

Über die Ammoniakmenge im Harn und deren Verhältnis zur Ventrikelsekretion.

Von
S. A. Gammeltoft.

(Mitteilung aus der Abteilung A des Reichshospitals Kopenhagen, Chef: Prof. Chr. Gram.
(Der Redaktion zugegangen am 17. August 1911.)

Im menschlichen Harn findet sich unter normalen Verhältnissen eine ziemlich konstante Menge Ammoniak.

Bei gewöhnlicher gemischter Kost wird nach Neubauer täglich ungefähr 0,7 g Ammoniak ausgeschieden, was ca. 4,6 bis 5,6% des ausgeschiedenen Totalstickstoffes entspricht.

Wird die ausgeschiedene Ammoniakmenge durch das von ihr vertretene Stickstoffquantum ausgedrückt, so entspricht die von Neubauer gefundene Zahl ca. 0,58 g N pro die.

Was die Bedeutung dieses Ammoniaks betrifft, so kann es wohl kaum mehr einem Zweifel unterliegen, daß es dessen Hauptaufgabe ist, im Organismus neutralisierend zu wirken.

Bei den Zersetzungs Vorgängen im Organismus entstehen bedeutende Mengen von Säuren; diese werden gewöhnlich durch Umsatz mit dem im Blute vorhandenen kohlen sauren Natron gebunden; bei besonders starker Säurebildung kann die Menge des verfügbaren kohlen sauren Alkali ungenügend sein, und um sich vor dem Überschuß an Säure zu schützen, ist der Organismus imstande, dies Verhältnis zu regulieren, indem er mehr oder weniger Ammoniak erzeugt, das die überschüssige Säure zu neutralisieren und unschädlich zu machen vermag.

Die Bildung von Harnstoff aus den Spaltungsprodukten der Eiweißstoffe geschieht mit ziemlicher Sicherheit so, daß sich zu irgend einem Zeitpunkt Ammoniak abspaltet, das durch eine Synthese in der Leber in Harnstoff umgewandelt wird.

und es ist anzunehmen, daß die Säuren bei Säureüberschuß im Organismus irgendwie auf die Synthese einwirken, ihr Inhalt tun und sich selbst des Ammoniaks bemächtigen.

Diese Auffassung des Ammoniaks als des säure sättigenden Elements im Haushalt des Organismus hat allmählich die ältere Ansicht abgelöst, nach der man eine Steigerung der Ammoniakmenge gewissermaßen als einen Ausdruck der Insuffizienz der Harnstoffsynthese auffaßte; durch eine genauere Untersuchung der verschiedenen Zustände und Krankheiten, namentlich des Diabetes, bei denen eine vermehrte Ammoniakabsonderung im Harn konstant ist, hat man vermocht festzustellen, daß diese Vermehrung nicht als das primäre Moment betrachtet werden darf; dies ist vielmehr die gesteigerte Säurebildung im Organismus, der sich dann die gesteigerte Ammoniakmenge kompensatorisch anschließt.

Bereits Walther¹⁾ hatte gezeigt, daß die Ammoniakmenge des Harns sowohl bei Menschen als bei Hunden durch Eingabe von Salzsäure per os vermehrt wurde. Später zeigte Schittenhelm,²⁾ daß zwischen Salzsäuremenge im Ventrikel und Ammoniakausscheidung im Harn ein Zusammenhang bestehe; er untersuchte bei einer ganzen Reihe von Menschen, die teils vermehrte Salzsäuremenge im Ventrikel, teils gar keine Salzsäure aufwiesen, die Ammoniakmenge im Harn, und zwar mit folgendem Resultat: In den Fällen, wo keine freie Salzsäure im Magensaft vorgefunden wurde, und wo die Totalacidität des Harns niedrig war, waren auch die relativen Ammoniakmengen niedrig, während eine relativ hohe Ammoniakmenge vorgefunden wurde, wo reichlich freie Salzsäure vorhanden war, und wo der Harn saurer war. Betrachtet man die mittlere Zahl aller angestellten Untersuchungen, so hat man folgendes Resultat:

Freie Salzsäure	Totalacidität	Ammoniakmenge % vom Total-N.
0	0—40	3,37% „
Vorhanden	24—108	5,13% „

In keinem der untersuchten Fälle wurde Achylie zusammen

¹⁾ Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 7, 1877.

²⁾ Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. 77, 1903.

mit hohen relativen Ammoniakwerten, noch reichlich Salzsäure zusammen mit einer Steigerung der relativen Werte des Ammoniaks vorgefunden.

Ob diese Verhältnisse im Laufe des Tages schwankten, je nachdem der Ventrikel Salzsäure sezernierte oder nicht, darüber geben Schittenhelms Untersuchungen keine Aufschlüsse.

Die Frage, ob die Ammoniakmenge im Harne im Laufe des Tages schwankt, wurde zuerst von Camerer jun.¹⁾ behandelt; er zeigte, daß, während die absolute Ammoniakmenge im Laufe des Tages nur wenig schwankte, dies mit den relativen Werten nicht der Fall war, indem diese in der Zeit unmittelbar nach den Mahlzeiten besonders niedrig waren. Die relative Ammoniakmenge war am größten nachts und nahm während der Verdauung ab; Camerer selbst versuchte jedoch nicht, dies zu erklären. Die Frage wurde wieder aufgenommen von Loeb,²⁾ welcher zeigte, daß die Ammoniakmenge bei einem Mann, der an *Ulcus ventriculi* litt und zahlreiche saure Erbrechen hatte, sowohl absolut als relativ bedeutend vermindert war; nachdem Pat. operiert worden war (*Gastroenterostomie*), hörte das Erbrechen auf, und die Ammoniakmenge im Harne stieg auf die normale Höhe. Während Schittenhelm³⁾ angenommen hatte, daß die vom Ventrikel sezernierte Salzsäure sich in derselben Weise verhalte, wie die in Walthers Versuch per os eingegebene, zeigt Loeb, daß die Verhältnisse verwickelter liegen. Die von der Schleimhaut in den Ventrikel sezernierte Salzsäure tritt nämlich von diesem Augenblick an gewissermaßen aus dem Organismus heraus; dieser wird dadurch ärmer an Cl-Ionen, und seine Alkalinität nimmt infolgedessen zu, was gerade eine Verminderung der Ammoniakmenge im Harn verursacht; erst wenn die sezernierte Salzsäure wieder in den Darm resorbiert wird, ist die Möglichkeit einer Parallelisierung mit den Waltherschen Versuchen vorhanden.

Hiermit übereinstimmend fand Loeb auch, daß sowohl

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 43. Bd., 1902.

²⁾ Zeitschr. f. klin. Med. 56. Bd., 1905.

³⁾ l. c.

der absolute als der relative Ammoniakwert in den ersten Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit fällt, um sodann zur Zeit der Zurückresorption der Salzsäure in den Darm etwas über das Normale zu steigen und schließlich zu den gewöhnlichen Werten zurückzukommen. Die folgende Tabelle veranschaulicht einen solchen Versuch:

Patient erhielt zwischen 7 und 9 a. m. 1 l Rahm, 3 Zwieback, 1 Rundstück und 2 Portionen Grütze und fastete sodann den ganzen Tag bis zum nächsten Morgen 9 Uhr.

		Menge Harn	N	NH ₃	NH ₃ %
I	7 a. m. — 3 p. m.	535 ccm	3,64	0,123	2,75 %
II	3 p. m. — 11 p. m.	1080 ccm	4,08	0,141	2,94 %
III	11 p. m. — 7 a. m.	1010 ccm	3,03	0,247	6,6 %
im ganzen ausgeschieden		2625 ccm	10,75	0,511	3,92 %
IV	7 a. m. — 3 p. m.	220 ccm	2,16	0,136	5,2 %

Gleichfalls zeigte Loeb, daß die Ammoniakmenge im Harn eines Patienten mit Carcinoma ventriculi nach vorgenommener Gastroenterostomie während des Verdauens nicht sank, sondern stieg, was er in folgender Weise erklärt: die Säuremenge im Ventrikel ist in hohem Grade vermindert oder auch ganz aufgehoben. Die Nahrung passiert der Gastroenterostomie wegen schnell durch den Ventrikel und ruft im Darm Sekretion hervor, was eine Alkaliverminderung im Organismus verursacht.

Zuletzt stellt Loeb fest, daß wenigstens ein Teil des Ammoniaks, das sich im Harn befindet, der Harnstoffsynthese überhoben ist, um bei der Störung der Körperalkalescenz, die die Salzsäuresekretion im Ventrikel und die Zurückresorption im Darmkanal hervorrufen, als Regulator zu wirken.

Loeb hat sich später¹⁾ wieder mit derselben Frage beschäftigt und eine ganze Reihe von Versuchen an Hunden angestellt. Diese Versuche bestätigten in allem Wesentlichen die früheren, und er hält an seiner Ansicht fest, daß die Verminderung der Ammoniakmenge auf der Ventrikelsekretion beruhe; er führt jedoch ein Moment an, das seiner Meinung

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie Bd. 55, 1910.

nach anscheinend dagegen spricht, nämlich daß der Fall der Ammoniakausscheidung relativ spät kommt.

Nach Pawlow¹⁾ weiß man, daß das Maximum der Magensaftsekretion, wenn man einem Hund 200 g Brot oder ein gleiches Quantum Fleisch gibt, in den ersten 2—3 Stunden liegt; der Fall der Ammoniakausscheidung tritt indessen gewöhnlich später ein, erst gegen 4—5 Stunden nach der Fütterung, zu einer Zeit, wo man annehmen sollte, daß die alkalischen Verdauungssekrete im Darm bereits angefangen hätten, sich zu bilden, und daß sie dadurch das ihrige dazu beitragen, die vermehrte Alkalinität des Organismus zu vermindern. Die Verhältnisse sind, wie man sieht, ziemlich verwickelt; zu einem besseren Verständnis gelangt man jedoch nach Loeb's Ansicht, wenn man dabei beharrt, daß der Fall der Ammoniakausscheidung darauf beruht, daß der Organismus während der Ventrikelsekretion der Cl-Ionen beraubt wird.

Die Frage vom Verhältnis zwischen Salzsäuremenge im Ventrikel und Ammoniakausscheidung im Harn kann somit nicht als völlig aufgeklärt betrachtet werden, und wie auch Loeb selbst in dem oben angeführten Aufsatz anführt, sind eingehendere Untersuchungen erforderlich. Namentlich wird es von Interesse sein, die Schwankungen der Ammoniakmenge in kürzeren Zeitzwischenräumen zu untersuchen, so daß man in den Stand gesetzt wird, die Verschiedenheiten Stunde um Stunde zu verfolgen.

Durch das große Entgegenkommen Prof. Grams wurde ich instand gesetzt, in der medizinischen Abteilung A des Reichshospitals diese Aufgabe aufzunehmen, und durch eine Reihe Ammoniakbestimmungen im Harn von teils normalen Personen, teils an Achylie Leidenden habe ich versucht, mir eine Grundlage für eine genauere Aufklärung der einschlägigen Verhältnisse zu verschaffen.

Betreffs der angewandten Technik kann ich mich kurz fassen. Der Harn wurde in gewöhnlicher Weise in Gläsern aufgesammelt, die einige Kubikzentimeter Toluol enthielten, und wurde womöglich sofort in den Eisschrank gestellt, bis die Be-

¹⁾ Siehe Abderhalden, Lehrb. d. physiol. Chemie. 1909. S. 670.

stimmung stattfinden konnte. Mit einem Zwischenraum von einigen Tagen angestellte Kontrollproben haben denn auch dargetan, daß der Harn sich völlig unverändert erhielt.

Der Totalstickstoff wurde nach Kjeldahls Methode bestimmt; die Ammoniakmenge teils nach Folin's Methode durch Durchlüftung, teils durch Abdestillation im Vakuum bei 40°; die beiden Methoden können, da sie ganz dieselben Zahlen ergeben,¹⁾ nebeneinander angewandt werden.

Die verschiedenen Resultate sind in untenstehenden Tabellen zusammengestellt; die Tab. I, II, III, IV und IX beziehen sich auf völlig normale Individuen. Bei den drei ersten Versuchen hatte das betreffende Versuchsindividuum am Abend vorher gegessen, sodann bis 12 Uhr am folgenden Tag gehungert und danach eine reichliche Mahlzeit genossen. Es wurde dafür gesorgt, daß das betreffende Individuum in einigermaßen regelmäßigen Zwischenräumen den Harn entleerte, die ersten Stunden nach der Mahlzeit in der Regel jede zweite Stunde.

Versuch I. Normales Individuum.

	von	bis	Anzahl Stunden	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ % p. h.	Bemerkungen	
	23.—24. IV.							
1	1 a.m.—8 a.m.		7	0,575	0,027	4,6	23. 4. 6 ³ / ₄ p. m. 4 Stück Ochsenzunge mit Gemüse u. 4 Pfannkuchen gegessen.	
2	8 a.m.—10 a.m.		2	0,645	0,038	5,8		
3	10 a.m.—12 m.		2	0,459	0,027	5,9		
			Mahlzeit.					
4	12—2 p. m.		2	0,495	0,021	4,2	4 römische Pasteten mit Erbsen und Schinken. 1 ¹ / ₄ Kotelette, 1 Spiegelei und 5 Stück Brot mit diversem Aufschnitt.	
5	2—4 p. m.		2	0,740	0,017	2,3		
6	4—6 p. m.		2	0,945	0,026	2,7		

Wie man sieht, bringen die Versuche eine schöne Bestätigung von Loeb's Untersuchungen; in allen Versuchen findet sich in der Zeit von der zweiten bis zur vierten Stunde nach der Mahlzeit eine sowohl absolute als namentlich relative Verminderung der Ammoniakmenge.

¹⁾ Henriques und Gammeltoft. Gedächtnisschrift den Manen Chr. Bohrs gewidmet, Skand. Arch. f. Physiologie 25. Bd., 1911.

Im Versuch II z. B. schwankte die absolute Ammoniakmenge in der Zeit vor der Mahlzeit von 24—34 mg Ammoniakstickstoff pro Stunde; nach der Mahlzeit fiel sie im Laufe der ersten 2 Stunden auf 21 mg und sodann im Laufe der 2 nächsten Stunden noch auf 12 mg pro Stunde, und während ursprünglich 4,6—5,5% Ammoniak im Verhältnis zur Gesamtstickstoffmenge vorhanden waren, fiel der Prozentsatz während des Verdauens die ersten 2 Stunden auf 3,6% und danach auf 1,9% der Gesamtmenge.

Versuch II. Normales Individuum.

	von	bis	Anzahl Stunden	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ % p. h.	Bemerkungen
1	11 p.m.	—2 a.m.	3	0,732	0,034	4,6	Nüchtern
2	2 a.m.	—5 a.m.	3	0,580	0,032	5,5	..
3	5 a.m.	—8 a.m.	3	0,561	0,027	4,9	..
4	8 a.m.	—12 m.	4	0,500	0,024	4,8	..
Mahlzeit							
5	12 m.	—2 p.m.	2	0,591	0,021	3,6	8 Stück Schinken, 1 Ei.
6	2—4 p.m.		2	0,635	0,012	1,9	8—10 St. Brot, 4. St. Rindfleisch, 1 Glas Milch.
7	4—6 p.m.		2	0,780	0,020	2,5	

Versuch III. Normales Individuum.

	von	bis	Anzahl Stunden	Diurese ccm	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ % p. h.	Bemerkungen
1	6 ³ / ₄ p.m.	—8 ³ / ₄	2	230	1,093	0,024	2,2	5 Uhr Abendbrot:
2	8 ³ / ₄ —10 ³ / ₄ p.m.		2	220	1,177	0,017	1,5	Viel Butterbrot und Milch.
3	10 ³ / ₄ p.m.	—2 a.m.	3 ¹ / ₄	250	0,729	0,015	2,0	
4	2—3 ¹ / ₂ a.m.		1 ¹ / ₂	500	1,467	0,047	3,2	7 Uhr: 2 Tassen Milch u. 1 Malzbier
5	3 ¹ / ₂ a.m.	—5	1 ¹ / ₂	225	0,875	0,021	2,4	
6	5—7		2	230	0,846	0,017	2,0	
7	7—9 a.m.		2	100	0,573	0,023	4,0	
8	9—11 a.m.		2	110	0,613	0,032	5,2	
9	11—1 a.m.		2	110	0,680	0,028	4,1	
Mahlzeit								
10	1—3 p.m.		2	90	0,599	0,012	2,0	1 große Kalbskotelette, 2. Spiegeleier.
11	3—5 p.m.		2	140	0,826	0,021	2,5	Kartoffeln u. Butter.

Versuch IV bezweckte eine Messung der Ammoniakmenge bei kontinuierlichem Verdauen; wenn nämlich die Schwankungen der Ammoniakausscheidung auf der Ventrikelsekretion beruhen, so sollte man erwarten, bei kontinuierlicher Sekretion einigermaßen dieselben Zahlen der Ammoniakmenge zu erhalten; bei dem Versuche erhielt das Versuchsindividuum jede Stunde ein halbes hart gekochtes Ei und 2 Stück Weißbrot mit Butter.

Das Resultat bestätigte durchaus die oben angeführten Ansichten; wie aus Tab. IV zu ersehen ist, schwankte die absolute Ammoniakmenge während des Versuches nur unbedeutend, und zwar von 21—26 mg pro Stunde, und auch die relativen Werte änderten sich nur wenig, nämlich von 3,4—3,8‰.

Versuch IV. Normales Individuum.

	Von	bis	Anzahl Stunden	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ %	Bemerkungen
1	11 p.m.	6 a.m.	7	0,617	0,033	5,4	Am vorhergehenden Abend Tee mit Brot, seitdem nichts. von 8 a.m.—5 p.m. jede Stunde 1/2 Ei + 2 St. Weißbrot mit Butter
2	6—8	a.m.	2	0,473	0,025	5,3	
3	8—10	a.m.	2	0,569	0,021	3,7	
4	10—12	m.	2	0,535	0,020	3,7	
5	12—2	p.m.	2	0,660	0,025	3,8	
6	2—4	p.m.	2	0,761	0,026	3,4	
7	4—6	p.m.	2	0,704	0,024	3,4	

Versuch V ist rücksichtlich der Versuchsanordnung mit den Versuchen I und II identisch; der betreffende Patient litt an einer ernsthaften Anämie. Die Blutuntersuchung ergab ca. 45‰ Hämoglobin (Sahli); die mikroskopische Blutuntersuchung lieferte keinen Anhalt für die Diagnose Anaemia perniciosa, welches Leiden bekanntlich oft neben einer Achylie vorkommt; ¹⁾ hinzu kommt noch in diesem Falle normaler Index.

¹⁾ U. a. K. Faber, Klin. Untersuchungen. Abt. B. des Reichshospitals. 1907.

Versuch V. Achylia gastrica, Anaemia gravis..

Von	bis	Anzahl Stunden	Diurese ccm	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ %	Bemerkungen
1	5—6 p.m.	1	30	0,215	0,013	6	
2	6—10 p.m.	4	90	0,402	0,023	5,7	
3	10—2 a.m.	4	90	0,417	0,026	6,2	
4	2—6 a.m.	4	80	0,406	0,025	6,1	
5	6—10 a.m.	4	90	0,406	0,018	4,7	
6	10—12 m.	2	45	0,265	0,013	4,9	
Mahlzeit							1 gr. Schweinskotelette, 2 Eier, Kartoffeln.
7	12—2 p.m.	2	45	0,314	0,020	6,4	
8	2—4 p.m.	2	45	0,460	0,027	6,0	
9	4—6 p.m.	2	50	0,531	0,024	4,5	

Trotz wiederholter Probemahlzeiten war es nie gelungen, im Ventrikelinhalt auch nur eine Spur von freier Salzsäure

Versuch VI. Achylia gastrica.

von	bis	Anzahl Stunden	Diurese ccm	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ %	Bemerkungen
1	2—6 p.m.	4	170	0,400	0,022	5,5	
2	6—10 p.m.	4	170	0,535	0,030	5,8	
3	10—2 a.m.	4	270	0,462	0,029	6,3	
4	2—6 a.m.	4	250	0,450	0,028	6,2	
5	6—10 a.m.	4	300	0,420	0,023	5,5	
6	10—12 m.	2	70	0,270	0,019	7,0	
Mahlzeit							1 gr. Schweinskotelette, 1 Ei, 2 St. Brot, Kartoffelpurée.
7	12—3 pm.	3	100	0,257	0,018	7,0	
8	3—5	2	50	0,361	0,020	5,6	
9	5—7	2	65	0,455	0,026	5,7	

nachzuweisen; wie man sieht, bildet dieser Versuch gewissermaßen das Gegenstück zu Loeb's Versuchen mit Patienten mit Carcinoma ventriculi; nicht nur, daß die ausgeschiedene Ammoniakmenge während des Verdauens nicht fällt; sie steigt sogar. Um dies Verhältnis zu verstehen, muß man an folgendes erinnern: Nach den Untersuchungen von Kemp¹⁾ und anderen Forschern hat es sich rücksichtlich der Motilitätsverhältnisse bei Achyliepatienten gezeigt, daß die gewöhnliche, leicht verdauliche Ewald'sche Probemahlzeit den Ventrikel schneller verläßt als bei Patienten mit normaler Sekretion; eine derartige,

Versuch VII. Obstipatio chronica. Gastroposis.

Ewald { 45
62

nüchtern { 65
83

	von	bis	Anzahl Stunden	Diurese ccm	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ %	Bemerkungen
1	5—8 p.m.		3	90	0,296	0,025	8,4	Abendbrot um 7 Uhr: Brot und Butter.
2	8—11 p.m.		3	60	0,282	0,019	6,7	
3	11—2 a.m.		3	60	0,268	0,028	10,4	
4	2—5 a.m.		3	130	0,303	0,022	7,2	
5	5—8 a.m.		3	260	0,301	0,022	7,3	
6	8—12 m.		4	275	0,280	0,021	7,6	
Mahlzeit								
7	12—2 p.m.		2	175	0,333	0,023	7,0	1 Kotelette, 1 Ei und Kartoffelpurée, sehr langsam gegessen, danach heftige Druckschmerzen und heftiges Übelbefinden.
8	2—4 p.m.		2	185	0,393	0,018	5,1	
9	4—6 p.m.		2	225	0,409	0,030	7,3	
10	6—8 p.m.		2	105	0,403	0,029	7,2	

abnorm schnelle Entleerung hat man allerdings nicht an großen Retentionsmahlzeiten, wie z. B. der Bourgetschen, nachzuweisen vermocht; man muß aber doch annehmen, daß jedenfalls ein Teil der Nahrung, wahrscheinlich des Salzsäuremangels und des daraus folgenden unvollkommenen Pylorusschlusses

¹⁾ Kemp, Kliniske Undersøgelser over Ventriklens Tømmingsforhold. Kbh. 1909.

wegen den Ventrikel schneller als normalerweise verläßt. In den Darm eingetreten, ruft sie in demselben eine alkalische Darmsekretion hervor. Eine solche Sekretion bedeutet für den Organismus einen Alkaliverlust; es werden mehr Säureionen frei, diese verbinden sich mit Ammoniak und werden durch den Harn ausgeschieden, wodurch sich dessen Ammoniakmenge steigert.

Versuch VI betrifft gleichfalls einen Patienten mit Achylie. Der Unterschied der beiden Fälle besteht darin, daß es, während es im Versuch V nie gelang, durch Magenfunktionsproben an dem betreffenden Patienten Salzsäure nachzuweisen, beim Patienten von Versuch VI, wo Achylie in Verbindung mit chronischer Obstipation vorlag, ein einziges Mal gelang, Spuren von freier Salzsäure vorzufinden. Im Anschluß daran sieht man auch, daß in der prozent. Menge eine geringe Verminderung vorliegt, während sich die absoluten Werte ungefähr unverändert erhalten.

Versuch VII wurde ausgeführt an einem Patienten mit chronischer Obstipation, Gastropse und Hyperchlorhydria,

Versuch VIII. Hyperchlorhydria lev. gr. Ulcus?

Ewald 1. Mal 65—82. Ewald später $\left\{ \begin{array}{l} 30 \\ 42 \end{array} \right.$

	von	bis	Anzahl Stunden	Diurese ccm	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ %	
1	3—5	p.m.	3	110	0,385	0,015	4,0	
2	5—8	p.m.	3	250	0,304	0,013	4,2	
3	8—4	a.m.	8	325	0,252	0,012	4,8	
4	4—8	a.m.	4	80	0,250	0,015	6,0	
5	8—12	m.	4	325	0,289	0,013	4,5	
				Mahizeit				1 Kotelette, 1 Ei, Kartoffelpurée.
6	12—2	p.m.	2	325	0,358	0,019	5,3	
7	2—4	p.m.	2	100	0,423	0,013	3,1	
8	4—6	p.m.	2	70	0,313	0,011	3,5	

Ewalds Probemahlzeit, freie Salzsäure 45, Totalacidität 62; nüchtern 40 ccm saure Flüssigkeit, deren Titrierung freie Salzsäure 65 und Totalacidität 83 ergab.

Aus der Tabelle sieht man, daß auch hier von der zweiten bis zur vierten Stunde nach der Mahlzeit eine Verminderung eintritt. Interessant ist dieser Fall, weil er die darauffolgende Phase, die Zurückresorption des sehr sauren Magensafts mit darauf folgender Vermehrung der Ammoniakmenge, so deutlich erkennen läßt: dies ist besonders ausgeprägt im ersten Absatz. Patient ißt um 7 Uhr reichlich Butter und Brot mit Aufschnitt; die Ammoniakmenge fällt danach von 25 auf 19 mg oder von 8,4% auf 6,7%, aber bereits in der 3. Periode ist sie wieder auf 28 mg pro Stunde gestiegen, was 10,4% des Totalstickstoffs entspricht.

Im ganzen werden in Übereinstimmung mit Schittenhelm in diesem Falle relativ hohe Ammoniakzahlen gefunden; daß dies nicht allein auf dem niedrigen Totalstickstoff beruht, ergibt sich aus einem Vergleich zwischen Tab. VII und Tab. VIII: in letzterer sind die Zahlen der gesamten Stickstoffmenge ungefähr ebenso niedrig wie in ersterer, ohne daß die prozent. Stickstoffmenge gestiegen ist.

Der Patient von Versuch VIII war ursprünglich als ein Fall von Hyperchlorhydrie betrachtet worden, weil die erste Untersuchung ziemlich hohe Säurezahlen ergeben hatte; durch eine Reihe späterer Untersuchungen stellte sich indessen heraus, daß die Vermehrung der Säuremenge nur gering war. In Übereinstimmung hiermit ergab die Untersuchung auch Verhältnisse, die ungefähr mit denen der ersten Tabellen zusammenfallen.

Versuch IX und X wurden ausgeführt, um zu untersuchen, ob man durch Eingabe von Natrium bicarbonicum, teils an ein normales Individuum, teils an einen Achyliepatienten, die Ammoniakmenge des Harns ganz zum Verschwinden zu bringen vermag; wie die Tabellen zeigen, war dies nicht möglich, aber die Ammoniakmenge sank in beiden Fällen bedeutend, und zwar bis unter 1% des Totalstickstoffs und betrug nicht mehr als 5—10 mg pro Stunde.

Versuch IX. Normales Individuum.

von	bis	Anzahl Stunden	Diurese ccm	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ %	Bemerkungen
1	11—12 m.	1	50	0,515	0,030	5,8	8 a.m.: Hafergrütze, 1 Zwieback, Kaffee.
2	12—2 p.m.	2	115	0,610	0,032	5,3	12: Fleisch in Sauce, Farce, Brot, Spiegelei.
3	2—4 p.m.	2	130	0,819	0,020	2,4	4: 5 g Bicarb. natr.
4	4—6 p.m.	2	200	0,815	0,012	1,4	5: Brot- und Braunbiersuppe, 4 St. Schinken, 5 g Bicarb. natr.
5	6—9 p.m.	3	350	0,988	0,007	0,7	9: 5 g Bicarb. natr.
6	9—12 m.	3	320	0,913	0,006	0,7	11: 5 g Bicarb. natr.
7	12—8 a.m.	8		verloren			8: Hafergrütze, Thee, Zwieback.
8	8—11 a.m.	3	300	0,870	0,005	0,5	

Versuch X. Achylia gastrica. Anaemia gravis.

von	bis	Anzahl Stunden	Diurese ccm	Total-N p. h.	NH ₃ -N p. h.	NH ₃ %	Bemerkungen
1	8 p.m.—8 a.m.	12	620	0,511	0,005	1,0	6 Uhr Abendessen: Brot, Aufschnitt, 1 Ei. — 7 Uhr: Tee, Zwieback, Butter. — 8 Uhr: 1 Teelöffel Bicarb. natr.
2	8 a.m.—12 m.	4	200	0,420	0,003	0,7	9 Uhr a. m., versch. Brot, Tee, Butter.
3	12—4 p.m.	4	450	0,467	0,008	1,7	12 Uhr m. Bicarb. natr. 1 Teelöffel.
4	4—8 p.m.	4	425	0,531	0,010	1,9	5 1/2 Uhr p.m. Brot, Butter, Eier.

Obige Untersuchungen bestätigen in allem Wesentlichen die von Loeb ausgesprochenen Ansichten. Die nach der Mahlzeit eintretende Verminderung der Ammoniakausscheidung im Harn ist als regulatorische Erscheinung zu betrachten; für den Organismus ist es augenscheinlich von der allergrößten und vitalsten Bedeutung, daß die Wasserstoffionenkonzentration

in Geweben und Gewebsflüssigkeiten völlig konstant bleibt; wird der Gleichgewichtszustand, in dem sich der Organismus einmal befindet, gestört, und dazu genügt z. B. die Salzsäure-zurückresorption in den Darm, so treten sofort kompensatorische Kräfte in Tätigkeit; diese bestehen in einer Bindung der überschüssigen Säurenionen an Ammoniak mit darauf folgender Elimination durch den Harn, bis wieder ein Gleichgewicht geschaffen ist.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, den Herren Prof. Gram, Prof. Henriques und Dr. med. O. V. C. Petersen meinen innigsten Dank auszusprechen für das große Interesse, das sie dieser Arbeit gewidmet haben.
