

# **Nephrologie**

Pathophysiologie – Klinik –  
Nierenersatzverfahren

Herausgegeben von  
Ulrich Kuhlmann  
Dieter Walb  
Friedrich C. Luft

unter Mitarbeit von  
Dominik M. Alscher  
Joachim Böhler  
Bernd Krumme  
Christoph Machleidt  
Thomas Mettang

4., vollständig überarbeitete  
und erweiterte Auflage

339 Abbildungen  
224 Tabellen

Georg Thieme Verlag  
Stuttgart · New York

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Diagnostische Maßnahmen bei Nierenerkrankungen und Beurteilung der Nierenfunktion</b> .....	1
D. Walb und B. Krumme	
<b>Labordiagnostik</b> .....	1
Urinuntersuchungen .....	1
Urin-pH und Urinfarbe .....	1
Osmolalität, Refraktionsindex, spezifisches Gewicht .....	1
Mikrobiologische Harnuntersuchung .....	2
Zellkonzentration – quantitative Zellausscheidung (Addis-Count) .....	2
Mikroskopische Untersuchung des Harnsediments .....	3
Proteinurie .....	8
Glukosurie .....	11
Sammelurin .....	11
Immunologische Serumdiagnostik bei Nierenerkrankungen .....	12
Molekulare Diagnostik von Nierenerkrankungen ..	13
<b>Bilanzkonzept und Messung der Nierenfunktion</b> .....	15
Konzept der Bilanz .....	15
Bestimmung der Nierenfunktion .....	16
<b>Ambulantes Blutdruckmonitoring</b> .....	21
<b>Ambulante Diagnostik von schlafbezogenen Atmungsstörungen</b> .....	21
<b>Bildgebende Verfahren</b> .....	22
Intravenöses Pyelogramm .....	22
Kontrastmittel und Nephrotoxizität .....	23
Sonographie und Duplexsonographie .....	24
B-Bild-Sonographie .....	24
Farbkodierte Duplexsonographie .....	24
Digitale Subtraktionsangiographie .....	26
Computertomographie .....	26
Magnetresonanztomographie .....	27
Nuklearmedizinische Untersuchungsmethoden ...	28
<b>Nierenbiopsie</b> .....	29
<b>2 Glomerulopathien</b> .....	34
U. Kuhlmann	
<b>Definition</b> .....	34
<b>Pathogenese</b> .....	34
Immunologisch bedingte Glomerulopathien .....	35
Glomeruläre Immunkomplexdeposition .....	35
Bildung von Antikörpern gegen die $\alpha_3$ -Kette des Typ-IV-Kollagens der glomerulären Basalmembranen (Anti-GBM-Nephritis) .....	36
Mediatoren der glomerulären Schädigung .....	36
Nichtimmunologisch bedingte Glomerulopathien ..	37
<b>Pathologisch-anatomische Begriffe</b> .....	37
<b>Klinische Syndrome bei Glomerulopathien</b> .....	38
Asymptomatische Proteinurie und/oder Hämaturie ..	39
Isolierte milde Proteinurie bei normalem Urinsediment .....	39
Glomeruläre Hämaturie mit oder ohne Proteinurie .....	41
Akutes nephritisches Syndrom .....	47
Infektiöse und postinfektiöse Glomerulonephritiden .....	49
Rasch progrediente Glomerulonephritis (RPGN) ...	52
Goodpasture-Syndrom .....	56
Nephrotisches Syndrom (NS) .....	63
Primäres idiopathisches nephrotisches Syndrom .....	69
Symptomatische Therapie bei Patienten mit nephrotischem Syndrom .....	85
Chronische Glomerulonephritis .....	88
<b>3 Nierenbeteiligung bei Systemerkrankungen</b> .....	96
U. Kuhlmann	
<b>Nierenbeteiligung bei systemischer Vaskulitis</b> .....	96
ANCA-assoziierte systemische Vaskulitiden der kleinen Gefäße mit Glomerulonephritis .....	103
Wegener-Granulomatose .....	103
Mikroskopische Polyangiitis .....	106
Churg-Strauss-Syndrom .....	106
Immunkomplexbedingte systemische Vaskulitiden der kleinen Gefäße mit Nierenbeteiligung .....	111
Purpura Schönlein-Henoch (PSH) .....	112
Nierenbeteiligung bei Kryoglobulinämie .....	113
Vaskulitis der mittelgroßen Arterien .....	114

Polyarteriitis nodosa (PAN) .....	114	Calciumstoffwechselstörungen: gesteigerte Calcitriolbildung in Granulomen und Makrophagen .....	145
<b>Nierenbeteiligung bei systemischem Lupus erythematoses (SLE)</b> .....	116	Granulomatöse interstitielle Nephritis .....	147
Glomerulonephritiden bei SLE .....	117	Glomerulopathien .....	147
Tubulointerstitielle Veränderungen bei SLE .....	126	<b>Fibrilläre Glomerulopathien</b> .....	147
<b>Renale Erkrankungen bei rheumatoider Arthritis (chronischer Polyarthritis)</b> .....	126	Amyloidose .....	148
Renale Folgeerkrankungen der Therapie .....	126	<b>Nierenbeteiligung bei Tumorerkrankungen</b> .....	152
Gold- und Penicillaminnephropathie .....	126	Obstruktion der ableitenden Harnwege .....	152
Analgetikanephropathie, renale Nebenwirkungen nichtsteroidaler Antirheumatika ..	128	Sekundäre Glomerulopathien .....	152
Renale Folgeerkrankungen der rheumatoiden Arthritis .....	129	Therapiebedingte Nephropathien .....	152
<b>Nierenbeteiligung bei progressiver Systemisklerose</b> .....	129	Tumorlysesyndrom .....	152
<b>Renale Erkrankung bei Sjögren-Syndrom</b> .....	131	Strahlennephritis .....	153
<b>Thrombotische Mikroangiopathien: hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS) und thrombotisch-thrombozytopenische Purpura (TTP)</b> .....	132	Nephrotoxische Zytostatika .....	153
<b>Diabetes mellitus und Niere</b> .....	136	Erkrankungen der Nieren bei monoklonalen Gammopathien .....	153
Diabetische Glomerulopathie .....	137	Multiples Myelom .....	153
Harnwegsinfekte, neurogene Blasenentleerungsstörung, Papillennekrosen .....	143	Makroglobulinämie Waldenström – vermehrte Bildung von monoklonalem IgM ..	157
Akutes Nierenversagen nach Gabe von Röntgenkontrastmitteln .....	144	<b>Hepatorenales Syndrom und andere Formen der Nierenbeteiligung bei Lebererkrankungen</b> ..	157
Veränderungen des Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushaltes bei Diabetes mellitus ....	144	Nierenbeteiligung bei Hepatitis-B-(HBV)- und Hepatitis-C-(HCV)-Virusinfektionen .....	158
<b>Nierenbeteiligung bei Sarkoidose</b> .....	145	HBV-Infektion .....	158
		HCV-Infektion .....	158
		Hepatorenales Syndrom (HRS) .....	159
		<b>Hyperurikämische Nephropathie</b> .....	164
		Chronische Gichtnephropathie .....	164
<b>4 Störungen der Wasser- und Natriumbilanz</b> .....	176		
F. C. Luft			
<b>Physiologie und Pathophysiologie</b> .....	176	Syndrom der inadäquaten ADH-Sekretion (SIADH) .....	191
Funktion der Nieren .....	176	Hämodynamische Ursachen der Hyponatriämie (reduziertes effektives arterielles Blutvolumen) .....	192
Tubulusfunktion .....	177	Vorgehen bei Hyponatriämie .....	193
Flüssigkeitsverteilungsräume .....	180	<b>Relatives Wasserdefizit – Hypernatriämie</b> .....	196
Serumosmolalität .....	181	Ätiologie und Pathogenese der Hypernatriämie ...	197
Verteilung der Flüssigkeit zwischen Intravasalraum und Extravasalraum .....	182	Unangemessene Salzzufuhr .....	197
Physiologie der Volumenregulation .....	183	Wasserverluste .....	197
Regulation der Natriumausscheidung .....	183	Vorgehen bei Hypernatriämie .....	198
Gleichgewicht des Volumenhaushalts .....	186	<b>Spezielle klinische Probleme</b> .....	200
Physiologie der Osmoregulation .....	187	Polyurie .....	200
Plasma-(Serum- oder EZV-) Natriumkonzentration .....	187	Osmotische Diurese .....	201
Regulation der Wasserausscheidung .....	188	Wasserdiurese .....	201
Osmoregulation versus Volumenregulation ...	189	Diabetes insipidus .....	201
<b>Wasserüberschuss – Pathophysiologie der Hyponatriämie</b> .....	190	Ödeme .....	203
Ätiologie und Pathogenese der Hyponatriämie ....	191		
<b>5 Störungen des Säure-Basen-Haushaltes</b> .....	213		
F. C. Luft			
<b>Physiologie und Pathophysiologie des Säure-Basen-Haushaltes</b> .....	213	Henderson- und Henderson-Hasselbalch-Formel .....	214
Säuren, Basen, Puffer – Terminologie bei Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes .....	214	Das respiratorische System bei der Regulierung des pH .....	216
Säuren, Basen, Puffer .....	214	Säure-Basen-Haushalt im gesunden Organismus ..	217

Säuren und Basen .....	217	chronischer Störung des Säure-Basen-	
Anionenlücke (anion gap) .....	217	Haushaltes .....	224
Die vier unerlässlichen Blutparameter:		Auslösung und Aufrechterhaltung	
H <sup>+</sup> , pCO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> und Anionenlücke .....	218	einer Störung des Säure-Basen-Haushaltes ...	225
Bilanzgleichgewicht des Säure-Basen-		<b>Metabolische Azidose</b> .....	225
Haushaltes und renale Kontrolle der		Spezifische metabolische Azidosen .....	229
Plasmabicarbonatkonzentration .....	219	Azidosen mit erhöhter Anionenlücke .....	229
Respiratorische und metabolische Störungen		Metabolische Azidose mit normaler AL	
des Säure-Basen-Haushaltes und		(hyperchlorämische metabolische Azidose) ...	234
adaptive Mechanismen .....	223	<b>Metabolische Alkalose</b> .....	239
Einfache Störungen des Säure-Basen-		<b>Respiratorisch bedingte Störungen</b> .....	242
Haushaltes .....	223	Analyse der arteriellen Blutgase .....	242
Gemischte Störungen des Säure-Basen-		Klinisches Beispiel .....	242
Haushaltes .....	224	Respiratorische Azidose und Alkalose .....	244
Anpassungsmechanismen bei akuter und		<b>Gemischte Säure-Basen-Haushaltsstörungen</b> ...	248
<b>6 Hyperkaliämie und Hypokaliämie</b> .....	252		
D. Walb			
<b>Physiologie und Pathophysiologie</b> .....	252	Hyperkaliämie bei externen Bilanzstörungen .	260
Interne Kaliumbilanz		Differenzialdiagnose der Hyperkaliämie .....	260
(Kaliumtransfer zwischen		Hypokaliämie .....	262
Extra- und Intrazellulärraum) .....	252	Hypokaliämie bei internen Bilanzstörungen	
Externe Kaliumbilanz .....	254	(normales Ganzkörperkalium) .....	262
<b>Organmanifestationen und Diagnostik</b> .....	257	Hypokaliämie bei externen Bilanzstörungen	
Hypokaliämie .....	257	(vermindertes Ganzkörperkalium) .....	263
Hyperkaliämie .....	257	Differenzialdiagnose der Hypokaliämie .....	268
Nützliche diagnostische Parameter bei der		<b>Therapie bei Hyperkaliämie und Hypokaliämie</b> .	269
Klassifikation und Therapieüberwachung .....	258	Chronische Hyperkaliämie .....	269
<b>Klinische Syndrome</b> .....	259	Chronische Hypokaliämie .....	269
Hyperkaliämie und Pseudohyperkaliämie .....	259	Notfallsituationen .....	270
Pseudohyperkaliämie .....	259	Akute Hyperkaliämie .....	270
Hyperkaliämie bei internen Bilanzstörungen .	259	Akute Hypokaliämie .....	271
<b>7 Störungen des Mineralhaushaltes und des Vitamin-D-Stoffwechsels</b> .....	274		
D. Walb und D. M. Alscher			
<b>Physiologie und Pathophysiologie</b> .....	274	Hypomagnesiämie .....	292
Parathormon, Calcitonin und „Vitamin“D .....	274	Hyperphosphatämie und Hypophosphatämie .....	293
Parathormon (PTH) .....	274	Hyperphosphatämie .....	293
Calcitonin .....	275	Hypophosphatämie .....	296
Vitamin D .....	276	<b>Therapie</b> .....	298
Calciumhomöostase .....	277	Vitamin-D-Präparate .....	298
Interne Calciumbilanz .....	277	Behandlung der Hyperkalzämie	
Externe Calciumbilanz .....	277	und der Hypokalzämie .....	299
Magnesiumhomöostase .....	278	Hyperkalzämie .....	299
Phosphathomöostase .....	279	Therapiekonzepte bei akuter	
Interne Phosphatbilanz .....	279	und chronischer Hyperkalzämie .....	300
Externe Phosphatbilanz .....	279	Hypokalzämie .....	301
<b>Krankheitsbilder</b> .....	280	Behandlung der Hypermagnesiämie	
Störungen des Vitamin-D-Stoffwechsels .....	280	und der Hypomagnesiämie .....	302
Störungen des Vitamin-D-Stoffwechsels		Hypermagnesiämie .....	302
mit Knochenerkrankungen .....	280	Hypomagnesiämie .....	302
Erkrankungen mit Hyperkalzämie und		Behandlung der Hyperphosphatämie	
Hypokalzämie .....	282	und der Hypophosphatämie .....	302
Hyperkalzämie .....	282	Hyperphosphatämie .....	302
Hypokalzämie .....	288	Hypophosphatämie .....	303
Hypermagnesiämie und Hypomagnesiämie .....	291		
Hypermagnesiämie .....	291		

<b>8 Chronische Niereninsuffizienz</b> .....	306
T. Mettang und U. Kuhlmann	
<b>Definition, Messwerte und Ätiologie</b> .....	306
<b>Pathogenese urämischer Symptome</b> .....	307
<b>Klinik der Niereninsuffizienz</b> .....	310
Allgemeinsymptome .....	310
Hämatologische Veränderungen .....	310
Renale Anämie .....	310
Urämische Blutungsneigung .....	315
Störungen des Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushaltes .....	317
Natriumhaushalt .....	317
Wasserhaushalt .....	317
Hyperkaliämie .....	317
Metastatische Verkalkungen bei Anstieg des Calcium-Phosphat-Produkts im Serum ...	318
Kalziphylaxie (calcific uremic arteriolopathy, CUA) .....	320
Renale metabolische Azidose .....	321
Kardiovaskuläre Erkrankungen .....	322
Herzinsuffizienz .....	322
Koronare Herzkrankheit .....	323
Herzklappenerkrankungen .....	325
Urämische Perikarditis .....	325
Lungenödem .....	328
Renale Hypertonie .....	328
Hypotonie .....	328
Neuromuskuläre Veränderungen .....	328
Urämische Polyneuropathie .....	329
Urämische Enzephalopathie .....	329
Myopathie und Muskelkrämpfe .....	330
Hautveränderungen .....	330
Pruritus .....	330
Melanose und bullöse Hautveränderungen ...	333
Renale Osteopathie .....	333
Gelenkerkrankungen .....	346
Sekundäre Gicht .....	346
Pseudogicht (Chondrokalzinose) .....	347
Gelenkbeschwerden durch Hydroxyapatit-Kristallablagerungen .....	347
Gelenkbeschwerden bei dialyse-assoziiertes Amyloidose .....	347
Gastrointestinale Symptome .....	349
Gestörte Immunkompetenz .....	349
Metabolische und endokrine Veränderungen ...	350
Kohlenhydratstoffwechselstörungen .....	350
Störungen des Lipidstoffwechsels .....	351
Gestörte Sexualfunktion .....	351
<b>Ratschläge zur Abklärung und Betreuung nierensuffizienter Patienten</b> .....	352
Unterscheidung zwischen akuter und chronischer Nephropathie als Ursache der Kreatininerhöhung .....	353
Suche und Behandlung bzw. Ausschaltung zur Niereninsuffizienz führender Grunderkrankungen oder Noxen .....	353
Verlangsamung und Abschwächung der Progression der Niereninsuffizienz .....	354
Prophylaxe und Therapie der im Rahmen der Niereninsuffizienz auftretenden Komplikationen .....	359
Frühzeitige Planung lebenserhaltender Maßnahmen bei Progression der Niereninsuffizienz .....	360
<b>9 Akutes Nierenversagen</b> .....	371
C. Machleidt und D. Walb	
<b>Definition, Häufigkeit und Einteilung</b> .....	371
<b>Ursachen des ANV</b> .....	371
<b>Diagnostik</b> .....	372
<b>Klinik</b> .....	375
Prärenales Nierenversagen (prärenale Azotämie) ..	375
Postrenales Nierenversagen (obstruktive Uropathie)	377
Intrarenales Nierenversagen .....	378
ANV bei Schwangerschaft .....	387
<b>Verlauf und Komplikationen des ANV</b> .....	388
<b>Prophylaxe und Therapie des ANV</b> .....	390
<b>10 Interstitielle Nephropathien</b> .....	395
C. Machleidt und U. Kuhlmann	
<b>Akute interstitielle Nephritis</b> .....	395
Medikamenteninduzierte akute interstitielle Nephritis .....	396
Akute interstitielle Nephritis bei Infektionskrankheiten .....	398
Hantavirusinfektion .....	399
Akute interstitielle Nephritis bei Systemerkrankungen und Malignomen .....	399
Sarkoidose .....	399
Sjögren-Syndrom und systemischer Lupus erythematodes .....	399
Malignome .....	399
Idiopathische akute interstitielle Nephritis .....	399
Akute tubulointerstitielle Nephritis und Uveitisyndrom (TINU-Syndrom) .....	399
<b>Chronisch interstitielle Nephritis</b> .....	400
Analgetikanephropathie .....	401
Nephropathie bei Sichelzellanämie .....	404
Nephropathie durch chinesische Kräuter .....	404
Balkannephropathie .....	405
Hypokalämische Nephropathie .....	405
Lithiumnephropathie .....	405
Bleinenephropathie .....	406
Strahlennephritis .....	406
Idiopathische hypokomplementämische interstitielle Nephritis .....	406

<b>11 Infektionen der Harnwege und der Nieren sowie des Urogenitaltrakts</b> .....	408		
C. Machleidt und D. Walb			
<b>Harnwegsinfektionen</b> .....	408	<b>Sonstige Erkrankungen des Urogenitaltrakts</b> ...	425
<b>Spezielle klinische Situationen und deren Management</b> .....	414	Akutes Urethralesyndrom .....	425
Asymptomatische Bakteriurie .....	414	Prostataerkrankungen .....	425
Akute unkomplizierte Zystitis der jungen Frau .....	414	Akute Prostatitis .....	426
Rezidivierende Harnwegsinfekte der Frau .....	416	Chronische Prostatitis .....	426
Akute unkomplizierte Pyelonephritis der Frau .....	418	Abakterielle Prostatitis .....	427
Akute unkomplizierte Zystitis beim Erwachsenen mit Risikofaktoren .....	420	Prostatodynie .....	427
Komplizierte Harnwegsinfekte .....	420	Interstitielle Zystitis .....	427
HWI des Mannes .....	422	Infizierte Nierenzyste (Zystenniere), intrarenaler und perirenal Abszess .....	427
HWI bei Urolithiasis .....	422	Xanthogranulomatöse Pyelonephritis .....	428
Vesikoureteraler Reflux .....	423	Malakoplakie .....	428
HWI nach Nierentransplantation .....	424	Pilzinfektionen .....	429
Nosokomiale Infektionen .....	424	Urogenitaltuberkulose .....	429
<b>12 Nephrolithiasis und Nephrokalzinose, obstruktive Nephropathie</b> .....	433		
D. Walb			
<b>Nephrolithiasis und Nephrokalzinose</b> .....	433	Cystinsteine .....	445
Allgemeine Pathophysiologie, Klinik und diätetische Maßnahmen .....	433	Therapie .....	446
Pathophysiologie und Therapie spezieller Krankheitsbilder .....	439	Xanthinsteine und Dihydroxyadeninsteine ...	446
Calciumnephrolithiasis .....	439	Nephrolithiasis durch Medikamente .....	446
Harnsäuresteine .....	444	Diagnostik .....	446
Struvitsteine (infiziertes Nierensteinleiden) ..	444	Extra- und intrakorporale Lithotripsie sowie auxiliäre Verfahren .....	448
<b>13 Hypertonie</b> .....	457	<b>Obstruktive Nephropathie</b> .....	450
F. C. Luft			
<b>Primäre oder essenzielle Hypertonie</b> .....	459	Sind weitere Spezialuntersuchungen indiziert? .....	478
<b>Sekundäre Hypertonie</b> .....	464	<b>Therapie</b> .....	478
Monogene Hypertensiesyndrome .....	464	Nichtpharmakologische Maßnahmen .....	479
Baroreflexversagen und neurovaskuläre Kompression .....	466	Pharmakotherapie .....	480
Renale Hypertonien .....	467	Diuretika .....	480
Renal-parenchymatöse Erkrankungen .....	467	Betablocker .....	481
Renovaskuläre Hypertonie .....	468	Calciumantagonisten .....	481
Weitere sekundäre Hypertonieformen .....	474	ACE-Hemmer .....	482
<b>Hypertonieabklärung</b> .....	474	Angiotensin-II-(AT <sub>1</sub> -)Rezeptor-Blocker .....	484
Schrittweises Vorgehen .....	474	Alphablocker .....	484
Liegt eine anamnestic diagnostizierbare sekundäre Hypertonie vor? .....	474	Zentralwirkende Mittel .....	484
Bestehen klinische Anhaltspunkte für eine sekundäre Hypertonie? .....	475	Vasodilatoren .....	484
Deuten einfache Laboruntersuchungen oder die Sonographie der Nieren auf eine sekundäre Hypertonie hin? .....	476	Praktisches Vorgehen bei Einleitung einer antihypertensiven Therapie .....	484
<b>14 Angeborene Nierenerkrankungen</b> .....	494	Hypertoniebehandlung in der Schwangerschaft ...	488
D. M. Alscher und U. Kuhlmann			
<b>Von den Tubuli ausgehende strukturelle Erkrankungen</b> .....	494	<b>Maligne Hypertonie, hypertensive Krise</b> .....	489
Zystische Nierenerkrankungen .....	494	Polyzystische Nierenerkrankung (kongenitale Zystennieren) .....	495
		Markschwammnieren .....	501

Nephronophthisekomplex .....	502	<b>Metabolische Erkrankungen</b> .....	508
Multzystische Transformation der Nieren bei Niereninsuffizienz unterschiedlicher Ätiologie	502	Fabry-Krankheit (Angiokeratoma corporis diffusum)	508
Bardet-Biedl-Syndrom .....	503	Zystinose .....	509
<b>Angeborene Erkrankungen der Glomeruli</b> .....	503	Primäre Hyperoxalurie .....	510
Hereditäre Nephritis (Alport-Syndrom) .....	503	<b>Phakomatosen</b> .....	511
Kongenitale und infantile nephrotische Syndrome	507	Tuberöse Sklerose .....	511
Nagel-Patella-Syndrom (hereditäre Onychoostedysplasie) .....	508	Von-Hippel-Lindau-Erkrankung .....	511
<b>15 Hämodialyse</b> .....	516		
J. Böhler			
<b>Grundlagen der Hämodialyse und Hämofiltration</b>	516	Dialysequalitätskriterien I:	
Physikalische Prinzipien der Nierenersatztherapie:		Harnstoff-Clearance und Kt/V .....	536
Diffusion und Konvektion .....	516	Harnstoffkonzentration im Serum .....	537
Physikalische Prinzipien bei der kontinuierlichen Nierenersatztherapie auf der Intensivstation .....	518	Harnstoff-Clearance der Dialyse .....	537
Extrakorporaler Blutkreislauf und Dialysataufbereitung .....	519	Ernährung als Qualitätsmaßstab .....	541
Der Dialysator .....	521	Dialysequalitätskriterien II:	
Antikoagulation .....	523	Hypertonieeinstellung und Trockengewicht .....	542
Antikoagulation bei intermittierender Dialyse	525	Komplikationen während der intermittierenden Dialysebehandlung .....	542
Antikoagulation bei kontinuierlicher Hämodialyse oder Hämofiltration .....	528	Lebensqualität und Prognose der chronischen Hämodialysepatienten .....	544
Gefäßzugang zur Hämodialyse:		<b>Nierenersatztherapie auf der Intensivstation: kontinuierliche und intermittierende Verfahren</b> .....	546
Dialysefistel und Dialysekatheter .....	528	Indikation und Zeitpunkt für den Beginn der Akutdialyse auf der Intensivstation .....	546
Gefäßzugang für die chronische Hämodialyse: die arteriovenöse Fistel .....	528	Indikationsstellung aufgrund klinischer Urämiesymptome .....	546
Temporärer Gefäßzugang: Shaldon-Katheter, Verweilkatheter, Portsystem .....	531	Laborparameter zur Beurteilung der akuten Urämie .....	546
<b>Intermittierende Hämodialysetherapie bei chronischem Nierenversagen</b> .....	532	Nichtrenale Indikationen zur Nierenersatztherapie und Vergiftungsbehandlung .....	548
Indikation und Zeitpunkt für den Beginn der chronischen Dialysetherapie .....	532	Nichtrenale Indikationen für die Hämodialyse	548
Indikationsstellung aufgrund klinischer Urämiesymptome (41) .....	532	Extrakorporale Elimination bei Vergiftungen	548
Indikationsstellung aufgrund von Laborparametern .....	532	Durchführung der kontinuierlichen Hämodialyse und Hämofiltration .....	548
Spezielle Dialyseindikationen bei chronischem Nierenversagen .....	534	Therapieziele im Akutbereich: angemessene Dialyseintensität und Homöostase .....	551
Folgen einer späten Dialyseeinleitung: hohe Mortalität in den Folgejahren .....	534	Komplikationen während der Akutdialyse .....	552
Durchführung der chronischen Hämodialyse .....	536	Prognose des Intensivpatienten mit akutem Nierenversagen .....	553
Dialyserhythmus .....	536	Entwicklungsperspektiven der Akutdialyse .....	553
		Zusammenfassung .....	553
<b>16 Peritonealdialyse</b> .....	557		
T. Mettang			
<b>Verfahren und Durchführung</b> .....	557	Peritonealer Äquilibrationstest (PET)	
Prinzip der Peritonealdialyse .....	558	nach Twardowski .....	562
Technik der Peritonealdialyse .....	559	Bestimmung der renalen Restfunktion .....	563
Automatische Peritonealdialyse .....	559	Adäquate Peritonealdialyse .....	563
Der peritoneale Zugang .....	560	Peritonealdialyselösungen .....	565
Bestimmung der Funktionsparameter des Peritoneums .....	562	Elektrolyte .....	565
Bestimmung der Ultrafiltration und des Stofftransportes .....	562	Osmotika .....	566
		Puffer .....	567
		Biokompatibilität von Peritonealdialyselösungen	568

<b>Komplikationen der Peritonealdialyse</b> .....	568	Einlaufschmerzen .....	582
Peritonitis .....	569	Auslaufschmerzen .....	582
Spezielle Formen der Peritonitis .....	573	Leckagen und Hernienbildungen .....	582
Katheterassoziierte Infektionen .....	576	Externe Leckage .....	582
Exit- und Tunnelinfektionen .....	576	Interne Leckagen .....	582
Katheterfehlfunktion .....	580	Hernien .....	583
Einlaufstörungen .....	580	Mangelernährung .....	584
Auslaufstörungen .....	580	<b>Peritonealdialyse im Vergleich</b> .....	584
Ultrafiltrationsversagen .....	580	Verfahrensauswahl .....	585
<b>17 Nierentransplantation</b> .....	588		
J. Böhrler			
<b>Transplantationsimmunologie</b> .....	588	Chirurgische Komplikationen	
Unterschied zwischen „Fremd“ und „Selbst“,		der Nierentransplantation .....	606
die physiologische Aufgabe des MHC-Systems		Wundinfekte .....	606
und der T-Zellen .....	588	Blutung .....	606
Struktur und Funktion des Major		Gefäßstenose und -thrombose .....	606
Histocompatibility Complex (MHC) .....	588	Urinleck und Ureterobstruktion .....	607
Minor Histocompatibility Antigens .....	589	Lymphozele .....	607
Drei Schritte zur Transplantatabstoßung .....	589	<b>Immunsuppressiva und immunsuppressive</b>	
Erkennung des Alloantigens .....	589	<b>Protokolle</b> .....	607
T-Zell-Aktivierung nach der Erkennung		Immunsuppressiva nach Nierentransplantation ...	607
des Alloantigens durch Kostimulation .....	590	Überblick .....	607
Effektormechanismen der		Corticosteroide .....	608
Transplantatabstoßung .....	590	Calcineurininhibitoren .....	609
Andere Mechanismen der Abstoßung .....	591	Antimetaboliten .....	613
<b>Immunologische Untersuchungen von</b>		Sirolimus (Rapamycin, Rapamune) .....	614
<b>Organempfänger und Organspender</b> .....	591	Antikörper .....	614
Untersuchungen bei allen Nierentransplantationen	591	Experimentelle Immunsuppressiva .....	615
ABO-Blutgruppen .....	591	Immunsuppressive Protokolle	
Gewebetypisierung: Bestimmung der HLA-		nach Nierentransplantation .....	616
Eigenschaften (HLA-A, -B und -DR) .....	592	Initialtherapie ohne Antikörper .....	616
Untersuchung auf präformierte Antikörper ...	592	„Induktionstherapie“: Initialtherapie mit	
Besonderheiten bei der Lebendspende .....	593	prophylaktischer Gabe von Antikörpern .....	616
Lebendspende unter Blutsverwandten:		Gesichtspunkte bei der Auswahl	
Vererbung der HLA-Eigenschaften .....	593	der Initialtherapie .....	616
Lebendspende zwischen nicht		Calcineurininhibitorfreie initiale	
Blutsverwandten .....	593	Immunsuppression .....	617
<b>Spender- und Empfängerevaluation</b>		Therapie der akuten Abstoßung .....	617
<b>(ohne Immunologie)</b> .....	593	Steroidpulstherapie .....	617
Empfängerevaluation .....	593	ATG oder OKT3 .....	617
Tumoren .....	594	„Rescue“-Therapie mit Tacrolimus .....	617
Infektionen .....	595	Therapie der humoralen Abstoßung .....	618
Kardiovaskuläres Risiko .....	596	Erhaltungstherapie .....	618
Gastrointestinale Erkrankungen .....	597	Dosisreduktion des Cortisons .....	618
Rekurrenzzisiko der renalen Grundkrankheit .	597	Cortisonfreie Immunsuppression .....	618
Compliance .....	599	Reduktion und Absetzen von Ciclosporin,	
Evaluation des potenziellen Spenders .....	599	Tacrolimus und MMF .....	618
Akzeptanz eines Organs von einem		Reduktion und Absetzen von Ciclosporin,	
verstorbenen Spender .....	599	Tacrolimus und MMF .....	618
Evaluation des potenziellen Lebendspenders .	600	Kompletter Verzicht auf Immunsuppression ..	619
<b>Transplantationschirurgie: perioperative</b>		Erhaltungstherapie bei Hochrisikogruppen ...	619
<b>Betreuung und chirurgische Komplikationen</b> ...	603	Beendigung der Immunsuppression	
Vorbereitung, Operationstechnik		bei erneuter Dialysepflichtigkeit .....	620
und Nachbehandlung .....	603	<b>Pathophysiologie und Differenzialdiagnose</b>	
Vorbereitung zur Transplantation .....	603	<b>der Transplantatdysfunktion</b> .....	620
Operationstechnik der		Fehlende Funktionsaufnahme	
Nierentransplantation .....	603	direkt nach der Transplantation .....	620
Postoperative Behandlung .....	605	Akute Tubulusnekrose .....	620

Hyperakute und akzelerierte Abstoßung	621	Anogenitale Tumoren	631
Störungen des Blut- oder Urinflusses	621	Kaposisarkom	631
Hypovolämie	621	Lymphoproliferative Erkrankung nach	
Frühe Transplantatdysfunktion (1.–3. Monat)	621	Transplantation (posttransplant	
Akute Abstoßung	622	lymphoproliferative Disorder = PTLD)	631
Akute Ciclosporin- oder Tacrolimustoxizität	622	Knochenveränderungen	631
Späte akute Transplantatdysfunktion (> 3. Monat)	623	<b>Kombinierte Pankreas-Nieren-Transplantation</b>	632
Chronische Transplantatdysfunktion (> 1 Jahr)	623	Vorteile der Pankreas-Nieren-Transplantation	632
Chronische Transplantatnephropathie		Patientenauswahl für die Pankreas-Nieren-	
(„chronische Abstoßung“)	623	Transplantation	632
<b>Infektionskomplikationen</b>		Technik der Pankreastransplantation	633
<b>nach Nierentransplantation</b>	625	Komplikationen der Pankreastransplantation	633
Zeitabschnitte nach Transplantation	625	Immunsuppression und Abstoßung	
Diagnostisches Vorgehen bei Infektionsverdacht		bei Pankreas-Nieren-Transplantation	633
nach Nierentransplantation	627	<b>Prognose nach Nierentransplantation</b>	633
Einzelne besonders wichtige Infektionen	627	Patientenüberleben	633
Zytomegalie-Virus-Infektion (CMV)	627	Transplantatüberleben	634
Pilzinfektionen	628	<b>Ausblick und zukünftige Entwicklungen:</b>	
Tuberkulose	629	<b>Xenotransplantation und Toleranzinduktion</b>	634
Harnwegsinfekt	629	Xenotransplantation	634
<b>Langzeitbetreuung nach Nierentransplantation</b>	629	Toleranzinduktion	635
Kardiovaskuläre Risikofaktoren	629	Microchimerismus und Veto-Zellen	635
Arterielle Hypertonie	629	Anergie durch Kostimulationblockade	635
Hyperlipidämie	630	<b>Anhang</b>	636
Rauchen, Adipositas und erhöhte		Rechtliche Grundlagen der Nierentransplantation	636
Homocysteinspiegel	630	Voraussetzungen für die Organspende	636
Tumorüberwachung	630	Gerechtigkeit der Organverteilung	636
Hauttumoren	630		

<b>Sachverzeichnis</b>	639
------------------------	-----