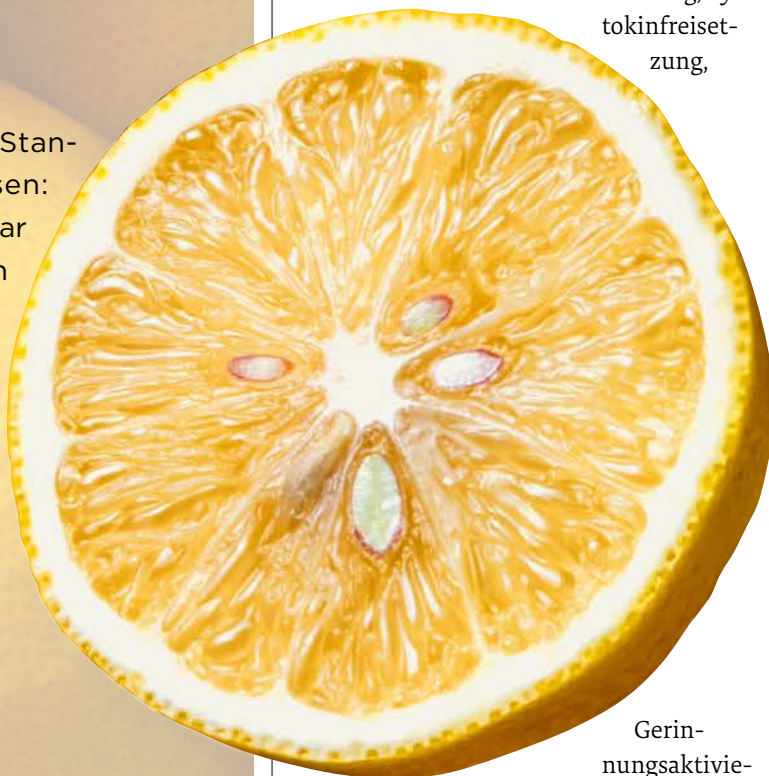


Citrat bei intermittierender Hämodialyse

Es hat das Potenzial, die bisherigen Standards (Heparin und Acetat) abzulösen:

CITRAT, das Salz der Zitronensäure. Zwar hinken die technischen Möglichkeiten hier noch hinterher. Doch die regionale Citrat-Antikoagulation (RCA) als auch der Einsatz von Citrat im Dialysat zeigen gute Ergebnisse und sind definitiv im Kommen.



In Deutschland werden rund 90.000 Patienten mit einer apparativen Nierenersatztherapie behandelt [37]. In circa 90 % ist dies die intermittierende Hämodialyse (IHD), nur ein geringer Anteil macht die Peritonealdialyse (PD) aus. Dialysepatienten weisen eine deutlich erhöhte Mortalität gegenüber der Normalpopulation, aber auch gegenüber Patienten mit nicht-dialysepflichtiger Niereninsuffizienz auf. Dies ist größtenteils kardiovaskulären Erkrankungen geschuldet. Einen Anteil daran hat aber auch die Dialysetherapie selbst. Hierbei spielen folgende Faktoren eine Rolle [6, 25]:

- Komplikationen des Dialysezugangs (Katheterinfektionen, Shuntinfektionen, Blutungen, thrombembolische und perioperative Komplikationen)
- Bioinkompatibilität des Verfahrens (Komplementaktivierung, Myeloperoxidasefreisetzung, Cytokinfreisetzung,

Gerinnungsaktivierung, Inflammation)

- Herzrhythmusstörungen aufgrund von Elektrolytverschiebungen
- Hypotensionen
- Verlust der renalen Restfunktion
- Blutungskomplikationen aufgrund der erforderlichen systemischen Antikoagulation

Das Ziel der technischen Entwicklungen der letzten Jahre war es deshalb, die Verträglichkeit einer Dialysebehandlung weiter zu optimieren. In diesem Zusammenhang gewinnt Citrat, das Salz der Zitronensäure, zunehmend an Bedeutung. Citrat kann dabei zwei Aufgaben übernehmen: Zum einen dient die regionale Citratantikoagulation dazu, eine vollständige Antikoagulation des extrakorporalen Kreislaufs und damit einen Verzicht auf eine systemisch wirksame Hemmung der Blutgerinnung zu erzielen, sodass Blutungskomplikationen vermieden werden können. Zum anderen kann Citrat der Dialyselösung als Austausch von Acetat hinzugefügt werden mit dem Ziel, die Verträglichkeit und Effektivität der Dialysebehandlung zu erhöhen. Im Folgenden wird auf diese beiden Einsatzgebiete bei intermittierenden Behandlungsverfahren eingegangen.

Hintergrund

In Studien wird die Rate signifikanter Blutungsereignisse bei Hämodialysepatienten unter dem Einsatz von unfractioniertem oder niedermolekularem Heparin für die Dialysebehandlung zwischen 0,8 und 11 % pro Patientenjahr beschrieben [44]. Hinzu kommt ein Einfluss der antithrombotischen Begleitmedikation. So lag die Rate an schweren Blutungskomplikationen (definiert als Hospitalisation, mindestens 2 Erythrozytenkonzentrate oder zentrale bzw. retroperitoneale Blutungen) in einer Studie an 255 Dialysepatienten über insgesamt 1028 Patientenjahre bei ca. 1 %. Bei einer antithrombotischen Begleitmedikation stieg das Risiko deutlich an, unter Vitamin-K-Antagonisten (VKA) auf etwa 3 %, unter ASS auf circa 4 % und unter einer antithrombotischen Kombinationstherapie auf knapp 6 % [20].

Wenn der Patient eine akute Blutung erleidet oder ein vorübergehendes (z. B. postoperativ) oder persistierendes (z. B. Angiodysplasi-

en, Lebererkrankungen, Thrombozytopenie) erhöhtes Blutungsrisiko aufweist, stellt eine konventionelle systemische Antikoagulation zur Durchführung einer adäquaten Hämodialysetherapie ein erhebliches Risiko für den Patienten dar. In der Vergangenheit wurden daher verschiedene Strategien verfolgt, um die systemische Heparin-gabe zu reduzieren oder ganz zu vermeiden:

- Reduzierte systemische AK („Low dose Heparin“)
- Heparinbeschichtete Dialysemembran
- Citrathaltiges Dialysat
- Regionale Citratantikoagulation
- Prostaglandin
- Heparin-Protamin
- NaCl-Flush
- Prädilutions-Hämodiafiltration
- Kombinationen aus oben genannten Verfahren
- Verfahrenswechsel (Peritonealdialyse, Nierentransplantation)

Die Erfolgsraten (kein Therapieabbruch aufgrund von Clotting) liegen bei reinem Flush mit NaCl bei circa 50 %, bei einer reinen Prädilutions-Hämodiafiltration noch darunter. Mit heparinbeschichteten Membranen erreicht man etwa 70 % erfolgreiche Dialysen. Die regionale Citratantikoagulation (RCA) stellt die effektivste Methode mit Erfolgsraten von 95 bis 100 % dar [29].

Eigenschaften von Citrat

Citrat ist das Salz der Zitronensäure, eine der häufigsten Säuren im Pflanzenreich und gleichzeitig Zwischenprodukt im Citratzyklus aller aeroben Zellen. Dieser Zyklus dient zum einen der Energiegewinnung, liefert aber auch Bausteine für den Kohlenhydrat-, Fett- und Aminosäurestoffwechsel. Der Abbau von einem Molekül Citrat im Citratzyklus, der im menschlichen Organismus quantitativ am bedeutsamsten

in Muskulatur, Leber und Nieren stattfindet, liefert 3 Moleküle Bikarbonat. Citrat ist zudem in der Lage, eine Komplexbindung mit bivalenten Kationen, insbesondere Calcium und Magnesium, einzugehen. Bei einer Konzentration des ionisierten Calciums

unter 0,4 mmol/l kommt es aufgrund einer Hemmung von Enzymkomplexen der Gerinnungskaskade (Faktor XI, Tensa-sekomplex und Prothrombinasekomplex) zu einer effektiven Hemmung der Blutgerinnung [5]. Hierfür werden Konzentrationen von circa 6 mmol Citrat pro Liter Plasma benötigt [34]. Abhängig vom Hämatokrit sind etwa 3 bis 4 mmol Citrat pro Liter Vollblut notwendig.



DR. MICHAEL SCHMITZ
Oberarzt in der
Klinik für
Nephrologie und
Allgemeine
Innere Medizin
Städtisches
Klinikum
Solingen gGmbH

Der Abbau von Citrat findet in Muskulatur, Leber und Nieren statt und liefert Bikarbonat.

Schon 1875 war bekannt, dass die Konzentration von CaCl einen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Blutgerinnung hat [18]. In den folgenden Jahren wurde aufgeklärt, dass Citrat Calcium binden und damit die Blutgerinnung verhindern kann [13, 36, 39]. Nachdem Hustin 1914 die Anwendung von Citrat zur Antikoagulation bei einer Bluttransfusion beschrieben hatte [22], entwickelte sich Citrat in den Folgejahren zur Standardantikoagulation im Rahmen von Bluttransfusionen. Obwohl Morita schon 1961 die Möglichkeit der regionalen Antikoagulation mit Citrat bei der IHD beschrieb [33], blieb ihr breiter Einsatz für diese Anwendung noch Jahre aus. Ganz im Gegensatz zu der RCA bei kontinuierlichen Behandlungen, wo sie – nicht zuletzt dank der Integration in die moderne Gerätegeneration – mittlerweile Standard ist [23]. Erst in den letzten 2 Jahrzehnten nahm die Anwendung der RCA zu – gemessen an den Publikationen zu diesem Thema, was am ehesten auf die weitere Verbreitung von High-Flux Dialysatoren mit besserer Citratclearance und die höhere Verfügbarkeit von Infusomaten, Perfusoren und BGA-Geräten zur exakten Bestimmung des ionisierten Calciums zurückzuführen ist [3].

Behandlungsprinzip

In Grafik 1 ist das Behandlungsprinzip einer regionalen Citratantikoagulation bei einer IHD mit zwei Nadeln beschrieben.

Citrat wird dem extrakorporalen Blutstrom zugeführt. Hierfür sind verschiedene Formulierungen, von niedrig konzentrierter ACD-A-Lösung bis zu hochkonzentrierten (1,2 M) Lösungen, kommerziell verfügbar. Manche Zentren lassen sich

Citrat wird dem extrakorporalen Blutstrom zugeführt. Hierfür sind verschiedene Formulierungen verfügbar.

Tabelle 1: Auswahl von möglichen Behandlungsregimen

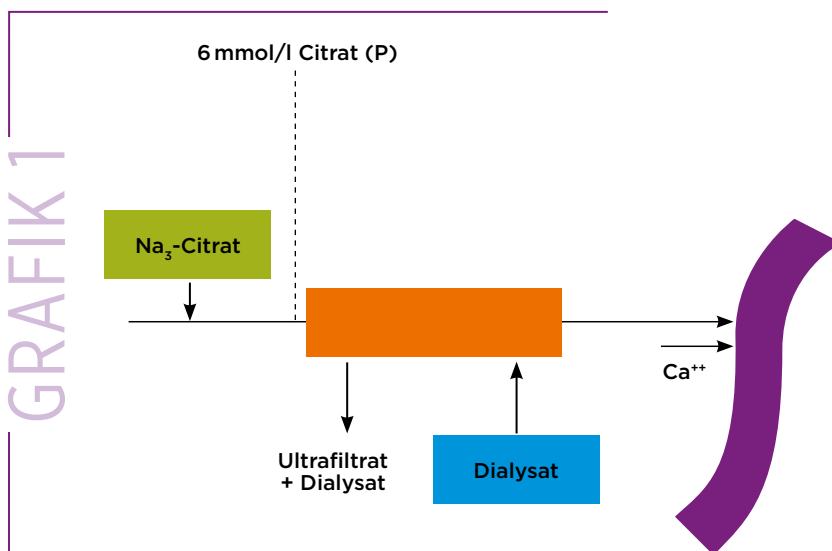
Regime	Besonderheit
Solingen	Niedrigkonzentrierte Citratlösung
Singer, 2016 [43]	ACD-A-Lösung
Buturovic-Ponikvar, 2005 [4]	Single Needle
Evenepoel 2002 [9]	Ca-haltiges Dialysat, hochkonzentrierte Citratlösung
Gritters, 2006 [14]	Mg-haltiges Dialysat
Morgera, 2004 [32]	Single Batch Dialyse

die Lösungen auch vor Ort herstellen. Verwendet wird – je nach Volumen – ein Perfusor oder Infusomat, der entweder an den Heparinanschluss oder auch an – falls vorhanden – die arterielle Luftfalle angeschlossen werden kann. Es erfolgt unmittelbar die Komplexierung von freien Kalziumionen.

Damit wird eine effektive Antikoagulation im sich daran anschließenden Schlauchsegment inklusive Hämofilter erreicht. Nach Vermischung des extrakorporalen mit dem systemischen Blut im Bereich des Dialyseshunts oder – bei zentralvenösen Kathetern – der Vena cava, wird die Gerinnungshemmung wieder aufgehoben. In der Regel verwendet man ein angepasstes Dialysat, das eine reduzierte Chloridmenge aufweist und calciumfrei ist. Es sind allerdings auch Verfahren mit einem calciumhaltigen Dialysat beschrieben. Hierfür wird in der Regel eine höhere Citratmenge benötigt und die Erfolgsrate liegt etwas geringer (circa 95 % erfolgreiche Dialysen im Gegensatz zu 100 % bei calciumfreien Dialyselösungen, [29]).

Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit der Citrat-Ca-Komplexe und des meist fehlenden Calciums im Dialysat kommt es während der Behandlung zu einem deutlichen Verlust von Calcium über das Dialysat, der durch eine Calcium-Substitution, z.B. über einen Y-Adapter

Behandlungsprinzip der regionalen Citrat-Antikoagulation (RCA) bei einer intermittierenden Hämodialyse mit 2 Nadeln. Die notwendige Citratkonzentration von 6 mmol/l Blutplasma wird abhängig vom Hämokrit durch eine Infusion von 3 bis 4 mmol/l Vollblut erzielt.



der RCA bei IHD (k. A. = keine Angaben)												
	Citrat				Blutfluss [ml/min]	Citrat/ Blut [mmol/l Vollblut]	Postfilter iCa-Ziel [mmol/l]	Ca-Substitution			MG-Dosis [mmol/h]	Dialysat-Ca [mmol/l]
	Citratlösung	Konz. [mmol/l]	Rate [ml/h]	Dosis [mmol/h]				Konz. [mmol/l]	Rate [ml/h]	Dosis [mmol/h]		
	Natriumcitrat 4 %	136	260	35	200	2,9	0,25-0,35	210	45	9,5	-	0
	ACD-A	113	375	42	300	2,4	< 0,27	400	43	17,2	-	0
	Natriumcitrat 4 %	136	200	27	250	1,8	k.A.	1000	5	5,0	-	0
	Natriumcitrat	1035	60	62	300	3,5	k.A.	500	0	0,0	-	1,5
	Natriumcitrat 15 %	510	100	51	250	3,4	k.A.	540	28	15,1	6,7	0
	Natriumcitrat 4 %	136	200	27	200	2,3	0,6-0,7	-	-	-	-	1,0

am venösen Schenkel, patientennah ausgeglichen werden muss.

Verwendet wird hierfür in der Regel Calciumchlorid oder Calciumglukonat, das über einen Perfusor appliziert wird. Entgegen dem häufigen Missverständnis, dass hiermit die Gerinnung wiederhergestellt wird, dient dies lediglich dazu, eine ausgeglichene Calciumbilanz zu gewährleisten. Die Herstellung der Gerinnung erfolgt, wie oben beschrieben, erst im Körper durch Vermischung mit dem Patientenblut.

hohem eigenem Blutungsrisiko oder gar aktiver Blutung ohne zusätzlichem Blutungsrisiko behandelt werden können. Aufgrund der im Vergleich zu anderen Strategien annähernd 100-prozentigen Erfolgsrate der Behandlung praktisch ohne clottingbedingte Therapieabbrüche ist die Akzeptanz des

Verfahrens bei den Patienten sehr hoch. Neben diesen offensichtlichen Vorteilen wird in der Literatur auch ein positiver Nutzen bezüglich

Während der Dialyse wird Calciumchlorid oder Calciumglukonat über einen Perfusor appliziert.

der Biokompatibilität der Hämodialyse beschrieben. So kommt es zu einer geringeren Aktivierung der Hämostase [19], einer reduzierten Complement-Aktivierung [21] und einer geringeren Myeloperoxidase-Freisetzung aus aktivierten Leukozyten [46]. Ob diese Vorteile auch klinisch relevant sind, ist allerdings bislang nicht belegt.

Mögliche Probleme

Aufgrund der Komplexbildung mit Calcium kann bei ungenügendem oder überschüssigem Ausgleich eine Hypo- oder Hypercalcämie entstehen. Insbesondere die Hypocalcämie wird vom Patienten frühzeitig in Form von Parästhesien und Krämpfen bemerkt. Auch Herzrhythmusstörungen können Folge sein. Daher wird in der Regel unmittelbar nach Beginn der Dialyse eine Blutgasanalyse gemacht, um anhand des gemessenen, systemischen und Post-Filter ionisierten Calciums den korrekten Aufbau des Systems zu kontrollieren, der aufgrund fehlender Verwechslungssicherer Anschlüsse potenzielle Risiken birgt. Danach werden alle 30 bis 60 Minuten, insbesondere nach Änderungen der Laufraten, Kontrollen durchgeführt. Es ist beim Einsatz von calciumfreien Dialyselösungen auf eine eindeutige Kennzeichnung und/oder getrennte La-

Es gibt in der Literatur zahlreiche Regime mit unterschiedlichen Citratkonzentrationen und Dialysatzusammensetzungen. Zudem sind Verfahren bei Single-Needle-Dialyse und Single-Batch-Dialysen (Genius®) beschrieben. Eine Auswahl zeigt Tabelle 1.

Vorteile

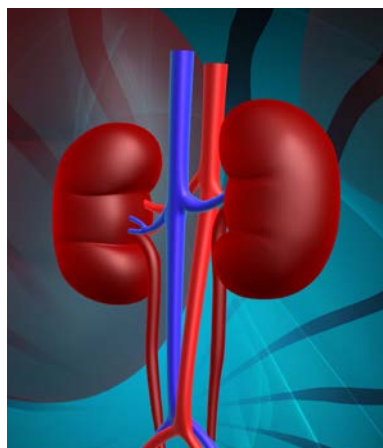
Der wesentliche Vorteil in der RCA liegt darin, dass aufgrund der nicht notwendigen systemischen Antikoagulation auch Patienten mit



© oguzkn - Fotolia

PERFUSOR

Acetat in höherer Konzentration verursacht u.a. Blutdruckabfälle und Angina pectoris.



© Dmytro Tolokonov - Fotolia / 4designsart - Fotolia

gerung zu achten, damit sie nicht versehentlich bei Patienten mit konventioneller Hämodialyse eingesetzt werden. Zudem beeinflusst Citrat aufgrund seiner Puffereigenschaften den Säure-Base-Haushalt. In der Regel wird die RCA mit einer reduzierten Bikarbonateinstellung durchgeführt, die bei Bedarf unter Berücksichtigung des aktuellen Bikarbonats des Patienten angepasst wird. Die früher aufgrund des Einsatzes von Low-Flux-Dialysatoren häufiger beobachtete metabolische Alkalose ist heute eher selten [3]. Ebenso sind die Probleme einer Citratakkumulation, wie sie bei Intensivpatienten mit kontinuierlicher Nierenersatztherapie bei schwerem Schock mit Laktatazidose oder bei schwerer Leberinsuffizienz auftreten können, bei den kurzen intermittierenden Behandlungen bei den in der Regel nicht kritisch kranken Patienten nicht zu erwarten. Es gibt jedoch bislang nur wenige Berichte über die erfolgreiche chronische Dialysebehandlung mit RCA bei Patienten mit schwerer Leberinsuffizienz [7]. In einer Untersuchung wurde der Einfluss einer langfristigen RCA auf das intakte Parathormon untersucht, hierbei kam es bei 3 von 6 Patienten im Verlauf von 1 bis 2 Jahren zu einem Anstieg. Die klinische Bedeutung hiervon ist unklar und bedarf weiterer Langzeitstudien [17]. Es gibt Zentren, die seit Jahren fast ausschließlich die RCA bei IHD anwenden. Am Dialysezentrum der Universität von Ljubljana, Slowenien, liegen z.B. Erfahrungen bei mehr als 50.000 Behandlungen vor, allein circa 10.000 im Jahr 2015 [3].

Die Etablierung einer RCA erfordert eine intensive Schulung des ärztlichen und pflegerischen Personals. Der Zeitaufwand einer Dialysebehandlung steigt um etwa 30 Minuten (eigene Beobachtung), die Materialkosten liegen in unserem Zent-

Es gibt derzeit keine herstellerseitigen Komplettsysteme, die eine RCA bei der IHD ermöglichen.

KOSTEN



Die Materialkosten für eine RCA liegen um etwa 50 Euro höher gegenüber der Heparindialyse.

rum gegenüber einer Heparindialyse etwa 50 Euro höher. Vergleicht man jedoch die RCA mit einer heparinfreien Dialyse mit NaCl-Flush, so ist der Zeitaufwand hierbei ähnlich. Der Kostenmehraufwand für eine

Flush-Dialyse ist zwar vordringlich deutlich geringer, jedoch müssen auch aufgrund häufigeren Clottings Systemwechsel sowie ein ggf. erhöhter Erythropoetin- und Transfusionsbedarf einberechnet werden.

Medikolegale Aspekte

Es gibt derzeit keine herstellerseitigen Komplettsysteme, die eine RCA bei der IHD ermöglichen (Stand:

Januar 2017). Einzig ein eigentlich für die Leberersatztherapie zugelassenes System enthält ein Modul für die Citrat- und Calciuminfusion, das auch bei einer alleinigen IHD eingesetzt werden kann (Prometheus®, Fresenius Medical Care), aber in den seltensten Fällen in chronischen Dialyseeinrichtungen verfügbar ist.

Auch die in Frage kommenden Citratlösungen sind – bis auf eine Ausnahme (Natriumcitrat 1,2M, Duomedica®) – laut Fachinformation nicht explizit für den Einsatz der RCA bei intermittierender Hämodialyse zugelassen. Zudem besitzt der Aufbau mit handelsüblichen Infusomaten und Perfusoren in Zusammenhang mit einer konventionellen Hämodialysemaschine, die allesamt untereinander nicht gekoppelt sind, kein übergreifendes MPG-Zertifikat. Auf der anderen Seite empfehlen alle großen Fachgesellschaften – neben dem reinen Flush mit NaCl – den Einsatz der RCA

auch bei IHD, wenn eine Blutungsgefährdung oder aktive Blutung vorliegt (ERA-EDTA, Renal Association, NKF-KDOQI). Die Prozedur ist im deutschen Dialysestandard aufgeführt und zudem im deutschen DRG-System durch die OPS 8-854.5 vertreten.

- Diese Problematik wurde in einem aktuellen Positionspapier der Gerätekommission der Deutschen Gesellschaft für Nephrologie (DGfN) behandelt. Die DGfN kommt zu dem Schluss, dass eine RCA bei chronischer Hämodialyse aufgrund der derzeit noch beschränkten, technischen Möglichkeiten unter folgenden Bedingungen vorgenommen werden kann [2]:



© zilkovec - Fotolia

- Nutzung eines geprüften und möglichst publizierten Protokolls mittels eigener, verbindlicher, schriftlicher Arbeitsanweisung (SOP)
- engmaschige Überwachung der extrakorporalen und Patientenkalziumwerte
- spezifische, nachweisbare Einweisung des Personals in die Besonderheiten der Methode

Citrat im Dialysat:
Citrat soll das Ausfallen von Calciumcarbonat in der Dialysemaschine verhindern.

Citrathaltiges Dialysat für intermittierende Hämodialyse

Der Einsatz von Citrat im Dialysat verfolgt einen ganz anderen Ansatz als die RCA. Die vornehmliche Puffersubstanz, die dem Patienten im Rahmen einer Hämodialysebehandlung zugeführt wird, ist Bikarbonat. Da einer Dialyselösung jedoch auch Calcium beigefügt werden muss, besteht das technische Problem, dass diese beiden Substanzen sich nicht zusammen in einer Lösung lagern lassen, ohne in Form von schwer löslichem Calciumcarbonat auszufallen. Daher wird Bikarbonat erst innerhalb der Dialysemaschine zum Konzentrat und Dialysewasser hinzuge-mischt. Zusätzlich enthält das Konzentrat eine geringe Menge eines Salzes einer schwachen Säure, in der Regel Acetat, das ein Ausfällen von Calciumcarbonat zu einem gewissen Teil verhindern kann.

Der Gedanke, Citrat als Komponente im Dialysat einzusetzen, liegt weniger an seiner antikoagulatorischen Eigenschaft, sondern an seiner besseren Verträglichkeit als das ansonsten verwendete Acetat. Die Konzentration von Citrat im Dialysat von in der Regel 1 mmol/l liegt deutlich unter den 3 bis 4 mmol/l, die für einen bei der Antikoagulation ausreichenden Abfall des ionisierten Calciums erforderlich sind. Dennoch werden lokale antikoagulatorische Effekte diskutiert, die auch zu einer effektiveren Dialyse beitragen können [1, 24]. Zudem dreht sich die Debatte darum, dass der indirekte Citratpuffer aufgrund der langsameren Verstoffwechselung dazu beitragen kann, dass die urämische Azidose besser kontrolliert wird und das Prädialyse-Bikarbonat höher ist [12]. Darüber hinaus verursacht Acetat in höherer Konzentration Hypotension, Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen und Angina pectoris [47]. Auch die bei Hämodialyse eingesetzten niedrigen Konzentrationen werden für hypotonieanfällige Patienten als potenziell gefährlich angesehen [26, 48]. Die Sicherheit eines citrathaltigen Dialysats bei verschiedenen Dialyseformen (Hämodialyse, prä- und post-Hämodiafiltration) wurde in einer prospektiv, randomisierten Studie mit 92 Patienten belegt [42]. Die beobachteten milden Nebenwirkungen, die nur in den ersten 2 Wochen der Umstellung vermehrt auftraten, sind dadurch zu erklären, dass bei Einsatz eines citrathaltigen Dialysats eine um circa 0,2 mmol/l höhere Calciumkonzentration gewählt werden muss, um eine vergleichbare Netto-Ca-Zufuhr zu ge-

Der Gedanke, Citrat als Komponente im Dialysat einzusetzen, liegt an seiner besseren Verträglichkeit als Acetat.

TECHNIK

währleisten [42]. Ein Vorteil zeigte sich darin, dass eine Post-Dialyse-Alkalose signifikant seltener auftrat, ähnlich wie bei einer Studie von Nunez, 2015 [31]. In dieser Untersuchung war auch eine geringere Inflammation und eine effektivere Dialyse beobachtet worden. Andere Autoren berichten ebenfalls über eine erhöhte Biokompatibilität [28, 35]. Allerdings schreiben viele auch von einem leichten postdialytischen Calciumabfall von etwa 0,1 mmol/l mit konsekutivem Anstieg des iPTH. Die klinische Bedeutung ist hierbei noch unklar [16, 26, 40, 42]. Eine kürzlich publizierte Studie zeigte erstmals, dass insbesondere Dialysepatienten, die älter als 70 Jahre alt und nie einer Acetat-Dialyse ausgesetzt waren, ein besseres Überleben zeigten (HR 0,79) [30].

Die Sicherheit und Akzeptanz der RCA muss auch jenseits der Akutdialyse im Krankenhaus gefördert werden.

Bei all diesen Bemühungen muss man allerdings bedenken, dass – auch wenn eine Dialysebehandlung gerade eben ohne vollständiges Clotten des extrakorporalen Systems gelingt, es dabei aber zu einer erheblichen

Aktivierung des Gerinnungssystems kommt. Richtrova berichtet bei Einsatz von citrathaltigem Dialysat in Prädilution ohne Heparin im Vergleich zu acetathaltigem Dialysat mit Heparin über zwar technisch erfolgreiche Dialysebehandlungen, aber über eine erhöhte Rate an Gerinnseln im System sowie eine Aktivierung verschiedener Gerinnungsparameter. Er folgert daraus, dass diese Kombination für Einzelanwendungen eine Option darstellt, jedoch nicht als Dauertherapie eingesetzt werden sollte [38].

Sowohl im Bereich der Antikoagulation als auch bei der Zusammensetzung der Dialyselösung hat Citrat das Potenzial, die bisherigen Standards (Heparin und Acetat) abzulösen. Hierfür sind im Bereich der RCA jedoch noch von den Herstellern die bereits entwickelten technischen Ansätze auch für Standarddialysemaschinen umzusetzen, damit die Sicherheit und Akzeptanz dieses Verfahrens auch jenseits der Akutdialyse im Krankenhaus gefördert wird. Citrat im Dialysat bietet eine gut verträgliche und bereits kommerziell erhältliche Alternative zur Acetatdialyse mit ersten Hinweisen auf verbesserte klinische Endpunkte, die jedoch in größeren randomisierten Studien bestätigt werden müssen.

Citrathaltiges Dialysat und Heparineinsparung

Aufgrund von möglichen lokalen antikoagulatorischen Effekten auch bei einer geringen Citratkonzentration wurden Studien mit der Frage durchgeführt, ob ein citrathaltiges Dialysat in der Lage ist, Heparin während der Dialysebehandlung

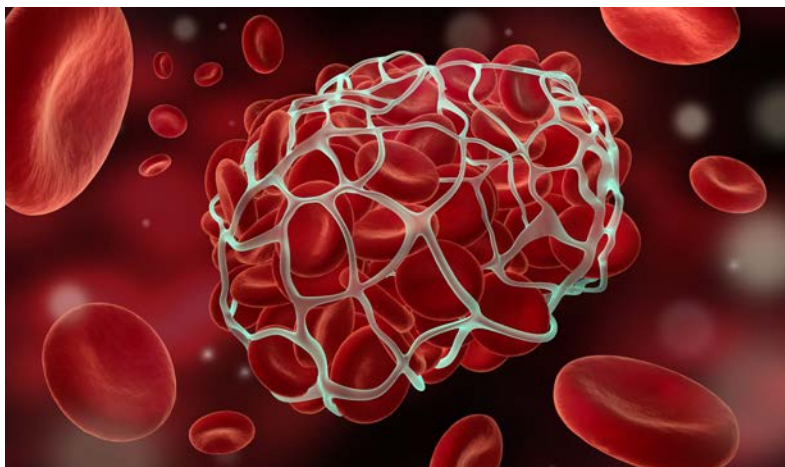
Zusammenfassung

Sowohl im Bereich der Antikoagulation als auch bei der Zusammensetzung der Dialyselösung hat Citrat das Potenzial, die bisherigen Standards (Heparin und Acetat) abzulösen. Hierfür sind im Bereich der RCA jedoch noch von den Herstellern die bereits entwickelten technischen Ansätze auch für Standarddialysemaschinen umzusetzen, damit die Sicherheit und Akzeptanz dieses Verfahrens auch jenseits der Akutdialyse im Krankenhaus gefördert wird. Citrat im Dialysat bietet eine gut verträgliche und bereits kommerziell erhältliche Alternative zur Acetatdialyse mit ersten Hinweisen auf verbesserte klinische Endpunkte, die jedoch in größeren randomisierten Studien bestätigt werden müssen.

Interessenkonflikte

Der Autor hat Studien zu intermittierender und kontinuierlicher Dialyse mit Citrat mit Unterstützung von Fresenius Medical Care durchgeführt.

Literatur beim Autor



© pscdesign1 - Fotolia

BLUTGERINNSSEL

Eine erhöhte Rate an Gerinnseln ist bei citrathaltigem Dialysat in Prädilution, kombiniert mit heparinbeschichteten Membranen bei Verzicht auf Heparinergabe feststellbar.

einzusparen. Die Ergebnisse waren uneinheitlich, teilweise war eine Heparinreduktion möglich [10, 15, 41]. In anderen Studien konnte dies nicht gezeigt werden [8, 27, 45], sodass eine generelle Aussage hierzu nicht möglich ist. Daher lag der Gedanke nahe, die Eigenschaften der Citratdialyselösung mit der von heparinbeschichteten Hämofiltermembranen, die allein ebenfalls nur unbefriedigende Einsparpotenziale von Heparin erbrachten, zu kombinieren. Hier zeigten sich in der bislang einzigen publizierten Studie vergleichbare Behandlungserfolge von etwa 95 %, ähnlich einer RCA mit calciumhaltigem Dialysat [11].