

Basiswissen

Blutgruppenserologie

G. Walther-Wenke

- 2.1 Einleitung – 16**
- 2.2 Untersuchungsmaterial und Methoden – 16**
- 2.3 Begriffsbestimmungen – 16**
 - 2.3.1 Antigene und Antikörper – 16
 - 2.3.2 Serologische Blutgruppentests – 17
- 2.4 Prätransfusionelle Serologie – 18**
 - 2.4.1 Serologische Verträglichkeitsprobe – 19
 - 2.4.2 Ressourcensteuerung – 19
 - 2.4.3 Notfallserologie – 20
- 2.5 Blutgruppensysteme und Merkmale – 23**
 - 2.5.1 AB0-System – 23
 - 2.5.2 Rhesus-System – 23
 - 2.5.3 Kell-System – 24
 - 2.5.4 Duffy-System – 25
 - 2.5.5 Kidd-System – 25
 - 2.5.6 MNSS-System – 26
 - 2.5.7 Lewis-System – 26
 - 2.5.8 P-System – 27
 - 2.5.9 Lutheran-System – 27
 - 2.5.10 Blutgruppenantigene mit hoher Frequenz und seltene Antigene – 27
 - 2.5.11 Beschaffung kompatibler Erythrozytenkonzentrate – 28
- 2.6 Blutgruppenauswahl bei der Plasmatransfusion – 28**
- 2.7 Blutgruppenauswahl bei der Thrombozytentransfusion – 28**
 - 2.7.1 Vorgehen bei Thrombozytenrefraktärität – 29
- Literatur und Internetadressen – 30**

2.1 Einleitung

Blutgruppenserologische Untersuchungen bei der Transfusionsvorbereitung befassen sich überwiegend mit erythrozytären Merkmalen und deren korrespondierenden Antikörpern. Untersuchungsziele sind die Bestimmung von Blutgruppenmerkmalen zur Auswahl geeigneter Blutkomponenten und die Sicherung der serologischen Verträglichkeit von Spendererythrozyten.

2.2 Untersuchungsmaterial und Methoden

Für die Blutgruppenbestimmung, die obligatorisch einen Suchtest auf Antikörper gegen fremde Blutgruppenmerkmale beinhaltet, und die prätransfusionelle Verträglichkeitsprobe, kurz Kreuzprobe genannt, kann antikoaguliertes oder natives Patientenblut verwendet werden. Aus Sicherheitsgründen wird eine nur für diese Zwecke entnommene Blutprobe verlangt. Das Probenvolumen sollte im Patienteninteresse beschränkt werden. Im Regelfall reichen ca. 5 ml aus. Auf die hohen Sorgfaltsanforderungen bei der Identitätssicherung wird hingewiesen.

Verantwortlich für Methodenwahl, Durchführung, Auswertung und Qualitätssicherung ist der leitende Arzt des immunhämatologischen Laboratoriums. Es stehen verschiedene Untersuchungsmethoden mit unterschiedlicher Sensitivität zur Verfügung. Heute werden überwiegend **Gel- bzw. Säulenagglutinationstests** oder auch **Festphasen-Testsysteme** angewendet, die eine Reihe von Vorteilen – klares Reaktionsbild, hohe Reproduzierbarkeit und geringes Probenvolumen – besitzen.

Molekulargenetische Blutgruppenbestimmungen werden bei besonderen Fragestellungen durchgeführt. Die Genotypisierung erythrozytärer Merkmale kann z. B. zur Bestimmung fetaler Antigene oder zur Klärung unsicherer Antigenbestimmungen bei polytransfunden Patienten genutzt werden.

Bei der Festlegung der Methoden und des Untersuchungsspektrums muss das zu untersuchende Patientenkollektiv (polytransfundierte

Patienten, Schwangere, Neonaten) berücksichtigt werden. Zunehmend finden Blutgruppenautomaten Verwendung, die auf den o. g. Testverfahren basieren und mit antikoaguliertem Vollblut arbeiten.

Der Zeitbedarf für Blutgruppenbestimmung, Antikörpersuchtest und serologische Verträglichkeitsprobe (Kreuzprobe) im Regel- und im Notfall sollte festgelegt und bekannt sein.

➤ **Bei serologischen Problemfällen ist ein spezialisiertes Laboratorium mit einem transfusionsmedizinischen Konsiliardienst einzuschalten, das insbesondere in Notfällen schnell compatible Erythrozytenkonzentrate bereitstellt.**

Die Rate immunisierter Patienten mit **irregulären Alloantikörpern** wird je nach untersuchtem Patientengut mit 1–9 % angegeben und korreliert mit der Anzahl der verabreichten Erythrozytentransfusionen.

Die Tendenz ist steigend, da mit zunehmender Lebenserwartung die Gruppe derer zunimmt, die mehrere Transfusionsepisoden in der Anamnese aufweisen. Auch die Zahl von Patienten mit mehreren Alloantikörpern verschiedener Spezifität und mit Alloantikörpern gegen hochfrequente Merkmale nimmt augenscheinlich zu.

2.3 Begriffsbestimmungen

2.3.1 Antigene und Antikörper

Erythrozytenantigene sind zellständige Merkmale aus Proteinen oder Glykoproteinen, die durch definierte Antikörper nachweisbar sind und vererbt werden. Eine Arbeitsgruppe der International Society for Blood Transfusion (ISBT) führt ein fortlaufend aktualisiertes Verzeichnis. Die klinische Bedeutung der Antigene, auch als Merkmale, Faktoren oder Rezeptoren bezeichnet, liegt darin, dass sie die Bildung von Antikörpern stimulieren oder mit präformierten Antikörpern reagieren können. Die Frequenz der meisten wichtigen Antigene liegt zwischen 1 % und 99 %.

Antikörper sind im Plasma zirkulierende Immunglobuline mit definierbarer Spezifität bezüg-

lich des korrespondierenden Antigens. Klinisch relevant ist ihre Fähigkeit eine intra- und/oder extravasale Immunhämolyse auszulösen.

Alloantikörper richten sich gegen fremde Blutgruppenmerkmale.

Autoantikörper reagieren mit körpereigenen Erythrozytenmerkmalen und können eine Autoimmunhämolyse verursachen.

Reguläre Alloantikörper sind natürlich vorgebildete Antikörper, die regelmäßig vorhanden sind. Auf Anti-A und Anti-B im AB0-System trifft diese Definition zu. Diese auch als Isoagglutinine oder Isohämolsine bezeichneten Antikörper finden sich bei allen Individuen mit der entsprechenden AB0-Blutgruppe. Ausnahmen sind Neugeborene und selten alte Menschen oder solche mit schweren Immundefekten.

Irreguläre Alloantikörper sind gegen fremde Antigene gerichtet und ihre Bildung wird durch Antigenzufuhr stimuliert.

Immune Alloantikörper vom IgG-Typ werden durch die parenterale Zufuhr von Blutgruppenantigenen bei der Transfusion, der Schwangerschaft oder der absichtlichen Injektion kleiner Erythrozytenmengen zur Gewinnung von Anti-D für die Herstellung von Hyperimmunglobulin für die Rhesus-Prophylaxe induziert.

Natürliche Alloantikörper werden auf eine inapparente Immunisierung durch in der Natur weit verbreitete Antigene zurückgeführt. Überwiegend sind die natürlichen Alloantikörper vom IgM-Typ und haben ihr Reaktionsoptimum bei 4–20 °C. Da sie ohne Supplement (Albumin, Antihumanglobulin) im Untersuchungsansatz zur Agglutination von Testerythrozyten führen, werden sie als **komplette Alloantikörper** bezeichnet. Diese Antikörper sind nur ausnahmsweise transfusionsrelevant (Hypothermie). Allerdings gibt es auch natürliche Alloantikörper mit hohem IgG-Anteil, die Komplement aktivieren, bei 37 °C nachweisbar sind und hämolytisch wirken können. Diese sind transfusionsrelevant. Nach ihren Eigenschaften bei der Laboruntersuchung, die den Zusatz von Supplementen zum Nachweis erfordern, werden Alloantikörper vom IgG-Typ als **inkomplette Antikörper** bezeichnet. Sie sind regelhaft immune transfusionsrelevante Antikörper, die bei der Auswahl von Erythrozytenpräparaten strikt beachtet werden müssen.

Beispiele: Anti-Kell oder Anti-D sind typischerweise irreguläre immune inkomplette und damit transfusionsrelevante Alloantikörper. Anti-H oder Anti-P₁ sind typische Vertreter der Gruppe der irregulären natürlichen kompletten nicht transfusionsrelevanten Antikörper.

2.3.2 Serologische Blutgruppentests

Der **Antikörpersuchtest** ist obligatorischer Bestandteil der vollständigen Blutgruppenbestimmung. Zwei, besser drei, Testerythrozytenpräparationen der Blutgruppe 0 mit einem ausgewogenen Antigenmuster werden mit Patientenserum oder Plasma angesetzt. Bei positivem Reaktionsausfall ist zwingend eine **Antikörperdifferenzierung** anzusetzen. Hierfür stehen spezielle Testzellpanel mit 8–12 verschiedenen Erythrozytenpräparationen zur Verfügung, die über das Reaktionsmuster eine Zuordnung des Antikörpers zu einem definierten Antigen ermöglichen. Zur Plausibilitätsprüfung wird der Nachweis geführt, dass der Patient das korrespondierende Antigen nicht besitzt.

Für die Sicherheit des Patienten ist die Antikörperdifferenzierung, Bewertung bezüglich der Transfusionsrelevanz und die Dokumentation in einem Blutgruppenausweis wichtig. Über Monate bis Jahre sinkt bei vielen Blutgruppenantikörpern der Titer unter die Nachweisbarkeitsgrenze. In der Folge kann es bei scheinbar negativem Antikörpersuchtest und verträglicher Kreuzprobe durch die Zufuhr des korrespondierenden Antigens bei einer Erythrozytentransfusion zur Boosterung und verzögerten Immunhämolyse kommen.

Der **indirekte Coombs-Test (ICT)** ist Bestandteil des Antikörpersuchtestes und der Kreuzprobe und zeigt transfusionsrelevante Antikörper an.

Mit dem Zusatz von Antihumanglobulin (Coombsserum) zu Testerythrozyten wird deren in vitro-Beladung mit IgG-Antikörpern und der Komplementkomponente C3 über das Phänomen der Erythrozytenagglutination sichtbar gemacht. Nach Zugabe von Patientenserum oder Plasma zu Testerythrozyten erfolgt eine Inkubation zur Antikörperanlagerung, die bei IgG-Antikörpern nicht sichtbar ist. Das Coombsserum enthält Anti-IgG und Anti-C3 und zeigt die Beladung über das

Prinzip der indirekten Hämagglutination an. Coombsserum weist auch die Komplementkomponente C3 nach, die im Zuge der Antigen-Antikörperreaktion mit Komplementaktivierung auf den Testerythrozyten haftet.

Der **direkte Coombs-Test (DCT)** zeigt mit demselben Testprinzip die Beladung der Patientenerythrozyten mit IgG-Antikörper/C3 an, die zuvor in vivo stattgefunden hat. Der Test ist positiv bei der Antikörperbeladung kindlicher Erythrozyten bei Morbus hämolyticus neonatorum, bei der Beladung von Spendererythrozyten mit Antikörpern des Patienten nach inkompatibler Transfusion und bei der verzögerten Immunhämolysen sowie bei der Beladung mit Autoantikörpern beispielsweise bei der Autoimmunhämolysen. Der DCT wird obligatorisch als Eigenkontrolle beim Antikörpersuchtest und bei der serologischen Verträglichkeitsprobe mitgeführt.

In der sensitiven Geltechnik findet sich relativ häufig ein positiver direkter Coombs-Test, ohne dass eine inkompatible Transfusion vorausging oder der Patient klinische Zeichen einer Autoimmunhämolysen zeigt. Zahlreiche Medikamente und eine Reihe von Erkrankungen gehen mit einem positiven DCT einher, ohne dass eine verkürzte Erythrozytenüberlebenszeit besteht. Entscheidend ist die Bewertung klinischer und serologischer Befunde.

Elutionen dienen der Abspaltung von reversibel gebundenen Antikörpern von den Erythrozyten. Im Eluat vorhandene Antikörper können im Antikörpersuchtest nachgewiesen werden und ggf. differenziert werden. Die Elution kann bei einem positiven direkten Coombs-Test bei Wärmeautoantikörperbeladung der Erythrozyten, bei Morbus hämolyticus und bei verzögerten Immunhämolysen zur Diagnostik und Antikörperbestimmung beitragen.

2.4 Prätransfusionelle Serologie

Die qualitätsgesicherte Blutgruppenserologie beginnt mit der Entnahme der Patientenblutprobe, die grundsätzlich in ein **vor der Füllung zu beschriftendes Probenröhrchen** erfolgt. Verantwortlich ist der zuständige Arzt, die Blutentnahme kann auf geschultes Assistenzpersonal delegiert werden.

➤ **Proben- und Patientenverwechslungen können zu potenziell tödlichen Transfusionszwischenfällen führen, wenn aufgrund eines später nicht entdeckten Fehlers einem Patienten die falsche Blutgruppe zugeordnet wird.**

Der Anforderungsschein für blutgruppenserologische Untersuchungen ist sorgfältig und vollständig auszufüllen und enthält neben den Patientendaten den Untersuchungsauftrag, den Zeitpunkt der Probennahme und der geplanten Transfusion, die Diagnose, Angaben zu Schwangerschaften/früheren Transfusionen/Blutgruppenbefunden und Besonderheiten wie die Gabe von Medikamenten, die die Laboruntersuchung beeinflussen können. Bei planbaren Transfusionen stellt sich der Untersuchungsablauf im Labor bei manueller Bearbeitung wie folgt dar:

- Probeneingangskontrolle, Zentrifugation
- Ansatz der AB0-Blutgruppe und des Rh-Faktor D, ggf. Rhesusuntergruppe und Kell-Merkmal, Ablesen, Dokumentation
- Antikörpersuchtest im indirekten Coombs-Test zur Detektion transfusionsrelevanter inkompletter Alloantikörper, parallel direkter Coombs-Test, Ablesen, Dokumentation
- Serologische Verträglichkeitsprüfung (Kreuzprobe) in indirektem Coombs-Test mit Erythrozytensuspensionen aus den Kreuzprobenschlauchsegmenten passend ausgewählter Erythrozytenkonzentrate, Ablesen, Dokumentation
- Erstellung von Blutgruppen- und Kreuzprobenbericht

Der Zeitbedarf liegt bei insgesamt 1,5–2 h, wenn keine serologischen Besonderheiten auftreten. Durch Paralleluntersuchungen und maschinelle Methoden kann der Zeitbedarf reduziert werden.

Treten bei den Untersuchungen Probleme bei der Bestimmung der AB0-Blutgruppe oder/und im Rh-System auf, fällt der Antikörpersuchtest positiv aus und/oder wird ein positiver direkter Coombs-Test festgestellt, ist in jedem Fall eine weitergehende Untersuchung, ggf. in einem Speziallabor, zu veranlassen.

Die **Befundmitteilung** zu Blutgruppenantikörpern beinhaltet die Spezifität, die Nachweis-

methode, Angaben zur klinischen Relevanz und ein Blutgruppenelement für den Patienten mit Angabe der Antikörperspezifität. Im Regelfall ist vor invasiven und operativen Eingriffen, bei denen eine Transfusion ernsthaft in Betracht kommt, eine Blutgruppenbestimmung einschließlich Antikörpersuchtest durchzuführen. Für den zu erwartenden Transfusionsbedarf sind rechtzeitig Blutkomponenten in entsprechender Zahl bereit zu stellen.

Für die Steuerung der Anforderungen sind abgestimmte Bedarfslisten, bezogen auf das operative Spektrum, auf der Basis entsprechender Analysen notwendig.

- **Eine Transfusionswahrscheinlichkeit von mindestens 10 %, definiert über z. B. hauseigene Daten, gilt als »ernsthaft in Betracht kommend«.**

2.4.1 Serologische Verträglichkeitsprobe

Die serologische Verträglichkeitsprobe, kurz Kreuzprobe, ist die wichtigste Untersuchung vor der Erythrozytentransfusion, weil sie die individuelle Verträglichkeit der Spendererythrozyten für den zu transfundierenden Patienten mit dessen Serum oder Plasma überprüft (**Majortest**).

- **Eine negative Kreuzprobe schließt eine akute serologische Unverträglichkeit aus.**

Die negative serologische Verträglichkeitsprobe verhindert nicht die Sensibilisierung des Patienten gegen fremde Erythrozytenmerkmale, die bei der Erythrozytentransfusion übertragen werden.

Ihre Gültigkeitsdauer beträgt 3 Tage, gerechnet ab Mitternacht des Blutentnahmetages. Die gekreuzten EK stehen für 3 Tage als verträglich befundet zur Verfügung. Wird innerhalb dieser Frist die Transfusion nicht durchgeführt, muss bei Bedarf die Kreuzprobe wiederholt werden. Wurde transfundiert und besteht weiterer Transfusionsbedarf, so muss nach spätestens 3 Tagen, gerechnet ab der ersten Blutprobenentnahme, eine frische Blutprobe vom Patienten für weitere Kreuzproben entnommen werden. Hintergrund dieser Sicherheitsmaßnahme ist, dass durch die zwischenzeitliche Trans-

fusion die Boosterung eines früher gebildeten Blutgruppenantikörpers erfolgen kann, der sich bei der ersten Untersuchung dem Nachweis aufgrund seiner niedrigen Konzentration im Plasma entzogen hat. Die kurzfristige Neubildung von Blutgruppenantikörpern ist eher die Ausnahme.

Die Wiederholungspflicht trifft auch den Antikörpersuchtest, der bei jeder Verträglichkeitsprobe erneut durchzuführen ist, wenn die Blutprobe, aus der der letzte Antikörpersuchtest durchgeführt wurde, älter als 3 Tage ist.

Typ

Wenn durch den transfundierenden Arzt sichergestellt wird, dass innerhalb der letzten 3 Monate keine Transfusion zellulärer Blutbestandteile und keine Schwangerschaft vorlag, kann der Zeitraum auf 7 Tage (Tag der Blutentnahme plus 7 Tage) ausgedehnt werden. Die Verantwortung hierfür und für die Dokumentation trägt der transfundierende Arzt. Dieses Vorgehen kann die präoperative EK-Bereitstellung vereinfachen.

Der **Minortest**, die serologische Verträglichkeitsprobe von Patientenerythrozyten mit Spenderplasma, wird nicht mehr durchgeführt. Ein EK enthält minimale Plasmamengen des Spenders. Für die Herstellung von therapeutischem Plasma und Thrombozytenkonzentraten werden nur Blutspenden verwendet, die keine irregulären Alloantikörper enthalten.

Thrombozytenkonzentrate enthalten geringe Mengen von Spendererythrozyten, die unter blutgruppenserologischen Gesichtspunkten bedeutungslos sind und eine serologische Verträglichkeitsprüfung nicht erforderlich machen.

2.4.2 Ressourcensteuerung

Für eine adäquate Steuerung des Blutdepots und der immunhämatischen Untersuchungen ist ein abgestuftes Konzept erforderlich.

Bei **planbaren Eingriffen** wird orientiert an der Transfusionswahrscheinlichkeit festgelegt:

- Nur Blutgruppenbestimmung und Antikörpersuchtest

- Zusätzlich Bereitstellung von $\times$ EK ohne serologische Verträglichkeitsprobe oder
- Reservierung von $\times$ gekreuzten EK oder
- Bereitstellung von $\times$ EK mit Kreuzprobenbereitschaft

Tipp

Um unnötigen Arbeitsaufwand im Labor zu reduzieren, ist es sinnvoll festzulegen, wann eine sog. Kreuzprobenbereitschaft eingerichtet wird. Sie kann für Fälle vorgesehen werden, bei denen intra- oder postoperativ die Bereitstellung von gekreuzten EK innerhalb von 30–60 min erforderlich werden kann, allerdings eine geringe Transfusionswahrscheinlichkeit besteht.

Vorgehen bei Kreuzprobenbereitschaft Die Operationsvorbereitung umfasst die Blutgruppenbestimmung einschließlich Antikörpersuchtest. Ein transfusionsrelevanter Antikörper wurde nicht nachgewiesen. Das Labor ist über den möglicherweise auftretenden Transfusionsbedarf informiert, eine Patientenblutprobe und Erythrozytensuspensionen von zu kreuzenden EK stehen bereit. Bei optimaler Vorbereitung stehen innerhalb von 30 min gekreuzte EK für die Transfusion zur Verfügung.

Bei Verdacht auf einen Blutgruppenantikörper muss das Ergebnis der Differenzierung vorliegen. Für den Patienten ausgewählte antigenfreie EK liegen bereit und werden bei Bedarf sofort gekreuzt.

Der Vorteil des abgestuften Bereitstellungsverfahrens für die EK-Transfusion besteht darin, dass eine schnelle und sichere Versorgung gegeben ist, gleichzeitig aber ein überflüssiger Personal- und Sachaufwand vermieden wird. Das Verhältnis von gekreuzten zu transfundierten EK sollte insgesamt bei optimaler Planung bei 2:1 liegen.

2.4.3 Notfallserologie

- Die Notfallversorgung von Patienten mit Blutkomponenten stellt die Beteiligten vor Herausforderungen, die nur bei eindeutiger Festlegung der Kompetenzen und

Abläufe mit der erforderlichen Sicherheit zu bewältigen sind.

Deshalb sollte das Procedere in einem im Voraus erstellten Plan festgelegt sein, der den Beteiligten den Ablauf aufzeigt, die Aufgaben eindeutig zuweist und in der Transfusionskommission der Einrichtung abgestimmt ist. Einzubeziehen sind die Größe des Blutdepots, der Zeitbedarf für die Konservenbeschaffung aus der versorgenden transfusionsmedizinischen Einrichtung und der Zeitbedarf für Transportwege und Laboruntersuchungen bei blutgruppenserologischen Problemen.

Die folgenden **Fallkonstellationen** zeigen auf, wie die vordringliche Aufgabe, nämlich die rasche Bereitstellung von Erythrozytenkonzentraten, zu lösen ist (► Kap. 6).

Unverzüglicher Transfusionsbedarf bei Vorliegen aktueller blutgruppenserologischer Befunde ohne Nachweis transfusionsrelevanter Antikörper Vorgehen: Das Labor gibt AB0- und Rh-D-gleiche oder kompatible EK zur sofortigen Transfusion aus. Eine Prätransfusionsblutprobe wird an das Labor übergeben. Nach dem Bedside-Test wird transfundiert. Parallel werden Kreuzproben für noch nicht transfundierte EK durchgeführt und schnellst möglich auf gekreuzte EK umgestellt. Die Kreuzproben für ungekreuzt transfundierte EK werden später nachgeholt. Bei dem Ausnahmefall einer unverträglichen Kreuzprobe bei einem Antikörper-negativen Patienten wird der transfundierende Arzt sofort informiert, um – sofern noch möglich – das entsprechende EK von der Transfusion auszuschließen bzw. Maßnahmen für den Fall der inkompatiblen Transfusion beim Patienten einzuleiten.

Unverzüglicher Transfusionsbedarf bei Vorliegen aktueller blutgruppenserologischer Befunde mit Nachweis transfusionsrelevanter Antikörper Stehen antigenfreie EK für den Patienten zur Verfügung, kann sofort mit der Transfusion begonnen werden. Ansonsten bleibt nur die Möglichkeit, durch Kreuzproben verträgliche EK aus dem Depotbestand zu finden, bis antigenfreie EK aus der transfusionsmedizinischen Einrichtung eingetroffen sind. Im Extremfall muss eine inkompatible EK-Transfusion

in Kauf genommen werden, wenn alle anderen Optionen ausgeschöpft sind.

Dringlicher Transfusionsbedarf bei unbekannter Blutgruppenserologie Vorgehen: Da es sich immer um ein Zeitproblem handelt, kommt alles darauf an, in kürzester Zeit kompatible Blutkonserven für den Patienten zu finden. Daraus folgt: Zeitverluste durch aufwendige Analysen und Probentransporte über weite Entfernungen zu einem Speziallabor sind zu minimieren. Im Einzelfall muss ein erhöhtes Transfusionsrisiko in Kauf genommen werden.

Im **Krankenhauslabor** werden untersucht: AB0-Blutgruppe, Rh-Faktor D, Antikörpersuchtest:

- wenn AB0 unklar, mit 0-Blut, Rh-Faktor-gleich kreuzen
- wenn Rh unklar, mit Rh-negativ AB0-gleich oder AB0-verträglich kreuzen
- wenn AB0 und Rh-Faktor unklar, mit 0 Rh-negativem Blut kreuzen

Kreuzprobe und Antikörpersuchtest unauffällig EK frei zur Transfusion.

Kreuzprobe und/oder Antikörpersuchtest positiv Vorgehen:

- Befunde zusammenstellen
- Befundmitteilung an den zuständigen Arzt
- Entscheidung über Dringlichkeit der Transfusion, wenn Transfusion unaufschiebbar
- Kontaktaufnahme des zuständigen Arztes mit Transfusionsmediziner

Befundmitteilung und Konsil Vorgehen:

- Diagnose
- Hämoglobinwert
- Blutgruppe
- Ergebnis des Antikörpersuchtestes
- Kreuzprobenbefund
- Bekannte Vorbefunde z. B. Antikörper
- Vortransfusionen (Art, Menge, Zeitpunkt)

Der behandelnde Arzt entscheidet mit dem Transfusionsmediziner über das weitere Vorgehen

Sofortiger Transfusionsbedarf bei unbekannter Blutgruppenserologie Vorgehen: Vor der Transfusion

wird eine eindeutig zu kennzeichnende Blutprobe des Patienten entnommen und dem Labor übergeben. Nach dem Bedside-Test werden EK der Blutgruppe 0 Rhesus-negativ transfundiert. Die Reihenfolge der transfundierten EK wird mit den Konservennummern vollständig als Liste erfasst. Das Labor führt parallel die AB0- und Rh-Blutgruppenbestimmung durch und kreuzt, wenn möglich, AB0- und Rh-gleich, wenn nicht möglich, 0 Rh-negative EK **im Voraus**, so dass baldmöglichst die Notfalltransfusion mit gekreuzten EK fortgesetzt werden kann. Der Antikörpersuchtest wird schnellstmöglich parallel angesetzt. Die Kreuzproben für die ungekreuzt transfundierten EK werden unverzüglich nachgeholt.

Sollten sich Kreuzproben nachträglich unverzüglich zeigen, muss der behandelnde Arzt unverzüglich informiert werden, damit auf Zeichen der Immunhämolysen geachtet und ggf. die entsprechende Behandlung eingeleitet wird.

Bei Massivtransfusionen mit EK der Blutgruppe 0 Rh-negativ oder bei Rh-negativen Patienten muss angesichts von Engpässen entschieden werden, ob auf Rh-positive EK ausgewichen werden kann. Bei Mädchen und Frauen sollte, sofern irgend möglich, darauf verzichtet werden, weil eine Immunisierung gegen das Merkmal D einen Morbus haemolyticus bei späterer Schwangerschaft auslösen kann und weil ältere Rhesus-negative Frauen mit Schwangerschaft in der Anamnese häufig ein Anti-D besitzen, da sie noch nicht von der Rhesus-Prophylaxe profitieren konnten.

Da Rh-negative Patienten nach der Transfusion Rh-positiver EK Anti-D bilden können, ist 2–4 Monate später über den Hausarzt eine blutgruppenserologische Untersuchung zu veranlassen. Wird dabei ein Blutgruppenantikörper nachgewiesen, wird für den Patienten ein Blutgruppendokument ausgestellt.

■ Tab. 2.1 fasst die Fallkonstellationen bei Notfalltransfusionen zusammen.

➤ **Auf die besonderen Dokumentationspflichten bei Notfalltransfusionen wird hingewiesen.**

Hinweise zur Notfalltransfusion Eine Notfalltransfusion setzt die vitale Gefährdung des Patienten durch eine anämische Hypoxämie voraus, die Indikation ist sorgfältig zu dokumentieren.

■ Tab. 2.1 Vorgehen bei der Notfalltransfusion von Erythrozytenkonzentrat (EK)

Dringlichkeit	ABO-Rh-Blutgruppe	Antikörpersuchtest	Serologische Verträglichkeitsprobe (Kreuzprobe)	Zeitbedarf für Testung	Vorgehen
Unverzüglich	Vollständig	Vollständig Ergebnis: negativ	Nicht durchgeführt	30 min	Sofortiger Transfusionsbeginn, Kreuzproben im Voraus
		Vollständig, positiv mit transfusionsrelevantem Antikörper	Nicht durchgeführt	Bei Vorhandensein antigenfreier EK 30 min	Sofortiger Transfusionsbeginn, Kreuzproben im Voraus
				Wenn antigenfreie EK nicht vorhanden, über Kreuzproben verträgliche EK suchen, Dauer: mindestens 30 min sofort antigenfreie EK beschaffen	Wenn vertretbar, auf gekreuzte EK warten, wenn unvermeidbar, Risiko der serologischen Unverträglichkeit eingehen
Dringlich innerhalb der nächsten Stunden	Unbekannt	Nicht durchgeführt	Nicht durchgeführt	Ohne serologische Besonderheiten mindestens 45–60 min	Transfusionsbeginn bei serologisch gesicherter Verträglichkeit
				Bei serologischen Besonderheiten, insbesondere Antikörpern, Stunden; im Extremfall Tage	Transfusionsbeginn möglichst erst, wenn verträglich gekreuzte EK vorhanden, wenn unvermeidbar, Risiko der serologischen Unverträglichkeit eingehen
Sofort	Unbekannt	Nicht durchgeführt	Nicht durchgeführt	ABO-Rh-Bestimmung: 15 min	Sofortiger Transfusionsbeginn mit 0 Rh-negativ, ggf. 0 Rh-positiv
				Im Voraus kreuzen	Umstellen auf Patientenblutgruppe
				Nachträglich ungekreuzte EK auf Verträglichkeit prüfen	Umstellen auf gekreuzte EK

Die Hämotherapie-Richtlinien führen aus, dass, solange das Ergebnis der ABO-Blutgruppenbestimmung nicht vorliegt, zur Erstversorgung EK der Blutgruppe 0 zu verwenden sind. Da EK der Blutgruppe 0 Rh-negativ nur begrenzt verfügbar sind (7 % der Blutspenden) sollte, wenn diese nicht oder absehbar nicht ausreichend zur Verfügung stehen, frühzeitig auf 0 Rh-positiv umgestellt

werden. Eine Rhesus-Prophylaxe ist angesichts der hohen Erythrozytenmengen nicht sinnvoll. Auf die besondere Situation von Mädchen und Frauen wird nochmals hingewiesen.

Blutgruppenbefunde fremder Laboratorien (z. B. Mutterpass, Blutspenderausweis) dürfen bei der EK-Transfusion nicht alleine zugrunde gelegt werden.

Sie können nur zur Befundbestätigung dienen. Früher nachgewiesene, klinisch relevante Antikörper in solchen Dokumenten müssen möglichst beachtet werden.

Die Immunisierungsrate von Rh-negativen Patienten, die mit Rh-positiven EK versorgt wurden, scheint deutlich niedriger zu sein, als früher angenommen. In 2 Studien mit 429 Patienten zeigten diese eine Immunisierungsrate von 20 %.

Bei der Notfalltransfusion ohne Antikörpersuchtest beim Patienten und ohne Kreuzprobe besteht bei immunisierten Patienten das Risiko der Nicht-AB0-Alloantikörper vermittelten Hämolyse. In 2 retrospektiven Studien konnte gezeigt werden, dass das Risiko der hämolytischen Transfusionsreaktion bei Notfalltransfusionen insgesamt gering ist und deutlich <1 % liegt.

2.5 Blutgruppensysteme und Merkmale

Grundkenntnisse über die wichtigsten transfusionsrelevanten Blutgruppensysteme sind Voraussetzung für die zeitgerechte Bereitstellung kompatibler Blutkomponenten und die Vermeidung hämolytischer Reaktionen. Die nachstehenden Ausführungen beschränken sich auf die wichtigsten Grundlagen für die klinische Praxis.

2.5.1 AB0-System

Das System umfasst die Blutgruppenantigene A und B auf den Erythrozyten sowie korrespondierenden Serumantikörper. Deshalb besteht die Bestimmung der AB0-Blutgruppen immer aus dem Nachweis der **Membranantigene** A, B, AB bzw. deren Fehlen bei der Blutgruppe 0 und dem Nachweis der natürlichen **Alloantikörper** Anti-A und Anti-B. Die Beachtung der Alloantikörper (= Isoagglutinine) des Patienten ist entscheidend für die Auswahl der Blutgruppe bei der AB0-verträglichen Erythrozytentransfusion.

Umgekehrt müssen bei der Plasmatransfusion die AB0-Merkmale der Patientenerythrozyten beachtet werden, die nicht mit den Alloantikörpern Anti-A, -B im Spenderplasma korrespondieren

dürfen. ■ Abb. 2.1 zeigt die AB0-Blutgruppenauswahl bei der Erythrozyten und Plasmatransfusion.

Im Regelfall werden AB0-gleiche Erythrozyten- und Plasmapräparate transfundiert. Aus logistischen Gründen, zur Vermeidung von Präparateverfall und bei Notfällen kann ohne zusätzliches Risiko die AB0-verträgliche Transfusion erfolgen. Das heute als Regelpräparat vorhandene Erythrozytenkonzentrat in Additivlösung enthält eine geringe Plasmamenge, deren Gehalt an Anti-A, -B bedeutungslos für die Verträglichkeit ist.

Im AB0-System gibt es Untergruppen, die sich durch unterschiedlich starke Antigenausprägung darstellen.

Tipp

Träger der Blutgruppe A gehören zu 80 % der Gruppe A₁, zu 20 % der Gruppe A₂ an. Gelegentlich zeigen Patienten mit der Blutgruppe A₁ oder A₁B einen irregulären Alloantikörper Anti-H, A₂- oder A₂B-Patienten ein irreguläres Anti-A₁. Meistens handelt es sich dabei um spontan gebildete komplette Alloantikörper, die bei der Transfusion nicht zwangsläufig beachtet werden müssen.

2.5.2 Rhesus-System

Das Rhesus-System umfasst mehr als 40 serologisch definierte Antigene, von denen die 5 wichtigsten Merkmale mit C, c, D, E, e bezeichnet sind. Das **Antigen D** besitzt eine relativ hohe Immunogenität und dessen Träger gelten als **Rhesus-positiv**. Personen, die das Merkmal D nicht besitzen, gelten als **Rhesus-negativ** und werden als **dd** beschrieben. Von geringer Bedeutung sind D^{weak} mit abgeschwächtem D-Antigen und D^{partial} mit unvollständigem D-Antigen.

➤ **Rh-positive Patienten werden im Regelfall mit Rh-positivem Erythrozytenkonzentrat versorgt. In Notfällen, wenn noch keine Blutgruppenbestimmung vorliegt und in begründeten Ausnahmefällen (z. B. Vermeidung von Konservenverfall) kann auf Rh-negative Präparate ausgewichen werden.**

Patient der Blutgruppe:	A	B	0	AB
	 Erythrozyten mit Antigen A  im Plasma: reguläre Alloantikörper Anti-B	 Erythrozyten mit Antigen B  im Plasma: reguläre Alloantikörper Anti-A	 Erythrozyten ohne Antigen A/B  im Plasma: reguläre Alloantikörper Anti-A, Anti-B	 Erythrozyten mit Antigen A/B im Plasma: ohne reguläre Alloantikörper
verträgt Spendererythrozyten der Blutgruppe:	A oder 0	B oder 0	0	AB, A, B, 0
	 mit Antigen A  ohne Antigen A/B	 mit Antigen B  ohne Antigen A/B	 ohne Antigen A/B	 mit Antigen A/B, A und B  ohne Antigen A/B
verträgt Therapeutisches Plasma der Blutgruppe:	A oder AB	B oder AB	0, A, B, AB	AB
	 mit Anti-B  ohne reguläre Alloantikörper	 mit Anti-A  ohne reguläre Alloantikörper	 mit Anti-A/B, Anti-B und Anti-A  ohne reguläre Alloantikörper	 ohne reguläre Alloantikörper

■ Abb. 2.1 AB0-gleiche und AB0-verträgliche Erythrozyten- und Plasmatransfusion

Die Merkmale **C**, **c**, **E**, **e** sollen bei Mädchen und Frauen bis zur Menopause, bei langfristig zu transfundierenden Patienten und bei Patienten, die bereits einen erythrozytären Antikörper besitzen bestimmt und soweit möglich bei der Erythrozytentransfusion beachtet werden, um Sensibilisierungen zu vermeiden. Da alle irregulären Alloantikörper im Rhesussystem transfusionsrelevant sind, müssen bei Rh-Antikörpern grundsätzlich Merkmal-negative Erythrozytenpräparate ausgewählt werden. ■ Tab. 2.2 gibt einen Überblick über die Rhesus-verträgliche Auswahl von EK.

2.5.3 Kell-System

Das Kell-System umfasst mehr als 20 Antigene, deren wichtigste die Merkmale **K** = Kellacher, **k** = Cellano, **Kp(a)** = Penny und **Kp(b)** = Rautenberger sind. Js(a) und Js(b) sind von nachrangiger Bedeutung. Die Antikörper im Kell-System sind als immune Alloantikörper transfusionsrelevant. Das Merkmal K soll bei Mädchen und Frauen bis zur Menopause sowie bei erkennbar langfristiger Transfusionsbehandlung und bei Patienten, die bereits einen Alloantikörper gebildet haben, beachtet werden, um eine Immunisierung zu verhindern. Anti-K ist ein häufig nachzuweisender Immunantikörper. ■ Tab. 2.3 gibt einen Überblick über Antigene und Antikörper im Kell-System.

Transfusionspraxis

Singbartl, G.; Walther-Wenke, G. (Hrsg.)

2014, XIII, 274 S. 20 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-55427-8