

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Epidemiologie und prognostische Relevanz des akuten Nierenversagens | 1 |
| | <i>Detlef Kindgen-Milles</i> | |
| 1.1 | Definition des ANV – 1 | |
| 1.2 | Inzidenz des ANV – 3 | |
| 1.2.1 | Inzidenz des ANV in der Bevölkerung – 3 | |
| 1.2.2 | Inzidenz des ANV im Krankenhaus und auf Intensivstationen – 3 | |
| 1.3 | Risikofaktoren für die Entstehung eines ANV – 4 | |
| 1.4 | ANV und Letalität – 5 | |
| 1.5 | Langzeitprognose und Wiedererlangung der Nierenfunktion nach einem ANV – 7 | |
| 1.6 | Mechanismen der Reparatur nach einem ANV – 9 | |
| 1.7 | ANV und Kosten – 10 | |
| 1.8 | Ausblick – 11 | |
| 2 | Pathophysiologie und Differenzialdiagnose des akuten Nierenversagens bei Intensivpatienten | 15 |
| | <i>Dietrich Hasper</i> | |
| 2.1 | Einleitung – 15 | |
| 2.2 | Diagnose des ANV – 15 | |
| 2.3 | Differenzialdiagnose – 16 | |
| 2.3.1 | Sonographie der Nieren – 16 | |
| 2.3.2 | Einschätzung des Flüssigkeitshaushaltes – 16 | |
| 2.3.3 | Urinstreifentest – 17 | |
| 2.3.4 | Identifikation nephrotoxischer Substanzen – 17 | |
| 2.3.5 | Nephrologisches Konsil – 17 | |
| 2.4 | Spezifische Ursachen des ANV – 18 | |
| 2.4.1 | Septisches Multiorganversagen – 18 | |
| 2.4.2 | Kontrastmittelinduziertes Nierenversagen – 19 | |
| 2.4.3 | Rapid-progressive Glomerulonephritis – 19 | |
| 2.4.4 | Rhabdomyolyse – 20 | |
| 2.4.5 | Atheroembolisches Nierenversagen – 20 | |
| 3 | Prävention und konservative Therapie des akuten Nierenversagens | 23 |
| | <i>Michael Oppert</i> | |
| 3.1 | Prävention – 23 | |
| 3.1.1 | Kontrastmittelnephropathie – 23 | |
| 3.1.2 | Rhabdomyolyse – 24 | |
| 3.2 | Pharmakotherapie des etablierten ANV – 24 | |
| 3.2.1 | Volumentherapie – 24 | |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2.2 | Dopamin, Fenoldapam, Noradrenalin – 25 | |
| 3.2.3 | Schleifendiuretika – 25 | |
| 3.2.4 | Wachstumshormone – 26 | |
| 3.3 | Behandlung von Komplikationen des ANV – 26 | |
| 3.3.1 | Elektrolyte – 26 | |
| 3.3.2 | Überwässerung – 27 | |
| 3.3.3 | Azidose – 27 | |
| 4 | Renale Indikation und Differenzialindikation der Nierenersatztherapie | 31 |
| | <i>Stefan John</i> | |
| 4.1 | Einleitung – 31 | |
| 4.2 | Wann beginnen? – 31 | |
| 4.2.1 | Klassische Indikationen zum Nierenersatz – 31 | |
| 4.2.2 | Früh oder spät? – 32 | |
| 4.3 | Welches Verfahren? – 35 | |
| 4.3.1 | Hämodynamische Toleranz verschiedener Verfahren – 37 | |
| 4.3.2 | Differenzialindikation der Nierenersatztherapie – 38 | |
| 4.3.3 | Intermittierende vs. kontinuierliche Verfahren – Outcome – 42 | |
| 4.3.4 | Hybridverfahren – 43 | |
| 5 | Intermittierende Nierenersatztherapie: Hämodialyse | 49 |
| | <i>Andreas Kahl</i> | |
| 5.1 | Einleitung – 49 | |
| 5.2 | Was sind die Prinzipien der Hämodialyse? – 49 | |
| 5.3 | Was wird benötigt, um eine intermittierende Hämodialysetherapie durchführen zu können? – 51 | |
| 5.4 | Besonderheiten der IHD auf der Intensivstation – 55 | |
| 5.5 | Adäquate Behandlung und Vergleich intermittierende vs. kontinuierliche Nierenersatztherapie beim ANV – 60 | |
| 6 | Kontinuierliche Nierenersatzverfahren | 65 |
| | <i>Horst P. Kierdorf</i> | |
| 6.1 | Einleitung – 65 | |
| 6.2 | Entwicklung der kontinuierlichen Nierenersatztherapie – 65 | |
| 6.2.1 | Arterio-venöse Hämodfiltration – 65 | |
| 6.2.2 | Pumpenunterstützte extrakorporale Eliminationsverfahren – 66 | |
| 6.3 | Extrakorporaler Kreislauf – 67 | |
| 6.3.1 | Vorbereitung – 67 | |
| 6.3.2 | Prä- und Postdilution bei den kontinuierlichen Verfahren – 67 | |
| 6.3.3 | Antikoagulation – 68 | |
| 6.3.4 | Stoffelimination – 68 | |
| 6.3.5 | Elimination von Mediatoren – 69 | |
| 6.4 | Problembereiche der kontinuierlichen Nierenersatztherapie – 70 | |
| 6.4.1 | Gefäßanschlüsse – 70 | |
| 6.4.2 | Substitutionslösungen – 70 | |
| 6.5 | Etablierung der Dosierung – 71 | |
| 6.6 | Mögliche klinische Vorteile der kontinuierlichen Therapieverfahren – 74 | |
| 6.6.1 | Hämodynamik – 74 | |

| | | |
|--------|--|-----|
| 6.6.2 | Konstanter Elektrolyt- und Flüssigkeitshaushalt – 75 | |
| 6.6.3 | Unbegrenzte Flüssigkeitszufuhr und -elimination – 76 | |
| 6.7 | Einfluss der kontinuierlichen Nierenersatztherapie auf die Letalität – 76 | |
| 7 | Quasi kontinuierliche Verfahren: Extended Dialysis/Kolff-Dialyse | 81 |
| | <i>Jan T. Kielstein</i> | |
| 7.1 | Einleitung – 81 | |
| 7.2 | Extended daily dialysis – eine neue Variante der Kolff-Dialyse – 81 | |
| 7.3 | Klinische Studien zur Kolff-Dialyse – 82 | |
| 7.4 | Behandlung von Intoxikationen und Dosierung von Antibiotika – 83 | |
| 7.5 | Das GENIUS-System – 85 | |
| 7.6 | Ökonomische Erwägungen – 86 | |
| 7.7 | Mortalität und Kolff-Dialyse – 87 | |
| 7.8 | Kolff-Dialyse – eine Chance zur Integration von Nephrologie und Intensivmedizin – 87 | |
| 8 | Vaskulärer Zugang für die Nierenersatztherapie | 91 |
| | <i>Ralf Schindler</i> | |
| 8.1 | Grundlagen – 91 | |
| 8.1.1 | Kathetermaterialien und -typen – 91 | |
| 8.1.2 | Nicht-getunnelte Katheter vs. getunnelte Katheter – 91 | |
| 8.1.3 | Implantationsorte, Voruntersuchungen – 92 | |
| 8.1.4 | Implantationstechniken – 92 | |
| 8.2 | Katheterinfekte – 93 | |
| 8.2.1 | Prophylaxe von Katheterinfekten – 93 | |
| 8.2.2 | Lock-Lösungen – 94 | |
| 8.2.3 | Therapie der manifesten Katheterinfekte – 94 | |
| 8.3 | Portsysteme zur Dialyse – 95 | |
| 8.4 | AV-Fisteln und Prothesenshunts – 95 | |
| 9 | Extrakorporale Nierenersatztherapie: Optionen für die Antikoagulation | 97 |
| | <i>Achim Jörres</i> | |
| 9.1 | Einleitung – 97 | |
| 9.2 | Optionen für die Antikoagulation – 98 | |
| 9.2.1 | Antikoagulanzenfreie Nierenersatztherapie – 98 | |
| 9.2.2 | Unfraktioniertes Heparin – 98 | |
| 9.2.3 | Niedermolekulare Heparine – 100 | |
| 9.2.4 | Heparinoide – 101 | |
| 9.2.5 | Prostanoide – 102 | |
| 9.2.6 | Direkte Thrombininhibitoren – 102 | |
| 9.2.7 | Regionale Citratantikoagulation – 103 | |
| 10 | Stoffwechsel und Ernährung bei Patienten mit akutem Nierenversagen | 107 |
| | <i>Wilfred Druml</i> | |
| 10.1 | Einleitung – 107 | |
| 10.2 | Metabolische Veränderungen und Nährstoffbedarf bei einem ANV – 107 | |
| 10.2.1 | Energiestoffwechsel und Energiebedarf bei Patienten mit einem ANV – 108 | |

| | |
|--------|--|
| 10.2.2 | Kohlenhydratstoffwechsel – 109 |
| 10.2.3 | Fettstoffwechsel – 109 |
| 10.2.4 | Protein- und Aminosäurenstoffwechsel – 109 |
| 10.2.5 | Aminosäuren- und Proteinbedarf – 110 |
| 10.2.6 | Vitamine und Spurenelemente – 110 |
| 10.2.7 | Elektrolyte – 110 |
| 10.3 | Metabolische Auswirkungen der Nierenersatztherapie – 111 |
| 10.4 | Substratbedarf im ANV – 112 |
| 10.5 | Ernährungstherapie bei Patienten mit einem ANV – 112 |
| 10.6 | Nahrungszufuhr – 113 |
| 10.6.1 | Enterale Ernährung – 113 |
| 10.6.2 | Enterale Diäten – 113 |
| 10.6.3 | Parenterale Ernährung – 114 |
| 10.6.4 | Komponenten der parenteralen Nährlösung – 114 |
| 10.7 | Komplikationen und Überwachung der Ernährungstherapie bei ANV – 116 |
| 11 | Medikamentendosierung bei akutem Nierenversagen und Nierenersatztherapie 119 |
| | <i>Frieder Keller</i> |
| 11.1 | Einleitung – 119 |
| 11.2 | Maß der Nierenfunktion – 119 |
| 11.3 | Kontinuierliche Hämodialfiltration – 120 |
| 11.4 | Pharmakokinetik bei Niereninsuffizienz – 121 |
| 11.5 | Kumulationskinetik – 122 |
| 11.6 | Dosisanpassung – 122 |
| 11.7 | Intermittierende Hämodialyse – 124 |
| 11.8 | Pharmakodynamik – 125 |
| 11.9 | Plasmabindung – 128 |
| 11.10 | Dosierungstabelle – 128 |
| 12 | Fragen und Probleme bei Patienten mit akutem Nierenversagen im intensivmedizinischen Alltag 139 |
| | <i>Torsten Slowinski, Michael Schneider, Harm Peters</i> |
| 12.1 | Einleitung – 139 |
| 12.2 | Wer, wie und wie lange soll dialysiert werden? – 139 |
| 12.3 | Praktisches Vorgehen zur Frage „Wann?“ – 140 |
| 12.4 | Praktisches Vorgehen zur Frage „Wie?“ – 142 |
| 12.5 | Praktisches Vorgehen zur Frage „Wann wechseln?“ – 143 |
| 12.6 | Praktisches Vorgehen zur Frage „Wann beenden?“ – 144 |
| 12.7 | Blutdruckabfall bzw. Hypotonie bei Anschluss/unter Volumenentzug – 144 |
| 12.7.1 | Pathophysiologie der hämodialyseinduzierten Hypotension – 144 |
| 12.7.2 | Hämodynamische Unterschiede der Hämodialyse, Hämodialfiltration und kontinuierlichen Nierenersatzverfahren – 145 |
| 12.7.3 | Prävention von Blutdruckabfällen – 145 |
| 12.7.4 | Therapie – 146 |
| 12.8 | Thrombozytopenie und Thrombozytenabfall unter RRT – 146 |
| 12.9 | Clotting-Probleme trotz adäquater Antikoagulation – 147 |
| 12.9.1 | Virchow-Trias – 147 |

| | | |
|-----------------------------------|--|------------|
| 12.9.2 | Standardantikoagulation mit Heparin – 147 | |
| 12.9.3 | Wahl des Dialysefilters – 148 | |
| 12.9.4 | Heparin-induzierte Thrombozytopenie – 148 | |
| 12.9.5 | Zunehmende Anwendung der Citratantikoagulation – 148 | |
| 12.9.6 | Probleme der Citratantikoagulation bei Leberinsuffizienz – 149 | |
| 12.9.7 | Metabolische Azidose mit erweiterter Anionenlücke – 149 | |
| 12.9.8 | Kumulation von Calciumcitratkomplexen – 150 | |
| 12.10 | Hypophosphatämie unter Nierenersatztherapie auf Intensivstationen – 151 | |
| 12.10.1 | Endogener Phosphatstoffwechsel – 152 | |
| 12.10.2 | Klinische Auswirkungen – 152 | |
| 12.10.3 | Therapeutisches Vorgehen – 152 | |
| 13 | Extrarenale Indikationen für Nierenersatzverfahren | 155 |
| | <i>Jörg C. Schefold</i> | |
| 13.1 | Einleitung – 155 | |
| 13.2 | Nierenersatzverfahren in der Therapie der Sepsis – 155 | |
| 13.2.1 | Immunpathophysiologie der Sepsis – 155 | |
| 13.2.2 | Therapieansätze von extrakorporalen Verfahren in der Sepsis – 156 | |
| 13.2.3 | Kontinuierliche Nierenersatzverfahren in der Sepsis – 157 | |
| 13.2.4 | Hoch-Volumen-Hämofiltration – 158 | |
| 13.2.5 | Kontinuierliche High-flux-Dialyse – 159 | |
| 13.2.6 | Adsorption: Hämoperfusion und Plasmapherese – 159 | |
| 13.2.7 | Hämoperfusion/ Plasmapherese – 159 | |
| 13.2.8 | Plasmafiltrationsgekoppelte Adsorption – 160 | |
| 13.2.9 | Plasmaseparation – 160 | |
| 13.3 | Nierenersatzverfahren in der Prävention der kontrastmittelinduzierten Nephropathie – 161 | |
| 13.4 | Nierenersatzverfahren in der Therapie von Intoxikationen – 162 | |
| 14 | Extrakorporale Leberunterstützungsverfahren | 167 |
| | <i>Igor Maximilian Sauer</i> | |
| 14.1 | Einleitung – 167 | |
| 14.2 | Artifizielle Leberunterstützungssysteme – 168 | |
| 14.2.1 | Albumindialyse – 168 | |
| 14.2.2 | Prometheus – 171 | |
| 14.3 | Bioartifizielle und biologische Leberunterstützungskonzepte – 172 | |
| 14.3.1 | Extracorporeal Liver Assist Device – 173 | |
| 14.3.2 | HepatAssist System – 174 | |
| 14.3.3 | Academisch Medisch Centrum Bioartificial Liver – 175 | |
| 14.3.4 | CellModule Bioreaktorsystem und Modular Extracorporeal Liver Support – 176 | |
| 14.4 | Grenzen derzeitiger bioartifizieller Konzepte – 178 | |
| Stichwortverzeichnis | | 181 |