

#### Redaktion

H.J. Bardenheuer · Heidelberg  
H. Forst · Augsburg  
R. Rossaint · Aachen  
D. Spahn · Lausanne

Die Beiträge der Rubrik „Weiter- und Fortbildung“ sollen dem Facharzt als Repetitorium dienen und dem Wissenstand der Facharztprüfung für den Arzt in Weiterbildung entsprechen. Die Rubrik beschränkt sich auf gesicherte Aussagen zum Thema.

# Fremdblut sparende Maßnahmen

**Die Gabe von Fremdblut im operativen und intensivmedizinischen Bereich gehört zum Aufgabenbereich des Anästhesisten. Sie wird häufig als unumgänglich betrachtet, um die Geweboxygenierung eines Patienten zu gewährleisten. Wegen der mit der Fremdbluttransfusion verbundenen Risiken bedarf die Indikationsstellung zur Fremdblutgabe jedoch der kritischen Abwägung von Nutzen und Risiken im Einzelfall. Die unterschiedliche Bewertung dieser Frage hat in der Vergangenheit zu sehr unterschiedlichen Transfusionspraktiken bei der Behandlung der gleichen Kategorie von Patienten geführt.**

**Fremdblut sparende Maßnahmen versprechen den Nutzen einer ausreichenden Anzahl von Sauerstoffträgern ohne die typischen Nachteile der allogener Bluttransfusion. Dennoch erlaubt nur die genaue Kenntnis dieser Verfahren einen für den Patienten effektiven und risikoarmen Einsatz.**

**Im Folgenden werden Nutzen und Risiken des Einsatzes von Fremdblut, sowie Maßnahmen zur Verringerung allogener Transfusionen kritisch beleuchtet. Diese Maßnahmen können einerseits im restriktiven Einsatz von Fremdblut, andererseits in spezifischen Fremdblut sparenden Maßnahmen liegen. Darüber hinaus ist eine blutarme Operationstechnik entscheidend für das Einsparen von Fremdbluttransfusionen; dies soll jedoch hier nicht näher erläutert werden.**

## Unerwünschte Wirkungen von Fremdbluttransfusionen

### Unverträglichkeitsreaktionen

Bei den Unverträglichkeitsreaktionen wird zwischen nichthämolytischen und hämolytischen Transfusionsreaktionen unterschieden.

Als häufigste Ursache nichthämolytischer Transfusionsreaktionen werden Antikörper des Empfängers gegen Spenderleukozyten angenommen. Sie äußern sich zumeist in febrilen oder urtikariellen Reaktionen, die trotz ihrer Häufigkeit von etwa 1–5 % während Narkose oder Analgosedierung oft maskiert sind und daher nicht wahrgenommen werden. Mit der Einführung der Leukozytendepletion wird mit einem Rückgang der Häufigkeit dieser Reaktionen zu rechnen sein [8].

Unverträglichkeitsreaktionen: Unterscheidung zwischen nichthämolytischen und hämolytischen Transfusionsreaktionen.

Häufigste Ursache nichthämolytischer Transfusionsreaktionen sind Antikörper des Empfängers gegen Spenderleukozyten.

Dr. Fabian Spöhr

Universitätsklinik Heidelberg, Klinik für Anaesthesiologie, Im Neuenheimer Feld 110, 69120 Heidelberg,  
E-Mail: Fabian\_Spoehr@med.uni-heidelberg.de

Allergische Reaktionen in etwa 0,5% aller Transfusionen.

- ▶ Blutgruppenunverträglichkeiten
- ▶ Antikörperbildung

- ▶ Klinische Zeichen einer Hämolyse

- ▶ Hepatitis C
- ▶ Hepatitis B
- ▶ Cytomegalieviren

- ▶ HIV

- ▶ Bakterielle Erreger

- ▶ Parasitäre Erregern

- ▶ BSE-Prion

Inzidenz postoperativer Infektionen ist nach Bluttransfusion erhöht.

Auch allergische Transfusionsreaktionen gehen in der Regel ohne Hämolyse einher. Dabei richten sich Antikörper im Empfängerserum gegen Plasmaproteine des Spenders. Mit allergischen Reaktionen muss in etwa 0,5% aller Transfusionen gerechnet werden [8]. Sehr viel seltener kann es zu schwersten anaphylaktischen Reaktionen mit tödlichem Ausgang kommen.

Hämolytische Transfusionsreaktionen können akut durch ▶ **Blutgruppenunverträglichkeiten** zwischen Spender und Empfänger sowie verzögert durch ▶ **Antikörperbildung** gegen transfundierte Blutbestandteile innerhalb von Tagen bis Wochen auftreten. Die Häufigkeit von akuten ABo-Inkompatibilitäten wird auf 1:33000, die von einer hämolytischen Reaktion mit tödlichen Folgen auf 1:1,3–1:2 Mio. geschätzt [8]. Die ▶ **klinischen Zeichen einer Hämolyse** wie arterielle Hypotension, Tachykardie, Hämoglobinurie oder verstärkte mikrovaskuläre Blutungen können bei Patienten in Narkose zunächst durchaus übersehen oder fehlgedeutet werden [1]. Verzögerte hämolytische Reaktionen treten mit einer Häufigkeit von 1:2000–1:8000 auf; tödliche Verläufe sind auch hierbei deutlich seltener (1:1–1,8 Mio.).

### Transfusionsassoziierte Infektionen

Durch Bluttransfusionen können virale, bakterielle und parasitäre Erreger, im Tierversuch auch Prionen übertragen werden (Tabelle 1).

Tabelle 1  
**Aktuelle Inzidenz viraler Infektionen durch Fremdbluttransfusion**

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Hepatitis B | 1:63 000–1:250 000  |
| Hepatitis C | 1:30 000–1: 350 000 |
| HIV         | 1:500 000–1:3 Mio.  |

Eine große Rolle bei den viralen Infektionen spielen Hepatitisreger. Durch verbesserte Screeningmethoden konnte die Inzidenz von Hepatitisinfektionen seit Anfang der 90er Jahre jedoch deutlich gesenkt werden. Das Risiko einer Übertragung des ▶ **Hepatitis-C-Virus** wird derzeit auf etwa 1:30000–1:350000 geschätzt [8, 19], für ▶ **Hepatitis B** wird ein Risiko von 1: 63 000–1: 250000 angegeben [8, 44]. ▶ **Cytomegalieviren**, die bei immuninkompetenten Patienten schwere Krankheitsverläufe verursachen können, gehören zu den häufigsten Erregern in Spenderblut [1], werden jedoch als zellständige Viren durch Leukozytendepletion weitgehend

eliminiert [8]. Immer wieder gibt es Berichte über neue Hepatitisreger in Spenderblut, wie den in Frankreich gefundenen Hepatitis-G-Virus oder den in Japan zuerst beschriebenen TT-Virus. Über die Inzidenz dieser Erreger kann jedoch bisher keine genaue Aussage gemacht werden.

Die Übertragung von ▶ **HIV** durch Bluttransfusion tritt vergleichsweise seltener auf; die Inzidenz in den USA bzw. in Deutschland wird zwischen etwa 1:500000 und 1:3 Mio. geschätzt [8].

▶ **Bakterielle Erreger** aus dem Blutstrom oder von der Haut des Spenders führen zu erheblichen Kontaminationsraten von Spenderblut, die bei 0,3% oder höher liegen. Septische Reaktionen beim Empfänger von Fremdblut, aber auch von Eigenblut, können v. a. durch Yersinien und Pseudomonaden hervorgerufen werden, was allerdings sehr selten ist (etwa 1:1 Mio.).

Die Übertragung von ▶ **parasitären Erregern** ist in entwickelten Ländern ein sporadisch auftretendes Problem, dessen Bedeutung in weniger entwickelten Ländern weitaus größer ist. Durch die potenzielle Reisetätigkeit von Blutspendern in weniger entwickelte Länder besteht jedoch durchaus die Möglichkeit der Kontamination von Bluttransfusionen mit Parasiten. Hierbei spielen Malariaerreger neben Trypanosomen, Babesien, Leishmanien und Toxoplasmen die wichtigste Rolle [8].

Das Risiko einer Übertragung des ▶ **BSE-Prions** auf den Menschen durch Transfusion von Blutprodukten kann derzeit nicht eingeschätzt werden. Im Tierversuch war es jedoch möglich, den Erreger durch Bluttransfusion von einem infizierten Schaf auf ein gesundes Tier zu übertragen [28].

### Immunmodulation

Durch die Transfusion von Fremdblut wird das Immunsystem des Empfängers beeinflusst. In einer Metaanalyse von randomisierten, kontrollierten klinischen Studien konnte gezeigt werden, dass die Inzidenz postoperativer Infektionen nach Bluttransfusion erhöht ist [57], unabhängig davon, ob es sich um orthopädische, abdominale

oder herzchirurgische Eingriffe handelt [49]. Die Inzidenz dieser postoperativen Infektionen zeigt dabei eine positive Korrelation mit der Anzahl der verabreichten Blutkonserven. Eine weitere Metaanalyse konnte darüber hinaus zeigen, dass auch die Rezidivhäufigkeit von kolorektalen Karzinomen bei Patienten, die Bluttransfusionen erhalten hatten, erhöht war. Ein positiv immunmodulatorischer Effekt konnte dagegen in einer prospektiven Multizenterstudie bei Patienten, die zur Nierentransplantation anstanden, gezeigt werden. Hier verbesserte sich die Überlebensdauer des Transplantats nach Transfusion von Fremdblut vor der Transplantation [39]. Durch Leukozytendepletion könnten diese immunmodulatorischen Effekte abgeschwächt werden [31].

Obwohl die Bedeutung der Immunmodulation kontrovers diskutiert wird und der endgültige Beweis für die klinische Relevanz noch aussteht [4], scheint sich die Meinung durchzusetzen, dass es einen Zusammenhang gibt zwischen den immunologischen Effekten von Fremdblut und einem in der Regel schlechteren klinischen Outcome der transfundierten Patienten [49].

### Transfusionsassoziiertes Lungenversagen

Das transfusionsassoziierte Lungenversagen (► **transfusion related lung injury, TRALI**) weist eine relativ hohe Inzidenz von 0,02% auf [35]. Mit einer Mortalität von 5–14% stellt das TRALI in entwickelten Ländern nach hämolytischen Reaktionen und Infektionen die dritthäufigste Ursache für transfusionsassoziierte Todesfälle dar [40]. Die ► **klinische Präsentation** ähnelt dem ARDS: akutes Auftreten, meist 1–4 h nach Transfusion, Dyspnoe, Hypotension, Fieber und bilaterales, nichtkardiogenes Lungenödem. Bisher konnten keine individuellen Risikofaktoren bei Patienten gefunden werden. Als Ursache gelten komplementaktivierende Antikörper im Spenderblut, die eine Granulozytenaggregation und -aktivierung bewirken, wodurch mikrovaskuläre pulmonale Läsionen verursacht werden [46]. Die Spenderantikörper können durch Leukozytendepletion der Blutprodukte nicht reduziert werden. Daher wird durch diese Maßnahme die Inzidenz des TRALI nicht beeinflusst. Bei adäquater respiratorischer Therapie, die oft die invasive Beatmung notwendig macht, erholen sich 80% aller Patienten innerhalb von 4 Tagen ohne Verbleib von Spätschäden [40].

### Kosten

Fremdbluttransfusionen sind mit erheblichen finanziellen Aufwendungen verbunden, da nicht nur die direkten Kosten für das Blutprodukt selbst, sondern auch die indirekten Folgekosten berücksichtigt werden müssen.

Die reinen Bereitstellungskosten wurden im deutschsprachigen Raum mit etwa Euro 100 pro allogenen Erythrozytenkonzentrat angegeben [47]. Die indirekt durch Fremdbluttransfusion entstehenden Kosten berücksichtigen die mittel- und längerfristig auftretenden negativen Effekte der Transfusion, die hauptsächlich mit der immunmodulatorischen Wirkung in Zusammenhang stehen. Sie können die direkten Kosten für Bluttransfusionen um ein Vielfaches übersteigen. Durch das erhöhte Infektions- und Pneumonierisiko nach Transfusion von Erythrozytenkonzentraten konnten amerikanische Studien Mehrkosten pro Patient aufzeigen, die im Bereich von \$ 1000–14000 lagen [30]. Außerdem soll die allogene Transfusion ein unabhängiger Risikofaktor für längere Klinikaufenthalte und damit ebenfalls für gesteigerte Kosten sein [58]. In Deutschland dürfen seit dem 1.1.2001 nur noch leukozytendepletierte allogene Erythrozytenkonzentrate transfundiert werden. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme auf eine Verringerung der negativen immunmodulatorischen Effekte konnte jedoch bis heute nicht in ausreichendem Maße belegt werden [4].

In den kommenden Jahren wird mit einem Kostenanstieg für Blutprodukte zu rechnen sein, der mit dem ungünstiger werdenden Verhältnis von Angebot und Nachfrage zusammenhängt. Aus den USA ist bekannt, dass etwa die Hälfte aller transfundierten allogenen Blutkonserven Patienten erhalten, die älter als 65 Jahre sind. Durch die aktuelle demographische Entwicklung in den westlichen Ländern wird aber dieser Bevölkerungsanteil, also die potenziellen Fremdblutempfänger, in den nächsten Jahren stark zunehmen. Hingegen wird die Selektion der Spender durch Ausweitung der Ausschlusskriterien für Blutspender gleichzeitig stärker. Gleich bleibende bzw. tendenziell rückläufige Spendebereitschaft vorausgesetzt muss dies deshalb zu einer

Fremdblut kann maßgeblich durch das kontrollierte Zulassen niedriger Hämoglobinwerte unter gleichzeitig strenger Beachtung der Normovolämie eingespart werden.

► **Kritisches Sauerstoffangebot**  
( $DO_{2krit}$ )

Eine sichere und exakte Bestimmung des kritischen Hämoglobinwertes unter klinischen Bedingungen ist letztlich nicht möglich.

Ausreichende Sauerstoffversorgung für die meisten Patienten bei Hämoglobinkonzentration über 7 g/dl.

erheblichen Fehlzahl von Blutspenden führen, die in den USA bis zum Jahr 2030 auf etwa 4 Mio. allogene Blutkonserven pro Jahr geschätzt wird. Dies könnte den Preis für eine allogene Blutkonserven mindestens verdoppeln [20].

### Toleranz der normovolämischen Anämie als wichtigste Fremdblut sparende Maßnahme

Neben verschiedenen speziellen Techniken und Maßnahmen, auf die später eingegangen werden soll, kann Fremdblut maßgeblich durch das kontrollierte Zulassen niedriger Hämoglobinwerte unter gleichzeitig strenger Beachtung der Normovolämie eingespart werden.

Die Frage, inwieweit eine normovolämische Anämie ohne Schaden für den Patienten akzeptiert werden kann, ist eng verbunden mit der Frage nach dem ► **kritischen Sauerstoffangebot** ( $DO_{2krit}$ ). Darunter ist der Wert des Sauerstoffangebots zu verstehen, bei dessen Unterschreiten die Sauerstoffaufnahme des Organismus oder einzelner Organe nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Um eine Gewebshypoxie zu vermeiden, müssen die Faktoren Herzzeitvolumen, arterieller Sauerstoffpartialdruck, arterielle Sauerstoffsättigung, sowie Hämoglobinwert so bemessen sein, dass ein Unterschreiten der kritischen Grenze vermieden wird. Die Berechnung des  $DO_{2krit}$  erfolgt nach folgender Formel [Blutfluss (Q), kritischer Hb-Wert ( $Hb_{krit}$ ), Sauerstoffsättigung ( $SaO_2$ ) und Sauerstoffpartialdruck ( $PaO_2$ )]:

$$DO_{2krit} = Q \cdot (Hb_{krit} \cdot 1,34 \cdot SaO_2 + 0,003 \cdot PaO_2).$$

Daraus wird klar, dass der kritische Hämoglobinwert keine konstante Größe sein kann, sondern vielmehr von den anderen das Sauerstoffangebot beeinflussenden Faktoren abhängt. Doch auch diese Faktoren stellen keine konstanten Größen dar. So wird das Herzzeitvolumen durch Vorerkrankungen wie Herzinsuffizienz oder koronare Herzerkrankung, aber auch durch akute Änderungen, z. B. im Rahmen einer akuten Anämie, Sepsis oder durch Anästhetika beeinflusst. Arterielle Sauerstoffsättigung und -partialdruck hängen von der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration ( $FiO_2$ ) und dem pulmonalen Gasaustausch ab. Darüber hinaus schließen auch  $DO_2$ -Werte, die oberhalb der für den Organismus kritischen Grenze liegen, Hypoxien in einzelnen Organen oder Organteilen nicht mit Sicherheit aus [62]. Aus diesen Überlegungen ergibt sich, dass eine sichere und exakte Bestimmung des kritischen Hämoglobinwertes unter klinischen Bedingungen letztlich nicht möglich ist.

Aus verschiedenen klinischen Untersuchungen stehen jedoch Daten zur Verfügung, die zumindest Anhaltspunkte für bestimmte Patientengruppen geben. Junge, gesunde erwachsene Patienten tolerieren beträchtliche Abfälle des Hämoglobinwertes bis unter 5 g/dl ohne Zeichen unzureichender Gewebsoxygenierung, soweit dies anhand von Laktatwerten, der Sauerstoffaufnahme und ST-Streckensenkungen im EKG beurteilt werden kann [60]. Subjektive Symptome wie Erschöpfung und Müdigkeit, sowie eine Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit sind jedoch bereits festzustellen, wenn der Hämoglobinwert in dieser Patientengruppen den Bereich von 6–7 g/dl unterschreitet [61]. Bei gesunden älteren Kindern dürfte die kritische Hämoglobinkonzentration ebenfalls erst bei Werten unter 5 g/dl erreicht sein. In einer Studie mit 8 Kindern im Alter von etwa 12 Jahren, bei denen eine Skoliosekorrektur durchgeführt wurde, konnte gezeigt werden, dass sie intraoperative Hämoglobinwerte von 2,1–4,5 g/dl unter Beatmung mit einer  $FiO_2$  von 1,0 tolerierten, ohne dass anämiebedingte Komplikationen beobachtet wurden [16]. Eine Untersuchung an 4722 Zeugen Jehovas konnte 23 Todesfälle auf Anämie zurückführen, 21 davon traten jedoch erst unterhalb von Hämoglobinwerten von 5 g/dl auf [59]. Auch ältere Patienten ohne manifeste kardiale Erkrankung sind in der Lage, eine milde bis mäßige Anämie zu kompensieren. Postoperative Bluttransfusionen konnten die Mortalität von älteren Patienten ( $80 \pm 9$  Jahre) ohne wesentliche kardiovaskuläre Vorerkrankungen nicht senken, sofern die Hämoglobinkonzentration mehr als 8 g/dl betrug [11].

Obwohl also die untere tolerable Hämoglobingrenze noch nicht zweifelsfrei ermittelt werden konnte und sicherlich immer interindividuell verschieden sein wird, wird von einer ausreichenden Sauerstoffversorgung für die meisten Patienten ausgegangen, sofern die Hämoglobinkonzentration über 7 g/dl bleibt [1].

## Toleranz der Anämie bei kardiovaskulären Risikopatienten

Bei kardiovaskulären Risikopatienten ist die Diskussion um den kritischen Hämoglobinwert bisher sehr kontrovers geführt worden. Dies spiegelt sich eindrucksvoll in der starken Variabilität der Transfusionspraxis wider, die beim Vergleich verschiedener Kliniken in den USA, die Patienten nach koronarer Bypass-Chirurgie behandelten, offensichtlich wurde. Bei Patienten mit ähnlichem Risikoprofil schwankte die Transfusionswahrscheinlichkeit für Erythrozytenkonzentrate zwischen den einzelnen Zentren zwischen 27% und 92% [55]. Ein Hauptgrund hierfür könnte sein, dass eine Vielzahl von Studien mit diesen Risikopatienten existiert, die zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen geführt haben.

Nelson et al. folgerten 1993 aus ihrer methodisch nicht unumstrittenen Fall-Kontroll-Studie an 27 Hochrisikopatienten, die zu vaskulären Eingriffen anstanden, dass ein Hämatokrit unter 28% mit Myokardischämien und kardialen Ereignissen wie Myokardinfarkt, Angina pectoris und Linksherzversagen assoziiert war [38]. In den folgenden Jahren wurden weitere retrospektive Studien mit ähnlichen Ergebnissen durchgeführt [10, 59]. So konnte in einer retrospektiven Studie an 1958 Zeugen Jehovahs gezeigt werden, dass bei Patienten, bei denen gleichzeitig eine kardiovaskuläre Vorerkrankung vorlag (Angina pectoris, Herzinfarkt, Herzinsuffizienz oder pAVK) das perioperative Mortalitätsrisiko 1,3% betrug, sofern der präoperative Hämoglobinwert mindestens 12 g/dl betrug, während bei einem präoperativen Wert von 6 g/dl das Risiko auf 33,3% erhöht war [10]. Bei der Interpretation der hohen Mortalität dieser primär anämischen Patienten ist allerdings zu beachten, dass die Patienten im Laufe ihres Klinikaufenthaltes noch weiter mit dem Hämoglobinwert fielen, so dass ein Ausgangswert von 6 g/dl auf Werte von bis zu 2,1 g/dl fiel, die ihrerseits vor dem Hintergrund der kardiovaskulären Grunderkrankung zu der extremen Mortalität beigetragen haben. Eine prospektive Studie an 181 Patienten nach Prostataktomie identifizierte einen Hämatokrit von unter 28% als unabhängigen Risikofaktor für postoperative Myokardischämien [27]. Verlässliche Grenzwerte, unterhalb derer ein Anstieg der Mortalität und Morbidität auftritt, konnten jedoch daraus letztlich nicht abgeleitet werden.

Die Annahme, dass relativ hohe präoperative Hämoglobin- bzw. Hämatokritwerte einen Benefit für kardiovaskuläre Patienten mit sich brächten, ist jedoch keinesfalls unumstritten, obwohl sie weiterhin vielerorts das klinische Handeln stark beeinflusst. In einer prospektiven, randomisierten Studie mit Patienten nach koronaren Bypass-Operationen zeigte sich, dass das Herabsetzen der postoperativen Transfusionschwelle von Hkt <32% auf Hkt <25% keine Auswirkungen auf die kardiovaskuläre Komplikationsrate und die fahrradergometrische Belastungsdauer zeigte [32]. Bei 2202 Patienten nach koronarer Bypass-Operation, die nach ihrem Hämatokritwert bei Aufnahme auf die Intensivstation in 3 Gruppen eingeteilt wurden (hoch: Hkt >34%; mittel: Hkt 25–33%; niedrig: Hkt <24%), fanden sich im Verlauf bei Patienten mit hohem Hämatokrit signifikant mehr Myokardinfarkte, mehr schwere linksventrikuläre Dysfunktionen und eine deutlich erhöhte Mortalität. Ein hoher Hämatokrit war mit einem relativen Risiko von 2,22 gegenüber einem niedrigen Hämatokritwert verbunden und wurde als unabhängiger Prädiktor für einen postoperativen Myokardinfarkt identifiziert [54]. Selbst bei älteren Patienten (82±9 Jahre) nach Hüftoperationen, die eine hohe Prävalenz an kardiovaskulären Erkrankungen aufwiesen (45%), konnte in einer randomisierten Studie kein Unterschied bezüglich Mortalität und Auftreten von Komplikationen gefunden werden, wenn die Transfusionsgrenze von Hb <10 g/dl auf Hb <8 g/dl gesenkt wurde [11].

Die American Society of Anesthesiologists (ASA) veröffentlichte 1996 **Transfusionsleitlinien** mit Gültigkeit für chirurgische und geburtshilfliche Patienten, die 160 relevante Publikationen bis 1994 berücksichtigte. Darin kam zum Ausdruck, dass eine Bluttransfusion fast immer bei Hämoglobinwerten unter 6 g/dl und selten bei Hämoglobinwerten über 10 g/dl indiziert sei, was auch im deutschsprachigen Raum Zustimmung fand [52]. Über diese sehr allgemeine Empfehlung hinaus wurde betont, dass sog. Triggerwerte als alleiniges Transfusionskriterium ungeeignet wären. So gilt die alte „10/30-Regel“, die besagt, dass ein Patient, dessen Hb <10 g/dl oder dessen Hkt <30% ist, zu transfundieren sei, als wissenschaftlich nicht mehr haltbar. Vielmehr sollte sich die Indikation zur Bluttransfusion an klinischen Zeichen unzurei-

### ► Transfusionsleitlinien der ASA

„10/30-Regel“, die besagt, dass ein Patient, dessen Hb <10 g/dl oder dessen Hkt <30% ist, zu transfundieren sei, ist wissenschaftlich nicht mehr haltbar.



**Tabelle 2**  
**Klinische Zeichen einer Organminderperfusion**

|  |
|--|
| Arterielle Hypotension                             |
| Tachykardie  |
| Verminderte Urinproduktion                         |
| Tachypnoe (bei Spontanatmung)                      |
| Bewusstseinsänderungen (bei wachem Patient)        |
| Anstieg der Laktatkonzentration im Blut            |
| Akute EKG-Änderungen, die Myokardischämie anzeigen |
| Verminderung des Sauerstoffverbrauchs              |

chender Gewebsoxygenierung orientieren [1]. Solche Zeichen sind allerdings unspezifisch und können z. B. als Tachykardie, arterielle Hypotension, verminderte Urinproduktion, Tachypnoe oder Myokardischämie imponieren (Tabelle 2).

### Toleranz der Anämie bei intensivmedizinischen Patienten

Der Transfusionsbedarf für Intensivpatienten wurde kürzlich in einer großen prospektiven randomisierten Multizenterstudie untersucht [24]. 838 Intensivpatienten mit internistischen, chirurgischen und neurologischen Grunderkrankungen im Alter von  $58 \pm 18$  Jahren, deren Hämoglobinwert 72 h nach Aufnahme auf die Intensivstation unter 9 g/dl sank, und von denen etwa 80% beatmet waren, wurden in 2 Gruppen aufgeteilt. In der einen Gruppe wurde eine „liberale“ Transfusionsstrategie verfolgt, bei der der Hämoglobinwert zwischen 10 und 12 g/dl gehalten wurde, während die andere Gruppe „restriktiv“ mit Hämoglobinwerten zwischen 7 und

9 g/dl behandelt wurde. Die Gruppen unterschieden sich nicht bezüglich des primären Outcome-Parameters, nämlich der 30-Tage-Mortalität. Während des gesamten Klinikaufenthalts zeigte die restriktiv transfundierte Gruppe jedoch eine signifikant niedrigere Mortalität. Darüber hinaus fielen jüngere (<55 Jahre) und weniger kranke (APACHE-II-Score <20) Patienten durch eine geringere Mortalität auf, wenn sie restriktiv transfundiert wurden (Abb. 1).

Auch kardiale Komplikationen (Myokardinfarkt, Lungenödem) waren seltener bei Patienten, die restriktiv transfundiert wurden. In einer Subgruppenanalyse mit 357 kardiovaskulären Risikopatienten erwies sich die „restriktive“ Transfusionsstrategie als eine für die meisten Patienten sichere Alternative zur „liberalen“ Strategie, da sie weder eine erhöhte 30-Tage-Mortalität, noch längere Aufenthaltszeiten auf Intensivstation und im Krankenhaus nach sich zog und in Hinsicht auf die Entwicklung von Multiorganversagen sogar einen überlegenen Effekt zeigte [26]. In einer weiteren Subgruppenanalyse konnte außerdem gezeigt werden, dass beide Transfusionsstrategien gleichwertig im Hinblick auf die Beatmungsdauer der intensivmedizinischen Patienten waren [25].

Die Autoren empfahlen deshalb, die meisten Intensivpatienten erst ab einem Hb <7 g/dl zu transfundieren, wobei Patienten mit akutem Myokardinfarkt oder instabiler Angina pectoris eine Ausnahme bilden könnten. Diese Auffassung wurde allerdings von vorausgegangenen retrospektiven Studien nicht unterstützt, die zeigten, dass höhere Hämoglobinwerte bei intensivpflichtigen bzw. postoperativen kardialen

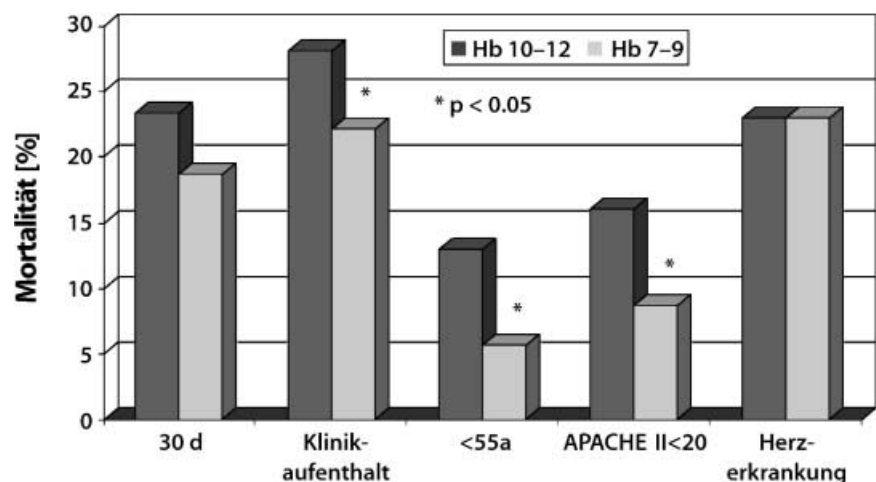


Abb.1 ▲ Toleranz der Anämie bei Intensivpatienten. (Nach Hébert et al. 1999, 2001 [24, 26]) Mortalität in Abhängigkeit des Hb-Wertes nach 30 Tagen (30 d), während des gesamten Klinikaufenthalts, bei jüngeren Patienten (<55 a), bei weniger kranken Patienten (APACHE II <20) und bei kardiovaskulären Risikopatienten (Herzkrankung)

Ein kritischer Hämoglobinwert, dessen Unterschreiten eine Bluttransfusion erfordert, kann selbst für einen individuellen Patienten nicht allgemein gültig angegeben werden.

Spezielle Fremdblut sparende Maßnahmen:

- a) rechtzeitig vor einem operativen Eingriff (Eigenblutspende, präoperative Erythropoetingabe) und
- b) unmittelbar präoperativ bzw. intraoperativ (akute normovolämische Hämodilution, Autotransfusion, pharmakologische Interventionen, Anästhesieführung).

#### ► Leitlinien der Bundesärztekammer

Eigenblutspende: ein effektives Verfahren zur Reduzierung des Fremdblutbedarfs.

Risikopatienten mit einer Verminderung der Mortalität und Morbidität verbunden waren [10, 23].

### Zusammenfassende Beurteilung der Toleranz der Anämie

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein kritischer Hämoglobinwert, dessen Unterschreiten eine Bluttransfusion erfordert, selbst für einen individuellen Patienten nicht allgemein gültig angegeben werden kann, da die Sauerstoffversorgung von einer Vielzahl weiterer Faktoren abhängt. Darüber hinaus fehlen zurzeit Methoden, um unter klinischen Bedingungen eine beginnende Gewebshypoxie mit hinreichender Sicherheit zu erkennen. Klinische Zeichen wie Tachykardie, Tachypnoe und Hypotension sind zwar sehr unspezifisch, sollten aber nach Ausschluss anderer Ursachen die Entscheidung zur Bluttransfusion maßgeblicher beeinflussen als das alleinige Überschreiten bestimmter „Triggerwerte“.

Dennoch sind in klinischen Studien ermittelte Grenzwerte hilfreich für die tägliche Praxis. So gibt es wesentliche Hinweise, dass Morbidität und Mortalität von Patienten ohne kardiovaskuläre Begleiterkrankungen nicht ansteigen, sofern der Hb >8 g/dl bleibt. Auch Intensivpatienten profitieren möglicherweise von einer restriktiven Transfusionsstrategie, die Hämoglobinwerte von 7–9 g/dl zulässt. Dagegen ist die Datenlage für kardiovaskuläre Risikopatienten sowohl intraoperativ als auch postoperativ zu widersprüchlich, um allgemeine Empfehlungen daraus ableiten zu können. Eine möglichst frühzeitige Transfusion dieser Patienten muss jedoch zumindest als umstritten gelten.

### Spezielle Fremdblut sparende Maßnahmen

Die speziellen Fremdblut sparenden Maßnahmen lassen sich unterscheiden in Maßnahmen, die rechtzeitig vor einem operativen Eingriff begonnen werden müssen (Eigenblutspende, präoperative Erythropoetingabe) und solche, die unmittelbar präoperativ bzw. intraoperativ durchgeführt werden können (akute normovolämische Hämodilution, Autotransfusion, pharmakologische Interventionen, Anästhesieführung; Tabelle 3).

#### Eigenblutspende

Die Eigenblutspende stellt ein effektives Verfahren zur Reduzierung des Fremdblutbedarfs dar [4]. Als Vorteile dieses Verfahrens gelten u. a. der Ausschluss einer Übertragung von Infektionserregern (Ausnahme: Yersinien, s. unten) sowie die Verhinderung von Plasmaunverträglichkeiten und der Bildung irregulärer Allo-Antikörper [8]. Gemäß der aktuellen ► **Leitlinien der Bundesärztekammer** ist jeder Patient, der zu einer planbaren operativen Maßnahme ansteht, bei der die Transfusionswahrscheinlichkeit mindestens 10% beträgt, rechtzeitig auf die Möglichkeit der autologen Hämotherapie hinzuweisen. Auch nach § 13 des Transfusionsgesetzes besteht eine

Aufklärungspflicht über Eigenblutspenden „nach dem Stand der medizinischen Wissenschaft“. Die Indikationsstellung zur Eigenblutspende obliegt den behandelnden Ärzten unter Beachtung der Kontraindikationen (Tabelle 4). Patienten sollten vor der Eigenblutentnahme einen Hämoglobinwert von mindestens 11,5 g/dl aufweisen. Nach der Spende sollte eine Eisensubstitutionstherapie eingeleitet werden [8].

Autologe Transfusionen sind nicht ohne Risiko. Transfusionszwischenfälle können durch Verwechslung der Blutkonserven [64], bakterielle Kontamination durch *Yersinia enterocolitica* und Hämolysereaktionen entstehen. Trotz einer

Tabelle 3

#### Wichtige Fremdblut sparende Maßnahmen

Toleranz der Anämie  
Eigenblutspende  
Präoperative Erythropoetingabe  
Akute normovolämische Hämodilution  
Maschinelle Autotransfusion (MAT)  
Pharmakologische Interventionen (Antifibrinolytika, Desmopressin)  
Anästhesieführung, Normothermie, Normovolämie

### ► Indikationsstellung zur Eigenbluttransfusion

Risiken der autologen Spende geringer als die der allogenen.

### ► Kosteneffektivität der Eigenblutspende

Durch präoperative Gabe von Erythropoetin vor geplanten Eingriffen ist eine effektive Reduktion von Fremdbluttransfusionen möglich.

Zur Optimierung der Erythropoese parenterale Eisensubstitution zu empfehlen.

### ► Patienten mit soliden Tumoren

Tabelle 4  
**Kontraindikationen für Eigenblutspenden. (Nach Leitlinien Bundesärztekammer 2001 [8])**

|   |
|---|
| Infektionen                                   |
| mit Möglichkeit der hämatogenen Streuung      |
| Verdacht auf fokale Infektionen               |
| Verdacht auf infektiöse Magen-Darm-Erkrankung |
| Herzerkrankungen                              |
| Frischer Herzinfarkt (<3 Monate)              |
| Instabile Angina pectoris                     |
| Hauptstammstenose der Koronararterien         |
| Dekompensierte Herzinsuffizienz               |
| Akute Erkrankung ungeklärter Genese           |
| Synkopen unklarer Genese                      |

Autoren wiesen eine Komplikationsrate von bis 20% nach. Die ► **Kosteneffektivität der Eigenblutspende** scheint gering zu sein, hauptsächlich wegen des relativ hohen Anteils verworfener autologer Erythrozytenkonzentrate [47]. Diese Betrachtungsweise könnte sich jedoch zu Gunsten der autologen Spende verändern, wenn die wahrscheinlich niedrigere Inzidenz postoperativer Infektionen oder verstärkten Tumorwachstums sowie die verkürzte Krankenhausaufenthaltsdauer in Betracht gezogen werden [49].

### Präoperative Erythropoetingabe

Durch präoperative Gabe von Erythropoetin vor geplanten Eingriffen ist eine effektive Reduktion von Fremdbluttransfusionen möglich. Rekombinant hergestelltes Erythropoetin steigert präoperativ das Erythrozytenvolumen dosisabhängig. Erythropoetin kann zweimal wöchentlich über 3 Wochen, oder täglich 14 Tage präoperativ in einer Dosis von 300 U/kg KG s.c. verabreicht werden. Zur Optimierung der Erythropoese wird zusätzlich eine parenterale Eisensubstitution empfohlen. Erythropoetingen werden sehr gut vertragen. Nebenwirkungen wie Hypertension, Kopfschmerzen, Krampfanfälle oder Thrombosen, die bei Langzeitbehandlung und insbesondere bei Nierenversagen beobachtet wurden, sind bei chirurgischen Patienten und begrenzter Therapiedauer selten [18].

Selbst Hochrisikopatienten, bei denen vor herzchirurgischen Eingriffen die Eigenblutspende kontraindiziert war, tolerierten die präoperative Erythropoetingabe, wodurch sich der Fremdblutbedarf substanzial reduzieren ließ [48]. Besonders Patienten mit initial niedrigem Hämoglobinwert, denen ein größerer operativ bedingter Blutverlust bevorsteht (>4 Erythrozytenkonzentrate), scheinen von der präoperativen Erythropoetingabe zu profitieren [43]. Auch Intensivpatienten, die bei längerer Aufenthaltsdauer (>1 Woche) mit durchschnittlich 2–3 Erythrozytenkonzentrat pro Woche substituiert werden, können durch Einsatz von Erythropoetin einen Rückgang der Fremdbluttransfusionen erfahren [12].

► **Patienten mit soliden Tumoren**, insbesondere mit gastrointestinalen Karzinomen, sind ebenfalls eine Zielgruppe für die präoperative Erythropoetintherapie, da sie einen endogenen Erythropoetinmangel aufweisen [65], und eine Fremdblutgabe hier möglicherweise negative Effekte auf das Tumorwachstum mit sich bringt (s. oben). Erythropoetin, das selbst einen Wachstumsfaktor darstellt, ist bei einer Vielzahl von Tumoranämien erfolgreich eingesetzt worden, ohne dass dabei eine verstärkte Tumorprogression aufgefallen ist. Lediglich vom Nierenzellkarzinom liegt eine In-vitro-Untersuchung vor, die ein verstärktes Tumorwachstum zeigen konnte [63]. Insgesamt wird deshalb angenommen, dass Erythropoetin unter klinischen Bedingungen die Tumorprogression nicht stimuliert. Die relativ hohen Kosten, die mit einer Erythropoetintherapie verbunden sind, könnten sich in Zukunft vor dem Hintergrund steigender Kosten für Fremdblutprodukte



Im Vergleich zur Eigenblutspende ist die ANH kostengünstiger und patientenfreundlicher.

#### ► **Augmentierte ANH (A-ANH)**

#### ► **Direkte Wundbluttransfusion**

Wundbluttransfusion ist von der maschinellen Autotransfusion zu unterscheiden.

Qualität des Drainagebluts mangelhaft.

#### ► **Maschinelle Autotransfusion (MAT)**

Qualität des aufbereiteten Wundbluts ist sehr hoch.

MAT gilt als relativ kontraindiziert bei keimbelasteten Operationsgebieten und in der Tumorchirurgie.

(s. oben) günstiger darstellen [65]. Da die Therapie erst nach frühestens 5–7 Tagen erste Effekte zeigt und deshalb 2–3 Wochen präoperativ begonnen werden sollte, ist eine vorausschauende Operationsplanung beim Einsatz dieser Technik unerlässlich.

### **Akute normovolämische Hämodilution (ANH)**

Die ANH kann im Gegensatz zur Eigenblutspende unmittelbar präoperativ durchgeführt werden. Dabei wird dem Patienten Vollblut entnommen und durch kristalloide oder kolloidale Lösungen ersetzt. Herzgesunde Patienten tolerieren dabei ohne erweitertes Monitoring eine Hämodilution bis zu einem Hämatokrit von 21%. Das autologe Blut kann dann intra- oder postoperativ retransfundiert werden. Trotz mehrerer prospektiver klinischer Studien, die eine Reduktion des allogenen Blutverbrauchs durch ANH zeigen konnten, kam eine Metaanalyse zu dem Schluss, dass die Effektivität der ANH nicht eindeutig gesichert ist [7]. Die ANH scheint auch für kardiale Risikopatienten und ältere Patienten geeignet zu sein, sofern nicht stärker als bis zu einem Hämoglobinwert von 9,9 g/dl diluiert wird [51]. Im Vergleich zur Eigenblutspende ist die ANH kostengünstiger und patientenfreundlicher.

Die ► **augmentierte ANH (A-ANH)** sieht in Ergänzung zur ANH den Einsatz eines künstlichen Sauerstoffträgers vor, der nach der präoperativen Hämodilution intraoperativ verabreicht wird. Als künstliche Sauerstoffträger kommen zellfreie Hämoglobinlösungen oder synthetische Perfluorcarbonemulsionen in Frage. Die Entwicklung und Erprobung dieser Substanzen ist bereits fortgeschritten, obgleich eine abschließende Beurteilung ihrer Wirksamkeit noch aussteht. Unter Einhaltung der Normovolämie ist mit Hilfe der A-ANH eine intraoperative Verminderung des Hämoglobingehalts bis 5,5 g/dl ohne Gefährdung des Patienten möglich. Die Wirksamkeit der A-ANH konnte bisher noch nicht in größeren klinischen Studien bewiesen werden, theoretische Überlegungen und Berechnungen legen jedoch nahe, dass eine deutliche Reduktion von Fremdbluttransfusionen möglich sein sollte [53].

### **Autotransfusion von Wundblut**

Es wird die direkte Wundbluttransfusion von der maschinellen Autotransfusion unterschieden. Bei der ► **direkten Wundbluttransfusion** wird Wundblut postoperativ über ein Drainagesystem in ein Sammelgefäß geleitet und nach Passage eines Filters retransfundiert. Wegen der Einfachheit dieses Verfahrens ist es mit geringem Aufwand durchführbar. Die Qualität des Drainagebluts lässt jedoch zu wünschen übrig, da der Hämoglobingehalt deutlich vermindert ist und sich Zelltrümmer, Fibrinprodukte und leukozytenaktivierende Substanzen in ihm befinden. Nebenwirkungen, v. a. febrile Reaktionen nach direkter Drainagebluttransfusion, treten relativ häufig auf, insbesondere nach langen Sammelzeiten.

Bei der ► **maschinellen Autotransfusion (MAT)** wird das Wundblut zentrifugiert, gewaschen und anschließend retransfundiert. Es werden diskontinuierlich arbeitende Systeme (z. B. Cellsaver®, Haemonetics) von kontinuierlich arbeitenden Systemen (z. B. C.A.T.S.®, Fresenius) unterschieden. Letztere erlauben auch die Verarbeitung geringerer Blutmengen, da ein Mindestvolumen zum Füllen der Waschglocke nicht notwendig ist. Die Effektivität der MAT zur Einsparung allogener Bluttransfusionen ist gesichert [29]. Die Qualität des aufbereiteten Wundbluts ist, verglichen mit der direkten Wundbluttransfusion, sehr hoch. Es zeichnet sich durch einen Hämatokrit von 52–80% und eine gute Überlebensrate der Erythrozyten aus. Komplementfaktoren, Entzündungsmediatoren und Zytokine werden durch den Waschvorgang weitestgehend eliminiert, während verbleibende Leukozyten aktiviert werden und zu systemischen Entzündungsreaktionen führen können.

Metabolische Konsequenzen, wie die Entwicklung einer Azidose durch Verlust von Bikarbonat sowie ein Abfall der Kalzium- und Magnesiumkonzentration im Patientenblut können möglicherweise durch den Einsatz von balancierten Elektrolytlösungen anstatt physiologischer Kochsalzlösung als Waschlösung abgeschwächt werden [21]. Die MAT gilt als relativ kontraindiziert bei keimbelasteten Operationsgebieten und in der Tumorchirurgie. Die Filterung des Blutes vor der Retransfusion über Leukozytenfilter erscheint als unzureichende Maßnahme zur Verhinderung einer Streuung von Tumorzellen. Erst durch Bestrahlung des autologen Blutes mit ei-

► **Kardiochirurgische Eingriffe**

► **Leberchirurgische Eingriffe**

► **Orthopädische Eingriffe**

► **Acetylsalicylsäure (ASS)**

► **Desmopressin**

► **Aufrechterhaltung der Normothermie**

ner Dosis von 50 Gy kann dieses Risiko weitestgehend ausgeschlossen und somit die MAT auch für die Tumorchirurgie nutzbar gemacht werden [22]. Beim Einsatz der MAT für traumatologische und orthopädische Eingriffe ist zu beachten, dass derzeit lediglich das C.A.T.S<sup>®</sup>-System in der Lage ist, Fettpartikel vollständig zu eliminieren und damit das Fettemboliesyndrom, das mit schweren pulmonalen Störungen verbunden ist, zu verhindern. Die MAT erscheint im Vergleich zur Gabe von allogenen Blutkonserven und selbst im Vergleich zur Eigenblutspende mit ca. Euro 255 pro transfundierter Einheit zunächst als relativ teures Verfahren [47], was jedoch bei Beachtung potenzieller Folgekosten des allogenen Transfusion (s. oben) relativiert werden muss.

### Pharmakologische Interventionen

Antifibrinolytika können den Fremdblutverbrauch reduzieren, indem sie die Bildung von Plasmin aus Plasminogen und damit die endogene Fibrinolyse, die der Blutgerinnung entgegenwirkt, hemmen. Die klinisch gebräuchlichen Substanzen Aprotinin,  $\epsilon$ -Aminocapronsäure und Tranexamsäure können den Fremdblutverbrauch bei ► **kardiochirurgischen Eingriffen** reduzieren. Dabei treten Bypass-Verschlüsse oder Myokardinfarkte, entgegen früherer Befürchtungen, nicht vermehrt auf [37]. Auch bei ► **leberchirurgischen Eingriffen** zeigte Tranexamsäure, und in einer neueren Multizenterstudie auch Aprotinin einen Fremdblut sparenden Effekt [6, 42], was allerdings nicht in allen Untersuchungen bestätigt werden konnte [17]. Trotzdem wird der grundsätzliche Einsatz von Fibrinolytika bei Lebertransplantationen heute empfohlen [42].

Aprotinin und Tranexamsäure können darüber hinaus den Fremdblutverbrauch im Rahmen ► **orthopädischer Eingriffe** reduzieren [9]. In vergleichenden Untersuchungen erwies sich Aprotinin als wirkungsvoller als Tranexamsäure, Letztere wiederum war wirkungsvoller als  $\epsilon$ -Aminocapronsäure. Da Aprotinin ein aus der Rinderlunge isoliertes Polypeptid ist, besteht die Gefahr der Antikörperbildung beim Empfänger und der allergischen Reaktion bei wiederholter Exposition [13]. Außerdem kann die Gefahr einer BSE-Infektion durch Gabe von Aprotinin nicht völlig ausgeschlossen werden. Tranexamsäure und  $\epsilon$ -Aminocapronsäure werden synthetisch hergestellt, so dass die Gefahr der Allergisierung sehr viel geringer ist. Aprotinin ist erheblich teurer als die beiden Vergleichssubstanzen, so dass Tranexamsäure eine Alternative sein könnte [20].

Durch präoperative Einnahme von ► **Acetylsalicylsäure (ASS)** und anderen Thrombozytenaggregationshemmern wird die Thrombozytenfunktion irreversibel eingeschränkt. Dies hat nach Meinung der meisten Autoren einen negativen Effekt auf den intra- und postoperativen Blutverlust und die Notwendigkeit der Fremdblutgabe z. B. bei koronaren Bypass-Operationen, obwohl dieser Zusammenhang zumindest für ASS auch widerlegt werden konnte [56]. Der potenziell negative Einfluss von ASS auf den Fremdblutverbrauch in der Herzchirurgie kann durch Gabe von ► **Desmopressin**, einem synthetischen Analogon von Vasopressin ohne vasopressorische Wirkung, effektiv abgeschwächt werden [14]. Desmopressin verbessert in einer Dosierung von 0,3  $\mu$ g/kg nahezu unverzüglich die Thrombozytenaggregabilität und verkürzt die Blutungszeit bei gesunden Probanden nach Einnahme von ASS. Etwa 3 h nach Desmopressingabe verschlechtert sich die Thrombozytenfunktion wieder, was durch eine zweite Gabe des Medikaments zu diesem Zeitpunkt verhindert werden kann. Desmopressin kann außerdem bei erblichen Thrombozytopathien, sowie bei Thrombozyten- und Gerinnungsstörungen im Rahmen einer Urämie oder Leberzirrhose effektiv eingesetzt werden. Es bewirkt auch eine vermehrte Freisetzung von Gerinnungsfaktor VIII und von-Willebrand-Faktor, was jedoch den hämostatischen Effekt nicht hinreichend erklären kann. Vielmehr werden zusätzliche, bisher nicht genau bekannte Wirkungen auf die Hämostase vermutet.

### Anästhesieverfahren und Anästhesieführung

Größte Bedeutung für die Einsparung von Fremdbluttransfusionen im Rahmen der Anästhesieführung besitzen die ► **Aufrechterhaltung der Normothermie** und die adäquate Volumensubstitution.

Überwachung der Körpertemperatur sowie der Aufrechterhaltung der Normothermie kommt somit ein hoher Stellenwert zu.

Vorteile der Regionalanästhesie bei orthopädischen und gefäßchirurgischen Eingriffen sowie bei der Sectio caesarea in Bezug auf Blutverluste.

Bei HNO-Eingriffen soll die total intravenöse Anästhesie (TIVA) zu geringeren Blutungen im Operationsgebiet führen.

#### ► **Medikamentöse Senkung des mittleren arteriellen Blutdrucks**

Wegen der potenziellen Risiken der Organminderperfusion gilt das Verfahren als kontraindiziert bei schwerer arterieller Hypertonie, Herz-/Gefäß-erkrankungen.

Das Aufrechterhalten der Normothermie des Patienten kann den Blutverlust und Fremdblutbedarf bei abdominalchirurgischen Eingriffen und in der Hüftchirurgie effektiv reduzieren [5, 36]. Durch Hypothermie werden sowohl die Blutgerinnung als auch die Thrombozytenfunktion beeinträchtigt. Es konnte gezeigt werden, dass sich bereits eine milde Hypothermie ( $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ) negativ auf den Fremdblutverbrauch auswirkt. Der konsequenten Überwachung der Körpertemperatur sowie der Aufrechterhaltung der Normothermie durch geeignete Maßnahmen (z. B. konvektive Luftwärmesysteme) kommt somit ein hoher Stellenwert zu.

Um die perioperative Normovolämie zu gewährleisten, können intraoperativ erhebliche Infusionsmengen kristalliner und kolloidaler Lösungen notwendig werden, insbesondere auch, wenn die ANH zum Einsatz kommt. Dabei verringern sich die Konzentration des Hämoglobins, der Thrombozyten und der Gerinnungsfaktoren. Es entspricht dabei der allgemeinen Vorstellung, dass wegen dieses „Verdünnungseffekts“ die Hämostase zunehmend schlechter würde und damit Blutverbrauch und Fremdblutbedarf erhöht wären. Tatsächlich jedoch kann eine Hämodilution mit Kristalloiden bis zu einem gewissen Maß die Blutgerinnung sogar verbessern. Sowohl in vitro als auch in vivo konnte gezeigt werden, dass eine 25–30%ige Hämodilution mit Kristalloiden die Blutgerinnung beschleunigt, was mit einer überproportionalen Konzentrationsminderung von AT III zu tun haben könnte. Eine deutlich darüber hinaus gehende Hämodilution wird allerdings negative Folgen auf die Blutgerinnung mit sich bringen. Kolloidale Lösungen haben allgemein unterschiedlich starke negative Effekte auf die Blutgerinnung. Gelatinelösungen beeinflussen dabei die Blutgerinnung am wenigsten [15], sie können möglicherweise sogar einen positiven Effekt zeigen. Hydroxyethylstärke (HES) beeinflusst die Gerinnung dagegen weitaus negativer. Die ist abhängig von der Molekülgröße und v. a. von hochmolekularer HES-Lösung (>450 kD) bekannt, trifft jedoch weniger ausgeprägt auch für mittelmolekulare HES-Lösung (200 kD) zu. Als bester Kompromiss, um einerseits die Normovolämie aufrecht zu erhalten, andererseits die Blutgerinnung nicht zu stark zu kompromittieren, erscheint deshalb eine adäquate Volumensubstitution mit überwiegender kristalloiden und weniger kolloidalen Lösungen.

Ob die Regionalanästhesie gegenüber der Allgemeinanästhesie Blutverluste verringern kann, ist nicht ganz zweifelsfrei belegt. Es existieren jedoch einige retrospektive Studien, die einen Vorteil der Regionalanästhesie bei orthopädischen und gefäßchirurgischen Eingriffen sowie bei der Sectio caesarea sehen. Ob die Kombination von Allgemeinanästhesie und Regionalanästhesie zur Einsparung von Fremdbluttransfusionen führt, ist derzeit ebenfalls unklar. Bei HNO-Eingriffen soll die total intravenöse Anästhesie (TIVA) zu geringeren Blutungen im Operationsgebiet führen und damit gegenüber der balancierten Anästhesie von Vorteil sein [3].

Ob durch ► **medikamentöse Senkung des mittleren arteriellen Blutdrucks** auf Werte um 50 mmHg der intraoperative Blutverlust gesenkt werden kann, ist heute umstritten. Zwar existieren mehrere Studien, die eine Verminderung des Blutverlusts bei verschiedenen Eingriffen unter kontrollierter Hypotension zeigen [45]. Die Ergebnisse der meist mit sehr kleinen Patientenkollektiven durchgeführten Studien werden jedoch durch uneinheitliche Begriffsdefinitionen der kontrollierten Hypotension und unterschiedliche Kriterien für eine Fremdbluttransfusion schwer vergleichbar [34]. Auch neuere Untersuchungen kommen nicht zu übereinstimmenden Ergebnissen bezüglich der Effektivität dieses Verfahrens. Wegen der potenziellen Risiken der Organminderperfusion gilt das Verfahren außerdem als kontraindiziert für eine große Patientengruppe (schwere arterielle Hypertonie, Herz-/Gefäßkrankungen). Dieses Verfahren ist daher heute insgesamt im Vergleich zu den anderen Fremdblut sparenden Maßnahmen in den Hintergrund getreten. Eine Senkung des zentralvenösen Druckes bei leberchirurgischen Eingriffen könnte dagegen eine effektive Maßnahme zur Einsparung von Fremdbluttransfusionen sein, da operativ bedingte Blutungen meist venösen Gefäßen entstammen und ihre Stärke deshalb maßgeblich vom zentralvenösen Druck determiniert wird [33, 50].

## Fazit für die Praxis

Die Transfusion von Fremdblut erscheint im klinischen Alltag oft unumgänglich. Mit der Fremdbluttransfusion verbundene unerwünschte Wirkungen wie Unverträglichkeitsreaktionen, transfusionsassoziierte Infektionen, Immunmodulation, TRALI sowie direkt und indirekt mit der Fremdblutgabe verbundene Kosten lassen es jedoch sinnvoll erscheinen, verstärkt Fremdblut sparende Maßnahmen zum Einsatz zu bringen.

Ein großes Potenzial zur Einsparung von Fremdbluttransfusionen liegt in der Toleranz der Anämie. Allgemein akzeptierte Mindestgrenzen, unterhalb derer Transfusionsbedarf besteht, konnten jedoch bisher nicht umfassend definiert werden. Deshalb bleibt die Entscheidung zur Transfusion sehr individuell auf den einzelnen Patienten abgestimmt und sollte sich an klinischen Manifestationen drohender Organminderperfusion orientieren. Es besteht nach aktueller Datenlage Grund zur Annahme, dass für die meisten Patientengruppen Hämoglobinwerte um 8 g/dl ohne Schäden toleriert werden. Eine Ausnahme hiervon stellen möglicherweise primär herzkrankte Patienten dar, insbesondere solche mit akutem Myokardinfarkt oder instabiler Angina pectoris.

Eigenblutspende und präoperative Erythropoetingabe sind wirksame Verfahren zur Verminderung des Fremdblutbedarfs, die allerdings einige Wochen vor der Operation begonnen werden müssen. Die akute normovolämische Hämodilution, die Autotransfusion von Wundblut, die intraoperative Gabe von Antifibrinolytika oder Desmopressin sowie die Beachtung der Normothermie und der Normovolämie sind hingegen Maßnahmen, die auch unmittelbar prä- bzw. intraoperativ angewandt werden können. In Zukunft könnte darüber hinaus der Einsatz künstlicher Sauerstoffträger an Bedeutung gewinnen.

## Literatur

1. American Society of Anesthesiologists Task Force (1996) Practice guidelines for blood component therapy. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on blood component therapy. *Anesthesiology* 84:732–747
2. Bengtsson A, Bengtson JP (1996) Autologous blood transfusion: preoperative blood collection and blood salvage techniques. *Acta Anaesthesiol Scand* 40:1041–1056
3. Blackwell KE, Ross DA, Kapur P, Calcaterra TC (1993) Propofol for maintenance of general anesthesia: a technique to limit blood loss during endoscopic sinus surgery. *Am J Otolaryngol* 14:262–266
4. Blajchman MA (1999) Transfusion-associated immunomodulation and universal white cell reduction: are we putting the cart before the horse? *Transfusion* 39:665–670
5. Bock M, Müller J, Bach A, Böhner H, Marti E, Motsch J (1998) Effects of preinduction and intraoperative warming during major laparotomy. *Br J Anaesth* 80:159–163
6. Boylan J F, Klinck JR, Sandler AN, Arellano R, Greig PD, Nierenberg H, Roger SL, Glynn MF (1996) Tranexamic acid reduces blood loss, transfusion requirements, and coagulation factor use in primary orthotopic liver transplantation. *Anesthesiology* 85:1043–1048
7. Bryson GL, Laupacis A, Wells GA (1998) Does acute normovolemic hemodilution reduce perioperative allogeneic transfusion? A meta-analysis. *The International Study of Perioperative Transfusion. Anesth Analg* 86:9–15
8. Bundesärztekammer (2001) Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten. 2. Aufl. Bundesärztekammer
9. Capdevila X, Calvet Y, Biboulet P, Biron C, Rubenovitch J, d'Athis F (1998) Aprotinin decreases blood loss and homologous transfusions in patients undergoing major orthopedic surgery. *Anesthesiology* 88:50–57
10. Carson JL, Duff A, Poses RM, Berlin JA, Spence RK, Trout R, Noveck H, Strom BL (1996) Effect of anaemia and cardiovascular disease on surgical mortality and morbidity. *Lancet* 348(9034):1055–1060
11. Carson JL, Terrin ML, Barton FB, Aaron R, Greenburg AG, Heck DA, Magaziner J, Merlino FE, Bunce G, McClelland B, Duff A, Noveck H (1998) A pilot randomized trial comparing symptomatic vs. hemoglobin-level-driven red blood cell transfusions following hip fracture. *Transfusion* 38:522–529
12. Corwin HL, Gettinger A, Rodriguez RM, Pearl RG, Gubler KD, Enny C, Colton T, Corwin MJ (1999) Efficacy of recombinant human erythropoietin in the critically ill patient: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Crit Care Med* 27:2346–2350
13. Dietrich W, Spath P, Zuhlsdorf M, Dalichau H, Kirchhoff PG, Kuppe H, Preiss DU, Mayer G (2001) Anaphylactic reactions to aprotinin reexposure in cardiac surgery: relation to antiaprotinin immunoglobulin G and E antibodies. *Anesthesiology* 95:64–71
14. Diltthey G, Dietrich W, Spannagl M, Richter JA (1993) Influence of desmopressin acetate on homologous blood requirements in cardiac surgical patients pretreated with aspirin. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 7:425–430
15. Egli GA, Zollinger A, Seifert B, Popovic D, Pasch T, Spahn DR (1997) Effect of progressive haemodilution with hydroxyethyl starch, gelatin and albumin on blood coagulation. *Br J Anaesth* 78:684–689
16. Fontana JL, Welborn L, Mongan PD, Sturm P, Martin G, Bunker R (1995) Oxygen consumption and cardiovascular function in children during profound intraoperative normovolemic hemodilution. *Anesth Analg* 80:219–225
17. Garcia-Huete L, Domenech P, Sabate A, Martinez-Brotons F, Jaurrieta E, Figueras J (1997) The prophylactic effect of aprotinin on intraoperative bleeding in liver transplantation: a randomized clinical study. *Hepatology* 26:1143–1148
18. Goodnough LT, Monk TG, Andriole GL (1997) Erythropoietin therapy. *N Engl J Med* 336:933–938
19. Goodnough LT, Brecher ME, Kanter MH, AuBuchon JP (1999) Transfusion medicine. First of two parts—blood transfusion. *N Engl J Med* 340:438–447
20. Habler O, Messmer K (1997) Verfahren zur Reduktion von Fremdbluttransfusionen in der operativen Medizin. *Anaesthesist* 46:915–926
21. Halpern NA, Alicea M, Seabrook B, Spungen A, Greenstein R (1997) Isolyte S, a physiologic multielectrolyte solution, is preferable to normal saline to wash cell saver salvaged blood: conclusions from a prospective, randomized study in a canine model. *Crit Care Med* 25:2031–2038
22. Hansen E, Knuechel R, Altmeppen J, Taeger K (1999) Blood irradiation for intraoperative autotransfusion in cancer surgery: demonstration of efficient elimination of contaminating tumor cells. *Transfusion* 39:608–615
23. Hébert PC, Wells G, Tweeddale M, Martin C, Marshall J, Pham B, Blajchman MA, Schweitzer J, Pagliarello G (1997) Does transfusion practice affect mortality in critically ill patients? *Am J Respir Crit Care Med* 155:1618–1623



24. Hébert PC, Wells G, Blajchman MA, Marshall J, Martin C, Pagliarello G, Tweeddale M, Schweitzer I, Yetisir E (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
25. Hébert PC, Blajchman MA, Cook DJ, Yetisir E, Wells G, Marshall J, Schweitzer I (2001) Do blood transfusions improve outcomes related to mechanical ventilation? *Chest* 119:1850–1857
26. Hébert PC, Yetisir E, Martin C, Blajchman MA, Wells G, Marshall J, Tweeddale M, Pagliarello G, Schweitzer I (2001) Is a low transfusion threshold safe in critically ill patients with cardiovascular disease? *CritCare Med* 29:227–233
27. Hogue CW Jr, Goodnough LT, Monk TG (1998) Perioperative myocardial ischemic episodes are related to hematocrit level in patients undergoing radical prostatectomy. *Transfusion* 38:924–931
28. Houston F, Foster JD, Chong A, Hunter N, Bostock CJ (2000) Transmission of BSE by blood transfusion in sheep. *Lancet* 356(9234):999–1000
29. Huet C, Salmi LR, Fergusson D, Koopman-van Gemert AW, Rubens F, Laupacis A (1999) A meta-analysis of the effectiveness of cell salvage to minimize perioperative allogeneic blood transfusion in cardiac and orthopedic surgery. *International Study of Perioperative Transfusion (ISPO) Investigators*. *Anesth Analg* 89:861–869
30. Jensen LS, Grunnet N, Hanberg-Sorensen F, Jorgensen J (1995) Cost-effectiveness of blood transfusion and white cell reduction in elective colorectal surgery. *Transfusion* 35:719–722
31. Jensen LS, Kissmeyer-Nielsen P, Wolff B, Qvist N (1996) Randomised comparison of leucocyte-depleted versus buffy-coat-poor blood transfusion and complications after colorectal surgery. *Lancet* 348(9031):841–845
32. Johnson RG, Thurer RL, Kruskall MS, Sirois C, Germino EV, Critchlow J, Weintraub RM (1992) Comparison of two transfusion strategies after elective operations for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 104:307–314
33. Jones RM, Moulton CE, Hardy KJ (1998) Central venous pressure and its effect on blood loss during liver resection. *Br J Surg* 85:1058–1060
34. Kleinschmidt S (2001) Hat die kontrollierte Hypotension einen Stellenwert im Rahmen fremdblutsparender Verfahren? *Anaesthesist* 50 [Suppl 1]:39–42
35. Kopko PM, Holland PV (1999) Transfusion-related acute lung injury. *Br J Haematol* 105:322–329
36. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R (1996) Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. *Study of Wound Infection and Temperature Group*. *N Engl J Med* 334:1209–1215
37. Levy JH (1999) Hemostatic agents and their safety. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 13 [Suppl 1]:6–11
38. Nelson AH, Fleisher LA, Rosenbaum SH (1993) Relationship between postoperative anemia and cardiac morbidity in high-risk vascular patients in the intensive care unit. *Crit Care Med* 21:860–866
39. Opelz G, Vanrenterghem Y, Kirste G, Gray DW, Horsburgh T, Lachance JG, Largiader F, Lange H, Vujaklija-Stipanovic K, Alvarez-Grande J, Schott W, Hoyer J, Schnuelle P, Descouedres C, Ruder H, Wujciak T, Schwarz V (1997) Prospective evaluation of pretransplant blood transfusions in cadaver kidney recipients. *Transplantation* 63:964–967
40. Popovsky MA (2001) Transfusion and lung injury. *Transfus Clin Biol* 8:272–277
41. Popovsky MA, Whitaker B, Arnold NL (1995) Severe outcomes of allogeneic and autologous blood donation: frequency and characterization. *Transfusion* 35:734–737
42. Porte RJ, Molenaar IQ, Begliomini B, Groenland THN, Januszkievicz A, Lindgren L, Palareti G, Hermans J, Terpstra OT (2000) Aprotinin and transfusion requirements in orthotopic liver transplantation: a multicentre randomised double-blind study. *Lancet* 355:1303–1309
43. Price TH, Goodnough LT, Vogler WR, Sacher RA, Hellman RM, Johnston MF, Bolgiano DC, Abels RI (1996) The effect of recombinant human erythropoietin on the efficacy of autologous blood donation in patients with low hematocrits: a multicenter, randomized, double-blind, controlled trial. *Transfusion* 36(1):29–36
44. Schreiber GB, Busch MP, Kleinman SH, Korelitz JJ (1996) The risk of transfusion-transmitted viral infections. *The Retrovirus Epidemiology Donor Study*. *N Engl J Med* 334:1685–1690
45. Sharrock NE, Mineo R, Urquhart B, Salvati EA (1993) The effect of two levels of hypotension on intraoperative blood loss during total hip arthroplasty performed under lumbar epidural anesthesia. *Anesth Analg* 76:580–584
46. Silliman CC, Voelkel NF, Allard JD, Elzi DJ, Tuder RM, Johnson JL, Ambruso DR (1998) Plasma and lipids from stored packed red blood cells cause acute lung injury in an animal model. *J Clin Invest* 101(7):1458–1467
47. Singbartl G, Schleinzer W (1999) Kostenanalyse autologer Transfusionsverfahren – eine Untersuchung bei 5.017 Patienten. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 34:350–358
48. Sowade O, Warnke H, Scigalla P, Sowade B, Franke W, Messinger D, Gross J (1997) Avoidance of allogeneic blood transfusions by treatment with epoetin beta (recombinant human erythropoietin) in patients undergoing open-heart surgery. *Blood* 89:411–418
49. Spahn DR, Casutt M (2000) Eliminating blood transfusions: new aspects and perspectives. *Anesthesiology* 93:242–255
50. Spahn DR, Casutt M (2001) Eliminating blood transfusions: What about hypotensive anesthesia? *Anesthesiology* 94:542–543
51. Spahn DR, Schmid ER, Seifert B, Pasch T (1996) Hemodilution tolerance in patients with coronary artery disease who are receiving chronic beta-adrenergic blocker therapy. *Anesth Analg* 82:687–694
52. Spahn DR, Schanz U, Pasch T (1998) Perioperative Transfusionskriterien. *Anaesthesist* 47:1011–1020
53. Spahn DR, Willmann PFX, Faithfull NS (2001) Wirksamkeit der augmentierten akuten normovolämen Hämodilution (A-ANH™). *Anaesthesist* 50 [Suppl 1]:49–54
54. Spiess BD, Ley C, Body SC, Siegel LC, Stover EP, Maddi R, D'Ambra M, Jain U, Liu F, Herskowitz A, Mangano DT, Levin J (1998) Hematocrit value on intensive care unit entry influences the frequency of Q-wave myocardial infarction after coronary artery bypass grafting. *The Institutions of the Multicenter Study of Perioperative Ischemia (McSPI) Research Group*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 116:460–467
55. Stover EP, Siegel LC, Parks R, Levin J, Body SC, Maddi R, D'Ambra MN, Mangano DT, Spiess BD (1998) Variability in transfusion practice for coronary artery bypass surgery persists despite national consensus guidelines: a 24-institution study. *Institutions of the Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group*. *Anesthesiology* 88:327–333
56. Tuman KJ, McCarthy RJ, O'Connor CJ, McCarthy WE, Ivankovich AD (1996) Aspirin does not increase allogeneic blood transfusion in reoperative coronary artery surgery. *Anesth Analg* 83:1178–1184
57. Vamvakas EC (1996) Transfusion-associated cancer recurrence and postoperative infection: meta-analysis of randomized, controlled clinical trials. *Transfusion* 36:175–186
58. Vamvakas EC, Carven JH (1998) Allogeneic blood transfusion, hospital charges, and length of hospitalization: a study of 487 consecutive patients undergoing colorectal cancer resection. *Arch Pathol Lab Med* 122:145–151
59. Viele MK, Weiskopf RB (1994) What can we learn about the need for transfusion from patients who refuse blood? The experience with Jehovah's Witnesses. *Transfusion* 34:396–401
60. Weiskopf RB, Viele MK, Feiner J, Kelley S, Lieberman J, Noorani M, Leung JM, Fisher DM, Murray WR, Toy P, Moore MA (1998) Human cardiovascular and metabolic response to acute, severe isovolemic anemia. *JAMA* 279:217–221
61. Weiskopf RB, Kramer JH, Viele M, Neumann M, Feiner JR, Watson JJ, Hopf HW, Toy P (2000) Acute severe isovolemic anemia impairs cognitive function and memory in humans. *Anesthesiology* 92:1646–1652
62. Welte M (2001) Gibt es einen „kritischen Hämatokrit“? *Anaesthesist* 50 [Suppl 1]:2–8
63. Westenfelder C, Baranowski RL (2000) Erythropoietin stimulates proliferation of human renal carcinoma cells. *Kidney* 58:647–657
64. Williamson LM, Lowe S, Love EM, Cohen H, Soldan K, McClelland DB, Kacel P, Barbara JA (1999) Serious hazards of transfusion (SHOT) initiative: analysis of the first two annual reports. *BMJ* 319(7201):16–19
65. Wolff M (2001) Erythropoietin – eine Alternative zur Fremdbluttransfusion? *Anaesthesist* 50 [Suppl 1]:54–58



## Fragen zur zertifizierten Fortbildung

### 1. Welche Aussagen zu transfusionsassoziierten Infektionen treffen zu?

1. Bluttransfusionen erhöhen dosisabhängig die Inzidenz postoperativer Infektionen.
2. Die Inzidenz von Hepatitisinfektionen durch Fremdblut sind seit Beginn der 90er Jahre etwa konstant.
3. Die Inzidenz von HIV-Infektionen durch Fremdblut ist derzeit ca. 10mal niedriger als die Inzidenz von Hepatitis B- oder C-Infektionen.
4. Bei den transfusionsassoziierten Parasitosen spielen Plasmodien die größte Rolle.
5. Die Inzidenz von Cytomegalieinfektionen durch Fremdblut kann durch Leukozyten-depletion nicht vermindert werden.

- a) 1,3;
- b) 1,3,4;
- c) 1,4,5;
- d) 3,4,5;
- e) alle Aussagen sind richtig.

### 2. Welche Aussagen zum TRALI treffen zu?

1. Es gehört zu den häufigsten Ursachen für transfusionsassoziierte Todesfälle.
2. Es kann klinisch von einem ARDS oft nicht abgegrenzt werden.
3. Es weist auch bei adäquater Therapie eine Mortalität von ca. 50% auf.
4. Die Inzidenz des TRALI kann durch Leukozytendepletion gesenkt werden.
5. Ein TRALI führt bei Ausheilung häufig zu Spätschäden.

- a) 1,2;
- b) 1,2,4;
- c) 1,3,5;
- d) 2,5;
- e) 2,3,5.

### 3. Welche Aussagen treffen zu?

1. Ältere Patienten (>80 Jahre) profitieren meist hinsichtlich der Mortalität von einem perioperativen Hb >8 g/dl.
2. Junge, gesunde Erwachsene zeigen bei einem Hb <8 g/dl selten Zeichen unzureichender Gewebsoxygenierung.

3. Ein Hämatokrit von 28% gilt als verlässlicher Grenzwert, unterhalb dessen die Morbidität und Mortalität kardiovaskulärer Risikopatienten ansteigt.
4. Kardiovaskuläre Risikopatienten profitieren von einer frühzeitigen perioperativen Bluttransfusion auf Hb-Werte >10 g/dl.
5. Die klinischen Zeichen unzureichender Gewebsoxygenierung weisen eine geringe Spezifität auf.
6. Hb-„Triggerwerte“ sind notwendig, um den Zeitpunkt der Bluttransfusion perioperativ zu bestimmen.

- a) 1,2,4;
- b) 1,5,6;
- c) 2,5;
- d) 2,3,5;
- e) 3,4,6.

### 4. Welche Aussage zu Eigenblutspenden trifft zu?

- a) Patienten müssen ab einer Transfusionswahrscheinlichkeit von mindestens 50% vor einer geplanten Operation über Eigenblutspenden aufgeklärt werden.
- b) Bei Eigenblutspenden besteht keine Gefahr durch Übertragung von Infektionserregern.
- c) Nach Eigenblutspende muss eine parenterale Eisensubstitutionstherapie begonnen werden.
- d) Die Bildung irregulärer Allo-Antikörper ist bei Eigenblutspende nicht möglich.
- e) Die Indikationsstellung zur Transfusion von Eigenblut darf deutlich großzügiger gestellt werden als die zur Transfusion von Fremdblut.

### 5. Welche Aussage zur präoperativen Erythropoetintherapie trifft zu?

- a) Eine arterielle Hypotension gehört zu den häufigen Nebenwirkungen.
- b) Kardiale Hochrisikopatienten sollten nicht mit Erythropoetin behandelt werden.
- c) Die Therapie ist mit relativ hohen Kosten verbunden.
- d) Die Therapie sollte ca. 5-7 Tage präoperativ beginnen.
- e) Der präoperative Hb-Wert vor der Therapie sollte 11,5 g/dl nicht unterschreiten.

### 6. Welche Aussage trifft zu?

- a) Die ANH sollte möglichst nicht unmittelbar präoperativ durchgeführt werden.
- b) Die ANH ist ein etabliertes Verfahren, das eine deutliche Reduktion von Fremdbluttransfusionen ermöglicht.
- c) Bei der direkten Wundbluttransfusion treten febrile Reaktionen häufig auf.
- d) Die MAT ist für die Tumorchirurgie ungeeignet.
- e) Diskontinuierliche MAT-Systeme haben gegenüber kontinuierlich arbeitenden MAT-Systemen keine Nachteile.

### 7. Welche Aussage trifft zu?

- a) Bei allen Antifibrinolytika kann eine Gefahr durch Übertragung von BSE nicht ausgeschlossen werden.
- b) Desmopressin kann erfolgreich bei Thrombozytopenien verschiedener Genese eingesetzt werden.
- c) Desmopressin verbessert die Thrombozytenfunktion nach Einnahme von Acetylsalicylsäure.
- d) Eine milde intraoperative Hypothermie ( $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ) hat meist keine Auswirkung auf den Fremdblutverbrauch.
- e) Eine Hämodilution mit kristalloiden Lösungen verschlechtert durch den Verdünnungseffekt die Hämostase regelmäßig.

**Die richtigen Antworten erscheinen in Heft 5/2002.**

### Richtige Antworten zum Beitrag

#### „Neugeborenenenerstversorgung und Reanimation“ aus Heft 1/2002:

**1 c; 2 e; 3 e; 4 a; 5 e; 6 e; 7 c; 8 c; 9 d; 10 a**



Ihre Abonentennummer

|                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | / | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------|



Wenn Ihre Abonentennummer vor dem Schrägstrich weniger als sieben Ziffern aufweist, füllen Sie die verbliebenen Felder vorne bitte mit Nullen auf.

Druckschrift erforderlich

Vorname/ Name:

Straße:

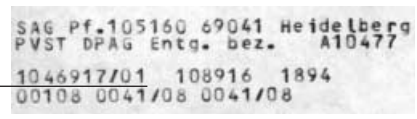
Plz./Ort:

Fax:

Wenn Sie an der Zertifizierung teilnehmen möchten, verwenden Sie bitte den maschinenlesbaren Originalfragebogen aus Ihrer Zeitschrift. Der hier in LINK aufgelegte Fragebogen ist nicht maschinenlesbar und kann deswegen für die Auswertung nicht berücksichtigt werden. Alternativ besteht auch die Möglichkeit der Online-Zertifizierung unter <http://www.medinonline.de>

Faxanschlag

Dieser Antwortbogen bezieht sich auf die Fragen des vorausgehenden Fort- und Weiterbildungsbeitrags.  
 Aus Gründen der korrekten Identifizierung können an dieser Aktion nur Individualabonnenten von DER ANAESTHESIST teilnehmen; deswegen ist die Angabe Ihrer Abonentennummer obligatorisch. Ihre Abonentennummer finden Sie auf dem Adressaufkleber Ihrer Zeitschrift zu Beginn der dritten Zeile bzw. auf Ihrer Rechnung neben dem Wort „Auftragsnummer“. Ihre Abonentennummer besteht aus bis zu sieben Ziffern, einem Schrägstrich und zwei darauffolgenden Ziffern (siehe rechts).



Abonentennummer (Beispiel)

(In Ausnahmefällen fragen Sie nach Ihrer Abonentennummer unter 06221/3450.)

Nicht komplett ausgefüllte oder unleserliche Fragebögen bzw. Fragebögen mit falscher Abonentennummer bzw. falscher Faxnummer können nicht berücksichtigt werden. Darum sollte auf dem maschinenlesbaren Bogen nichts durchgestrichen oder überschrieben werden.

Die richtigen Antworten erscheinen in der übernächsten Ausgabe von DER ANAESTHESIST am Ende der Rubrik „Weiter- und Fortbildung“.

**In Zukunft werden Sie ihre Ergebnisse persönlich abrufen können. Wir werden Sie hierüber in den nächsten Ausgaben informieren.**

Noch einfacher ist die Teilnahme online unter [www.medinonline.de](http://www.medinonline.de). Zusätzlich können Online-Nutzer Ihren aktuellen Ergebnisstand jederzeit abrufen; das aktuelle Ergebnis natürlich erst nach dem Einsendeschluss.

Mit dem Absenden des Antwortbogens stimme ich zu, dass meine Daten für die Auswertung der Zertifizierungsbögen gespeichert werden und ich an die angegebene Faxnummer eine Auswertung geschickt bekomme. Der Verlag versichert, dass die Daten nur zu diesem Zweck verwendet werden.

Einsendeschluss (Eingang im Verlag) ist der 12.05.2002

Senden Sie den Fragebogen bitte nicht auf dem Postweg zurück, sondern an: **Fax-Nummer: 06221/616477** (nur in Originalgröße faxen)

**Antwortfeld: (nur eine Antwort pro Frage ankreuzen)**

|    | a                        | b                        | c                        | d                        | e                        |
|----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Faxanschlag

-----

Ort, Datum Unterschrift

s001010200295