

UPDATE ZUR NIERENERSATZTHERAPIE BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN – DIALYSEVERFAHREN UND NIERENTRANSPLANTATION

Markus Feldkötter, Kathrin Buder



Markus Feldkötter

Kinder und Jugendliche erkranken selten an einer akuten oder chronischen respektive terminalen Niereninsuffizienz und benötigen dementsprechend selten eine Nierenersatztherapie, sei dies eine akute oder chronische Dialyse oder mittel- bis langfristig eine Nierentransplantation. Die Betreuung dieser meist komplexen Patienten ist aufwändig. Essentiell ist eine gute interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Spezialisten und betreuenden Kinderärzten.

Einführung

In der Schweiz benötigen jedes Jahr nur wenige Kinder und Jugendliche ein chronisches Nierenersatzverfahren im Sinne einer Dialyse und/oder Nierentransplantation. Dabei ist der Goldstandard die allogene Nierentransplantation, welche in der Schweiz jährlich bei ca. 10-12 Kindern durchgeführt wird. Mit wenigen Ausnahmefällen ist immer eine Transplantation anzustreben, da ein (chronisches) Dialyseverfahren die Nierenfunktion nur partiell und meist nur zeitlich beschränkt ersetzen kann.¹⁾ Ein wichtiger Punkt ist auch, dass Kinder und Jugendliche nach Nierentransplantation eine bessere neuromotorische, psychosoziale, schulische und berufliche Entwicklung zeigen als solche unter chronischer Dialyse.²⁾

Daneben bedarf es auch bei Kindern und Jugendlichen immer wieder der akuten Dialyse. Diese wird in Spitälern meist durch die pädiatrische Intensivmedi-

zin – oft in Zusammenarbeit mit der Kindernephrologie – durchgeführt. Die häufigsten Indikationen für die Akutdialyse im Kindesalter sind das akute Nierenversagen sowie metabolische Erkrankungen.³⁾

Zur optimalen Betreuung von Kindern und Jugendlichen mit akuten und/oder chronischen Nierenerkrankungen inklusive Dialyse und im Rahmen einer Transplantation bedarf es einer hochspezialisierten aber dennoch ganzheitlichen Medizin. Diese umfasst neben der rein medizinischen und pflegerischen Betreuung auch weit darüber hinausgehende Leistungen wie die psychologische und pädagogische Betreuung, die Sozialarbeit und die Ernährungsberatung. Oft ist auch eine ambulante Betreuung durch einen Pflegedienst notwendig.

Dialyse

Indikationen zur Dialysetherapie

Die Indikation zur Durchführung einer akuten Dialysetherapie wird häufig interdisziplinär in Zusammenarbeit zwischen Intensivmedizin und pädiatrischer Nephrologie gestellt. Ist eine chronische Dialyse notwendig, liegt die Entscheidung allein beim behandelnden Nephrologen. Dabei wird zwischen absoluten und relativen Indikationen unterschieden (siehe Tabelle 1), wobei die einzelnen Faktoren je nach Ausgangssituation gegebenenfalls unterschiedlich gewichtet werden.

Absolute Indikationen (mit oder ohne Nierenversagen)	Relative Indikationen
- Hyperkaliämie - Metabolische Azidose - Pulmonales Ödem - Urämische Komplikationen • Perikarditis • Blutung • Enzephalopathie - Hypertonie - Intoxikation mit dialysabler Substanz - Stoffwechseldefekt*	- Malnutrition • Wachstumsretardierung • Störung des Calcium-Phosphat-Stoffwechsels • Hyperphosphatämie - Persistierende eGFR < 6-10 ml/min/1.73m² - Persistierende Harnstoffwerte >30-33 mmol/l

Korrespondenz:
markus.feldkoetter
@kispi.uzh.ch

nach ^{4),5)}, eGFR = geschätzte glomeruläre Filtrationsrate, * z.B. Harnstoffzyklusdefekte

Tabelle 1: Absolute und relative Indikationen zum Beginn einer Nierenersatztherapie

Fortbildung

Akute Dialysetherapie

Bei der Entscheidung ob eine akute Dialysetherapie eingeleitet werden soll, spielen vor allem der Flüssigkeitshaushalt, das Ausmass der Urämie, Elektrolytimbalancen und der Säure-Basen-Haushalt eine Rolle. Dabei sind neben den renal (z.B. hämolytisch-urämisches Syndrom) beziehungsweise hämodynamisch (z.B. nach kardiochirurgischen Eingriffen bei angeborenen Herzfehlern) bedingten Ursachen in sehr seltenen Fällen auch Intoxikationen (z.B. Ethylenglykol) und Stoffwechseldefekte (z.B. Hyperammonämie bei Harnstoffzyklusdefekten) Indikationen für eine Akutdialyse.

Chronische Dialysetherapie

Eine chronische Dialysetherapie wird meist dann begonnen, wenn die geschätzte glomeruläre Filtrationsrate unter 15 ml/min/1.73m² sinkt, was einem Stadium G5 nach KDIGO (Kidney Disease Improving Global Outcomes) der chronischen Niereninsuffizienz entspricht. Bei Kindern mit bereits bekannter Nierenerkrankung kann der Beginn der Dialysetherapie häufig geplant werden. Für die Indikationsstellung stehen hier die Langzeitfolgen der chronischen Niereninsuffizienz wie z.B. das Wachstum, die Ernährung und der Calcium-Phosphat-Stoffwechsel im Vordergrund. Dabei können der Zeitpunkt und die Notwendigkeit einer Dialysetherapie durch akute Faktoren wie z.B. gastrointestinale Infektionen und/oder Operationen – welche zu einer akuten Verschlechterung der Niereninsuffizienz führen können – dringlich werden. Der behandelnde Arzt befindet sich dabei im Spannungsfeld zwischen rechtzeitigem, aber nicht verfrühtem Beginn einer doch sehr invasiven Therapie.⁶⁻⁸⁾

Dialyseverfahren

Prinzipiell stehen zwei Dialyseverfahren zu Verfügung: Die Hämodialyse und die Peritonealdialyse. Die Wahl hängt von der Indikation, dem Alter, den lokalen Gegebenheiten und der klinischen Situation ab. Einen Vergleich zwischen der Hämodialyse und der Peritonealdialyse zeigt die *Tabelle 2*. Daraus wird ersichtlich, dass bei chronischer Dialysepflichtigkeit – wenn medizinisch möglich – auch der Wunsch des Patienten bzw. der Familie berücksichtigt werden soll. Insbesondere bei chronisch nierenkranken Patienten schliessen sich die Verfahren gegenseitig nicht aus, sondern ergänzen sich. Im Laufe des Lebens kann es bei einem Patienten notwendig werden, von einem auf das andere Verfahren zu wechseln.⁹⁾ Bei Kindern und vor allem Kleinkindern wird meist die Peritonealdialyse bevorzugt.

Hämodialyse

Bei allen Hämoverfahren wird das Blut extrakorporal über einen Dialysefilter geleitet. Dort erfolgt die Elimination von Wasser, Urämielprodukten und Elektrolyten, sowie die Substitution, beispielsweise von Bikarbonat, über eine semipermeable Membran. Hierbei geschieht der Transport entweder durch Diffusion, Osmose und/oder Konvektion beziehungsweise mittlerweile meist über eine Kombination dieser Prinzipien (*schematischer Ablauf siehe Abbildung. 1*).

In der **akuten Situation** werden meist *kontinuierliche Dialyseverfahren* wie z.B. die kontinuierliche venovenöse Hämofiltration angewandt. Diese haben den Vorteil, dass sie eine kontinuierliche Elimination ermöglichen und weniger kreislaufbelastend sind.

Hämodialyse vs. Peritonealdialyse		
	Hämodialyse (IHD)	Peritonealdialyse (CAPD)
Altersbeschränkung	(ja)	nein
Häufigkeit der Dialysen	3x/Woche à 4 h	täglich, meist nachts
Infektionsgefahr	gering bis erhöht	erhöht (Peritonitis)
Antikoagulation	systemisch	keine
Disäquilibrium	↑↑↑ (v.a. zu Dialysebeginn)	(-)
Nierenrestfunktion	↓↓	bleibt länger erhalten
Schulbesuch	eher unregelmässig	regelmässig
Kreislaufbelastung	höher	geringer
Gefahr durch Diätfehler	gegeben	geringer
Unabhängigkeit	Zentrumsdialyse	Heimdialyse
Compliance	engere Überwachung möglich	räumliche und intellektuelle Voraussetzung müssen gegeben sein
Körperimage	Meist ungestört	(ggf.) reduziert

nach ⁶⁾, CAPD: continuous ambulatory peritoneal dialysis

Tabelle 2: IHD: intermittierende Hämodialyse

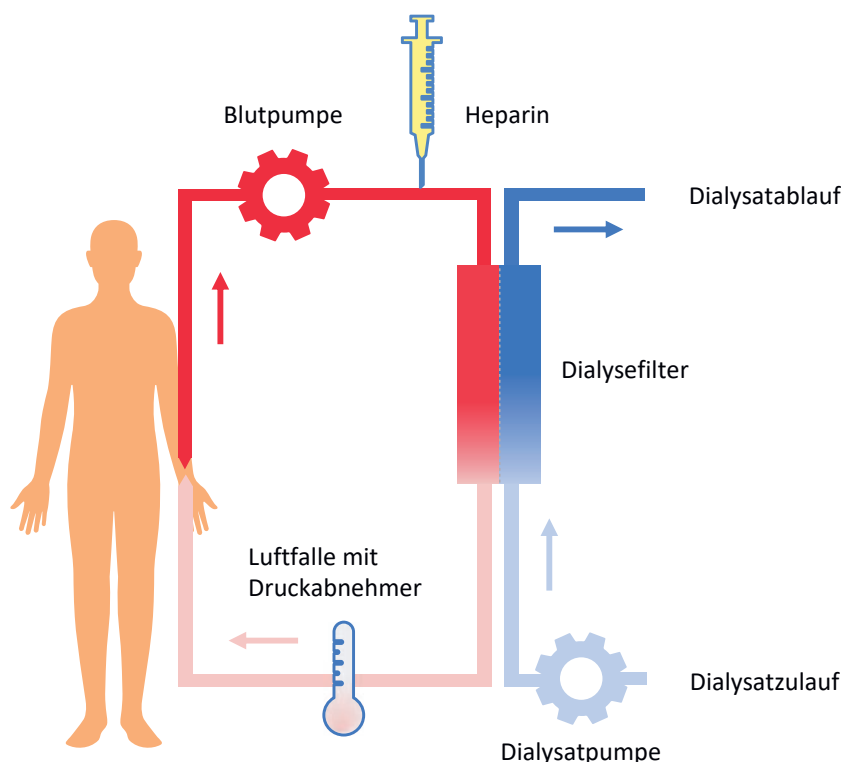


Abbildung 1: Schematischer Aufbau einer klassischen Hämodialyse. Das Blut wird über eine Blutpumpe zum Dialysefilter geführt, hier läuft normalerweise gegenläufig der Dialysatstrom, wobei über eine semipermeable Membran die Dialyse erfolgt.

Bei der **chronischen intermittierenden Hämodialysetherapie** muss ein Kompromiss zwischen der Effektivität der Therapie und dem optimalen klinischen Ergebnis einerseits, sowie dem zeitlichen Aufwand für den Patienten andererseits gefunden werden. In der Regel wird die Hämodialysebehandlung zentrumsbasiert dreimal wöchentlich mit jeweils vier Stunden Dauer durchgeführt. Mittlerweile gibt es Ansätze zu intensivierten Verfahren, bei denen z.B. eine nächtliche Heimhämodialyse durchgeführt wird, um die Intensität der Behandlung aber auch deren Verträglichkeit zu steigern.¹⁰⁾

Zur Durchführung der Dialyse bedarf es eines grosslumigen zentralvenösen Zuganges. Bei älteren Kindern oder Jugendlichen und absehbar längerer Behandlungsdauer ist die chirurgische Anlage einer arterio-venösen Fistel (sogenannter Cimino-Shunt bzw. Cimino-Brescia-Fistel) – meist am Unterarm – sinnvoller, welche zur jeweiligen Dialyse mit grosslumigen Dialyseudeln punktiert wird. Der Vorteil dieser Fisteln ist das seltenere Auftreten von Komplikationen wie Infektionen und Thrombosen.

Peritonealdialyse

Bei der Peritonealdialyse wirkt das Peritoneum als semipermeable Membran (siehe Abbildung 2). Hierzu wird die Dialyselösung in Zyklen in den Peritonealraum eingeleitet. Diese Flüssigkeit enthält Glucose um einen osmotischen Gradienten aufzubauen, sowie Elektrolyte und Puffersubstanzen. Die jeweiligen Dialysezyklen dauern in Abhängigkeit von den Charakteris-

tika des Patienten zwischen ca. 45 Minuten und mehreren Stunden.

Zur Durchführung der Peritonealdialyse wird ein sogenannter Tenckhoff-Katheter mit der Spitze in den Douglas-Raum eingelegt (siehe Abbildung 3). Die Dialysekatheter sind meist Monate bis Jahre nutzbar.

Pharmakotherapie während der Dialyse

Die Dialyse kann die Funktion der Nieren nicht vollständig ersetzen. Auch während einer chronischen Dialysebehandlung ist deshalb eine medikamentöse Therapie der Sekundärkomplikationen ähnlich wie bei der chronischen Niereninsuffizienz notwendig: Bei Hyperkaliämie und/oder Hyperphosphatämie ist eine kalium- und phosphatarme Ernährung und gegebenenfalls die zusätzliche Gabe von Phosphatbindern notwendig. Eine antihypertensive Therapie ist bei arterieller Hypertonie und die Substitution von Vitamin D bei sekundärem Hyperparathyreoidismus und/oder Vitamin D-Mangel sinnvoll. Bei renaler Anämie benötigen viele Patienten Erythropoietin und Eisen sowie bei renalem Kleinwuchs eine Wachstumshormonsubstitution. Zudem werden Verluste infolge Dialyse und Niereninsuffizienz beispielsweise durch die Verabreichung von wasserlöslichen Vitaminen und Bikarbonat ausgeglichen.

Nierentransplantation

Die Nierentransplantation ist die am häufigsten durchgeführte solide Organtransplantation. Bei Kindern ist sie normalerweise ab einem Körpergewicht von ca.

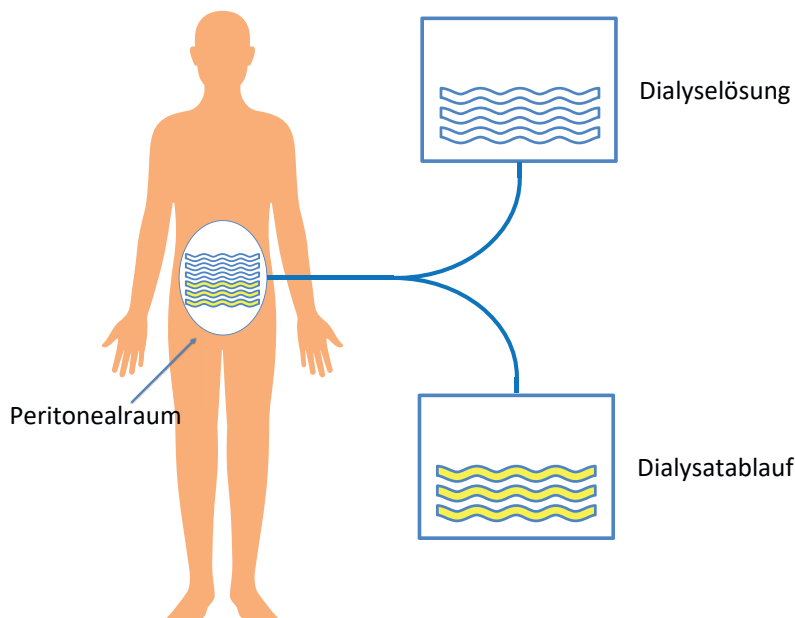


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Peritonealdialyse: In den Peritonealraum wird über ein steriles System und den Tenckhoff-Katheter – entweder via Schwerkraft oder mittels einer automatisierten Peritonealdialysemaschine – Dialyselösung eingeleitet und nach einer festgelegten Zeitspanne wieder entleert.

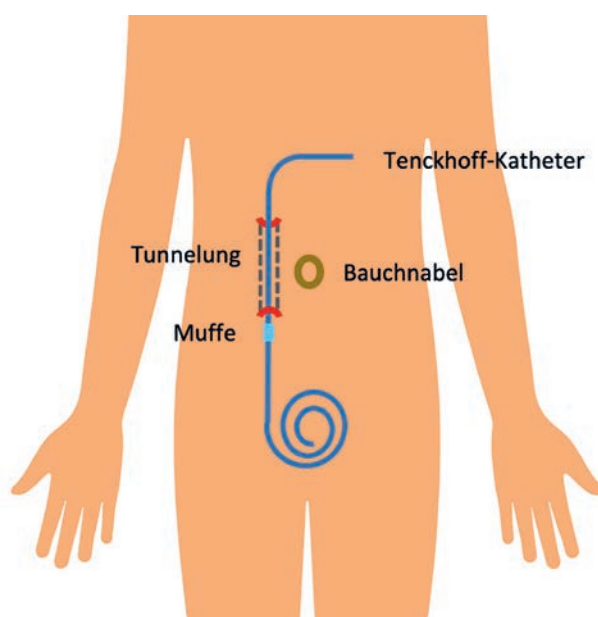


Abbildung 3: Korrekte Lage eines Tenckhoff-Katheters mit einer Muffe.

8-10 kg möglich. Dabei wird meist eine Niere von einem erwachsenen Spender transplantiert.

Die Überlebenszeit einer Transplantatnieren beträgt in der Schweiz im Durchschnitt 15-19 Jahre, wobei Nieren von Lebendspendern meist 1-2 Jahre länger funktionieren. Kürzere aber auch längere Organüberlebensdauern – aktuell bis fast 50 Jahre nach Transplantation – sind jedoch möglich.

Voraussetzungen zur Nierentransplantation

Die Voraussetzung zur Durchführung einer Nierentransplantation ist das chronische nicht reversible

Nierenversagen. Dies wird als Einschränkung der Nierenfunktion im Stadium G5 nach KDIGO 2012 (terminale Niereninsuffizienz) mit einer $eGFR < 15 \text{ ml/min/1.73m}^2$ definiert.¹¹⁾

Organe

Die Nierenspende kann entweder als Verstorbenspende oder bei Verfügbarkeit eines gesunden Spenders als Lebendspende durchgeführt werden. In der Schweiz besteht zusätzlich die Möglichkeit einer altruistischen Lebendspende, hierbei bleibt der Lebendspender anonym und die Empfängerallokation erfolgt durch Swisstransplant.

Warteliste und Zuteilung der Organe

Die Voraussetzung zur Zuteilung eines Organes ist die Aufnahme auf die entsprechende Warteliste. Die Organe werden nach der ABO-Kompatibilität und unter Berücksichtigung «der besonderen Bedürftigkeit von Kindern und Jugendlichen» verteilt. Denn «Jugendliche mit Nierenversagen erleiden durch die Dialyse Wachstums- und Entwicklungshemmungen». ¹²⁾ Zusätzlich zur ABO-Kompatibilität werden im Vergabeverfahren die Major Histocompatibility Complex (MHC)-Eigenschaften von Spender und Empfänger getestet. Durch eine möglichst gute Übereinstimmung kann die Gefahr einer Abstossungsreaktion gesenkt werden.

Vorbereitung zur Nierentransplantation

Die Vorbereitung zur Nierentransplantation nimmt in der Regel mehrere Monate in Anspruch. Bei den umfassenden Vorabklärungen liegt ein besonderes Augenmerk auf der Grunderkrankung, dies um ein allfälliges Risiko eines Rezidivs der Grundkrankheit im Transplantat abschätzen zu können und diesem – wenn möglich – vorzubeugen. Wichtig ist auch den Begleiterkrankungen, die durch eine Transplantation und die danach notwendige Immunsuppression verschlimmert werden könnten (z.B. Tumoren), Beachtung zu schenken. Ebenfalls sollen weitere, zum Beispiel infektiologische Risiken möglichst minimiert werden und es sollte ein vollständiger Impfstatus vorliegen. Ein besonders wichtiger Punkt ist auch die psychologische Beurteilung und Begleitung des Patienten und der Familie.

Im Falle einer Lebendnierenspende erfolgt parallel zur Abklärung des Empfängers auch die Abklärung des Spenders, welcher häufig ein Elternteil ist. Zwingende Voraussetzungen sind die absolute Freiwilligkeit und die emotionale Bindung des Spenders an den Empfänger, zudem muss der Spender volljährig sein. Eine ausführliche medizinische und psychologische Abklärung des Spenders erfolgt durch das Team der Transplantationsmedizin für Erwachsene mit dem Ziel, die Risiken zu minimieren und ein optimales Transplantationsergebnis für Empfänger und Spender zu gewährleisten.

Durchführung der Transplantation

Die Transplantation erfolgt bei einer Lebendnierenspende geplant. Patienten auf der Warteliste werden hingegen bei Verfügbarkeit eines Organes entsprechend kurzfristig einbestellt. Die eigentliche Operation dauert zwischen zwei und drei Stunden. Bei Kleinkindern erfolgt der Zugang meist mittels einer medianen Laparotomie, bei älteren Kindern und Jugendlichen in der Regel über einen bogenförmigen Pararektalschnitt im Unterbauch in der Höhe des Beckenkammes. Das Spenderorgan wird retroperitoneal positioniert und – in Abhängigkeit von der Grösse des Empfängers – entweder mit der A. abdominalis und der V. cava inferior oder den Iliakalgefässen anastomosiert. Ist dieser Schritt erfolgreich abgeschlossen, erfolgt die Reperfusion des Transplantatorganes, die Implantation des Ureters und der Verschluss der Bauchdecke.

Zwei Zeiträume sind im Zusammenhang mit der Organtransplantation besonders wichtig: Die «kalte Ischämiezeit», also die Zeit von der Entnahme des Organes bis zur Einlage in den Situs, und die «warme Ischämiezeit», die darauf folgende Zeitspanne bis zur Reperfusion. Die kalte Ischämiezeit sollte nicht länger als 12 (max. 24) Stunden dauern. Die warme Ischämiezeit beträgt in der Regel ca. 25-40 Minuten.

Transplantationsnachsorge

Postoperativ erfolgt eine meist kurze intensivmedizinische Überwachung von 24-72 Stunden. Der stationäre Aufenthalt dauert zwischen zwei und fünf Wochen.

Direkte *postoperative Risiken* sind eine Blutung, Thrombosen, die Minderperfusion des Organes und insbesondere die Transplantatabstossung.

Es werden verschiedene Abstossungsformen unterschieden: Die *hyperakute Abstossung* durch präformierte zytotoxische ABO- und/oder HLA-Antikörper, welche innerhalb von Minuten oder Stunden auftritt und zum raschen Organverlust führen kann. Glücklicherweise ist sie aufgrund der entsprechenden immunologischen Vorbereitung sehr selten. Die *akute Abstossung*, welche innerhalb von Tagen bis Wochen auftritt. Dabei handelt es sich um eine Infiltration des Organes durch zytotoxische T-Lymphozyten oder um eine vaskuläre Abstossung bei der die Epithelzellen durch neu synthetisierte IgG-Antikörper geschädigt werden. Im Langzeitverlauf kann eine *chronische Abstossung* auftreten. Diese führt über eine Transplantatvaskulopathie zu einer zunehmenden Fibrosierung und damit zu einem Funktionsverlust der Transplantatniere. Die Diagnostik und Therapie einer Abstossung bestehen aus der Transplantatnierenbiopsie und einer intensivierten immunsuppressiven Therapie.

Wichtige Punkte in der stationären postoperativen Phase sind die Einstellung der Immunsuppression, die Kontrolle des Flüssigkeitshaushaltes, aber auch die Schulung der Eltern und der älteren Kinder bezüglich der Verhaltensmassnahmen, der Medikamenteneinnahme, der Vorsorge und auch der Integration in den «normalen» Alltag.

Im Langzeitverlauf werden die Patienten in regelmässigen Abständen (in der Regel 1-6 Wochen) ambulant nachbetreut.

Pharmakotherapie nach Nierentransplantation Immunsuppressive Therapie

Das Ziel der meist lebenslang einzunehmenden immunsuppressiven Therapie ist es, eine Abstossungsreaktion zu verhindern und dadurch ein langfristiges Transplantatüberleben zu gewährleisten. Um Wirkungen zu potenzieren und Nebenwirkungen zu minimieren wird bei der Nierentransplantation eine Kombination aus drei oder vier Immunsuppressiva eingesetzt. Steroide bilden in den ersten Tagen bis Monaten die Basis. In gewissen Situationen wird zur Prävention einer Abstossung eine Induktionstherapie durch Anti-

Fortbildung

körper eingesetzt: meist Basiliximab gegen den Interleukin-2-Rezeptor (CD25).

Dazu kommt bei Kindern/Jugendlichen meist eine Kombination bestehend aus einem Calcineurininhibitor (Tacrolimus oder Cyclosporin A) und Mycophenolatmofetil (MMF).

Calcineurininhibitoren unterbinden in aktivierten T-Zellen die Wirkung von Calcineurin, welches durch eine Dephosphorylierung von NF-AT (nuclear factor activating T-Cell) dessen Wirkung im Zellkern unterdrückt, die wiederum im Normalfall zur Ausschüttung von Interleukinen und Interferonen führen würde. Bei MMF handelt es sich um einen selektiven, nicht-kompetitiven und reversiblen Hemmer der Inosinmonophosphat-Dehydrogenase (IMPDH). Durch die Purinsynthesehemmung kommt es zu einer zytostatischen Wirkung vor allem auf T- und B-Zellen.

Langfristig benötigen die meisten Patienten eine Kombination aus einem Calcineurininhibitor und MMF. Schwierig, aber sehr wichtig ist deren regelmässige Einnahme in einem Abstand von 12 Stunden sowie die Kontrolle der Medikamentenspiegel im Plasma, um die individuelle Dosis festlegen zu können. Eine fehlende oder unregelmässige Einnahme der Immunsuppressiva kann zu einer Aktivierung des Immunsystems und damit zu einer Abstoßungsreaktion oder sogar zum Verlust des Transplantates führen.

Zusätzliche Medikation

Neben den Immunsuppressiva benötigen viele Patienten zusätzliche Medikamente, zum Beispiel zur Therapie der Grundkrankheit respektive deren Folgen, oder – bei abnehmender Transplantatfunktion – erneut die medikamentöse Therapie bei chronischer Niereninsuffizienz.

Natürlich treten bei den betroffenen Patienten auch Krankheiten auf, welche nicht im Zusammenhang mit der Transplantation oder der Nierenerkrankung stehen. Sollte eine medikamentöse Therapie notwendig werden, muss auf Interaktionen mit der immunsuppressiven Medikation geachtet werden. Diese betreffen vor allem die Interaktion über das Enzym Cytochrom p450, die zu signifikanten Änderungen der Immunsuppressiva-Spiegel führen kann. (Tabelle 3)

Aber nicht nur Medikamente können problematisch sein. Wichtig zu wissen ist auch, dass eine Diarrhoe paradoxerweise zu einem Anstieg der Plasmaspiegel der Immunsuppressiva bis hin in den toxischen Bereich führen kann.

Impfungen

Grundsätzlich sollten Impfungen vor Transplantation möglichst vollständig erfolgen. Nach der Transplantation sind Totimpfungen erlaubt, es kann aber durch die Immunsuppression zu einer geringeren Impfantwort kommen.

Derzeit gelten Lebendimpfungen noch als kontraindiziert. Es gibt aber erste Studien, in denen Lebendimpfungen mit ausreichendem Abstand zur Transplantation und bei Patienten mit stabiler Nierenfunktion sowie eher niedriger Immunsuppressiva-Dosis erfolgreich durchgeführt wurden.^{13), 14)}

Fazit und Ausblick

Apparative Nierenersatzverfahren und Transplantationen zählen im Kindes- und Jugendalter mittlerweile zur Standardtherapie. Sie erfolgen aber gerade bei sehr kleinen Patienten trotzdem oft am Rande der Möglichkeiten der modernen Medizin. Rein technische Limitationen wie Gefässgrößen oder operative Machbarkeit, aber auch eine schwierige Kreislauflage können eine Dialysebehandlung unmöglich machen.

Ziel jeglicher Behandlung ist es, den Patienten und deren Familien ein möglichst «normales» Leben zu ermöglichen. Dennoch bleiben Patienten mit einer chronischen Nierenerkrankung auch nach Transplantation auf eine medizinische Betreuung angewiesen. Insbesondere Jugendliche und junge Erwachsene haben vor diesem Hintergrund oft Probleme, «ihren Platz», sowohl beruflich als auch privat, zu finden und die notwendige Disziplin für die Therapien aufzubringen. Nicht selten sind Compliance- bzw. Adhärenz-Probleme, v.a. hinsichtlich der Medikamenteneinnahme und der Therapiemassnahmen. Gerade deshalb ist die strukturierte Überleitung (Transition) dieser Patienten in die Erwachsenenmedizin ein besonders wichtiger Aspekt. Hierfür wurden in den letzten Jahren strukturierte Transitionsprogramme entwickelt. Ziel dieser Programme ist es, neben den Kenntnissen des jungen Erwachsenen über seine Grundkrankheit und die ggf. erfolgte Nierentransplantation, ein besseres

Zusätzliche Medikamente nach Nierentransplantation		
Substanzgruppe	Indiziert	Kontraindiziert
Analgetika, Antipyretica	Paracetamol Reserve: Novalgine	Diclofenac, Ibuprofen, Aspirin
Antibiotika	Cephalosporine, Penicilline, Co-Trimoxazol	Makrolide (Erythromycin, Clarithromycin)
Andere	–	nur nach Rücksprache

Tabelle 3: listet beispielhaft Medikamente auf, die in Kombination mit Immunsuppressiva problematisch sind.

und längeres Transplantatüberleben zu erreichen. Insgesamt rechtfertigen die Erfolge dieser Programme deren Aufwand.¹⁵⁾

Literatur

- 1) Jahresbericht <https://www.swisstransplant.org/de/swisstransplant/publikationen/jahresberichte/2019>
- 2) Falger J, Landolt MA, Latal B, Ruth EM, Neuhaus TJ, Laube GF. Outcome after renal transplantation. Part II: quality of life and psychosocial adjustment. *Pediatr Nephrol.* 2008;23(8):1347-54.
- 3) Guzzo I, de Galasso L, Mir S, Bulut IK, Jankauskiene A, Burokiene V, et al. Acute dialysis in children: results of a European survey. *J Nephrol.* 2019;32(3):445-51.
- 4) Pediatric Dialysis: Warady, Schaefer, Alexander; 2012.
- 5) Nierenerkrankungen im Kindes- und Jugendalter: Dötsch/Weber; 2015.
- 6) Büscher R, Lehnhardt A. Nierenersatztherapie im Kindesalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde.* 2013;161(11):995-1003.
- 7) Rees L, Schaefer F, Schmitt CP, Shroff R, Warady BA. Chronic dialysis in children and adolescents: challenges and outcomes. *Lancet Child Adolesc Health.* 2017;1(1):68-77.
- 8) Chand DH, Swartz S, Tuchman S, Valentini RP, Somers MJ. Dialysis in Children and Adolescents: The Pediatric Nephrology Perspective. *Am J Kidney Dis.* 2017;69(2):278-86.
- 9) Vidal E, van Stralen KJ, Chesnaye NC, Bonthuis M, Holmberg C, Zurowska A, et al. Infants Requiring Maintenance Dialysis: Outcomes of Hemodialysis and Peritoneal Dialysis. *Am J Kidney Dis.* 2017;69(5):617-25.
- 10) Grewal MK, Mehta A, Chakraborty R, Raina R. Nocturnal home hemodialysis in children: Advantages, implementation, and barriers. *Semin Dial.* 2020;33(2):109-19.
- 11) KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplements.* 2013;3(1).
- 12) Verordnung des EDI über die Zuteilung von Organen zur Transplantation <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20062074/index.html>
- 13) Suresh S, Upton J, Green M, Pham-Huy A, Posfay-Barbe KM, Michaels MG, et al. Live vaccines after pediatric solid organ transplant: Proceedings of a consensus meeting, 2018. *Pediatr Transplant.* 2019;23(7):e13571.
- 14) Bakkaloglu SA, Ozdemir Atikel Y, Paglialonga F, Stefanidis CJ, Askiti V, Vidal E, et al. Vaccination Practices in Pediatric Dialysis Patients Across Europe. A European Pediatric Dialysis Working Group and European Society for Pediatric Nephrology Dialysis Working Group Study. *Nephron.* 2018;138(4):280-6.
- 15) Weitz M, Heeringa S, Neuhaus TJ, Fehr T, Laube GF. Standardized multilevel transition program: Does it affect renal transplant outcome? *Pediatr Transplant.* 2015;19(7):691-7.

Autoren

Dr. med. Markus Feldkötter, Abteilung Pädiatrische Nephrologie, Universitäts-Kinderspital Zürich – Eleonorenstiftung

Dr. med. Kathrin Buder, Abteilung Pädiatrische Nephrologie, Universitäts-Kinderspital Zürich – Eleonorenstiftung

Die Autoren haben keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.