

PATHOLOGIE UND KLINIK
DES
SALZ- UND WASSERHAUSHALTES

VON
E. KERPEL-PRONIUS



PATHOLOGIE UND KLINIK DES SALZ- UND WASSERHAUSHALTES

VON
PROF. DR. EDMUND KERPEL-FRONIUS
VORSTAND DER UNIVERSITÄTS-KINDERKLINIK
PÉCS

MIT 122 ABBILDUNGEN



VERLAG DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
1959

Lektoren

DR. JÓZSEF CSAPÓ

DR. PÁL GÖMÖRI

© Akadémiai Kiadó, Budapest 1959

INHALT

Erster Teil: Physiologie der Körperflüssigkeiten

<i>I. Menge und Zusammensetzung der Körperflüssigkeiten</i>	19
Der Wassergehalt des Körpers	19
Die Dilutionsmethoden	19
Bestimmung des Wassergehaltes aus dem Fettgehalt des Körpers	21
Ergebnisse und Brauchbarkeit von Gesamtwasserbestimmungen in	
der Physiologie und Klinik	21
Der Elektrolytgehalt des Körpers (Cl, Na, K)	25
Größe und Zusammensetzung der einzelnen Flüssigkeitsräume	27
Größe, Zusammensetzung und physiologische Rolle der extracellu-	
lären Flüssigkeit	29
Errechnung der e. c. Flüssigkeit aus dem Chlorgehalt der Organe	29
Dilutionsmethoden zur Bestimmung der e. c. Flüssigkeit	33
Volumen der i. c. Flüssigkeit	37
Die anorganische Zusammensetzung der Körperflüssigkeiten	37
Physikochemische Beziehungen zwischen den Flüssigkeitsräumen	40
Die Bilanzmethoden und ihre Beziehungen zur Körperzusammensetzung	42
Zusammenfassung	44
Literatur	45
 <i>II. Die Regulierung der Homeostase der Körperflüssigkeiten</i>	 49
Einleitende Bemerkungen	49
Zufuhr und Ausscheidung der fixen Basen	50
Regulierung der Natriumhomeostase	50
Die führende Rolle des Na-Ions in der Homeostase der Körper-	
flüssigkeiten	50
Die Größe der Salzzufuhr	52
Regulierung der renalen Natriumausscheidung	52
Die intrarenalen Mechanismen: Einfluß der Na-Konzentration	
und der Glomerulusfiltration auf die Na-Ausscheidung .	52
Tubuläre Einflüsse auf die Na-Ausscheidung	56
Hormonale Einflüsse auf die Salzausscheidung	58
Nebennierenrinde	58
Das ACTH	58
Das Cortison	59
Das Nebennierenextrakt	60
Das Desoxycorticosteron	60
Das Aldosteron	61
Einfluß anderer Hormone auf die Salzausscheidung .	68
Nervöse Einflüsse auf die Salzausscheidung	70
pH-Regulation und Na-Ausscheidung	72
Zusammenfassung	73
Regulierung der Kaliumhomeostase	73
Größe der Zufuhr	73
Renale Ausscheidung	74

Zusammenfassung	75
Literatur	75
Wasserzufuhr und Wasserausscheidung	80
Wasserbilanz	80
Durstgefühl und Regulierung der Wasserzufuhr	81
Regulierung der Wasserausscheidung	84
Intrarenale Prozesse	84
Osmotische Diurese	84
Hormonale Einflüsse auf die Wasserausscheidung	85
Das antidiuretische Hormon (ADH)	85
Die Stimuli zur Ausschüttung des ADH	86
Grenzen der Wasserökonomie durch ADH	87
Der Hypophysenvorderlappen	91
Die Nebennierenrindenhormone	91
Die Schilddrüse	92
Zusammenfassung	92
Literatur	93
 III. Osmoregulation	95
Alte und neue Vorstellungen über das gemeinsame Schicksal von Salz und Wasser	95
Mittel, Wege und Präzision der Osmoregulation	99
Abwehr der Hypotoniegefahr	100
Osmoregulation nach Wasserbelastung	100
Osmoregulation nach Salzentziehung	101
Die akute Anpassung	101
Die definitive Anpassung durch Körperwasserverlust	103
Verlauf der Wasserbelastung im Salzangelzustand	104
Entstehungsmechanismus des Körperwasserverlustes nach primärer Salzentziehung sowie Ursachen seiner Verzö- gerung	106
Abwehr der Hypertoniegefahr	110
Osmoregulation nach Salzbelastung	110
Osmoregulation bei Wassermangel	111
Zusammenfassung	112
Literatur	112
 IV. Volumregulation	115
Konstanz der Flüssigkeitsvolumina	115
Arbeitstheorien über das Wesen volumregulatorischer Mechanismen ...	116
Mittel und Wege der Volumregulation	118
Die Hyposalurie als Instrument der Volumregulation	119
Volumrezeptoren	119
Natur des Volumstimulus	121
Die Rolle des Nervensystems	121
Die »hormonale Automatie« der Volumregulation	122
Volumregulatorische Vorgänge unabhängig vom Salzhaushalt	123
Zusammenfassung	124
Literatur	125
 V. Regulierung und Störungen der Reaktion der Körperflüssigkeiten	126
Das Kohlensäurebicarbonatsystem	127
Begriff des pH	127
»Metabolische« und »respiratorische« Reaktionsstörungen	128
Die Rolle der Atmung	131
Puffersysteme des Blutes	132
Puffersysteme der Gewebe	133
Elektrolyte bei metabolischer Acidose	134
Elektrolyte bei metabolischer Alkalose	136
Elektrolyte bei respiratorischen Reaktionsstörungen	137

Renale Regulierung der Reaktion der Körperflüssigkeiten	141
Mechanismus der renalen Säureausscheidung (Die renale Verteidigung gegen Acidose)	141
Allgemeine Problematik	141
Theorien über die Säuerung des Harns	142
Titrierbare Acidität	144
Das Ammonia in der Verteidigung gegen Acidose	145
Mechanismus der renalen Basenausscheidung (Die renale Verteidigung gegen Alkalose)	150
Die hypochlorämische Kaliummangelalkalose Darrows	154
Wechselbeziehungen zwischen Zellzusammensetzung, e. c. Bicarbonat und pH	154
Klinische Bedeutung der Darrowschen Gleichgewichte	158
Die Rolle der Nieren in der Entstehung und Aufrechterhaltung der Darrowschen Gleichgewichte	160
Literatur	164

Zweiter Teil: Allgemeine Pathologie

Allgemeine Problematik	171
<i>VI. Die Tonicitätsstörungen der Körperflüssigkeiten</i>	173
Die Hyperelektrolytämien (»Hypersalämien«, »Hyperosmien«, »Hypernatriämien«)	175
Die klinischen Erscheinungsformen der Hypernatriämie	175
Die Symptomatologie der Hypernatriämien	182
Der Entstehungsmechanismus und die verschiedenen Formen der Hypernatriämie	183
Hypernatriämie durch Wassereinstrom in die Zellen	183
Hypernatriämie durch Disparität zwischen Wasserzufuhr und Wasserverlust	183
Hypernatriämie durch Na-Exzeß	184
Die Hypoelektrolytämien (Hyposalämien, Hypoosmien, Hyponatriämien)	186
Hyponatriämien durch Salzverlust (Natropenische Hyponatriämien mit e. c. Exsikkose)	186
Hyponatriämien durch Dilution	188
Die Wasservergiftung	188
Dilutionshyposalämien in der klinischen Praxis	191
Chronisch-asymptomatische Hyponatriämien	194
Differentialdiagnose und Therapie der Hyposalämien	197
Zusammenfassung	199
Literatur	200
<i>VII. Volumstörungen der Körperflüssigkeiten</i>	203
Einleitung und Einteilungsversuche	203
Das Exsikkoseproblem	204
Historischer Überblick	204
Klassifikation der Exsikkosezustände	208
Die physiologischen und klinischen Eigentümlichkeiten der einzelnen Exsikkoseformen	211
Die Salzmengeexsikkose	211
Die Entstehungsursachen der Verluste	212
Allgemeine Charakterisierung der verschiedenen Typen der Salzmengeexsikkosen	218
Gastrische Exsikkose (Brezhustände)	218
Enterale Exsikkose (Durchfälle)	220
Cutane Exsikkose	223
Renale Exsikkose	224
Verlust von extracellulärer Flüssigkeit durch »Absackung« in gewissen Körpergebieten	226

»Isolierte« Chlorverluste (Chloropenie ohne Natropenie)	227
Kaliumverluste	229
Entstehung und Größe von Kaliumverlusten	230
Klinische Bedeutung und Symptomatologie des Kalium-	
mangels und der Hypokaliämie	233
Diagnose	241
Vorkommen und klinische Bedeutung der Hyperkaliämie	242
Die Durstexsikkosen	242
Ursachen der Durstexsikkose	242
Das humorale Bild	243
Größe der Elektrolyt- und Stickstoffverluste	244
Der Entstehungsmechanismus der Durstexsikkose	245
Physiologische Bedeutung und Entstehungsmechanismus der Durst-	
hypersalämie	247
Besondere Formen der Durstexsikkose	249
Bemerkungen zur Therapie und Prophylaxe der Durstexsikkose	250
Zusammenfassung	252
Literatur	253

VIII. Die Zusammenhänge zwischen biologischen Veränderungen und klinischen Symptomen in Exsikkosezuständen

260

Die Anhydrämielehre Mc. Kim Marriotts	260
Zusammenhänge zwischen der Größe der Wasser- und Elektrolyt-	
verluste und der Schwere der klinischen Symptome	262
Durstexsikkose	262
Salzmangelexsikkose	262
Die quantitativen Beziehungen zwischen Wasser- und Elektrolyt-	
verlusten und Entstehung der Anhydrämie	264
Die hämodynamische Störung	265
Blutmenge	266
Blutdruck	266
Venendruck	267
Minutenvolumen	267
Kreislaufzeit	268
Viscosität	268
Periphere Resistenz	269
Die Beziehungen der Kreislaufstörung zur Anhydrämie und zum	
Energiebedarf des Körpers	269
Die Rolle des Energiebedarfs in der Shockentstehung	274
Die Redistribution des Kreislaufs im Exsikkationsschock ..	277
Die Beziehungen zwischen physiologischen Veränderungen und klinischen	
Symptomen	280
Das klinische Bild der Salzmangelexsikkose	280
Das klinische Bild der Durstexsikkose	281
Beziehungen der Symptome zu den humoralen Veränderungen ..	283
Die klinischen Folgen der anhydrämischen Hypovolämie und Hämokon-	
zentration	283
Kreislaufstörung	284
Cerebralsymptome	284
Das Nierensyndrom	289
Die Azotämie in Exsikkationszuständen	289
Die Nierenfunktion in Exsikkationszuständen	290
Die Entstehung der Nierenfunktionsstörung und der	
Azotämie	292
Die anatomischen Nierenveränderungen	297
Weitere Faktoren in der Genese der Azotämie	298
Die Nahrungsintoleranz und die Herabsetzung der gastro-	
intestinalen Motilität	299
Die organische Acidose	302

Die anatomischen Veränderungen	302
Zusammenfassung	303
Literatur	304
Ergänzung bei der Korrektur	309
Literatur zur Ergänzung	312

Dritter Teil: Klinische Spezialprobleme

<i>IX. Besond erheiten des Salz- und Wasserhaushaltes im Säuglingsalter</i>	315
Einleitung	315
Der Körperaufbau während des Wachstums	315
Der Wasser- und Elektrolytgehalt des Gesamtkörpers	315
Die Änderung der Wasserverteilung während des Wachstums	317
Die anorganische Zusammensetzung der Körperflüssigkeiten während des Wachstums	323
Die Homeostase der Körperflüssigkeiten im Säuglingsalter	326
Die Labilität der Ionenbilanzen	326
Die Nierenfunktion	326
Die Clearancewerte	327
Die Konzentrations- und Verdünnungsfähigkeit der Nieren	328
Die physiologischen und klinischen Konsequenzen der Unreife der Nierenfunktion	331
Die Anpassung des Säuglingsorganismus an Belastungen	335
Anpassung an verminderte Wasserzufuhr	335
Anpassung an verminderte Elektrolytzufuhr	339
Anpassung an Wasserbelastungen	342
Anpassung an Elektrolytbelastungen	343
Regulierung des Säure—Basen-Gleichgewichtes	344
Zusammenfassung	345
Literatur	346
<i>X. Exsikkosezustände im Säuglingsalter</i>	350
Durchfallskrankheiten	351
Ätiologie	351
Die Entstehung der Elektrolyt- und Wasserverluste	352
Das Ionogramm und die klinische Bedeutung von Konzentrations- und Reaktionsänderungen	357
Fixe Basen	357
Das Natrium	357
Die Hybernatriämie	358
Die Hyponatriämie	363
Das Kalium	364
Das Calcium	367
Das Magnesium	368
Das Chlor	368
Das Bicarbonat	369
Die organischen Säuren	370
Die Phosphate	371
Die Sulphate	371
Der pH des Blutes	371
Die Ionenbilanz in den roten Blutkörperchen	374
Die Anhydrämie bei Durchfallsexsikkose	376
Die »toxischen Zustände« im Säuglingsalter (Begriff und verschiedene Typen)	381
Die Exsikkationstoxikose	383
Die Kreislaufstörung	384
Die Cerebralsymptome	384
Die »große« Atmung	387
Das Nierensyndrom	389
Die Störung des Kohlenhydrathaushaltes	393
Die Störung der Leberfunktion	394

Die abdominale Distension und der paralytische Ileus	395
Der »postacidotische Zustand« (Rapoport)	396
Zusammenfassung	398
Die Hyperventilationstoxikose (»Hyperventilationssyndrom«, »Grippetoxikose mit primärer Hyperpnoe«)	400
Das »maligne« (»neurotoxische«) Syndrom	406
»Toxische« Zustände infolge primärer Kreislaufstörung	408
Das Problem einer einheitlichen Pathogenese der toxischen Zustände des Säuglingsalters	409
Die pathogenetische Einheit aller toxischen Bilder auf Grund eines gemeinsamen Mechanismus durch primäre Reizung des vegetativen Nervensystems	409
Die pathogenetische Einheit aller toxischen Bilder auf Grund eines gemeinsamen Mechanismus durch Kreislaufshock ...	410
Die Exsikkose bei Dekomposition	413
Die Exsikkose bei der Pylorusstenose des Säuglings	413
Das Durstfieber (»Alimentäres Fieber«, »fièvre de lait sec«, Debré)	416
Die seltenen Syndrome	417
Die congenitale Alkalose	418
Salzverluste cortico-adrenaler Genese	420
Die Hypofunktion der Nebennierenrinde	430
Das congenitale adrenocorticale Salzverlustsyndrom	420
Exsikkose durch mangelhafte tubuläre Wasserreabsorption	425
Die infantile idiopathische renale Acidose (Lightwood)	428
Zusammenfassung	432
Literatur	432
XI. Der Salz- und Wasserhaushalt bei Nebennierenrindeninsuffizienz	439
Geschichtliches	439
Die Größe der renalen Salzverluste und das Verhalten der Flüssigkeits- räume im Insuffizienzstadium	440
Die Kreislaufstörung und ihre Beziehung zur Anhydrämie	444
Die Rolle der Störungen des Salz- und Wasserhaushaltes im klinischen Gesamtgeschehen bei Addisonischer Krankheit	448
Krankheitsbild	448
Diagnostische Verfahren	448
Die Krise	449
Zusammenfassung	450
Literatur	450
XII. Der Salz- und Wasserhaushalt bei Diabetes insipidus	453
Definition	453
Ätiologie	454
Das klinische Bild	454
Die Salzausscheidung und Gestaltung der Salzkonzentration im Serum	456
Diagnose	459
Bemerkungen zur Therapie	460
Zusammenfassung	461
Literatur	461
XIII. Der Salz- und Wasserhaushalt bei diabetischer Acidose	463
Geschichtliche Bemerkungen und Problematik	463
Größe und Entstehung der Wasser- und Elektrolytverluste	464
Wasserverluste	464
Salzverluste	465
Kaliumverluste	468
Die Ionenbilanz im Blutserum	471
Die Ionenbilanz in den roten Blutkörperchen	475
Die Anhydrämie im diabetischen Koma	477
Die Azotämie und die Niereninsuffizienz	479
Die Flüssigkeitstherapie des diabetischen Komas	480

Zusammenfassung	483
Literatur	484
XIV. Der Salz- und Wasserhaushalt bei Niereninsuffizienz	486
Einleitung	486
Die akute Niereninsuffizienz	486
Die akute diffuse Glomerulonephritis	486
Das Ödem	486
Die Salzmengeexsikkose	487
Die Dilutionshyposalämie	488
Die Ionenbilanz	488
Die Niereninsuffizienz bei akuter tubulärer Nekrose	491
Die chronische Niereninsuffizienz	492
Wasserausscheidung	493
Elektrolytausscheidung	493
Rolle der Elektrolytveränderungen im Verlauf und in der Symptomatologie der Urämie	496
Bemerkungen zur Flüssigkeitstherapie der Niereninsuffizienz	498
Extrarenale Entschlackungsmethoden	500
Zusammenfassung	502
Literatur	502
XV. Salz- und Wasserhaushalt im postoperativen Zustand und bei Verbrennungen	505
Einleitung	505
Stoffwechselreaktionen nach Operationen	506
Abnorme Verlaufsarten	506
Der Wasser- und Elektrolythaushalt nach Operationstraumen	507
Das Wasser	507
Das Natrium und das Chlor	508
Das Kalium	510
Prophylaxe und Therapie	512
Zusammenfassung	513
Verbrühungen und Verbrennungen	513
Der hypovolämische Shock	513
Die Salzbilanz und das Serumnatrium	514
Die Stickstoff- und Kaliumbilanz	515
Bemerkungen zur Flüssigkeitstherapie	516
Zusammenfassung	517
Literatur	518
XVI. Einige Besonderheiten des Salz- und Wasserhaushaltes in warmer Umgebung ..	520
Problematik	520
Klinische Bilder	520
Die Hitzepeyrexie	520
Der Hitzekollaps	521
Salzmangelexsikkose mit Zellödem	521
Durstexsikkose	522
Akklimationsprozesse	523
Therapie und Prophylaxe	525
Zusammenfassung	526
Literatur	526
XVII. Die Flüssigkeitstherapie	527
Einleitung	527
Die diagnostischen Grundlagen	528
Feststellung des Wasserdefizits	528
Entstehung	528
Anamnese	528
Klinische Symptome	528

Feststellung der Größe des Defizits	529
Feststellung eines Natriumdefizits	530
Feststellung eines Chlordefizits	531
Feststellung des Bicarbonatdefizits	532
Feststellung des Kaliumdefizits	533
Feststellung der Zellexikkose	534
Feststellung eines Zellhyperhydrationsyndroms	535
Diagnostische Routinearbeit bei der Krankenhausaufnahme	535
Zusammenfassung	536
Die gebräuchlichen Lösungen	537
Zusammensetzung der einzelnen Flüssigkeiten	537
Einfache Lösungen	537
Multiple Elektrolytlösungen	537
Die physiologischen Effekte der einzelnen Lösungen	538
Glukose	538
Kochsalzlösung	539
Natriumbicarbonatlösung	539
Natriumlaktatlösung	540
Ammoniumchloridlösung	540
Kaliumchlorid	540
Die multiplen Lösungen	541
Technik der Flüssigkeitstherapie	541
Die Verabreichungsart	542
Die Zusammensetzung und Menge der zu verabreichenden Flüssigkeiten	542
Komplikationen der Flüssigkeitstherapie	545
Zusammenfassung	546
Literatur	546
 XVIII. Das nephrotische Ödem	548
Begriff des nephrotischen Syndroms	548
Das Krankheitsbild der Nephrose im Kindesalter	550
Ätiologie	550
Symptomatologie	550
Harn- und Blutveränderungen	551
Pathologische Physiologie unter besonderer Berücksichtigung der Ödementstehung	551
Einleitung	551
Entstehung und Bedeutung der Hypoproteinämie	552
Die Albuminurie	552
Beziehungen der Proteinurie zur Hypoproteinämie	554
Beziehungen der Hyperlipämie und Cholesterinämie zur Albuminurie und Hypoalbuminämie	555
Hypoproteinämie und Ödementstehung	556
Ödementstehung und Lymphsystem	560
Die renale Salz- und Wasserretention	561
Glomerulusfiltration	561
Die »tubulären« Faktoren	563
Elektrolytveränderungen im Blut und im Gesamtkörper	565
Therapie	570
Prognose	574
Zusammenfassung	574
Literatur	575
 XIX. Das cardiale Ödem	580
Ödementstehung	580
»Backward failure« und Ödementstehung	581
»Forward failure« und Ödementstehung	582
Tubuläre Faktoren der Salzretention	584
Wasserretention	585

Der Starlingsche Mechanismus	587
Der Lymphfluß	587
Das cardiale Ödem als Folge einer »entgleiten« Volumregulation	588
Elektrolytveränderungen im Blut und im Gesamtkörper	588
Bemerkungen zur Therapie des cardialen Ödems und die iatrogenen Störungen des Elektrolythaushaltes	591
Diuretica	591
Abnorme Ionenbilanzen	592
Zusammenfassung	593
Literatur	594
 XX. <i>Ascites und Ödem bei Lebercirrhose</i>	597
Entstehung des Ascites und des Ödems	597
Der Starlingsche Mechanismus	597
Die renale Salz- und Wasserretention	599
Salzzufuhr und Ascites	599
Salzausscheidung	601
Die renale Hämodynamik	601
Die tubulären Faktoren der Salz- und Wasserretention ..	602
Aldosteron	602
Oestrogene	603
Antidiuretische Substanzen	603
Therapie und iatrogene Störungen der Flüssigkeitshomeostase	604
Zusammenfassung	605
Literatur	606
 XXI. <i>Das Hungerödem und der Wasserhaushalt bei Unterernährung</i>	608
Die klinischen Bilder	608
Unspezifische Veränderungen	609
Veränderungen durch Besonderheiten der Ätiologie	609
Veränderungen durch interkurrente Infekte und Schädigungen ...	609
Die Hungerkrankheit des Erwachsenen	610
Die Unterernährung im Säuglings- und Kleinkindesalter	614
Die »trockenen« Formen	616
Die ödematösen Formen	617
Der »Mehlnährschaden« (Czerny)	618
Atrophie bei Leinerscher Krankheit (Erythrodermia desquamativa)	618
Atrophie und Ödem beim nässenden, diffusen Ekzem	619
Atrophie bei kongenitaler Pankreasfibrose	619
Kwashiorkor (Infantiles plurikarenzielles Syndrom)	619
Vergleich der pädiatrischen Unterernährungsformen mit der Hungerkrankheit Erwachsener	626
Wasserhaushalt	627
Die Flüssigkeitsräume und ihre Beziehung zur Veränderung des Körperaufbaus	627
Das Ödem	632
Klinik	632
Pathogenese	636
Das »isohydrische« Ödem	636
Der Starlingsche Mechanismus	639
Die Hypoproteinämie	639
Unterernährung und Hypoproteinämie	641
Hypoproteinämie und Ödementstehung	641
Der Venendruck	643
Der Eiweißgehalt der Ödemflüssigkeit	643
Der Gewebedruck	644
Das Lymphsystem	644
Nierenfunktion und Salzausscheidung	644

Die Exsikkose im Verlauf der Unterernährungszustände	646
Die Exsikkose bei Hungerkrankheit	646
Die Exsikkose bei Kwashiorkor	647
Die Exsikkose bei schwerer Säuglingsatrophie (Die Dekomposition, Athrepsie)	649
Zusammenfassung	652
Literatur	653
<i>XXII. Allgemeine Gesetzmäßigkeiten der Ödementstehung</i>	657
Sachverzeichnis	661

Für die Ausgabe verantwortlich : Direktor des Verlages der Ungarischen Akademie der Wissenschaften
Verantwortlicher Redakteur : Edith Róth — Technischer Redakteur : István Csörgő
Umfang : 59,5 (A/5) Bogen, 122 Abbildungen
Druckerei der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Verantwortlicher Leiter : György Bernát

PATHOLOGIE UND KLINIK DES SALZ- UND WASSERHAUSHALTES

VON
PROF. DR. EDMUND KERPEL-FRONIUS
VORSTAND DER UNIVERSITÄTS-KINDERKLINIK
PÉCS

MIT 122 ABBILDUNGEN



VERLAG DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
1959

Lektörek

DR. JÓZSEF CSAPÓ
DR. PÁL GÖMÖRI

© Akadémiai Kiadó, Budapest 1959