



Sicherheit für Patient und Personal

Balancierte Infusionslösungen

Von Professor Rolf Zander

Balanciert gleich physiologisch

Eine balancierte Infusionstherapie erfordert heute weitgehend physiologisch zusammengesetzte Lösungen:¹ Physiologische Werte (mmol/l) der wichtigsten Plasma-Elektrolyte Natrium (140 ± 5), Kalium ($4,5 \pm 0,5$), Kalzium ($2,5 \pm 0,5$) sowie Chlorid (103 ± 3), mit ihren Beiträgen zur Osmolalität (isoton), sowie einen physiologischen Säure-Basen-Status mit Bicarbonat oder ersatzweise metabolisierbaren Anionen. Beim Volumenersatz wird zusätzlich ein Kolloid (iso-onkotisch) in Form von niedermolekularer Gelatine (4%, 30 kD) oder Hydroxyethylstärke (6%, 130 kD) zugefügt. Im Idealfall beträgt die berechnete In-vivo-Osmolalität einer balancierten Lösung 290 ± 10 mosmol/kg H_2O und der potenzielle Base Excess (BEpot) 0 ± 10 mmol/l (iso-hydrisch). Die Infusion einer derartigen (iso-ionischen, -tonischen, -hydrischen und -onkotischen) Lösung kann keine iatrogenen Störungen des Elektrolyt-, Osmolalitäts- und Säure-Basen-Status erzeugen.²

Beispiele für nicht balancierte Lösungen

Die beiden weltweit am häufigsten eingesetzten Infusionslösungen sind die sogenannte physiologische Kochsalz-Lösung (0,9 g/dl NaCl) und Ringer-Laktat-Lösung. Folgende Argumente sprechen gegen den Einsatz dieser beiden Lösungen.

- 0,9% NaCl ist eine hyperchlorämische Lösung (154 mmol/l), die infolge renaler Vasokonstriktion und Abnahme der Diurese das extrazelluläre Flüssigkeitsvolumen ausdehnt, was je nach Dosierung eine langfristige Hyperhydratation mit Gewichtszunahme über Tage bewirken kann.
- Ringer-Laktat weist folgende Negative auf: Eine Laktatzufuhr verhindert die Laktat-Diagnostik als Hypoxie-Marker, der O_2 -Verbrauch des Patienten wird unnötig erhöht, Laktat bindet Kalzium mit der Gefahr der Gerinnungsstörung, beim Diabetiker kommt es potenziell zur

Hyperglykämie, im Schock verliert Laktat seine Wirkung, da es vornehmlich in der Leber metabolisiert wird. Zusätzlich handelt es sich hierbei um eine hypotone Lösung, die ein Hirnödem erzeugen kann, was insbesondere bei Säuglingen und Kleinkindern zu vermeiden ist.

Optimale Deklaration für den Arzt

Leider hinken bei der Deklaration einer Infusionslösung die gesetzlichen Vorgaben den ärztlichen Erfordernissen hinterher: Die Zusammensetzung der fertigen Lösung im Verhältnis in vitro (g/l oder mmol/l) ist dann uninteressant, wenn die Wirkung im Patienten eine andere ist. Relevant für den Arzt ist daher die mit der Lösung beim Patienten (in vivo) erzeugte Wirkung, was an zwei Beispielen erläutert werden soll.

Isoton ist eine Lösung dann, wenn ihre berechnete In-vivo-Osmolalität einen Wert von 290 mosmol/kg H_2O aufweist, identisch mit dem Plasmawert. In vivo bedeu-

tet hier nach Infusion und möglicher Metabolisierung der Inhaltsstoffe. Eine 5%ige Glukose-Lösung zeigt bei der Berechnung oder Messung der Osmolalität im Labor einen normalen Wert (~ 290 mosmol/kg H_2O), nach schneller Metabolisierung der Glukose aber entspricht die Wirkung dieser Lösung der von reinem Wasser. Ihre In-vivo-Osmolalität beträgt somit 0 mosmol/kg H_2O .

Iso-hydrisch, also ohne Einfluss auf den Säure-Basen-Status des Patienten, ist eine Bikarbonat-freie Lösung dann, wenn der Zusatz von 24 mmol/l Azetat im Patienten zu einer Freisetzung von 24 mmol/l HCO_3 geführt hat. Der BE dieser Lösung in vitro beträgt -24 mmol/l, die Lösung säuert an; der potenzielle Base Excess (BEpot) dieser Lösung in vivo hingegen beträgt 0 mmol/l, die Lösung hat keinen Einfluss auf den Säure-Basen-Status, weil der schnelle Metabolismus von Azetat einen äquimolaren Betrag an HCO_3 freisetzt.



Warum garantieren balancierte Lösungen Sicherheit?

Weil die Infusion einer balancierten (iso-ionischen, -tonischen, -hydrischen und -onkotischen) Lösung keine iatrogenen Störungen des Elektrolyt-, Osmolalitäts- und Säure-Basen-Status erzeugen kann, entsteht sowohl für den Patienten als auch das Personal ein Höchstmaß an Sicherheit. Darüber hinaus werden alle beim Patienten vorliegenden Entgleisungen automatisch in Richtung „physiologisch“, also normal, korrigiert. Dies gilt z. B. für die Hypo- und Hyperkaliämie ebenso wie für Azidosen und

Alkalosen oder Entgleisungen der Osmolalität. Damit kann der Arzt – außer beim Volumen – keine Fehler machen.

Eine besondere Bedeutung erhalten balancierte Lösungen dann, wenn im Falle einer größeren Blutung große Volumina eines kolloidalen Volumenersatzes zu applizieren sind. Die beiden wichtigsten prädiktiven Faktoren der Mortalität von Trauma- und Polytrauma-Patienten sind der BE- und der Quick-Wert, also die Störung des Säure-Basen- und des Gerinnungs-Status. Je nach Höhe des BE entwickeln sie als Folge der metabolischen Azidose (neg. BE) eine Koagulopathie (Gerinnungsstörung). Die erforderliche Volumentherapie erfolgt mit einer kolloidalen balancierten Lösung, also den Elektrolyt- und Säure-Basen-Status normalisierenden Lösung. Auch die für die Gerinnung wichtige Kalzium-Konzentration wird stabilisiert.

Damit ist diese balancierte Volumentherapie der mit Erythrozyten-Konzentraten (EK) deutlich überlegen. Eine Massiv-Transfusion nämlich verursacht eine metabolische Azidose mit Koagulopathie, auch die Anzahl und das Alter transfundierter EKs haben Einfluss auf die spätere Mortalität der Patienten.

Ob balancierte Lösung wegen ihrer fast physiologischen Zusammensetzung auch einen Vorteil als Trägerlösung für Zusätze gegenüber der klassischen 0,9%igen NaCl-Lösung zeigen, ist zu erwarten, dieser Nachweis steht aber noch aus.

Fazit

Weil die Infusion einer balancierten, also iso-ionischen, -tonischen, -hydrischen und -onkotischen, Lösung keine iatrogenen Störungen des Elektrolyt-, Osmolalitäts- und Säure-Basen-Status erzeugen kann, entsteht sowohl für den Patienten als auch das Personal ein Höchstmaß an Sicherheit. Sicherheit ist auch dadurch gegeben, als alle beim Patienten vorliegenden Entgleisungen automatisch in Richtung „physiologisch“, also normal, korrigiert werden.

Kontakt

Prof. Dr. med. Rolf Zander
 Physioklin
 Luisenstraße 17
 55124 Mainz
 E-Mail: zander@physioklin.de
www.physioklin.de

Zur Person



Prof. Dr. med. Rolf Zander war von 1970 bis 2007 am Institut für Physiologie und Pathophysiologie der Universität Mainz tätig. Dort forschte Prof. Zander mit seinem Team auf Gebieten wie der Atmung, der Therapie mit Blutprodukten sowie der Blutverdünnung oder der Sauerstoff-Diagnostik und entwickelte dabei spezielle Infusionslösungen für den klinischen Einsatz. Eines seiner Spezialgebiete ist die Sauerstoffversorgung des Körpers, auch im Zusammenhang mit optimaler Oxygenierung trotz Atemstillstand. Darüber hinaus betreibt Prof. Dr. med. Rolf Zander ein Testlabor für Medizingeräte sowie ein eigenes In-foportal, das sich mit Themen rund um die klinische Physiologie beschäftigt.