

**B. von Bormann**

Klinik für Anästhesiologie, Operative Intensivmedizin und Schmerztherapie,  
 St. Johannes-Hospital, Duisburg-Hamborn, Akademisches  
 Lehrkrankenhaus der Universität Düsseldorf, Duisburg

# Klinische Aspekte der Therapie mit Erythrozyten

„Lessons learned“ von den Zeugen Jehovahs?\*

**Eine emotionale Kontroverse um die Grenzen einer normovolämischen Anämie hat die Attitüde der Zeugen Jehovahs an den Pranger gestellt [4, 32] oder verteidigt [48]. Diskutiert wurde im Prinzip das Recht des Einzelnen über sein Schicksal selbst zu bestimmen. Kern der Kontroverse war die religiös motivierte Weigerung von Patienten Bluttransfusionen zuzustimmen. Indes kann unter sachlichen und wissenschaftlichen Gesichtspunkten kein Zweifel bestehen, dass Zeugen Jehovahs, zumindest mittelbar, zu den Kenntnissen um die klinische Handhabung einer akuten Anämie maßgeblich beitragen haben.**

Auch heute, etwa 10 Jahre später, gibt es keinen Grund diese Aussage zu relativieren. Eine kaum noch überschaubare Zahl seriöser Publikationen belegt, dass Zeugen Jehovas operativ und konservativ von keiner Behandlungsmethode ausgeschlossen werden, obwohl sie die Transfusion von Fremdblut konsequent ablehnen und auch die autologen Transfusionsverfahren nur begrenzt akzeptieren (s. dort). Dabei stehen die Behandlungsergebnisse hinter denen von „konventionell“ behandelten Patienten nicht zurück [7, 10, 13, 16, 18, 27, 29, 35]. Wir als Therapeuten sind deshalb einmal mehr aufgefordert, uns von Voreingenommenheit und Ignoranz freizumachen und unsere Therapiestandards vor dem Hintergrund der aktuellen Literatur kritisch zu bewerten und ggf. zu modifizieren.

## Ökonomische Aspekte der Bluttransfusion

Wurde die Diskussion um Fremdbluttransfusionen vor nicht langer Zeit v. a. wegen der damit verbundenen Risiken und Nebenwirkungen geführt, so dominiert heutzutage eher der merkantile Aspekt [2, 31]. Blut ist inzwischen zwar erheblich sicherer als noch vor 15 Jahren, aber auch außerordentlich teuer (■ Tab. 1). Vor allem in Kliniken mit großen operativen und onkologischen Abteilungen spielt die Bluttransfusion eine überragende Rolle für das Gesamtbudget.

*Fazit:* Die sorgsame Indikation und der zurückhaltende Einsatz im Umgang mit Fremdblut sind Teil eines kosten- und verantwortungsbewussten Klinikmanagements.

## Weltweiter Gebrauch von Fremdblut

In der Welt werden pro Jahr ca. 75 Mio. Blutspenden durchgeführt; dies bedeutet 1,5 Spenden auf 100 Bevölkerungsglieder. Diese Kalkulation ist jedoch eine starke Vereinfachung. In den sog. zivilisierten Ländern müssen für den anfallenden Bedarf wenigstens 5/100 Blutspenden erfolgen. In Ländern wie der Schweiz, Dänemark und Frankreich sind es sogar 10/100 [15]. Überspitzt stellt sich die Frage, ob Transfusionsbedürftigkeit eine Frage der Nationalität ist.

Fest steht, dass es auch mehr als 100 Jahre nach Entdeckung der Blutgruppen durch Landsteiner, für die Ga-

be von Blutderivaten (Erythrozyten, gerinnungsaktives Frischplasma, Thrombozytenkonzentrat, Faktorenkonzentrat, Immunglobuline, Humanalbumin) keine international einheitlichen Anwendungskriterien gibt. Dieses Phänomen der mangelnden Standardisierung ist mehrfach in der Literatur unter wissenschaftlichen Kriterien untersucht und dargestellt worden. Die 2000 von Stover et al. [37] publizierten Daten aus 24 amerikanischen Herzzentren haben dabei aktuellen repräsentativen Charakter. Die Autoren stellten fest, dass bei herzchirurgischen Patienten für die Gabe von Erythrozyten, Frischplasma und Thrombozyten keinerlei einheitliche Transfusionstrigger existieren, obwohl innerhalb der USA zur Gabe von Blutkomponenten durch die Food and Drug Administration (FDA) klare Empfehlungen ausgesprochen worden sind [1]. Transfundiert wurde, salopp formuliert, nach „Lust und Laune“: In der Klinik A erhielt eine bestimmte Patientengruppe beispielsweise im Mittel 1,3 Erythrozytenkonzentrate (EKs), 0,8 Frischplasmaeinheiten und 0,3 Thrombozytenkonzentrate; dagegen wurden die unter relevanten Transfusionskriterien identischen Patienten der Klinik F gar nicht transfundiert. Die Daten für Europa, zusammengetragen in der Sanguis-Studie [15] zeigen ein identisches Bild.

*Fazit:* Weltweit gibt es keine einheitliche cHb als Transfusionsgrundlage für Erythrozyten.

Verfasst und gewidmet anlässlich des 65. Geburtstages von Prof. Dr. Rolf Zander.

**Tab. 1** Kosten von Fremdblutderivaten. (Katholisches Klinikum, Duisburg, 2005)

Blutderivat	Preis [EUR]
LKDPL <sup>a</sup> -Erythrozytenkonzentrat (EK)	85,-
Frischplasma („fresh frozen plasma“, FFP)	45,-
Thrombozytenhochkonzentrat	450,-

<sup>a</sup>Leukozytendepletiert.

## Indikation zur Transfusion von Erythrozytenkonzentraten, Outcome

Die EK-Transfusion dient in erster Linie der Verbesserung des arteriellen Sauerstoffgehalts und damit des Sauerstoffangebots an die Gewebe [44, 46, 47]. Dieses Ziel wird jedoch nicht immer erreicht, da sich das Sauerstoffangebot aus zwei gleichwertigen Größen rekrutiert, die man bei der Berechnung multipliziert: Sauerstoffkonzentration im arteriellen Blut (ml/dl); linear abhängig von der Hämoglobinkonzentration, cHb) und Herzzeitvolumen (l/min). Beim Herzversagen ohne adäquate Auswurfleistung nützt also keine Bluttransfusion [41]. Klinisch muss sich die Transfusion von Erythrozyten an ihrem Einfluss auf das Outcome der Patienten messen lassen.

**Operative Risikopatienten.** Carson et al. [8] haben in Form einer retrospektiven Kohortenstudie den Verlauf von insgesamt 8787 Patienten mit Schenkelhalsfrakturen aus 20 verschiedenen Kliniken analysiert. Zielgrößen waren die 30-Tage- und die 90-Tage-Mortalität in Relation zum Transfusionstrigger (cHb). Die Autoren konnten nachweisen, dass zwischen einer cHb  $\geq 4,96$  mmol/l ( $\geq 8,0$  g/dl) und Letalität kein Zusammenhang bestand. Bush et al. [6] sparten durch eine restriktive Transfusionsindikation [cHb  $< 5,59$  mmol/l ( $< 9,0$  g/dl)] bei gefäßchirurgischen Patienten etwa 2 EKs/Patient ohne nachteilige Folgen im klinischen Verlauf der Betroffenen ein.

**Intensivpatienten.** Die erste prospektive, randomisierte Studie zur Anämie bei Intensivpatienten kommt von Hebert et al. [19]. Sie untersuchten den Einfluss des Transfusionstriggers (cHb) auf das Out-

come von 838 Intensivpatienten [Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II Score  $> 15$ ], die zur statistischen Vergleichbarkeit aus einer Gesamtzahl von 6451 Intensivpatienten ausgesucht worden waren. Es wurde entweder bei einem Abfall der cHb auf  $< 4,34$  mmol/l ( $< 7,0$  g/dl, restriktiv), oder bei einer cHb von  $< 6,21$  mmol/l ( $< 10,0$  g/dl, liberal) transfundiert. Die Transfusionsstrategie resultierte in einer besseren Überlebensrate in der restriktiven Gruppe und einer geringeren Inzidenz an schwerwiegenden Komplikationen. Für Patienten mit klinisch relevanter koronarer Herzkrankheit (KHK) forderten die Autoren allerdings einen Transfusionstrigger zwischen 5,59 und 6,21 mmol/l (9,0 und 10,0 g/dl) cHb. Zwei Jahre später korrigierten sie ihre Forderung für diese letzte Patienten-Gruppe und grenzten sie auf solche mit akutem Myokardinfarkt und/oder instabiler Angina pectoris ein [20].

**Fazit:** Operative Risikopatienten und Intensivpatienten haben durch eine restriktive Transfusionstherapie keine Nachteile.

## Publizierte Empfehlungen

Die bis heute publizierten Empfehlungen von Wissenschaftlern und Gesellschaften lassen sich so zusammenfassen, dass keine Patientengruppe mit Anämie definiert werden kann, die von einem Anheben der cHb auf 6,21 mmol/l (10,0 g/dl) und mehr durch Bluttransfusion profitiert. Dies schließt Intensivpatienten, gleich welchen Alters, gleich welcher Grund- oder Begleiterkrankungen ein.

So sind die Empfehlungen der American Task Force on Blood Component Therapy aus dem Jahr 1996 [1] und der amerikanischen Gesellschaft für Anästhesiologie, ASA, aus dem Jahr 2006 [3] ein guter Maßstab, an dem man seine Transfusionspraxis ausrichten kann. Hier heißt es für die Gabe von roten Zellen, „bei einer cHb von 6 g/dl [3,72 mmol/l; Anmerk. vom Verfasser] ist fast immer, bei einer cHb von 10,0 g/dl [6,21 mmol/l; Anmerk. vom Verfasser] ist fast nie zu transfundieren“.

Doch gibt es auch Widerspruch zu diesen Thesen, v. a. aus der konservativen Medizin (Kardiologie). Die Befürchtungen,

Anaesthesist 2007 · 56:380–384  
DOI 10.1007/s00101-007-1159-z  
© Springer Medizin Verlag 2007

B. von Bormann

## Klinische Aspekte der Therapie mit Erythrozyten. „Lessons learned“ von den Zeugen Jehovahs?

### Zusammenfassung

Homologe Blutkonserven sind heute sehr sicher. Deshalb spielen die Kosten bei der Entscheidung zur Transfusion eine dominierende Rolle. Die klinische Physiologie hat maßgeblich dazu beigetragen, dass das mehrere Jahrzehnte gültige Dogma bei einer Hämoglobinkonzentration (cHb) unter 6,21 mmol/l (10 g/dl) Erythrozyten zu substituieren gefallen ist. Dennoch wird nach wie vor großzügig transfundiert. Dies geht aus den Daten größerer Zentren hervor, die sich auf die Behandlung von Zeugen Jehovahs spezialisiert haben, Patienten, die eine Bluttransfusion unter allen Umständen ablehnen. Gleichwohl werden sie mit dem gleichen Erfolg auch exzessiven operativen und onkologischen Behandlungsverfahren zugeführt. Diese Daten sind Fakt und müssen vor dem Hintergrund des enormen Kostendrucks, der auf den Kliniken liegt, wertfrei diskutiert werden.

### Schlüsselwörter

Anämie · Erythrozyten · Hämoglobinkonzentration · Transfusion · Zeugen Jehovahs

## Clinical aspects of packed red cell transfusion. Lessons learned from Jehovah's Witnesses?

### Abstract

With the decreased risk of homologous blood transfusions, the costs of blood products have become increasingly important for hospitals with major surgical procedures and oncologic treatment. It is well established from clinical physiology that a hemoglobin concentration (cHb) lower than 6.21 mmol/l (10 g/dl) is enough to serve the oxygen demand of the tissues, but transfusion of erythrocytes is still liberally carried out. Data obtained from Jehovah's Witnesses, who categorically refuse blood transfusions, demonstrate that they have an outcome similar to patients who are transfused. The lessons we have learned from Jehovah's Witnesses should result in an emotionless discussion, and a reduction in transfusion requirements.

### Keywords

Anemia · Erythrocytes · Hematocrit · Transfusion · Jehovah's Witnesses

durch eine permissive Anämie mehr zu schaden als zu nutzen, basieren auf dem physiologischen Phänomen eines organspezifisch unterschiedlichen Sauerstoffbedarfes, der sich aus den in der klinischen Routine erhobenen globalen Messgrößen nicht sicher abschätzen lässt. Zwar sind die kritischen Größen der einzelnen Organsysteme aus experimentellen Studien bekannt [42, 43, 47] und ebenso, dass ihre Anämietoleranz größer ist als früher angenommen; im kritischen Einzelfall bleibt jedoch Unsicherheit. Valeri et al. [40] weisen auf die hohe Rate perioperativer Myokardinfarkte (3–17%) von Patienten mit KHK hin und auf die aus ihrer Sicht unbeantworteten Fragen, ob, und wenn ja, wie viele dieser Ereignisse man durch eine Bluttransfusion vermieden hätte. Von einzelnen Autoren wird für kardiale Risikopatienten deshalb eine cHb von >7,45 mmol/l (>12 g/dl) [28] gefordert.

*Fazit:* Über den richtigen Transfusionstrigger zur Anwendung von Erythrozyten herrscht nicht nur in der Klinik, sondern auch in der wissenschaftlichen Welt Uneinigkeit.

### „Kritische“ Hämoglobinkonzentration

Zander [45] hat den essenziellen Sauerstoffbedarf, also die kritische Sauerstoffkonzentration wesentlicher Organsysteme mithilfe der arteriovenösen Sauerstoffgehaltsdifferenz (avDO<sub>2</sub>) definiert. Die avDO<sub>2</sub> entspricht der Menge an Sauerstoff, die bei einer Organpassage verbraucht wird und stellt somit die essenzielle Mindestmenge dar.

Will man die kritische cHb bestimmen, muss man nach dem Prinzip des „langsamsten Schiffs“ vorgehen, d. h. der kritische Wert wird durch das Organ mit der höchsten avDO<sub>2</sub> bestimmt. Die höchste avDO<sub>2</sub> hat das Herz; sie beträgt in Ruhe 120 ml/l (12,0 ml/dl); dies entspricht einer Hämoglobinkonzentration von etwa 6,21 mmol/l (10 g/dl). Allerdings kann das Herz seine Durchblutung selektiv über autoregulative Mechanismen steigern. Unter der Annahme einer Zunahme der Koronardurchblutung um 100% (das 5- bis 6-Fache ist möglich), resultiert eine myokardiale avDO<sub>2</sub> von 60 ml/l (6 ml/dl), die man dann als den kritischen Wert un-

ter Ruhebedingungen definieren kann. Dies entspricht einer cHb von 2,73 mmol/l (4,4 g/dl) unter Raumluftatmung und 2,17 mmol/l (3,5 g/dl) unter Atmung von reinem Sauerstoff.

*Fazit:* Das Sauerstoffangebot darf in keinem Fall niedriger als die avDO<sub>2</sub> sein. Die kritische cHb beträgt theoretisch 2,73 mmol/l (4,4 g/dl).

### Fremdblutfreie Operationen an Zeugen Jehovas

Spence et al. [36] haben für den Bereich Kardiochirurgie ebenso wie Mann et al. [30] für den Bereich Intensivtherapie von „... lessons learned from operations/during the care of Jehovah's Witnesses“ gesprochen. Sie verfügten zu diesem Zeitpunkt über eine breite Erfahrung in der Betreuung von Patienten, die dieser Glaubensrichtung angehörten, und sie hatten festgestellt, dass selbst schwerste Krankheitsverläufe auch ohne Bluttransfusionen einen günstigen Verlauf haben konnten. Statistisch standen die Zeugen Jehovas den transfundierten Patienten nicht nach. Ihre Suggestion lautete daher, „es wird immer noch zu häufig transfundiert“.

Kitchens [26] hat in diesem Zusammenhang 1993 die Frage nach der Rationalität der Transfusionspraxis in den Industrieländern gestellt („Are transfusions overrated?“) und exemplarisch die Untersuchung von Nelson u. Bowen [33] ins Feld geführt. Diese hatten in ihrer 1986 publizierten Studie die Ergebnisse jeweils 200 konsekutiver Patienten mit Hüftendoprothetik vorgestellt. Es handelte sich zum einen um Zeugen Jehovas und zum anderen um Patienten, die dieser Glaubensrichtung nicht angehörten. De facto wurden also Patienten mit konventioneller Transfusionstherapie und solche ohne Fremd- oder Eigenblut verglichen. Die Operationen wurden ausschließlich von demselben Operationsteam vorgenommen. Die Indikation zur Bluttransfusion war bewusst kein Kriterium des Studiendesigns und wurde wie in der Klinik üblich gehandhabt. Während kein Zeuge Jehovas Blut erhielt, wurden 86% der anderen Patienten transfundiert (durchschnittlich 2 EKs/Patient). Der klinische Verlauf, und dies ist bemerkenswert, war in beiden Gruppen identisch (Sterblich-

keit, Komplikationen, funktionelles Ergebnis, *Dauer des Krankenhausaufenthalts* und Wiedereingliederung in den Arbeitsprozess), obwohl die cHb-Werte bei den Zeugen Jehovas während der postoperativen Phase, bis zur Entlassung, im Mittel signifikant (>1,55 mmol/l (>2,5 g/dl)) niedriger waren als in der Vergleichsgruppe.

Die Tatsache, dass die Transfusion von Blut und Blutbestandteilen, überwiegend aus religiösen Gründen, abgelehnt wird, ist für die operative Medizin nicht neu. Das erste chirurgische Fachgebiet, das umfangreiche Erfahrungen mit Zeugen Jehovas gewann, war die Herzchirurgie. Ott u. Cooley [34] haben bereits 1977 über mehr als 500 erfolgreiche Operationen am offenen Herzen bei Zeugen Jehovas berichtet. Die Ergebnisse entsprachen dem Standard der konventionellen Patienten. Ähnlich auch die Daten von Gombotz et al. [16] mit damals (1989) über 10-jähriger Erfahrung mit Zeugen Jehovas.

Inzwischen kennen wir Hunderte von Publikationen, teilweise mit stattlichen Zahlen, über die fremdblutfreie operative Maximaltherapie an Zeugen Jehovas: Eingriffe wie Herz- oder Lebertransplantation [10, 23, 24], große Operation bei anämischen Schwangeren [7] oder große bauchchirurgische Eingriffe wie Whipple-Operation [17, 21, 29]. Auch Kleinkinder mit weniger als 5 kgKG wurden am Herzen operiert oder lebertransplantiert, ohne Blut zu verwenden [5, 12, 14, 22, 25]. Teilweise hatten Patienten über Stunden oder Tage kaum messbare Hämoglobinkonzentrationen [38] und haben dennoch mit maximaler Therapie, aber ohne Blut überlebt.

### Rechtliche Aspekte

Die rechtliche Situation für die Behandlung von Zeugen Jehovas ist eindeutig. Die Ablehnung einer Bluttransfusion, wenn sie aus freien Stücken geschieht und in völliger Einsichtsfähigkeit in die Tragweite der Entscheidung, ist unbedingt zu akzeptieren. Niemand darf sich zum Richter über den Willen anderer aufschwingen, selbst dann nicht, wenn durch entsprechende Maßnahmen der drohende Tod abzuwenden wäre [39]. „Der Arzt muss das in Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG [Grund-

gesetzt; Anmerk. vom Verfasser] gewährleistet Recht auf körperliche Unversehrtheit auch gegenüber einem Patienten respektieren, der es ablehnt, einen lebensrettenden Eingriff zu dulden“ (BGHSt 32, 378). Auch ethische Argumente stützen diese Auffassung [11], dass nämlich zu akzeptieren ist, wenn Menschen ihr Glaube wichtiger ist als das eigene Leben. Die Bereitschaft zur Abkehr von tradierten Denkmustern ist allerdings in der Medizin nicht sehr ausgeprägt.

### Zeugen Jehovahs und autologe Bluttransfusion

Die Verfahren der autologen Bluttransfusion werden von den Zeugen Jehovahs überwiegend nicht akzeptiert. Blut, das den Kreislauf des potenziellen (autologen) Empfängers verlassen hat, genießt die identische Einschätzung wie Fremdblut. Seine (Re-)Transfusion wird strikt abgelehnt. Hin und wieder gibt es eine etwas liberalere Auffassung, solange das zu retransfundierende Blut zu keinem Zeitpunkt den Kontakt zum Spender/Empfänger verliert. Dadurch eröffnen sich Möglichkeiten für einzelne Verfahren.

### Präoperative Eigenblutspende

Der Gewinn autologer Blutkomponenten (präoperative Eigenblutspende, EBS) vor großen planbaren Eingriffen scheidet für die Zeugen Jehovahs definitiv aus, da das gewonnene Blut zur Lagerung (über mehrere Wochen) vom Patienten getrennt wird.

### Akute normovolämische Hämodilution

Der blutsparende Effekt bei der akuten normovolämischen Hämodilution (ANH), bei dem unmittelbar vor einem Eingriff Vollblut entnommen und simultan durch kolloidale Lösungen ersetzt wird, resultiert aus dem Verlust von hämatokritschwachem Blut. Die Durchführung erfolgt akut, im OP. Zeugen Jehovahs akzeptieren die Methode gelegentlich. Entscheidend ist, dass Blutentnahme (kann schnell erfolgen) und Retransfusion (bedarfsadaptiert) unmittelbar ineinander übergehen.

### Maschinelle Autotransfusion

Leider wird die maschinelle Autotransfusion (MAT) zunehmend abgelehnt, obwohl das Verfahren sich bei entsprechender Anwendung prinzipiell nicht von einer extrakorporalen Zirkulation (Herz-Lungen-Maschine) unterscheidet. Letztere wird von den Zeugen Jehovahs im Rahmen herzchirurgischer Eingriffe generell akzeptiert. Auch die MAT lässt sich so anwenden, dass der Kontakt des Blutstroms mit dem Patienten nicht unterbrochen ist.

### Rekombiniertes humanes Erythropoietin

Bei perioperativer Anämie kann Erythropoietin in moderater Dosierung (initial i.v., später s.c) mit gutem Erfolg eingesetzt werden [9]. Es wird von den Zeugen Jehovahs akzeptiert und gelegentlich auch selbst bezahlt. Gemessen an der Fallzahl und den individuellen Kosten ist die Belastung für die Kassen allerdings vernachlässigbar.

*Fazit:* Das vorliegende Schrifttum über Patienten aus der Gruppe der Zeugen Jehovahs, die unter klassischen Kriterien eigentlich transfusionspflichtig wären, geht inzwischen über die Anreihung exotischer Anekdoten hinaus. Es handelt sich stattdessen um eine stichhaltige, äußerst umfangreiche Datenmenge, die bei der Diskussion um die Indikationen zur Bluttransfusion zunehmendes Gewicht hat.

### Fazit für die Praxis

Gibt es also „lessons we have learned from Jehovahs witnesses“?

**Ohne Frage, ja. Ob geplanter Großeingriff, Transplantation, dramatischer Notfall, Chemotherapie oder langwieriger Intensivverlauf: Die Morbiditäts- und die Mortalitätsdaten der Zeugen Jehovahs sind mit denen der anderen (transfundierten) Patienten vergleichbar. Die Kosten für Blutderivate sind hoch. In den Budgets der Kliniken mit operativen und onkologischen Abteilungen stellen sie den Löwenanteil im Bereich „medizinischer Bedarf“ dar. Es ist ökonomische und damit auch ethische Pflicht, Transfusionen im Rahmen des Qualitätsmanage-**

Hier steht eine Anzeige.

 Springer

ments ständig auf Indikation und Nutzen zu überprüfen.

**Auch größte Operationen ohne die Anwendung von Fremdbluttransfusionen sind keine Fiktion. Entscheidende Voraussetzung dafür ist die Motivation der Therapeuten, sich mit der Transfusionsindikation in jedem einzelnen Fall kritisch auseinanderzusetzen und darüber hinaus sämtliche technischen und medikamentösen Möglichkeiten zu nutzen, um Fremdbluttransfusionen zu vermeiden. Die Ergebnisse von Operationen an Zeugen Jehovahs machen dem unvoreingenommenen Beobachter klar, dass bei Bluttransfusionen immer noch ein enormes Einsparpotenzial besteht.**

### Korrespondierender Autor

**Prof. Dr. B. von Bormann**

Klinik für Anästhesiologie, Operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, St. Johannes-Hospital, Duisburg-Hamborn, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Düsseldorf  
An der Abtei 7–11, 47166 Duisburg  
bvb@jodu.de

**Interessenkonflikt.** Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

### Literatur

- American Society of Anesthesiologists Task Force on Blood Component Therapy (1996) Practice guidelines for blood component therapy: a report. *Anesthesiology* 84: 732–747
- Anonymous (1997) Don't let blood transfusion services bleed your budget dry. *Health Care Cost Re-engineering Rep* 2: 55–58
- American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Blood Transfusion and Adjuvant Therapies (2006) Practice guidelines for perioperative blood transfusion and adjuvant therapies: an updated report. *Anesthesiology* 105: 198–208
- Biscoping J (1997) Comment on the mini-symposium, „Extreme anemia in transfusion refusal“. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 32: 470, 472–473
- Boettcher W, Merkle F, Huebler M et al. (2005) Transfusion-free cardiopulmonary bypass in Jehovah's Witness patients weighing less than 5 kg. *J Extra Corpor Technol* 37: 282–285
- Bush RL, Pevec WC, Holcroft JW (1997) A prospective, randomized trial limiting perioperative red blood cell transfusions in vascular patients. *Am J Surg* 174:143–148
- Byrd LM, Malay HK, Vause S (2006) Management of a Wilms' tumour, in a Jehovah's Witness, 30+ weeks pregnant. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 126: 129–131
- Carson JL, Duff A, Berlin JA et al. (1998) Perioperative blood transfusion and postoperative mortality. *JAMA* 279: 199–205
- Charles A, Purtil M, Napolitano LM (2006) Recombinant human erythropoietin in severe anaemia: issues of dosing and duration. *Anaesth Intensive Care* 34: 793–796
- Detry O, Roover AD, Delwaide J et al. (2005) Liver transplantation in Jehovah's Witnesses. *Transpl Int* 18:929–936
- Dirksen HH (2004) The right of self-determination – Why not valid for Jehovah's Witnesses? *Thorac Cardiovasc Surg* 52: 252–253
- Alexi-Meskishvili V, Stiller B, Koster A et al. (2004) Correction of congenital heart defects in Jehovah's Witness children. *Thorac Cardiovasc Surg* 52: 141–146
- Feigenbaum F, Sulmasy DP, Pellegrino ED, Henderson FC (1997) Spondyloptotic fracture of the cervical spine in a pregnant, anemic Jehovah's Witness: technical and ethical considerations. *Case report. J Neurosurg* 87: 458–463
- Forest RJ, Groom RC, Quinn R et al. (2002) Repair of hypoplastic left heart syndrome of a 4.25-kg Jehovah's Witness. *Perfusion* 17: 221–225
- Frey L, Messmer K (1993) Blutersatz in der elektiven Chirurgie: Ergebnisse der Sanguis-Studie. *Infusionsther Transfusionsmed* 20 [Suppl 2]: 12–15
- Gombotz H, Rigler B, Matzer C et al. (1989) 10 Jahre Herzoperationen bei Zeugen Jehovahs. *Anaesthesist* 38: 385–390
- Grau AM, Ballard BR (2006) Transduodenal excision of bleeding periampullary endocrine tumor as a bridge to pancreaticoduodenectomy in a Jehovah's Witness patient. *J Gastrointest Surg* 10: 428–433
- Gutowski P, Dybkowska K, Szumilowicz G (1997) Operation for ruptured abdominal aortic aneurysm without consent for blood transfusion – case report. *Wiad Lek* 50: 120–122
- Hebert PC, Wells G, Blajchman MA et al. (1999) A multicenter, randomized, controlled clinical trial of transfusion requirements in critical care. *Transfusion Requirements in Critical Care Investigators, Canadian Critical Care Trials Group. N Engl J Med* 340: 409–417
- Hebert PC, Yetisir E, Martin C et al. (2001) Is a low transfusion threshold safe in critically ill patients with cardiovascular diseases? *Crit Care Med* 29: 227–234
- Hoiseth LO, Giercksky KE, Larsen SG, Kongsgaard U (2006) Major surgery on Jehovah's Witnesses. *Tidsskr Nor Laegeforen* 126: 2658–2661
- Huebler M, Boettcher W, Koster A et al. (2005) Transfusion-free complex cardiac surgery with cardiopulmonary bypass in a 3.55-kg Jehovah's Witness neonate. *Ann Thorac Surg* 80: 1504–1506
- Jabbour N, Gagandeep S, Bramstedt KA et al. (2005) To do or not to do living donor hepatectomy in Jehovah's Witnesses: single institution experience of the first 13 resections. *Am J Transplant* 5: 1141–1145
- Jabbour N, Gagandeep S, Shah H et al. (2006) Impact of a transfusion-free program on non-Jehovah's Witness patients undergoing liver transplantation. *Arch Surg* 141: 913–917
- Jabbour N, Gagandeep S, Thomas D et al. (2005) Transfusion-free techniques in pediatric live donor liver transplantation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 40: 521–523
- Kitchens CS (1993) Are transfusions overrated? Surgical outcome of Jehovah's Witnesses. *Am J Med* 94: 117–119
- Lammermeier DE, Duncan JM, Kuykendall RC et al. (1988) Cardiac transplantation in a Jehovah's Witness. *Tex Heart Inst J* 15: 189–191
- Lupon J, Urrutia A, Gonzalez B et al. (2005) Prognostic significance of hemoglobin levels in patients with heart failure. *Rev Esp Cardiol* 58: 48–53
- Magner D, Ouellette JR, Lee JR et al. (2006) Pancreaticoduodenectomy after neoadjuvant therapy in a Jehovah's Witness with locally advanced pancreatic cancer: case report and approach to avoid transfusion. *Am Surg* 72: 435–437
- Mann MC, Votto J, Kambe J, McNamee MJ (1992) Management of the severely anemic patient who refuses transfusion: lessons learned during the care of a Jehovah's Witness. *Ann Intern Med* 117: 1042–1048
- Matthes GA (2002) Options and cost effectiveness of multicomponent blood collection. *Transfus Apher Sci* 27:115–21
- Michaëlis G (1997) Hat die Evolution etwas falsch gemacht? Leben mit Hämoglobin!. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 32: 471–473
- Nelson CL, Bowen WS (1986) Total hip arthroplasty in Jehovah's Witnesses without blood transfusion. *J Bone Joint Surg Am* 68: 350–353
- Ott DA, Cooley DA (1977) Cardiovascular surgery in Jehovah's Witnesses. Report of 542 operations without blood transfusion. *JAMA* 238: 1256–1258
- Shiozawa S, Haga S, Kumazawa K et al. (2003) Pylorus-preserving pancreaticoduodenectomy without homologous blood transfusion in a Jehovah's Witness with pancreatic cancer: report of a case. *Hepatogastroenterology* 50: 272–274
- Spence RK, Alexander JB, Rossi AJ del et al. (1992) Transfusion guidelines for cardiovascular surgery: lessons learned from operations in Jehovah's Witnesses. *J Vasc Surg* 16: 825–829
- Stover EP, Siegel LC, Body SC et al. (2000) Institutional variability in red blood cell conservation practices for coronary artery bypass graft surgery. Institutions of the MultiCenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 14: 171–176
- Tessmann R, Lupke U von (1996) Überleben einer schwersten Blutungsanämie bei einer Zeugin Jehovahs. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 31: 501–504
- Ulsenheimer K (2001) Ärztliches Gewissen und ärztlicher Heil Auftrag zwischen Selbstbestimmungsrecht, Glaubensfreiheit und Lebensschutz – dargestellt am Beispiel der Zeugen Jehovahs. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 42: 157–163
- Valeri CR, Crowley JP, Loscalzo J (1998) The red cell transfusion trigger: has a sin of commission now become a sin of omission? *Transfusion* 38: 602–610
- Bormann B von, Weiler J, Wirtz S (2001) Profitiert die Gewebeoxygenierung von einer Erythrozytentransfusion? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 36 [Suppl 1]: S34–41
- Zander R (1990) Der arterielle Sauerstoff-Status als limitierender Faktor einer Hämodilution. *Infusionstherapie* 17 [Suppl 2]: 20–23
- Zander R (1993) Die kritischen Grenzen der Hämodilution: theoretische Grundlagen. *Beitr Infusionsther* 29: 51–69
- Zander R (1996) Theoretical basis versus clinical practice of oxygen parameters of blood. *Adv Exp Med Biol* 388: 137–141
- Zander R, Mertzluft F (1996) Therapeutische Grenzwerte der akuten, arteriellen Hypoxie. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 31: 372–374
- Zander R, Schmid-Schonbein H (1973) Intracellular mechanisms of oxygen transport in flowing blood. *Respir Physiol* 19: 279–289
- Zander R, Schmid-Schonbein H (1973) Oxygen release of human erythrocytes during flow. *Bibl Anat* 11: 111–116
- Zander R, Bormann B von (1996) Life without hemoglobin. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 31: 488–490