

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Indikationen zur Nierenersatz-</b>				
	<b>therapie</b> .....	<b>1</b>	2.4.3	Calcium .....	42
1.1	Einschätzung des Nierenversagens:		2.4.4	Magnesium .....	42
	akut oder chronisch? .....	2	2.4.5	Chlorid .....	42
1.1.1	Diagnostische Indizes im Urin		2.4.6	Glukose .....	42
	(Unterscheidung prärenal/renal) .....	2	2.4.7	Puffersubstanzen .....	43
1.1.2	Harnsediment .....	2	2.4.8	Substitutionslösungen für	
1.2	Akutes Nierenversagen (ANV) .....	2		Hämofiltration und Hämodiafiltration ....	44
1.2.1	Beurteilung der frühen Nierenfunktions-		2.4.9	Wasseraufbereitung für die Dialyse .....	44
	einschränkung .....	2	2.5	Extrakorporaler Blutkreislauf .....	50
1.2.2	Ursachen .....	6	2.5.1	Material des Schlauchsystems .....	51
1.2.3	Indikationen zur Nierenersatztherapie		2.5.2	Blutpumpen .....	52
	bei akutem Nierenversagen .....	7	2.5.3	Druckverhältnisse im extrakorporalen	
1.3	Chronische Niereninsuffizienz .....	8		Kreislauf .....	52
1.3.1	Der Patient mit chronischer Niereninsuffi-		2.6	Dialysatkreislauf .....	53
	zienz vor der Nierenersatztherapie .....	8	2.6.1	Dialysatfluss .....	53
1.3.2	Vorbereitung zur Nierenersatztherapie ...	14	2.6.2	Dialysatproduktion .....	53
1.3.3	Indikationen zur Einleitung der		2.6.3	Erwärmung des Dialysats .....	54
	Nierenersatztherapie bei chronischer		2.6.4	Dialysatentgasung .....	54
	Niereninsuffizienz .....	17	2.7	Überwachung der Dialysebehandlung ...	54
	Internet-Links .....	21	2.7.1	Überwachung im extrakorporalen	
	Literatur .....	21		Blutkreislauf .....	54
<b>2</b>	<b>Hämodialyse – technische</b>		2.7.2	Überwachung der Dialysatherstellung ...	57
	<b>Komponenten</b> .....	<b>25</b>	2.8	Single-needle-Dialyse .....	62
2.1	Nierenfunktion als Vorbild der Dialyse ....	26	2.8.1	Einpumpenprinzip (Klick-Klack-System) ...	62
2.2	Transportprozesse bei Hämodialyse .....	27	2.8.2	Doppelpumpenbetrieb .....	63
2.2.1	(Ultra)-Filtration und konvektiver		2.9	Hämodiafiltration (HDF) .....	65
	Transport .....	27		Internet-Links .....	67
2.2.2	Diffusion .....	27		Literatur .....	67
2.2.3	Osmose .....	27	<b>3</b>	<b>Gefäßzugang zur Hämodialyse (HD) ...</b>	<b>69</b>
2.2.4	Adsorption .....	28	3.1	Shaldon-Katheter als temporärer	
2.3	Dialysator/Hämofilter .....	28		Dialyse-Gefäßzugang .....	70
2.3.1	Aufbau der Dialysatoren .....	28	3.1.1	Zugänge für Shaldon-Katheter .....	71
2.3.2	Dialysemembran .....	30	3.1.2	Technik der Shaldon-Katheteranlage ....	72
2.3.3	Biokompatibilität von Hämodialyse-		3.2	Getunnelte Dialysekatheter .....	74
	membranen .....	31	3.2.1	Aufbau .....	74
2.3.4	Komplikationen der AN69-Membranen ..	32	3.2.2	Implantation .....	74
2.3.5	Leistungskriterien der Dialysatoren .....	33	3.3	Chronische Komplikationen der	
2.3.6	High-flux- und Low-flux-Dialysatoren ....	37		Dialysekatheter .....	76
2.3.7	Weiterentwicklung der Dialysatoren ....	37	3.3.1	Septikämien .....	76
2.4	Dialysat .....	40	3.3.2	Katheterdysfunktion durch	
2.4.1	Natrium .....	41		Thrombosen .....	78
2.4.2	Kalium .....	42	3.3.3	Rezirkulation .....	80
			3.4	Arteriovenöse Zugänge .....	80

3.4.1	Operationsplanung und präoperative Untersuchungen .....	80	5.2.2	Harnstoffkinetik als Maß für die Dialysedosis .....	117
3.4.2	Native arteriovenöse Fisteln .....	82	5.2.3	Dialysequalität und Ernährungsstatus ...	122
3.4.3	Prothesenshunts .....	83	5.2.4	PCR (»protein catabolic rate«) = PNA (»protein equivalent of total nitrogen appearance«) .....	122
3.5	Komplikationen des Gefäßzugangs .....	84	5.3	Strategien zur Optimierung der Dialysetherapie .....	122
3.5.1	Kardiale Folgen des AV-Shunts .....	84	5.3.1	Optimierung des Blutdrucks und des Sollgewichtes .....	122
3.5.2	Ischämie/Steal-Phänomen .....	84	5.3.2	Optimierung der Dialyse durch Verlängerung der Dialysedauer .....	123
3.5.3	Aneurysma/Pseudoaneurysma .....	85	5.3.3	Nächtliche Dialysebehandlung .....	124
3.5.4	Infektionen .....	86	5.3.4	Heimhämodialyse .....	127
3.5.5	Zentral-venöse Stenosen und Verschlüsse .....	87	5.3.5	Bessere Blutreinigung durch High-flux-Dialyse oder Hämodiafiltration? .....	129
3.5.6	Shuntverschlüsse .....	88		Internet-Links .....	131
3.5.7	Shunt-Stenosen .....	88		Literatur .....	131
3.5.8	Rezirkulation .....	90			
3.6	Monitoring der Shuntfunktionen .....	90	<b>6</b>	<b>Akute Probleme während der Dialysebehandlung .....</b>	<b>133</b>
3.6.1	Apparative Methoden .....	90	6.1	Hämodynamische Instabilität .....	134
3.7	Hinweise zur Shuntpunktion .....	91	6.1.1	Intradialytische Hypertonie .....	134
3.7.1	Vorbereitung .....	91	6.1.2	Intradialytische Hypotonie .....	134
3.7.2	Durchführung .....	91	6.2	Andere häufige Komplikationen .....	137
3.7.3	Entfernung von Dialysekanülen und Kompressionstechnik nach Abschluss der Hämodialysebehandlung .....	93	6.3	Seltenere Komplikationen .....	138
	Literatur .....	94	6.3.1	Dysäquilibriumssyndrom .....	138
<b>4</b>	<b>Antikoagulation .....</b>	<b>95</b>	6.3.2	Kardiale Arrhythmien .....	139
4.1	Standard-Antikoagulation bei chronisch intermittierender Hämodialysebehandlung .....	96	6.3.3	Intrakranielle Blutung .....	139
4.1.1	Heparine .....	96	6.3.4	Luftembolie .....	139
4.1.2	Klinik und Diagnostik der HIT II .....	100	6.3.5	Hämolyse .....	140
4.1.3	HIT-4T-Score .....	102	6.3.6	Obere gastrointestinale Blutung .....	140
4.1.4	Heparingabe nach einer heparin-induzierten Thrombopenie? .....	102	6.3.7	Akutes Abdomen beim Dialysepatienten .....	140
4.1.5	Alternative Antikoagulanzen .....	103	6.3.8	Spontane Kolonperforation .....	141
4.2	Antikoagulation bei Patienten mit erhöhtem Blutungsrisiko .....	107	6.3.9	Darmwandnekrosen durch Kaliumbinder .....	141
4.2.1	Minimalheparinisierung .....	107	6.4	Bewusstlosigkeit und Herz-Kreislauf-Stillstand .....	141
4.2.2	»Heparinfreie« Dialyse .....	107	6.5	Krampfanfall .....	142
4.2.3	Regionale Antikoagulation .....	108		Internet-Links .....	143
	Internet-Links .....	110		Literatur .....	143
	Literatur .....	110	<b>7</b>	<b>Management von Begleiterkrankungen des chronischen Dialysepatienten .....</b>	<b>145</b>
<b>5</b>	<b>Praxis der Dialyseverschreibung .....</b>	<b>113</b>	7.1	Kardiovaskuläres System .....	146
5.1	Die erste Dialysebehandlung .....	114	7.1.1	Arterielle Hypertonie .....	146
5.2	Optimierung der chronischen Dialysebehandlung .....	116			
5.2.1	Überragende Bedeutung der Behandlungsdauer .....	117			

7.1.2	Urämische Perikarditis bei chronischer Niereninsuffizienz .....	147	7.11	Infektionen .....	167
7.1.3	Koronare Herzerkrankung und Herzinsuffizienz .....	148	7.11.1	Allgemeines .....	167
7.2	Blut und blutbildende Organe .....	149	7.11.2	HIV-Infektion .....	169
7.2.1	Renale Anämie .....	149	7.11.3	Infektiöse Hepatitiden .....	169
7.2.2	Gerinnungsstörungen .....	149	7.11.4	Infektionen über den Gefäßzugang .....	170
7.2.3	Erythrozytose, Thrombozytose .....	149	7.11.5	Sonstige Infektionen .....	170
7.3	Säure-Basen-Haushalt, Elektrolyte, Flüssigkeitshaushalt .....	150	7.12	Impfungen .....	171
7.3.1	Metabolische Azidose .....	150	7.12.1	Hepatitis B .....	172
7.3.2	Hyperphosphatämie .....	151	7.12.2	Pneumokokken und Influenza (H1N1) ...	172
7.4	Gastrointestinale Störungen .....	151	7.12.3	Polio, Diphtherie und Tetanus .....	172
7.4.1	Mund- und Rachenraum, Speiseröhre .....	151		Internet-Links .....	173
7.4.2	Magen .....	151		Literatur .....	173
7.4.3	Dünndarm .....	151	<b>8</b>	<b>Peritonealdialyse (PD) .....</b>	<b>175</b>
7.4.4	Dickdarm .....	152	8.1	Historische Entwicklung .....	176
7.4.5	Leber, Galle, Pankreas .....	152	8.2	Prinzip .....	176
7.4.6	Akutes Abdomen beim Dialysepatienten .....	152	8.2.1	Funktionelle Anatomie des Peritoneums .....	176
7.5	Endokrinologische Störungen und Sexualfunktionsstörungen .....	152	8.2.2	Transperitonealer Transport .....	177
7.5.1	Kohlenhydratstoffwechsel und Insulinmetabolismus .....	152	8.2.3	Peritoneale Ultrafiltrations- und Transportkinetik .....	178
7.5.2	Störungen der Sexualfunktion .....	153	8.3	Material zur Durchführung .....	179
7.5.3	Kortisolmetabolismus .....	155	8.3.1	Lösungen (= Peritonealdialysate) .....	179
7.5.4	Hyperlipidämie .....	155	8.3.2	Puffer .....	179
7.5.5	Schilddrüsenfunktion .....	155	8.3.3	Osmotika .....	180
7.6	Dermatologische Veränderungen in der Urämie .....	155	8.3.4	Technik und Systeme .....	181
7.7	Neurologische Probleme .....	156	8.3.5	Peritonealdialysekatheter .....	182
7.7.1	Zentrale neurologische Probleme .....	156	8.4	Peritonealdialyseverfahren der Wahl ....	187
7.7.2	Periphere Polyneuropathie und Mononeuropathien .....	156	8.4.1	CAPD .....	187
7.7.3	Mononeuropathien .....	157	8.4.2	Automatisierte PD=APD .....	188
7.8	Renale Osteopathie .....	159	8.4.3	Kontinuierliche, zyklische Peritonealdialyse (CCPD) .....	189
7.8.1	Symptome .....	159	8.5	Quantifizierung .....	190
7.8.2	Knochenstoffwechsel bei chronischer Niereninsuffizienz .....	159	8.5.1	PET-Test zur Beurteilung von peritonealen Transporteigenschaften ...	190
7.8.3	Einteilung .....	160	8.5.2	Fast-PET .....	191
7.8.4	Diagnostik .....	163	8.5.3	Soluta-Clearance .....	193
7.8.5	Prophylaxe und Therapie .....	164	8.5.4	Natriumelimination .....	194
7.9	Dialyse-assoziierte $\beta_2$ -Amyloidose .....	166	8.5.5	Laborparameter zur Beurteilung des Ernährungszustandes .....	194
7.9.1	Therapie .....	166	8.6	Adäquate Peritonealdialyse und klinische Verschreibung auf Basis von PET und Soluta-Clearance .....	195
7.10	Aluminiumtoxizität .....	167	8.6.1	Kriterien .....	195
7.10.1	Diagnostik .....	167	8.6.2	Einfluss des PET auf die Verordnung des PD-Regimes .....	196
7.10.2	Therapie .....	167	8.7	Patienteneignung .....	197
			8.7.1	Kontraindikationen .....	197

8.7.2	Vorteile der Peritonealdialyse gegenüber der Hämodialyse .....	198	9.10	Hypothermie bei CRRT .....	225
8.7.3	Besondere Patientengruppen und deren Behandlung .....	198		Literatur .....	226
8.8	Komplikationen .....	200	<b>10</b>	<b>Dialyse bei speziellen Patienten-</b>	
8.8.1	Peritonitis .....	200		<b>gruppen/besondere Dialyse-</b>	
8.8.2	Katheterassoziierte Komplikationen .....	207		<b>umstände .....</b>	<b>227</b>
8.9	Besonderheiten bei Diät und Medikation .....	211	10.1	Diabetiker .....	228
8.9.1	Beurteilung des Ernährungszustands ...	211	10.2	Schwangerschaft .....	228
8.9.2	Adäquate Ernährung .....	211	10.3	Hochbetagte Patienten/Terminierung der Dialysebehandlung .....	229
8.9.3	Bedeutung der Kochsalzrestriktion .....	211	10.4	Schmerztherapie .....	229
	Internet-Links .....	212	10.5	Chemotherapie .....	230
	Literatur .....	212	10.6	Dialyse und Kontrastmittel-	
<b>9</b>	<b>Dialyse auf der Intensivstation .....</b>	<b>215</b>		untersuchung .....	231
9.1	Indikationsstellung zur Nieren-		10.6.1	Gadolinium .....	231
	ersatztherapie .....	216		Internet-Links .....	232
9.1.1	Klassische Indikationen .....	216		Literatur .....	232
9.1.2	Erweiterte Indikationen .....	216	<b>11</b>	<b>Medikamente bei Dialyse-</b>	
9.2	Welche Verfahren: kontinuierlich oder intermittierend? .....	217		<b>verfahren .....</b>	<b>233</b>
9.3	Dosierung der Nierenersatztherapie bei Intensivpatienten: Ist mehr besser? .....	217	11.1	Pharmakokinetische Parameter und ihre Veränderung durch Nieren-	
9.4	Kontinuierliche Nierenersatzverfahren (CRRT) .....	218		insuffizienz .....	234
9.4.1	SCUF (»slow continuous ultrafiltration«) und CAVH (»continuous arterio-venous hemofiltration«) .....	218	11.1.1	Medikamentendosierung bei eingeschränkter Nierenfunktion .....	234
9.4.2	Kontinuierliche venovenöse Hämofiltration (CVVH) .....	219	11.1.2	Besonderheiten bestimmter Medikamentengruppen .....	236
9.5	Hybridverfahren zwischen intermittierender Dialysebehandlung und kontinuierlichen Nierenersatz-		11.1.3	Prophylaxe und Therapie von sekundärem Hyperparathyreoidismus und renaler Osteopathie .....	243
	verfahren .....	221	11.1.4	Vitamine .....	247
9.6	Filter und Membranen bei kontinuierlichen Verfahren .....	222	11.2	Therapie der renalen Anämie .....	247
9.7	Substitutionslösungen und Dialysierflüssigkeit .....	222	11.2.1	Erythropoese-stimulierende Faktoren (ESF), Erythropoetine .....	247
9.8	Gefäßzugänge .....	223		Internet-Links .....	255
9.9	Antikoagulation bei CRRT .....	223		Literatur .....	255
9.9.1	Heparin .....	223	<b>12</b>	<b>Vorbereitung zur</b>	
9.9.2	Regionale Antikoagulation mit Heparin .....	224		<b>Nierentransplantation .....</b>	<b>257</b>
9.9.3	Antikoagulationsfreie Durchführung der CRRT .....	224	12.1	Transplantationszeitpunkt .....	258
9.9.4	Regionale Zitratantikoagulation .....	224	12.1.1	Vorteile der präemptiven Transplantation .....	258
9.9.5	Prostazyklin .....	225	12.2	HLA-Matching und Transplantat-	
				überleben .....	258
			12.2.1	Sensibilisierung .....	259
			12.2.2	Serologische Testsysteme .....	260
			12.3	Vorbereitung des Empfängers .....	260
			12.3.1	Aufklärung und Information .....	260

12.3.2	Medizinische Evaluation .....	260	14.2	Welche QM-Systeme gibt es? .....	293
12.3.3	Update-Untersuchungen bei Wartelistenpatienten .....	261	14.3	Qualitätsmanagement in der Dialyse ....	293
12.4	Kriterien für die Zuteilung (= Allokation) von Nierenspenden .....	261	14.3.1	Gesetzliche Bestimmungen .....	293
12.4.1	Gesetzliche Allokationskriterien .....	262	14.3.2	Aufbau eines QM-Handbuchs (QMH) ....	295
12.5	Auswahl von Empfänger und Spender ...	263	14.4	Ausstattung von Dialysezentren .....	297
12.5.1	Eignung von Empfängern .....	263	14.4.1	Technische Ausstattung und ärztliche Qualifikation .....	298
12.5.2	Nierentransplantation bei älteren Patienten .....	265	14.4.2	Organisation .....	298
12.5.3	Nierentransplantation beim Diabetiker ..	265	14.4.3	Räumliche Ausstattung .....	299
12.6	Nierenlebenspende .....	266	14.5	Apparative Ausstattung .....	301
12.6.1	Eignung zur Lebenspende .....	266	14.6	Personelle Ausstattung .....	301
12.6.2	ABO-inkompatible Nierenlebenspende ..	270	14.6.1	Qualifikation des Pflegepersonals .....	301
12.6.3	Psychologische Betreuung bei Nierenlebenspende .....	270	14.6.2	Quantitativer Personalbedarf .....	302
12.6.4	Nichtverwandte Lebendspender .....	270	14.6.3	Ärztliches Personal .....	302
12.6.5	Crossover-Spende .....	271		Internet-Links .....	303
12.7	Immunologische Risikopatienten .....	271		Literatur .....	303
12.8	Transplantationsgesetz und Organisation der Nieren- bzw. Organ- transplantation in Europa .....	273	15	<b>Dosierung wichtiger Pharmaka bei Niereninsuffizienz .....</b>	<b>305</b>
12.8.1	Einwilligungserklärung .....	273	16	<b>FAQ – Antworten kurz &amp; knapp .....</b>	<b>371</b>
	Internet-Links .....	274		<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>375</b>
	Literatur .....	274			
<b>13</b>	<b>Ernährung von Dialysepatienten ....</b>	<b>277</b>			
13.1	Adäquate Ernährung bei Dialysebehandlung .....	278			
13.1.1	Risiko der Malnutrition .....	278			
13.1.2	Energiezufuhr .....	278			
13.1.3	Kalium .....	280			
13.1.4	Calcium .....	281			
13.1.5	Phosphat .....	281			
13.1.6	Kochsalz und Natrium .....	283			
13.1.7	Flüssigkeitszufuhr – Trinkmenge .....	284			
13.1.8	Vitamine .....	285			
13.1.9	Spurenelemente .....	286			
13.2	Kontrolle des Ernährungszustands .....	286			
13.2.1	Behandlung der Malnutrition .....	288			
	Internet-Links .....	288			
	Literatur .....	289			
<b>14</b>	<b>Qualitätsmanagement (QM): Organisation der Dialysepraxis .....</b>	<b>291</b>			
14.1	Worin besteht der Nutzen von Qualitätsmanagement? .....	292			
14.1.1	Gesetzliche Bestimmungen .....	293			