

Endlich besteht nach G. N. Stewart¹⁾ zwischen relativem Plasmavolum und Leitfähigkeit im zellarmen (z. B. mit eigenem Plasma verdünntem) Blute thatsächlich eine einfache direkte Proportionalität, welche aber nicht für das zellreiche Blut gültig ist, vielleicht weil die Form des leitenden Mediums (die dünnen Fäden des Serums) von Belang ist. Eigene Untersuchungen machen die direkte einfache Proportionalität obiger Werthe im erheblich verdünnten Serum ebenfalls wahrscheinlich.

Nach alldem existirt zwischen Leitfähigkeit und relativem Serum- bzw. Blutkörperchenvolum ein gesetzmässiger Zusammenhang, dessen endgültige mathematische Präcisirung allerdings noch aussteht; doch ist zu erhoffen, dass es durch weitere Untersuchungen ermöglicht wird, auf Grund dieses Zusammenhangs eine genaue Methode zur Bestimmung des relativen Plasma- und Blutkörperchenvolums zu ermitteln. Da die letztgenannten Daten eine unentbehrliche Basis für die rationelle und genaue Blutanalyse bilden; da andererseits die bisherigen Methoden zur Blutkörperchen-Volumsbestimmung, theils nur relative und in einer und derselben Untersuchungsreihe vergleichbare, theils ganz unzuverlässige Daten liefern, wäre eine genaue und exacte Resultate liefernde Methodik (wie sie vielleicht auf Grund der Leitfähigkeitsbestimmung zu erhoffen ist) sehr erwünscht und bedeutungsvoll.

IV.

Die molekulären Concentrations-Verhältnisse im menschlichen Harn.

Meine Untersuchungen bezüglich der molekulären Zusammensetzung des normalen und pathologischen menschlichen Harns schliessen sich unmittelbar den diesbezüglichen Arbeiten des Prof. A. v. Korányi an.²⁾ Im Sinne der letzteren schwankt die gesamme molekuläre Concentration

¹⁾ Ebenda, August 1897.

²⁾ a. a. O.

des normalen menschlichen Harnes (gemessen durch die Gefrierpunkts-Erniedrigung) zwischen weiten Grenzen. Die Gefrierpunkts-Erniedrigung bewegte sich nehmlich zwischen 1,3—2,2° C, die Schwankungen seiner Werthe waren also nicht geringer als die der gewichtsanalytischen Concentrationen einzelner Harnbestandtheile. Doch ergab sich ein Zusammenhang zwischen der gesammten molekulären Concentration und der speciellen chemischen Zusammensetzung des menschlichen Harns, wenigstens insofern, dass im 24ständlichen Harn die chlorhaltigen Moleküle — bei normaler Herz- und Nierenfunction und annähernd normalem Stoffwechsel — einen annähernd constanten Theil der gesammtm molekulären Concentration ausmachen; dem entsprechend schwankt das Verhältniss der Gefrierpunkts-Erniedrigung (Δ) und des Chlorgehaltes, in NaCl pCt. ausgedrückt: $\frac{\Delta}{\text{NaCl pCt.}}$ zwischen ziemlich engen Grenzen (1,23—1,70). Relative Abweichungen von diesen Grenzwerten haben bei Beurtheilung gewisser pathologischer Zustände und bei der Controlirung therapeutischer Maassnahmen Bedeutung erlangt.

Nach diesen Untersuchungen war zu erwarten, dass die Concentration an elektrolytischen Molekülen (durch Bestimmung der Leitfähigkeit ermittelt), bezogen auf die gesammte molekuläre Concentration, eine gewisse Regelmässigkeit aufweisen wird, da doch die chlorhaltigen Moleküle den grössten Theil der dissociationsfähigen Moleküle des Harns repräsentiren.

Doch tauchte vor allem die Frage auf, ob die specifische Leitfähigkeit des Harns als unmittelbarer Maasstab der Concentration an elektrolytischen Molekülen dienen könne, ob die im Harne gelösten organischen Moleküle nicht in derselben Weise die freie Wanderung der dissociirten Ionen hintanhalten, als dieses im Blutserum durch die Eiweisskörper geschieht, woraus eine Herabsetzung des Leitungsvermögens bezw. der berechneten Concentration an Elektrolyten hervorgeinge? Diesbezügliche Untersuchungen (Bestimmung der Leitfähigkeiten in verschiedener Proportion gemischter Harnstoff- und Kochsalz-

Lösungen¹⁾ lehrten mich, dass eine solche Beeinflussung wenigstens durch den Harnstoff, welcher das Hauptcontingent der organischen Moleküle des menschlichen Harns bildet, in in Betracht kommendem Maasse nicht existirt; da aber die übrigen organischen Harnbestandtheile wegen ihrer geringen Concentration wenig in Betracht kommen, können wir in der elektrischen Leitfähigkeit mit geringem Fehler ein unmittelbar anwendbares Maass der Concentration an dissociirten Ionen, bezw. elektrolytischen Molekülen erblicken.

Im Sinne der Arbeiten des Prof. Alexander von Körányi wurde der zur Untersuchung gelangende Harn von 24 zu 24 Stunden genau gesammelt, und wurden die relativ normalen Fälle und die Fälle von gestörter Herzaction (Incompensation), Niereninsufficienz, fieberhafter Krankheit aus einander gehalten. Die folgende Zusammenstellung führt die erhaltenen Daten in dieser Gruppierung an.

(Siehe Tabellen I und II, Seite 496, 497 und 498.)

Das Verhalten der angeführten Werthe lässt sich folgendermaassen zusammenfassen:

1. Die Gefrierpunkts-Erniedrigung (also die gesammte

¹⁾ Zur Vermischung dienten eine 3procentige NaCl-, eine 6procentige Harnstofflösung, endlich destillirtes Wasser.

Der Gehalt des Gemisches an NaCl	Der Gehalt an Harnstoff	Widerstand bei 18° C in willkürlichen Einheiten
pCt.	pCt.	
1. 1,5	—	425
2. 1,5	3	430
3. 1,5	2	430
4. 1,5	1	480
6. 1	—	623
7. 1	3	625
8. 1	1	625
9. 1	1	620
10. 0,5	—	1200
11. 0,5	3	1200
12. 0,5	2	1200
13. 0,5	1	1200

Es ist zu ersehen, dass für die Leitfähigkeit nur der Gehalt an NaCl, nicht aber der an Harnstoff von Belang ist.

molekuläre Concentration) der untersuchten Harne schwankt in normalen, wie auch in pathologischen Fällen innerhalb weiter Grenzwerthe (Δ 0,80—1,94).

2. Die (auf das Volumen berechnete) Kochsalz-Concentration der pathologischen Harne (NaCl pCt. = 0,19—0,83 pCt.) ist dem normalen Werthe gegenüber (NaCl pCt. = 0,59 bis 1,13) erheblich vermindert; wobei zu bemerken ist, dass das pathologische Maximum grösser, als das physiologische Minimum, ist.

3. Ebenfalls vermindert ist in pathologischen Fällen der mittlere Werth der Concentration an elektrolytischen Molekülen; die Grenze ist auch hier verwischt. Die Concentration an Elektrolyten ist nehmlich im normalen Harn einer Kochsalz-Concentration von 0,78—1,84 pCt. im pathologischen Harn einer solchen von 0,59—1,21 pCt. gleichwerthig.

Die Concentration an Kochsalz und an elektrolytischen Molekülen zeigt sowohl in den normalen, als auch den pathologischen Fällen erhebliche Schwankungen.

4. Der Quotient $\frac{\Delta}{\text{NaCl pCt.}}$, welcher das Verhältniss der gesammten molekulären Concentration und der Concentration der chlorhaltigen Moleküle, also die „relative Chlorconcentration“ veranschaulicht, schwankt annähernd zwischen den von A. von Korányi angegebenen Grenzen

$\frac{\Delta}{\text{NaCl pCt.}} (= 1,14—1,79)$; die pathologischen Fälle werden von den relativ normalen durch eine neue Einstellung des Quotienten ziemlich distinct abgegrenzt, und ist das steile Anwachsen dieses Quotienten in der als pathologisch bezeichneten

Rubrik in die Augen springend ($\frac{\Delta}{\text{NaCl pCt.}} = 1,77—7,10$)

was genügend auf das prompte Reagiren dieses Quotienten auf gewisse pathologische Verhältnisse hinweist. Die chlorhaltigen Moleküle bilden also unter normalen Umständen einen annähernd constanten Theil der gesammten molekulären Concentration, welche Constanze unter bestimmten pathologischen Verhältnissen aufhört.

I. Menschlicher Harn. (Annähernd normale Nieren- und

Unter- suchung 1897		Klinische Diagnose	Tagesmenge des Harns in cem	Gefrier- punkt- Erniedrigung △
Dat.	Nr.			
IV. 13.	30	Paralysis progr.	1000	1,31
IV. 1.	4	Catarrhus intest. chron. . .	1220	1,18
IV. 13.	31	Tabes dorsal.	2200	0,95
IV. 5.	17	Vollkommen compensirter Herz- fehler	1450	1,83
III. 31.	1	Neurasthenia.	2000	1,33
III. 31.	2	Neurasthenia.	1660	1,25
IV. 10.	24	Epilepsia	1640	1,38
IV. 11.	28	Catarrhus apicum	1300	1,10
IV. 10.	22	Catarrhus bronchial.	1300	0,80
IV. 14.	35	Reconvalescenz nach Polyar- thritis	800	1,79
IV. 16.	37	Reconvalescenz nach Polyar- thritis	640	1,85
IV. 13.	32	Tabes dorsal.	1300	1,31
III. 31.	7	Compensirter Herzfehler . . .	550	1,43
III. 30.	6	Catarrhus ventric. chron. . .	900	1,36
IV. 13.	29	Dystrophia muscularum. . . .	1100	1,21
IV. 9.	20	Catarrhus apic.	1000	1,13
IV. 14.	34	Tumor lienis.	600	1,54
IV. 11.	27	Syringomyelia	1200	1,50
IV. 10.	23	Carcinoma ventric.	1400	0,93
IV. 1.	11	Pyelitis catarrh.	1350	0,99
IV. 14.	33	Vitium cordis. Grenze d. Com- pensation.	500	1,93
IV. 5.	18	Carcin. ventriculi.	800	1,02
IV. 3.	4	Carcin. ventriculi	1300	1,01
IV. 16.	36	Rheumat. chronic.	800	1,68
IV. 11.	26	Emphysema pulmon	1300	1,33
IV. 10.	25	Ischias, Arteriosclerosis . . .	1300	1,46

Herzfunction und annähernd normaler Stoffwechsel.)

Kochsalz-gehalt Na Cl-pCt.	Leitfähigkeit (in Siemens-Einheiten) $18^{\circ} \text{ C} \times 10^{-8}$ $\lambda \times 10^{-8}$	Leitfähigkeit in Kochsalz-Aequivalent $\lambda(\text{Na Cl-pCt.})$	$\frac{\Delta}{\lambda(\text{Na Cl-pCt.})}$	$\frac{\Delta}{\lambda(\text{Na Cl-pCt.})}$	$\frac{\lambda(\text{Na Cl-pCt.})}{\lambda(\text{Na Cl-pCt.})}$
1,07	196,9	1,39	1,22	0,94	1,33
0,77	176,6	1,23	1,53	0,96	1,59
0,81	142,2	0,98	1,17	0,97	1,21
1,07	254,2	1,84	1,71	0,99	1,72
0,86	190,4	1,34	1,55	1,00	1,55
0,81	176,6	1,23	1,54	1,01	1,53
1,03	192,3	1,36	1,34	1,01	1,32
0,82	155,2	1,08	1,34	1,01	1,33
0,70	114,4	0,78	1,14	1,02	1,11
1,05	241,9	1,74	1,70	1,02	1,65
1,13	245,3	1,77	1,63	1,04	1,56
0,96	177,3	1,24	1,36	1,05	1,29
0,83	190,4	1,34	1,72	1,06	1,61
0,82	176,6	1,23	1,68	1,10	1,50
0,82	156,8	1,09	1,47	1,11	1,33
0,72	144,5	1,00	1,59	1,12	1,40
0,95	188,1	1,32	1,62	1,17	1,39
0,93	180,4	1,27	1,61	1,18	1,36
0,59	114,4	0,78	1,57	1,19	1,32
0,61	121,1	0,83	1,43	1,19	1,20
1,11	285,1	1,69	1,79	1,20	1,55
0,70	124,0	0,85	1,44	1,20	1,21
0,70	119,6	0,82	1,44	1,23	1,17
1,07	189,4	1,33	1,57	1,22	1,28
0,77	158,1	1,10	1,76	1,22	1,43
0,82	166,2	1,16	1,78	1,25	1,41

II. Pathologische Fälle. (Incompensation, Niereninsuffizienz, Fieber.)

Datum und Nummer der Unter- suchung	Klinische Diagnose	Die Tages- menge des Harns in ccm	Δ	NaCl-pCt.	$\lambda \times 10^{-5}$	2 NaCl-pCt.	Δ	NaCl-pCt.	λ (NaCl-pCt.)	$\frac{\lambda}{\text{NaCl-pCt.}}$
IV. 1. 8	Vitium cordis, Ery- sipelas . . .	1030	1,38	0,77	152,0	1,05	1,79	1,31	1,36	
IV. 3. 15	" "	1400	1,37	0,77	140,0	1,02	1,77	1,34	1,32	
IV. 2. 12	Neoplasma renum	2900	1,62	0,55	107,1	0,73	1,85	1,39	1,32	
IV. 16. 38	Vitium cordis . .	900	1,70	0,83	172,8	1,21	2,64	1,40	1,45	
IV. 2. 9	Vitium cordis, Ery- sipelas . . .	1050	1,43	0,64	141,1	0,97	2,10	1,47	1,42	
IV. 3. 16	Pyelonephritis cat- eculosa . . .	1340	1,10	0,47	103,1	0,70	2,55	1,57	1,48	
IV. 9. 21	Meningitis cerebro- spinalis (Fieber)	1200	1,15	0,32	86,8	0,59	3,59	1,94	1,84	
IV. 5. 19	Nephrit. parench. chron. . . .	660	1,35	0,19	91,3	0,62	7,10	2,16	3,26	

5. Die nächste Rubrik, nach deren steigendem Werthe die Versuchsreihe in der beigegebenen Tabelle geordnet wurde, stellt das Verhältniss der Gefrierpunkts-Erniedrigung und der der elektrischen Leitfähigkeit entsprechenden Kochsalz-Concentration ($\frac{\Delta}{\lambda \text{ (NaCl pCt)}}$), also die Proportion der gesammten moleculären Concentration zu den elektrolytischen Molekülen dar. Dieser Werth schwankte in den (im obigen Sinne) normalen Harnen zwischen 0,94—1,25, mit dem mittleren Werthe von 1,09, von welchem Abweichungen nach unten und oben nur in geringer Breite vorkommen. Dieses constante Verhalten bedeutet, dass die elektrolytischen Moleküle im normalen Harn einen nahezu constanten Bruchtheil der gesammten moleculären Concentration bilden; mit anderen Worten, es ist die Proportion der im Harn gelösten organischen und anorganischen Moleküle annähernd constant.

Diese Constanze ist bei normaler Circulation und Nierenfunction, sowie normal verlaufendem Stoffwechsel ziemlich streng; der Quotient $\frac{\Delta}{\lambda \text{ (NaCl pCt)}}$ zeigt zwischen den in der Tabelle angeführten Werthen die unerheblichsten Schwankungen. Grösser sind die Schwankungen des Quotienten $\frac{\Delta}{\text{NaCl pCt}}$; die relative (auf die gesammte moleculäre Concentration bezogene) Chlorconcentration des Harnes ist also minder constant, als die relative Concentration an Elektrolyten. Aus dem Vergleiche der Reihen $\frac{\Delta}{\text{NaCl pCt}}$ und $\frac{\Delta}{\lambda \text{ (NaCl pCt)}}$ geht übrigens hervor, dass beide Quotienten, wenn auch nicht strenge, so doch im grossen Ganzen sich parallel verhalten. Dieser Parallelismus, welcher sowohl in der Rubrik der normalen, als in jener der pathologischen Fälle zum Vorschein kommt und auf den gemeinsamen Ursprung der Constanze beider Proportionalitäten hinweist, involvirt eine Constanze der Proportion der gesammten und der chlorhaltigen Elektrolyte (bezw. der bezüglichen moleculären Concentrationen).

6. Diese annähernde Constanze ist im Sinne der nächsten Rubrik thatsächlich vorhanden, indem der Quotient

$$\frac{\lambda \text{ (NaCl pCt.)}}{\text{NaCl pCt}}$$

zwischen den relativ engen Grenzwerthen 1,11—1,72 sich bewegt.

Unter pathologischen Verhältnissen nimmt die relative (auf die gesammte molekuläre Concentration bezogene) Concentration an Elektrolyten — dem constanten normalen Werthe

gegenüber — erheblich ab, der Quotient $\frac{\Delta}{\lambda \text{ (NaCl pCt.)}}$ war

in diesen Fällen = 1,31—2,16, zeigte also eine gegen die normalen Fälle distinkt abgegrenzte, neue Einstellung, und gegenüber diesen erhebliche Schwankungen. Diese Schwankungen sind weniger auffallend als die pathologischen Ab-

weichungen des Quotienten $\frac{\Delta}{\text{NaCl pCt.}}$, weil die pathologische Abnahme der chlorhaltigen Moleküle erheblicher ist, als jene der gesammten Elektrolyte; dadurch wird der Quotient

$\frac{\Delta}{\text{NaCl pCt.}}$ für pathologische Abweichungen jedenfalls einen empfindlichen und feineren Indicator bilden.

Nach diesen Erörterungen scheint die von A. v. Korányi festgestellte Constanze der relativen Chlорconcentration im normalen 24 stündlichen menschlichen Harne das Ergebniss der Constanze zweier anderer Factoren zu sein — einerseits der stengeren Constanze der auf die gesammte molekuläre Concentration bezogenen Elektrolyt-Molekülmenge; andererseits der (weniger genau) constanten Theilnahme der chlorhaltigen Moleküle in der Concentration an elektrolytischen Molekülen.