

**Empfehlung 03/03-2019 vom 13.03.2019 des
Rettungsdienstauschusses Bayern**

Spineboards

**Anwendung im Rahmen der prähospitalen
Traumaversorgung**

Empfehlung:

Unter Bezugnahme auf den **Beschluss** des ehemaligen **ÄLRD-Ausschuss Bayern** vom **27.04.2015** zur Klärung der **Verwendung von Spineboards in der präklinischen Traumaver-sorgung im Bayerischen Rettungsdienst** gibt der *Rettungsdienstausschuss Bayern* folgende Empfehlung:

Empfehlung 1:

Mittel der ersten Wahl zur Immobilisierung ist – in Übereinstimmung mit aktuellen Leitlinienempfehlungen – die Vakuummatratze.

Empfehlung 2:

Spineboards sind in erster Linie als Rettungsgerät gedacht und entsprechend einzusetzen.

Empfehlung 3:

Der Einsatz von Spineboards soll nur im Rahmen empfohlener Indikationen oder unter einsatztaktischen Überlegungen im Einzelfall erfolgen.

Empfehlung 4:

Zur Vermeidung von Druckschäden soll die Liegedauer auf Spineboards so kurz wie möglich gehalten werden.

Empfehlung 5:

Spineboards können sich in bestimmten Situationen als hilfreich erweisen, so dass Spineboard UND Vakuummatratze plus Schaufeltrage auf Rettungswagen (RTW) vorgehalten werden sollen.

Empfehlung 6:

Spineboards sollen über folgende Produkteigenschaften verfügen:

- **gepolsterte Auflage mit guten Immobilisationseigenschaften**
- **viele seitliche Öffnungen (Konfektionierung der Begurtung, Handgriffe beim Retten und Tragen)**
- **geringe Biegeelastizität (auch bei schweren Patienten)**
- **schnell an- und ablegbare Gurte**
- **leicht abnehmbares und adjustierbares Head-Block-System**
- **Verzicht auf versteckte Metallstreben**
- **hohe Strahlentransparenz**
- **bei Anwendung bei Kindern zusätzlich: Vertiefung am Kopf oder teilweise/vollständige Schulterunterpolsterung**

Zielgruppe der Empfehlung:

Die Empfehlung richtet sich an folgende **Personen, Institutionen, Organisationen und Einrichtungen**:

Ärztliche Leitern/Beauftragten Rettungsdienst	X
Arbeitsgemeinschaft der ZRF Bayern	O
Bayerische Krankenhausgesellschaft	X
Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr	O
Durchführende im Rettungsdienst	
• Bergrettung	X
• Landrettung	X
• Luftrettung	X
• Wasserrettung	X
Integrierte Leitstellen	O
Kassenärztliche Vereinigung Bayerns	X
Sozialversicherungsträger	O

Umsetzung der Empfehlung:

Verantwortlichkeit

Bezüglich der Bekanntmachung und Umsetzung der Empfehlung sollte die **verantwortliche Federführung bei den Durchführenden im Rettungsdienst sowie den Leistungserbringern im Notarztdienst (Kassenärztliche Vereinigung Bayerns, Bayerische Krankenhausgesellschaft)** liegen.

Bei der Umsetzung der Empfehlung bestehen Schnittstellen zu folgenden AGs:

Es besteht eine Schnittstelle zur AG 6 – *Fortbildung*.

Kalkulierter Aufwand im Rahmen der Umsetzung:

Zum Zeit-, Personal-, Schulungs- und Kostenaufwand werden folgende Einschätzungen gegeben:

Zeitschiene:

Die Empfehlung kann umgehend umgesetzt werden.

Erstbeschaffung

Sachkostenaufwand:

Es entstehen keine Sachkosten.

Personalkostenaufwand:

Es entstehen keine Personalkosten.

Schulung

Sachkostenaufwand:

Erstschulung:

Es entstehen keine Sachkosten für Erstschulungen.

Folgeschulung:

Es entstehen keine Sachkosten für Folgeschulungen.

Personalkostenaufwand:

Erstschulung:

Es entstehen keine Personalkosten für Erstschulungen. Das Grundprinzip der Anwendung von Spineboards ist im Rettungsdienst Bayern etabliert und bekannt.

Folgeschulung:

Es entstehen keine Personalkosten für Folgeschulungen. Der Empfehlungsinhalt kann in bestehende Fort- und Weiterbildungskonzepte eingebunden werden.

Laufender Betrieb:

Sachkosten:

Es entstehen keine Sachkosten im laufenden Betrieb.

Personalkosten:

Es entstehen keine Personalkosten im laufenden Betrieb.

Begründung der Empfehlung:

Laut Herstellerangabe dient das Spineboard als eine „*Unterlage zur Verwendung mit zusätzlichen Hilfsmitteln zur Immobilisation von Halswirbelsäule und Kopf zur Ermöglichung einer geraden, neutralen Immobilisation und des Transports von Erwachsenen und Kindern.*“ Die Indikation zur Anwendung besteht „*bei Patienten mit bekannten oder vermuteten Verletzungen an Wirbelsäule oder Rückenmark bei angezeigter Immobilisation und Transport des Patienten.*“ (Aus der Anwenderinformation zum Laerdal BaXstrap Spineboard 2016).

In den letzten Jahren scheinen Spineboards mancherorts sowohl für die Rettung von Patienten als auch für die Immobilisation und den Transport favorisiert zu werden. Inzwischen häufen sich jedoch auch kritische Veröffentlichungen, die insbesondere im Rahmen des Transports von Patienten gravierende Nachteile des Spineboards gegenüber der Immobilisation mit einer Vakuummatratze beschreiben.

Auftrag

Die vormalige *AG Medizintechnische Ausstattung des ÄLRD-Ausschuss Bayern* wurde beauftragt, die Verwendung von Spineboards in der präklinischen Traumaversorgung zu hinterfragen und diesbezüglich eine Empfehlung bzw. Produktempfehlung abzugeben.

Die *AG 3 – Ausrüstung, Bevorratung & Beschaffung des Rettungsdienstausschuss Bayern* hat daher eine focusbasierte Literaturrecherche mit dem Ziel der Identifikation von Indikationen zur Anwendung für Spineboards durchgeführt. Nach Möglichkeit sollten auch Aspekte des Einsatzes im pädiatrischen Bereich einfließen. Zudem wurden von der AG 3 Fragen erarbeitet, die in dieser Recherche beantwortet werden sollten:

- Wann und wie soll immobilisiert werden?
- Welche Nachteile hat das Spineboard und wie ist es im Vergleich zur Vakuummatratze?
- Sollen Spineboards überhaupt im Rahmen der präklinischen Traumaversorgung verwendet werden oder sollte die Anwendung einer Vakuummatratze bevorzugt werden?
- Gibt es im Rahmen der Wirbelsäulenimmobilisierung Besonderheiten hinsichtlich der Röntgendiagnostik zu beachten?
- Welches Spineboard ist geeignet um damit eine nötige Trauma-CT-Untersuchung durchführen zu können?
- Können Empfehlungen zu Produktmerkmalen formuliert werden?

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurden gezielte Literaturrecherche in *PubMed* vorgenommen (Stichtag der letzten Abfrage: 01.04.2018) sowie umfangreiche Handsuchen in den Literaturverzeichnissen der gefundenen Arbeiten.

Aktueller Wissensstand nach Literaturlage

Verwendete Schlagworte für die Suche in *PubMed* waren:

- immobilization, "Immobilization"[MAJR]
- "Spinal Injuries"[MeSH], Spinal Injury, spine

- spine board, vacuum-mattress, vacuum-mattress splint, whole-body immobilizer, vacuum splint spine
- traumatic spinal injury, respiratory function, secondary neurological deterioration
- "tomography, Spiral Computed"[MeSH], computed tomography
- strapping, strapping techniques

Wann und wie soll immobilisiert werden?

Die prähospitalen Immobilisation des Achsenskeletts von Patienten mit Verdacht auf eine instabile Wirbelsäulenverletzung verfolgt in erster Linie das Ziel, sekundäre Schäden während der Befreiung aus einer Einklemmung, der Rettung, der Ersteinschätzung und Stabilisierung sowie des Transports zu vermeiden [1]. Für die Frage nach dem „Wann“ und „Wie“ scheint ein Blick in aktuelle Leitlinien naheliegend.

Aktuelle S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF)

In der aktuellen *S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung* [2] für die Prähospitalen Behandlungsphase wird folgende Schlüsselempfehlung zur technischen Rettung eines Wirbelsäulenverletzten gegeben: **„Die Halswirbelsäule soll bei der schnellen und schonenden Rettung vor der eigentlichen technischen Rettung immobilisiert werden. Die Notwendigkeit zur Sofortrettung (z.B. Feuer/Explosionsgefahr) stellt eine Ausnahme dar (GPP)“**.

Im Hintergrundtext wird weiter ausgeführt, dass *„als erste präklinische Maßnahme für einen Unfallverletzten die Immobilisierung der HWS manuell oder mit einer Zervikalstütze erfolgen sollte. (...) Bei der alleinigen Immobilisation der Halswirbelsäule durch eine Zervikalstütze verbleibt eine Restbeweglichkeit. Die Ruhigstellung der Halswirbelsäule kann durch Lagerung auf der Vakuummatratze zusätzlich erhöht werden. Dies erzielt die derzeit effektivste Immobilisation auch der gesamten Wirbelsäule. Dabei wird durch Einbeziehen des Kopfes mit hohen Kissen oder Gurten die mögliche Restbewegung der HWS weiter eingeschränkt. (...) Andere Hilfsmittel wie die Schaufeltrage können die Wirbelsäule nur eingeschränkt immobilisieren. Beim Vorliegen eines Schädel-Hirn-Traumas und des Verdachts auf eine Halswirbelsäulenverletzung sollte abgewogen werden, ob eine starre Zervikalstütze angelegt wird, um einen möglichen Anstieg des intrakraniellen Drucks zu verhindern. Eine alternative Immobilisierungsmethode ist die Fixierung des Patienten in der Vakuummatratze mit Oberkörperhochlagerung und zusätzlicher Fixierung des Kopfes ohne Anlage einer Zervikalstütze.“*

Die Schlüsselempfehlung zum Transport Wirbelsäulenverletzter lautet: **„Der Transport soll möglichst schonend und unter Schmerzfreiheit erfolgen (GPP).“**

Es scheint wichtig zu beachten, dass die Leitlinie bei der Indikationsstellung keinesfalls eine undifferenzierte oder stereotype Vorgehensweise vorschlägt: *„Die Indikation zur Immobilisierung der Wirbelsäule im Rahmen der technischen Rettung orientiert sich am Zustand des Patienten. So kann bei akuter Lebensgefahr (Feuer, Reanimationspflichtigkeit) eine sofortige Rettung (z. B. mittels Rautek-Griff) ohne Immobilisation der Wirbelsäule durchgeführt werden. Bei der schnellen Rettung soll die Manipulation an der Wirbelsäule minimiert werden; dennoch steht aufgrund des Patientenzustandes eine kurze Rettungszeit im Fokus. Im Bereich*

der Halswirbelsäule sollte die Immobilisierung durch eine Zervikalstütze erfolgen. (...) Unter Beachtung des Patientenzustandes kann die Indikation zur schonenden Rettung (z. B. durch Abnahme eines PKW-Daches) in Erwägung gezogen werden, während derer die strikte Immobilisierung der Wirbelsäule erfolgen sollte.“

Die Diagnose einer potentiellen Wirbelsäulenverletzung ist die unabdingbare Voraussetzung, um folgerichtig geeignete Maßnahmen einleiten zu können. Grundlage der Diagnosestellung ist die körperliche Untersuchung und die Betrachtung des Unfallmechanismus (Schlüsselempfehlung diagnostische Maßnahmen): „**Eine gezielte körperliche Untersuchung, inklusive der Wirbelsäule und der mit ihr verbundenen Funktionen, soll durchgeführt werden. (GoR A).**“

Klinische Entscheidungsregeln können angewendet werden. Die Empfehlung, dass beim Fehlen entsprechender Kriterien davon auszugehen ist, dass keine instabile Wirbelsäulenverletzung vorliegt, wurde aber mangels Evidenz im Hinblick auf die hier betrachtete Patientengruppe (in der Regel immer eingeschränkte Beurteilbarkeit bei Polytrauma/Schwerverletzte) und in Anbetracht der Tatsache, dass die Abwesenheit dieser Kriterien eine Wirbelsäulenverletzung letztlich nicht ausschließen kann, ersatzlos gestrichen. Die Schlüsselempfehlung lautet: „**Bei bewusstlosen Patienten soll bis zum Beweis des Gegenteils von dem Vorliegen einer Wirbelsäulenverletzung ausgegangen werden (GoR A).**“

Aktuelle NICE-Guideline

Die britische Leitlinie des *National Institute for Health and Care Excellence (NICE)* hat sich sehr detailliert zum Vorgehen bei Patienten mit V. a. Wirbelsäulenverletzung in der Prähospitalphase auseinandergesetzt und liefert eine Reihe pragmatischer Empfehlungen, für welche Patienten eine vollständige Immobilisierung der gesamten Wirbelsäule anzustreben ist [3]. Auch hier werden Untersuchungsbefund und Analyse des Unfallmechanismus ein hoher Stellenwert eingeräumt.

Faktoren, bei denen eine vollständige Wirbelsäulenimmobilisierung empfohlen wird, sind demnach z. B. [3]:

- Andere signifikante (ablenkende) Verletzung
- Bewusstseinstörung, verwirrt oder unkooperativ, Drogen- oder Alkoholeinfluss
- Schmerzen an der Wirbelsäule
- motorische Schwäche an Hand oder Fuß (Motorische Bewertung)
- veränderte oder fehlende Sensibilität an Hand oder Fuß (Sensorische Bewertung)
- Priapismus
- anamnestisch vorausgegangene Wirbelsäulenprobleme einschließlich Operationen oder Zuständen, die eine Stabilitätsminderung der Wirbelsäule darstellen
 - Faktoren mit hohem Risiko für Verletzung der Halswirbelsäule gemäß Canadian C-Spine-Rule sind vorhanden
 - Faktoren mit niedrigem Risiko¹ für Verletzung der Halswirbelsäule gemäß Canadian C-Spine-Rule sind vorhanden und der Patient kann aktiv den Kopf nicht mindestens 45° nach rechts und links drehen

¹ **Anm.:** Oder keiner der Low-Risk-Faktoren ist vorhanden, denn dann liegt auch kein niedriges Risiko vor und die Rotationsprüfung entfällt zugunsten der Bildgebung!

- einer oder mehrere Faktoren sind vorhanden, die verdächtig sind für eine Verletzung an thorakaler oder lumbaler Wirbelsäule:
 - Alter ≥ 65 Jahre und Schmerzangabe im Bereich der thorakalen oder lumbalen Wirbelsäule
 - gefährlicher Mechanismus (Sturz aus großer Höhe/ $>3m$, axiale Krafteinwirkung auf Kopf oder an der Basis der Wirbelsäule – z. B. Landung auf den Füßen oder Sturz auf Gesäß, PKW-Verkehrsunfall mit Kollision bei hoher Geschwindigkeit, PKW-Verkehrsunfall mit Überschlag, Patient nur durch Beckengurt gesichert, PKW-Verkehrsunfall mit Herausschleudern des Insassen, Unfall mit jeder Art motorisierter Fahrzeuge , Radfahrererkollision, Reitunfall)
 - Vorbestehende Wirbelsäulenerkrankung oder bekannte Osteoporose oder Risikofaktoren für Osteoporose – z. B. Steroid-Einnahme)
 - Verdacht auf Wirbelsäulenverletzung in einem anderen Höhenabschnitt
 - Abnormale neurologische Symptome (Parästhesie oder motorische Schwäche oder Taubheitsgefühl)
 - Auffälliger Untersuchungsbefund:
 - Abnormale Neurologie (motorisches oder sensibles Defizit)
 - Neu aufgetretene Deformität oder Druckschmerz über Dornfortsätzen
 - Klopf-Schmerz entlang der Dornfortsätze
 - Schmerzen in der Wirbelsäule oder entlang der Mittellinie beim Husten
 - Bewegungsabhängige Schmerzen beim Sitzen, Stehen, Gehen oder provozierbare abnormale neurologische Symptome (Cave: Bewegung stoppen sobald Beschwerden einsetzen!)

Maßnahmen zur vollständigen In-line-Immobilisierung der Wirbelsäule bei Erwachsenen [3]:

- Größenangepasste semi-rigide Halskrawatte (falls keine Kontraindikationen² bestehen)
- Kontrolle des Atemweges nach Anlage der Krawatte
- Lagerung und Sicherung des Patienten auf einer Schaufeltrage
- Sicherung des Kopfes mit Head-Blocks und Tape oder idealer Weise in einer Vakuummatratze
- Patienten mit V.a. eine Wirbelsäulenverletzung sollen nicht auf einem langen Spineboard (Long-board) oder auf einem anderen Rettungsgerät transportiert werden. Ein langes Spineboard soll nur als Rettungsgerät genutzt werden.

Wenn eine Wirbelsäulenimmobilisation vorgenommen wird, dann sollte diese abgestimmt auf die individuellen Umstände des Patienten erfolgen [3]:

- Die Immobilisierung kann erschwert (z. B. bei Patienten mit kurzem oder dicken Hals oder vorbestehender Deformität) oder kontraproduktiv sein (z. B. weil durch die Maßnahmen Schmerzen verstärkt oder neurologische Symptome verschlimmert werden). Bei unkooperativen, agitierten oder verstörten Patienten, Kinder eingeschlossen, sollte man erwägen, dass sie die Position einnehmen, in der sie unter manueller In-line-Immobilisierung am wohlsten fühlen.

² Kontraindikationen:

- Gefährdung des Atemweges
- Vorbestehende Wirbelsäulendeformität z. B. Spondylitis ankylosans (in diesen Fällen in der vorgefundenen Position fixieren!)

Man kann erwägen, Patienten aufzufordern, sich selbst zu befreien, wenn sie nicht physikalisch eingeklemmt sind und keines der folgenden Kriterien erfüllen:

- Hinweise auf andere (ablenkende) Verletzung
 - Abnormale neurologische Symptome (Parästhesie oder motorische Schwäche oder Taubheitsgefühl)
 - Wirbelsäulenschmerzen
 - Faktor mit hohem Risiko für Verletzung der Halswirbelsäule gemäß Canadian C-Spine-Rule liegt vor
- Hat sich der Patient selbst befreit, sollte man den Patienten auffordern, sich mit dem Rücken auf die in der Nähe bereitstehende Trage zu legen. Hier kann die weitere Abklärung und Therapie erfolgen.

Empfehlungen zur technischen Rettung (Extrication) [3]:

- Wenn in einer unmittelbar lebensbedrohlichen Lage die sofortige Rettung erforderlich ist, dann sollte versucht werden, die Bewegung der Wirbelsäule soweit wie möglich zu minimieren, ohne dabei aber die Behandlung zu zögern.
- Man kann erwägen, Patienten aufzufordern, sich selbst zu befreien (Kriterien s. oben)
- Patienten sollten darüber aufgeklärt werden, dass sie ihre Bemühungen sofort einstellen sollen, wenn sich Beschwerden oder Symptome aufgrund der Bewegung einstellen oder verschlechtern.

Während in der *S3-Leitlinie* der Vakuummatratze als Gerät zur Immobilisation der klare Vorzug erteilt wird, sind dort Schaufeltrage oder Spineboard nur als Hilfsmittel angesehen, die „...die Rettung eines Wirbelsäulenverletzten aus ungünstiger Schadensortlage“ erleichtern [2]. Zu ähnlichen Bewertungen kommen auch andere Leitlinien [3-5]. In der *NICE-Leitlinie* wird weiter ausgeführt, dass der Zweck des Spineboards darin besteht, einen sicheren Transfer des Patienten auf die RTW-Trage zu gewährleisten. Spineboards sind hart und unkomfortabel. Ein langes Liegen auf dem Board kann zu Druckulzerationen führen. Darüber hinaus gelingt die Immobilisation auf dem Spineboard nicht optimal. Um diese negativen Vorkommnisse zu minimieren, sollten Patienten umgelagert werden, sobald dies sicher und praktisch möglich ist [3]. Dennoch liegen auch Empfehlungen zum Einsatz des Spineboards für die Wirbelsäulenimmobilisierung vor [6].

[Norwegische Leitlinie für das prähospital Management von erwachsenen Patienten mit Verdacht auf Wirbelsäulenverletzung \[4\]](#)

Inhaltlich bringt diese ebenfalls aktuelle Leitlinie keine relevanten Neuerungen. Eine Kernempfehlung, die auf den Transfer des Patienten vom Boden oder zwischen verschiedenen Tragesystemen abzielt unterstreicht den Wert der Schaufeltrage, weil dies im Vergleich zum Logg-Roll die schonendere Methode ist, um Patienten zu bewegen. Darüber hinaus wird betont, dass auch die Schaufeltrage exzellent als Rettungsgerät fungiert. Auch in dieser Leitlinie wird der Transport in der Vakuummatratze oder aber flach angegurtet auf der Rettungsdiensttrage gegenüber harten Unterlagen wie Spineboard oder Schaufeltrage favorisiert [4].

Selektive Immobilisation mit Anwendung des Spineboards

Die erste formale Beschreibung des Spineboards bei der Schwerverletztenversorgung findet sich bei Farrington („*Death in a Ditch*“, 1967) [7]. Das Longboard wurde in dieser Beschreibung als Rettungsgerät zur Versorgung von Schwerverletzten eingestuft. Es sollte den Rettern die schonende technische Rettung (*Extrication*) bei möglichst geringer Manipulation der Wirbelsäule ermöglichen und zudem zu einer Entlastung durch Wegfall der ansonsten notwendigen manuellen In-Line-Immobilisation führen. Historische Schilderungen über sekundäre Verschlechterungen begründeten im Weiteren aber die Sorge der Helfer, dass sich aufgrund einer unzureichenden Immobilisierung der Wirbelsäule während Rettung und Transport eine Verschlechterung der neurologischen Funktion des Rückenmarks mit inkompletter oder kompletter Querschnittsläsion einstellen könnte. Daher wurden Protokolle zur Immobilisierung an der Einsatzstelle etabliert, die die Ruhigstellung der gesamten Wirbelsäule mittels C-Collar *und* Spineboard zum Schutz vor sekundärer Schädigung propagierten [6]. Schon Farrington riet dazu, das Spineboard nach der technischen Rettung für den Transport zu belassen und dieses erst in der Klinik und auf Veranlassung des Arztes zu entfernen [7]. Diese Vorgehensweise hat sich dogmatisch bis in die heutige Zeit, z. B. im *Prehospital Advanced Life Support (PHTS)* oder *Advanced Trauma Life Support (ATLS)*, gehalten. Aktuelle Bewertungen aus den USA [6] sehen den Nutzen des Spineboards inzwischen darin, dass bewusstlose oder anderweitig beeinträchtigte Patienten im Rahmen der technischen Rettung sicher bewegt werden können. Insbesondere im unebenen Terrain können unbeabsichtigte Auslenkungen des Achsenskeletts durch das Board oder ähnlichen Hilfsmittel vermindert werden. Im Gegensatz zur technischen Rettung ist der Nutzen der Wirbelsäulen-immobilisation mittels Spineboards für Patienten, die auf der Rettungsdiensttrage liegen, aber sehr viel weniger klar.

Wegen des fraglichen Nutzens und aus Angst vor möglichen Sekundärschäden aufgrund der Unterlassung einer Immobilisierung hat sich eine andauernde Diskussion über die grundsätzliche Notwendigkeit ergeben. Aus den Vereinigten Staaten wird diese Diskussion vor allem vor dem Hintergrund geführt, dass man den nicht-indizierten Einsatz von Spineboards reduzieren möchte. Hier wurde der Spineboard-Einsatz bis vor kurzen noch synonym zur Wirbelsäulenimmobilisation verstanden.

Mit einem Positionspapier aus dem Jahre 2014 setzten die *National Association of EMS Physicians (NA-EMSP)* und das *American College of Surgeons Committee on Trauma (ACS-COT)* angesichts möglicher negativer Konsequenzen durch die Anwendung von Spineboards jedoch ein klares Zeichen, dass man weg von der kompromisslosen Immobilisation und hin zur vernünftigen Indikationsstellung im Sinne einer protektiven Schutzmaßnahme kommen muss [6]. Dies wurde etwas irreführend als „*Selektive Wirbelsäulen-Immobilisation*“ bezeichnet. Damit ist nicht etwa der Verzicht auf einzelne Elemente der Immobilisation gemeint, sondern die Überprüfung der Indikationsstellung für die Immobilisation mit dem Spineboard nach erfolgter Rettung und gegebener Lagerungsalternative (z. B. Vakuummatratze). Dabei soll auf nicht indizierte Immobilisationsmaßnahmen verzichtet werden und der potentielle Nutzen gegenüber den möglichen Risiken überwiegen. Eine aktuelle Arbeit zeigte, dass ein selektives Vorgehen nicht nur die Anzahl der Spineboard-Anwendungen senkt, sondern auch zu einer Reduktion der bildgebenden Diagnostik führt

[8]. Allerdings stützt sich die Empfehlung vor allem auf klinische Entscheidungshilfen, die in dem Papier mit einer Sensitivität von 99% bzw. 92% zitiert werden [6] und deren Bedeutung in der aktuellen *S3-Leitlinie* relativiert wurden [2].

Patienten, bei denen eine Immobilisation mittels Spineboards geeignet erscheint [6]:

- Stumpfes Trauma mit getrübttem Bewusstsein
- Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule oder direkter Druckschmerz
- neurologisches Defizit (z.B. Taubheitsgefühl oder motorische Schwäche)
- Wirbelsäulendeformität
- Unfall-Mechanismus mit hoher kinetischer Energie und:
- Drogen- oder Alkoholintoxikation
- Unfähigkeit zur Kommunikation und/oder
- Ablenkende Verletzungen

Patienten, bei denen eine Immobilisation auf einem Spineboard nicht erforderlich ist, erfüllen jedes der folgenden Kriterien [6]:

- Unauffälliges Bewusstsein (15 Punkte nach *Glasgow-Coma-Scale*)
- Kein Druckschmerz oder anatomische Auffälligkeiten an der Wirbelsäule
- Patienten ohne neurologische Beschwerden oder Defizite in der Untersuchung
- Keine ablenkenden Verletzungen
- Keine Intoxikation

In jedem Fall werden während des Transports die an der Einsatzstelle begonnenen Maßnahmen zum Schutz der Wirbelsäule aufrechterhalten. Damit sind eine rigide Halskrawatte und eine achsengerechte Ruhigstellung des mit Gurten fixierten Patienten in Rückenlage auf der gepolsterten Trage gemeint. Man geht davon aus, dass dies die Anwendung eines Spineboards bei fehlender Indikation überflüssig macht. Andere Formen der Lagerung z. B. auf einer Vakuummatratze – womöglich sogar zur Immobilisierung der Wirbelsäule bei gegebener Indikation – werden hier explizit als Alternative zur Trage genannt, spielen aber ansonsten in dieser Empfehlung keine relevante Rolle [6].

Sonderfall: Penetrierendes Trauma und selektive Immobilisation [6]:

Die Wahrscheinlichkeit für instabile Wirbelsäulenverletzungen nach penetrierendem Trauma – gemeint sind ausschließlich *Schuss- und Stichverletzungen* – ist offenbar gering [9]. Sie wird in einer US-amerikanischen Registerstudie mit 0,01% angegeben. Risikopatienten für Wirbelsäulenverletzungen sind solche mit Schussverletzungen im Bereich des Rumpfes. Damit würde die Patientengruppe am ehesten von einer prähospitalen Immobilisation profitieren, die gleichzeitig das höchste Sterberisiko aufweist. Da die vornehmliche Todesursache von Schuss- und Stichverletzungen Blutungen darstellen, kann der Zeitverlust durch eine zusätzliche Immobilisation als Problem gesehen werden. Dadurch stünde das Vorgehen im Konflikt mit den Forderungen nach einer möglichst kurzen Prähospitalzeit und einem schnellen Transport zur chirurgischen Blutungskontrolle. Die *Number-Needed-to-Treat*, um einen potentiellen Nutzen zu erreichen wurde für die Gesamtkohorte mit 1.032, die *Number-Needed-to-Harm* (Todesfolge durch Immobilisation) mit nur 66 angegeben, weshalb man die Immobilisierung in diesen Fällen für eher schädlich hält. Die Studie untersucht allerdings weder die Zeit als unabhängige Variable, noch kann unterschieden

werden, ob das Spineboard zur Rettung oder zum Zwecke der Immobilisierung angelegt wurde. Gerade im Hinblick auf den Faktor Zeit erscheint das Spineboard jedoch geeignet, einen schnellen Transport ohne zusätzliche Umlagerungsmaßnahmen zu gewährleisten. Trotz der genannten Limitierungen wird die Studie dennoch als Begründung für die Empfehlung herangezogen, dass bei Schuss- und Stichverletzungen *quoad vitam* ein schneller Transport im Vordergrund steht und auf eine *vollumfängliche* Immobilisation verzichtet werden soll [6]. Eine aktuelle Metaanalyse der *Eastern Association for the Surgery of Trauma* (EAST) unterstreicht die Empfehlung [10]. Es sei jedoch explizit betont, dass auch hier keineswegs auf alle Immobilisationsmaßnahmen verzichtet wird. So werden analog zum stumpfen Trauma auch bei penetrierendem Trauma Schutzmaßnahmen für die Wirbelsäule empfohlen (s. unten).

Auf die Anwendung eines Spineboards nach Schuss- und Stichverletzung kann verzichtet werden, insbesondere bei Patienten, die [6]:

- an der Einsatzstelle mobil waren
- eine protrahierte Transportzeit vor sich haben, vor allem bei Interhospitaltransfer
- keine andere Indikation für eine Spineboard-Anwendung aufweisen

Wird auf die Anwendung des Spineboards nach penetrierendem Trauma verzichtet, dann sollen folgende Schutzmaßnahmen ergriffen werden [6]:

Schutzmaßnahme für die Wirbelsäule nach Schuss- und Stichverletzungen, insbesondere, wenn auf ein Spineboard verzichtet wurde [6]:

- rigide Cervicalstütze
- adäquate Fixierung auf der Rettungsdienst-Trage
- Vermeiden unnötiger Patientenbewegungen/Umlagerungen
- Aufrechterhaltung der *In-line-Stabilisierung*, wenn Bewegungen/Umlagerungen des Patienten erforderlich sind

Insgesamt betont das *NAEMT*-Positionspapier, dass Anwender gezielt darin ausgebildet werden müssen, Patienten mit entsprechend hohem und niedrigem Risikoprofil zu erkennen und dass bei der Ausarbeitung entsprechender Immobilisations-Protokolle möglichst viele Beteiligte einzubeziehen sind [6].

Welche Nachteile hat das Spineboard und wie ist es im Vergleich zur Vakuummatratze?

Die Eigenschaften und Merkmale von Spineboards werden im rettungsdienstlichen Einsatz geschätzt. Patienten können in unwegsamen oder schwer zugänglichen Situationen gut und anwenderfreundlich bewegt werden, ohne eine *In-line*-Immobilisierung des Körperstamms und der Extremitäten aufgeben zu müssen. Zahlreiche Griffmöglichkeiten am Board erlauben zudem die einfache Handhabung mit vielen Helfern, auch wenn häufige Handwechsel erforderlich sind (z. B. Transport in verwinkelten Räumen).

In der Literatur finden sich jedoch zahlreiche Untersuchungen, die die verschiedenen Nachteile des Spineboards darlegen. Dabei geht es allerdings weniger um die *Anwendung als Rettungsgerät (Extrication Device)*, sondern als *Hilfsmittel zur Immobilisierung für den Transport des Patienten nach erfolgter Rettung*. Die wesentlichen Erkenntnisse sind im

Folgenden zusammengefasst und werden den Merkmalen der Vakuummatratze – soweit entsprechende Erkenntnisse vorliegen – gegenübergestellt:

Biomechanische Eigenschaften

Die Wirbelsäule des Erwachsenen hat in der Sagittalebene vier physiologische Krümmungen. Eine *nach ventral ausgerichtete, konvexe Krümmung* bezeichnet man als *Lordose*, eine *nach dorsal ausgerichtete konvexe Krümmung* als *Kyphose* [11]. Man unterscheidet:

- *Halslordose (Lordosis cervicalis)*: 1. bis 6. Halswirbel
- *Brustkyphose (Kyphosis thoracis)*: 6. Hals- bis 9. Brustwirbel
- *Lendenlordose (Lordosis lumbalis)*: 9. Brust- bis 5. Lendenwirbel
- *Sakralkyphose (Kyphosis sacralis)*: Bereich des Kreuz- und Steißbeins.

Klassische Spineboards sind rigide Unterlagen aus Kunststoff oder Holz, die keinerlei Anpassungsfähigkeit gegenüber dem darauf liegenden Patienten besitzen und sich damit auch der physiologischen Wirbelsäulenform nicht anpassen. Folglich richtet sich die Wirbelsäule eines auf einem Spineboard gelagerten Patienten eher am Board aus [12]. Dieser Umstand dürfte wesentlichen Anteil daran haben, dass auch Wirbelsäulengesunde nicht gut auf einem Spineboard liegen können und dass sie bereits nach 30 Minuten über Diskomfort und starke Schmerzen klagen [12-17]. Untersuchungen zeigen, dass Spineboards im Bereich der Lendenlordose keine Abstützung bieten [18-20]. Dies lässt sich nicht nur optisch, sondern auch anhand der Druckverteilung beim Liegen auf dem Board nachweisen [18]. Insgesamt ist der Auflagedruck beim Liegen auf dem Board eher punktförmig (vor allem im Bereich der thorakalen und sakralen Kyphose). Daraus resultieren zum einen Druckspitzen in den Auflagepunkten, zum anderen fehlt der Kontakt mit der Unterlage in anderen Bereichen, z. B. über der Lendenwirbelsäule [18]. Damit ist die Lendenwirbelsäule bei der Lagerung auf einem Spineboard biomechanisch betrachtet gewissermaßen „*im Durchhang*“, woraus bei einer Fraktur in diesem Bereich eine unzureichende Schienung/Ruhigstellung resultieren könnte.

Hamilton et al. stellten fest, dass der Vorteil der Vakuummatratze in ihrer Anpassungsfähigkeit an die Wirbelsäulenkontur und die damit verbundene Vergrößerung der Auflagefläche besteht. Daraus ergibt sich zumindest ein theoretischer Vorteil [15]. Main et al. kamen nach einer Bewertung verschiedener Systeme, Auflagen und Tragen an gesunden Probanden zu dem Ergebnis, dass der beste Liegekomfort und die geringsten Drücke über der thorakalen und sakralen Kyphose mit einer modernen Vakuummatratze erzielt werden konnten und dass damit auch der beste Support für die Lendenlordose zu erzielen war [20]. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Studien, die zeigen, dass der Auflagedruck an den gefährdeten Punkten auf weicheren Unterlagen [15] oder auf der Vakuummatratze im Vergleich zum Spineboard deutlich reduziert ist [19, 21, 22].

Immobilisationseigenschaften

Spineboards haben eine glatte Oberfläche, um die Verbringung unter den Patienten von allen Seiten möglichst widerstandsfrei und unter Minimierung von Manipulationen zu gewährleisten [7]. Folglich besitzt die Fixierung des Patienten auf dieser glatten Oberfläche eine besondere Bedeutung.

Beim Transport gesunder Probanden im Rettungswagen zeigt sich schon bei niedriger Geschwindigkeit (Parkplatzfahrt) eine deutliche laterale Auslenkung bei Verwendung eines Longboards im Vergleich zu einer konventionellen Tragenauflage. Trotz der Verwendung von Headblocks wurden auch laterale Verschiebungen im Bereich des Kopfes beobachtet. Im Bereich der Hüfte verschoben sich Patienten auf dem Longboard stärker. Die größte laterale Auslenkung zeigte sich im Bereich des Thorax (im Mittel 2,2 cm mit einer Range von 0 bis >6 cm). Erklärt wurde dies damit, dass der Proband auf der glatten Oberfläche des Longboards bei entsprechender Querbeschleunigung leichter verrutscht [23]. Problematisch ist die in Relation stärkere Auslenkung des Torsos gegenüber dem Kopfbereich, da angenommen werden kann, dass dies zu unerwünschten Scherkräften im cervico-thorakalen Übergang führt.

Eine weitere Studie untersuchte Lateral-Bewegungen bei simulierten Hubschraubertransporten mit Verkippungen der Trage bis zu 45°. Sowohl auf der regulären Trage als auch auf dem Spineboard wurde der Kopf mit Headblocks gesichert und die Probanden trugen zusätzlich eine rigide Halskrawatte. Bei beiden Techniken wurden Auslenkungen der Achse beobachtet. Die angewendete Kopffixierung erwies sich als suffizient, so dass sich keine relevanten Unterschiede in der Kopfregion zeigten. Auslenkungen im Bereich des Brustkorbs und des Beckens waren auf der gepolsterten Trage zwar signifikant größer als auf dem Spineboard, doch auch auf dem Spineboard wurden noch deutliche Auslenkungen in einer Größenordnung von 7 bis 10 cm im Bereich Thorax und Becken festgestellt [24].

Im direkten Vergleich mit Vakuummatratzen gewährleisteten Spineboards hingegen eine messbar schlechtere Immobilisation: Eine aktuelle biomechanische Studie an humanen Kadavern mit instabiler ligamentärer C5/C6-Verletzung zeigte im Vergleich mit dem Spineboard (plus Headblocks) bei verschiedenen Manövern eine geringere Verschieblichkeit und Achsabweichung im Verletzungsbereich, wenn mit der Vakuummatratze immobilisiert wurde [25]. In einer vergleichenden Studie an gesunden Probanden erwies sich die Immobilisierung des Torsos mit der Vakuummatratze besser als mit dem Spineboard. Insbesondere nahmen die Probanden auf dem Spineboard beim Ankippen früher einen deutlichen Seitwärtsdrift wahr. Außerdem wurden Messungen zur Auslenkung von Kopf, Schultern und Hüften vorgenommen, wenn das Board um 90° gekippt wurde (ein Manöver, das empfohlen wird um das Aspirationsrisiko zu senken, wenn immobilisierte Patienten plötzlich erbrechen). Die Immobilisierung des Kopfes war hierbei auf dem Spineboard geringfügig besser. Angesichts der Tatsache, dass auf dem Spineboard die Auslenkung des Thorax jedoch stärker war als auf der Vakuummatratze, zogen die Autoren den Schluss, dass bei Anwendung des Spineboards in der Konsequenz höhere Scherkräfte am thorako-cervicalen Übergang auftreten. Sie folgerten daher, dass die Vakuummatratze insgesamt zu einer besseren und – bezogen auf die Kopf- und HWS-Immobilisierung – zu einer zumindest gleichwertigen Immobilisierung führt [16]. Auch Luscombe et. al. untersuchten die Immobilisationseigenschaften von Spineboard und Vakuummatratze. Beim Kippen des Tragetisches um 45°, auf dem gesunde Probanden gelagert wurden, zeigte sich in den Positionen Kopf, Sternum und Becken für das Spineboard in allen Regionen eine signifikant stärkere Auslenkung gegenüber der Vakuummatratze (Lagerung Trage Kopf hoch 45°= 23,3 vs. 6,66 mm, Trage Kopf tief 45°= 40,89 vs. 8,33mm, laterale Kippung 45°= 18,33 v 4,26mm, alle $p < 0.01$) [26].

Offenbar haben aber auch Art und Konfiguration der Gurte eine Bedeutung für die Güte der Fixierung. Peery et al. definierten die beste Fixierung als *die größtmögliche Immobilisation ohne Einschränkung von Atmung und Durchblutung* [27]. Bisher liegt jedoch nur eine Studie vor, die sich mit dieser Frage gezielt beschäftigt hat: Mazolewski und Manix untersuchten bei vier verschiedenen Gurt-Konfigurationen das laterale Verrutschen der Probanden auf dem Spineboard. Die beste Stabilität wurde erreicht, wenn die Standardbegurtung (zwei Gurte über dem Brustkorb gekreuzt plus 4 zirkuläre Gurte um Rumpf und Beine) durch einen zusätzlichen Gurt auf Höhe der Brustwarzen unter Einschluss der Arme sowie auf Höhe des Bauchnabels ergänzt wurde [28]. Die auch im bayerischen Rettungsdienst vertretene Begurtung mit einem 10-Punkt-Gurtsystem wurde von Mazolewski und Manix nicht untersucht. Es ist weiter zu beachten, dass die Gurtführung die Ventilation beeinflusst und zu Störungen der Atmung führen kann (s. dort). Auch dieser Aspekt wurde von Mazolewski und Manix nicht untersucht.

Unabhängig davon, welche Begurtung zur Anwendung kommt, muss bedacht werden, dass das Anlegen der Gurte je nach System mehr oder weniger aufwändig ist. Bei der selektiven Immobilisation könnte der Anwenderkomfort durch ein einfach anzulegendes System gesteigert werden. Ob daraus auch ein relevanter Zeitvorteil resultiert, der ggf. sogar prognoserelevant sein könnte, ist nicht bekannt.

Eine Limitierung nahezu aller Studien, die die Immobilisationseigenschaften des Spineboards untersuchten ist, dass der Begurtung als Einflussgröße kaum oder gar keine Beachtung geschenkt wurde. Die Aussagekraft der Messungen und die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse sind dadurch beeinträchtigt. Darüber hinaus muss festgestellt werden, dass die Immobilisationseigenschaften der Vakuummatratze ebenfalls nicht als ideal bezeichnet werden können. Ebenso stellt sich die Frage, welche klinische Relevanz die Restbeweglichkeit nach Immobilisierung grundsätzlich besitzt. Immerhin wurden mitunter Auslenkungen von mehreren Zentimetern festgestellt, die – bezogen auf die Weite des Spinalkanals – relevante Auswirkungen haben müssten. Insofern wären bei instabilen Wirbelsäulenverletzungen jegliche Toleranzen inakzeptabel [29]. Studien, die eine sekundäre neurologische Verschlechterung auf die Art der Immobilisierung zurückführen können, sind nicht bekannt. Alle verfügbaren Daten stammen aus experimentellen Studien an gesunden Probanden oder entsprechenden Modellen. Lediglich eine iranische Studie hat die Anwendung des Spineboards und der Vakuummatratze unter Einsatzbedingungen an Traumapatienten verglichen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass das Spineboard bezüglich Handhabung, Stabilität und Liegekomfort signifikant besser war als die Vakuummatratze [30]. Die Studie steht jedoch aufgrund schwerwiegender methodischer Mängel, ethischer Bedenken und fehlender objektiver Messmethoden erheblich in der Kritik (McDonald Letter).

Insgesamt werden der Vakuummatratze von den gängigen Leitlinien die besseren Immobilisationseigenschaften zugebilligt [2-4]. In einem Konsensus zur Ruhigstellung von Unfallverletzungen im Rahmen von Bergrettungseinsätzen wird die Vakuummatratze nicht nur zur Immobilisierung der Wirbelsäule als Hilfsmittel der 1. Wahl angegeben, sondern auch zur Ruhigstellung von Beckenfrakturen (allerdings nur 2. Wahl) und Femurschaftfrakturen (neben Traktionsschienen) empfohlen [5].

Liegekomfort und Schmerzempfinden

Der Liegekomfort auf einer harten, anpassungsfähigen Unterlage ist nachvollziehbar schlecht. Bereits nach 30 Minuten in Rückenlagerung auf einem Spineboard klagten gesunde Probanden über Schmerzen im Bereich von Okziput, Skapula, der Halswirbelsäule und in der lumbosakralen Region [13]. Gelagert auf eine Vakuummatratze waren die Beschwerden deutlich reduziert [14].

Cross et al. wählten einen Zeitansatz von 60 Minuten und zeigten, dass gesunde Probanden nach Lagerung auf der Vakuummatratze über signifikant weniger Schmerzen von geringerer Intensität klagten als bei Lagerung auf dem Spineboard. Beklagt wurden vor allem Schmerzen in den Regionen Okziput, Hals, oberer und unterer Rückenbereich sowie Sakrum [12].

Auch Luscombe et al. fanden bei ihrer Bewertung des subjektiv empfundenen Liegekomforts bei Lagerung mehr Schmerzen auf dem Spineboard als auf der Vakuummatratze. Die Schmerzintensität wurde von den Probanden auf der numerischen Analogskala zur Schmerzbeurteilung (NRS) im Mittel mit 1,88 auf der Vakuummatratze vs. 5,22 auf dem Spineboard ($p < 0,01$) angegeben [26].

Eine andere Studie zeigte, dass sogar Spitzenwerte von 9 auf der Schmerzskala erreicht werden. Gleichzeitig wurde beobachtet, dass 25% der ansonsten rückengesunden und normalerweise schmerzfreien Probanden mit zunehmender Liegedauer auf dem Board eine lokalisierte Druckschmerzhaftigkeit über der unteren HWS und im Bereich der LWS entwickelten [17]. Derartige Beschwerden können eine Wirbelsäulenverletzung suggerieren, die dann wiederum die Indikation für eine letztlich unnötige Röntgenuntersuchung liefert [15]. Barney et al. untersuchten Rückenschmerzen von Traumapatienten, die auf einem Spineboard immobilisiert wurden. Die mittlere Liegedauer auf dem Board betrug 78 Minuten (Range 17 - 230 Min). Das Spineboard wurde als alleinige Ursache für cervicale Schmerzen in 21% und für lumbale Schmerzen in 33% der Fälle identifiziert. Von diesen insgesamt 35 Patienten wurden 22 einer Röntgenuntersuchung zugeführt (62,9%), der Befund war jedoch bei allen negativ. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Immobilisierung auf einem rigiden Spineboard nicht nur unbequem ist, sondern auch klinische Befunde vortäuscht, die tatsächlich auch in erheblichem Umfang zu unnötiger Röntgendiagnostik führen [31]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch eine Studie an Kindern [32].

Andere Autoren befürchten, dass die Immobilisation auf einer harten und unbequemen Unterlage Patienten dazu verleiten kann, sich durch Verlagerung des Gewichts und aktive Spontanbewegungen Erleichterung zu verschaffen. Somit würde das Konzept der Immobilisierung aktiv unterlaufen. [33, 34]. Cordell et al. sprechen sogar davon, dass Spineboards tatsächlich eher zur „Anti-Immobilisation“ beitragen [33].

Druckschäden/-ulcerationen

Die vermutlich wichtigste Komplikation von rigiden Spineboards sind Druckulzera in Folge der Anwendung. Curry et al. haben die Grundlagen der Entstehung von Druckulzera zusammengefasst. Es besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Gewebsnekrose und Druck auf das Gewebe. Dabei scheint vor allem das Überschreiten des mittleren Drucks in den arteriellen Kapillargefäßen eine wichtige Rolle zu spielen [35]. Lineares et al. stellten in

einer Zusammenschau verschiedener Studien fest, dass neben einer ganzen Reihe von ätiopathogenetischen Faktoren, vor allem Druck mit Störung der lokalen Gewebedurchblutung die wohl wichtigste Ursache für die Entstehung von Decubitalulcera darstellt. Sie verwiesen dabei auf Studien, nach denen ein dauerhafter Gewebedruck von 35 mmHg über eine Dauer von 2 Stunden ausreicht, um irreversible Gewebeschäden herbeizuführen [36]. Mawson et al. haben gezeigt, dass rückenmarksverletzte Patienten eine gegenüber gesunden Probanden fehlende Adaptation gegenüber druckbedingtem Sauerstoffmangel im Gewebe zu haben scheinen. So zeigte sich bei erhöhtem Gewebedruck ein Abfall des transkutanen Sauerstoffpartialdrucks im Gewebe (PtcO₂). Während sich bei gesunden Probanden innerhalb von 15 Minuten eine Erholung einstellte, blieb die PtcO₂ bei querschnittverletzten Patienten im Beobachtungszeitraum dauerhaft erniedrigt. Die Studie zeigte damit auch eine Assoziation zwischen Druckschaden, Abfall der Gewebeoxygenierung und gestörter Vasoregulation nach Querschnittverletzungen [37].

Beim normalen Liegen treten, je nach Art der Polsterung und der Position, Gewebedrücke zwischen 25 bis 60 mmHg auf. Für eine Standard-Krankenhausmatratze in neutraler Rückenlage wurde ein Gewebedruck von 39,5 ±7,0 mmHg angegeben [38, 39]. Als Grenzwert für Gewebeschäden findet man in der Literatur einen Wert von ca. 70 mmHg (~9,4 kPa) [38]. Dieser kann aber in Abhängigkeit von Blutdruck und der Dauer der Druckeinwirkung variieren.

Druckulzerationen bei Traumapatienten nach Immobilisation sind häufig. Mehrere US-amerikanische Arbeiten berichten über eine Inzidenz von 18- 59% [35, 36, 40-43]. Zwar geht nicht aus allen Studien hervor, welches Device zur Immobilisation verwendet wurde. Da es sich aber ausnahmslos um US-amerikanische Studien handelt, kann angenommen werden, dass in der Regel ein Spineboard zum Einsatz kam. Begünstigt werden Druckschäden offenbar durch das Vorhandensein einer Wirbelsäulenverletzung mit neurologischen Ausfällen [36, 43], einer Hypotension [41] und durch eine lange Liegedauer in Immobilisation [35, 36, 41]. Auch der Schweregrad der Rückenmarksverletzung scheint einen Einfluss auf Druckschäden zu haben. So hatten Patienten mit Tetraplegie bzw. kompletter Querschnittssymptomatik häufiger Druckulzerationen als Patienten mit Paraplegie bzw. inkomplettem Querschnitt [36]. Auch intubierte Patienten zeigten häufiger Druckulzera [42]. Typischerweise finden sich Druckschäden nach Immobilisation von Traumapatienten im Bereich von Sakrum bzw. Steißregion und an den Fersen, außerdem an Kopf, Nacken, Schulterblättern und Ellenbogen [36, 40, 41, 43]. Neben Spineboards stellen auch andere medizinische Geräte wie rigide Halskrawatten oder Endotrachealtuben (Trachealkanülen) ein Risiko für Druckschäden dar [43]. Interessanterweise manifestieren sich Druckschäden offenbar erst mit zeitlicher Latenz. Die Dauer bis zur Diagnosestellung lag zwischen 4 und 9 Tagen [40, 41, 43], womit ein kausaler Zusammenhang mit einer prähospital begonnenen bzw. prolongierten Immobilisierung nur schwer nachweisbar erscheint. Allerdings zeigen Druckmessungen an der Grenzfläche zwischen Board und Hautoberfläche von gesunden Probanden, dass bereits nach kurzer Liegezeit Druckspitzen im Bereich von Sakrum, Okziput und Fersen auftreten [20, 33, 44] – also an den Stellen, an denen gehäuft Druckschäden beobachtet werden. Bereits nach 15 Minuten Liegedauer auf dem Spineboard wurden Maximalwerte von 289 mmHg und mittlere Drücke von 78 mmHg gemessen [44]. Andere Studien berichten von Drücke zwischen 79 und 234 mmHg [20, 22, 33]. Curry et al. zeigten

eine deutliche Assoziation zwischen Liegedauer und Risiko für ein Druckulcus [35]. Eine frühzeitige Druckentlastung durch Lagerung und kurze Liegezeiten in Immobilisierung können das Auftreten von Druckschäden vermindern [36, 41]. Lineares et al. zeigten in einer kleinen Studie an Patienten mit traumatischer Rückenmarksläsion, dass eine Lagerung innerhalb von 2 Stunden die Rate an Druckschäden signifikant senkt ($p < 0,05$) [36].

Zur Vermeidung von Druckschäden sollte die Indikation daher streng gestellt und die Liegedauer so kurz wie möglich gehalten werden.

Respiratorische Einschränkungen

Etwa jeder 10. Proband klagte nach Immobilisation auf dem Spineboard über Kurzatmigkeit (8%). In der Hälfte der Fälle konnte durch Rückbau der Begurtung eine subjektive Besserung erreicht werden [45]. Eine Studie an 15 lungengesunden Männern zeigte, dass die Immobilisierung auf dem Spineboard zu einer deutlichen, restriktiven Ventilationsstörung führte [46]. Ein ähnliches Ergebnis produzierte eine Studie an Kindern zwischen 6 und 15 Jahren [47]. Die Studie fand keine Unterscheide für unterschiedliche Gurtverläufe und mahnte daher zur sorgfältigen Überwachung des Gasaustausches, wenn eine Immobilisierung notwendig ist.

Es wird angenommen, dass die restriktive Ventilationsstörung auf eine Beeinträchtigung der anatomischen und physiologischen Verhältnisse der Lungenvolumina in gestreckter Rückenlage auf einer flachen Unterlage zurückzuführen ist. Totten et al. verglichen die respiratorische Einschränkung durch Wirbelsäulenimmobilisation bei Anwendung von Spineboard und Vakuummatratze mittels Spirometrie [48]. Die gesunden Probanden wurden nach Alter stratifiziert (präpubertäre Kinder, junge Erwachsene im Altern zwischen 22 und 32 Jahren und ältere Patienten >60 Jahren). Auch hier zeigte sich eine restriktive Ventilationsstörung, wobei die mittlere Funktionseinschränkung mit 15% gegenüber der Kontrolluntersuchung (entweder im Sitzen oder auf dem Rücken liegend ohne Immobilisation) angegeben wurde. Kinder und ältere Patienten waren stärker betroffen als junge Erwachsene. Allerdings wurde bei der Immobilisierung zusätzlich ein cervikaler Vakuum-Kragen angelegt, der sich am Brustkorb abstützte und der die Lungenfunktion zusätzlich eingeschränkt haben könnte. Eine weitere Studie, die diesbezüglich einen Vergleich zwischen Vakuummatratze und Spineboard anstellte, zeigt ebenfalls eine respiratorische Einschränkung bei Patienten im Alter zwischen 65 und 75 Jahren, die sich innerhalb von 30 Minuten entwickelte. Das Ausmaß der respiratorischen Funktionseinschränkung war hier auf dem Spineboard größer als auf der Vakuummatratze [49].

Während die beschriebenen Einschränkungen für Lungengesunde vermutlich wenig Relevanz besitzen, können weiterreichende Auswirkungen bei Schwerverletzten (z. B. Thoraxtrauma) nicht ausgeschlossen werden.

Sollen Spineboards im Rahmen der präklinischen Traumaversorgung zum Einsatz kommen?

Es existiert keine direkte Evidenz, dass eine prähospital durchgeführte Immobilisation eine sekundäre neurologische Verschlechterung vermindern oder gar verhindern kann.

Vergleichende Studien, die die Überlegenheit des einen oder des anderen Verfahrens zur Immobilisation an der betroffenen Patientengruppe untersuchen, liegen nicht vor. Damit blieben die Fragen nach schädlichen Auswirkungen und günstigen Effekten unbeantwortet [1].

Allerdings finden sich Studien, die das Phänomen der sekundären neurologischen Verschlechterung als solches beschreiben. Hier wurden bei instabilen Wirbelsäulenverletzungen mit initial unauffälligem neurologischen Befund nach Aufhebung der Immobilisierung bzw. unzureichender Immobilisierung im Verlauf ein neurologisches Defizit verzeichnet. Besonders häufig betroffen war dabei die Halswirbelsäule [50-52]. Eine multizentrische Arbeit fand 24 Fälle mit sekundärer neurologischer Verschlechterung. Darunter waren 19 Fälle, in deren Verlauf eine nicht erkannte Wirbelsäulenverletzung einen Rückenmarksschaden zur Folge hatte. Drei dieser Patienten verstarben in kausaler Folge der Rückenmarksläsion. Der Anteil der Patienten, die nach Aufhebung der Immobilisation („Freigabe“ der Wirbelsäule) eine sekundäre Verschlechterung zeigten, ist allerdings gering: Die Inzidenz wurde hier mit 0,21% (bezogen auf alle Fälle mit Wirbelsäulenverletzung, N=11.429) bzw. mit 0,025% (bezogen auf alle gesehenen Traumapatienten, N=44.520) angegeben. In der Studie fanden sich außerdem 4 Fälle, die aufgrund klinischer Entscheidungsregeln überhaupt keiner Röntgendiagnostik zugeführt wurden. Dies entsprach 17% aller Fälle mit übersehener Wirbelsäulenverletzung und einer sekundären Verschlechterung. [50]. Eine australische Fallserie von Patienten mit nachgewiesener Rückenmarksläsion (N=123) berichtete, dass es bei 32 Fällen (26%) im Zeitraum zwischen Unfall und Krankenhausaufnahme zu einer neurologischen Verschlechterung kam. Die Verschlechterungen traten mehrheitlich erst im Krankenhaus auf, in 9 Fällen (28%) wurde die neurologische Verschlechterung in der prähospitalen Versorgungsphase beobachtet. In 8 dieser 9 Fälle war das Rettungsteam nicht von einer Wirbelsäulenverletzung ausgegangen und hatte folglich auf eine Immobilisierung verzichtet. In einem Fall wurde zwar von einer Wirbelsäulenverletzung ausgegangen, die Verletzungshöhe wurde aber falsch eingeschätzt. Daher schlossen die Schutzmaßnahmen das verletzte Areal nicht mit ein. [52]. Eine weitere Studie hatte 59 Fälle mit Wirbelsäulenverletzungen zum Gegenstand, die aufgrund medicolegaler Forderungen nachuntersucht wurden. Es fand sich bei 27 Fällen eine neurologische Verschlechterung im Verlauf, wobei 20 Patienten (74%) initial kein neurologisches Defizit aufwiesen. Nach gutachterlicher Bewertung war die Verschlechterung in 23 Fällen (82%) kausal auf eine unzureichende oder fehlende Immobilisierung der Wirbelsäule bei instabiler Fraktur oder Dislokation zurückzuführen. Alle diese Fälle wurden als vermeidbar eingestuft [51].

Insgesamt zeigen sich somit bei Anwendung konventioneller Spineboards verschiedene relevante Nachteile, welche die Biomechanik, die Passform, die Stabilität der Fixierung, den Liegekomfort, Schmerzen und Druckschäden sowie durch Artefakte induzierte, vermeidbare radiologische Diagnostik betreffen. Aufgrund der diversen Unzulänglichkeiten stellt sich daher die Frage, ob Spineboards – außer zur Rettung – überhaupt zur Anwendung kommen sollten.

Hinsichtlich Liegekomfort, Schmerzen und Druckschäden könnte eine zusätzliche Polsterung sinnvoll sein. Studien zeigten, dass durch Polsterung grundsätzlich die Grenzflächendrücke

gemindert werden können. Unabhängig davon, welches Verfahren gewählt wird, bleiben diese dennoch meist im kritischen Bereich [20]. Eine Studie an gesunden Probanden, bei der neben dem subjektiven Liegekomfort auch die Fixierungseigenschaften und die transkutane Sauerstoffspannung im Gewebe (PtcO₂) gemessen wurde, zeigte, dass durch die Polsterung der subjektiv empfundene Liegekomfort signifikant verbessert werden konnte, ohne dass hierdurch eine relevante Einschränkung der mechanischen Immobilisierung festgestellt wurde. Jedoch blieb die Polsterung ohne Auswirkung auf die PtcO₂ [53]. Auch andere Studien zeigten, dass eine Polsterung die Drücke zwar abmilderte [19, 22, 33], die Druckbelastungen aber selbst bei Verwendung der Vakuummatratze im kritischen Bereich blieben [22, 33]. Eine Studie, die die Anwendung von Spineboard gegen Vakuummatratze an schwerverletzten Soldaten auf Langzeittransporten von 6 bis 7 Stunden Dauer verglich, konnte für keine der beiden Vorgehensweisen einen Vorteil aufzeigen – beide Gruppen hatten vergleichbare Raten an Druckschäden [42].

Besser mit Vakuummatratze?

Historisch gesehen ist die Vakuummatratze jünger als das Spineboard. Ursprünglich für die Herstellung von Pilotensitzen konzipiert, wurden Vakuumkissen im medizinischen Kontext erstmals um 1970 eingesetzt [12, 54, 55]. Sie dienten als Hilfsmittel zur Lagerung des Patienten bei orthopädischen Eingriffen [54]. In der Folge wurden Vakuumschienen zur Ruhigstellung von Extremitäten [56] und auch zur Immobilisierung der HWS [55] verwendet. Die erste Publikation zur Vakuummatratze stammt aus den Niederlanden und wurde 1975 veröffentlicht [57]. Historisch betrachtet ist die Vakuummatratze somit von je her ein Hilfsmittel zur Ruhigstellung und Schienung.

Im direkten Vergleich mit dem Spineboard zeigt die Vakuummatratze ihre Überlegenheit sowohl in Bezug auf die biomechanischen Eigenschaften [18-20] als auch hinsichtlich einer besseren Stabilität [16, 25, 26] und eines besseren Liegekomforts [15, 16, 18, 26]. Ein weiterer Vorteil der Vakuummatratze scheint darin zu bestehen, dass diese auch im Hinblick auf andere Verletzungen (z.B. Becken- und Femurfrakturen) gute Immobilisationseigenschaften zu besitzen scheint und daher flexibel eingesetzt werden kann [5].

Eine klare Limitierung besteht jedoch darin, dass nahezu alle verfügbaren Studien im experimentellen Setting und meist an gesunden Probanden durchgeführt wurden. Die Auswirkungen auf bestehende Rückenmarks- bzw. Wirbelsäulenverletzungen bleiben somit unbekannt. Die Tatsache, dass bei der Verwendung der Vakuummatratze geringere Grenzflächendrücke an den Prädilektionsstellen für Druckulzera gemessen wurden [18, 19, 22, 25, 33], kann nicht zu dem Schluss führen, dass hierdurch das Risiko für Druckschäden vermindert werden kann [42]. Studien, die einen derartigen Zusammenhang belegen, sind nicht bekannt.

Gemäß *DIN EN 1789:2014-12* („Rettungsdienstfahrzeuge und deren Ausrüstung – Krankenkraftwagen“) ist die Vorhaltung von Vakuummatratze und Schaufeltrage auf dem RTW erforderlich [58]. Die Vorhaltung eines Spineboards hingegen geschieht optional. Schon Ferrington forderte, dass das Spineboard als Rettungsgerät auf dem Rüstfahrzeug und nicht auf dem Rettungswagen verlastet werden sollte, da es im Rettungswagen nur unnötig Platz beansprucht [7]. Auch wenn diese Forderung überholt erscheint, unterstreicht sie doch die

Rolle des Spineboards in einem System, welches die Vakuummatratze als mögliche Alternative viele Jahre lang nicht kannte.

Sicherlich ist die Entscheidung, welches Device zu welchem Zweck zur Anwendung kommen soll, immer auch von den taktischen Bedingungen des Einsatzes abhängig. Ein kurzer Transportweg auf dem Spineboard ist unter Umständen schonender als eine aufwändige Umlagerung vor Ort (Nutzen-Risiko-Abwägung). In diesem Zusammenhang sei auch darauf verwiesen, dass Umlagerungsmanöver („Log-Roll“) bei instabilen Wirbelsäulenverletzungen möglicher Weise eher ungünstig sind, da Bewegungen in den Wirbelsäulensegmenten nicht vermieden werden können [59, 60]. Eine Studie beschrieb eine mittlere laterale Translation von 39 mm, die die Autoren als klinisch relevant einstufen [61]. Der Einsatz von Schaufeltragen und „Lift-and-Slide“-Techniken scheint messbar schonender zu sein [62, 63]. Auch Schaufeltragen haben einen Stellenwert als Rettungsgerät. Kombinationen aus Spineboard und Schaufeltrage sind verfügbar, relevante Studienergebnisse im Sinn der Fragestellung liegen hierzu jedoch nicht vor.

Bestehen Besonderheiten hinsichtlich der radiologischen Diagnostik?

Röntgengedichte Fremdkörper im Strahlengang verursachen Artefakte, die die Befundung erschweren oder unmöglich machen können und bedingen eine erhöhte Strahlendosis. Dies trifft selbstverständlich auch auf jede Form von Immobilisationshilfen zu. [64-66]. Problematisch sind hierbei vor allem Metallstreben oder Gurtschlösser. Bei Spineboards fällt vor allem die Kopffixierung („Headblock“) als eine relevante Quelle für Artefakte auf: Bei 217 computertomographischen Trauma-Scans fanden sich 67% Artefakte, in 10% waren diese relevant für die Befundung. In 4 Fällen musste die initial diagnostizierte Pathologie als Artefakt befundet werden, nachdem eine Verlaufsuntersuchung ohne Headblock erfolgte (4 aus 47 Verlaufs-CT = 8,5% oder 4 von 217 = 1,8%) [67]. Bei Vakuummatratzen sind es vor allem metallene Ventile, die die Bildgebung im Kopf- und Halsbereich stören [64]. Schou et al. untersuchten sieben verschiedene Vakuummatratzen, die von Rettungsdiensten in Deutschland und der Schweiz zur Verfügung gestellt wurden. Sie fanden, dass vor allem die Polystyrolkugeln in der Füllung sowie das Material der Hülle zur Artefaktbildung beitragen, da nach Absaugen die Dichte der Füllung deutlich zunimmt. Verstärkt wird dieser Effekt, wenn die Kugeln durch die Absaugung zusätzlich an Größe verlieren. Schou et al. fordern daher als Qualitätsindikator für die Füllung, dass die Kugeln bei einem Unterdruck von -0,5 bar weniger als 1% schrumpfen dürfen. Zusätzlich werden Artefakte durch Materialverstärkungen des Sackes, der Gurte oder durch breite Griffverstärkungen verursacht. Manche Modelle haben innere Kammern, die ebenfalls zur vermehrten Artefaktbildung beitragen. [68].

Auch wurde eine Reihe von Spineboards hinsichtlich Ihrer Eignung im Rahmen der Bildgebung untersucht [65, 66]. Insgesamt erscheinen hier die Einflussgrößen jedoch ausgesprochen mannigfaltig, so dass die Ergebnisse mit großer Vorsicht interpretiert werden müssen.

Eine Empfehlung, welches Hilfsmittel im Rahmen der Bildgebung weniger Artefakte verursacht und damit besser geeignet erscheint, kann somit nicht gegeben werden: Verschiedene Immobilisationshilfen zeigten in unterschiedlichen Studien ein modellabhängig

sehr unterschiedliches Verhalten. So existieren sowohl Spineboards als auch Vakuummatratzen, die kaum Artefakte produzierten und besser abschnitten als vergleichbare andere Modelle, sowohl konzeptintern als auch im Kreuzvergleich. [64-66]. Auch wenn Immobilisationskonzepte im Test mit einem anthropomorphen Ganzkörperphantom keine relevanten Artefakte produzieren, werden im realen Einsatz dennoch Artefakte registriert, so dass auch diese Ergebnisse mit Vorsicht zu bewerten sind [67]. Schlussendlich erscheint unklar, inwieweit die durchgeführten Tests die realen Einsatz- und Anwendungsbedingungen abbildeten (Monitoring-Kabel, Kleidungsstücke, Infusionen, Beatmungsschläuche, sonstige Schienen, etc.).

Offenbar spielt für die Ergebnisse der Bildgebung nicht nur die Art und Beschaffenheit der Immobilisationshilfe, sondern auch die des Röntgen-/CT-Gerätes und dessen Einstellungen (Protokoll) eine wichtige Rolle [64]. Da Röntgen-Geräte und -Protokolle jedoch große Varianzen aufweisen (Strahlendosis, Belichtungsautomatik, Lagerung des Patienten, etc.), erscheinen allgemeine Schlussfolgerungen diesbezüglich nicht zulässig.

Empfehlungen für die Durchführung der radiologischen Diagnostik unter Immobilisation:

- Protokolle sollten mit der Radiologie abgesprochen und ggf. getestet werden (z. B. erhöht eine *automatic tube correction* die Strahlendosis und reduziert die Bildqualität! [64])
- Immobilisationsgeräte sollten so dimensioniert sein, dass sie durch die jeweilige Gantry passen. [66, 68]. Die *DIN EN 1865-1* fordert für Vakuummatratzen eine Breite von mindestens 80 cm [69].
- Günstig ist es, wenn das Immobilisationsgerät das freie Auslagern der Arme – bei Vakuummatratzen: ohne Belüftung – erlaubt [66], da die effektive Strahlendosis bei Überkopflagerung der Arme um 16-22% reduziert werden kann [70].
- Kunststoffventile bei Vakuummatratzen [64] und das Entfernen von Headblocks beim Spineboard [67] reduzieren die erforderliche Strahlendosis und Artefakte.
- Das Füllmaterial in der Vakuummatratze soll sich bei Unterdruck nicht zu sehr verdichten. (Richtwert: nicht mehr als 1% Schrumpfung bei einem Unterdruck von -0,5 bar [68])
- Unter Umständen kann der Verzicht auf die Immobilisierung hinsichtlich Bildqualität, Strahlenbelastung und Diagnosesicherheit die sinnvollste Maßnahme darstellen. Hierfür bedarf es konkreter Absprachen der jeweils Verantwortlichen [71-73].

Empfehlungen zu Produkteigenschaften von Spineboards

Eine anatomische Besonderheit ist bei Kindern zu beachten. Altersabhängig zeigt sich insbesondere bei kleinen Kindern unter 8 Jahren aufgrund des verhältnismäßig großen Kopfes eine Tendenz zur Flexion der Halswirbelsäule über das prominente Okziput [73]. Um auf einer harten Unterlage eine Lagerung in Neutralstellung zu erreichen, wurden daher folgende Produkthanforderungen formuliert [74]:

- Spineboard mit Vertiefung am Kopf oder
- Spineboard (halb oder ganz) mit Schulterunterpolsterung

Aufgrund der Literaturrecherche ergeben sich zudem einige weitere Kriterien, die bei der Beschaffung berücksichtigt werden sollten:

- gepolsterte Auflage mit guten Immobilisationseigenschaften
- Viele Löcher zur Konfektionierung der Begurtung und als Handgriffe beim Retten/Tragen
- Geringe Biegeelastizität, auch bei schweren Patienten
- Schnell an- und ablegbare Gurte
- Leicht abnehmbares und adjustierbares Head-Block-System
- Verzicht auf versteckte Metallstreben
- Hohe Strahlentransparenz

Weitere Anforderungen regelt die *DIN EN 1865* [69], die in Ergänzung zu dieser Beurteilung dringend einbezogen werden sollte.

Folgt man dem Konzept der selektiven Immobilisation (Umlagerung auf RTW-Trage ohne Spineboard nach erfolgter Rettung), erscheint die Frage gerechtfertigt, ob komplexe Fixierungssysteme hinsichtlich Handhabung und Zeitaufwand einfachen, schnell an- und abschnallbaren Gurten vorgezogen werden können.

Follow-up und Anwendungssicherheit

Angesichts der großen Latenz beim Auftreten von Druckschäden erscheint es mehr als unwahrscheinlich, dass der Rettungsdienst Kenntnis über immobilisationsbedingte Patienten-schädigungen erhält. Eine Umfrage unter Rettungsdienstbetreibern in den USA zeigte, dass von 30 befragten Diensten, die regelmäßig Spineboards für den Transport einsetzen, nur drei Dienste ein Follow-up betreiben. Zwei Dienste stellten dabei fest, dass es zu Druckschäden kam, die im Zusammenhang mit der Immobilisation stehen könnten. Proaktive Maßnahmen zum Schutz vor Druckulzera konnten jedoch nicht abgeleitet werden [34].

Allerdings könnten solche Maßnahmen der Qualitätssicherung helfen, relevante und unter Umständen auch vermeidbare Verläufe aufzudecken [71].

Zusammenfassung

Der Nutzen der Wirbelsäulenimmobilisierung bei Traumapatienten ist umstritten. Es liegt keine Evidenz für oder gegen die vollständige Immobilisation der Wirbelsäule vor. Nichtsdestotrotz wurden sekundäre neurologische Verschlechterungen beschrieben, die sich auf unzureichende oder fehlende Wirbelsäulenprotektion zurückführen lassen. Insbesondere betroffen ist hier die Region der HWS [50-52].

Spineboards, die in erster Linie als *Rettungsgerät* zu verstehen sind [6, 7], haben als Hilfsmittel zur Immobilisierung eher ungünstige biomechanische Eigenschaften [18-20] und – vor allem im Bereich des Rumpfes – eingeschränkte Immobilisationseigenschaften [16, 23-26]. Die Art der Begurtung hat Einfluss auf die Immobilisationseigenschaften, ist aber kaum untersucht [28, 29]. Die Immobilisierung in gestreckter Rückenlage auf dem Spineboard führt zudem zu restriktiven Störungen der Lungenfunktion, die insbesondere bei Thoraxtraumata klinisch bedeutsam sein könnten [46-49]. Die bestmögliche Fixierung sollte

daher eine größtmögliche Immobilisation ohne Einschränkung der Atmung und Durchblutung gewährleisten [27].

Ein wesentliches Problem des Spineboards ist der geringe Liegekomfort. Schmerzen, die schon nach einer Liegedauer von 30 Minuten berichtet werden [13, 14], können Wirbelsäulenverletzungen vortäuschen und zu nicht-indizierten Röntgenuntersuchungen führen [15, 31, 32]. Der erhöhte Gewebedruck beim Liegen auf der harten, nicht anpassungsfähigen Oberfläche prädisponiert für Druckschäden, insbesondere im Bereich von Okziput, Sakrum und Fersen [36, 40, 41, 43]. Es finden sich Hinweise auf eine Assoziation zwischen Liegedauer auf dem Spineboard und dem Risiko für die Entwicklung eines Druckulcus, weshalb die Liegedauer auf dem Board auf ein Minimum reduziert werden sollte [35, 36, 41]. Es könnte von Vorteil sein, Spineboards mit gepolsterten Auflagen einzusetzen, da Druckspitzen besser abgefangen werden [19, 20, 22, 33, 43]. Es wird jedoch postuliert, dass eine Polsterung (verbesserter Liegekomfort) nicht notwendigerweise das Risiko für Druckschäden reduziert. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Patient sich selbst nicht äußern kann (neurologisches Defizit, Bewusstseinsstrübung, Intubation). Wahrscheinlich besteht zwischen Polsterung und mechanischer Stabilität ein umgekehrt-proportionales Verhältnis. Hierzu liegen aber kaum valide Daten vor, so dass unklar bleiben muss, inwieweit eine Polsterung von Spineboards deren Immobilisationseigenschaften verändert [23, 24, 43].

In den einschlägigen Leitlinien werden die entsprechenden Indikationen zur Immobilisation detailliert beschreiben [2-4, 6]. Bezüglich des besten Verfahrens äußern sich die *S3-Leitlinie Polytrauma* und *NICE-Guideline* eindeutig zu Gunsten der Vakuummatratze und bewerten das Spineboard als ein reines *Rettungsgerät*. Im US-amerikanischen Schrifttum ist das Spineboard historisch gesehen länger und besser verwurzelt, wenngleich aufgrund verschiedener Risiken und Nachteile die Anwendung auch dort inzwischen kritisch gesehen wird [6].

In vielerlei Hinsicht scheint die Vakuummatratze dem Spineboard jedoch überlegen zu sein. Dies gilt sowohl in Bezug auf die biomechanischen Eigenschaften [15, 18-20] als auch hinsichtlich der besseren Immobilisationseigenschaften [16, 25, 26] und des besseren Liegekomforts [15, 16, 18, 26].

Letztlich fehlen für eine abschließende Bewertung klinische Studien an Patienten mit Wirbelsäulen- und Rückenmarksverletzungen. Bisher existieren lediglich vergleichende Studien an gesunden Probanden [15, 16, 18-20, 26].

Es erscheint sinnvoll, Standards für die Indikationsstellung zur Immobilisation, für Art der Durchführung und die Wahl der dafür erforderlichen Hilfsmittel zu formulieren. Hierfür müssen Liegedauer, Zustand des Patienten, vermutetes Verletzungsmuster und Wegstrecke zur nächsten geeigneten Klinik berücksichtigt werden. Des Weiteren sollten Standards für das Vorgehen während der frühen klinischen Versorgungsphase erstellt werden, in denen festgelegt wird, wann die Immobilisierung reduziert und wann sie aufgehoben werden kann [71-73].

Aussagekräftige Studien über die Sicherheit und über eventuelle Folgeschäden, die sich, wie beispielsweise Druckschäden, erst im Verlauf der stationären Behandlung offenbaren [40, 41, 43], liegen nicht vor. Für eine Überprüfung der Anwendungssicherheit sollten entsprechende Qualitätssicherungsprogramme etabliert werden.

Literaturverzeichnis:

1. Kwan, I., F. Bunn, and I. Roberts, Spinal immobilisation for trauma patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 2001(2): p. Cd002803.
2. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. S3 – Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Behandlung. AWMF online 2016 26.10.2016 [cited 2018 30.4.2018]
Available from: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/012-019.html>.
3. National Clinical Guideline, C., National Institute for Health and Care Excellence: Clinical Guidelines, in Spinal Injury: Assessment and Initial Management. 2016, National Institute for Health and Care Excellence (UK): London.
4. Kornhall, D.K., et al., The Norwegian guidelines for the prehospital management of adult trauma patients with potential spinal injury. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2017. 25(1): p. 2.
5. Ellerton, J., et al., Immobilization and splinting in mountain rescue. Official Recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine, ICAR MEDCOM, Intended for Mountain Rescue First Responders, Physicians, and Rescue Organizations. *High Alt Med Biol*, 2009. 10(4): p. 337-42.
6. White, C.C.t., R.M. Domeier, and M.G. Millin, EMS spinal precautions and the use of the long backboard - resource document to the position statement of the National Association of EMS Physicians and the American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehosp Emerg Care*, 2014. 18(2): p. 306-14.
7. Farrington, J.D., Death in a Ditch. 1967. *Bull Am Coll Surg*, 2013. 98(6): p. 44-53; discussion 43.
8. Clemency, B.M., et al., Compulsory Use of the Backboard is Associated with Increased Frequency of Thoracolumbar Imaging. *Prehosp Emerg Care*, 2018: p. 1-5.
9. Haut, E.R., et al., Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? *J Trauma*, 2010. 68(1): p. 115-20; discussion 120-1.
10. Velopulos, C.G., et al., Prehospital spine immobilization/spinal motion restriction in penetrating trauma: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST). *J Trauma Acute Care Surg*, 2018. 84(5): p. 736-744.
11. Zilles, K., Anatomie. Springer-Lehrbuch. Vol. Berlin, Heidelberg. 2010: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
12. Cross, D.A. and J. Baskerville, Comparison of perceived pain with different immobilization techniques. *Prehosp Emerg Care*, 2001. 5(3): p. 270-4.
13. Chan, D., et al., The effect of spinal immobilization on healthy volunteers. *Ann Emerg Med*, 1994. 23(1): p. 48-51.
14. Chan, D., et al., Backboard versus mattress splint immobilization: a comparison of symptoms generated. *J Emerg Med*, 1996. 14(3): p. 293-8.
15. Hamilton, R.S. and P.T. Pons, The efficacy and comfort of full-body vacuum splints for cervical-spine immobilization. *J Emerg Med*, 1996. 14(5): p. 553-9.
16. Johnson, D.R., M. Hauswald, and C. Stockhoff, Comparison of a vacuum splint device to a rigid backboard for spinal immobilization. *Am J Emerg Med*, 1996. 14(4): p. 369-72.
17. March, J.A., S.C. Ausband, and L.H. Brown, Changes in physical examination caused by use of spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care*, 2002. 6(4): p. 421-4.
18. Keller, B.P., et al., Tissue-interface pressures on three different support-surfaces for trauma patients. *Injury*, 2005. 36(8): p. 946-8.
19. Lovell, M.E. and J.H. Evans, A comparison of the spinal board and the vacuum stretcher, spinal stability and interface pressure. *Injury*, 1994. 25(3): p. 179-80.
20. Main, P.W. and M.E. Lovell, A review of seven support surfaces with emphasis on their protection of the spinally injured. *J Accid Emerg Med*, 1996. 13(1): p. 34-7.
21. Pernik, M.N., et al., Comparison of tissue-interface pressure in healthy subjects lying on two trauma splinting devices: The vacuum mattress splint and long spine board. *Injury*, 2016. 47(8): p. 1801-5.
22. Sheerin, F. and R. de Frein, The occipital and sacral pressures experienced by healthy volunteers under spinal immobilization: a trial of three surfaces. *J Emerg Nurs*, 2007. 33(5): p. 447-50.
23. Wampler, D.A., et al., The long spine board does not reduce lateral motion during transport--a randomized healthy volunteer crossover trial. *Am J Emerg Med*, 2016. 34(4): p. 717-21.

24. Weber, S.R., P. Rauscher, and R.P. Winsett, Comparison of a Padded Patient Litter and Long Spine Board for Spinal Immobilization in Air Medical Transport. *Air Med J*, 2015. 34(4): p. 213-7.
25. Prasarn, M.L., et al., Comparison of the Vacuum Mattress versus the Spine Board Alone for Immobilization of the Cervical Spine Injured Patient: A Biomechanical Cadaveric Study. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017. 42(24): p. E1398-e1402.
26. Luscombe, M.D. and J.L. Williams, Comparison of a long spinal board and vacuum mattress for spinal immobilisation. *Emerg Med J*, 2003. 20(5): p. 476-8.
27. Peery, C.A., J. Brice, and W.D. White, Prehospital spinal immobilization and the backboard quality assessment study. *Prehosp Emerg Care*, 2007. 11(3): p. 293-7.
28. Mazolewski, P. and T.H. Manix, The effectiveness of strapping techniques in spinal immobilization. *Ann Emerg Med*, 1994. 23(6): p. 1290-5.
29. Manix, T., The tying game. How effective are body-to-board strapping techniques? *Jems*, 1995. 20(6): p. 44-50.
30. Mahshidfar, B., et al., Long backboard versus vacuum mattress splint to immobilize whole spine in trauma victims in the field: a randomized clinical trial. *Prehosp Disaster Med*, 2013. 28(5): p. 462-5.
31. Barney, R., W. Cordell, and E. Miller, Pain associated with immobilization on rigid spine boards. *Ann Emerg Med*, 1989. 18(9): p. 918.
32. Leonard, J.C., J. Mao, and D.M. Jaffe, Potential adverse effects of spinal immobilization in children. *Prehosp Emerg Care*, 2012. 16(4): p. 513-8.
33. Cordell, W.H., et al., Pain and tissue-interface pressures during spine-board immobilization. *Ann Emerg Med*, 1995. 26(1): p. 31-6.
34. Hauswald, M., M. Hsu, and C. Stockoff, Maximizing comfort and minimizing ischemia: a comparison of four methods of spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care*, 2000. 4(3): p. 250-2.
35. Curry, K. and L. Casady, The relationship between extended periods of immobility and decubitus ulcer formation in the acutely spinal cord-injured individual. *J Neurosci Nurs*, 1992. 24(4): p. 185-9.
36. Linares, H.A., et al., Association between pressure sores and immobilization in the immediate post-injury period. *Orthopedics*, 1987. 10(4): p. 571-3.
37. Mawson, A.R., et al., Sacral transcutaneous oxygen tension levels in the spinal cord injured: risk factors for pressure ulcers? *Arch Phys Med Rehabil*, 1993. 74(7): p. 745-51.
38. Defloor, T., The effect of position and mattress on interface pressure. *Appl Nurs Res*, 2000. 13(1): p. 2-11.
39. Moody, P., I. Gonzales, and V.Y. Cureton, The effect of body position and mattress type on interface pressure in quadriplegic adults: a pilot study. *Dermatol Nurs*, 2004. 16(6): p. 507-12.
40. Baldwin, K.M. and S.M. Ziegler, Pressure ulcer risk following critical traumatic injury. *Adv Wound Care*, 1998. 11(4): p. 168-73.
41. Mawson, A.R., et al., Risk factors for early occurring pressure ulcers following spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil*, 1988. 67(3): p. 123-7.
42. Mok, J.M., et al., Effect of vacuum spine board immobilization on incidence of pressure ulcers during evacuation of military casualties from theater. *Spine J*, 2013. 13(12): p. 1801-8.
43. Watts, D., et al., Insult after injury: pressure ulcers in trauma patients. *Orthop Nurs*, 1998. 17(4): p. 84-91.
44. Nemunaitis, G., et al., Redesign of a spine board: Proof of concept evaluation. *Assist Technol*, 2016. 28(3): p. 144-51.
45. Lerner, E.B., A.J.t. Billittier, and R.M. Moscati, The effects of neutral positioning with and without padding on spinal immobilization of healthy subjects. *Prehosp Emerg Care*, 1998. 2(2): p. 112-6.
46. Bauer, D. and R. Kowalski, Effect of spinal immobilization devices on pulmonary function in the healthy, nonsmoking man. *Ann Emerg Med*, 1988. 17(9): p. 915-8.
47. Schafermeyer, R.W., et al., Respiratory effects of spinal immobilization in children. *Ann Emerg Med*, 1991. 20(9): p. 1017-9.
48. Totten, V.Y. and D.B. Sugarman, Respiratory effects of spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care*, 1999. 3(4): p. 347-52.
49. Jedlicka, D.S., A comparison of the effects of two methods of spinal immobilization on respiratory effort in the older adult. 1997, The Ohio State University.
50. Levi, A.D., et al., Neurologic deterioration secondary to unrecognized spinal instability following trauma--a multicenter study. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006. 31(4): p. 451-8.

51. Todd, N.V., D. Skinner, and J. Wilson-MacDonald, Secondary neurological deterioration in traumatic spinal injury: data from medicolegal cases. *Bone Joint J*, 2015. 97-b(4): p. 527-31.
52. Toscano, J., Prevention of neurological deterioration before admission to a spinal cord injury unit. *Paraplegia*, 1988. 26(3): p. 143-50.
53. Walton, R., et al., Padded vs unpadded spine board for cervical spine immobilization. *Acad Emerg Med*, 1995. 2(8): p. 725-8.
54. Povey, R.W., A vacuum splint for use in orthopaedic operations. *J Bone Joint Surg Br*, 1970. 52(3): p. 535-9.
55. Schetrumpf, J.R., Instant splints vacuum compacted polystyrene balls. *Br J Plast Surg*, 1973. 26(4): p. 393-7.
56. Letts, R.M. and D.A. Hobson, The vacuum splint: an aid in emergency splinting of fractures. *Can Med Assoc J*, 1973. 109(7): p. 599-600.
57. Sypkens Smit, J.H., [The immobilization mattress]. *Tijdschr Ziekenverpl*, 1975. 28(11): p. 517-9.
58. Normenausschuss Rettungsdienst und Krankenhaus (NARK) im DIN and Normenausschuss Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN, DIN EN 1789:2014-12: Rettungsdienstfahrzeuge und deren Ausrüstung - Krankenkraftwagen; Deutsche Fassung EN 1789:2007+A2:2014 Deutsche Norm, 2014.
59. McGuire, R.A., et al., Spinal instability and the log-rolling maneuver. *J Trauma*, 1987. 27(5): p. 525-31.
60. Suter, R.E., et al., Thoraco-lumbar spinal instability during variations of the log-roll maneuver. *Prehospital and Disaster Medicine*, 1992. 7(2): p. 133-138.
61. Del Rossi, G., et al., Are scoop stretchers suitable for use on spine-injured patients? *Am J Emerg Med*, 2010. 28(7): p. 751-6.
62. Del Rossi, G., M. Horodyski, and M.E. Powers, A Comparison of Spine-Board Transfer Techniques and the Effect of Training on Performance. *J Athl Train*, 2003. 38(3): p. 204-208.
63. Horodyski, M., et al., Removing a patient from the spine board: is the lift and slide safer than the log roll? *J Trauma*, 2011. 70(5): p. 1282-5; discussion 1285.
64. Euler, A., B. Stieltjes, and S.T. Schindera, Automatic tube current modulation for whole-body polytrauma CT with immobilization devices: is there an increase in radiation dose and degradation of image quality? *Emerg Radiol*, 2017. 24(1): p. 31-37.
65. Hemmes, B., et al., Effect of spinal immobilisation devices on radiation exposure in conventional radiography and computed tomography. *Emerg Radiol*, 2016. 23(2): p. 147-53.
66. Stokkeland, P.J., et al., Maintaining immobilisation devices on trauma patients during CT: a feasibility study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2017. 25(1): p. 84.
67. Hemmes, B., et al., Effect of spineboard and headblocks on the image quality of head CT scans. *Emerg Radiol*, 2016. 23(3): p. 263-8.
68. Schou, J., et al., In search of the most suitable technique for truncal spinal immobilization with associated radiography. *Eur J Emerg Med*, 2001. 8(2): p. 89-92.
69. Normenausschuss Rettungsdienst und Krankenhaus (NARK) im DIN and Normenausschuss Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN, DIN EN 1865-1: Krankentransportmittel im Krankenkraftwagen - Teil 1: Allgemeine Krankentragesysteme und Krankentransportmittel; Deutsche Fassung EN 1865-1:2010+A1:2015. Deutsche Norm, 2015.
70. Loewenhardt, B., et al., Radiation exposure in whole-body computed tomography of multiple trauma patients: bearing devices and patient positioning. *Injury*, 2012. 43(1): p. 67-72.
71. Morris, C.G., E.P. McCoy, and G.G. Lavery, Spinal immobilisation for unconscious patients with multiple injuries. *Bmj*, 2004. 329(7464): p. 495-9.
72. Vickery, D., The use of the spinal board after the pre-hospital phase of trauma management. *Emerg Med J*, 2001. 18(1): p. 51-4.
73. American College of Surgeons Committee on Trauma, ed. *ATLS Student Course Manual*. 9th ed. 2012, American College of Surgeons: Chicago, IL, United States of America.
74. Skellett, S., et al., Lesson of the week: Immobilisation of the cervical spine in children. *BMJ*, 2002. 324(7337): p. 591-3.

Erläuterung:

Die Formulierungen der Empfehlung richten sich nach der in der Leitlinienerstellung gängigen Systematik und basieren bei nicht darstellbarer Evidenz auf der konsentierten Meinung Ersteller als Expertengruppe:

positive Empfehlung	negative Empfehlung	Beschreibung
<i>soll</i>	<i>soll nicht</i>	starke Empfehlung
<i>sollte</i>	<i>sollte nicht</i>	Empfehlung
<i>kann</i>	<i>kann verzichtet werden</i>	Empfehlung offen

Erklärung zum conflict of interests:

Die Mitglieder der AG 3 – *Ausrüstung, Bevorratung & Beschaffung* und Dr. med. Heiko Trentzsch berichten, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Redaktionell verantwortlich und Leiter der AG/des Themenfeldes 3:

Dr. med. Axel-Joachim Parsch (ÄBRD Schwaben)