

Updated cross-sectional guidelines on therapy with blood components and plasma derivatives 2020: What's new about erythrocytes for the anaesthesiologist?

T. Schlesinger¹ · P. Kranke¹ · P. Helmer¹ · M. Welte² · A.U. Steinbicker³ · C. von Heymann⁴ · T. Frietsch⁵ · K. Zacharowski⁶ · P. Meybohm¹

► **Zitierweise:** Schlesinger T, Kranke P, Helmer P, Welte M, Steinbicker AU, von Heymann C et al: Update Querschnittsleitlinie zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten 2020: Was gibt es beim Thema Erythrozyten Neues für den Anästhesisten? *Anästh Intensivmed* 2021;62:463–470. DOI: 10.19224/ai2021.463

- 1 Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum Würzburg
- 2 Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin, Klinikum Darmstadt GmbH
- 3 Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum Münster
- 4 Klinik für Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie, Vivantes Klinikum im Friedrichshain, Berlin
- 5 Interdisziplinäre Arbeitsgemeinschaft für Klinische Hämotherapie IAKH gemeinnütziger e.V., Marburg
- 6 Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum Frankfurt, Frankfurt am Main

Danksagung

Die Autoren danken Frau Pia Keller für die Erstellung der Grafiken in Tabelle 1.

Schlüsselwörter

Bluttransfusionen – Patient Blood Management – Anämie – Bundesärztekammer – Querschnittsleitlinie

Keywords

Blood Transfusion – Patient Blood Management – Anaemia – Cross-sectional Guideline

Zusammenfassung

Im August 2020 hat die Bundesärztekammer die aktualisierte Querschnittsleitlinie zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten verabschiedet und verweist darin nun erstmalig auf den Stellenwert des Patient Blood Management. Der vorliegende Artikel fasst die wichtigsten Neuerungen in Bezug auf Erythrozyten-Transfusionen zusammen und ergänzt wichtige Maßnahmen im Sinne des Patient Blood Management.

Summary

In August 2020, the German Medical Association (Bundesärztekammer) updated the cross-sectional guidelines on therapy with blood components and plasma derivatives which now highlights the importance of patient blood management. This article summarises the most important changes and recent recommendations regarding red blood cell transfusions and illustrates additional measures within patient blood management.

Hintergrund

Im August 2020 hat die Bundesärztekammer die **Gesamtnovelle der Querschnitts-Leitlinie (QLL) zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten** aktualisiert und verabschiedet [1]. Die darin formulierten Empfehlungen gelten für alle Fachdisziplinen in Deutschland und wirken sich auf die Versorgung aller Patientengruppen und damit auch auf den Bedarf an Blutprodukten aus. Eine adäquate Anwendung der aktualisierten

Update Querschnittsleitlinie zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten 2020: Was gibt es beim Thema Erythrozyten Neues für den Anästhesisten?

Empfehlungen ist daher vor allem in der perioperativen Medizin – dem Bereich, in dem mehr als ein Drittel aller Erythrozytenkonzentrate (EK) verbraucht wird – relevant [2,3]. Der vorliegende Artikel fasst nicht nur wesentliche Neuerungen in Bezug auf die Transfusionsindikation von Erythrozytenkonzentraten (Kap. 1) und die autologe Hämotherapie (Kap. 9) kurz und konkret zusammen, sondern soll insbesondere die Interpretation der in der QLL getroffenen Aussagen und den Transfer in den Klinikalltag basierend auf konkreten Anwendungsszenarien unterstützen.

Was hat Bestand?

„Grundsätzlich ist die Indikation zur Transfusion von allogenen EK gemäß den Richtlinien Hämotherapie streng zu stellen...“ und folgt der klinischen Symptomatik, der Fähigkeit zur Kompensation einer Anämie, patientenbezogenen Risikofaktoren und dem Hämoglobin (Hb)-Wert.

Was ist neu?

Eine wichtige Neuerung ist der Verweis auf das Patient Blood Management (PBM)-Konzept in den allgemeinen Hinweisen sowie dem Compendium zur QLL [4]. Es wird betont: „Präventive Maßnahmen sollen zur Reduzierung vermeidbarer Anämien und Transfusionen grundsätzlich Vorrang erhalten.“ Die strenge Indikation zur Transfusion wird nicht zuletzt dadurch deutlich, dass „die Gabe von EK (erst) dann an-

gezeigt ist, wenn Patienten ohne Transfusion durch eine anämische Hypoxie aller Voraussicht nach einen gesundheitlichen Schaden erleiden würden und eine andere, zumindest gleichwertige Therapie nicht möglich ist... Eine restriktive Indikationsstellung zur Erythrozytentransfusion vermindert grundsätzlich

die Exposition mit Fremdblut sowie die Anzahl der transfundierten Patienten erheblich und geht bei den meisten Patientengruppen nicht mit einem erhöhten Risiko für Letalität und Komplikationen einher.“

Neu ist aber auch der angehobene Hb-Schwellenwert für die Empfehlung zur

Transfusion von EK. Analog zu einer Reihe von prospektiv-randomisierten Studien wird die Empfehlung zur EK-Transfusion bereits bei Unterschreiten eines Hb-Wertes von 7,0 g/dl – statt wie bisher erst eines Hb-Wertes von 6,0 g/dl – gegeben (Tabelle 1.5.1.2.2). Neu ist die Fußnote, die den Leitlinien-Autoren wichtig war, um individuell auch niedrigere Hb-Werte zuzulassen: „Bei stabilen Kreislaufverhältnissen, Normovolämie, fehlenden patienteneigenen Risikofaktoren und gegebener Überwachungsmöglichkeit ist auch eine Hb-Konzentration im Bereich unter 7,0 g/dl allein nicht immer ein suffizientes Transfusionskriterium. Bei adäquater Kompensation können individuell niedrigere Hb-Werte, beispielsweise infolge peripartaler Blutung, ohne Transfusion toleriert werden“. Insgesamt sind die Ausführungen zum Einsatz von allogenen EK zur Behandlung der akuten Anämie nun deutlich umfangreicher. Der Grund sind neue, differenzierte Empfehlungen für spezifische Patientengruppen, die auf der Basis neuer Studienergebnisse und internationaler Empfehlungen formuliert werden konnten.








Als Interpretations- und Merkhilfe für den Praxisalltag sind diese neuen Empfehlungen in Tabelle 1 dargestellt.

Therapie mit autologen Erythrozyten (Autologe Hämotherapie)

Am Anfang des Kapitels 9 werden die Vorteile der autologen Hämotherapie betont, u. a. Senkung des allogenen Transfusionsbedarfs sowie Vermeidung der Risiken der Fremdbluttransfusion. Da autologes Blut keine immunologische Reaktion hervorruft, sollte es nach Aufbereitung retransfundiert werden, selbst wenn „nur“ eine milde Anämie oder keine Anämie vorliegt. In die klinische Entscheidung zur Retransfusion sollte nicht nur der aktuelle Hb-Wert, sondern muss vor allem der zu erwartende Blutverlust sowie der typische postoperative/postprozedurale Hb-Verlauf einfließen. Insofern kann aufbereitetes Eigenblut ohne Anwendung der klassischen Transfusionstrigger zurückgegeben werden.

Tabelle 1

Transfusionstrigger für allogene EK-Transfusionen bei spezifischen Patientengruppen.

	<p>Gebärende jung, gesund, Normovolämie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hb < 6–7 g/dl • individuelle Entscheidung und Besprechung mit der Patientin, ob niedrigerer Hb-Trigger vertretbar ist • Hb < 7–9 g/dl während schwerer peripartaler Blutung
	<p>Hospitalisierte Patienten ohne manifeste kardiovaskuläre/pulmonale Erkrankungen, ohne akute, schwere Blutung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hb < 7 g/dl • individuelle Entscheidung, ob niedrigerer Hb-Trigger vertretbar ist
	<p>(Schwer kranke) Intensivpatienten Septischer Schock, Katecholamintherapie, ohne akute Blutung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hb < 7 g/dl
	<p>Hämorrhagischer Schock unabhängig von Alter und Risikofaktoren stehen Blutverlust, Hämodynamik und metabolische Parameter im Fokus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hb < 7–8 g/dl
	<p>Herzchirurgische Patienten ohne akute Blutung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hb < 7,5 g/dl
	<p>Ältere unfallchirurgisch-orthopädische Patienten (> 65 Jahre) / schwerwiegende kardiovaskuläre Erkrankungen z. B. KHK, akuter Myokardinfarkt, Herzinsuffizienz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hb < 8 g/dl
	<p>Schlaganfall / Subarachnoidalblutung / Schädel-Hirn-Trauma</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hb < 8 g/dl (valide Daten fehlen)

Im Kapitel zur maschinellen Autotransfusion (MAT) wird zudem die Verringerung des allogenen intra- und postoperativen Transfusionsbedarfs und ein vermutlich verringertes Infektionsrisiko durch die Nutzung von MAT beschrieben [5].

Neu ist, dass der geburtshilfliche Einsatz der MAT zur Sectio caesarea als sicher eingestuft wird. Langsamere Laufraten und gelegentliche Hypotensionen durch den Einsatz der MAT mit Leukozytenfiltern werden erwähnt. Bei Patienten mit einer systemischen Infektion oder Tumoroperation ist die MAT nicht anzuwenden (bzw. nur im Einzelfall zu diskutieren).

Für die präoperative Eigenblutspende, die an klinischer Bedeutung inzwischen verloren hat, wird statt der bisherigen Anämie-Untergrenze von Hb >11,0 g/dl nun eine individuelle Hb-Untergrenze vor Beginn der Eigenblutspende empfohlen. Die Beachtung der korrekten Entnahmemenge wird mit dem Hinweis betont, dass der Patient bei großem Verwurf ein ungünstiges Risiko-Nutzenverhältnis hat. Das iatrogene (Mit-)Verursachen einer transfusionsbedürftigen Anämie muss im Hinblick auf ein gesteigertes Transfusionsrisiko vermieden werden.

Der kurz gefasste Abschnitt zur normovolämischen Hämodilution enthält den Hinweis, dass in den vorliegenden Studien zu diesem Verfahren ein Volumenersatz mit kolloidalen Volumenersatzmitteln durchgeführt wurde, für die allerdings entsprechende Zulassungen fehlen.

Diskussion

Die Gesamtnovelle der QLL greift zunehmend das PBM-Konzept auf und betont die kritische und an Physiologie und Anämie-Symptomatik orientierte Gabe von allogenen EK sowie die differenzierte Berücksichtigung der Besonderheiten spezifischer Patientengruppen. Dies ist insofern wichtig und sinnvoll, da Deutschland nach wie vor den weltweit höchsten Pro-Kopf-Verbrauch an Erythrozytenkonzentraten verzeichnet. Je nach Quelle wurde beispielsweise für das Jahr 2015 in Deutschland ein EK-Verbrauch von 43,3 bis 47,7 EK pro 1.000 Einwoh-

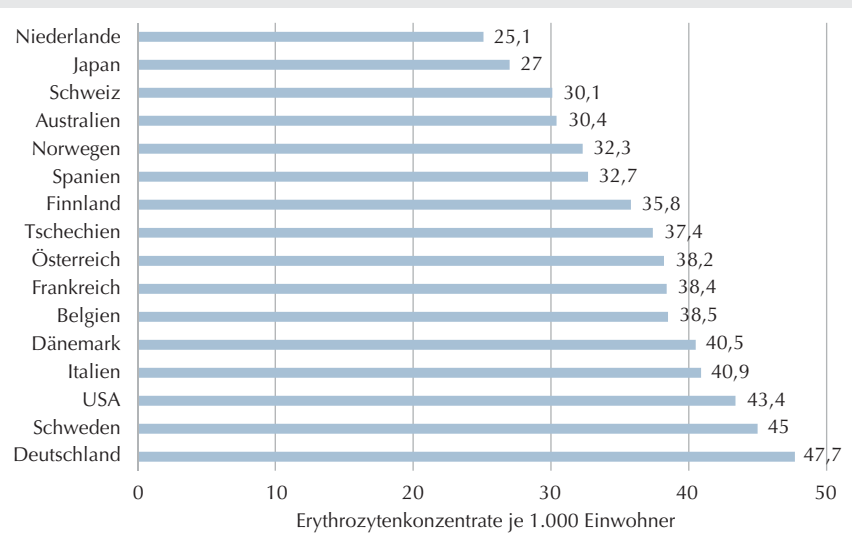
ner berichtet. Dies entspricht nahezu dem doppelten Verbrauch der im gleichen Zeitraum für die Niederlande dokumentiert ist (Abb. 1) [6,7].

Der hohen Nachfrage nach EK stehen bereits aufgrund des demografischen Wandels – und nicht zuletzt auch aufgrund von Krisensituationen wie der SARS-CoV-2-Pandemie – zunehmend geringere Spenderzahlen gegenüber [8,9]. Erhebungen aus Nordamerika zeigten Pandemie-bedingte Einbrüche der Spenderzahlen um bis zu 75 % [10,11], und auch hierzulande kam es sogar an universitären Zentren zu kritischen Engpäs-

sen [12]. Bislang sind derartige Situationen meist zeitlich und örtlich begrenzt. In Zukunft wird sich das Missverhältnis zwischen Verfügbarkeit und Bedarf bei Blutprodukten jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit ausweiten [13]. Dazu passt auch ein bereits vor mehr als 10 Jahren publizierter Kommentar, dass „die begrenzten Ressourcen dieser aus freiwilligen Blutspenden gewonnenen Blutprodukte zu einem besonders sorgfältigen Umgang [verpflichten]“ [14].

Insgesamt ist der Verbrauch allogener EK in Deutschland aber seit einigen Jahren rückläufig (Abb. 2).

Abbildung 1



Relativer Verbrauch von Erythrozytenkonzentraten je 1.000 Einwohner im internationalen Vergleich für das Jahr 2015. Modifiziert nach [6].

Abbildung 2



Relativer Verbrauch von Erythrozytenkonzentraten je 1.000 Einwohner für Deutschland in den vergangenen 10 Jahren [15].

Obwohl die Ursachen für den Rückgang letztendlich unklar sind, könnte die zunehmende Etablierung von PBM im perioperativen Bereich sowie die grundsätzliche Empfehlung einer restriktiven Indikationsstellung zur EK-Transfusion in den bisherigen QLL eine relevante Rolle spielen. Im internationalen Vergleich zeigt sich jedoch, dass bei den aktuellen Verbrauchszahlen auf nationaler Ebene weiterhin ein relevantes Potenzial zur Implementierung evidenzbasierter Hämotherapie gegeben ist. Es muss in diesem Zusammenhang gleichwohl angemerkt werden, dass inzwischen mehr als die Hälfte der allogenen EK bei nicht-chirurgischen Patienten zum Einsatz kommen [2,3] und daher nicht nur in der perioperativen Medizin, sondern auch in konservativen Fachdisziplinen PBM-Konzepte implementiert werden sollten.

Seit 2008 galt in Deutschland eine Hb-Untergrenze von 6 g/dl, welche damals in Ermangelung klinischer Studien auf Basis von humanen Experimenten, die

unter streng kontrollierten Bedingungen stattfanden [16–18], in die QLL aufgenommen wurde. In der tabellarischen Darstellung der neuen QLL ist der Hb-Wert als allgemeiner Transfusionstrigger nun auf 7,0 g/dl angehoben worden. Der Hintergrund dieser Änderung ist, dass in einer Vielzahl zuletzt publizierter prospektiv-randomisierter Studien in der restriktiven Gruppe Hb-Werte von 7 bis 7,5 g/dl (teilweise sogar 8 g/dl bei speziellen Patientengruppen) als untere Trigger definiert wurden [19–23]. Ein direkter Vergleich des unteren Hb-Wertes von 6 versus 7 g/dl als Transfusionstrigger wurde aber bislang nicht umfassend untersucht, sodass die Frage, ob ein höherer Hb-Wert von 7–8 g/dl als Transfusionstrigger tatsächlich sicherer ist als ein Hb-Wert von 6 g/dl, letztendlich offenbleibt.

Theoretisch könnte bei entsprechend flächendeckender Anpassung der Transfusionspraxis mit großzügigerer Indikationsstellung der EK-Verbrauch in Zukunft steigen. Wichtig ist daher zu betonen,

dass die QLL gezielt Präzisierungen in Form entsprechender Fußnoten bei der Tabelle 1.5.1.2.2 vorgenommen hat, die den Kliniker auffordern, nicht nur den Hb-Wert, sondern die klinische Situation des Patienten in die Transfusionsentscheidung einzubeziehen. Bei stabilen Kreislaufverhältnissen, fehlenden patienteneigenen Risikofaktoren und adäquater Kompensationsfähigkeit kann vor allem bei jüngeren, gesunden Patienten auch in Zukunft ein Hb-Wert von <7,0 g/dl ohne Transfusion toleriert werden. Die Intention der individualisierten Transfusionstrigger mit deutlich niedrigeren Transfusionsgrenzen durch den Freitext und die Kommentare unterhalb der Übersichtstabelle, die den meisten Lesern mutmaßlich erst bei dezidiertem Studium der QLL auffallen dürften, müssen aber Beachtung finden! Schließlich wurde die Sicherheit einer restriktiven Transfusionspraxis gegenüber einer liberalen Transfusionsstrategie bei gleichzeitiger Reduktion und Schonung von EK mittlerweile für viele Patientengruppen gezeigt [19,20,24].

Eine weitere wichtige PBM-Maßnahme, die bei allen Patienten ohne akute Blutung befolgt werden sollte, ist die sogenannte Single-Unit Policy, also die Transfusion nur einzelner EK-Einheiten mit anschließender Re-Evaluation des Transfusionserfolgs und des klinischen Zustands des Patienten [25]. Dieses Vorgehen steht der immer noch häufig beobachteten, aber eigentlich bereits seit Jahren veralteten Transfusionspraxis getreu dem Motto „Ein EK ist kein EK“ entgegen. In einer aktuellen Übersichtsarbeit zeigte sich nach Implementierung einer Single-Unit Policy in gemischten Patientenkollektiven eine Reduktion des EK-Verbrauchs um bis zu 40 %, wobei keine erhöhte Inzidenz kardiovaskulärer Ereignisse beobachtet wurde. Dieselbe Arbeit kam zu dem Ergebnis, dass nur wenige internationale Transfusionsleitlinien diese Maßnahme bisher in ihre Empfehlungen explizit aufgenommen haben [26]. In Ländern wie z. B. Großbritannien und Australien existieren bereits seit Jahren gesonderte Empfehlungen für die Single-Unit Policy [27,28], die auch hierzulande beachtet werden dürfen. Eine Single-Unit Policy wird in der neuen QLL folgerichtig ebenfalls sinngemäß gefordert, wenn zu lesen ist: „Die klinische Re-Evaluation des Patienten ist vor weiteren Erythrozytentransfusionen notwendig.“

In der neuen QLL werden die verschiedenen Vorteile der autologen Hämotherapie betont. Der Einsatz der MAT in der Tumor Chirurgie wird in der QLL abgelehnt, hingegen von der Interdisziplinären Arbeitsgemeinschaft für Klinische Hämotherapie (IAKH) unter Auflagen (Leukozytendepletionsfilter) empfohlen [29,30]. Insbesondere bei Patienten mit metastasierten Tumoren oder hämatologischen Erkrankungen wäre das Restrisiko, ausgehend von einer Re-transfusion mit potenziell zirkulierenden Tumorzellen, zu hinterfragen, sodass die MAT theoretisch zum Einsatz kommen könnte.

Letztendlich ist der rationale Einsatz von allogenen EK stets im Gesamtkontext des PBM – also unter Berücksichtigung der anderen „PBM-Säulen“ (u. a. frühzeitige Diagnostik und Behandlung der Anämie;

Minimierung des Blutverlustes) – zu betrachten, um das Potenzial existierender Maßnahmen zur Reduktion bzw. Vermeidung von Transfusionen zu maximieren [31].

Ausblick

Da jede EK-Transfusion strenggenommen einer „Mini-Transplantation“ gleichkommt, ist neben der grundsätzlich restriktiven Indikationsstellung auch die personelle Verantwortlichkeit für die Indikationsstellung von Bedeutung. In der QLL wird lediglich der „zuständige Arzt“ für das Einleiten der Transfusion erwähnt, wobei keine genauere Aussage zur Qualifikation (Stichwort: Facharzt-Standard) getroffen wird. Vor allem bei Patienten ohne akute lebensbedrohliche Blutung sollte die Entscheidung zur EK-Transfusion idealerweise im interdisziplinären Konsens und entsprechend Facharzt-Standard getroffen werden.

Abschließend ist der Stellenwert einer ausführlichen Patientenaufklärung inklusive einer individuellen Risiko-Nutzen-Abwägung zu betonen. Im Sinne von PBM sollten EK-Transfusionen dabei nicht als alternativlose Notwendigkeit dargestellt, sondern auf die vorhandenen Alternativen und die damit einhergehenden Vorteile in der Versorgung eingegangen werden.

Interessenkonflikte

T.S. gibt an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

P.K. ist Mitglied des Ständigen Arbeitskreises „Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten“ der Bundesärztekammer, Hauptprüfer der Liberal-Studie am Zentrum Würzburg, und erhielt ein Beratungshonorar der Vifor Pharma GmbH.

P.H. gibt an, dass keine Interessenkonflikte bestehen

M.W. ist Mitglied des Ständigen Arbeitskreises „Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten“ und der Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten der Bundesärztekammer.

A.U.S. war bis 2020 Vorsitzende des Subkomitees Hämotherapie der DGAI. Sie leitet eine Forschungsgruppe auf dem Gebiet Eisenmangel und wird hierbei von der DFG

gefördert und eine klinische Studie zur Gabe von intravenösem Eisen, gefördert durch ein Pharmacocosmos Research Grant.

C.v.H. ist Mitglied des Ständigen Arbeitskreises „Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten“ und der Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten der Bundesärztekammer. CvH ist Federführender des Arbeitsausschusses Bluttransfusion von BDA und DGAI sowie Sprecher des Scientific Subcommittee on Transfusion, Haemostasis and Thrombosis der European Society of Anaesthesiology and Intensive care (ESAIC). Außerhalb des Themas dieses Artikels bestehen mögliche Interessenkonflikte mit folgenden Firmen: Bayer AG; Daiichi Sankyo; NovoNordisk GmbH; CSL Behring; Gruenthal GmbH; Pfizer GmbH; HICC GbR und Mitsubishi Pharma.

T.F. hatte oder hat befristete Beraterverträge mit Janssen Cilag, Haemonetics, Vifor Pharmaceuticals und Pharmacocosmos. Er erhielt Vortragshonorare vom Deutschen Roten Kreuz, Janssen Cilag und Astra Zeneca, Reisekosten- und Spesenerstattung von Janssen Cilag, Astra Zeneca, Braun, Behring CSL.

K.Z. erhielt Funding von European Union Horizon 2020 – Research and Innovation Framework Programme (ENVISION), BMBF (13GW0510), EKFS (<https://www.ekfs.de/en/current-topics/press/else-kroner-fresenius-stiftung-fordert-klinische-covid-19-studie-der-goethe>), Grants von Aesculap Akademie GmbH, Tuttlingen, Germany; Affinites Sante, Paris, France; Ashai Kasai Pharma, Waltham, MA 02451, USA; B. Braun AG, Melsungen, Germany; B. Braun Avitum AG, Melsungen, Germany; Bayer AG, Leverkusen, Germany; Biotest AG; Dreieich, Germany; Christian Doppler Stiftung, Wien, Österreich; CSL Behring GmbH, Marburg, Germany; Cyto Sorbents GmbH, Berlin, Germany; Edward Lifescience Corporation, Unterschleißheim, Germany; Executive Insight AG, Baar, Switzerland; Fresenius Kabi GmbH, Bad Homburg, Germany; Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germany; Haemonetics Corporation, Braintree, MA 02184, USA; Hartmannbund Landesverband, Berlin, Germany; Health Advances GmbH, Zug, Switzerland; Löwenstein Medical GmbH, Bad Ems, Germany; Hexal AG, Holzkirchen, Germany; INC Research, München, Germany; Johnson & Johnson, Norderstedt, Germany; Josef Gassner, Weißenkirchen im Attergau, Austria; Maquet GmbH, Rastatt, Germany; Markus Lücke Kongress Organisation, Walsrode, Germany; Masimo International, Neuchatel, Switzerland; med Update GmbH, Wiesbaden, Germany;

Medizin & Markt Gesundheitsnetzwerk, München, Germany; MSD Sharp&Dohme GmbH, Haar, Germany; Nordic Group, 2.132 WT Hoofddorp, Netherland; Nordic Pharma, Ismaning, Germany; Novo Nordisk Pharma GmbH, Mainz, Germany; Pfizer Pharma GmbH, Berlin, Germany; Pharmacosmos, Wiesbaden, Germany; Ratiopharm GmbH, Ulm, Germany; Salvia Medical GmbH, Kronberg, Germany; Schering Stiftung, Berlin, Germany; Schöchel Medical Österreich, Mattsee, Austria; Serumwerke, Bernburg, Germany; Verlag für Printmedien und PR, Forum Sanitas, Leopoldshöhe, Germany; Vifor Pharma GmbH, München, Germany; Wellington, München, Germany; Werfen, München, Germany.

P.M. bekam für Forschungsvorhaben und für die Durchführung von klinischen Studien Gelder von Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF; 01KG1815), B. Braun Melsungen AG, CSL Behring GmbH, Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG; ME 3559/1-1, ME 3559/3-1), Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), European Society of Anaesthesiology (ESA), Fresenius Kabi GmbH, International Anesthesia Research Society (IARS), Pfizer Pharma GmbH, ViforPharma GmbH. P.M. erhielt Förderungen oder

Reisekostenunterstützung für Beratungen und Vorträge der folgenden Firmen: Abbott GmbH & Co KG, AesculapAkademie GmbH, AstellasPharma GmbH, B. Braun Melsungen AG, Baxter Deutschland GmbH, Biosyn GmbH, Biotest AG, CSL Behring GmbH, Dr. F. KöhlerChemie GmbH, Dräger Medical GmbH, Fresenius Kabi GmbH, HCCM Consulting GmbH, Heinen+Löwenstein GmbH, MSD Sharp&Dohme GmbH, Pulsion Medical Systems S.E., Siemens Healthcare, ViforPharma GmbH.

Literatur

1. Bundesärztekammer: Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten Gesamtnovelle 2020. https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/MuE/Querschnitts-Leitlinien__BAEK__zur_Therapie_mit_Blutkomponenten_und_Plasmaderivaten_-_Gesamtnovelle_2020.pdf. (Zugriffsdatum: 01.02.2021)
2. Tinagate H, Pendry K, Murphy M, Babra P, Grant-Casey J, Hopkinson C, et al: Where do all the red blood cells (RBCs) go? Results of a survey of RBC use in England and North Wales in 2014. *Transfusion* 2016;56(1):139–145
3. Fillet A-M, Desmarests M, Assari S, Quaranta J-F, François A, Pugin A, et al: Blood products use in France: a nationwide cross-sectional survey. *Transfusion* 2016;56(12):3033–3041
4. Bundesärztekammer: Leitlinienreport der Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, Gesamtnovelle 2020. https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/MuE/Leitlinienreport.pdf. (Zugriffsdatum: 01.02.2021)
5. Meybohm P, Choorapoikayil S, Wessels A, Herrmann E, Zacharowski K, Spahn DR: Washed cell salvage in surgical patients: A review and meta-analysis of prospective randomized trials under PRISMA. *Medicine* 2016;95(31):e4490
6. Augurzky B, Decker S, Hentschker C, Mensen A: Krankenhausreport 2019 Patient Blood Management. <https://www.barmer.de/blob/200246/97dc5e63677340532d5de29b0119881c/data/dl-report-komplett.pdf>. (Zugriffsdatum: 01.02.2021)
7. Aapro M, von Haehling S, Jelkmann W, Link H, Meybohm P, Seiler S et al:

Special Articles

Transfusion Medicine

- Anämie- und Blutmanagement: Neubewertung in verschiedenen Indikationen. Dtsch Arztebl International 2017; 114(48):29
8. Greinacher A, Fendrich K, Brzenska R, Kiefel V, Hoffmann W: Implications of demographics on future blood supply: a population-based cross-sectional study. *Transfusion* 2011;51(4):702–709
 9. Ngo A, Masel D, Cahill C, Blumberg N, Refaai MA: Blood Banking and Transfusion Medicine Challenges During the COVID-19 Pandemic. *Clin Lab Med* 2020;40(4):587–601
 10. Stanworth SJ, New HV, Apolseth TO, Brunskill S, Cardigan R, Doree C, et al: Effects of the COVID-19 pandemic on supply and use of blood for transfusion. *The Lancet Haematology* 2020;7(10):e756–e764
 11. New York Blood Center: <https://www.nybc.org/news/articles/new-york-blood-center-expands-capacity-donors-centers-urges-healthy-donors-schedule-appointments-maintain-blood-supply-critical-time/>. Veröffentlicht: 19.03.2020. (Zugriffsdatum: 01.02.2021)
 12. Deutsches Ärzteblatt: Blutkonserven im Raum Bonn dringend gesucht. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/116391/Blutkonserven-im-Raum-Bonn-dringend-gesucht>. Veröffentlicht: 10.09.2020. (Zugriffsdatum: 01.02.2021)
 13. Deutsches Ärzteblatt: Versorgung mit Blutprodukten in Deutschland erneut gefährdet. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/116500/Versorgung-mit-Blutprodukten-in-Deutschland-erneut-gefaehrdet>. Veröffentlicht: 14.09.2021. (Zugriffsdatum: 01.02.2021)
 14. Biscop J: Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten. *Der Anaesthesist* 2009;58(11):1083
 15. Informationssystem der Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Verbrauch von Blutprodukten durch Transfusionen. https://www.gbe-bund.de/gbe/pkg_isgbe5.prc_menu_olap?p_uid=gast&p_aid=3398872&p_sprache=D&p_help=2&p_indnr=687&p_indsp=&p_ityp=H&p_fid. (Zugriffsdatum: 01.02.2021)
 16. Weiskopf RB, Viele MK, Feiner J, Kelley S, Lieberman J, Noorani M, et al: Human Cardiovascular and Metabolic Response to Acute, Severe Isovolemic Anemia. *JAMA* 1998;279(3):217–221
 17. Weiskopf RB, Kramer JH, Viele M, Neumann M, Feiner JR, Watson JJ, et al: Acute severe isovolemic anemia impairs cognitive function and memory in humans. *Anesthesiology*. 2000;92(6):1646–1652
 18. Toy P, Feiner J, Viele MK, Watson J, Yeap H, Weiskopf RB: Fatigue during acute isovolemic anemia in healthy, resting humans. *Transfusion* 2000;40(4):457–460
 19. Holst LB, Haase N, Wetterslev J, Wernerman J, Guttormsen AB, Karlsson S, et al: Lower versus higher hemoglobin threshold for transfusion in septic shock. *N Engl J Med* 2014;371(15):1381–1391
 20. Mazer CD, Whitlock RP, Fergusson DA, Hall J, Belley-Cote E, Connolly K, et al: Restrictive or Liberal Red-Cell Transfusion for Cardiac Surgery. *New England Journal of Medicine* 2017;377(22):2133–2144
 21. Murphy GJ, Pike K, Rogers CA, Wordsworth S, Stokes EA, Angelini GD, et al: Liberal or Restrictive Transfusion after Cardiac Surgery. *New England Journal of Medicine* 2015;372(11):997–1008
 22. Ducrocq G, Gonzalez-Juanatey JR, Puymirat E, Lemesle G, Cachanado M, Durand-Zaleski I, et al: Effect of a Restrictive vs Liberal Blood Transfusion Strategy on Major Cardiovascular Events Among Patients With Acute Myocardial Infarction and Anemia: The REALITY Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2021;325(6):552–560
 23. Carson JL, Terrin ML, Noveck H, Sanders DW, Chaitman BR, Rhoads GG, et al: Liberal or restrictive transfusion in high-risk patients after hip surgery. *N Engl J Med* 2011;365(26):2453–2462
 24. Carson JL, Stanworth SJ, Roubinian N, Fergusson DA, Triulzi D, Doree C, et al: Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016(10)
 25. Meybohm P, Richards T, Isbister J, Hofmann A, Shander A, Goodnough LT, et al: Patient Blood Management Bundles to Facilitate Implementation. *Transfusion Medicine Reviews* 2017;31(1):62–71
 26. Shih AW, Liu A, Elsharawi R, Crowther MA, Cook RJ, Heddle NM: Systematic reviews of guidelines and studies for single versus multiple unit transfusion strategies. *Transfusion* 2018;58(12):2841–2860
 27. National Blood Authority: Single Unit Transfusion Guide Summary. <https://www.blood.gov.au/system/files/documents/single-unit-transfusion-guide-summary-june-2014.pdf>. (Zugriffsdatum: 17.01.2021)
 28. NHSBT Patient Blood Management Team: Implementation Guide Single Unit Transfusion Policy. <https://nhsbt.dbe.blob.core.windows.net/umbraco-assets-corp/14719/implementation-guide-single-unit-transfusion.pdf>. (Zugriffsdatum: 17.01.2021)
 29. Interdisziplinäre Arbeitsgemeinschaft für Klinische Hämotherapie (IAKH): Maschinelle Autotransfusion (MAT) in der Tumorchirurgie mit Leukozytendepletionsfilter oder Bestrahlung. <https://www.iakh.de/der-einsatz-der-maschinellen-autotransfusion-in-der-onkochirurgie.html>. (Zugriffsdatum: 31.01.2021)
 30. Frietsch T, Steinbicker AU, Hackbusch M, Nguyen XD, Dietrich G: Safety of cell salvage in tumor surgery: Systematic review with meta-analysis. *Anaesthesist* 2020;69(5):331–351
 31. Althoff FC, Neb H, Herrmann E, Trentino KM, Vernich L, Füllenbach C, et al: Multimodal Patient Blood Management Program Based on a Three-pillar Strategy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Surg* 2019;269(5):794–804.

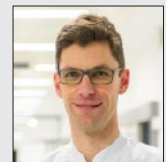
Korrespondenz-
adresse

Tobias Schlesinger

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie
Universitätsklinikum Würzburg
Oberdürrbacher Straße 6
97080 Würzburg, Deutschland
Tel.: 0931 201-30001

E-Mail: schlesinge_t@ukw.de

ORCID-ID: 0000-0003-1044-3086

Prof. Dr. med.
Patrick Meybohm

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie
Universitätsklinikum Würzburg
Oberdürrbacher Straße 6
97080 Würzburg, Deutschland
Tel.: 0931 201-30001

E-Mail: meybohm_p@ukw.de

ORCID-ID: 0000-0002-2666-8696