Patient Blood Management

Individuelles Behandlungskonzept zur Reduktion und Vermeidung von Anämie und Blutverlust

Online-Version in der eRef

Hans Gombotz
Kai Zacharowski
Donat R. Spahn

2., vollständig überarbeitete Auflage

Thieme

Thieme

Patient Blood Management

Individuelles Behandlungskonzept zur Reduktion und Vermeidung von Anämie und Blutverlust

Herausgegeben von
Hans Gombotz, Kai Zacharowski,
Donat Rudolf Spahn

Unter Mitarbeit von

Christian Breymann
Suma Choorapoikayil
Jochen Erhard
Shannon Farmer
Michael A. Fridrik
Christoph Füllenbach
Gertraud Geiselseder
Thorsten Haas
Markus B. Heckmann
Michael Hiesmayr
Anna Hofer
Stefan Hofer
Axel Hofmann
James Paton Isbister
Alexander Kaserer
Peter Kastner
Hugo A. Katus
Lutz Kaufner
Bernd Lamprecht
Rudolf Mair
Michael Malek
Jens Meier
Dirk Meininger
Patrick Meybohm
Werner Moosbauer
Hannes Müller
Oliver J. Müller
Astrid Nørgaard
Malte Oehlschläger
Christoph Peter
Arno Schiferer
Herwig Schinko
Gabriela H. Spahn
Philipp Stein
Andrea Steinbicker
Jost Steinhäuser
Kevin Trentino
Daniel Vallböhmer
Christian von Heymann
Christian Weber

2., vollständig überarbeitete Auflage

45 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter:
www.thieme.de/service/feedback.html

1. Auflage 2013
1. englische Auflage 2016

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.
Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.
Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

© 2018 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Heike Hübner, Berlin; Angelika Brauner, Hohenpeißenberg; Gay & Rothenburger, Sternenfels
Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe
Umschlaggrafik: Martina Berge, Stadtbergen; verwendetes Bildmaterial von © kamasigns/AdobeStock, © eyeretina/AdobeStock, © Africa Studio/Shutterstock, © Shawn Hempel/Shutterstock
Redaktion: Brigitte Söllner, Erlangen
Satz: Druckhaus Götz GmbH, Ludwigsburg
Druck: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

DOI 10.1055/s-0043-119 158

ISBN 978-3-13-241077-0 1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-241078-7
eISBN (epub) 978-3-13-241079-4

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort

Patient Blood Management (PBM) ist ein klinisches, multidisziplinäres, patientenzentriertes Konzept, das vorrangig die Behandlung oder Vermeidung einer Anämie, die Reduktion des Blutverlustes und die Erhöhung der Anämietoleranz einschließt. Erst nach Ausschöpfen dieser therapeutischen Möglichkeiten wird die Transfusion allogener Blutprodukte in Betracht gezogen. Während das von der EU initiierte „Optimal Blood Use Project (EUOBUP)“ (www.optimalblooduse.eu) darauf abzielt, das richtige Blutprodukt dem richtigen Patienten zur richtigen Zeit zu verabreichen, geht PBM weit darüber hinaus, weil es präventiven und korrektiven Einfluss auf jene Risikofaktoren nimmt, die üblicherweise zu Transfusionen führen. Die Anwendung des PBM-Konzeptes ist nicht nur für die perioperative Phase, sondern für alle Bereiche der Medizin, die sich mit der Behandlung mit Blut und Blutprodukten auseinandersetzen, indiziert. Übergeordnetes Ziel des PBM ist es, die Patientensicherheit und das Outcome der Patienten zu verbessern.

Da bisher die meisten PBM-Untersuchungen im Hinblick auf Erythrozytentransfusionen gemacht wurden, kann leicht der Eindruck entstehen, PBM konzentriere sich ausschließlich auf die Behandlung einer Anämie und die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten. PBM zielt aber neben der Minimierung des diagnostischen und interventionellen Blutverlustes auch auf die Vermeidung und Behandlung von Gerinnungsstörungen und damit auf eine patientenorientierte Anwendung von Gerinnungspräparaten und Thrombozytenkonzentraten ab.

In dieser Monografie wird das PBM-Konzept umfassend dargestellt. Dazu wurden die Beiträge der erfolgreichen deutschen Erstausgabe überarbeitet, teilweise übernommen und mit weiteren Publikationen erweitert. Um der Multidisziplinarität des PBM gerecht zu werden, wurden Autoren aus unterschiedlichen Fachgebieten eingeladen. Damit war es möglich, Schnittstellen zu schaffen und Anforderungen der einzelnen Spezialgebiete besser nachzukommen. Die ausgeglichene Auswahl der Autoren war gleichzeitig Garant für eine ausgewogene und faktenbezogene Darstellung.

PBM unterliegt derzeit einer rasanten Entwicklung, deren Ende noch längst nicht abzusehen ist. Viele noch offene Fragen, z. B. inwieweit die Behandlung einer Anämie den Krankheitsverlauf verbessert oder wo die Vor-und Nachteile der Therapie mit Eisenpräparaten und erythropoesestimulierenden Substanzen liegen, müssen in prospektiven Studien noch abschließend geklärt werden.

Zentraler Punkt dieses Buches ist die Darstellung und Umsetzung der 3-Säulen-Strategie des PBM, ausgehend von drei modifizierbaren Risikofaktoren (Blutverlust, Anämie und Transfusion): Erkennung und Behandlung der präoperativen Anämie, Verminderung des periinterventionellen Blutverlusts und Steigerung der Anämietoleranz im klinischen Alltag. Dazu kommen noch weitere für das PBM relevante Beiträge wie die Anforderungen an die moderne Transfusionsmedizin und chirurgische Versorgung durch demografische Veränderungen, Bestellpraxis von Blutprodukten, Bedeutung der präoperativen Ambulanz, mögliche Auswirkungen des PBM-Konzeptes auf den Krankheitsverlauf, Bedeutung von PBM in einzelnen Patientengruppen wie Kinder und Frauen, Wertigkeit von Benchmark-Prozessen, das finanzielle Einsparpotenzial und mögliche Konsequenzen für den öffentlichen Gesundheitssektor. Jedes dieser Kapitel ist evidenzbasiert und repräsentiert die Meinung der jeweiligen Autoren, die von den Herausgebern grundsätzlich respektiert wurde. Das Editieren beschränkte sich ausschließlich auf formale Aspekte. Daher können bei einzelnen noch strittigen und nicht durch entsprechende Untersuchungen belegten Fragestellungen Diskrepanzen vorkommen bzw. einzelne Fragen unbeantwortet bleiben.

Dieses Werk soll als Referenzbuch für jene Kliniker dienen, deren Patienten neben ihrer Grunderkrankung häufig den Risiken von Anämie, Gerinnungsstörungen und/oder größeren Blutverlusten ausgesetzt sind. Mit PBM werden diese Risiken ursächlich behandelt und dadurch die Nebenwirkungen autologer und allogener Bluttransfusionen minimiert. PBM ist damit eines der wenigen Konzepte in der modernen Medizin, das das Outcome der Patienten verbessert und gleichzeitig Kosten einspart.

Unser besonderer Dank gilt neben den Autoren den Mitarbeitern des Thieme Verlags, insbesondere Frau Engeli, Frau Lamparter und Frau Lubitz, die die Veröffentlichung dieses so wichtigen Themas möglich machten.

Wien, Zürich, Frankfurt, im März 2018
Hans Gombotz
Kai Zacharowski
Donat R. Spahn

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen ... 18

1.1 Patient Blood Management – ein Konzept zur Erhöhung von Patientensicherheit und Verbesserung des Krankheitsverlaufs .. 18
H. Gombotz, A. Hofmann

1.1.1 Triade aus Anämie, Blutverlust und Transfusion ... 18
1.1.2 Patient Blood Management ... 20
1.1.3 Literatur ... 23

1.2 Transfusion und Krankheitsverlauf der Patienten ... 25
S. Farmer, A. Hofmann, J.P. Isbister

1.2.1 Studien zu Transfusion und Krankheitsverlauf ... 25
1.2.2 Literatur ... 38

1.3 Patient Blood Management und Patientenautonomie – ethisch-rechtliche Aspekte ... 41
M. Oehlschläger

1.3.1 PBM in der Medizinethik ... 41
1.3.2 PBM in Gesetz und Rechtsprechung 43
1.3.3 PBM in der Praxis ... 45
1.3.4 PBM im medizinischen Standard .. 45
1.3.5 Literatur ... 46

2 Umsetzung des PBM-Konzepts ... 48

2.1 Datenbanken zum effizienten Informationsmanagement im intramuralen Bereich ... 48
P. Kastner, K. Trentino

2.1.1 Informationmanagement im Krankenhaus ... 48
2.1.2 Datenintegration und Monitoring . 48
2.1.3 Data driven PBM für Statusanalyse und Entscheidungsunterstützung . 51
2.1.4 Literatur ... 53

2.2 Schlüsselrolle von internen und externen Benchmarking-Prozessen im PBM ... 53
P. Kastner, K. Trentino, S. Farmer, A. Hofmann

2.2.1 Definition und Begriffserläuterungen ... 53
2.2.2 Warum Benchmarking im Transfusionswesen indiziert ist ... 54
2.2.3 Beispiele für effektives Benchmarking im Transfusionswesen ... 57
2.2.4 Key-Performance-Indikatoren zum Benchmarking von Transfusionen . 58
2.2.5 Benchmarking und PBM ... 58
2.2.6 Literatur ... 62

2.3 Implementierung des PBM auf Krankenhausebene ... 63
H. Gombotz, A Hofmann

2.3.1 Einführung ... 63
2.3.2 Spezifische Gesichtspunkte bei der Implementierung des PBM ... 63
2.3.3 Umsetzungsstrategie und Erwartungshaltung ... 64
2.3.4 „Leadership and Change-Management“ nach Kotter ... 66
2.3.5 Kotters 8 Stufen der Implementierung ... 67
2.3.6 Literatur ... 70

2.4 Implementierung von PBM in Europa ... 72
S. Choorapoikayil, K. Zacharowski, P. Meybohm

2.4.1 Diagnose und Therapie der Anämie 72
2.4.2 Prävention der im Krankenhaus erworbenen Anämie ... 73
2.4.3 Adäquater Einsatz von Erythrozytenkonzentraten ... 75
2.4.4 Entwicklungsstand von PBM in Europa ... 76
2.4.5 Literatur ... 77

2.5 Organisation der präoperativen Ambulanz im PBM-Konzept 78
A. Nørgaard

2.5.1 Warum ein präoperatives Anämiemanagement? 78
2.5.2 Definition und Prävalenz der Anämie im Allgemeinen und vor einer Operation 79
2.5.3 Eisenmangel ist ein wichtiger Faktor im perioperativen Prozess . . 79
2.5.4 Welche Patienten brauchen PBM? . 80
2.5.5 Anämiemanagement bei verschiedenen chirurgischen Eingriffen. . . . 80
2.5.6 Anämie-Screening. 81
2.5.7 Beurteilung des Blutungsrisikos . . . 81
2.5.8 Diagnose der Anämie 82
2.5.9 Weitere diagnostische Maßnahmen 82
2.5.10 Behandlung der Anämie. 83
2.5.11 Praktische Integration des präoperativen Anämiemanagements in den chirurgischen Prozess 83
2.5.12 Literatur 85

2.6 Frauen und PBM – geschlechterspezifische Unterschiede 85
H. Gombotz

2.6.1 Physiologische Unterschiede 86
2.6.2 Prävalenz der Anämie. 87
2.6.3 PBM bei Frauen 89
2.6.4 Literatur 91

3 Die 1. Säule des PBM – Vermeidung von Anämie und Optimierung des Erythrozytenvolumens 96

3.1 Reduktion des diagnostischen und interventionellen Blutverlustes 96
H. Gombotz

3.1.1 Iatrogene Blutverluste 96
3.1.2 Strategien zur Vermeidung des diagnostischen Blutverlustes. 97
3.1.3 Strategien zur Vermeidung des interventionellen Blutverlustes. . . . 99
3.1.4 Literatur 99

3.2 Präoperatives Anämiemanagement – ein intersektoraler Ansatz 100
A. Steinbicker, J. Steinhäuser

3.2.1 Sektoren der ärztlichen Versorgung 100
3.2.2 Sektorenübergreifende Zusammenarbeit. 101
3.2.3 Rolle des Hausarztes bei der Anämiediagnostik 101
3.2.4 Präoperative therapeutische Ansätze bei Patienten mit Anämie. . . . 103
3.2.5 Literatur 106

4 Die 2. Säule des PBM – Minimierung von Blutung und Blutverlust . . . 108

4.1 Gerinnungsmanagement 108
C. Weber, K. Zacharowski

4.1.1 Grundlagen 108
4.1.2 Sukzessive Therapieeskalation bei Blutgerinnungsstörungen 108
4.1.3 Gerinnungsdiagnostik: konventionelle Laboranalyse versus Point-of-Care-Test. 112
4.1.4 Literatur 115

4.2 Chirurgische Techniken und minimalinvasive Chirurgie – Möglichkeiten und Grenzen. 116
J. Erhard, D. Vallböhmer

4.2.1 Perioperativer Blutverlust 116
4.2.2 Indikationen für chirurgische/interventionelle Maßnahmen 117
4.2.3 Patientenorientiertes Blutmanagement und Chirurgie 118
4.2.4 Spezielle chirurgische Techniken . . 122
4.2.5 Postoperative Phase und chirurgische Intensivmedizin 124
4.2.6 Ergebnisqualität. 124
4.2.7 Schlussfolgerungen für die Praxis. . 124
4.2.8 Literatur 125

4.3 Lokale Hämostyptika in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie 126
M. Malek

4.3.1 Lokale physikalische hämostypische Maßnahmen 126
4.3.2 Topisch wirksame Hämostyptika . . 127
4.3.3 Literatur 131

4.4 Organisation und Wertigkeit blutkonservierender Methoden. 131
C. von Heymann, L. Kaufner

4.4.1 Eigenblutspende 132
4.4.2 Akute normovolämische Hämodilution. 134
4.4.3 Maschinelle Autotransfusion 135
4.4.4 Literatur 137

5 Die 3. Säule des PBM – Erhöhung und Ausschöpfung der Anämietoleranz 141

5.1 Optimierung der Anämiereserve 141
J. Meier, K. Zacharowski

5.1.1 Toleranz niedriger Hämoglobinwerte 141
5.1.2 Grundlagen der individuellen Anämietoleranz. 141
5.1.3 Präoperative Quantifizierung der Anämiereserve 142
5.1.4 Präoperative Abschätzung der Blutungsmenge 144
5.1.5 Intraoperative Optimierung des Verhältnisses von Sauerstoffbedarf und Sauerstoffangebot 144
5.1.6 Postoperative Optimierung des Verhältnisses von Sauerstoffbedarf und Sauerstoffangebot 147
5.1.7 Literatur 148

5.2 Behandlung einer schweren akuten Anämie bei Patienten, die Bluttransfusionen verweigern 150
K. Zacharowski, P. Van der Linden

5.2.1 Ablehnung von Fremdbluttransfusionen 150
5.2.2 Physiologische Kompensationsmechanismen während akuter isovolämischer Anämie 150
5.2.3 Therapeutische Maßnahmen 151
5.2.4 Stimulation der Erythropoese und Eisensubstitution 156
5.2.5 Literatur 156

5.3 Indikationsstellung zur Bluttransfusion. 158
D. Meininger, K. Zacharowski

5.3.1 Rahmenbedingungen und Indikationen 158
5.3.2 Transfusion beim sonst gesunden Patienten? 160
5.3.3 Transfusion beim schwerkranken Patienten? 160
5.3.4 Transfusion bei Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen? . 161
5.3.5 Transfusion bei akutem Blutverlust 161
5.3.6 Transfusion bei Patienten mit chronischer Anämie 161
5.3.7 Literatur 162

6 PBM im nicht chirurgischen Bereich 164

6.1 PBM in der Intensivmedizin 164
M. Hiesmayr, A. Schiferer

6.1.1 Transfusionsverhalten auf Intensivstationen 164
6.1.2 Folgen der Anämie 165
6.1.3 Anämiebehandlung (PBM-Säule 1) 165
6.1.4 Outcome nach Transfusion 167
6.1.5 Integrative Strategie zur Einsparung von Fremdblut 168
6.1.6 Literatur 169

6.2 Potenzial für PBM in der Onkologie und Hämatologie 171
M.A. Fridrik

6.2.1 Stellenwert der 3 Säulen 171
6.2.2 Abklärung 171
6.2.3 Management der Eisenmangelanämie 173
6.2.4 Management der Vitamin-B_{12}- und Folsäuremangelanämien 173
6.2.5 Management der autoimmunhämolytischen Anämien 173
6.2.6 Management renaler Anämien 174
6.2.7 Management der myelodysplastischen Syndrome 174
6.2.8 Management der Anämie bei chronischen Erkrankungen 174
6.2.9 Management der Anämie bei Chemotherapie 174
6.2.10 Transfusionsmanagement bei hämatologischen und onkologischen Erkrankungen 175
6.2.11 Management der Transfusionshämosiderose 176
6.2.12 Literatur 176

6.3 PBM in der Pädiatrie 177
G. Geiselseder, A. Hofer

6.3.1 Physiologische Anämie 177
6.3.2 Klassifikation der Anämie 178
6.3.3 Anämie durch Blutverlust 179
6.3.4 Chronische Anämie 179
6.3.5 Anämien durch gesteigerten Erythrozytenabbau – hämolytische Anämien 179
6.3.6 Anämien bei angeborenen Störungen der Erythropoese 181
6.3.7 Anämien bei erworbenen Störungen der Erythropoese 181
6.3.8 Anämie der chronischen Erkrankungen (Anemia of Chronic Disease) 182
6.3.9 Anämie bei kritisch kranken Kindern 183
6.3.10 Literatur 185

6.4 PBM bei Lungenerkrankungen . . 185
H. Schinko, B. Lamprecht

6.4.1 Aerobik 185
6.4.2 Auftreten erhöhter Laktatwerte . . . 186
6.4.3 Arterielle Hypoxämie versus arterielle Hypoxie 186
6.4.4 $VO_2 = O_2$-Extraktion = O_2-Utilisation 191
6.4.5 Literatur 194

6.5 PBM in der Kardiologie 194
M.B. Heckmann, H.A. Katus, O.J. Müller

6.5.1 Koronare Herzkrankheit/Herzkatheteruntersuchung 194
6.5.2 Herzklappenerkrankungen 195
6.5.3 Atriale Herzrhythmusstörungen, insbesondere Vorhofflimmern/-flattern 195
6.5.4 Herzinsuffizienz 197
6.5.5 Literatur 198

7 PBM in der Chirurgie 200

7.1 PBM in der Herzchirurgie 200
H. Müller

7.1.1 Präoperative Maßnahmen 200
7.1.2 Intraoperative Maßnahmen (2. Säule des PBM) 201
7.1.3 Postoperative Maßnahmen 205
7.1.4 Herzoperationen bei Zeugen Jehovas 206
7.1.5 Literatur 208

7.2 PBM bei Kindern mit Korrektur angeborener Herzfehler 211
J. Meier, R. Mair

7.2.1 Anämie- und Transfusionsrisiko bei Kindern mit angeborenem Herzfehler 211
7.2.2 Optimierung des Erythrozytenvolumens 211
7.2.3 Ausschöpfung der physiologischen Anämietoleranz 213
7.2.4 Literatur 214

7.3 PBM in der Kinderchirurgie 214
T. Haas

7.3.1 Die 1. Säule des PBM – Optimierung des Erythrozytenvolumens .. 214
7.3.2 Die 3. Säule des PBM – Erhöhung und Ausschöpfung der Anämietoleranz 219
7.3.3 Literatur 219

7.4 PBM bei Trauma 220
P. Stein, A. Kaserer, D.R. Spahn

7.4.1 Einleitung 220
7.4.2 PBM Säule 1: Anämie und Eisenmangel beim Traumapatienten. ... 222
7.4.3 PBM Säule 2: Gerinnungsmanagement 222
7.4.4 Säule 3: Erhöhung der Anämietoleranz 225
7.4.5 Literatur 226

7.5 PBM in der Gynäkologie und Geburtshilfe 227
C. Breymann

7.5.1 Symptome bei Eisenmangel und deren Behandlung 228
7.5.2 Anämie in der Schwangerschaft und postpartum 230
7.5.3 Eisenmangelanämie während und nach der Schwangerschaft. 231
7.5.4 Prävention und Therapie der Eisenmangelanämie in der Schwangerschaft 232
7.5.5 Literatur 238

7.6 PBM in der Orthopädie 240
C. Peter, S. Hofer

7.6.1 Präoperative Gesichtspunkte: Abklärung und Behandlung der Anämie 240
7.6.2 Intraoperative Gesichtspunkte: Minimierung des Blutverlustes. ... 241
7.6.3 Postoperative Gesichtspunkte: Verzicht auf Wunddrainagen 243
7.6.4 Literatur 243

7.7 PBM in der Neurochirurgie 243
W. Moosbauer, J. Meier

7.7.1 Säule 1: Präoperative Diagnostik und Erhöhen des Erythrozytenvolumens 243
7.7.2 Säule 2: Minimieren der Blutverluste 244
7.7.3 Säule 3: Restriktive Transfusionstrigger und Optimieren der Anämietoleranz. 245
7.7.4 Literatur 249

8 Implementierung des PBM und Ausblick 251

8.1 PBM und Outcome 251
D.R. Spahn, G.H. Spahn

8.1.1 Outcome nach Implementierung der 1. Säule des PBM 251
8.1.2 Outcome nach Implementierung der 2. Säule des PBM 251
8.1.3 Outcome nach Implementierung der 3. Säule des PBM 252
8.1.4 Outcome nach Implementierung eines kompletten PBM-Programms 253
8.1.5 Literatur 255

8.2 PBM in Lehre und Praxis 257
C. Füllenbach, K. Zacharowski, P. Meybohm

8.2.1 PBM in der Literatur 257
8.2.2 Leitlinien, Richtlinien, Empfehlungen und Standards 257
8.2.3 Umsetzung in die Praxis 258
8.2.4 Maßnahmen zur Förderung der Implementierung 260
8.2.5 Literatur 262

8.3 Meilensteinstudien auf dem Gebiet des PBM 263
K. Zacharowski, P. Meybohm, D.R. Spahn

8.3.1 The Important Role for Intravenous Iron in Perioperative Patient Blood Management in Major Abdominal Surgery: A Randomized Controlled Trial 263

8.3.2 Intravenous Iron or Placebo for Anaemia in Intensive Care: The IRONMAN Multicenter Randomized Blinded Trial – a Randomized Trial of IV Iron in Critical Illness 264
8.3.3 Intravenous Ferric Carboxymaltose Versus Standard Care in the Management of Postoperative Anaemia: A Prospective, Open-Label, Randomised Controlled Trial 264
8.3.4 Point-of-Care Testing: a Prospective, Randomized Clinical Trial of Efficacy in Coagulopathic Cardiac Surgery Patients 265
8.3.5 Intraoperative Transfusion Practices in Europe 265
8.3.6 Washed Cell Salvage in Surgical Patients: A Review and Meta-Analysis of Prospective Randomized Trials under PRISMA 266
8.3.7 A Pragmatic Approach to Embedding Patient Blood Management in a Tertiary Hospital. 266
8.3.8 Patient Blood Management is Associated With a Substantial Reduction of Red Blood Cell Utilization and Safe for Patient's Outcome: A Prospective, Multicenter Cohort Study With a Noninferiority Design 267
8.3.9 Improved Outcomes and Reduced Costs Associated With a Healthsystem-Wide Patient Blood Management Program: A Retrospective Observational Study in Four Major Adult Tertiary-Care Hospitals 267
8.3.10 Literatur 268

Sachverzeichnis 269

Abkürzungen

AABB	Amercian Association of Blood Banks
ACD	Anemia of Chronic Disease
ACT	Activated Clotting Time
aEK	autologes Erythrozytenkonzentrat
aFFP	autologes Frischplasma
ALI	Acute Lung Injury (akutes Lungenversagen)
ALOS	Average Length of Stay
AMG	Arzneimittelgesetz
ANH	akute normovoläme Hämodilution
AP	Angina pectoris
AR	Anämierate
ARDS	Acute Respiratory Distressed Syndrome (akutes Atemnotsyndrom)
ARF	Acute Renal Failure (akutes Nierenversagen)
ASA	American Society of Anesthesiologists
BÄK	Bundesärztekammer
BGA	Blutgasanalyse
BSG	Blutsenkungsgeschwindigkeit
CABG	Coronary Artery Bypass Graft (aortokoronarer Bypass)
CFT	Clot Formation Time
CM	Case-Mix-Punkt
CMI	Case-Mix-Index
CMV	Cytomegalievirus
CT	Clotting Time
DDAVP	1-Desamino-8-D-Argininvasopressin
DO_2	Oxygen Delivery (Sauerstoffangebot)
DOAK	direktes orales Antikoagulans
DRG	Diagnose Related Group
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
EK	Erythrozytenkonzentrat
EKÄ	Erythrozyten-Konzentrat-Äquivalent
EPO	Erythropoetin
ESA	Erythropoese stimulierendes Agens
ESC	European Society of Cardiology
FFP	Fresh Frozen Plasma (Frischplasma)
G-CSF	Granulocyte-Colony Stimulating Factor (Granulozyten-Kolonie stimulierender Faktor)
Hb	Hämoglobin
HBOC	Hemoglobin Based Oxygen Carrier (hämoglobinbasierter Sauerstoffträger)
HES	Hydroxyethylstärke
HF	Hyperfibrinolyse
HIT	Heparin-induzierte Thrombozytopenie
HIV	humanes Immundefizienz-Virus
Hkt	Hämatokrit
HLM	Herz-Lungen-Maschine
HR	Hazard Ratio
ICCTO	International Consensus Conference on Transfusion and Outcome
ICD	International Code of Disease
ICU	Intensive Care Unit (Intensivstation)
IDA	Iron Deficiency Anemia (Eisenmangelanämie)
INR	International Normalized Ratio
IRIDA	Iron Resistent Iron Deficiency Anemia (eisenresistente Eisenmangelanämie)
IU/U	internationale Einheiten
KG	Körpergewicht
KHK	koronare Herzkrankheit
KI	Konfidenzintervall
KIS	Krankenhausinformationssystem
KPT	Key-Performance-Indikator
LIS	Laborinformationssystem
LLN	Lower Limit of Normal
MAP	mittlerer arterieller Blutdruck
MAT	maschinelle Autotransfusion
MCF	Maximum Clot Firmness (maximale Clot-Festigkeit)
MCH	Mean Cellular Hemoglobin (mittlerer zellulärer Hämoglobingehalt)
MCHC	Mean Cellular Hemoglobin Concentration (mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration)
MCV	Mean Corpuscular Volume (mittleres korpuskuläres Volumen)
MDS	myelodysplastisches Syndrom
MECC	Miniaturized Extracorporeal Circulation System
MI	Myokardinfarkt
MiECT	Minimal Invasive Extracorporeal Circulation Technologies
MOF	Multisystem Organ Failure (Multiorganversagen)
MPH	mikroporöse Polysaccharid-Hämospheren
NEC	nekrotisierende Enterokolitis
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
NSTEMI	Nicht-ST-Hebungsinfarkt
OAK	orale Antikoagulation
OBSRG	Ontario Blood System Reference Group
ONTraC	Ontario Nurse Transfusion Coordinators
OR	Odds Ratio
PaBloE	Patient Blood Management in Europe

PBM	Patient Blood Management
PEG	Polyethylenglykol
PID	Patientenidentifikationsnummer
POCT	Point-of-Care Testing
PPSB	Prothrombinkomplex-Konzentrat
Pti_{O2}	Hirngewebe-Sauerstoffpartialdruck
RAND	Corporation for Research and Development
RAP	retrogrades autologes Priming
RBC	Red Blood Cell Concentrate (Erythrozytenkonzentrat)
RCT	randomisierte kontrollierte Studie
RER	Respiratory Exchange Ratio
rFVIIa	rekombinanter aktivierter Faktor VIII
rhEPO	rekombinantes Erythropoetin
R-IPSS	Revised International Prognostic Scoring System
RQ	respiratorischer Quotient
RR	Relative Risk (relatives Risiko)
rVIIa	rekombinanter aktivierter Faktor VII
SAB	Subarachnoidalblutung
SIRS	Systemic Inflammatory Response Syndrome
SOP	Standard Operating Procedure
STEMI	ST-Hebungsinfarkt
sTfR	löslicher Transferrin-Rezeptor
TACO	Transfusion Associated Circulatory Overload (Volumenüberladung)
TDB	Transfusionsdatenbank
TEG	Thrombelastogramm
TGI	Transfusions-Gesamtindex
TI	Transfusionsindex
TIC	traumainduzierte Koagulopathie
TK	Thrombozytenkonzentrat
TOPS	Transfusion Ontario Programs
TR	Transfusionsrate
TRALI	Transfusion Related Acute Lung Injury (transfusionsassoziierte akute Lungeninsuffizienz)
TSAT	Transferrinsättigung
TXA	Tranexamsäure
TZ	Thrombinzeit
UCLA	University of California at Los Angeles
UTI	Urinary Tract Infection (Harnwegs-infektion)
VO_2	Sauerstoffverbrauch
vWF	Von-Willebrand-Faktor

Anschriften

Herausgeber

Prof. Dr. med. Hans **Gombotz**
Große Sperlgasse 28/9
1020 Wien
Österreich

Prof. Dr. med. Donat Rudolf **Spahn**
Universitätsspital Zürich
Institut für Anästhesiologie
Rämistrasse 100
8006 Zürich
Schweiz

Prof. Dr. Dr. med. Kai **Zacharowski,** ML FRCA
Universitätsklinikum Frankfurt
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt am Main

Mitarbeiter

Prof. Dr. Christian **Breymann**
Institut Perinatal Zürich Hirslanden
Forschungsgruppe Feto Maternale Hämatologie
Universität Zürich
Seefeldstrasse 214
8008 Zürich
Schweiz

Dr. rer. nat. Suma **Choorapoikayil**
Universitätsklinikum Frankfurt
Goethe-Universität
Klinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin und Schmerztherapie
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt am Main

Prof. Dr. Jochen **Erhard**
Klinikum Niederrhein gGmbH
Klinik für Chirurgie
Fahrner Str. 133
47169 Duisburg

Shannon **Farmer**
Medical School and Division of Surgery
Faculty of Health and Medical Sciences
The University of Western Australia
35 Stirling Highway
Crawley, Perth, WA 6 009
Australien

Doz. Dr. Michael A. **Fridrik**
Kepler Universitätsklinikum GmbH
Med Campus III
Klinik für Hämatologie und Onkologie
Krankenhausstraße 9
4020 Linz
Österreich

Dr. rer. nat. Christoph **Füllenbach**
Universitätsklinikum Frankfurt
Goethe-Universität
Klinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin und Schmerztherapie
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt

Prim.a Dr.in Gertraud **Geiselseder**
Kepler Universitäsklinikum GmbH
Med Campus IV
Department für perinatale und
pädiatrische Anästhesie
Krankenhausstraße 26–30
4020 Linz
Österreich

Prof. Dr. med. Thorsten **Haas**
Universitäts-Kinderspital Zürich
Anästhesieabteilung
Steinwiesstrasse 75
8032 Zürich
Schweiz

Dr. Markus B. **Heckmann**
Universitätsklinikum Heidelberg
Innere Medizin III: Kardiologie,
Angiologie und Pneumologie
Im Neuenheimer Feld 410
69120 Heidelberg

Prof. Dr. med. Michael **Hiesmayr**
Medizinische Universität Wien
Universitätsklinik für Anästhesie,
Allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie
Währinger Gürtel 18–20
1090 Wien
Österreich

Dr. Anna **Hofer**
Kepler Universitätsklinikum GmbH
Med Campus III
Klinik für Anästesiologie und Intensivmedizin
Krankenhausstraße 9
4020 Linz
Österreich

Prof. Dr. med. Stefan **Hofer**
Chefarzt
Klinik für Anästhesie, Intensiv-,
Notfallmedizin und Schmerztherapie 1
Westpfalz-Klinikum GmbH
Hellmut-Hartert-Str. 1
67655 Kaiserslautern

Mag. Dr. Axel **Hofmann**
Universitätsspital Zürich
Institut für Anästhesiologie
Rämistrasse 100
8006 Zürich
Schweiz

Prof. James Paton **Isbister**
PO BOX 7 190
Watson 2602
Australien

Dr. Alexander **Kaserer**
UniversitätsSpital Zürich
Institut für Anästhesiologie
Rämistrasse 100
8006 Zürich
Schweiz

Dipl.-Ing. Peter **Kastner,** MBA
AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Center for Health & Bioresources
Reininghausstraße 13/1
8020 Graz
Österreich

Prof. Dr. med. Hugo A. **Katus**
Universitätsklinikum Heidelberg
Ärztlicher Direktor Innere Medizin III
Im Neuenheimer Feld 410
69120 Heidelberg

Dr. med. Lutz **Kaufner,** MSc.
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Virchow-Klinikum
Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt
operative Intensivmedizin (CCM, CVK)
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Priv.-Doz. Dr. Bernd **Lamprecht**
Kepler Universitäsklinikum GmbH
Med Campus III
Klinik für Lungenheilkunde
Krankenhausstraße 9
4020 Linz
Österreich

DDr. Rudolf **Mair**
Kepler Universitäsklinikum GmbH
Med Campus III
Department für Kinderherzchirurgie
Krankenhausstraße 9
4020 Linz
Österreich

Dr. Michael **Malek**
Kepler Universitätsklinikum GmbH
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Krankenhausstraße 9
4020 Linz
Österreich

Prof. Dr. Jens **Meier**
Kepler Universitätsklinikum GmbH
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Krankenhausstraße 9
4020 Linz
Österreich

Prof. Dr. med. Dirk **Meininger**
Main-Kinzig-Kliniken
Klinik für Anästhesiologie
Herzbachweg 14
63571 Gelnhausen

Prof. Dr. med. Patrick **Meybohm**
Universitätsklinikum Frankfurt
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin
und Schmerztherapie
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt am Main

Dr. Werner **Moosbauer**
Kepler Universitätsklinikum GmbH
Neuromed Campus
Department für Neuroanästhesie
und Intensivmedizin
Wagner-Jauregg-Weg 15
4020 Linz
Österreich

Dr. Hannes **Müller**
Kepler Universitätsklinikum GmbH
Med Campus III
Klinik für Herz-, Gefäß- und Thoraxchirurgie
Krankenhausstraße 9
4020 Linz
Österreich

Prof. Dr. med. Oliver J. **Müller**
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Kiel
Klinik für Innere Medizin III
Arnold-Heller-Str. 3
24105 Kiel

Dr. Astrid **Nørgaard**
Rigshospitalet Copenhagen University
Med. Dir. Patient Blood Management
Selection vor Transfusion Medicine 2034
Blegdamsvej 9
2100 Kopenhagen
Dänemark

Malte **Oehlschläger**
Fachanwalt für Medizinrecht
Robert-Bosch-Str. 12
56410 Montabaur

Dr. med. Christoph **Peter**
Universitätsklinikum Heidelberg
Klinik für Anästhesiologie
Im Neuenheimer Feld 110
69120 Heidelberg

Dr. med. Arno **Schiferer**
Medizinische Universität Wien
Universitätsklinik für Anästhesie,
Allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie
Währinger Gürtel 18-20
1090 Wien
Österreich

Dr. med. Herwig **Schinko**
Bergweg 16
4203 Altenberg bei Linz
Österreich

Dr. Gabriela H. **Spahn**
Universitätsspital Zürich
Institut für Anästhesiologie
Rämistrasse 100
8006 Zürich
Schweiz

Dr. Philipp **Stein**
Universitätsspital Zürich
Institut für Anästhesiologie
Rämistrasse 100
8006 Zürich
Schweiz

Priv.-Doz Dr. Andrea **Steinbicker** (MD, MPH)
Universitätsklinikum Münster
Klinik für Anästhesiologie, operative
Intensivmedizin und Schmerztherapie
Albert-Schweitzer-Campus 1
48149 Münster

Prof. Dr. med. Jost **Steinhäuser**
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Institut für Allgemeinmedizin
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Kevin **Trentino,** BCom
Business Intelligence Unit
East Metropolitan Health Service
(Western Australia)
GPO Box X 2213
Perth, Western Australia 6847
Australien

Prof. Dr. med. Daniel **Vallböhmer**
Evangelisches Klinikum Niederrhein gGmbH
Chirurgische Klinik
Fahrner Str. 133
47169 Duisburg

Prof. Dr. med. Christian **von Heymann**
Vivantes Klinikum im Friedrichshain
Klinik für Anästhesie, Intensivmedizin,
Notfallmedizin und Schmerztherapie
Landsberger Allee 49
10249 Berlin

Prof. Dr. med. Dr. med. habil. Christian **Weber,** MHBA
Asklepios Klinik Wandsbek
Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und
Notfallmedizin
Alphonsstraße 14
22043 Hamburg

Kapitel 1

Grundlagen

1.1 Patient Blood Management – ein Konzept zur Erhöhung von Patientensicherheit und Verbesserung des Krankheitsverlaufs *18*

1.2 Transfusion und Krankheitsverlauf der Patienten *25*

1.3 Patient Blood Management und Patientenautonomie – ethisch-rechtliche Aspekte *41*

1

1 Grundlagen

1.1 Patient Blood Management – ein Konzept zur Erhöhung von Patientensicherheit und Verbesserung des Krankheitsverlaufs

H. Gombotz, A. Hofmann

1.1.1 Triade aus Anämie, Blutverlust und Transfusion

Weltweit besteht eine hohe und oft unterschätzte Prävalenz der Anämie[38], [66]. Während Anämien in Entwicklungsländern in erster Linie durch Mangelernährung verursacht werden, ist sie in hochentwickelten Ländern hauptsächlich eine Erkrankung des Alters [4], [18], [35], [40], [46], [61]. Der Großteil dieser Patienten leidet unter einer milden Anämie, wobei der Prozentsatz schwererer Anämien mit dem Anstieg der Anämierate zunimmt [38]. Insgesamt stellt die Anämie für die gesamte Bevölkerung ein enormes Gesundheitsproblem dar und ist für fast 10 % der Totalinvalidität verantwortlich. Sie bildet besonders für Frauen im gebärfähigen Alter und Kinder unter 5 Jahren die größte Belastung [33], [38]. Bleibt sie vor einem operativen Eingriff unbehandelt, ist sie ein unabhängiger Prädiktor für einen schlechteren Krankheitsverlauf [8], [9], [12], [13], [20], [31], [45], [60]. Blutverluste, insbesondere perioperative Blutungen, sind zusätzliche unabhängige Prädiktoren für ein schlechteres Behandlungsergebnis [10], [19], [36], [37]. Bislang begegnete man diesen negativen Einflussfaktoren vor allem mit Transfusionen allogener Erythrozytenkonzentrate (EK) [21], [25]. Mehrere große Beobachtungsstudien an unterschiedlichsten Patientenkollektiven haben allerdings gezeigt, dass die Bluttransfusion an sich ebenfalls ein unabhängiger Prädiktor für einen schlechteren Krankheitsverlauf ist. Deshalb wird sie auch als „second hit“ chirurgischer Patienten bezeichnet [42], [56], [62].

In den zahlreichen, meist retrospektiven Untersuchungen zeigen sich deutlich transfusionsassoziierte Komplikationen wie z. B. eine erhöhte Infarkt- und Infektionsrate, Volumenüberladung (TACO) oder Lungenversagen (TRALI) sowie eine erhöhte Letalität. Dabei ist hervorzuheben, dass in fast allen Studien eine signifikante Korrelation zwischen der Transfusionsmenge und dem schlechteren Outcome besteht.

Eine Reihe von Metaanalysen prospektiv randomisierter klinischer Studien zur Auswirkung restriktiver gegenüber liberalen Transfusionsstrategien (also eine Level-1a-Evidenz) konnte nicht belegen, dass eine liberale Indikationsstellung bzw. ein sogenannter liberaler Transfusionstrigger von Vorteil für die Patienten, einschließlich jener mit vorbestehender bzw. einem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankung, ist. Vielmehr zeigten diese Analysen, dass ein restriktiver Trigger die Zahl der Transfusionen deutlich reduziert, den Krankheitsverlauf nicht verschlechtert und in einigen Fällen sogar verbessert [5], [7], [32], [51], [52].

Bereits 2009 legte die erste internationale Konsensuskonferenz zu Transfusion und Krankheitsverlauf (ICCTO) mittels der Bradford-Hill-Kriterien einen kausalen, mengenabhängigen Zusammenhang zwischen Transfusion und erhöhter Mortalität und Morbidität bei hämodynamisch stabilen Patienten nahe. Die Bradford-Hill-Methodik wurde bereits früher angewandt, z. B. um einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Rauchen und Krebserkrankungen nachzuweisen [54]. Eine Cochrane-Datenbank-Analyse prospektiv randomisierter klinischer Studien (also eine Level-1a-Evidenz) hat schließlich gezeigt, dass ein restriktiver Transfusionstrigger von Hämoglobin 7–8 g/dl im Vergleich zu einem liberalen Transfusionsregime keinen nachteiligen Effekt hat, aber zu einer etwa 40 %igen Reduktion aller Transfusionen führt [2], [6], [34]. Interessant in diesem Zusammenhang sind auch die Ergebnisse der kürzlich publizierten Real-World-Studie zum PBM-Projekt in Western Australia mit 605 046 Patienten, bei der die Reduktion von Transfusionen mit einer signifikanten Verbesserung des Krankheitsverlaufs einschließlich der Krankenhaussterblichkeit einherging [41].

Merke

Anämie, Blutung bzw. Blutverlust und Transfusion sind unabhängige Prädiktoren für ein schlechteres Outcome (▶ Abb. 1.1). Ihre Vermeidung ist ein Garant für die Erhöhung der Patientensicherheit und die Verbesserung des Krankheitsverlaufs.

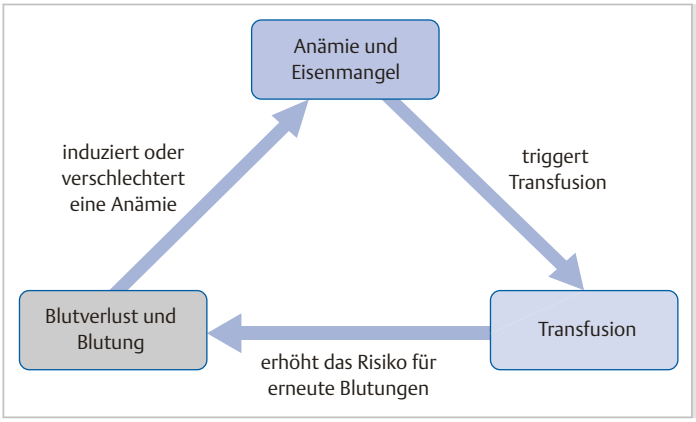

Abb. 1.1 Triade der unabhängigen Risikofaktoren für ein schlechtes Outcome.

Tab. 1.1 „Optimal Use of Blood"-Programm und PBM-Konzept im Vergleich [22].

	Optimal Use of Blood	Patient Blood Management
Vorgehensweise	produktorientiert	patientenorientiert
Ziel	optimale Anwendung	Verbesserung des Heilungsverlaufs
Verminderung der Transfusionsrate	?	ja
Optimierung des Behandlungsregimes	nein	ja
Behandlung perioperativer Anämie	nein	ja
Reduktion des Blutverlustes	nein	ja
Gerinnungsmanagement	nein	ja
Steigerung der Anämietoleranz	nein	ja
Vergütung	ja	nein

Ein weiteres Problem, das in Verbindung mit Transfusionen auftreten kann, ist die Bedrohung durch neu entstehende und wiederkehrende Pathogene im Blutvorrat, auch wenn die unmittelbare Bedrohung durch HIV, HCV und HBV unter Aufwendung enormer finanzieller Mittel gebannt zu sein scheint [26], [27]. Außerdem werden durch die Verringerung des Blutspendeaufkommens und durch die Überalterung der Bevölkerung Engpässe in der Fremdblutversorgung hochentwickelter Länder prognostiziert [28], [53]. Die Nichteinhaltung existierender Richtlinien und die hohe Variabilität im Blutverbrauch stellen neben dem erhöhten Gesundheitsrisiko eine Belastung für die Gesundheitsbudgets dar [26], [27]. Prozesskostenanalysen zeigten nämlich, dass die Behandlung mit Blutprodukten zu den teuersten Therapieformen zählt [1], [16], [48], [54], [55], [64]. In den letzten Jahren kam es nicht zuletzt durch die weltweit zunehmende Akzeptanz des PBM-Konzepts zu einer deutlichen Reduktion der Bluttransfusionen im chirurgischen Bereich und zu einer relativen Verschiebung der Transfusionen zum konservativen insbesondere hämatoonkologischen Bereich [30], [65]. Die Ausweitung des PBM-Konzepts auf konservative Fächer ist daher ein wichtiger weiterer Schritt.

▸ **Produktorientierte Programme.** Die Kenntnis der vielschichtigen Transfusionsproblematik hat in hochentwickelten Ländern zur Erstellung von Leitlinien, Einführung von Hämovigilanzregistern und Empfehlungen zum optimalen Einsatz von Blutprodukten geführt, wie z. B. dem von der EU geförderten „Optimal Use of Blood"-Programm (http://www.optimalblooduse.eu/) [43], [47]. Das Problem ist aber, dass bei diesen produktorientierten Programmen wesentliche patientenspezifische Maßnahmen, wie z. B. die Vermeidung oder Behandlung einer Anämie, ein optimales Gerinnungsmanagement oder die Erhöhung der Anämietoleranz, kaum beachtet werden [22].

1.1.2 Patient Blood Management

Definition

Statt die Symptome der Anämie mit der Gabe von Fremdblut zu behandeln, bis ein bestimmter Zielhämatokrit erreicht ist, wird beim PBM das Entstehen einer behandlungsbedürftigen Anämie vermieden bzw. die Ursache der Anämie abgeklärt und behandelt. Außerdem werden Blutungsursachen diagnostiziert und behandelt sowie iatrogene und chirurgische Blutverluste durch Kombination verschiedener chirurgischer, anästhesiologischer und hämostaseologischer Maßnahmen minimiert oder vermieden. Zusätzlich wird – wo sinnvoll – der metabolische Umsatz reduziert und die Anämietoleranz optimiert. Die Bluttransfusion hat dabei nur eine untergeordnete Bedeutung.

PBM kann als ein multidisziplinäres, evidenzbasiertes Behandlungsmodell definiert werden, das zum Ziel hat, durch optimale Behandlung des patienteneigenen Blutvolumens einen komplikationslosen Krankheitsverlauf zu gewährleisten und damit die Patientensicherheit zu erhöhen. Dadurch wird die Verwendung von allogenen Blutprodukten nicht nur eingeschränkt, sondern in vielen Fällen von vorneherein verhindert [24], [39], [41]. Gleichzeitig wird die Bereitstellungspraxis von Blutprodukten angepasst. PBM ist nicht mit der Anwendung klassischer Blutsparmethoden gleichzusetzen, sondern kann diese sogar oftmals vermeiden.

Die 3 Prinzipien oder Säulen des PBM sind [23]:

1. Optimierung des (präoperativen) Erythrozytenvolumens
2. Minimierung des diagnostischen, interventionellen und operativen Blutverlustes
3. Erhöhung und Ausschöpfung der patientenspezifischen Anämietoleranz und strenge Indikationsstellung zur Bluttransfusion

Merke

Das PBM basiert auf 3 Säulen: Optimierung des Erythrozytenvolumens, Minimierung des Blutverlustes sowie Erhöhung und Ausschöpfung der patientenspezifischen Anämietoleranz (▶ Abb. 1.2).

Anwendungsbreite des PBM

Vor dem Hintergrund einer beträchtlichen Rate an Übertransfusionen wurde das PBM-Modell zunächst für den perioperativen Bereich geschaffen. Für elektive Operationen konnten 98 % aller Erythrozytentransfusionen anhand von 3 Parametern, die durch PBM modifizierbar sind, vorhergesagt werden [21]:

- präoperativer Hämoglobinwert (Hb-Wert)
- Blutverlust
- Transfusionstrigger

Grundsätzlich kann PBM aber auf alle medizinischen Bereiche ausgedehnt werden, in denen Blutprodukte Teil der bisherigen Standardtherapie sind. So kann das Modell z. B. auch für nicht chirurgische Fächer mit entsprechender Modifikation angewendet werden: Ist z. B. kein relevanter Blutverlust zu erwarten, liegt der Schwerpunkt des PBM eben auf der 3. oder 1. Säule [30]. Dies ist umso wichtiger, da mittlerweile im nicht chirurgischen Bereich mehr als 60 % aller Transfusionen vorgenommen werden [17], [63], [65].

Merke

Das PBM-Konzept erstreckt sich nicht nur auf die Transfusion von EK, sondern auch andere Blutprodukte, wie z. B. Thrombozytenkonzentrate und Fresh Frozen Plasma.

Geschichte des PBM

PBM als Begriff wurde durch den australischen Hämatologen James Isbister geprägt und in Zusammenarbeit mit europäischen und amerikanischen Kollegen unter anderem auf Grundlage der österreichischen Benchmark-Studie eingeführt [15], [21], [25], [57], [59]. Das Drei-Säulen-Modell des PBM ist bereits auf breiterer Basis publiziert und wird seit 2010 durch die Resolution der World Health Assembly (WHA63.12) für alle Mitgliedsländer der Vereinten Nationen als Behandlungsstandard gefordert.

Auf Krankenhausebene wird PBM bereits in vielen Teilen der Welt umgesetzt [29], [41], [39], [49], [58]. Mittlerweile erscheint das Konzept auch auf der Homepage der American Association of Blood Banks (http://www.aabb.org) und wird von nam-

Evaluierung des aktuellen Blutverbrauchs
dem Verbrauch angepasste Bestellpraxis
Festlegung eines patientenspezifischen Patient-Blood-Management-Plans

	1. Säule Optimierung des Erythrozytenvolumens	**2. Säule** Minimierung von Blutung und Blutverlust	**3. Säule** Erhöhung und Ausschöpfung der Anämietoleranz
präoperativ	• Anämieerkennung • Identifizieren der Grunderkrankung • evtl. Zuziehen von Konsiliarärzten • Behandlung der Grunderkrankung • Behandlung suboptimaler Eisenspeicher/Anämie bei chron. Erkrankungen • Behandlung weiterer Mangelerscheinungen (Folsäure, B_{12}) Merke: Eine unbehandelte Anämie ist eine Kontraindikation für einen elektiven Eingriff.	• Abschätzen und Reduzieren des Blutungsrisikos • Minimierung des diagnostischen und interventionellen Blutverlusts • interdisziplinäre Planung des Eingriffs	• Vergleich des erwarteten Blutverlusts mit dem tolerablen patientenspezifischen Blutverlust • Abschätzen der patientenspezifischen Anämietoleranz und Risikofaktoren • Optimierung der Anämiereserve • Festlegung des restriktiven patientenspezifischen Transfusionstriggers
intraoperativ	• zeitliche Planung des Eingriffs entsprechend der präoperativen Optimierung des Erythrozytenvolumens	• exakte Blutstillung und exakte chirurgische Technik • Einsatz blutsparender chirurgischer Technik (inkl. minimalinvasiv) • Einsatz fremdblutsparender Methoden • Hämostase/Hämoglobin/Gerinnungsmanagement • Einsatz von Hämostyptika	• Optimierung des Herzzeitvolumens • Optimierung der Beatmung • strenge Indikationsstellung zur Bluttransfusion (restriktives Transfusionsregime)
postoperativ	• Stimulation der Erythropoese durch Eisengabe und/oder EPO • Berücksichtigung von anämiebegünstigenden Medikamenteninteraktionen	• genaue Überwachung von Blutungen und Vermeidung von Nachblutungen • Hämostase/Gerinnungsmanagement • rasche Wiedererwärmung und Aufrechterhaltung der Normothermie (außer bei indizierter Hypothermie) • Minimierung des diagnostischen und interventionellen Blutverlusts • autologe Blutrückgewinnung • Prophylaxe der oberen gastrointestinalen Blutung • Vermeidung und zeitnahe Behandlung von Infektionen	• Optimierung der Anämiereserve • Maximierung der O_2-Versorgung • Reduktion des O_2-Bedarfs • Vermeidung und zeitnahe Behandlung von Infektionen • strenge Indikationsstellung zur Bluttransfusion (restriktives Transfusionsregime)

Re-Evaluierung

Abb. 1.2 Die 3 Säulen des Patient-Blood-Management-Konzepts [22].

haften Transfusionsmedizinern unterstützt [41]. Weitere internationale Organisationen und Einrichtungen, die PBM proaktiv unterstützen, sind die Joint Commission und das Advisory Committee on Blood Safety and Availability der Vereinigten Staaten, das PBM Projekt der Europäischen Kommission, das National Health Service Blood and Transplant, Department of Health, and National Blood Transfusion Committee in Großbritannien und das Ontario Nurse Transfusion Coordinators (ONTraC) Program in Kanada. 2008 wurde durch das Western Australia Department of Health mit der Entwicklung eines PBM-Programms begonnen. Derzeit wird es flächendeckend unter Mitwirkung von führenden Klinikern, Krankenhausverwaltungen und Behördenvertretern umgesetzt und gilt bereits offiziell als nationales Referenzprojekt für ganz Australien. Außerdem wurden kürzlich die letzten von insgesamt 6 Modulen der nationalen Patient Blood Management Guidelines für Australien und Neuseeland unter Aufsicht der National Health and Medical Research Council veröffentlicht (https://www.blood.gov.au/pbm-guidelines). Die „European Guides on Good Practices for Patient Blood Management (PBM)“, die Empfehlungen zur Implementierung von PBM für Krankenhäuser und nationale Behörden in der EU beinhaltet, wurde kürzlich fertiggestellt (www.europe-pbm.eu).

Einschlusskriterien für die Anwendung des PBM-Konzepts

Prinzipiell soll das PBM-Konzept bei allen Patienten angewendet werden, insbesondere wenn eine den Krankheitsverlauf beeinträchtigende Anämie droht oder besteht und/oder wenn eine Behandlung mit Fremdblutderivaten im Raum steht. PBM wurde hauptsächlich für den perioperativen Bereich einwickelt. Mit zunehmender Verschiebung des Transfusionsvolumens zu nicht chirurgischen Fächern sollte das PBM-Konzept auch zunehmend bei den konservativen Fächern eingesetzt werden. Ursprünglich wurde das PBM-Konzept für die Erythrozytentransfusion entwickelt [16]. Im nächsten Schritt muss es nun auch auf die Anwendung aller Blutprodukte insbesondere die Transfusion von Thrombozyten ausgedehnt werden.

Abschätzen des Transfusionsrisikos

Dort, wo Transfusionen und Bestellvorgänge in Krankenhausdatenbanken dokumentiert werden, ist es relativ einfach, die Bestellpraxis und den Blutkonservenverbrauch zu erfassen. Kennzahlen aus diesen Datenbanken geben allerdings nur einen groben Überblick zum Transfusionsverhalten und lassen kaum Rückschlüsse für eine individuelle Behandlung zu [11], [14], [44].

Merke

PBM wurde vorerst für die elektive Chirurgie entwickelt, kann aber in modifizierter Form in allen medizinischen Bereichen umgesetzt werden.

Perioperativer Blutverlust

Der perioperative Blutverlust soll nicht geschätzt, sondern berechnet werden, da in diese Kalkulation die Blutmenge in Tupfern, Hämatomen etc. einbezogen wird. Zur Berechnung des Blutvolumens sind neben Geschlecht und Körpergewicht auch der Hb-Wert präoperativ und am 5. postoperativen Tag sowie die Körpergröße erforderlich. Der gesamte perioperative Erythrozytenverlust ergibt sich aus dem präoperativen minus postoperativem (am 5. Tag) und transfundiertem Erythrozytenvolumen [3], [50]. Maschinell aufbereitete Erythrozyten werden nicht hinzugerechnet, da es sich hierbei um funktionstüchtige, patienteneigene Erythrozyten handelt.

Transfusionsbedarf

Es empfiehlt sich, für die Praxis den durchschnittlichen Blutverlust bei Standardoperationen an einer repräsentativen Anzahl von Operationen zu evaluieren. Der berechnete Blutverlust ist dann Grundlage für die Berechnung des Transfusionsbedarfs (Mercuriali-Algorithmus) [3], [44], [50]. Dafür sind Ausgangshämoglobin, perioperativer Blutverlust, Transfusionstrigger und der tolerable Blutverlust erforderlich. Der patientenindividuelle tolerable Blutverlust resultiert aus der Differenz zwischen präoperativem und dem durch den Ziel-Hb definierten postoperativen Erythrozytenvolumen[3], [50]. Die Festlegung des Ziel-Hb richtet sich nach dem jeweiligen Krankheitsbild und den Transfusionsrichtlinien der Gesellschaften.

Zusammenfassung

PBM ist ein patientenspezifisches Behandlungskonzept zur Reduktion und Vermeidung von Anämie, Blutverlust und Bluttransfusionen. PBM basiert auf 3 Säulen: Optimierung des (präoperativen) Erythrozytenvolumens, Minimierung des diagnostischen, interventionellen und operativen Blutverlustes, Ausnutzung der individuellen Anämietoleranz und strenge Indikationsstellung zur Bluttransfusion. Eine konsequente Anwendung dieser Drei-Säulen-Strategie führt zu einem verbesserten Krankheitsverlauf mit erhöhter Patientensicherheit und gegenüber dem derzeitigen Transfusionsverhalten zu einer dramatischen Reduktion in der Verabreichung von Fremdblutderivaten.

1.1.3 Literatur

[1] Abraham I, Sun D. The cost of blood transfusion in Western Europe as estimated from six studies. Transfusion 2012; 52: 1983–1988

[2] Boral LI, Bernard A, Hjorth T et al. How do I implement a more restrictive transfusion trigger of hemoglobin level of 7 µg/dL at my hospital? Transfusion 2015: 2015; 55: 937–945

[3] Brecher ME, Monk T, Goodnough LT. A standardized method for calculating blood loss. Transfusion 1997; 37: 1070–1074

[4] Carrascal Y, Maroto L, Rey J et al. Impact of preoperative anemia on cardiac surgery in octogenarians. Int Cardiovasc Thorac Surg 2010; 10: 249–255

[5] Carson JL, Carless PA, Hebert PC. Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. Cochrane Database Syst Rev 2012; 4: CD002 042

[6] Carson JL, Guyatt G, Heddle NM et al. Clinical practice guidelines from the AABB: red blood cell transfusion thresholds and storage. JAMA 2016; 316: 2025–2035

[7] Carson JL, Stanworth SJ, Roubinian N et al. Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. Cochrane Database Syst Rev 2016; 10: Cd002 042

[8] Cladellas M, Bruguera J, Comin J et al. Is pre-operative anaemia a risk marker for in-hospital mortality and morbidity after valve replacement? Eur Heart J 2006; 27: 1093–1099

[9] De SL, Romano G, Della CA et al. Preoperative anemia in patients undergoing coronary artery bypass grafting predicts acute kidney injury. J Thorac Cardiovasc Surg 2009; 138: 965–970

[10] Dixon B, Reid D, Collins M et al. The operating surgeon is an independent predictor of chest tube drainage following cardiac surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth 2014; 28: 242–246

[11] Dunbar NM, Szczepiorkowski ZM. Hardwiring patient blood management: harnessing information technology to optimize transfusion practice. Curr Opin Hematol 2014; 21: 515–520

[12] Dunkelgrun M, Hoeks SE, Welten GM et al. Anemia as an independent predictor of perioperative and long-term cardiovascular in patients scheduled for elective vascular surgery. Am J Cardiol 2008; 101: 1196–1200

[13] Elmistekawy E, Rubens F, Hudson C et al. Preoperative anaemia is a risk factor for mortality and morbidity following aortic valve surgery. Eur J Cardiothorac Surg 2013; 44: 1051–1055

[14] Ettorchi-Tardy A, Levif M, Michel P. Benchmarking: a method for continuous quality improvement in health. Healthc Policy 2012; 7: e101–119

[15] Farmer S, Isbister J, Leahy M. The history of transfusion and patient blood management. In: Jabbour N, ed. Transfusion-free Medicine and Surgery. Malden, MA: Wiley-Blackwell; 2014

[16] Farmer SL, Towler SC, Leahy MF. Drivers for change: Western Australia Patient Blood Management Program (WA PBMP), World Health Assembly (WHA) and Advisory Committee on Blood Safety and Availability (ACBSA). Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2013; 27: 43–58

[17] Fillet AM, Desmarets M, Assari S et al. Blood products use in France: a nationwide cross-sectional survey. Transfusion 2016: 56; 3 033–3 041

[18] Gaskell H, Derry S, Andrew Moore R et al. Prevalence of anaemia in older persons: systematic review. BMC Geriatrics 2008; 8: 1

[19] Giannoudis PV, Pape HC. Damage control orthopaedics in unstable pelvic ring injuries. Injury 2004; 35: 671–677

[20] Glance LG, Dick AW, Mukamel DB R et al. Association between intraoperative blood transfusion and mortality and morbidity in patients undergoing noncardiac surgery. Anesthesiology 2011; 114: 283–2892

[21] Gombotz H, Rehak PH, Shander A et al. Blood use in elective surgery: the Austrian benchmark study. Transfusion 2007; 47: 1468–1480

[22] Gombotz H, Hofmann A, Rehak P et al. Patient Blood Management (Teil 1) – Individuelles Behandlungskonzept zur Reduktion und Vermeidung von Anämie, Blutverlust und -transfusionen. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2011; 46: 396–401

[23] Gombotz H, Hofman A, Rehak P et al. Patient Blood Management (Teil 2) – Praktisches Vorgehen: die 3 Säulen. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2011; 46: 466–774

[24] Gombotz H, Hofmann A. Patient Blood Management. Dreisäulenstrategie zur Verbesserung des Outcome durch Vermeidung allogener Blutprodukte. Der Anaesthesist 2013; 62: 519–527

[25] Gombotz H, Rehak PH, Shander A et al. The second Austrian benchmark study for blood use in elective surgery: results and practice change. Transfusion 2014

[26] Goodnough LT, Brecher ME, Kanter MH, AuBuchon JP. Transfusion medicine. First of two parts – blood transfusion. N Engl J Med 1999; 340: 438–347

[27] Goodnough LT, Brecher ME, Kanter MH et al. Transfusion medicine. Second of two parts – blood conservation. N Engl J Med 1999; 340: 525–533

[28] Greinacher A, Fendrich K, Brzenska R et al. Implications of demographics on future blood supply: a population-based cross-sectional study. Transfusion 2011; 51: 702–709

[29] Gross I, Seifert B, Hofmann A et al. Patient blood management in cardiac surgery results in fewer transfusions and better outcome. Transfusion 2015; 55: 1075–1081

[30] Gross I, Trentino KM, Andreescu A et al. Impact of a patient blood management program and an outpatient anemia management protocol on red cell transfusions in oncology inpatients and outpatients. Oncologist 2016; 21: 327–332
[31] Gupta PK, Sundaram A, Mactaggart JN et al. Preoperative anemia is an independent predictor of postoperative mortality and adverse cardiac events in elderly patients undergoing elective vascular operations. Ann Surg 2013; 258: 1096–1102
[32] Holst LB, Haase N, Wetterslev J et al. Lower versus higher hemoglobin threshold for transfusion in septic shock. N Engl J Med 2014; 371: 1381–1391
[33] Holzner B, Kemmler G, Greil R et al. The impact of hemoglobin levels on fatigue and quality of life in cancer patients. Ann of Oncol 2002; 13: 965–973
[34] Isbister JP, Shander A, Spahn DR et al. Adverse blood transfusion outcomes: establishing causation. Transfus Med Rev 2011; 25: 89–101
[35] Izaks GJ, Westendorp RG, Knook DL. The definition of anemia in older persons. JAMA 1999; 281: 1714–1717
[36] Karkouti K, Wijeysundera DN, Yau TM et al. The independent association of massive blood loss with mortality in cardiac surgery. Transfusion 2004; 44: 1453–1462
[37] Karkouti K, Wijeysundera DN, Yau TM et al. The influence of baseline hemoglobin concentration on tolerance of anemia in cardiac surgery. Transfusion 2008; 48: 666–672
[38] Kassebaum NJ, Jasrasaria R, Naghavi M et al. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. Blood 2014; 123: 615–624
[39] Kotzé A, Carter LA, Scally AJ. Effect of a patient blood management programme on preoperative anaemia, transfusion rate, and outcome after primary hip or knee arthroplasty: a quality improvement cycle. Br J Anaesth 2012; 108: 943–952
[40] Landi F, Russo A, Danese P et al. Anemia status, hemoglobin concentration, and mortality in nursing home older residents. J Am Med Dir Assoc 2007; 8: 322–327
[41] Leahy MF, Hofmann A, Towler S et al. Improved outcomes and reduced costs associated with a health-system-wide patient blood management program: a retrospective observational study in four major adult tertiary-care hospitals. Transfusion 2017; 57: 1347–1358
[42] Loor G, Rajeswaran J, Li L et al. The least of 3 evils: exposure to red blood cell transfusion, anemia, or both? J Thorac Cardiovasc Surg 2013; 146: 1480–1487
[43] Maki T. Optimizing blood usage through benchmarking. Transfusion 2007; 47: 145S–148S
[44] Mercuriali F, Intaglietta M. Proposal of an algorithm to help the choice of the best transfusion strategy. Curr Med Res Opin 1996; 13: 465–478
[45] Musallam KM, Tamim HM, Richards T et al. Preoperative anaemia and postoperative outcomes in non-cardiac surgery: a retrospective cohort study. Lancet 2011; 378: 1396–1407
[46] Patel KV. Epidemiology of anemia in older adults. Semin Hematol 2008; 45: 210–217
[47] Pirie L, McClelland DB, Franklin IM. The EU optimal blood use project. Transfus Clin Biol 2007; 14: 499–503
[48] Prick BW, Duvekot JJ, van der Moer PE et al. Cost-effectiveness of red blood cell transfusion vs. non-intervention in women with acute anaemia after postpartum haemorrhage. Vox Sang 2014; 107: 381–388
[49] Ranucci M, Aronson S, Dietrich W et al. Patient blood management during cardiac surgery: do we have enough evidence for clinical practice? J Thorac Cardiovasc Surg 2011; 249.e1–32
[50] Rehak PH. Calculation of the transfusion probability – the Mercuriali Algorithm. In: Gombotz H, Zacharowski K, Spahn DR, eds. Patient Blood Management. Stuttgart–New York–Dehi–Rio: Thieme; 2016: 65–71
[51] Rohde JM, Dimcheff DE, Blumberg N et al. Health care-associated infection after red blood cell transfusion: a systematic review and meta-analysis. JAMA 2014; 311: 1317–1326
[52] Salpeter SR, Buckley JS, Chatterjee S. Impact of more restrictive blood transfusion strategies on clinical outcomes: a meta-analysis and systematic review. Am J Med 2014; 127: 124–231.e3
[53] Seifried E, Klueter H, Weidmann C et al. How much blood is needed? Vox Sang 2011; 100: 10–21
[54] Shander A, Hofmann A, Gombotz H et al. Estimating the cost of blood: past, present, and future directions. Best Pract Res Clin Anaesthesio 2007; 21: 271–289
[55] Shander A, Hofmann A, Ozawa S et al. Activity-based costs of blood transfusions in surgical patients at four hospitals. Transfusion 2010; 50: 753–765
[56] Shander A, Fink A, Javidroozi M et al. Appropriateness of allogeneic red blood cell transfusion: the international consensus conference on transfusion outcomes. Transfus Med Rev 2011; 25: 232–246.e53
[57] Shander A, Javidroozi M, Perelman S et al. From bloodless surgery to patient blood management. Mt Sinai J Med 2012; 79: 56–65
[58] Shander A, Van Aken H, Colomina MJ et al. Patient blood management in Europe. Br J Anaesthesia 2012; 109: 55–68
[59] Shander A, Isbister J, Gombotz H. Patient blood management: the global view. Transfusion 2016; 56: S 94–S 102
[60] Smilowitz NR, Oberweis BS, Nukala S et al. Association between anemia, bleeding, and transfusion with long-term mortality following noncardiac surgery. Am J Med 2016; 129: 315–323.e2
[61] Stauder R, Thein SL. Anemia in the elderly: clinical implications and new therapeutic concepts. Haematologica 2014; 99: 1127–1130
[62] Surgenor SD, Kramer RS, Olmstead EM et al. The association of perioperative red blood cell transfusions and decreased long-term survival after cardiac surgery. Anesth Analg 2009; 108: 1741–1746
[63] Tinegate H, Pendry K, Murphy M 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: 139–145
[64] Trentino KM, Farmer SL, Swain SG et al. Increased hospital costs associated with red blood cell transfusion. Transfusion 2015; 55: 1082–1089
[65] Wells AW, Mounter PJ, Chapman CE et al. Where does blood go? Prospective observational study of red cell transfusion in north England. Br Med J 2002; 325: 803
[66] World Health Organization (WHO). Nutritional anaemias. Report of a WHO scientific group. Technical Report Series 1968; 405

1.2 Transfusion und Krankheitsverlauf der Patienten

S. Farmer, A. Hofmann, J.P. Isbister

Literaturübersichten zu „Transfusion und Krankheitsverlauf" liefern ein ernüchterndes Ergebnis. Bei nicht akut blutenden Patienten existiert kaum Evidenz für einen günstigen Effekt von Transfusionen, selbst bei kritisch kranken Patienten nicht. Vielmehr deuten zahlreiche Studien nahezu einhellig darauf hin, dass allogene Transfusionen in Abhängigkeit von der Tranfusionsmenge einen unabhängigen Risikofaktor für einen schlechteren Therapieerfolg darstellen (▶ Tab. 1.2) [116], [122].

1.2.1 Studien zu Transfusion und Krankheitsverlauf

Transport von Sauerstoff

Napolitano et al. [149] analysierten 20 klinische Studien hinsichtlich der Auswirkung von Erythrozytentransfusionen auf das Sauerstoffangebot (DO_2) und auf die Sauerstoffaufnahme (VO_2). In allen Studien führte die Transfusion zu einem Anstieg der Hämoglobinkonzentration (Hb-Konzentration) und in 15 Studien auch zu einem Anstieg des Sauerstoffangebots. Allerdings war nur bei 3 Studien auch ein Anstieg der Sauerstoffaufnahme zu beobachten.

Tab. 1.2 Studien zum mengenabhängigen Anstieg unerwünschter Wirkungen im Zusammenhang mit Erythrozytentransfusionen.

Autor/Jahr	Indikation	Fallzahl	Art der mengenabhängigen unerwünschten Wirkungen
Jones et al. 2017 [125]	massive Blutungen/Trauma	1538	inflammatorische Komplikationen (inkl. Organversagen, beatmungsassoziierte Pneumonie, Sepsis, Infektion der Blutbahn, katheterbezogene Infektion der Blutbahn, UTI, ARDS und nosokomiale Infektionen)
Johnson et al. 2016 [124]	massive Blutungen	272 592	Mortalität, Infektion, Nierenschädigung, thrombotische, respiratorische, ischämische Ereignisse und Gesamtmorbidität
Patel et al. 2014 [154]	massive Blutungen/Trauma	106 477	Mortalität, MOF, ARDS/ALI
Chaiwat et al. 2009 [86]	Trauma	14 070	ARDS
Salim et al. 2008 [157]	Schädel-Hirn-Trauma	1150	Mortalität, ARDS, ARF, respiratorisches Versagen, Bakteriämie, Fungämie, Pneumonie, Sepsis, MOF und Lungenembolie
Bochicchio et al. 2008 [76]	Trauma	1172	Mortalität, Infektion, Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation und im Krankenhaus, Beatmung
Weinberg et al. 2008 [176]	Trauma	1624	Mortalität und Komplikationsrate
Charles et al. 2007 [88]	Trauma	8 215	Mortalität
Malone et al. 2003 [141]	Trauma	15 534	Mortalität
Claridge et al. 2002 [93]	Trauma	1593	Infektionen
Moore et al. 1997 [145]	Trauma	513	MOF
Parsons et al. 2013 [153]	Intensivpatienten	124	verminderte Muskelkraft
Zilberberg et al. 2007 [179]	Intensivpatienten	4 892	ARDS
Gong et al. 2005 [108]	Intensivpatienten	688	Mortalität, ARDS

Tab. 1.2 Fortsetzung

Autor/Jahr	Indikation	Fallzahl	Art der mengenabhängigen unerwünschten Wirkungen
Shorr et al. 2005 [162]	Intensivpatienten	4 892	Bakteriämie
Corwin 2004 [94]	Intensivpatienten	4 892	Mortalität, ARDS, Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation und im Krankenhaus
Taylor et al. 2006 [166]	Intensivpatienten	2085	Mortalität, nosokomiale Infektionen, Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation und im Krankenhaus
Kneyber et al. 2007 [130]	Intensivpatienten, Pädiatrie	295	Mortalität
Shaw et al. 2014 [160]	Herzchirurgie	3 516	Mortalität
Horvarth et al. 2013 [121]	Herzchirurgie	5 158	Infektion
Mikkola et al. 2012 [144]	Herzchirurgie	2226	Schlaganfall
Stone et al. 2012 [165]	Herzchirurgie	1491	Mortalität
van Straten et al. 2010 [171]	Herzchirurgie	512	Mortalität und Komplikationsrate
Karkouti et al. 2009 [126]	Herzchirurgie	3 460	ARF
Scott et al. 2008 [159]	Herzchirurgie	1746	postoperative Aufenthaltsdauer im Krankenhaus
Murphy et al. 2007 [147]	Herzchirurgie	8 500	Infektionen und ischämische Komplikationen
Kulier et al. 2007 [133]	Herzchirurgie	5 065	kardiale und nicht kardiale Komplikationen
Banbury et al. 2006 [71]	Herzchirurgie	15 592	Sepsis und Wundinfektionen
Koch et al. 2006 [132]	Herzchirurgie	11 963	Mortalität, ARF, postoperative pulmonale und neurologische Komplikationen, Infektionen
Koch et al. 2006 [130]	Herzchirurgie	10 289	10-Jahres-Überleben
Koch et al. 2006 [131]	Herzchirurgie	7 321	funktionelle Erholung
Rogers et al. 2006 [155]	Herzchirurgie	9 218	Infektionen
Chelemer et al. 2002 [90]	Herzchirurgie	533	bakterielle Infektionen
Leal-Noval et al. 2001 [137]	Herzchirurgie	738	Infektionen und Pneumonie
Goobie et al. 2016 [109]	Nicht-Herzchirurgie, Pädiatrie	114 395	Mortalität, Infektion
Ferraris et al. 2012 [106]	Nicht-Herzchirurgie	941 496	Morbidität, Mortalität, Ressourcenverbrauch
Ferraris et al. 2011 [105]	Thoraxchirurgie	8 728	Mortalität und Komplikationen
Al-Refaie et al. 2012 [68]	Krebschirurgie	38 926	Mortalität, Komplikationen, Verweildauer
Linder et al. 2013	Nephrektomie	2318	Mortalität

Tab. 1.2 Fortsetzung

Autor/Jahr	Indikation	Fallzahl	Art der mengenabhängigen unerwünschten Wirkungen
[139]			
Bernard et al. 2009 [74]	Allgemeinchirurgie	125 177	Mortalität, Infektionen und Komplikationen
Beattie et al. 2009 [73]	Nicht-Herzchirurgie	7 759	Mortalität
Bursi et al. 2009 [80]	Gefäßchirurgie	359	Mortalität und Myokardinfarkt
Dunne et al. 2002 [101]	Nicht-Herzchirurgie	6 301	Mortalität, Pneumonie und Aufenthaltsdauer im Krankenhaus
Gauvin et al. 2008 [107]	Pädiatrie	1100	Mortalität
Jagoditsch et al. 2006 [123]	Rektumchirurgie	597	Mortalität
Xenos et al. 2012 [177]	kolorektale Chirurgie	21 943	venöse Thromboembolie
Chang et al. 2000 [87]	kolorektale Chirurgie	1349	Infektionen
Vignali et al. 1996 [172]	kolorektale Chirurgie	267	Infektionen
Ho et al. 2007 [115]	spinale Chirurgie	1046	späte Infektionen
Carson et al. 1999 [81]	Hüftfraktur-Chirurgie	9 598	Infektionen und Pneumonie
Palmieri et al. 2006 [151]	Verbrennungen	666	Mortalität und Infektionen

ARDS: Acute Respiratory Distress Syndrome (akutes Atemnotsyndrom), ALI: Acute Lung Injury (akutes Lungenversagen), ARF: Acute Renal Failure (akutes Nierenversagen), MOF: Multisystem Organ Failure (Multiorganversagen), UTI: Urinary Tract Infection (Harnwegsinfektion)

M!

Merke

Die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten (EK) erhöht die Hb-Konzentration und den Sauerstofftransport, allerdings kann nur selten eine gleichzeitige Erhöhung des Sauertsoffverbrauchs (VO_2) nachgewiesen werden.

Verschlechterter Krankheitsverlauf durch Fehlindikation von Transfusionen

Im Zuge der 1. Internationalen Konsensus-Konferenz zu Transfusion und Krankheitsverlauf (1st International Consensus Conference on Transfusion and Outcome, ICCTO) im Jahr 2009 wurde basierend auf einer systematischen Literaturanalyse zum Thema Transfusion und Krankheitsverlauf und unter Verwendung der RAND/UCLA Appropriateness Method untersucht, inwieweit Transfusionen im klinischen Alltag tatsächlich indiziert sind. Das 15-köpfige internationale, interdisziplinäre Expertengremium analysierte 450 klinische Szenarien, in denen üblicherweise Transfusionen verabreicht werden. Um dabei den Einfluss lebensbedrohlicher Blutungen als Kovariable auszuschließen, wurden nur Szenarien mit Patienten analysiert, die hämodynamisch relativ stabil waren bzw. bei denen keine akuten Blutungen aufraten. Das Ergebnis war, dass lediglich in 11,8 % der Szenarien ohne Berücksichtigung von PBM-Maßnahmen die Annahme begründet war, dass allogene Transfusionen den Krankheitsverlauf verbessern würden. In 59,3 % der Fälle waren Transfusionen nicht indiziert, d. h., es musste davon ausgegangen