

#### Redaktion

H.J. Bardenheuer · Heidelberg  
H. Forst · Augsburg  
R. Roissant · Aachen  
D. Spahn · Zürich

Die Beiträge der Rubrik „Weiterbildung“ sollen dem Stand des zur Facharztprüfung für den Anaesthesisten entsprechen und zugleich dem niedergelassenen Facharzt als Repetitorium dienen. Die Rubrik beschränkt sich auf klinisch gesicherte Aussagen zum Thema.

S. Poloczek<sup>1</sup> · C. Madler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Anaesthesiologie und operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Benjamin Franklin, Freie Universität Berlin

<sup>2</sup>Institut für Anästhesiologie und Notfallmedizin, Westfal-Klinikum GmbH, Kaiserslautern

# Transport des Intensivpatienten

Das Anforderungsprofil an den klinisch tätigen Anästhesisten wandelt sich ständig. Ein bemerkenswerter Aspekt dieser Entwicklung ist die Tatsache, dass dem Anästhesisten die Rolle des Logistikers in interdisziplinären Teams zugewiesen wird. Dies gilt nicht nur für den unmittelbar perioperativen Bereich (z.B. OP-Planung) und die Erstversorgung von Notfallpatienten (z.B. Schockraummanagement), sondern gerade auch auf Intensivstationen, wo ein Schwerpunkt der täglichen Arbeit in der Bewältigung logistischer Aufgaben liegt. Zu diesen zählt auch die Organisation von Transporten. Nahezu unbemerkt hat sich deren Zahl durch neue diagnostische und therapeutische Möglichkeiten und die damit einhergehende Spezialisierung von Zentren erhöht. In seiner Rolle als „mobiler Intensivmediziner“ muss der Anästhesist das „Problem Intensivtransport“ systematisch analysieren und strukturieren. Das Aufdecken möglicher Risiken sollte zur Entwicklung eines Konzeptes führen, welches das Transporttrauma minimiert. Diese Aufgabe stellt sich somit nicht nur dem transportbegleitenden Arzt. Auch der behandelnde Arzt sowie die Zielinstitution müssen als Indikationsstellende ein originäres Interesse am komplikationslosen Transport haben. Inadäquates Monitoring mit ausbleibenden therapeutischen Konsequenzen während des Transportes läßt sich nicht ohne weiteres im Nachhinein kompensieren. Dieser Beitrag soll einen Überblick über häufige Transportindikationen geben, den Begriff des Transporttraumas definieren sowie die Voraussetzungen für einen sicheren und schonenden Transport aufzeigen. Konzepte für den Transport von kritisch Kranken, sowohl innerklinisch als auch für den Interhospitaltransfer, werden vorgestellt.

## Der Transport von Intensivpatienten ist unvermeidbar

### Innerklinische Transporte

► Transporte von Patienten zwischen Operationssaal und Intensivstation gehören zum klinischen Alltag. Langdauernde und große Eingriffe (z.B. Kardiochirurgie, ausgedehnte Tumorchirurgie) erfordern regelhaft die unmittelbare Fortsetzung bereits

#### ► Transportgründe

- Postoperativ
- Diagnostische Maßnahmen
- Interventionelle Radiologie

Transport of critically ill patients

**Key words:** Critical care · Patient transfer · Transportation of patients · Risk factors · Review, tutorial

Dr. S. Poloczek

Klinik für Anaesthesiologie und operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Benjamin Franklin, Freie Universität Berlin, Hindenburgdamm 30, 12200 Berlin, E-Mail: poloczek@medizin.fu-berlin.de

► **Spezialbehandlungsverfahren**► **Aufnahmekapazität**► **Quantitative Bedeutung**

**Es gibt weder den nicht narkosefähigen noch den nicht transportfähigen Patienten.**

intraoperativ begonnener intensivmedizinischer Maßnahmen. Die Etappenlavage des Abdomens, die Notwendigkeit von Revisionseingriffen und Tracheostomien erfordern ebenso wie nicht aufzuschiebende diagnostische Maßnahmen den Transfer zwischen Intensivstationen und den entsprechenden Funktionseinheiten. Auch Möglichkeiten der interventionellen Radiologie (z.B. CT-gesteuerte Punktionen, Embolisationen, interventionelles MRT) stellen für schwerkranke Patienten zusätzliche Behandlungsoptionen dar. In diesem Zusammenhang ist es von besonderer Bedeutung, dass in den meisten Kliniken neuere Funktionseinheiten und radiologische Großgeräte nachträglich integriert wurden. Dies bedingt häufig eine räumliche Trennung von der Intensivstation und komplizierte Transportwege.

### Interhospitaltransfer

Der Bedarf für den Interhospitaltransfer von Intensivpatienten ist in den letzten Jahren stetig angestiegen [16]. Ein Grund hierfür ist die flächendeckende Etablierung der Intensivmedizin in Krankenhäusern der Grund- und Regelversorgung, welche zunächst für nahezu alle Patienten mit vital bedrohlichen Krankheitsbildern eine heimatnahe Therapie sicherstellt. Reichen die therapeutischen Möglichkeiten zur Beherrschung komplizierter Verläufe (z.B. ARDS, Sepsis) nicht aus oder sind primär weiterführende ► **Spezialbehandlungsverfahren** (z.B. in Verbrennungs- oder Replantationszentren) indiziert, wird zwangsläufig ein Interhospitaltransfer notwendig. Zur Sicherung der ► **Aufnahmekapazität** von Spezialversorgungseinheiten ist auch ein Rücktransport zum frühestmöglichen Zeitpunkt anzustreben. Um den Therapieerfolg der meist noch intensivüberwachungspflichtigen Patienten nicht zu gefährden, müssen diese "zentrifugalen" Transporte hohen Qualitätsansprüchen genügen. Nur eine institutionalisierte Vernetzung von Zentren, Kliniken der Regelversorgung und ggf. Frührehabilitationseinrichtungen sichert eine qualifizierte Versorgung für alle Patienten.

Die ► **quantitative Bedeutung** des Interhospitaltransfer soll durch folgende Zahlen verdeutlicht werden: In Europa werden 57% aller Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (GCS <13) und bis zu 46% aller polytraumatisierten Patienten erst sekundär in einem zur definitiven Versorgung geeigneten Zentrum aufgenommen [19]. Etwa die Hälfte aller Patienten mit akutem Koronarsyndrom, die durch Methoden der interventionellen Kardiologie (z.B. PTCA) therapiert wurden, wurden von anderen Kliniken zuverlegt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass gerade Hochrisikopatienten mit eingeschränkter ventrikulärer Pumpfunktion von diesen neuen therapeutischen Strategien profitieren [1]. Für ARDS-Patienten, welche in einem spezialisierten Zentrum aufgenommen wurden, liegt die Rate der zuverlegten Patienten mitunter bei 100% [14]. Gerade diese Patienten mit akutem Lungenversagen warfen die Frage nach dem vertretbaren Transportrisiko auf und fokussierten auf das Problem ungenügender Transportumstände.

### Ist der Transport von Intensivpatienten riskant?

Es entspricht der klinischen Erfahrung, dass Transporte zu den komplikationsträchtigen Phasen einer Intensivtherapie gehören. Das Risiko eines Transporttraumas limitierte häufig die Indikation für einen notwendigen Transfer. Heute muss jedoch postuliert werden, dass es den „nicht transportfähigen“ Patienten ebenso wenig gibt wie den „nicht narkosefähigen“ Patienten. Jede Transportindikation ist eine Einzelfallentscheidung, die Risiken und Nutzen abwägt. Entscheidungsträger sind der behandelnde Arzt und das aufnehmende Zentrum. Dem transportbegleitenden Arzt kommt bei der Indikationsstellung eine beratende Funktion zu. Vergleichbar dem Anästhesisten bei der Narkoseführung eines risikoträchtigen, aber notwendigen Eingriffes, wird ihm dann die Verantwortung für die Durchführung des Transportes übertragen. Um das Transportrisiko adäquat einschätzen zu können, sollten die folgenden Aspekte berücksichtigt werden.

### ► Transporttrauma

Das „Transporttrauma“ ist die Summe aller auf den Patienten einwirkenden schädigenden Faktoren.

### ► Redundanz wichtiger Versorgungssysteme

### ► Beatmung

Notfallrespiratoren sind für Intensivpatienten ungeeignet.

### ► Kreislauf

Ziel ist Vermeidung neurohumoraler Kreislaufreaktionen.

## Was ist das Transporttrauma?

Als ► „Transporttrauma“ wird die Summe aller während des Transportes auf den Patienten einwirkenden, potentiell schädigenden Faktoren definiert. Mehr als die physikalischen Einflüsse selbst sind die Rahmenbedingungen von Bedeutung. Es sind im wesentlichen vier Faktoren, die das Ausmaß des Transporttraumas bestimmen [18]:

- Missgeschicke
- Inadäquate Transportbedingungen
- Transportstress
- Spontanverlauf der Erkrankung

### Missgeschicke

Durch Umlagerung, den Wechsel auf Transportgeräte und die Notwendigkeit, Patient und Equipment bewegen zu müssen, kommt es nachgewiesenermaßen – im Vergleich zu einer stationären Situation – zu einer erhöhten Zahl von Missgeschicken. Dazu zählen z.B. Diskonnektionen, Abknicken von Beatmungsschläuchen, Monitorartefakte, versehentliche Entfernung von Kathetern oder Tubus. Die Häufigkeit von derartigen Missgeschicken wird mit bis zu 35% angegeben [25]. Zwar sind viele ohne direkten negativen Einfluss auf den Patienten, aber in Kombination mit anderen Ereignissen kann sich aus einem zunächst banalen Problem eine ernsthafte Komplikation entwickeln [7].

Vermeidung von Provisorien und Zeitdruck, sorgfältige Vorbereitung und adäquates Monitoring in der Hand eines eingespielten Teams können diese Fehler auf ein Mindestmaß reduzieren. Die ► **Redundanz wichtiger Versorgungssysteme** muss für den gesamten Transport gewährleistet sein, um beispielsweise eine akzidentelle Extubation auch im Aufzug beheben zu können.

### Inadäquate Transportbedingungen

Die ► **Beatmung** von Intensivpatienten mittels Handbeatmungsbeutel kann zu erheblichen Einschränkungen von Oxygenierung oder Störung der Ventilation führen [3, 9]. Auch Notfallrespiratoren, wie sie im Notarztdienst verwendet werden, sind für Intensivpatienten ungeeignet. Oft fehlt das Monitoring von Atemwegsdruck und expiratorischem Tidalvolumen. Problematisch ist bei den meist pneumatisch betriebenen Geräten die hohe Abweichung des eingestellten Atemminutenvolumen in Abhängigkeit von Atemwegsdruck und Compliance [12].

Die durch Stress und Lagerungsvorgänge auftretenden Schwankungen der ► **Kreislaufparameter** müssen kontinuierlich beobachtet werden. Es gibt keinen Grund, ein invasives hämodynamisches Monitoring für den Transport zu unterbrechen. Vielmehr kann der Transport selbst die Indikation für ein invasives Kreislaufmonitoring begründen. Die arterielle Blutdruckmessung gilt als die sicherste Methode der Überwachung während des Transportes [22]. Eine intrakranielle Druckmessung sollte ebenfalls auf dem Transport aufrechterhalten werden. Pulmonalarterielle Druckwerte sollen kontinuierlich gemessen werden, um eine versehentliche Dislokation der Katheterspitze in Wedge-Position zu entdecken.

### Transportstress

Die Belastung für den Patienten ergibt sich aus psychischer Belastung, Schmerz bei Lagerungsmaßnahmen, Erschütterungen, Beschleunigungskräften, Temperaturwechsel und Lärmexposition. Ähnlich wie in der intraoperativen Situation ist die Intensität der Stimuli wechselnd. Ziel ist die Vermeidung neurohumoraler Kreislaufreaktionen, die sich insbesondere bei Patienten mit akutem Koronarsyndrom oder Gefäßaneurysmen negativ auswirken können. In einigen Studien wurde der Versuch unternommen, durch die Messung von Katecholamin-Plasmaspiegel und anderen Stressparametern den Einfluss der Belastung zu quantifizieren. Aufgrund der multifaktorellen äußeren Einflüsse und der inhomogenen Patientenkollektive sind allerdings eindeutige Daten nur schwer abzuleiten.

▶ **Anxiolyse**

Cave: Fuß-Tief-Lagerung

▶ **Schwingungsbelastung**

Cave: Beschleunigung in Kopf-Fuß-Richtung

▶ **Faktor Zeit**▶ **Grundlagen für einen gefahrlosen Transport**▶ **Richtlinien und Empfehlungen**

Bei wachen Patienten ist eine individuelle ▶ **Anxiolyse** durch detaillierte Aufklärung, Gewährleistung ständigen Sicht- und Sprechkontaktes und ggf. medikamentöse Unterstützung notwendig. Beatmete Patienten sollten während des Transportes immer ausreichend analgosediert sein, insbesondere wenn Umlagerungen mit Schmerzen verbunden sind. Ein typisches transportassoziiertes Problem ist die Notwendigkeit einer Fuß-Tief-Lagerung beim Einladen der Trage ins Rettungsfahrzeug, welche bei erniedrigtem peripheren Widerstand oder Hypovolämie zu ausgeprägten Hypotensionen führen kann. Die ▶ **Schwingungsbelastung** im Helikopter ist dreidimensional und von geringer physiologischer Relevanz. Bedeutsam sind dagegen Beschleunigungskräfte in Kopf-Fuß-Richtung. Diese sind im Fahrzeug oder Flugzeug ausgeprägter als im Hubschrauber. Sie fallen dann nicht ins Gewicht, wenn der Patient quer zu Fahrt- oder Flugrichtung transportiert wird [20]. Schutz vor Auskühlung und die Benutzung von Lärmprotektoren sind selbstverständlich.

**Spontanverlauf der Erkrankung**

Eine Verschlechterung des Patientenzustandes durch einen progredienten Verlauf der Erkrankung (z.B. unkontrollierbare Blutung) tritt während des Transportes unabhängig vom Transport selbst auf. Kurze Transportzeiten senken die Wahrscheinlichkeit von Zwischenfällen und ermöglichen eine rasche definitive Versorgung. Der ▶ **Faktor Zeit** ist oft bei Traumapatienten, aber auch bei kardiologischen, neurologischen und neurochirurgischen Patienten von Bedeutung. Rechtzeitige Indikationsstellung und sofortige Alarmierung des Transportmittels sparen Zeit. In diesen Fällen ist eine ständige Verfügbarkeit und geringe Vorlaufzeit notwendige Voraussetzung.

**Kann das Risiko quantifiziert werden?**

Eine Reihe von Untersuchungen hat den Versuch unternommen, das Transportrisiko zu quantifizieren. Eine der ersten Arbeiten von Waddell et al. aus dem Jahre 1975 findet eine hohe Inzidenz von Komplikationen und fordert verbesserte Transportbedingungen [27]. Harless und Mitarbeiter beschreiben 1978 einen unmittelbaren Todesfall beim Transport von 44 Intensivpatienten [11]. In anderen Studien wird die Inzidenz von Zwischenfällen meist in Schwankungen physiologischer Parameter wie Herzfrequenz, Blutdruck und pulsoxymetrische Sättigung gemessen. Die Häufigkeit dieser Schwankungen beträgt zwischen 14% und 29% [2, 5, 8]. Relevante Spätfolgen für den Patienten sind auf diese Weise kaum nachzuweisen. Hurst et al. verglichen 1992 transportierte Patienten mit einem nicht transportierten Kontrollkollektiv, welches auf der Intensivstation verblieb. Inzidenz und Ausmaß hämodynamischer und respiratorischer Schwankungen unterschieden sich in den beiden Gruppen nicht [13]. Selevan et al. verglichen über 3 000 Patienten, die von anderen Kliniken zuverlegt wurden mit einer gleich großen Kontrollgruppe, welche im behandelnden Krankenhaus direkt zur Aufnahme kam [24]. Unter optimierten Transportbedingungen unterschieden sich die Gruppen weder in Mortalität, Krankenhausaufenthalt und Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation.

Nahezu einheitlich kommen alle Autoren zur Folgerung, dass folgende Faktoren die ▶ **Grundlage für einen gefahrlosen Transport** von Intensivpatienten sind:

- ▶ Optimale Transportvorbereitung
- ▶ Konsequente Fortführung von Therapie und Monitoring
- ▶ Kompetente personelle Begleitung
- ▶ Organisatorisches Gesamtkonzept

Die Studienergebnisse der letzten Jahre schlugen sich auch in einer Reihe von ▶ **Richtlinien und Empfehlungen** nieder. Beispielsweise haben die US-amerikanischen Gesellschaften „American College of Critical Care Medicine“ und „Society of Critical Care Medicine“ auf der Basis von Erfahrungswerten, der verfügbaren Literatur und den Ergebnissen von Konsensuskonferenzen Richtlinien mit Evidenced-Based-Charakter gegeben [10]. In Deutschland existieren zu Teilaspekten des Intensivtransportes Empfehlungen, auf die im folgenden noch eingegangen wird [4, 23].

► Hypovolämie Patienten

► Blutungen

► Sorgfältige schriftliche Dokumentation

► Risiko der Dislokation

Eine Minimierung des Monitorings ist nie indiziert.

► Luftfahrzeuge

## Was sind Kriterien des sicheren Transportes?

### Optimale Vorbereitung des Patienten

Die optimale Vorbereitung ist Grundlage für einen sicheren Transport. Dabei müssen die Vorbereitungsmaßnahmen der Dringlichkeit des Transportes angepasst werden. Um Zeit zu gewinnen, sollte die Alarmierung des Transportmittels und Vorbereitung des Patienten parallel verlaufen. Bei der Vorbereitung des Patienten sind im Einzelnen die folgenden Punkte zu beachten.

#### Kreislauf

Idealerweise befindet sich der Patient in einem ausgeglichenen Volumenstatus. ► **Hypovolämie Patienten** reagieren auf Lagerungsmaßnahmen empfindlich. Bei instabilen Patienten ist eine invasive Blutdruckmessung generell zu empfehlen. Die Indikation für einen zentralen Venenkatheter ist großzügig zu stellen. Die Applikation von vasoaktiven Substanzen über periphervenöse Zugänge ist unzuverlässig.

Die Stillung potentiell kontrollierbarer ► **Blutungen** bei Traumatpatienten vor dem Transport ist essentiell. Falls eine unbeherrschbare Blutung die Transportindikation ist, sollten großlumige Zugänge vorhanden sein und genügend Blutkonserven für den Transport vorbereitet werden.

#### Atmung

Der Transport alleine ist zwar keine Indikation zur Analgosedierung und Beatmung, dennoch sollte die Intubationsindikation vor dem Transport großzügig gestellt werden. Für Patienten mit schwerer respiratorischer Insuffizienz kann im Zweifelsfall das aufnehmende Zentrum bereits Hinweise für die Optimierung der Beatmung geben. Für die Anlage einer Thoraxdrainage gelten die üblichen Indikationen. Aktuelle Blutgasanalysen vor Transportbeginn sind hilfreich.

#### Diagnostik und Dokumentation

Die intensivmedizinische Basisdiagnostik sollte vor dem Transport nochmals aktualisiert werden. Da neben dem Patienten auch Anamnese, Krankheitsverlauf, alle erhobenen Befunde und die bisherige Therapie transferiert werden müssen, ist auf eine ► **sorgfältige schriftliche Dokumentation** zu achten. Ausführliche Informationen sind nicht nur für den transportbegleitenden Arzt wichtig, sondern auch für die aufnehmende Klinik.

#### Sonstiges

Die Überprüfung einer sorgfältigen Fixierung von Kathetern und Endotrachealtubus verringert das ► **Risiko einer Dislokation**. Alle kontinuierlich applizierten Medikamente sollen exakt beschriftet sein. Die US-Richtlinien empfehlen eine Einwilligung des Patienten bzw. dessen Angehörigen [10]. Die Information der aufnehmenden Klinik über die geschätzte Ankunftszeit ist Aufgabe des Transportteams.

### Monitoring und Therapie während des Transportes

Sämtliche Monitoring- und Therapieverfahren werden während des Transportes kontinuierlich fortgeführt [23]. Eine Minimierung ist praktisch nie indiziert. Alle Transportmittel müssen über die dafür erforderliche Ausstattung verfügen. Feste Vorgaben für die Mindestausrüstung von ► **Luftfahrzeugen** existieren in der DIN 13230 für Intensivtransporthubschrauber (ITH) (Tabelle 1). Um die geforderte kontinuierliche Therapie zu gewährleisten, sollte der mitgeführte Ventilator über alle differenzierten Beatmungsmuster verfügen. Mit gängigen Intensivrespiratoren (z.B. Siemens Servo 300) wurden gute Erfahrungen gemacht.

**Tabelle 1**  
**Erforderliches Equipment für Monitoring und Therapie (modifiziert nach DIN 13230)**

Monitoring	Therapie
EKG	Intensivrespirator mit gängigen Alarmeinrichtungen
Oszillometrische Blutdruckmessung	Spritzenpumpen (mindestens 4 Stück)
Invasive Druckmessung	Defibrillator
- Arterielle Blutdruckmessung	Herzschrittmacher (transkutan und transvenös)
- Optional ZVD, PAP oder ICP	Umfangreiche medikamentöse Ausstattung
Pulsoxymetrie	Apparative Ausstattung für Atemwegsicherung und Gefäßzugänge
Kapnographie	Chirurgische Basisausstattung (z.B. Thoraxdrainage)
Temperatur	
Diagnostik	Spezialindikationen
Blutzuckermessgerät	Inkubator, IABP, ECMO
Blutgasanalysegerät	

Neben dem Ventilator müssen auch Monitor und Spritzenpumpen außerhalb der Station oder des Transportmittels autark arbeiten und über eine zuverlässige und ausdauernde Energie- und Gasversorgung verfügen. Geeignete Geräte werden von der Industrie angeboten. Idealerweise kommen Transporttragensysteme zur Anwendung, welche alle Einrichtungen in kompakter Bauweise vereinen (Abb. 1).



Abb. 1 ▲ Transporteinheit für den innerklinischen Transport

Qualifikation des Personales hat eine Schlüsselrolle.

#### ► Empfehlungen der DIVI

### Transportbegleitendes Personal

Alle veröffentlichten Untersuchungen und Richtlinien betonen die Schlüsselrolle der Qualifikation des begleitenden Personals. Sowohl ärztliche wie nichtärztliche Mitarbeiter müssen in der Lage sein, einen Intensivpatienten selbstständig zu betreuen und über genügend Erfahrung mit den Besonderheiten des Transportes verfügen. Es sind mindestens zwei Personen notwendig. Intensivmedizinische Erfahrung, insbesondere auch mit dem Equipment des Transportsystems ist eine Grundvoraussetzung. Die ► **Empfehlungen der DIVI** zur ärztlichen Qualifikation übersteigen die Voraussetzungen, die von Notärzten gefordert wird (Tabelle 2) [4]. Das Facharztniveau des begleitenden Intensivmediziners ist anzustreben.

**Tabelle 2**

**Empfehlungen der DIVI zur ärztlichen Qualifikation bei Intensivtransporten**

1. 3 Jahre klinische Weiterbildung in einem Fachgebiet mit intensivmedizinischen Versorgungsaufgaben
2. Zusätzlich 6 Monate nachweisbare Vollzeittätigkeit auf einer Intensivstation
3. Zusätzlich Fachkundenachweis Rettungsdienst bzw. Zusatzbezeichnung Rettungsmedizin
4. Zusätzlich 20stündiger Kurs Intensivtransport (unter Aufsicht der Landesärztekammern)
  - ▶ Flugphysiologische Spezifika des Lufttransportes (2 Stunden)
  - ▶ Darstellung ausgewählter, häufiger Krankheitsbilder im Bereich des boden- und nicht-bodengebundenen Intensivtransportes an Fallbeispielen (4 Stunden)
  - ▶ Einweisung gemäß MPG der häufigsten medizintechnischen Geräte im Bereich des Intensivtransfers (4 Stunden)
  - ▶ Einweisung in die häufigsten Transportmittel des boden- und nicht-bodengebundenen Intensivtransportes (4 Stunden)
  - ▶ Flugsicherheitstechnische Unterweisung mit Abschlußprüfung (4 Stunden)
  - ▶ Qualitätssicherung – Dokumentation – EDV nach Standard (2 Stunden)

**Die Komplexität des Transportes rechtfertigt die Begleitung durch eine Intensivpflegekraft und einen Rettungsassistenten.**

**Improvisationen müssen vermieden werden.**

**Anpassung an die lokale und regionale Infrastruktur.**

Für das medizinische Assistenzpersonal sind ähnliche Anforderungen zu stellen. Fachpflegekräfte der Intensivmedizin müssen in die Besonderheiten des Transportes (Fahrzeug/Hubschrauber, Funkkommunikation, usw.) eingewiesen werden. Die reguläre Ausbildung von Rettungsassistenten beinhaltet nicht die Vermittlung von intensivmedizinischen Krankheitsbildern, Umgang mit invasiven Druckmessungen, Katecholamintherapie und die Spezifika der differenzierten Beatmung. Die Komplexität des Transportes rechtfertigt durchaus die Begleitung durch eine Intensivpflegekraft und einen Rettungsassistenten [18].

Um Professionalität und Erfahrung des eingesetzten Personal zu erreichen, muss dieses über Routine verfügen. Die Teams sollten deshalb in ein organisatorisches Gesamtkonzept eingebunden sein, welches neben der häufigen Einsatzfrequenz auch die Supervision und regelmäßige Fortbildung gewährleisten kann.

**Organisatorisches Gesamtkonzept**

Transporte sind oft zeitkritisch, Improvisationen müssen vermieden werden. Definierte organisatorische Rahmenbedingungen sind deshalb für innerklinische Transporte als auch für den Interhospitaltransfer vonnöten. Es ist nicht ausreichend, Transportmittel des Rettungsdienstes mit Intensivrespirator und Spritzenpumpen zu versehen und sie damit zum Intensivtransportmittel zu deklarieren. Verantwortlichkeit und Zuständigkeit müssen für eine Reihe von Punkten geklärt sein (Tabelle 3).

**Tabelle 3**

**Organisatorisches Gesamtkonzept - Notwendige Strukturen**

- ▶ Koordination von Transporten und Intensivbetten
- ▶ Kommunikation zwischen Transportmittel und kooperierenden Kliniken
- ▶ Zusammenarbeit mit Zentren für Spezialbehandlungsverfahren
- ▶ Beschaffung, Verfügbarkeit und Wartung von medizinischem Equipment
- ▶ 24-Stunden-Bereitschaft von Team und verantwortlichem Koordinator
- ▶ Auswahl, Einweisung und Ausbildung des Personals
- ▶ Administration (Abrechnung, Dienstplan, Versicherungsschutz usw.)
- ▶ Dokumentation, Auswertung und Qualitätsmanagement, Finanzierung

Transportsysteme müssen sowohl inner- wie auch interklinisch an die lokale und regionale Infrastruktur angepasst werden. Einheitliche detaillierte Empfehlungen sind daher nicht sinnvoll. Jede Intensivstation sollte über ein individuelles Konzept verfügen, welches die Planung, Organisation und Durchführung von Patiententransfer regelt.

## ► Präzise Indikationsstellung

## ► Koordination

## Praktische Umsetzung

### Innerklinisches Konzept

Bereits innerklinische Transporte stellen einen nicht unerheblichen zeitlichen, personellen und damit auch finanziellen Aufwand dar und erfordern schon deshalb eine ► **präzise Indikationsstellung**. Die therapeutische Relevanz von diagnostischen Maßnahmen muss überprüft werden. Es ist zu diskutieren, ob kleinere operative Eingriffe wie Tracheostomien auch auf der Station durchgeführt werden können.

Die ► **Koordination** von Transporten zwischen allen Beteiligten (Intensivstation, Transportteam, diagnostischen Einheiten und operativen Disziplinen) sollte zentral erfolgen, um den Verlust von Informationen zu minimieren und die zeitliche Koordination und damit die Nutzung von Kapazitäten zu optimieren. Der Transport erfordert mindestens zwei Begleitpersonen, deren fachliche Eignung dem Zustand des Patienten angepasst sein muss. Idealerweise begleitet die betreuende Pflegekraft den Transport [6]. Falls dies aus organisatorischen Gründen nicht möglich ist, muss auf eine adäquate Übergabe an das Transportteam geachtet werden. Alle schwerkranken und instabilen Patienten sowie Patienten, bei denen eine akute Verschlechterung zu erwarten ist, müssen von einem intensivmedizinisch erfahrenen Arzt begleitet werden.

Es ist sinnvoll, das Equipment für den Transport in einer an das Bett ankoppelbaren Transporteinheit unterzubringen (Abb. 2). Neben Respirator, Monitor und Spritzenpumpen beinhaltet diese die Instrumente für die Notfallbehandlung (Intubationsbesteck, Beatmungsbeutel, Absaugmöglichkeit, Notfallmedikamente) [15]. Ausreichende Versorgung mit Sauerstoff und Druckluft ist essentiell. Alle Arbeitsplätze (CT usw.) müssen mit Anschlüssen der zentralen Gasversorgung ausgestattet sein. Schläuche und Kabel werden gut fixiert und zweckmäßigerweise längs der Körperachse gelegt, um größeres Kabelgewirr zu verhindern. Auch kürzere Transporte müssen sorgfältig dokumentiert werden.

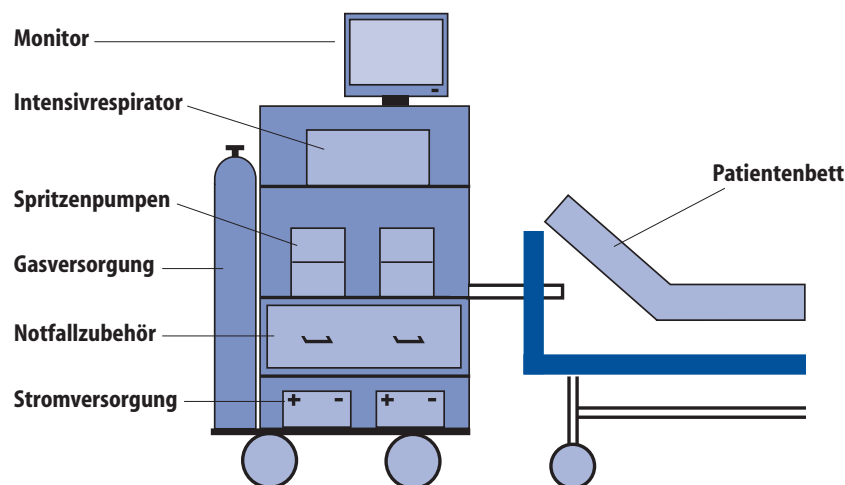


Abb. 2 ▲ Interhospitaltransfersystem

### Interhospitaltransfer

Jede Intensivstation sollte, basierend auf den regionalen Gegebenheiten, ein festes Konzept für die praktische Durchführung von Interhospitaltransporten erstellen. Die bloße Anmeldung eines Transportes unter dem Stichwort „Verlegung“ bei einem Krankentransportunternehmen oder einer Rettungsleitstelle ist nicht ausreichend. Die nachfolgenden Punkte sollten bei der Erstellung des Konzeptes in Betracht gezogen werden:



## Organisationsformen

Für den Organisation des Interhospitaltransfer existieren folgende Modelle:

### ► Bringprinzip

► **Bringprinzip:** Der Arzt der abgebenden Klinik organisiert vor Ort ein Fahrzeug oder einen Hubschrauber und begleitet den Transport selbst. Vorteil dieses Verfahrens ist die Tatsache, dass der begleitende Arzt den Patienten kennt. Allerdings stehen ihm nur Transportmittel des regulären Rettungsdienstes zur Verfügung, deren Ausstattung nicht oder nur bedingt für Intensivpatienten geeignet ist. Zudem arbeitet der begleitende Arzt während des Transportes auf fremdem Terrain mit ihm nicht vertrautem Equipment. Wird ein Notarzt- oder Rettungswagen mit dieser Aufgabe betraut, ist er meist für Stunden seiner eigentlichen Aufgabe, der Primärrettung, entzogen. Dieses Vorgehen kann als Notlösung gelten, wenn andere Transportmodalitäten nicht verfügbar sind und der Transport aus vitaler Indikation sofort durchgeführt werden muss.

### ► Holprinzip

► **Holprinzip:** Der Patient wird durch ein Team der aufnehmenden Klinik mit einem eigenen Transportsystem und eigenem Personal abgeholt. Die Übergabe aller medizinischen Informationen erfolgt auf der Intensivstation des abgebenden Krankenhauses. Dies ermöglicht auch den Beginn von Spezialbehandlungsverfahren wie z.B. die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) vor Ort [21]. Die Einrichtung eines solch spezialisierten Systems ist allerdings nur an Zentren mit entsprechenden personellen, apparativen und logistischen Ressourcen möglich. Eine Ausnahme bildet die Neonatologie, wo das Holprinzip der Regelfall ist (Neugeborenenabholdienst).

### ► Transport durch Spezialtransportmittel

#### ► ITH

#### ► ITW

► **Transport durch Spezialtransportmittel:** Entsprechend dem zunehmenden Bedarf entstanden in den letzten Jahren qualifizierte Transportsysteme, die eigens für den Transport schwerkranker Patienten konzipiert sind (Abb. 1) [17]. Neben den meist rund um die Uhr einsatzbereiten Intensivtransporthubschraubern ► (ITH) werden, wenn auch nicht flächendeckend, zunehmend auch Intensivtransportwagen ► (ITW) für den Transport auf der Straße eingesetzt. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Auslastung sichert die Erfahrung für das Team und die Rentabilität des Transportmittels. Durch die enge Kooperation mit Rettungsdienstorganisationen und großen Kliniken können Logistik und Personal optimal genutzt werden. Die Anbindung des Transportmittels an ein Zentrum schafft die Möglichkeit, auch hochspezialisierte Teams vor Ort zu bringen.

## Auswahl des geeigneten Transportmittels

Auskünfte (Alarmierung, Ausstattung, Personal) über diese meist von Rettungsdienstorganisationen betriebenen Spezialtransportmittel werden zweckmäßigerweise im Vorfeld eingeholt. Einige Punkte sollten auf alle Fälle berücksichtigt werden (Tabelle 4). Die Fachgesellschaften haben mittlerweile Empfehlungen für die Grundanforderungen gegeben, die Transportmittel erfüllen sollen [4, 23]. Optimalerweise übernimmt das aufnehmende Zentrum auch die Organisation des Transportes mit eigenen oder kooperierenden Transportmitteln.

Tabelle 4

### Anforderungen an Intensivtransportmittel

- Verfügbarkeit rund um die Uhr
- Einfache und direkte Alarmierung
- Qualifizierte personelle Besetzung (Intensivmediziner, Intensivpflegekraft)
- Moderne Kommunikationstechnologie
- Sichere Transportmöglichkeit (Hubschrauber/Fahrzeug)
- Intensivmedizinisches Equipment
- Dokumentation und Qualitätsmanagementsystem

**Helikopter ist Basis vieler Interhospitaltransfersysteme.**

**Abrechnung per Flugminute:  
ca. 80–120 DM.**

► **Kriterien für die Entscheidungsfindung**

**Cave: Flughöhe!**

**Höhenphysiologische Besonderheiten sind bei geringen Flughöhen minimal.**

## Luft- oder bodengebundener Transport?

Der Helikopter ist Basis vieler Interhospitaltransfersysteme. Geschwindigkeit und schonender Transport sind seine großen Vorteile. Darüber hinaus erlaubt er es, auch über große Distanzen spezialisierte Teams schnell vor Ort zu bringen. Allerdings ist er ein teures Transportmittel. Sein Einsatz wird in der Regel per Flugminute abgerechnet, diese schlägt mit ca. 80–120 DM zu Buche. Auch die Ausstattung der verschiedenen Transportmittel ist in die Erwägung einzubeziehen. Es ist im Einzelfall zu entscheiden, ob ein „langsamer“ Intensivtransportwagen mit der Möglichkeit zur Fortführung intensivtherapeutischer Maßnahmen dem schnellen, aber für den Transport von Intensivpatienten nur unzureichend ausgestatteten Rettungshubschrauber überlegen ist. Wichtige ► **Kriterien für die Entscheidungsfindung** zwischen Luft- und Bodentransport sind in der Tabelle 5 zusammengestellt.

**Tabelle 5**  
**Luft- oder Bodentransport – Entscheidungskriterien**

- Dringlichkeit des Transportes
- Verfügbarkeit
- Ausstattung der Systeme
- Zustand des Patienten
- Kosten
- Sicherheit
- Geographische Faktoren
- Wetter
- Verkehrsbedingungen

Über längere Distanzen fliegen Ambulanzhubschrauber in der Regel in Höhen von max. 5000 ft (ca. 1500 m). Bei dieser Flughöhe dehnen sich gasgefüllte Räume (z.B. Tubus-Cuff, zerebrale Lufteinschlüsse, Pneumothorax) um den Faktor 1,2 aus [20]. Falls daraus eine Gefährdung des Patienten resultieren könnte, kann die Flughöhe problemlos auf 1000 ft (ca. 300 m) begrenzt werden. Damit ist die Gefährdung minimal.

Die höhenbedingten Veränderungen des Sauerstoffpartialdrucks sind bei niedrigen Flughöhen ebenfalls gering. Allerdings ist zu beachten, dass größere Flughöhen bei schwer kranken Patienten durchaus nicht zu vernachlässigen sind. Ein Patient mit einem  $pO_2$  von 60 mm Hg hat auf Meereshöhe eine Sauerstoffsättigung von 90%, eine Flughöhe von 5000 ft (ca. 1500 m) kann einen Abfall der Sauerstoffsättigung auf 70% bedingen [20]. Dies kann auch beim Transport mit Verkehrsflugzeugen relevant werden. Der dort herrschende Kabinendruck entspricht einer Flughöhe von ca. 2000 Meter. Kontinuierliche Pulsoxymetrie, großzügige Sauerstoffgabe und frühzeitige Beatmung verhindern eine Gefährdung des Patienten.

## Arzt-Arzt-Gespräch

Der transportbegleitende Arzt muß vor dem Transport eine Kontaktaufnahme mit der abgebenden Klinik anstreben. Ziel des „Arzt-Arzt-Gespräch“ ist es, ein möglichst genaues Bild über den Zustand des Patienten zu erhalten. Aus diesen Informationen lassen sich Dringlichkeit und apparativer Aufwand abschätzen. Der Abholzeitpunkt wird vereinbart und eventuell noch notwendige transportvorbereitende Maßnahmen (z. B. Anlage einer arteriellen Kanüle) besprochen.

**Übernahme des Patienten grundsätzlich auf der Station des abgebenden Krankenhauses.**

**Kontinuität der Behandlung muß gewährleistet sein.**

**1. Was ist das Transporttrauma?**

**2. Was sind die Voraussetzungen für eine Minimierung des Transportrisikos?**

**3. Welches intensivmedizinische Equipment ist für Transporte essentiell?**

**4. Welche Probleme ergeben sich bei der Verwendung von kompakten, pneumatisch betriebenen Notfallrespiratoren?**

## Übernahme des Patienten

Die Übernahme des Patienten findet grundsätzlich auf der Station des abgebenden Krankenhauses statt. Übergaben auf Hubschrauberlandeplätzen führen, weil unter suboptimalen Bedingungen (Wetter, Licht etc.) meist zu Zeitdruck und Informationslücken. Nach dem Austausch aller wichtigen Informationen wird das Monitoring – falls erforderlich – komplettiert und der Patient umgelagert. Umlagerung und Umbau des Monitoring auf das Transportequipment dürfen nicht gleichzeitig erfolgen, um Komplikationen in dieser Phase nicht zu verschleiern. Bei respiratorisch insuffizienten Patienten empfiehlt sich eine Blutgasanalyse nach Adaptation an den Transportrespirator. Spritzenpumpen mit vasoaktiven Substanzen müssen auf dem gleichen Niveau wie der Patient gehalten werden, um bei akzidentieller Lösung des Spritzenkolbens eine schwerkraftabhängige Bolusgabe zu vermeiden. Vor Verlassen der Station sollte der Patient in einem stabilen Zustand sein.

## Ablauf des Transportes

Kritische Phasen auf dem Transport sind nicht unbedingt der Flug oder die Fahrt selbst, sondern der – auch von der Dauer nicht zu unterschätzende Weg – von der Intensivstation zum Transportmittel. Die Kontinuität der Behandlung muß auch hier gewährleistet sein, gerätetechnische Improvisationen sind zu vermeiden. Die eingeleitete Therapie wird auf dem Transport fortgesetzt, Änderungen sollten nur bei Verschlechterung des Zustandes vorgenommen werden.

## Kommunikation und Dokumentation

Möglichst genaue Informationen über Zustand des Patienten, Art der Therapie, bestehende Komplikationen und geschätzte Ankunftszeit sollten dem Zentrum mitgeteilt werden. Das Zentrum kann besser planen und adäquate Ressourcen zur Verfügung stellen. Alle Befunde des abgebenden Hauses und die Dokumentation des Transportes werden mit dem Patienten übergeben.

## Fragen und Antworten zur Erfolgskontrolle

Das Transporttrauma ist die Summe aller während des Transportes auf den Patienten einwirkenden, potentiell schädigenden Faktoren. Neben dem Transportstress durch Lagerung und anderen physikalischen Faktoren wird es durch Missgeschicke und inadäquate Transportbedingungen wie fehlendes Monitoring beeinflusst. Auch der Spontanverlauf der Erkrankung kann den Zustand des Patienten während des Transportes verschlechtern.

Neben der konsequenten Fortführung der intensivmedizinischen Therapie und einer optimalen Vorbereitung des Patienten liegt die wichtigste Voraussetzung in der Qualifikation des begleitenden Personals. Die Organisation der Transporte muß in einem funktionierenden Gesamtkonzept geregelt sein.

Grundsätzlich sollten neben EKG, Blutdruckmessung und Pulsoxymetrie mindestens zwei invasive Druckmessungen und eine Kapnographie vorhanden sein. Für die Aufrechterhaltung der Therapie ist ein Intensivrespirator mit ausreichender Strom- und Gasversorgung notwendig. Genügend Spritzenpumpen sichern die kontinuierliche Pharmakotherapie. Neben der gängigen Notfallausrüstung muss je nach Krankheitsbild optional weiteres Equipment mitgeführt werden.

Älteren Geräten dieser Bauart fehlt oft das Minimalmonitoring der Beatmung wie Atemwegsdruck, expiratorisches Atemvolumen und inspiratorische Sauerstoffkonzentration. Neuere Geräte besitzen zwar Alarmeinrichtungen, zeigen aber – bauartbedingt durch die pneumatische Steuerung – weiterhin große Abweichungen zwischen eingestelltem und tatsächlichem Atemvolumen.

**5. Nach einem zunächst scheinbar moderatem Thoraxtrauma entwickelt ein Patient ein massives ARDS. Mit einer  $F_iO_2$  von 1,0 und einem PEEP von 15 mbar erreichen Sie einen arteriellen  $pO_2$  von ca. 60 mm Hg. Sie möchten diesen Patienten zur erweiterten Therapie in ein Zentrum verlegen. Wie gehen Sie vor?**

Bei der Kontaktaufnahme mit dem Zentrum weisen Sie darauf hin, daß die Einzelheiten des Transportes noch nicht geklärt sind. Das aufnehmende Zentrum wird den Patienten entweder selbst abholen oder sich um eine adäquate Transportmöglichkeit kümmern. Um für solche Fälle gerüstet zu sein, sollten Sie sich erkundigen, ob in Ihrer Region ein Spezialtransportmittel existiert. Diese Patienten sind nur mit entsprechender Ausrüstung und Erfahrung sicher zu transportieren.

## Literatur

- Berger PB, Holmes DR Jr, Stebbins AL, Bates ER, Califf RM, Topol EJ (1997) **Impact of an aggressive invasive catheterization and revascularization strategy on mortality in patients with cardiogenic shock in the Global Utilization of Streptokinase and Tissue Plasminogen Activator for Occluded Coronary Arteries (GUSTO-I) trial. An observational study.** *Circulation* 96:122–127
- Bion JF, Wilson IH, Taylor PA (1990) **Transporting critically ill patients by ambulance: audit by sickness scoring.** *Br Med J (Clin Res Ed)* 296:170
- Braman SS, Dunn SM, Amico CA, Millman RP (1987) **Complications of intrahospital transport in critically ill patients.** *Ann Intern Med* 107:469–473
- Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI), Sektion Rettungswesen und Katastrophenmedizin (1997) **Empfehlungen zur ärztlichen Qualifikationen bei Interhospitaltransporten.** *Anästh Intensivmed* 38:261
- Ehrenwerth J, Sorbo S, Hackel A (1986) **Transport of critically ill adults.** *Crit Care Med* 14:543–547
- Ferdinand P on behalf of the Working group on Neurosurgical Intensive Care of the European Society of Intensive Care Medicine (1999) **Recommendations for intra-hospital transport of the severely head injured patient.** *Intensive Care Med* 25:1441–1443
- Gaba DM, Fish KJ, Howard SK (1998) **Zwischenfälle in der Anästhesie. Prävention und Management.** Urban & Fischer, München
- Gentleman D, Jennett B (1981) **Hazards of inter-hospital transfer of comatose head-injured patients.** *Lancet* 2(8251):853–4
- Gervais HW, Eberle B, Konietzke D, Hennes HJ, Dick W (1987) **Comparison of blood gases of ventilated patients during transport.** *Crit Care Med* 15:761–763
- Guidelines Committee of the American College of Critical Care Medicine; Society of Critical Care Medicine and American Association of Critical-Care Nurses Transfer Guidelines Task Force (1993) **Guidelines for the transfer of critically ill patients.** *Crit Care Med* 21:931–937
- Harless KW, Morris AH, Cengiz M, Holt R, Schmidt CD (1978) **Civilian ground and air transport of adults with acute respiratory failure.** *JAMA* 240:361–365
- Heinrichs W, Mertzluft F, Dick W (1989) **Accuracy of delivered versus preset minute ventilation of portable emergency ventilators.** *Crit Care Med* 17:682–685
- Hurst JM, Davis K Jr, Johnson DJ, Branson RD, Campbell RS, Branson PS (1992) **Cost and complications during in-hospital transport of critically ill patients: a prospective cohort study.** *J Trauma* 33:582–585
- Lewandowski K, Rossaint R, Pappert D, Gerlach H, Slama KJ, Weidemann H, Frey DJ, Hoffmann O, Keske U, Falke KJ (1997) **High survival rate in 122 ARDS patients managed according to a clinical algorithm including extracorporeal membrane oxygenation.** *Intensive Care Med* 23:819–835
- Link J, Krause H, Wagner W, Papadopoulos G (1990) **Intrahospital transport of critically ill patients.** *Crit Care Med* 18:1427–1429
- Mackenzie PA, Smith EA, Wallace PG (1997) **Transfer of adults between intensive care units in the United Kingdom: postal survey.** *BMJ* 314:1455–6
- Madler C, Eberl-Lehmann P, Schulte-Steinberg H, Huf R, Schildberg FW, Peter K (1992) **Der Intensivtransporthubschrauber.** *Münch Med Wschr* 134:488–493
- Madler C, Poloczek S (1998) **Interhospitaltransfer.** In: Madler C, Jauch KW, Werdan K (Hrsg) *Das NAW-Buch*. 2. Aufl. Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore, S 65–77
- Murray GD, Teasdale GM, Braakman R, Cohadon F, Dearden M, Iannotti F, Karimi A, Lapierre F, Maas A, Ohman J, Persson L, Servadei F, Stocchetti N, Trojanowski T, Unterberg A (1999) **The European Brain Injury Consortium survey of head injuries.** *Acta Neurochir (Wien)* 141:223–236
- Rodenberg H (1998) **Aeromedical Transport and In-Flight Emergencies.** In: Rosen P, Barkin RM (Hrsg) *Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*. 4. Aufl. Mosby, St. Louis, S 334–350
- Rossaint R, Pappert D, Gerlach H, Lewandowski K, Keh D, Falke K (1997) **Extracorporeal membrane oxygenation for transport of hypoxaemic patients with severe ARDS.** *Br J Anaesth* 78:241–246
- Runcie CJ, Reeve WG, Reidy J, Dougall JR (1990) **Blood pressure measurement during transport. A comparison of direct and oscillometric readings in critically ill patients.** *Anaesthesia* 45:659–665
- Schmucker P, Baum J, Friesdorf W, Jantzen JP, König F, Naujoks B, Obermayer A, Wendt M (1997) **Qualitätssicherung in der Anästhesiologie und Intensivmedizin. Apparative Ausstattung für Aufwachraum, Intensivüberwachung und Intensivtherapie. Gemeinsame Empfehlung der DGAI und des BDA.** *Anästh Intensivmed* 38:470–474
- Selevan JS, Fields WW, Chen W, Petitti DB, Wolde-Tsadik G (1999) **Critical care transport: outcome evaluation after interfacility transfer and hospitalization.** *Ann Emerg Med* 33:33–43
- Smith I, Fleming S, Cernaianu A (1990) **Mishaps during transport from the intensive care unit.** *Crit Care Med* 18:278–281
- Straumann E, Yoon S, Naegeli B, Frielingsdorf J, Gerber A, Schuiki E, Bertel O (1999) **Hospital transfer for primary coronary angioplasty in high risk patients with acute myocardial infarction.** *Heart* 82:415–419
- Waddell G, Scott PD, Lees NW, Ledingham IM (1975) **Effects of ambulance transport in critically ill patients.** *Br Med J* 1(5954):386–9
- Wallace PG, Ridley SA (1999) **ABC of intensive care. Transport of critically ill patients.** *BMJ* 319:368–371