

Medizinische Grundlagen

Blutverlust und überlegtes Nutzen von Kompensationsmechanismen

Patient – Blood – Management (PBM) ist ein Konzept zur Verbesserung der Patienten-Versorgung durch optimiertes Blutmanagement. Dieses Konzept für die operative Medizin basiert auf drei Säulen – Intervention vor einem Eingriff durch Erkennen und Behandeln von Anämie, während einer Operation durch die Verringerung von Blutverlusten, und nach Operationen durch eine dem Patienten angepasste Anämie-Toleranz.

Dr. Arno Schiferer D.E.A.A., Univ.-Prof. Dr. Michael Hiesmayr,

Klinische Abteilung für Allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinik für Anästhesie, Medizinische Universität Wien

Berechnung des Blutverlustes

Zentrales Problem in der operativen Medizin ist der Blutverlust. Es ist unvermeidlich, dass es durch das Setzen einer chirurgischen Wunde auch zu Verletzungen von Blutgefäßen kommt. Aus der Art des Eingriffs und des dafür notwendigen Zugangs entsteht ein „typischer“ Blutverlust, den wir zur adäquaten Behandlung unserer Patienten kennen bzw. einschätzen müssen. Dafür spielt vor allem das Ausmaß des Blutverlustes im Verhältnis zum Blutvolumen des Patienten, also der „relative Blutverlust“, eine entscheidende Rolle.

Das Blutvolumen wird in der Physiologie mit 7% der fettfreien Körpermasse angegeben. Praktisch rechnen wir mit 50–75 ml/kgKG in Abhängigkeit von Körperbau und Geschlecht (siehe **Tabelle 1**). Aus den angegebenen Beispielen wird ersichtlich,

dass ein Blutverlust von einem Liter für einen muskulösen Mann einen relativen Verlust von 15% seines Blutvolumens bedeutet, während eine zarte Frau bei gleicher Blutungsmenge bereits ein Drittel ihres gesamten Blutvolumens verloren hat. Wir rechnen damit, dass ab ca. 25% Verlust Transfusionen meistens nicht mehr vermeidbar sind.

O₂-Transport-Kapazität

Grundsätzlich sind Blutverluste gut beherrschbar, wenn der Kreislauf im Stande ist zu kompensieren. Das ist jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Der Zusammenhang von Kreislauf, Blutvolumen und Atmung lässt sich aus der Formel für das globale Sauerstoffangebot des Organismus (DO₂, für „Oxygen Delivery“, angegeben in Milliliter / Minute) herauslesen. Damit wird beschrieben, wie viel mL Sauerstoff in einer Minute durch den Kreislauf im Körper verteilt werden. Dementsprechend erhält man die DO₂ durch einfache Multiplikation des Herz-Zeit-Volumens (in L/min) mit dem Sauerstoffgehalt im arteriellen Blut (in ml O₂ / L Blut). In **Abbildung 1** ist die Formel mit den einzelnen Einflussgrößen dargestellt. Jede der angegebenen Variablen ist von bestimmten Bedingungen abhängig, bzw. durch Interventionen beeinflussbar, welche überblicksmäßig in **Abbildung 1** angeführt sind.

Nutzen der Kompensationsmechanismen

Bei einem Blick auf die Formel für das Sauerstoffangebot des Körpers wird er-



Dr. Arno Schiferer
D.E.A.A.



Univ.-Prof. Dr. Michael
Hiesmayr

sichtlich, dass bei einer Halbierung der Hämoglobin-Konzentration im Blut eine Verdoppelung des Herz-Zeit-Volumens, also z.B. eine Verdoppelung der Herzfrequenz notwendig ist.

Entscheidend für den Ausgleich von Blutverlusten durch gesteigerte Herz-Aktivität ist die kardiale Reserve des Patienten. Im fortschreitenden Lebensalter nehmen Herzfrequenz-Variabilität sowie die maximal erreichbare Herzfrequenz ab. Falls der Herzmuskel oder die Koronar-Durchblutung eingeschränkt sind, kann es durch die erhöhte Arbeitsanforderung an das Herz sowohl zu kardialen Zwischenfällen wie etwa Myocardinfarkten kommen, als auch eine systemische Minderperfusion

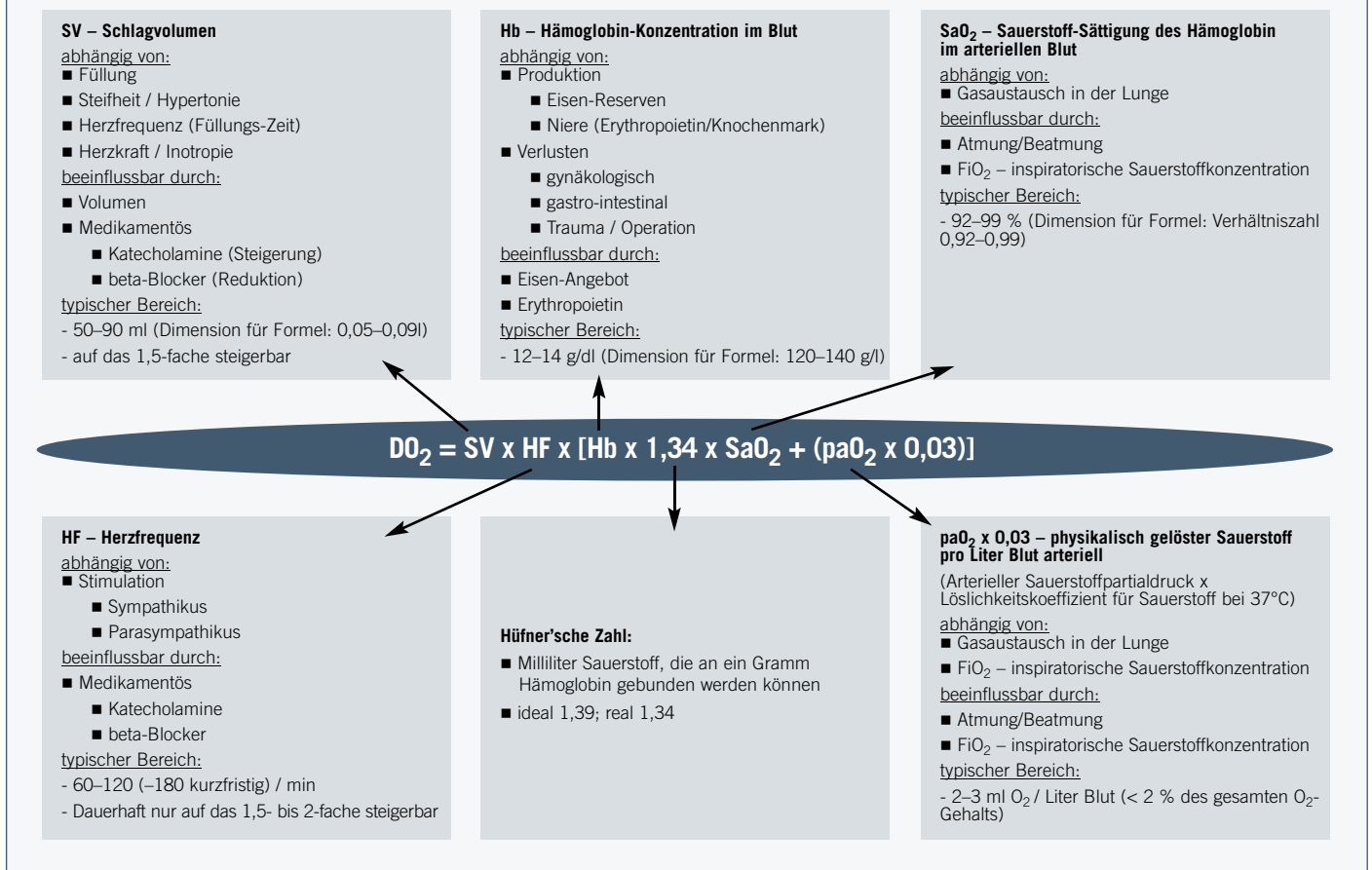
Tab. 1: Blutvolumina

Blutvolumina Körperbau	Mittleres Blutvolumen (ml/kgKG)	
	Frauen	Männer
Muskulös	70	75
Normal	65	70
Schlank	60	65
adipös	55	60

nach Marino: ICU Buch, Praktische Intensivmedizin; 2. Auflage 1998

Beispiele:	Blutvolumen	1l Blutverlust
Mann, 90kg:	6,75 l Blut	15%
Frau, 100kg:	5,5 l Blut	18%
Mann, 70kg:	4,9 l Blut	20%
Frau, 50kg:	3 l Blut	33%

Abb. 1: Beeinflussbarkeit des globalen Sauerstoffangebots / DO_2 (in ml O_2 pro Minute)



mit Schock-Symptomatik auftreten. Eine weitere entscheidende Größe für die Aufrechterhaltung oder Steigerung des Herz-Zeit-Volumens sind der Füllungsstatus und der Tonus des Gefäß-Systems. Als Folge der Gabe von Volumen zur Aufrechterhaltung eines adäquaten Füllungsstatus von Herz und Gefäß-System im Rahmen einer Blutung entsteht eine Blutverdünnung. Die Hämoglobin-Konzentration sinkt, ebenso die Konzentration von Gerinnungsfaktoren und Thrombozyten. Auch die Thrombozyten-Funktionalität ist durch das Fehlen von Erythrozyten beeinträchtigt, da die Thrombozyten im Blutstrom nicht in dem Maße an die Gefäßwand herangedrängt werden. Im schlimmsten Fall entsteht ein Circulus vitiosus mit Blutung, in der Folge gestörter Blutgerinnung, und damit wieder verstärkter Blutung.

Planung und bestmögliche Vermeidung von Blutverlusten

Aus den Daten zur Transfusion bei Blutverlusten wissen wir, dass wir zwar die

akuten Probleme der Blutung kontrollieren können, andererseits beinhalten Blutprodukte nach wie vor ein Rest-Risiko, welches wir in den verschiedenen Studien als Erhöhung der perioperativen Morbidität und Mortalität sehen können [1]. Ziel ist es dementsprechend, durch Planung und bestmögliche Vermeidung von Blutverlusten die Sicherheit für den Patienten weiter zu erhöhen.



In der Chirurgie ist in den letzten Jahren ein Programm unter dem Überbegriff „ERAS“ erfolgreich etabliert worden [2]. Ausgehend von der Abdominal-Chirurgie wurde das Ziel „Enhanced Recovery After Surgery“, also rasche Erholung nach Chirurgie, für Patienten umgesetzt, indem vorhandenes Wissen zusammengetragen, daraus ein Behandlungskonzept formuliert und ein konsequentes Monitoring etabliert wurde. In Analogie dazu entsteht mit PBM ein System um das Blutmanagement von Patienten zu optimieren. Zusammenfassend bleibt Blutverlust als zentrales Problem in der operativen Medizin. Die Bekämpfung erfolgt in der Vorbereitung durch Anämie-Behandlung, durch präoperative Planung, durch Vermeidung von Verlusten, sowie durch überlegtes Nutzen von Kompensationsmechanismen im gesamten Verlauf. ■

Literatur

- [1] Engoren MC, Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ. Effect of blood transfusion on long-term survival after cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1180-6.
- [2] Varadhan KK, Lobo DN, Ljungqvist O. Enhanced recovery after surgery: the future of improving surgical care. *Crit Care Clin* 2010;26:527-47, x.