Untersuchungen des Wasser- und Kochsalzstoffwechsels bei Nierengesunden.

Von Heinz Mützel.

(Aus der Medizinischen Universitätsklinik Erlangen
Direktor: Prof. Dr. Greving).

Die Tatsache, daß der Diabetes insipidus eine direkte Auswirkung von Störungen endokrin-vegetativer Korrelationen darstellt, gilt inzwischen als längst erwiesen. Klinische Beobachtungen haben zu der Annahme geführt, daß die Regulationen des Wasserhaushalts in einer gewissen Abhängigkeit von der Hypophyse und den Zwischenhirnzentren stehen. Anatomische und experimentelle Untersuchungen vermochten später den Nachweis zu erbringen, daß es ein Hypophysenzwischenhirnsystem gibt, dem u. a. diese Stoffwechselregulationen unterstehen.

Worin aber das Wesen jener Stoffwechselstörung, die man Diabetes insipidus nennt, eigentlich besteht, konnte bislang nicht eindeutig bestimmt werden. Es scheint dies an der Methodik zu liegen, d. h. die hier in Frage kommenden Untersuchungen haben nicht immer zu eindeutigen Ergebnissen geführt.

Aus dieser Erwägung wurde der Versuch unternommen, die verschiedenen zur Verfügung stehenden Methoden bei verschiedenen Individuen mit nachweisbar intakter Nierenfunktion zu überprüfen. Die folgenden Darstellungen zeigen also im einzelnen den Vorgang und das Ergebnis dieser Überprüfung.

Die Untersuchungsmethoden, mit denen die Werte der einzelnen Faktoren bestimmt wurden, waren folgende:

1. Kochsalzbestimmung im Harn nach der Methode von Volhard-Arnold.

2. Kochsalzbestimmungen im Blut nach der Mikromethode von Bang.

3. Die Bestimmung des Hämoglobins erfolgte mit dem Hämokolorimeter, wie es von Autenrieth angegeben wurde.

4. Das Serum Eiweiß wurde durch das Zeiß-Eintauch-Refraktometer und durch Umrechnen durch die Reißsche Tabelle errechnet.

Es würde im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen, alle Versuche, die an den sechs Patienten ausgeführt wurden, im einzelnen zu schildern. Es sei deshalb gestattet, nur auf die charakteristischen Beispiele einzugehen, zumal alle Wasserbelastungs-, Kochsalzbelastungs- und Pituglandolversuche in den sechs Fällen das gleiche Ergebnis zeitigten.

I. Die Wasserbelastung.

Mit dem Volhardschen Wasserversuch, der den Ausbau jener Wasserbelastungsproben darstellt, wie sie von Koranyi, Strauß und später von v. Noorden angewandt worden sind, steht der Klinik eine der wichtigsten diagnostischen Methoden zur Verfügung.

Die technischen Einzelheiten können in diesem Zusammenhang übergangen werden. Das Prinzip besteht im Nachweis der Fähigkeit oder Unfähigkeit eines Organismus, die ihm angebotene Menge einer Flüssigkeit in einer bestimmten Zeit auszuscheiden. Es muß dabei berücksichtigt werden, daß außer der Nierenfunktion auch noch andere Faktoren mitwirken, die in ihrer Gesamtheit in dem Begriff der extrarenalen Ausscheidung zusammengefaßt werden. Diese als extrarenale Ausscheidung bezeichnete Komponente wird erfaßt durch die Festlegung der Differenz zwischen der Summe von Gewicht und Trinkmenge zu Beginn und der Summe von Gewicht und Harnmenge am Abschluß der Wasserbelastung. Nach Klein und Nonnenbruch fällt dieser Wasserversuch meist überschießend aus, er wirkt diuretisch und führt dabei zu einem Kochsalzverlust. Der Überschuß an Wasser ließ sich in zwei Fällen deutlich nachweisen; ein Kochsalzverlust hat sich jedoch nicht bestätigen lassen. Auch die Behauptung von Grote, daß die zweite Portion bei Normalen am größten sei, ist nur in einem Fall als zu Recht bestehend erwiesen.

Das Problem der Diurese bleibt in der Deutung jenes Mechanismus zu sehen, der die prompte überschüssige Wasserabgabe in Gang bringt. Die Tatsache, daß heute noch verschiedene Deutungsversuche zur Erklärung dieses Auslösungsmechanismus geltend gemacht werden, zeigt, daß man der eigentlichen Lösung noch fern steht. Eine Reihe von Fragen hat sich hier im Verlauf der Untersuchungen ergeben; auf deren Einzelheiten einzugehen ist im Rahmen einer Darstellung der hier unternommenen Arbeit nicht möglich; nur das Wesentliche soll erwähnt werden.

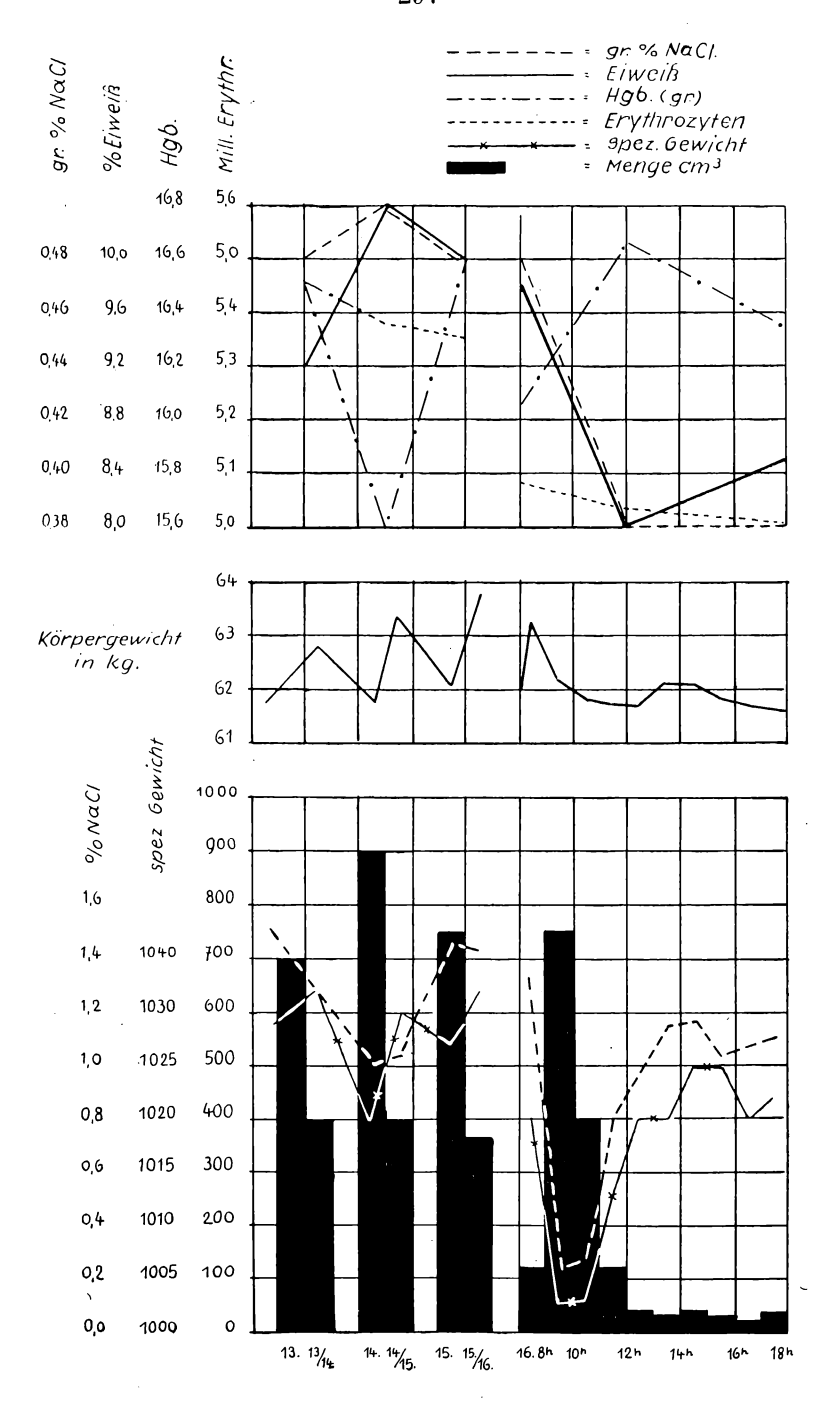
Nonnenbruch vertrat als Erster die Meinung, daß der diuretische Reiz nur durch physikalisch-chemische Untersuchungen erfaßt werden könne. Man glaubte, ursächliche Momente zunächst in der sogen. Hydrämie zu sehen. Indessen wichen die Ansichten über die maßgebende Bedeutung einer Blutverdünnung für das Zustandekommen der Diurese schon bald voneinander ab, während Pick meinte, daß es „ohne Hydrämie keine Diurese" gebe, fanden Klein und Nonnenbruch nach Wasserbelastung zwar eine vorübergehende Hydrämie, aber keinen Grund zur Annahme, daß ihr die Bedeutung eines auslösenden Faktors zuerkannt werden könne. Monakov, Hecht und Nobel behaupteten sogar, daß nach Wassertrinken eine Eindickung des Blutes festgestellt werden könne, jedenfalls stritten sie eine Hydrämie und ihre Bedeutung für die Diurese ab. Danach verlagerte sich der Schwerpunkt der gesuchten Bedeutung nach der Seite des erhöhten Kapillardruckes innerhalb des Glomerulusapparates. Durch die überzeugenden Versuche von Magnus, der durch Bluttransfusion arteigenen Blutes beim ganz gleich vorbehandelten Empfängerkaninchen keine Diurese beobachtete, ist diese Auffassung widerlegt. Im Sinne der Filtrationstheorie sah Löwi die eigentliche Ursache der Diurese in der Durchblutungssteigerung und er meint, daß niemals Diurese beobachtet würde, wenn nicht gleichzeitig eine Steigerung dieser Durchblutung eintreten würde. Durch die Bestimmung der Harnsekretion mit der gleichzeitig direkten Bestimmung der Blutgeschwindigkeit in der Niere bei der Diurese, Versuche, die Schwarz an Kaninchen ausgeführt hat, ist die ganze Erörterung der Fragen gegenstandslos geworden, da wohl mit Bestimmtheit angenommen werden darf,

daß die Ursache der Diurese nicht in den Änderungen im Blutdruck und in der Zirkulationsgröße zu suchen sind. Meist sind Diurese und gesteigerte Blutfülle wohl kombiniert, doch wird auch das eine ohne das andere beobachtet.

Schließlich wäre noch zu erwähnen, welche Rolle die Gewebe bei der Diurese zu spielen imstande sind. Daß sie an der beim Gesunden auffallend konstant bleibenden Zusammensetzung des Blutes neben der Niere hervorragend beteiligt sind, wird von allen Autoren übereinstimmend angenommen. Durch Bildung von großen Speicherstätten, in die sie alles überschüssige Wasser und auch gelöste Substanzen aufnehmen, um eine Überladung des Blutes zu verhindern, übertreffen sie in ihrer Wirkung sogar die Niere, die erst dann, wenn etwa der Blutspiegel einer Substanz steigt, dieses Depot allmählich durch Ausscheidung abbaut. Aus diesen Erwägungen heraus kann uns der Zustand dieses Reservoirs in den Tagen vor der Belastungsprobe nicht gleichgültig sein, da der Ausfall eines Belastungsversuches für den Wasser- und Kochsalzhaushalt von der Füllung des Depots, d. i. von der „Vorperiode", abhängt und dieser Zustand für die Diurese bestimmend sein kann (Klein).

Die von Volhard gewählte Bezeichnung „Vorniere" trifft nach den Untersuchungen von Pick und Lamson vor allem für die Leber zu, der durch die Regulation der Blutzusammensetzung, durch die Wasserbindung in den Geweben und durch die Einwirkung auf die Diurese im Wasserhaushalt des Körpers eine große Bedeutung zukommt. Die Leber stellt gleichsam einen Sperrapparat dar, der nach Pick hämodynamischer und chemischer Ursache sein kann. Schließlich ist auch dem Umstand, daß das Nervensystem und die innersekretorischen Drüsen, wie Schilddrüse und Hypophyse, mit dazu beitragen, den Zustand der Vorniere zu gestalten, eine wesentliche Bedeutung beizumessen.

Im Anschluß an diese Betrachtungen mögen die Versuche geschildert werden. Alle Wasserbelastungsversuche lieferten, wie eingangs erwähnt, das gleiche Ergebnis. Die Kurve eines der Versuche wird das Resultat am besten beleuchten.



Fall: A. Sch., 17 Jahre. Klinische Diagnose: chron. Bronchitis.

Pat. A. Sch., 17 Jahre. Klinische Diagnose: chronische Bronchitis.

In der Vorperiode erhielt der Pat. täglich 1500 ccm Flüssigkeit und 10 Gramm Kochsalz.

Von den zwischen 8 Uhr und 8 Uhr 30 getrunkenen 1500 ccm Tee schied der Pat. in dem Versuch, der sich bis um 18 Uhr desselben Tages ausdehnte, 1570 ccm aus, wobei mit 750 ccm die zweite Stunde die größte Ausscheidung brachte. Das spezifische Gewicht erreichte mit 1003 nahezu das des Wassers. Das Körpergewicht, das sogleich nach Aufnahme der Flüssigkeit um 1,4 kg gestiegen war, nahm, für eine Stunde unterbrochen, durch Aufnahme der Trockenkost um 12 Uhr ständig ab, so daß um 18 Uhr ein Gewichtsverlust von 0,1 kg festzustellen war. Die extrarenale Ausscheidung betrug 0,03 kg, eine Menge, die bei der Beurteilung kaum eine Rolle spielt. Das Kochsalz wurde im Körper zum Teil retiniert. Von den im Verlauf des Tages gegebenen 10 Gramm waren bis um 18 Uhr nur 7,348 Gramm wieder erschienen, wovon 1,474 Gramm auf die erste, 1,650 Gramm auf die zweite und 1,120 Gramm auf die dritte Stunde entfallen. Das noch fehlende Kochsalz wurde erst im Laufe der folgenden Nacht, in der der Urin zweistündlich kontrolliert wurde, auf 9,876 Gramm ergänzt. In der Vorperiode wurde bei gering herabgesetzter Wasserausscheidung eine überschießende Kochsalzausscheidung beobachtet, so daß diese Retention bei der Wasserbelastung um so auffälliger war. Am deutlichsten war bei dem Versuch die Blutverdünnung zu beobachten. Das Serum-Eiweiß fiel von 8,34% um 8 Uhr bis auf 8,00% um 18 Uhr, das Hämoglobin von 16,6 Gramm auf 15,6 Gramm, die Erytrozyten nahmen bis um 12 Uhr um 450 000 ab, nahmen dann allerdings bis um 18 Uhr wieder um 120 000 zu. Immerhin war noch ein Erythrozytenverlust von 330 000 ersichtlich. Der nächste Morgen brachte sofort wieder normale Werte (16,8 Gramm Hämoglobin und 5,67 Millionen Erythrozyten).

Der Kochsalzspiegel des Blutes erhöhte sich von 0,426 Gramm % auf 0,483 Gramm % um 12 Uhr und 0,454 Gramm % um 18 Uhr, sank aber während der Nacht bis früh um 8 Uhr des nächsten Tages auf 0,370 Gramm % herab.

Zusammenfassend wäre an Hand dieses Wasserbelastungsversuches zu sagen, daß es sich im wesentlichen mit den von Volhard, Klein, Nonnenbruch und Lebermann angegebenen Resultaten deckt.

Die einwandfreie Hydrämie, die bei sämtlichen Wasserversuchen beobachtet wurde, läßt daran denken, daß der primäre Anreiz zur Diurese von dieser Blutverdünnung ausgehen könne, daß dieser Reiz also schon besteht, noch bevor das Wasser seinen bekannten Weg über die Gewebe zum Blut und zur Niere angetreten hat; letztere, absolut funktionstüchtig, spricht ihrerseits in dem Bestreben, ihrer physiologischen Funktion der Gleichhaltung der Blutzusammensetzung gerecht zu werden, auf den geringsten Reiz von seiten des Blutes mit dem Abtransport dieser im gesunden Organismus nicht verwendbaren Wassermengen an. Da auch die Gewebe bei der Regulation das Gleichmaß in der Blutzusammensetzung beitragen, so nehmen auch sie jetzt durch überschüssige Abgabe von Wasser an der Diurese regen Anteil. Offenbar hält dann die Diurese solange an, bis das durch die Wasserbelastung gestörte Gleichmaß der Zusammensetzung des Blutes wieder erreicht ist.

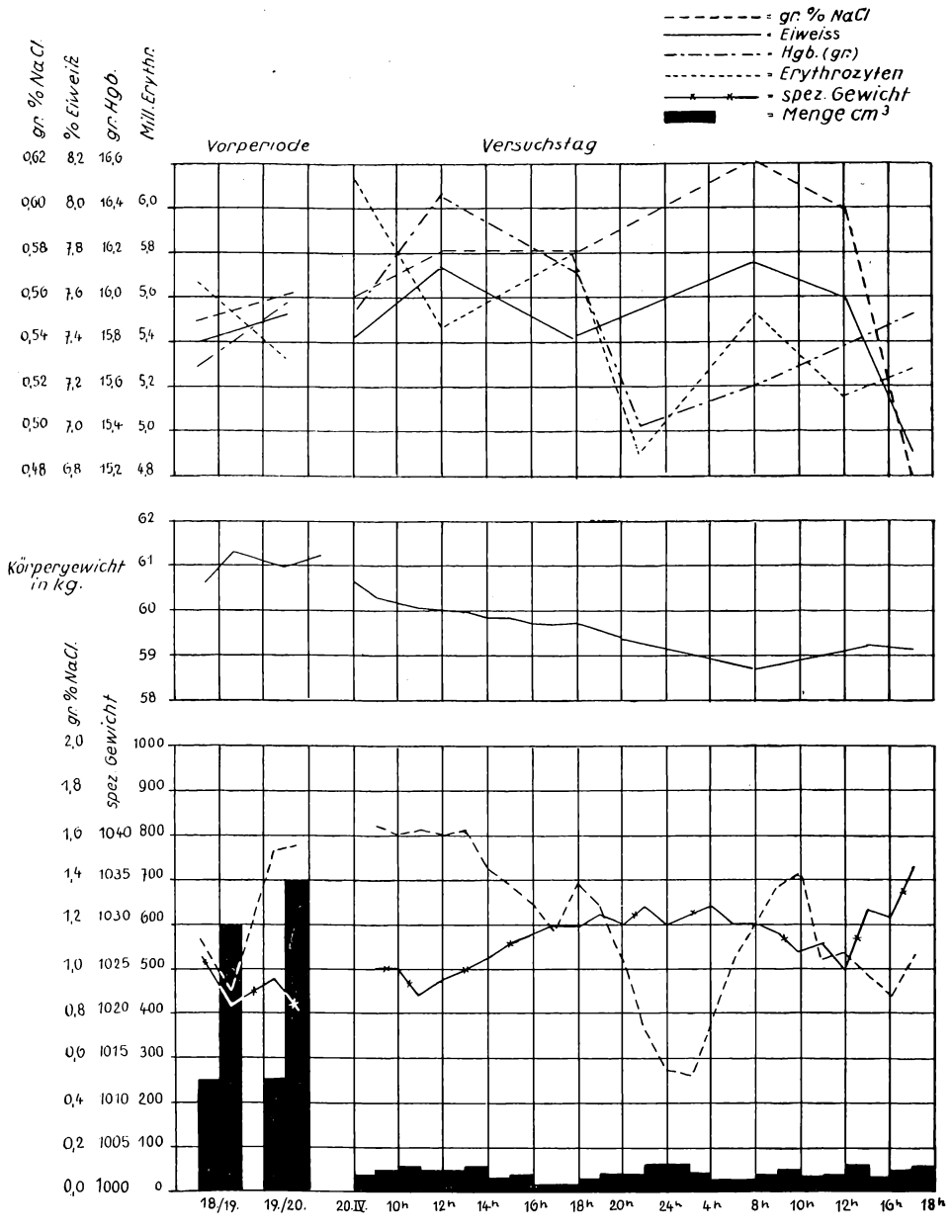
II. Konzentrationsversuch.

Die Niere wird bei der Belastungsprobe durch Dursten vor die Aufgabe gestellt, ihre Funktion neben Wasser gelöste Substanzen, vor allem das Natriumchlorid auszuscheiden, durch Konzentration zu beweisen.

Im Gegensatz zur Methode Volhards sind hier die Konzentrationsversuche getrennt von der Wasserbelastung ausgeführt worden. Die Ergebnisse von zwei Untersuchungen sollen ein Bild vom Durstversuch veranschaulichen.

Fall 1: A. P., 38 Jahre. Klinische Diagnose: Tumor im Tractus opticus links.

Wie aus dem Fall 1 ersichtlich, erstreckte sich der Durstversuch über 34 Stunden; dabei war die letzte Flüssigkeitsaufnahme vor dem Versuch am 19. April um 18 Uhr (200 ccm). Der Pat. erhielt strenge Trockenkost und aß am ersten Versuchstag (20. April) bis um 18 Uhr überhaupt nichts. An



Fall 1: A. P., 38 Jahre. Klinische Diagnose: Tumor im Tractus opticus links.

Kochsalz hat er im ganzen auf die zwei Tage verteilt 15 g erhalten, wovon 10 g auf den zweiten Versuchstag entfielen; er schied davon nur 10,096 g aus, eine Verminderung, die wir auch in der Kochhsalzausscheidung von Fall 2 beobachten, wo von 10 g bei einer zehnstündigen Dauer des Versuches ebenfalls nur 5,088 g ausgeschieden wurden; der größte Prozentgehalt der Kochsalzabfuhr war im ersten Fall 1,64 g % um 9 Uhr des ersten Versuchstages, im zweiten Fall 1,60 g % um 11 Uhr. Die Wasserausscheidung war natürlich in beiden Fällen sehr vermindert (855 ccm und 360 ccm). Ihre Fähigkeit zu konzentrieren zeigte die Niere sehr deutlich, da das spez. Gewicht sich nie unter 1022 bzw. 1021 hielt und bis 1036 bzw. 1033 anstieg. Man darf wohl mit Recht behaupten, daß die Wasser- und Kochsalzausscheidung Hand in Hand geht; durch Ausscheidung des reichlich aufgenommenen und nicht verwendbaren Kochsalzes benötigt der Organismus eine bestimmte Wassermenge, die, da sie aus den Geweben geholt werden muß, sehr spärlich und daher sehr hoch konzentriert ist. Andererseits wird nur die allernötigste Menge Kochhsalz aus den Geweben zur Ausscheidung gebracht, um den Organismus auch von einer allzu großen Wasserverarmung zu schützen. Daß trotzdem ein Verlust eintritt, sieht man am deutlichsten aus dem des Körpergewichtes, das in beiden Fällen abnahm (1,9 kg und 0,2 kg).

Im Blut ist beim zweiten Fall durch das Fehlen von Wasserangebot eine Eindickung sehr deutlich; eine Vermehrung der Erythrozyten um 630 000, eine Zunahme des Hämoglobins von 16,0 auf 16,4 g, eine Erhöhung des Serumeiweißgehaltes von 7,63% auf 7,65% und des Kochsalzgehaltes von 0,584 g % auf 0,696 g % sprechen eine deutliche Sprache.

Der Fall P. zeigt insofern eine Abweichung, als das Hämoglobin wohl am zweiten Versuchstage sich von 16,0 g auf 16,6 g erhöht, am Ende der Belastungsprobe jedoch bis 15,2 g abfällt; gleichen Schritt mit dem Hämoglobin halten die Erythrozyten (5,42 Millionen am Anfang, 4,97 Millionen am Ende). Das Serumeiweiß steigt wohl vorübergehend an, sinkt dann aber rasch auf 7,02% ab, um am Schlusse den Ausgangswert von 7,53% wieder erreicht zu haben; der Kochsalzgehalt, gegenüber 0,613 g % zu Beginn des Versuches, beträgt nach Schwan-

Fall 2: A. Sch., 12 Jahre. Klinische Diagnose: chronische Bronchitis.

Urin							Blut				
Datum	Bemerkungen	Menge	Spez. Gewicht	NaCl gr %	NaCl gr	Trinkmenge	Eiweiß %	NaCl gr %	Hgb	Erythrozyten	Körpergewicht
17. 3.		1250 ccm	1023	1,2	12,660	1500 ccm	7,85	0,370	16,8	5,67	62,5
18. 3.		800	1029	1,24	9,760	1500	8,82	0,655	16,8	5,67	62,6
19. 3.		1400	1021	1,27	18,860	1500	7,96	0,662	16,2	5,12	62,9
20. 3.	8 Uhr			Versuchstag			7,63	0,584	16,0	5,24	62,2
	9 „	110	1021	1,44	1,584						62,1
	10 „	25	1021	1,42	0,355						62,2
	11 „	35	1030	1,60	0,560						62,0
	12 „	50	1026	1,54	0,770		7,33	0,719	16,4	5,63	61,8
	13 „	25	1028	1,54	0,385						62,2
	14 „	20	1031	1,30	0,260						62,1
	15 „	25	1032	1,30	0,325						62,1
	16 „	25	1032	1,26	0,315						62,0
	17 „	25	1032	1,19	0,298						62,0
	18 „	20	1033	1,18	0,236		7,65	0,696	16,4	5,87	62,0
		360 ccm			5,088						— 0,2 kg
21. 3.	8 Uhr	25	1003	1,16	0,298		7,83	0,810	16,2	5,43	62,2

kungen während der Versuchszeit am 21. April um 18 Uhr 0,528 g %. Ein Fehler in den Berechnungen kann nicht vorliegen, da wegen der auffallenden Ergebnisse die einzelnen Proben zweimal ausgeführt und jedesmal die gleichen Resultate erzielt worden sind.

In dem großen Bestreben der Gewebe, für die möglichst konstante Blutzusammensetzung zu sorgen, kann man wohl auch den Grund für die Verschiedenheit der erzielten Ergebnisse suchen. Es könnte wohl sein, daß das Gewebe durch das relative Überangebot an Kochsalz bei einem Minus an Wasserzufuhr für die Aufrechterhaltung seines osmotischen Gleichgewichtes so in Anspruch genommen wird, daß es sich unmöglich voll und ganz seiner physiologischen Funktion, der Gleichhaltung der Blutverhältnisse, widmen kann. Das Gewebe kann daher der Eindickung des Blutes nicht hindernd in den Weg treten (Fall 2), während eine lang dauernde Belastung durch Dursten die Gewebe mit dieser anfänglichen Schwierigkeit fertig werden und sie nun für die normale Blutzusammensetzung arbeiten läßt, was der Verdünnung in Fall 1 entsprechen würde; denn auch dieser Fall zeigt anfänglich eine Vermehrung der Erythrozyten um 300 000, eine Erhöhung des Hämoglobins um 0,2 g und des Eiweißes von 7,53 auf 8,06%.

III. Kochsalzbelastung.

Dasjenige Salz, das unter den gelösten Substanzen im Harn das größte theoretische und praktische Interesse in Anspruch nimmt, ist das Natriumchlorid, dessen Ausscheidung durch die Zufuhr bedingt ist. Dem Körper stehen zur Ausscheidung einer bestimmten Kochsalzzulage zwei verschiedene Wege zur Verfügung: Er vermehrt entweder bei gleichbleibender Urinmenge die Konzentration oder aber steigert bei gleicher Konzentration die Harnmenge; welchen Weg die Niere einschlägt, hängt von den Beziehungen des Salz- und Wasserbestandes im Organismus ab, da das Kochsalz und das Wasser in inniger Beziehung zueinander stehen; für die Osmose der Gewebe ist das NaCl die wichtigste Substanz und begleitet deshalb das Wasser in allen Flüssigkeiten des Körpers. Die Aufrechterhaltung dieses

osmotischen Gleichgewichtes im Organismus setzt selbstverständlich eine bis zu einem gewissen Grade sich gleichbleibende Wechselbeziehung im Wasser- und Kochsalzhaushalt voraus, was in dem sehr konstanten Körpergewicht und in einem konstanten Wasser- und Salzbestand des normal ernährten Körpers des Erwachsenen seinen Ausdruck findet. Heilmeyer nimmt für diesen Kochsalzstoffwechsel eine zentrale Regulation mit wahrscheinlichem Sitz in der Medulla oblogata an. Dieses „physiologische Optimum" liegt natürlich bei jedem einzelnen Menschen verschieden hoch und ist in allen fließenden Übergängen vom trockenen zum myxödemähnlichen Typus mit praller wasserreicher Haut zu finden und von diesem abhängig. Der Körper hält streng an der Aufrechterhaltung dieses Optimums fest, weil er eine Änderung des osmotischen Druckes seiner Säfte, welcher im wesentlichen vom Kochsalzgehalt abhängig ist, nicht verträgt; bei kochsalzfreier Diät ist bekannt, daß der Organismus sein Kochsalz mit größter Zähigkeit zurückhält, so daß der NaCl-Gehalt des Urins immer mehr abnimmt und schließlich ganz schwindet; umgekehrt eliminiert der Körper im Übermaß zugeführtes Kochsalz; man sieht daraus, wie schwer es ist, den NaCl-Gehalt der Körpersäfte nur im geringsten zu erhöhen.

Die Versuche über die Prüfung des Wasser- und Kochsalzhaushaltes mittels Kochsalzbelastungsproben wurden so ausgeführt, daß bei einer einmaligen Extrazulage von 20 g NaCl, die im Verlauf einer halben Stunde zu nehmen war, auf zweierlei Art und Weise dieser Stoffwechselvorgang überprüft wurde:

1. Kochsalzbelastung plus Wasserzufuhr (1000 ccm). Pat. Chr. F., 33 Jahre, klinische Diagnose Diabetes mellitus.

Der Pat. hatte die Aufgabe, die 20 g NaCl mit den 1000 ccm Tee in der Zeit von 8 Uhr bis 8 Uhr 30 zu sich zu nehmen. Aus der Vorperiode sei erwähnt, daß seine Wasser- und Kochsalzausscheidung immer überschießend ausgefallen ist. Er erhielt wie sämtliche Versuchspersonen bei salzloser Kost 10 g Kochsalz in der Nahrung. Von der am Versuchstage eingenommenen Wassermenge schied er nach zehnstündiger Dauer des Versuches 1700 ccm aus; die größte Ausscheidung fällt in die Zeit von 14—18 Uhr, also in die letzten vier Versuchs-

Fall Chr. F., 33 Jahre. Klinische Diagnose: Diabetes mellitus.

Urin							Blut				
Datum	Bemerkungen	Menge	Spez. Gewicht	NaCl gr %	NaCl gr	Trink-Menge	Eiweiß %	NaCl gr %	Hgb	Erythrozyten	Körpergewicht
8. 3.		4800	1008	0,22	11,000	3600	7,29	0,553	15,0	5,10	63,2
9. 3.		6350	1010	0,24	14,600	4400	7,35	0,562	15,2	5,35	62,9
10. 3.	8 Uhr						9,18	0,557	15,2	5,35	63,3
	9 „	180	1015	0,82	1,476	1000 ccm					63,3
	10 „	150	1016	1,34	2,010	+20 gr					63,5
	11 „	190	1016	1,44	2,736	NaCl					63,3
	12 „	190	1017	1,42	2,698		8,86	0,524	15,0	5,10	63,2
	13 „	120	1020	1,48	1,776						63,3
	14 „	210	1015	0,90	1,890						63,7
	15 „	220	1019	1,46	3,212						63,8
	16 „	120	1020	1,44	1,728						63,8
	17 „	200	1023	1,42	2,840						63,5
	18 „	120	1021	1,14	1,368		8,53	0,504	14,8	4,95	63,3
		1700 ccm			22,734 gr						± 0 kg
	20 Uhr	450	1024	0,88	3,960	1400					
	22 „	600	1012	0,70	4,200						
	24 „	260	1011	0,54	1,400						
	2 „	230	1012	0,40	0,920						
	4 „	280	1013	0,44	1,232						
	6 „	200	1011	0,66	1,320						
11. 3.	8 „	500	1010	0,50	2,500						
		2520			15,532		8,37	0,499	14,6	4,65	64,0
		+1700			+22,734						
		4220 ccm			38,266 gr	2400 ccm					

stunden; der Urin erreichte auch in dieser Zeit seine größte Konzentration, das spez. Gew. stieg bis 1023 und sank nie unter 1015. Der Harn war also immer etwas hochgestellt, was durch die große Menge an aufgenommenem Kochsalz leicht erklärlich ist. Dementsprechend war die prozentuale Kochsalzausscheidung geringer und zeigte mit 1,48 g % um 13 Uhr ihr Maximum. Bis um 18 Uhr waren von dem aufgenommenen Kochsalz (30 g) 22,734 g ausgeschwemmt, wovon 8,920 g auf die Zeit von 9—12 Uhr und 12,814 g auf die Zeit von 12 bis 18 Uhr entfallen. Nach einer Flüssigkeitsaufnahme von 1400 ccm (Suppe, Tee, Wasser) um 18 Uhr schied dann der Pat. bis zum nächsten Morgen um 8 Uhr die restlichen Kochsalzmengen nicht nur nicht aus, sondern überschoß sogar bis 38,266 g bei einer gesamten Urinausscheidung von 4220 ccm gegenüber einer Einnahme von 2400 ccm. Auch in der Nacht zeigte der Urin trotz der ziemlich großen Ausscheidung ein noch verhältnismäßig hohes spez. Gewicht, während die Höchstgrenze der Kochsalzausscheidung bei 0,88 % = 3,960 g lag.

Das Blut zeigte in allen seinen Teilen eine Verdünnung, was ja nach den Erfahrungen bei den Versuchen mit der Wasserbelastung erwartet werden durfte. Das Hämoglobin sank stetig von 15,2 g innerhalb 24 Stunden auf 14,6 g, die Erythrozyten nahmen von 5,35 Mill. auf 4,65 Mill. ab. Der Kochsalzspiegel im Blut betrug zu Beginn des Versuches 0,557 g %, um 12 Uhr 0,524 g %, um 18 Uhr 0,504 g % und am nächsten Morgen um 8 Uhr schließlich nur noch 0,499 g %. Die Serumeiweißwerte waren gegenüber 9,18 g % zu Beginn des Versuches um 0,81 % vermindert, zeigten also nur noch eine Höhe von 8,37 g %. Das Körpergewicht zeigte mit 63,3 kg um 18 Uhr nach langdauernder Zunahme am Schluß des Versuches weder eine Zunahme noch eine Abnahme.

Zusammenfassend wäre über diesen Versuch zu sagen, daß nach einmaliger NaCl-Zufuhr, verbunden mit einem Überschuß an Flüssigkeit, die Ausfuhr die Einfuhr überwiegt; diese Mehrausscheidung ist nicht nur auf den Versuchstag beschränkt gewesen, sie hat vielmehr auch in den nächsten Tagen insbesondere auf den Bezug der Kochsalzausscheidung angehalten. Diese einmalige NaCl-Belastung hat also zur Folge gehabt, daß mehr Kochsalz im Urin wieder erschienen ist, als eingenommen wurde;

es kann sich dabei nur um die Wirkung einer gesteigerten Diurese handeln, die es fertig gebracht hat, diese gewiß nicht geringe Menge an zugeführtem Kochsalz innerhalb 24 Stunden überschießend aus dem Körper auszuschwemmen. Mohr berichtete, daß auf eine einmalige NaCl-Zufuhr eine Periode gesteigerter NaCl-Ausscheidung einsetzt. Diese Diuresewirkung des Kochsalzes ist uns in der Nierenpathologie schon seit langer Zeit bekannt. Daß neben dieser Nierenwirkung eine direkte Wirkung auf das Gewebe stattfindet, kann wohl als sicher angenommen werden.

2. Kochsalzbelastung mit Dursten.

Auch hier diene eine Tabelle zur besseren Übersicht. (Vgl. S. 308.)

Pat. A. P., 38 Jahre. Klinische Diagnose: Tumor im Tractus opticus links.

Der Patient nahm zum besseren Schlucken des Kochsalzes, das in Oblaten zu je g gegeben wurde, nur 60 ccm Wasser, eine Menge, die auf den Ausfall des Kochsalzbelastungsversuches kaum einen Einfluß haben dürfte, so daß dieser Versuch doch noch als absoluter Durstversuch zu bewerten sein wird.

Die ausgeschiedenen Urinmengen waren auch dementsprechend klein und beliefen sich nach 10 Stunden auf 520 ccm; der Höchstwert im spez. Gew. des durchwegs hochgestellten, trüben, gelblichen Urins betrug um 9 Uhr 1032, das Minimum war mit 1026 immer noch sehr hoch. Nun kommt aber zum Unterschied vom Kochsalzbelastungsversuch, der mit dem Wasserversuch kombiniert war, bei diesem Versuch die überraschend hohe prozentuale NaCl-Ausscheidung, die mit Ausnahme der ersten drei Stunden einen Wert von über 2,0 g-% zeigte, ja um 18 Uhr sogar bis 2,34 g-% emporstieg. Trotzdem betrug die ausgeschiedene Kochsalzmenge bis 12 Uhr nur 3,728 g und bis zum Schlusse des Versuches um 18 Uhr 6,896 g, insgesamt also nur 10,624 g gegenüber einer Zufuhr von 30 g. Wir sehen aus diesen Zahlen, daß sich der Organismus als Weg der Abtransportierung des Kochsalzes bei fast immer gleichbleibender Urinmenge einer hohen Konzentration bedient hat; trotzdem war er auch bis zum nächsten Morgen um 8 Uhr mit der ganzen Kochsalzmenge noch nicht fertig geworden und hat nur 18,690 g ausgeschieden, nachdem die Nacht über das spez. Gew.

Fall A. P., 38 Jahre. Klinische Diagnose: Tumor im Tractus opticus links.

Urin							Blut				
Datum	Bemerkungen	Menge	Spez. Gewicht	NaCl gr %	NaCl gr	Trinkmenge	Eiweiß %	NaCl gr %	Hgb	Erythrozyten	Körpergewicht
26. 4.		550	1026	0,85	4,700	1000	7,09	0,581	15,6	5,10	59,9
27. 4.	8 Uhr						7,33	0,579	15,0	5,13	59,9
	9 „	40	1032	1,66	0,664	60 ccm					59,8
	10 „	40	1030	1,89	0,756	zum Ein-					59,6
	11 „	60	1029	1,96	1,096	nehmen					59,3
	12 „	60	1026	2,02	1,212	desKoch-	6,21	0,582	14,8	4,95	59,0
	13 „	80	1029	2,02	1,616	Salzes					60,1
	14 „	60	1030	2,00	1,200						60,0
	15 „	60	1030	2,16	1,296						59,9
	16 „	40	1031	2,32	0,928						59,9
	17 „	40	1029	2,30	0,920						59,8
	18 „	40	1030	2,34	0,936		7,33	0,613	14,8	5,03	59,7
		520			10,624						— 0,2 kg
	19 „	40	1033	2,26	0,904	200					60,0
	20 „	30	1039	2,20	0,660						60,0
	22 „	50	1035	1,92	0,960						
	24 „	80	1032	1,84	1,472						
	2 „	60	1036	1,80	1,080						
	4 „	50	1034	1,78	0,890						
	6 „	50	1030	1,90	0,900						
28. 4.	8 „	60	1030	2,00	1,200		6,88	0,582	15,6	5,43	59,5
	420	420			8,066						— 0,4 kg
		+520			+ 10,624						
		940 ccm			18,690 gr						

auf 1039 gestiegen war und die prozentuale Kochsalzausscheidung sich zwischen 1,78 g-% und 2,26 g-% hebt. Die Gewichtskurve fiel sehr schwankend aus, am Ende des Versuches war eine Abnahme von 0,2 kg zu verzeichnen, was ja durchaus erklärlich ist, bis nächsten Morgen um 8 Uhr fiel es dann noch weiter, um mit einem Gewichtsverlust von 400 g gegenüber dem Ausgangsgewicht abzuschließen.

Merkwürdig verhielten sich bei diesem Versuch die Blutwerte. Nach einer anfänglichen Verdünnung trat im Serumeiweiß und im Kochsalzspiegel um 18 Uhr wieder eine Eindickung auf, um dann bis zum nächsten Morgen abermals niedere Werte angenommen zu haben. Das Hämoglobin und die Erythrozyten sanken bis um 18 Uhr von 15,0 g bzw. 5,13 Mill. bis 14,8 g bzw. 5,03 Mill.; am nächsten Morgen waren sie dann wieder überraschend in der Höhe (15,6 g und 5,43 Mill.). Diese Blutwerte sind für eine Norm nicht verwertbar.

Bei der Beurteilung dieses Versuches muß festgestellt werden, daß die ungenügende und verminderte Kochsalzausscheidung innerhalb 24 Stunden wohl auf den Mangel an Wasserzufuhr zurückzuführen ist; denn die Kombination der Kochsalzbelastung mit einer größeren Wasserzufuhr hat eindeutig ergeben, daß nur dann das Kochsalz in 24 Stunden voll zur Ausscheidung gelangt. In dem Fall P. also handelt es sich bei vollständig gesunden Nieren um die gleiche Erscheinung wie — (in allerdings verstärktem Maße) — beim Diabetes insipidus und bei Erkrankungen der Niere. Zur Diagnose der Niereninsuffizienz ist daher auch eine verlangsamte Ausscheidung nur mit Vorsicht zu gebrauchen!

Das Ergebnis dieser beiden Versuche läßt sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. An einem Tage zugeführte NaCl-Gaben von 30 g werden wohl in den meisten Fällen durch Erhöhung der Konzentration und der Urinmengen wieder ausgeschieden.

2. Diese Ausscheidung der einmaligen NaCl-Belastung ist in hohem Grade von gleichzeitiger Wasserzufuhr abhängig.

3. Durch eine genügende Wasserzufuhr kann alles Kochsalz innerhalb 24 Stunden wieder ausgeschwemmt werden; es kommt sogar meistens zu einer vermehrten Abgabe des NaCl.

4. Eine verminderte Wasserzufuhr führt zu einer Retention des Kochsalzes; die zugeführten 20 g als Extrazulage werden dann erst im Laufe der nächsten Tage ausgeschieden.

Es ist aus all diesen Versuchen ein inniger Zusammenhang zwischen Wasser- und Kochsalzhaushalt klar ersichtlich; durch die Aufgabe des Natriumchlorids, die osmotischen Verhältnisse, die zum Leben der Zelle und der Gewebe nötig sind, aufrecht zu erhalten, ist diese enge Beziehung zum Wasserhaushalt naturnotwendig.

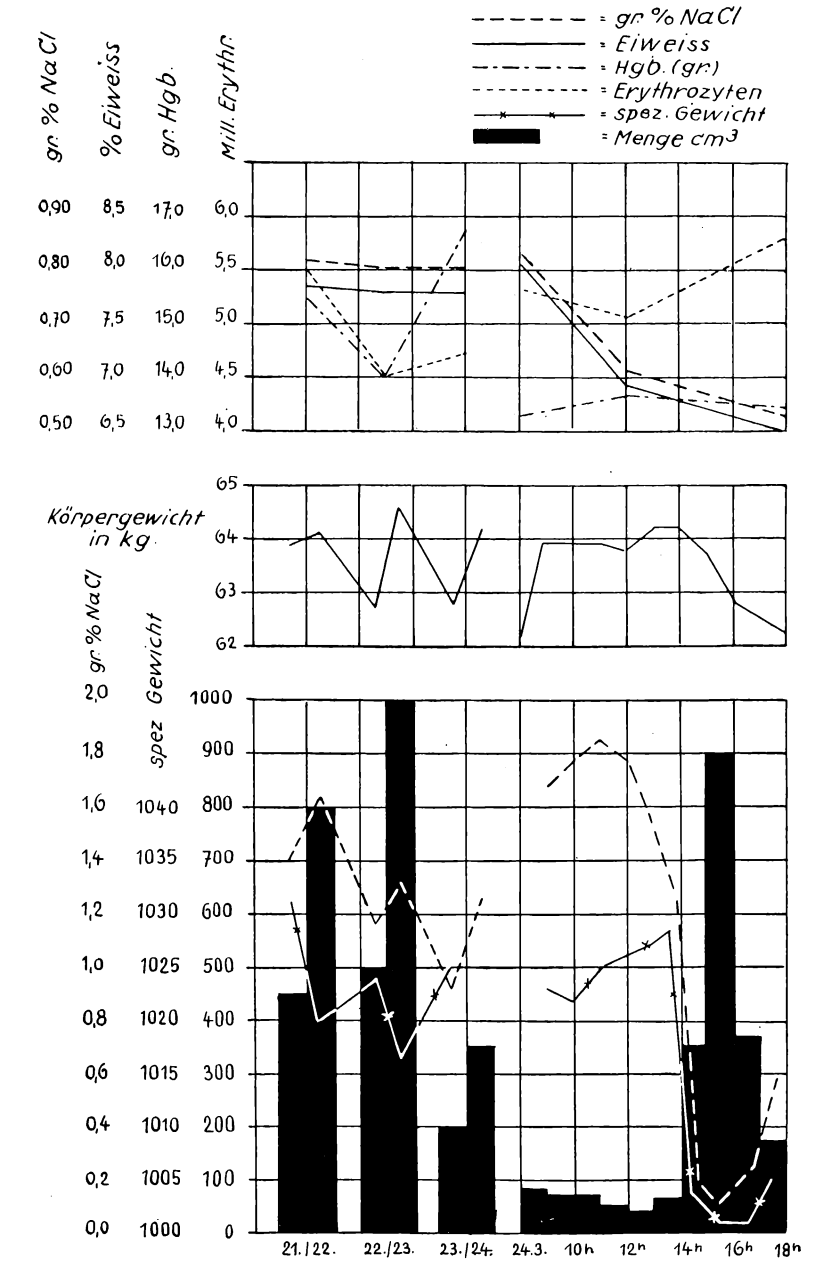
IV. Pituglandol-Versuch.

Es gehört seit längerem zu den gesicherten Erkenntnissen, daß die Drüsen mit innerer Sekretion einen gewissen Einfluß auf den Wasserhaushalt haben. Bekannt ist der Anagonismus Thyreoidea-Pancreas, das gleiche gilt für Vorder- und Hinterlappen der Hypophyse. Diese Erkenntnisse sind bekanntlich im wesentlichen auf die Versuche Eppingers zurückzuführen. Er wies bekanntlich nach, daß der Angriffspunkt des Schilddrüsenhormons in den Geweben im Sinne einer Erhöhung der Zellaktivität aufzufassen sei. Vom Pituglandol ist bekannt, daß es seine wasserretinierende und diuresehemmende Wirkung ohne Einfluß des Zentralnervensystems ausübt; die Wasserretention in den Geweben nach Gaben von Pituglandol ist vollständig unabhängig von einer Nierenwirkung, wofür Pick in seinen Versuchen den Beweis geliefert hat.

An sechs Patienten ist der Pituglandolversuch ausgeführt; es wurde in Abständen von 1½ bis 2 Stunden je 1 ccm Pituglandol subkutan gegeben und von allen Patienten bis 3 ccm gut vertragen. Ein schönes Beispiel für die wasserhemmende Wirkung dieses Hypophysenhinterlappenhormons sei hier durch die Kurve wiedergegeben:

Pat. A. Sch., 17 Jahre. Klinische Diagnose: chronische Bronchitis.

Wie aus der Kurve ersichtlich ist, war die Wasserretention durch die Pituglandolwirkung einwandfrei. Der Patient erhielt



A. Sch., 17 Jahre. Klinische Diagnose: chronische Bronchitis.

die erste Gabe (1 ccm) um 8 Uhr; sofort begann das Pituglandol seine Wirkung auszuüben; denn die nächsten Stunden brachten eine trotz der vorherigen Wasserzufuhr von 1500 ccm beträchtlich herabgesetzte Urinausscheidung, die sich im Durchschnitt auf etwa 70 ccm pro Stunde belief und eine Konzentration bis 1028 zeigte. Die Pituglandolwirkung — der letzte ccm wurde um 12 Uhr mittags verabreicht — schien um 15 Uhr abgeklungen zu sein; denn jetzt setzte mit einem Schlage eine kolossale Harnflut ein, die in den nächsten Portionen Mengen von 350, 900 und 370 ccm brachte; dabei fiel prompt das spez. Gew. bis 1001 zurück. Die Kochsalzausscheidung erreichte mit 1,84 g-% um 11 Uhr ihren höchsten Wert, war überhaupt in der Zeit der Pituglandolwirkung prozentual größer als in der Zeit des Wasserstoßes; insgesamt wurden von den 10 g Kochsalz, die der Patient tagsüber in seiner Trockenkost zu sich nahm, 9,852 g ausgeschieden. Das Körpergewicht nahm entsprechend der Wasserretention immer mehr zu; der größte Wert der Zunahme war 2,0 kg; bedingt durch die große Urinausscheidung erfolgte später eine Abnahme, jedoch war auch am Schlusse des Versuches (18 Uhr) eine Zunahme gegenüber dem Anfangsgewicht von 0,1 kg zu verzeichnen.

In der Blutzusammensetzung war eine deutliche Verdünnung zu erkennen, was im Sinken des Hämoglobins von 16,2 g auf 14,2 g und der Erythrozyten von 5,52 Mill. auf 4,51 Mill., also auf über 1 Million innerhalb vier Stunden wohl am deutlichsten zum Ausdruck kommt. Trotz der Ausschwemmung in den Nachmittagsstunden kam ein weiteres Fallen der Hämoglobin- und Erythrozytenwerte zustande, so daß am Versuchsschluß ein Hämoglobinwert von 13,4 g und eine Erythrozytenzahl von 4,10 Mill. resultierte. Das Serumeiweiß, das zuerst abnahm, ging gegen Ende des Versuches wieder etwas in die Höhe und betrug nun im Gegensatz zu 7,89% in der Frühe 8,30%. Hand in Hand damit ging der Kochsalzspiegel im Serum.

Der deutliche Einfluß, den das Extrakt des Hypophysenhinterlappens auf den Einfluß der Diurese ausübt, geht aus diesen Beobachtungen zweifellos eindeutig hervor; er äußert

sich zuerst in einer Hemmung der Diurese und dann in einer Förderung derselben. Eine komplette Anurie, wie sie von Modrakowski und Halter einmal beobachtet sein soll, habe ich in keinem meiner Versuche gesehen.

Literaturverzeichnis.

F. Brunn: Beitrag zur Kenntnis der Wirkung von Hypophysenextrakten. Z. f. ges. exp. Med. 25, 1921.

— Beitrag zum Diabetes insipidus. Z. f. ges. exp. Med. 25, 1921.

Klein und Nonnenbruch: Funktionsprüfungen der Niere mittels Belastungsproben. Z. f. klin. Med. 112, 1930.

Koranyi: Physiologisch-chemische Methoden und Gesichtspunkte in ihrer Anwendung auf die pathologische Physiologie der Niere und des Kreislaufs. — Physiol. Chemie und Medizin. Koranyi — Richter — Leipzig 1908.

Lebermann: Über Nierenfunktionsprüfungen. Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilkunde 35, 1929.

Leschke: Beiträge zur klinischen Pathologie des Zwischenhirns. Z. f. klin. Med. Bd. 87, 1919.

Löwy: Untersuchungen zur Physiologie und Pharmakologie der Nierenfunktion. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 48 und 53.

Marx, H.: Untersuchungen über den Wasserhaushalt. D. Archiv f. klin. Med. Bd. 152/153. Klin. Wo. 1926, 3.

Meyer-Bisch: Untersuchungen über den Wasserhaushalt. 1.—4. Mitt. Z. f. ges. exp. Med. Bd. 24 und 25, 1921.

Magnus: Die Tätigkeit der Niere. Oppenheims Lehrbuch der Chemie des Menschen und der Tiere, Bd. III, H. 1.

Monakow, v.: Beitrag zur Funktionsprüfung der Niere. D. Archiv f. klin. Med. Bd. 102, Bd. 115, 116.

Nonnenbruch, W.: Über die Bilanz und den intermediären Kochsalzstoffwechsel und seine Beziehungen zu den Serumproteinen. Z. f. ges. exp. Med. Bd. 29, 1922.

— Über Diurese. Ergeb. d. inn. Med. u. Kinderheilkunde 1924.

Siebeck: Physiologie des Wasserhaushalts, Handbuch der norm. u. pathol. Physiologie. Correlationen III, Springer 1926.

Strauß, H.: Zur Kenntnis des Wasserstoffwechsels beim Diabetes incipidus. Z. f. exp. Therapie und Path. Bd. I.

Veil, H. W.: Über die Auslösung intermediärer Kochsalzverschiebungen. Archiv f. exp. Path. und Pharm. Bd. 87, 1920.

— Weitere Beobachtungen am hypochlorämischen Diabetes incipidus. D. Archiv f. klin. Med. 149, 1925.

Volhard, F.: Die doppelseitigen hämatogenen Nierenerkrankungen. Handbuch der inn. Med. Mohr Staehlin, Bd. 3.

Volhard und Fahr: Die Breitsche Nierenkrankheit. Springer, Berlin 1913.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: 69

Autor(en)/Author(s): Mützel Heinz

Artikel/Article: Untersuchungen des Wasser- und Kochsalzstoffwechsels bei Nierengesunden. 293-314