

Rechtliche Voraussetzungen

- Aufklärung des Patienten: Komplikationen (s. u.), Notwendigkeit, Risiken bei Unterlassung, Alternativen (z. B. präoperative Eigenblutspende).
- Einverständnis des Patienten: bei Minderjährigen ggf. Vormundschaftsgericht einschalten (z. B. bei Verweigerung der Eltern, die Zeugen Jehovas sind).
- Bei nicht bewußtseinsklaren Patienten und vitaler Indikation zur Transfusionsbehandlung Berücksichtigung des mutmaßlichen oder vorher schriftlich geäußerten Willens des Patienten. Angehörige haben kein Bestimmungsrecht.
- Einhaltung der gesetzlichen Richtlinien zur Bluttransfusion: z. B. Blutgruppenbestimmung, Verträglichkeitsprüfung, Bedside-Test.

Erythrozytentransfusion

➤ Präparate und Indikationen:

- *Erythrozytenkonzentrat* (EK): durch Zentrifugation geringer Plasma- und hoher Erythrozytenanteil (Hämatokrit 70–80%)
 - Indikationen: akute und chronische Anämien, pro EK meist Hämoglobinanstieg von ca. 1 g/dl zu erwarten; erwünschter Ziel-Hämoglobinwert abhängig von der Geschwindigkeit des Auftretens der Anämie: bei akuten Anämien meist 10 g/dl, bei chronischen Anämien niedriger (6–8 g/dl)
- *gewaschene oder gefilterte EK*: plasmafreie bzw. leukozytenarme EK
 - Indikationen: z. B. hämatologische Patienten mit chronischer Erythrozytensubstitution, geplante Organtransplantation, Immunsuppression
- *Frischblut*: Konservenalter < 72 h
 - Indikationen: Austauschtransfusion z. B. bei schweren Hämolysen
- *Vollblut* (wird kaum noch verwendet): enthält zelluläre Bestandteile und Plasma in physiologischem Verhältnis. Statt Vollblut sollten bei schweren Blutverlusten besser EK und fresh frozen plasma (S. 87) transfundiert werden.

➤ Komplikationen:

- *Transfusionsreaktionen*:
 - nichthämolytische Reaktionen (am häufigsten): Fieber, Schüttelfrost, Übelkeit, Kopfschmerzen, Blutdruckabfall; Therapie: Transfusion abbrechen, Überwachung, symptomatische Behandlung (z. B. bei Schüttelfrost $\frac{1}{2}$ –1 Amp. Dolantin® i. v.)
 - hämolytische Reaktionen bei Fehltransfusion oder anderen Antikörperreaktionen: Klinik S. 525; Therapie: Transfusion stoppen, 1 g Prednisolon (Solu-Decortin® H) i. v., ggf. Schockbehandlung (S. 666ff.)
 - bakteriell bedingte Reaktionen v. a. durch endotoxinbildende gramnegative Keime: Klinik und Therapie S. 669.
- *Infektionen*: durch Spender-Screening gemindert, meist Hepatitis C (ca. 1 : 20 000), seltener Hepatitis B (ca. 1 : 50 000), sehr selten HIV (ca. 1 : 500 000)
- *Volumenüberlastung* bei Herz- oder Niereninsuffizienz: Prophylaxe durch längere Transfusionsdauer, evtl. Diuretika
- bei Massivtransfusionen
 - *Körpertemperaturabfall*: Konserven erwärmen (nicht > 37 °C)
 - *Blutgerinnungsstörungen*: Fresh frozen plasma (S. 87) infundieren, bei Thrombozytenabfall Gabe von Frischblut oder Thrombozytenkonzentraten
 - *Hypokalzämie* (Zitratintoxikation): Therapie S. 428

7.1 Transfusionstherapie

- *Hyperkaliämie* (v. a. bei älteren Konserven): Therapie S. 426
- *Transfusionsazidose* (v. a. bei älteren Konserven): Therapie S. 432.
- **Durchführung** (ärztliche Maßnahme!):
 - bei allen Maßnahmen sorgfältige Identitätssicherung (Name, Vorname, Geburtsdatum) aller Blutproben, Konserven und Begleitpapiere
 - Abnahme von Patientenblut für serologische Untersuchungen (Blutgruppe, Rhesusfaktor, Antikörpersuchtest, Kreuzprobe)
 - bei nicht erfolgter Transfusion ggf. Wiederholung der Kreuzprobe nach erneuter Blutabnahme alle 72 h
 - im Notfall kann bei vitaler Indikation „ungekreuztes“ Blut transfundiert werden, ist nicht ausreichend blutgruppenidentisches Blut vorhanden, sind *notfalls* folgende Alternativen möglich:
 - Unbekannte Blutgruppe: Erythrozytenkonzentrate 0, Rh-negativ
 - Blutgruppe A: Erythrozytenkonzentrate 0
 - Blutgruppe B: Erythrozytenkonzentrate 0
 - Blutgruppe AB: Erythrozytenkonzentrate A, B oder 0
 - Blutgruppe O: keine Alternativen
 - Rh-positiv: auch Rh-negative Erythrozytenkonzentrate
 - Rh-negativ: nur Rh-negative Erythrozytenkonzentrate
 - unmittelbar vor Transfusion
 - Überprüfung der Daten auf dem Konservenbegleitschein und der Konserve
 - Überprüfung der Identität des Empfängers
 - *Beside-Test*: ABO-D-Identitätstest mit Testkärtchen und Testseren
 - Transfusion
 - in den ersten Minuten Reaktion des Patienten beobachten
 - regelmäßige RR- und Pulskontrollen während der Transfusion
 - Dauer der Transfusion (außer im Notfall) ca. 1–2 h.

Thrombozytentransfusion

- **Indikationen:** Thrombozytopenie bei Bildungsstörung ($< 20\,000/\mu\text{l}$) oder akuten Blutverlusten. Präoperative Prophylaxe (bei $< 50\,000/\mu\text{l}$).
- **Präparate:**
 - *Einfach-Thrombozytenkonzentrat*: ca. $0,5 \times 10^{11}$ Thrombozyten/Einheit
 - *Zellseparator-Thrombozytenkonzentrat*: angereichert, ca. $2-4 \times 10^{11}$ Thrombozyten/Einheit.
- ☐ **Besonderheiten:** Thrombozytenkonzentrate sind nur kurz (je nach Aufbewahrung Stunden bis wenige Tage) haltbar und nicht in jeder Klinik rasch verfügbar (ggf. rechtzeitig bestellen). Verwendung spezieller Transfusionsbestecke. Transfusion von 1×10^{11} Thrombozyten führt beim Erwachsenen zu einem Anstieg von ca. $10\,000/\mu\text{l}$ im Blut.
- **Komplikationen:** Infektionen, allergische Reaktionen, bei wiederholten Transfusionen Alloimmunisierung durch Leukozytenkontamination.
- Bei hämatologischen Patienten, die voraussichtlich wiederholt Thrombozytenkonzentrate erhalten, HLA-kompatibel transfundieren (vorherige HLA-Typisierung erforderlich).

Gefrorenes Frischplasma (Fresh Frozen Plasma = FFP) _____

- Ersatz von Plasma einschließlich Gerinnungsfaktoren und -inhibitoren.
- **Indikation:** Massivtransfusion (ab 5. Erythrozytenkonzentrat je 1 FFP-Einheit pro 2 Erythrozytenkonzentrate), Verbrauchskoagulopathie.
- **Durchführung:**
 - ABO-Kompatibilität erforderlich. Ist nicht ausreichend blutgruppenidentisches FFP vorhanden, sind notfalls folgende Alternativen möglich:
 - bei Patienten mit Blutgruppe A: FFP-Konserven AB
 - bei Patienten mit Blutgruppe B: FFP-Konserven AB
 - bei Patienten mit Blutgruppe AB: keine Alternativen
 - bei Patienten mit Blutgruppe O: FFP-Konserven A, B oder AB
 - nach Auftauen (z. B. handwarmes Wasserbad) sofortige Transfusion.
- **Komplikationen:** Infektionen, Transfusionsreaktion (s. o.)

Spezielle Gerinnungspräparate _____

- **PPSB** (Prothrombin-Komplex, z. B. Beriplex®): Ersatz der Faktoren II, VII, IX und X insbesondere bei Blutungen im Zusammenhang mit Leberfunktionsstörungen oder Marcumar®-Therapie. Dosierung: 1 IE/kgKG pro erwünschtem %-Anstieg des Quickwerts (Ziel: Quickwert > 50%).
- **Antithrombin III** (= AT III, z. B. Kybernin®, Atenativ®): Notfallsubstitution bei AT III-Mangel (S. 295) vor (!) Substitution von Gerinnungsfaktoren. Dosierung: 1 IE/kgKG pro erwünschtem %-Anstieg (Ziel: AT III-Spiegel ~ 80%).
- Substitution einzelner Faktoren bei angeborenen Gerinnungsstörungen (z. B. perioperativ) oder speziellen Indikationen.

Humanalbumin _____

- **Indikationen:** Volumenersatz insbesondere bei Plasmaverlusten (z. B. schwere Blutungen, Verbrennungen), Hypalbuminämie.
- **Kontraindikationen:** Vorsicht bei Herzinsuffizienz.
- **Komplikationen:** allergische Reaktionen (selten), Volumenüberlastung bei Herz- oder Niereninsuffizienz.
- Verwendete Präparate enthalten meist 5% oder 20% Humanalbumin.

7.2 Infusionstherapie und parenterale Ernährung

Indikationen

- Korrektur des Flüssigkeits- und Ernährungsdefizits bei Patienten, bei denen eine ausreichende enterale Nahrungszufuhr nicht möglich ist: z. B. schwere akute Diarrhoe, Kurzdarmsyndrom, Anorexie, Koma, *Postaggressionszustände* (z. B. Trauma, Operationen, Sepsis).
- Erforderliche Entlastung von Organen z. B. postoperativ, akute Pankreatitis, akute Cholezystitis, exazerbierte chronisch entzündliche Darmerkrankungen, Fisteln.

Komponenten der parenteralen Ernährung

- **Flüssigkeit.** Tagesbedarf: ca. 40 ml/kgKG/d. Faustregel: Gesamtbedarf = Perspiratio insensibilis (Haut + Lunge) 800 ml + Diurese des Vortages + Verluste über Sonden + 500 ml pro 1° Temperaturerhöhung. Ggf. genaue Bilanzierung und ZVD-Kontrollen.
- **Elektrolyte** (orientierender Tagesbedarf): Natrium (1,5 mmol/kgKG/d), Kalium (1 mmol/kgKG/d), Kalzium (0,1 mmol/kgKG/d), Magnesium (0,1 mmol/kgKG/d), Phosphat (0,2 mmol/kgKG/d).
- **Nährstoffe.** Tagesbedarf richtet sich nach dem Verbrauch: angegeben ist der mittlere Bedarf, der sich bei schweren Erkrankungen auf das Doppelte erhöhen kann. Gesamtenergiebedarf ca. 25 – 35 kcal/kgKG/d.
 - *Kohlenhydrate* (3 – 4 g/kgKG/d, 1 g = 4 kcal): Glukoselösungen oder Glukoseaustauschstoffe (z. B. Xylit, Fruktose). Höherprozentige (ab 10%) müssen über zentralen Venenkatheter infundiert werden
 - *Aminosäuren* (1 g/kgKG/d, 1 g = 4 kcal): Kombination mit Kohlenhydraten, bei Leber- und Niereninsuffizienz speziell adaptierte Aminosäurelösungen verwenden
 - *Fett* (1 g/kgKG/d, 1 g = 9,3 kcal): Kombination mit Kohlenhydraten, auch periphervenös applizierbar und mit Aminosäurelösungen mischbar. Kontraindikationen: akuter Herzinfarkt, akute Thromboembolie, schwere Gerinnungsstörungen, Schock, Azidose (pH < 7,2), schwere Hypertriglyzeridämie (ab 600 mg/dl keine Fettverwertung mehr), Gravidität bis zum 4. Monat, hepatisches Koma Stadium IV.
- **Vitamine:** Deckung des Tagesbedarfs an wasser- und fettlöslichen Vitaminen bei parenteraler Langzeiternährung (> 7 Tage) durch entsprechende Kombinationspräparate (z. B. Multibionta®, Vitintra®, Adek-Falk®).
- **Spurenelemente:** Substitution bei parenteraler Langzeiternährung durch entsprechende Kombinationspräparate (z. B. Addele®, Inzolen®).

Durchführung der parenteralen Ernährung

- Auswahl der Ernährungsstrategie abhängig von der Indikation, Stoffwechsellage und Ernährungszustand des Patienten sowie der Behandlungsdauer.
- Bei erforderlicher langfristiger parenteraler Ernährung stufenweiser Aufbau der pro Tag applizierten Nährstoffmenge (s. u.).
- Kontinuierliche Applikation der Nährstoffe über 24 h mit Pumpsystemen.
- **Kontrollen unter parenteraler Ernährung:**
 - mehrmals täglich: Puls, RR, Körpertemperatur
 - mindestens täglich: ZVD, Bilanz, bei mobilen Patienten Körpergewicht

- initial täglich, nach Stabilisierung jeden 2. Tag: Blutbild, Kreatinin, Harnstoff, Elektrolyte, Blutzucker, Laktat, Blutgase, Triglyzeride
- wöchentlich: Gesamteiweiß, Albumin, Quick, Transaminasen, Bilirubin, aP.
- **Komplikationen bei langfristiger parenteraler Ernährung:** Venenkatheterkomplikationen (S. 66), Leberverfettung, Cholestase, Gallensteine, Funktionsverlust der Darmschleimhaut.

Parenterale Ernährungsschemata

- Folgende Ernährungsschemata sind Orientierungshilfen in Standardsituationen, Änderungen sind in Abhängigkeit vom akuten Krankheitsbild, zusätzlichen Grunderkrankungen (z. B. adaptierte Aminosäurenlösungen bei Leber- und Niereninsuffizienz, Flüssigkeitsrestriktion bei Herzinsuffizienz), Elektrolytspiegeln u. a. erforderlich (s. o.).
- Stets überprüfen, ob nicht auf eine enterale Sondenernährung (s. u.) übergegangen werden kann, welche deutlich preiswerter und physiologischer ist.
- **Periphervenöse Ernährung:**
 - bei kurzfristiger Nahrungskarenz (< 2 Tage): Substitution von Flüssigkeit (ca. 2000–3000 ml/d), Elektrolyten und geringen Kalorienmengen mit Fertig-Infusionslösungen, welche Elektrolyte und Glukose 5% enthalten (z. B. Normofundin® G-5, Tutofusin® OPG, Sterofundin BG-5) je nach Elektrolytspiegeln evtl. im Wechsel mit Glukose 5% oder NaCl 0,9%
 - Bei gutem Allgemein- und Ernährungszustand und mittelfristiger (2–4 Tage) Nahrungskarenz: zusätzlich Aminosäurenlösungen (maximal 10%ig, bei Leber- und Niereninsuffizienz adaptierte Lösungen z. B. Aminosteril® hepa bzw. -nephro), evtl. auch Fettemulsionen. Beispiel: 2000 ml G5%-haltige Lösung (= 400 kcal) + 500 ml Aminosäurelösung 10%ig (= 200 kcal) + 250 ml Fettemulsion 20% (= 500 kcal) = 1100 kcal.
- **Zentralvenöse Ernährung** bei längerfristiger parenteraler Ernährung (> 4 Tage). Stufenweiser Aufbau meist unter Verwendung von Glukose-Aminosäuren-Mischlösungen (z. B. Aminomix® 1000 kcal/l), Fettemulsionen (z. B. Intralipid®, Lipovenös® 10% ~ 1000 kcal/l, 20% ~ 2000 kcal/l), Vitaminen und Spurenelementen. Beispiele für Tagesdosierungen (tägliche Steigerung um 1 Stufe, Endstufe abhängig vom geschätzten Kalorienbedarf, s. o.):
 - Stufe 1 (~ 1000 kcal): 1000 ml Aminomix®1, 2000 ml Elektrolytlösung
 - Stufe 2 (~ 1500 kcal): 1500 ml Aminomix®1, 1500 ml Elektrolytlösung
 - Stufe 3 (~ 2000 kcal): 1500 ml Aminomix®1 + 1 Amp. Multibionta®, 250 ml Fettemulsion 20%, 1250 ml Elektrolytlösung
 - Stufe 4 (~ 2500 kcal): 2000 ml Aminomix®1 + 1 Amp. Multibionta®, 250 ml Fettemulsion 20% + 1 Amp. Vitintra®, 750 ml Elektrolytlösung + 1 Amp. Adde1®
 - Stufe 5 (~ 3000 kcal): 2000 ml Aminomix®1 + 1 Amp. Multibionta®, 500 ml Fettemulsion 20% + 1 Amp. Vitintra®, 500 ml Elektrolytlösung + 1 Amp. Adde1®.
- Stufenweise Beendigung der parenteralen Ernährung unter langsamem enteralen bzw. oralen Nahrungsaufbau.

7.3 Enterale Sondenernährung

Indikationen

- Schluckstörungen, z. B. nach apoplektischem Insult oder bei Bewußtseinsstörungen, mechanische Passagerstörungen, psychiatrische Erkrankungen.
- Vorteile gegenüber parenteraler Ernährung: deutlich geringere Kosten, weniger Komplikationen, physiologischer.

Kontraindikationen

- Ösophagusvarizen, akute gastrointestinale Blutungen, schwere Ulkuskrankheit, hochgradige Resorptionsstörungen, schweres Kurzdarmsyndrom, Fisteln zwischen Magen und Kolon oder Jejunum, Magen-Darm-Atonie, Ileus, schwere Gastroenteritis und Diarrhoe, Peritonitis, akute Pankreatitis, Darmischämie, ethische Gründe (z. B. Terminalstadium chronischer Erkrankungen mit Gefahr der Leidensverlängerung).

Nährstofflösungen

- **Nährstoffdefinierte hochmolekulare Diät:** enthält Kohlenhydrate, Eiweiß, Fett, Elektrolyte, Vitamine und Spurenelemente in der ursprünglichen Form. Anwendung bei normaler Digestion und Absorption.
- **Chemisch definierte niedermolekulare Diät:** enthält Oligosaccharide, Oligopeptide, mittelkettige Triglyzeride, Elektrolyte, Vitamine und Spurenelemente und ist frei von Ballaststoffen. Anwendung bei eingeschränkter Digestion oder Absorption (z. B. chronische Pankreatitis, Malassimilation, Kurzdarmsyndrom, nach langfristiger parenteraler Ernährung) meist unter Verwendung von duodenalen oder jejunalen Sonden.
- Normalkalorische Lösungen enthalten 1 kcal/ml, hochkalorische 1,5 kcal/ml.

Durchführung

- Legen einer Magensonde (S. 81), bei längerer Ernährung (> 6 Wochen) einer PEG (S. 81). Bei Aspirationsrisiko Platzierung der Sonde im Duodenum.
- **Applikation:**
 - bei Magensonden wiederholte Bolusgaben (Einzelportion 50 – 300 ml, Nachspülen mit H₂O erforderlich) oder kontinuierliche Applikation (Schwerkraftüberleitungssysteme oder Ernährungspumpe)
 - bei Duodenalsonden kontinuierliche Applikation über Ernährungspumpe
 - Bolusgaben: z. B. am 1. Tag 6 × 50 ml, am 2. Tag 6 × 100 ml, am 3. und 4. Tag 6 × 150 ml, am 5. und 6. Tag 6 × 200 ml Sondenkost usw., regelrechte Magenentleerung durch vorherige Aspirationsversuche überprüfen
 - kontinuierliche Applikation: langsame Steigerung des Volumens/Zeiteinheit.
 - fehlende Flüssigkeit durch H₂O ersetzen.
- **Kontrollen:** sind wie bei der parenteralen Ernährung (s. o.) erforderlich, jedoch sind größere Zeitabstände möglich.
- **Komplikationen:**
 - Erbrechen, Aspiration: z. B. Sonde umgeschlagen oder zu hoch (Röntgen)
 - Diarrhoe: Sonde zu tief (Röntgen), Sondenkost zu hoch dosiert oder zu kalt, bakterielle Kontamination
 - Druckulzera, PEG-Komplikationen (S. 81).