

# AnseilART

## Verletzungsmuster beim Sturz ins Seil

von Martin Lutz und Peter Mair

Vor zwei Jahren wurde in „Berg&Steigen“ (2/00) die Empfehlung des Österr. Kuratoriums für alpine Sicherheit, den idealen Anseilpunkt betreffend, veröffentlicht. Zum ersten Mal wurde, unter bestimmten Voraussetzungen, das alleinige Tragen eines Hüftgurtes mit dem damit verbundenem tiefen Anseilpunkt als „sinnvoll bzw. gerechtfertigt“ erachtet. Bis dahin galt einzig die kombinierte Anseilmethode mit Sitz- und Brustgurt als empfehlenswert, garantiert sie doch das aufrechte Hängen in jeder Situation. Zusätzlich wurde in Zusammenhang mit dem Hüftgurt von schweren Lendenwirbelsäulen-Verletzungen aufgrund einer Überstreckung berichtet.

Martin Lutz hat sich die auftretenden Verletzungsmuster nach Stürzen ins Seil näher untersucht und berichtet von interessanten Erkenntnissen.



Archiv Lutz

### Geschichte der Anseilmethode

Die geschichtliche Entwicklung des Felskletterns spiegelt sich nicht nur in der Erschließung immer schwierigerer und exponierterer Touren wider, sondern hat auch eine Perfektionierung der Ausrüstung mit sich gebracht. Während bis in die 30er Jahre ziemlich einheitlich mit dem Hanfseil um den Bauch geklettert wurde, haben sich anschließend zwei unterschiedliche Philosophien entwickelt.

In Amerika, wo das Klettern unter dem Einfluss des Sachsen Fritz Wiesner (dem Erstbesteiger der Fleischbank Südostwand) stand,

hat sich in den 70er Jahren aus der Anseilmethode um den Bauch der Hüftgurt entwickelt. Im Gegensatz dazu ist in Europa der Anseilpunkt von unten nach oben verlagert worden und das Brustgeschirr ist entstanden.

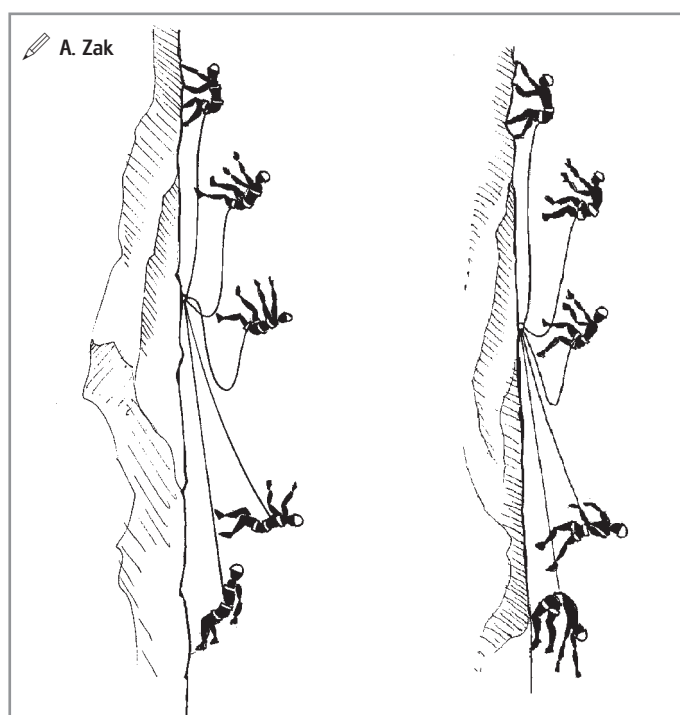
Durch Prof. Flora sind in den 70er Jahren eine Reihe tödlicher Kletterunfälle zusammengetragen worden, die die fatalen Folgen der Anseilmethode um die Brust aufgezeigt haben. Durch die Einengung des Brustkorbes kam es einerseits zu einer Einschränkung der Atemmechanik, andererseits zu einer Störung der Kreislauffunktion mit Versacken des Blutes in der unteren Extremität. In weiterer Folge führte ein Abfall

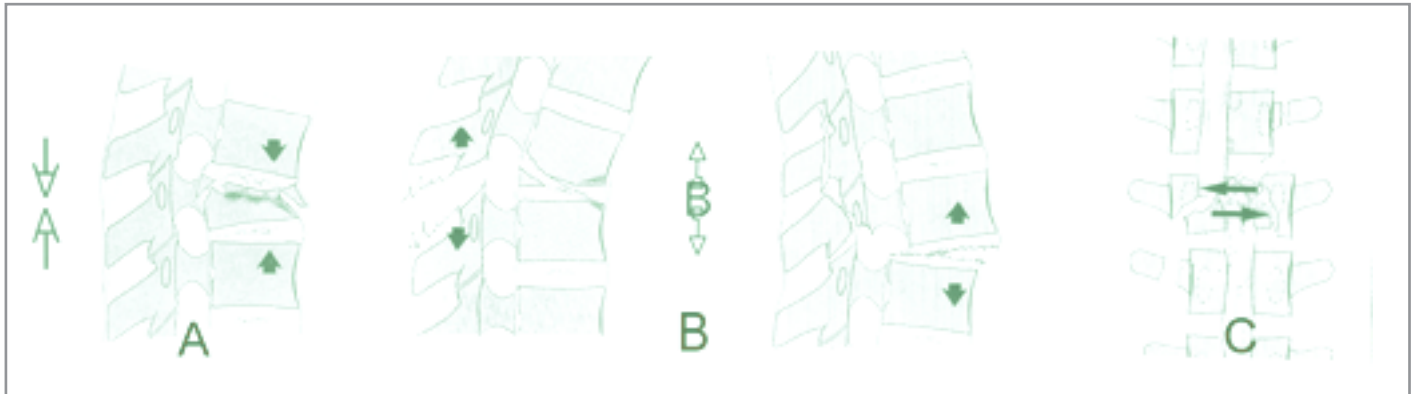
des Herzzeitvolumens zu Sauerstoffmangel mit Organschäden und Kreislaufversagen (orthostatischer Schock). Ein Hängen länger als 10 Minuten führte bereits zu schweren Armlähmungen durch das Einschneiden des Seiles im

Achselbereich. War keine Trittschlinge vorrätig, führte das freie Hängen ab ca. zwei Stunden in der Regel zum Tod.

In der Folge wurden in Anlehnung an das Fallschirmspringen die ersten Sitzgurte von Pit Schu-

**Nach einem unkontrollierten Sturz garantiert nur ein hoher Anseilpunkt, also die Verwendung von Brust- und Sitzgurt, ein aufrechtes Hängen in jeder Situation. Die klassische Lehrmeinung im deutschsprachigen Raum warnte deshalb lange vor dem alleinigen Tragen eines Hüftgurtes. Vor allem das Hängen in einer „Kopf tief“-Position, z.B. bei Bewusstlosigkeit und die Überstreckung der Wirbelsäule wurden als große Gefahren angeprangert.**





Wirbelsäulenverletzungen können in Kompressionsverletzungen (Typ A), Distaktionsverletzungen (Typ B) und Rotationsverletzungen (Typ C) unterteilt werden.

bert selbst gebaut und von Klaus Hoi weiterentwickelt. Diese Gurte wurden in Kombination mit einem Brustgurt verwendet. Ende der 70er Jahre ist es durch die Einführung des Hüftgurtes aus Amerika zur Konfrontation zwischen diesen beiden Anseilmethoden gekommen.

### Klassische Lehrmeinung

Der Hüftanseilmethode wird bei einem unkontrollierten Sturz das Risiko der Lendenwirbelzerreiung im Sinne einer Überstreckungsverletzung angelastet, da der Oberkörper bei Einwirkung des Fangstoes nach hinten kippen kann. Experimentelle Untersuchungen von Pit Schubert und Helmut Mägdefrau mit Dummies haben die Möglichkeit des Auftretens von Wirbelsäulenzerreiungen erhärtet. Bei einem Fangstoß von 4 kN ist es bei Anwendung der Hüftanseilmethode zu Zerreißungen der Lendenwirbelsäule gekommen. Eine Reihe tödlicher Kletterunfälle wurden dazu herangezogen, dieses Risiko des Hüftgurtes weiter zu bestätigen. Die Verunfallten wurden in Überstreckung „wie ein zusammengeklapptes Taschenmesser“ im Seil hängend vorgefunden. Daraus wurde auf eine Zerreißung der Lendenwirbelsäule mit Todesfolge geschlossen. Obduktionsbefunde zur Bestätigung dieser Verletzung fehlten jedoch in allen Fällen. Auch die Möglichkeit eines Rotationssturzes bzw. das Hängen mit dem Kopf nach unten wurde diskutiert. Darüber hinaus sind mit dem Hüftgurt auch Organver-

letzungen in Zusammenhang gebracht worden.

Die Verwendung der Kombination Brust- mit Sitzgurt führt bei Fangstoßeinwirkung in horizontaler Körperlage zu einem Aufrichten des Oberkörpers. Diese aufrechte Lage behält der Körper auch bei Bewusstlosigkeit bei.

### Klassifikation der Wirbelsäulenverletzung nach Magerl

Für den Laien ist es wichtig zu verstehen, dass aus der Art der Wirbelsäulenverletzung auf ihre Ursache rückgeschlossen werden kann. Dadurch kann eine Überstreckungsverletzung (Folge der Hüftanseilmethode) von einer Stauchungsverletzung (Folge von Aufprall auf dem Fels) unterschieden werden.

Wirbelsäulenverletzungen an der unteren Brustwirbelsäule und der

Lendenwirbelsäule lassen sich in 3 Gruppen einteilen:

#### Kompressionsverletzungen (Typ A)

- Typ A-Verletzungen entstehen durch axiale Stauchung. Es kommt zum Kompressionsbruch des vorne gelegenen Wirbelkörpers.

Kriterium: Bei einer A-Verletzung ist die Wirbelsäule instabil gegen Kompression!

#### Distaktionsverletzungen (Typ B)

- Typ B1+ B2-Verletzungen entstehen entweder durch eine reine axiale Zugbelastung oder aber häufiger durch axiale Stauchung bei gleichzeitiger Beugung der Wirbelsäule nach vorne. Dabei kommt es einerseits zu einem Kompressionsbruch des vorne gelegenen Wirbelkörpers und andererseits zu einer begleitenden Zerreißung hinterer Wirbelanteile.

Die Zerreißung der Wirbelsäule beginnt somit hinten.

- Typ B3-Verletzungen entstehen hingegen durch eine Überstreckung der Wirbelsäule. Die Zerreißung der Wirbelsäule beginnt vorne, entweder durch die Bandscheibe oder den Wirbelkörper selbst.

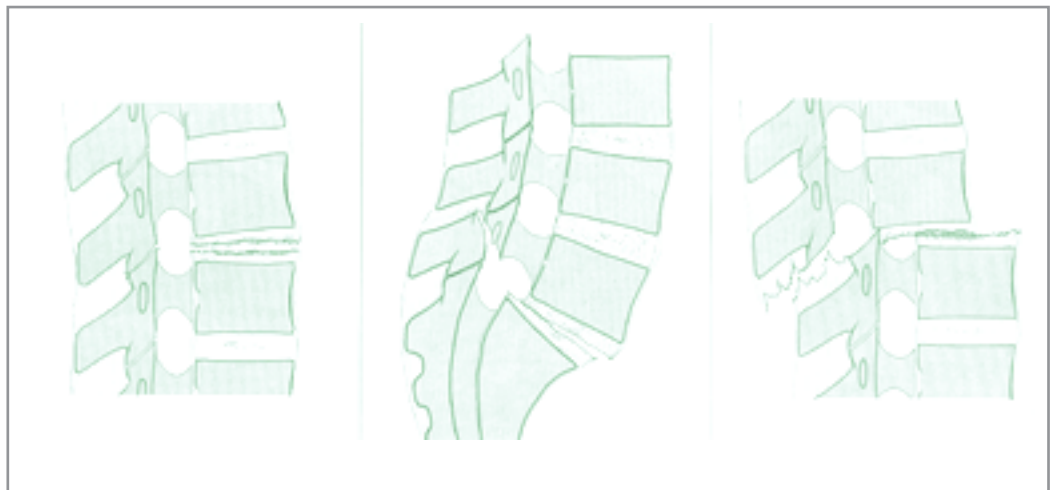
Kriterium: Bei einer B-Verletzung ist die Wirbelsäule instabil gegen Distaktion!

#### Rotationsverletzungen (Typ C)

- Typ C-Verletzungen entstehen durch Rotations- und Scherbelastungen, was zu komplexen Verletzungen aller Wirbelsäulenbauelemente führen kann. So findet man bei diesen Verletzungen häufig zusätzliche Zeichen von A- und B-Verletzungen.

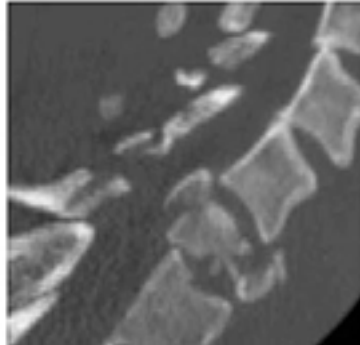
Kriterium: Bei einer C-Verletzung ist die Wirbelsäule instabil gegen Rotation, häufig aber auch gleichzeitig gegen Kompression und

**Distaktionsverletzungen vom Typ B3 entstehen durch eine Überstreckung der Wirbelsäule, wie man sie bei einem unkontrollierten Sturz in den Hüftgurt erwartet hätte („Ferse trifft Hinterkopf“). Tatsächlich ist eine solche Verletzung durch den auftretenden Fangstoß als äußerst gering einzuschätzen und in keinem Fall dokumentiert.**





Während eines unkontrollierten Sturzes drehte sich der Kletterer mit dem Kopf nach unten und prallte gegen den Felsen, noch bevor der Fangstoß auftrat. Durch die axiale Stauchung wurde ein kompletter Berstungsbruch des siebten Halswirbels mit einer Querschnittssymptomatik hervorgerufen.



Distraction! Nicht selten liegt eine sogenannte multidirektionale Instabilität vor!

Die Verletzungsschwere an der Wirbelsäule selbst und das Risiko von Begleitverletzungen an Rückenmark und Nervenwurzel nimmt von A nach C und innerhalb der jeweiligen Gruppen kontinuierlich zu. Die unterschiedlichen Frakturformen können anhand von Röntgen- bzw. CT-Bildern differenziert werden. Dies ist

wesentlich, weil nur so auf die Krafteinwirkung zum Unfallzeitpunkt rückgeschlossen werden kann.

Bei der alleinigen Anwendung eines Hüftgurtes und bei einer, durch einen Sturz ins Seil verursachten Überstreckung der Wirbelsäule nach hinten, sollte nach der eingangs dargestellten Hypothese somit eine Hyperextensionsverletzung vom Typ B3 zu erwarten sein. Wirbelsäulenverrenkungen können in Kombina-

tion mit Begleitverletzungen zum Tode führen. Beim tatsächlichen Auftreten dieses Verletzungsmusters sollten jedoch Hyperextensionsverletzungen geringerer Ausprägung im klinischen Alltag zu finden sein. Da zahlreiche experimentelle Untersuchungen und theoretische Überlegungen zu den Vorgängen beim Sturz ins Seil vorliegen, jedoch gut dokumentierte Daten zum tatsächlichen Unfallgeschehen größerer Stürze weitgehend fehlen, wurde eine retrospektive Untersuchung an Verletzten, die durch die Notarztthubschrauber Christopherus 1,4,5 geborgen, oder an den der unfallchirurgischen Abteilungen St. Johann, Zell am See und Innsbruck behandelt wurden, durchgeführt.

**Daten**

Folgende Parameter zum Unfallgeschehen wurden erhoben:

- Sturzursache
- Sturzhöhe
- Schwierigkeitsgrad
- Route
- Körperhaltung in der Flugphase
- Körperhaltung in der Hängephase

Zudem wurde anhand der jeweiligen Krankengeschichte die Diagnose des Patienten erfasst. Insgesamt konnten so 57 Patienten, die sich zwischen 1975 und 2001 verletzt, befragt werden.

Folgende Verteilung der Schwierigkeitsgrade und Sturzhöhen ergaben sich:

Schwierigkeit (UIAA)					
	3+4	5+6	7+8		
Anzahl der Stürze	10	26	21		
Sturzhöhe (m)					
	1-9	10-19	20-29	30-39	>40
Anzahl	11	24	11	6	5

Die Grenzwerte bei der Sturzhöhe lagen bei 5 und 65 Metern. In 41 Fällen wurde lediglich ein Hüftgurt verwendet, in 16 Fällen eine Kombination aus Hüft- und Brustgurt oder Sitz- und Brustgurt. Daraus ergab sich folgende Fragestellung: Gibt es einen Zusammenhang zwischen Verletzungsmuster und Anseilart oder genauer, gibt es die Zerreißung

der Lendenwirbelsäule bei Anwendung des Hüftgurtes? Gibt es einen Zusammenhang zwischen Körperhaltung und Anseilart in der Flugphase bzw. in der Hängephase?

**Verletzungsmuster**

Das Verletzungsmuster war insgesamt breit gestreut. Neben 29 Patienten, bei denen der Sturz glimpflich verlaufen war (Leichtverletzte), fanden sich 28 Schwerverletzte.

19-mal war es zu isolierten schweren Verletzungen gekommen:

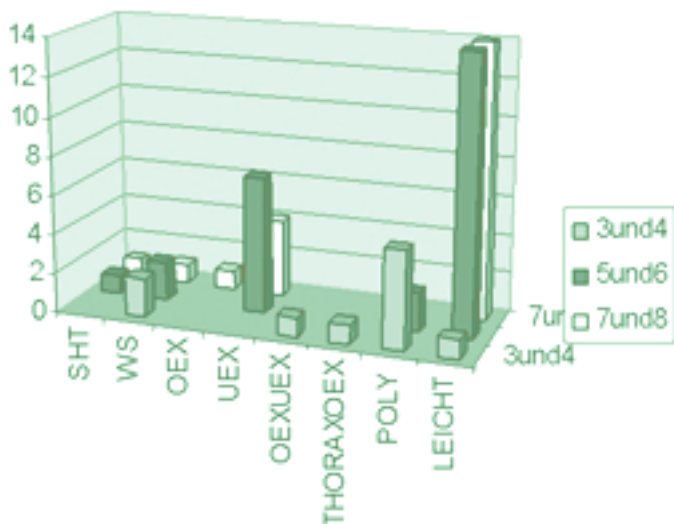
- Schädel-Hirn-Trauma: 2
- Wirbelsäulenverletzung: 5
- untere Extremität: 11
- obere Extremität: 1
- Kombination Brustkorb und obere Extremität: 1
- Kombination obere und untere Extremität: 1
- Polytrauma: 7

**Verletzungsschwere und Schwierigkeitsgrad**

Verletzungskombinationen und lebensbedrohliche Mehrfachverletzungen waren vor allem im unteren Schwierigkeitsbereich zu beobachten. Ursächlich für diese lebensbedrohlichen Verletzungen beim Klettern ist offensichtlich nicht die Fangstoßeinwirkung, sondern der Aufprall am Fels.

**Verletzungsmuster und Anseilart**

Rissquetschwunden am Schädel sind bei der Verwendung des Hüftgurtes mehrfach vorgekommen und möglicherweise durch einen Rotationssturz verursacht. Ansonsten wurde kein für die Anseilart typisches Verletzungsmuster gefunden. Bei der alleinigen Anwendung des Hüftgurtes war es zu keiner Zerreißung der Lendenwirbelsäule gekommen. Auch eine stumpfe Verletzung von Bauchorganen war nicht zu beobachten. Zweimal ist eine Thoraxverletzung aufgetreten (Lungenquetschung, Rippenbrüche mit Pneumothorax). Bei der Verwendung eines Brust- und Sitzgurtes war es dreimal zu einem Thoraxtrauma (Lungenquetschung mit Pneumothorax)



Die Verteilung der Verletzungsmuster auf den Schwierigkeitsgrad zeigt, dass lebensbedrohliche Mehrfachverletzungen und Verletzungskombinationen hauptsächlich im leichten Gelände auftreten. Ursache hierfür ist nicht die Fangstoßeinwirkung, sondern der Aufprall am Fels während des Sturzes.

(SHT=Schädel-Hirn-Trauma, WS=Wirbelsäulenverletzung, OEX=obere Extremität, UEX=untere Extremität, THORAXOEX=Kombination Brustkorb u. obere Extremität, POLY=Polytrauma, LEICHT=Leichtverletzter)



Während dem Sturz schlug dieser Kletterer gegen den Fels und brach sich den Oberschenkel. Im Brustkorbereich zog er sich Rippenserienfrakturen zu und auf dem Röntgenbild ist weiters ein Pneumothorax zu erkennen.

und dreimal zu einer Wirbelsäulenverletzung gekommen:

- Kompressionsbruch des ersten Lendenwirbel (A-Verletzung) durch Stauchung der Lendenwirbelsäule
- Rotationsberstungsbruch des vierten Brustwirbel (C-Verletzung) durch Stauchung, Beugung und Rotation bei „Kopf tief“-Position und Felskontakt
- Luxationsfraktur der Halswirbel (C-Verletzung) durch Stauchung, Beugung und Rotation bei „Kopf tief“ Position und Felskontakt

**Körperhaltung in der Sturzphase**

Auffallend war die häufige „Kopf tief“-Position während der Sturzphase bei beiden Anseilmethoden. Bei der Verwendung des Hüftgurt war 24mal (58 %) eine aufrechte Körperposition während des Sturzes zu beobachten. In 15 (37 %) Fällen ist es im Verlaufe des Sturzes zu einer „Kopf tief“-Position gekommen. Bei zwei Unfällen (5 %) war die Körperhaltung nicht mehr eruierbar. In der Gruppe der Sitz-Brustgurt Kombination war der Sturz in 7 (44 %) Fällen in aufrechter Position abgelaufen. Die „Kopf tief“-Position war

bei 4 (25 %) Patienten aufgetreten und in 5 (31 %) Fällen war die Körperhaltung nicht mehr ermittelbar.

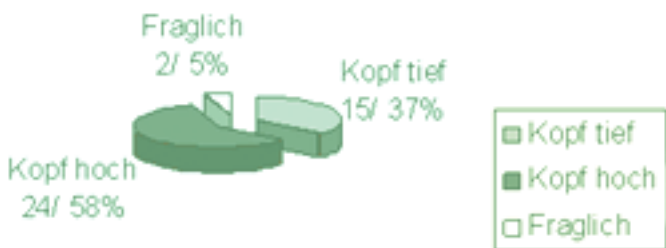
**Körperhaltung in der Hängephase**

Im Falle einer Bewusstlosigkeit kommt es bei Verwendung des Hüftgurt zu einer Hängeposition kopfüber, während dies durch die Sitz-Brustgurt-Kombination verhindert werden kann. Bei der alleinigen Verwendung des Hüftgurt war es in 6 (15 %) Fällen zu einer solchen „Kopf tief“-Position gekommen, dagegen hingen 35 (85 %) Patienten aufrecht im Seil. Bei der Verwendung der Anseilkombination war die Hängeposition durchwegs aufrecht (100 %).

Die Kombination „Schädel-Hirn-Trauma mit Bewusstlosigkeit“ und Hüftanseilmethode führte in allen zwei Fällen zur Hängeposition in „Kopf tief“-Lage, während dieses Verletzungsmuster bei Verwendung von Brust- und Sitzgurt in vier Fällen zu einer aufrechten Hängeposition führte.

Erstaunlich war die häufige „Kopf tief“-Position während des Sturzes bei beiden Anseilmethoden. Schwere Verletzungsmuster ergeben sich, wenn der Kletterer nun mit dem Kopf voraus gegen den Fels prallt.

**Körperhaltung Sturzphase - Hüftgurt**



**Körperhaltung Sturzphase Hüftgurt mit Brustgurt**



**Diskussion**

Aus den zusammengetragenen Daten lässt sich mit Sicherheit auf keine absolute Gesetzmäßigkeit schließen. Die Ergebnisse stellen jedoch einen gewissen Trend dar: Das Risiko einer Hyperextensionsverletzung der Lendenwirbelsäule durch den Fangstoß muß als gering eingeschätzt werden, zumal in unserem Kollektiv einige eindrucksvolle Stürze mit der Spitzenleistung von 65 Meter Fallhöhe ohne Verletzung der Lendenwirbelsäule abgelaufen sind. Maßgeblich für die Verletzungsschwere ist, dass es häufiger als erwartet zu einer „Kopf tief“-Position in der Sturzphase kommt und ihre Wahrscheinlichkeit mit der Sturzhöhe zunimmt. Diese Position ist unabhängig von der Anseilmethode und tritt nicht nur bei Griffausbruch auf. Vielmehr beginnt der Sturz häufig in aufrechter Position und nach einem ersten Felskontakt mit den Beinen kommt es zur Körperdrehung. Dieses Szenario kann nach unserer Meinung lediglich durch die Erhöhung der Anzahl von Zwischensicherungen verhindert werden.

Zudem war bemerkenswert, dass im unteren Schwierigkeitsbereich die größte Anzahl an Mehrfach- und Kombinationsverletzungen zu verzeichnen waren. Auch hier kann das Risiko lediglich durch eine erhöhte Anzahl an Zwischensicherungen reduziert werden.

Bei Auftreten eines Schädel-Hirn-Traumas mit Bewusstlosigkeit ist eine aufrechte Hängeposition nur durch die Kombination Brust- und Sitzgurt zu erzielen. Ob der bewusstlose Schädel-Hirn-Traumatisierte aber ohne entsprechende Erste-Hilfe Maßnahmen

in aufrechter Position eine bessere Überlebenschance hat ist medizinisch sehr fragwürdig.

Schlussendlich bleibt die Entscheidung bezüglich des Risikomanagements bei der Anseilmethode jedem selbst überlassen.

Unsere Datenauswertung kann nur Ansporn für die seriöse Sanierung von Kletterrouten sein! Denn die Anzahl der potentiellen Sturzmeter kann nur durch die entsprechende Anzahl von verlässlichen Zwischensicherungen vermindert werden. Dies ist das verlässlichste Mittel, schwere Verletzungen zu vermeiden.

Denn neben jeglichem alpinsportlichen Ehrgeiz sollte Eines nicht vergessen werden: Schwere Freizeitunfälle wie die oben beschriebenen, haben häufig nicht nur das Ende der Sportausübung zur Folge, sondern führen meist auch sozial und finanziell ins Out!

Unser Dank gilt jenen Patienten, die uns bereitwillig zum Unfallgeschehen Auskunft erteilt haben. Nur dadurch ist eine vernünftige Weiterentwicklung der Unfallursachenforschung möglich. Wir sind uns bewusst, dass es sich um einen sehr sensiblen Bereich handelt. Für die erhobenen Daten gelten die Grundsätze des Datenschutzes.

**Martin Lutz**

**Literatur:**

- G. Flora, R. Hölzl; Tödliche und überlebte Unfälle des Sturzes ins Seil, 1973 Ärztliche Praxis
- H. Mägdefrau; Die Belastung des menschlichen Körpers beim Sturz ins Seil und deren Folgen, Dissertation der Ludwig-Maximilians-Universität München
- P. Schubert; Sicherheit und Risiko in Fels und Eis, 2. Auflage 1995 Bergverlag Rudolf Rother
- F. Magerl et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries, European Spine Journal (1994)



Martin Lutz, 35, ist Facharzt für Unfallchirurgie und arbeitet gemeinsam mit dem Anästhesisten Peter Mair, 42, an der Uni-Klinik in Innsbruck.