motorrads in einen Unfall verwickelt wurden, bereits initial in ein ÜTZ verbracht werden und der luftgebundene Transport, verglichen mit dem Gesamtkollektiv des TraumaRegister DGU®, bevorzugt wird [13]. Da Motorradunfälle häufiger außerhalb von Städten und Ortschaften stattfinden bedingen sich beide oben genannten Faktoren und bestätigen wiederum, dass hierdurch nur wenige dieser Patienten sekundär weiterverletzt werden mussten und somit bereits von Beginn an eine zielführende Therapie eingeleitet werden konnte.

Im Kontext der innerklinischen Versorgung lassen sich verschiedene Aspekte betrachten.

In Bezug auf die Verletzungsschwere ergibt sich hinsichtlich des ISS sowie der Anzahl der Verletzungsdiagnosen ein Anstieg mit dem Alter der Patienten. Folglich ist auch die Krankenhausliegedauer mit zunehmendem Alter länger. Dies wird auch in der Studie von Eden et al. belegt, wo Patienten, die älter als 65 Jahre waren und in Motorradunfälle verwickelt wurden, eine längere Verweildauer auf der Intensivstation sowie insgesamt im Krankenhaus aufwiesen [14]. Ebenso weist in dieser Studie die benannte Altersgruppe eine erhöhte Mortalität auf. In unserer Studie zeigt sich hinsichtlich des Sterblichkeitsrisikos inner-

klinisch kein wesentlicher Unterschied in den verschiedenen Altersklassen. Wie viele Patienten bereits vor Ort versterben, wird durch das TraumaRegister DGU® nicht erfasst.

Die Indikation zur Durchführung einer Ganzkörper-CT-Diagnostik wird mit zunehmendem Alter großzügiger gestellt. Dies bedeutet im Rückschluss, dass innerhalb unserer Studie in den Gruppen 1 und 2 insgesamt weniger Ganzkörper-CT-Untersuchungen durchgeführt wurden als in den Gruppen 3 und 4. Inwiefern dies zu einer Verzerrung des diagnostizierten Verletzungsmusters oder einer Einschränkung der Gruppenvergleichbarkeit führen könnte, bleibt unklar. Des Weiteren sollte untersucht werden, ob im Rahmen der Schockraumdiagnostik bei jüngeren Patienten durch ein aus strahlenhygienischen Aspekten zurückhaltendes Verhalten mehr relevante Diagnosen übersehen werden. Eine Studie, die Ergebnisse aus einer Datenbank untersuchte, konnte feststellen, dass eine Thorax-CT-Untersuchung bei Kindern zur Diagnosestellung einer aortalen Verletzung zu einem deutlich höheren Risiko einer kanzerogenen Entwicklung führt, als eine Verletzung aufzudecken [4].

Für die Diagnostik von Lungenkontusionen, die im Kindesalter eine hohe Inzidenz aufweisen [18], gibt es Studien, die Prädiktionsfaktoren zusammenfassen, welche die Wahrscheinlichkeit von Lungenkontusionen voraussagen sollen [10].

Auch andere Studien befassen sich mit der Etablierung von Richtlinien und Behandlungsmaßstäben bei pädiatrischen Patienten und sprechen sich insgesamt zurückhaltend gegenüber radiologischen Interventionen aus [1]. Andere Studien wiederum berichten von übersehenen Verletzungen bei jüngeren Patienten, v. a. im Bereich der oberen Extremität [16]. Insgesamt gibt es hierzu aktuell nur eine schwache Studienlage mit kontroversen Ansichten aufgrund von abweichenden diagnostischen Standards bei pädiatrischen Traumapatienten [1, 7, 17]. Es soll jedoch betont werden, dass bei allen Patienten, besonders aber bei jüngeren Patienten, die Indikationen für eine Ganzkörper- oder Bereich-CT-Diagnostik ganz gezielt und individuell in Abhängigkeit vom klinischen Zustand und Befund getroffen werden sollten.

Wir konnten in unserer Studie altersabhängige Unterschiede in Verletzungsmustern von Patienten aufdecken, die als Beifahrer oder Fahrer eines Motorrads in einen Unfall involviert waren. Dabei zeigte sich, dass bei jüngeren Patienten Verletzungen im Bereich der unteren Extremität am häufigsten vorkommen. Thorax-, abdominelle-, Wirbelsäulen- und Beckenverletzungen hingegen weisen insgesamt eine niedrige Inzidenz auf.

Limitationen

Durch den verwendeten Datensatz des Traumaregister DGU® ergeben sich von vornherein mehrere methodische Limitationen. Es handelt sich um eine retrospektive Analyse. Zudem sollte beachtet werden, dass viele Einflussfaktoren eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Bewertung der beschriebenen Ergebnisse spielen. So unterliegt z. B. das Outcome des Patienten einer Vielzahl von Faktoren (z. B. Erfahrung des Rettungsdienstpersonals vor Ort, Uhrzeit und Ort des Traumas, Rettungsmittel, versorgende Einrichtung, Patientenfaktoren), die nur unzureichend in ihrer Gesamtheit erfasst werden können. Eine Differenzierung dieser Faktoren erlaubt diese Studie nicht. Des Weiteren weisen die jeweiligen Gruppen relativ inhomogene Gruppenstärken auf, womit sich Auswirkungen auf die Ergebnisse nicht ausschließen lassen. Hier sollte auch erwähnt werden, dass

die beiden jüngeren Altersgruppen weniger Ganzkörper-CT-Untersuchungen erhielten und dies ggf. zu einer Verfälschung des Verletzungsmusters sowie zu einer Einschränkung der Gruppenvergleichbarkeit führen könnte. Zuletzt bleibt festzuhalten, dass präklinisch verstorbene Patienten nicht im TraumaRegister DGU® erfasst werden.

Fazit für die Praxis

Diese Studie konnte anhand eines großen Kollektivs (*n* Zielgruppe = 5136) zeigen, dass

- bei Jugendlichen (16 bis 17 Jahre) Verletzungen der unteren Extremität das häufigste Verletzungsmuster darstellen,
- Kinder (4 bis 15 Jahre) häufiger ein Schädel-Hirn-Trauma erleiden, jedoch im Vergleich zu höheren Altersstufen ein besseres Outcome aufweisen,
- abdominelle Verletzungen sowie Wirbelsäulen- und Beckenverletzungen bei jüngeren Altersgruppen eine niedrigere Inzidenz aufweisen,
- Rippenverletzungen im direkten Vergleich zu Lungenkontusionen bei Kindern insgesamt selten auftreten, da Kinder aufgrund der noch ausstehenden Verknöcherung einen weniger rigiden Thorax aufweisen,
- Kinder seltener einer Ganzkörper-CT-Diagnostik zugeführt werden, die gezielte CT-Diagnostik in Abhängigkeit vom klinischen Befund im Kindesalter jedoch entsprechend eine große Relevanz aufweist.

Korrespondenzadresse



© Carina Jaekel

Dr. med. C. Jaekel

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf, Deutschland
Carina.Jaekel@med.uni-duesseldorf.de

Danksagung. Wir bedanken uns bei den Mitgliedern AG Polytrauma der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) für ihre jahrelange Pionierarbeit am TraumaRegister DGU®. Anfang 2008 wurde die AG Polytrauma in die Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (Sektion NIS) der DGU integriert. Des Weiteren möchten wir uns bei allen Kliniken bedanken, die Daten zum TraumaRegister DGU® beigesteuert haben.

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. L. Oezel, C. Jaekel, D. Bieler, D. Stuewe, A. Neubert, R. Lefering, J. P. Grassmann, J. Windolf, S. Thelen, Sektion Notfall- und Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (Sektion NIS) der DGU geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Acker SN, Kulungowski AM (2019) Error traps and culture of safety in pediatric trauma. *Semin Pediatr Surg* 28:183–188. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2019.04.022>
2. Anderson V, Spencer-Smith M, Wood A (2011) Do children really recover better? Neurobehavioral plasticity after early brain insult. *Brain* 134:2197–2221. <https://doi.org/10.1093/brain/awr103>
3. Anderson VA, Catroppa C, Haritou F, Morse S, Pentland L, Rosenfeld J, Stargatt R (2001) Predictors of acute child and family outcome following traumatic brain injury in children. *Pediatr Neurosurg* 34:138–148. <https://doi.org/10.1159/000056009>
4. Arbuthnot M, Onwubiko C, Osborne M, Mooney DP (2019) Does the incidence of thoracic aortic

- injury warrant the routine use of chest computed tomography in children? *J Trauma Acute Care Surg* 86:97–100. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002082>
5. Bachulis BL, Sangster W, Gorrell GW, Long WB (1988) Patterns of injury in helmeted and non-helmeted motorcyclists. *Am J Surg* 155:708–711. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(88\)80151-X](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(88)80151-X)
 6. Bevan CA, Babi FE, Bolt P, Sharwood LN (2008) The increasing problem of motorcycle injuries in children and adolescents. *Med J Aust* 189:17–20
 7. Bixby SD (2019) Pitfalls in pediatric trauma and microtrauma. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 27:721–735. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2019.07.009>
 8. Brown TG, Ouimet MC, Eldeb M, Tremblay J, Vingilis E, Nadeau L, Pruessner J, Bechara A (2016) Personality, executive control, and neurobiological characteristics associated with different forms of risky driving. *PLoS ONE* 11:e150227. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150227>
 9. Carmai J, Koetniyom S, Hossain W (2019) Analysis of rider and child pillion passenger kinematics along with injury mechanisms during motorcycle crash. *Traffic Inj Prev* 20:S13–S20. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1616180>
 10. Chaari A, Chelly H, Fourati H, Mnif Z, Chtara K, Baccouche N, Bahloul M, Bouazziz M (2018) Factors predicting lung contusions in critically ill trauma children: a multivariate analysis of 330 cases. *Pediatr Emerg Care* 34:198–201. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000000756>
 11. Daniels DJ, Clarke MJ, Puffer R, Luo TD, McIntosh AL, Wetjen NM (2015) High occurrence of head and spine injuries in the pediatric population following motocross accidents. *J Neurosurg Pediatr* 15:261–265. <https://doi.org/10.3171/2014.9.PEDS14149>
 12. Debus F, Lefering R, Kühne CA, Ruchholtz S (2013) Verletzungsmuster und präklinische Versorgung von polytraumatisierten Kindern und Jugendlichen. *OUP Orthop Unfallchir Prax* 12:565–571. <https://doi.org/10.3238/oup.2013.0565-0571>
 13. DGU (2020) Jahresbericht 2020 – TraumaRegister DGU®, https://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/TR-DGU_Jahresbericht_2020.pdf
 14. Eden L, Kühn A, Gilbert F, Meffert RH, Lefering R (2019) Increased mortality among critically injured motorcyclists over 65 years of age. *Dtsch Arztebl Int* 116:479–485. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0479>
 15. Fan H-P, Chiu W-T, Lin M-R (2019) Effects of helmet nonuse and seating position on patterns and severity of injuries in child motorcycle passengers. *BMC Public Health* 19:1070. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7434-5>
 16. Fitschen-Oestern S, Lippross S, Lefering R, Klüter T, Behrendt P, Weuster M, Seekamp A, Dgu T (2020) Missed hand and forearm injuries in multiple trauma patients: an analysis from the TraumaRegister DGU®. *Injury* 51:1608–1617. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.04.022>
 17. George MP, Bixby S (2019) Frequently missed fractures in pediatric trauma: a pictorial review of plain film radiography. *Radiol Clin North Am* 57:843–855. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2019.02.009>
 18. Haxhija EQ, Nöres H, Schober P, Höllwarth ME (2004) Lung contusion-lacerations after blunt thoracic trauma in children. *Ped Surgery Int* 20:412–414. <https://doi.org/10.1007/s00383-004-1165-z>
 19. Hogue GD, Rose R, Wimberly RL, Riccio AI (2015) Pediatric musculoskeletal injuries associated

Differences in injury patterns in motorcycle accidents involving children and adolescents

Background: Traffic accidents and the traumatic injury consequences are frequent causes of mortality and irreversible damage in children and young adults. In motorcycle accidents the injury patterns differ depending on the age of the patient.

Objective: The aim of this study was to describe the typical injury patterns after motorcycle accidents involving children and adolescents as these can have a decisive influence on the prevention and the adequate treatment in the respective patient groups.

Material and methods: The study included 22,923 patients from the years 2002–2018 which were extracted from the TraumaRegister DGU®. Injury patterns of 4 age categories were analyzed: group 1 (4–15 years), group 2 (16–17 years), group 3 (18–20 years) and group 4 (21–50 years).

Results: In both younger age groups, limb injuries mostly of the lower extremities, showed the highest incidence. Moreover, younger patients with traumatic brain injury showed better outcomes despite of initially poor conditions. Ribcage, abdominal, pelvic and spinal injuries are the least frequent in younger patients. In terms of diagnostics, children are less likely to undergo whole-body computed tomography (CT) diagnostics than adults.

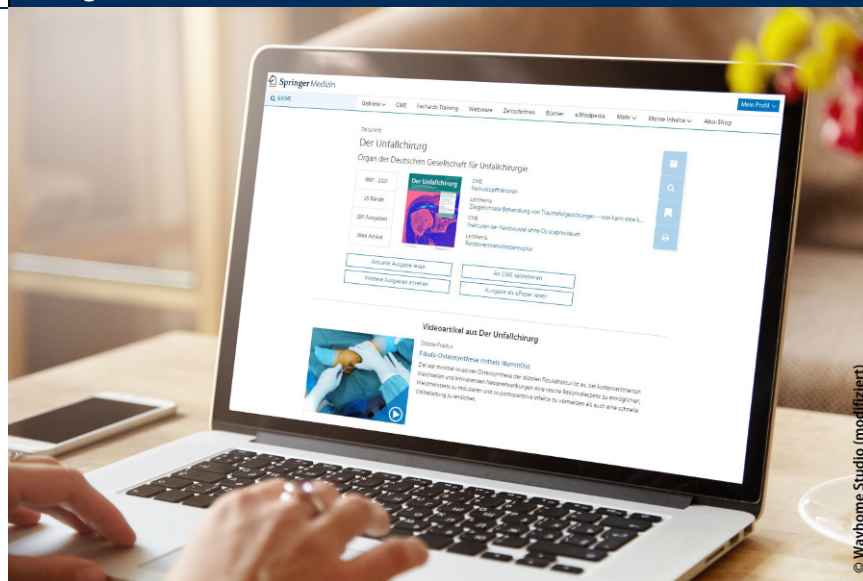
Conclusion: The study revealed age-specific differences with respect to injury patterns in patients involved in motorcycle accidents, either as drivers or co-drivers. Furthermore, the analysis of preclinical and in-hospital treatment elucidated the relevance of preventive and protective measures.

Keywords

Motorcycle · Mortality · Traffic accident · Injury · TraumaRegistry

- with recreational motorized vehicle use: do more wheels mean a safer ride? *J Pediatr Orthop B* 24:139–142. <https://doi.org/10.1097/BPB.000000000000108>
20. Jandhyala S (2011) Paediatric motorbike accidents: the need for stricter regulation to reduce the frequency of injuries. *ANZ J Surg* 81:312–313. <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.2011.05701.x>
 21. Kortor JN, Yinusa W, Ugbeye ME (2010) Lower limb injuries arising from motorcycle crashes. *Niger J Med* 19:475–478. <https://doi.org/10.4314/njm.v19i4.61980>
 22. Leijdesdorff HA, Siegerink B, Sier CFM, Reurings MCB, Schipper IB (2012) Injury pattern, injury severity, and mortality in 33,495 hospital-admitted victims of motorized two-wheeled vehicle crashes in The Netherlands. *J Trauma Acute Care Surg* 72:1363–1368. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318250cced>
 23. Li Q, Alonge O, Hyder AA (2016) Children and road traffic injuries: can't the world do better? *Arch Dis Child* 101:1063–1070. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2015-309586>
 24. Lin MR, Hwang HF, Kuo NW (2001) Crash severity, injury patterns, and helmet use in adolescent motorcycle riders. *J Trauma* 50:24–30. <https://doi.org/10.1097/00005373-200101000-00004>
 25. Lin M-R, Kraus JF (2008) Methodological issues in motorcycle injury epidemiology. *Accid Anal Prev* 40:1653–1660. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.05.005>
 26. Liu BC, Ivers R, Norton R, Boufous S, Blows S, Lo SK (2008) Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database Syst Rev* 1:CD4333. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004333.pub3>
 27. Miller B, Baig M, Hayes J, Elton S (2006) Injury outcomes in children following automobile, motorcycle, and all-terrain vehicle accidents: an institutional review. *J Neurosurg Pediatr* 105:182–186. <https://doi.org/10.3171/ped.2006.105.3.182>
 28. Murray CJL, Vos T, Lozano R, Naghavi M, Flaxman AD, Michaud Cet al (2012) Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *Lancet* 380:2197–2223. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61689-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61689-4)
 29. Oxley J, Ravi MD, Yuen J, Hoareau E, Hashim HH (2013) Identifying contributing factors to fatal and serious injury motorcycle collisions involving children in Malaysia. *Ann Adv Automot Med* 57:329–336
 30. de Rome L, Boufous S, Georgeson T, Senserrick T, Ivers R (2014) Cyclists' clothing and reduced risk of injury in crashes. *Accid Anal Prev* 73:392–398. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.09.022>
 31. de Rome L, Ivers R, Fitzharris M, Du W, Haworth N, Heritier S, Richardson D (2011) Motorcycle protective clothing: protection from injury or just the weather? *Accid Anal Prev* 43:1893–1900. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.04.027>
 32. de Rome L, Ivers R, Fitzharris M, Haworth N, Heritier S, Richardson D (2012) Effectiveness of motorcycle protective clothing: riders' health outcomes in the six months following a crash. *Injury* 43:2035–2045. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.10.025>
 33. Sauber-Schatz EK, Ederer DJ, Dellinger AM, Baldwin GT (2016) Vital signs: motor vehicle injury prevention—United States and 19 comparison countries. *Mmwr Morb Mortal Wkly*

- Rep65:672–677. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6526e1>
34. Theofilatos A, Yannis G (2014) Relationship between motorcyclists' attitudes, behavior, and other attributes with declared accident involvement in Europe. *Traffic Inj Prev* 15:156–164. <https://doi.org/10.1080/15389588.2013.801554>
 35. World Health Organization (2007) Ten statistical highlights in global public health: part 1
 36. Wu D, Hours M, Ndiaye A, Coquillat A, Martin J-L (2019) Effectiveness of protective clothing for motorized 2-wheeler riders. *Traffic Inj Prev* 20:196–203. <https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1545090>



© Wayhome Studio (modifiziert)

Auch online Zugang zu allen Beiträgen von *Die Unfallchirurgie*

Wussten Sie, dass Sie als Abonnent*in dieser Zeitschrift automatisch online Zugriffsrechte auf das gesamte Beitragsarchiv haben?

Durch Ihr Abonnement von *Die Unfallchirurgie* erhalten Sie jeden Monat die aktuelle Ausgabe der Zeitschrift nach Hause geliefert. **Doch damit nicht genug:** Sie haben mit dem Abonnement außerdem Zugriff auf das gesamte Online-Archiv Ihrer Zeitschrift.

Und so einfach geht es:
Registrieren Sie sich einmal über www.springermedizin.de/register:



Über diesen QR-Code schnell und einfach registrieren

Bei der Registrierung geben Sie einfach Ihren **Vor- und Nachname** und **Lieferadresse** wie beim Abonnement der Zeitschrift (siehe Adressaufkleber auf Ihrem Heft) an. So kann im System die Zugehörigkeit zu Ihrer Zeitschrift sichergestellt werden.

Sollten Fragen oder Probleme auftauchen, wenden Sie sich einfach an den Kundenservice:

kundenservice@springermedizin.de

Aufgrund des Heilmittelwerbegesetzes dürfen die Inhalte der Website nur medizinischen Fachkreisen zur Verfügung gestellt werden. Bei der Anmeldung bitten wir Sie deshalb einen **Berufsnachweis** vorzulegen. Bei Mediziner*innen mit Mitgliedschaft in der deutschen Ärztekammer reicht die einheitliche Fortbildungsnummer (EFN). Als Angehörige*r eines medizinischen Berufs schicken Sie eine Bestätigung der Arbeitsstelle. Sind Sie Student*in, dann senden Sie bitte den Studiennachweis mit Angabe des Studiengangs ganz unkompliziert an: kundenservice@springermedizin.de.

Mit Benutzername und Passwort haben Sie **außerdem Zugang** zu den freien Inhalten auf den Seiten von:

<https://www.springermedizin.de/>
<https://www.aerztezeitung.de/>

Hier steht eine Anzeige.

