

Versuchsbeispiel 3. Kaninchen			
erhält 10 Uhr 10 g Rohrzucker.			
11 Uhr 30 Min. Hirnstich. 0,002			
Adrenalin.			
3 Uhr 30 Min.	Temperatur	40,5 ⁰	
4 "	"	40 ⁰	
4 "	20 "	40,1 ⁰	
4 "	50 "	39,7 ⁰	
5 "	20 "	39,6 ⁰	
6 "	"	39,6 ⁰	

So ist denn der Mechanismus der eigenartigen Temperatursenkung durch das Adrenalin zurzeit nicht mit Sicherheit zu erklären.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Geh. Rat Senator für die Erlaubnis, in dem Laboratorium seiner Klinik arbeiten zu dürfen, bestens zu danken.

XI.

Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung der Elektrizität auf die sekretorische Tätigkeit des Magens.

(Aus der experimentell-biologischen Abteilung des Königlichen Pathologischen
Instituts der Universität Berlin.)

Von

Dr. med. R. Freund, Danzig.

Seit der Begründung der elektrischen Behandlungsmethoden ist eine große Anzahl von Publikationen über die Einwirkung der verschiedenen Stromarten auf die sekretorischen Verhältnisse des Magens erschienen, ohne daß bisher eine Klarheit und Übereinstimmung in den Anschauungen erzielt werden konnte, sodaß Boas in seiner neuesten Auflage der Diagnostik und Therapie der Magenkrankheiten (1903) sich dahin ausspricht, daß die Frage der Beeinflussung der Sekretion des Magens durch den galvanischen oder faradischen Strom als nicht spruchreif betrachtet werden muß.

Von den meisten Autoren, besonders von den ersten, die über dieses Thema Untersuchungen anstellten, wurde eine Vermehrung der Magensaftabsonderung speziell auch der Salzsäureabsonderung behauptet, so von von Ziemssen¹, dem experimentell bei direkter und percutaner Reizung im Tierversuch eine Zunahme der Magensaftabsonderung gelang.

Ziemssen stellte die Untersuchungen am Hunde mit Magenfistel an. Einführung der Elektrode in den mit Wasser gefüllten oder leeren Magen wirkte am energischsten, doch zeigte sich Absonderung auch bei kräftiger Elektrisation von außen. Am Menschen führte von Ziemssen die Elektrode durch eine Schlundsonde in den Magen und zwar war seine Sonde so konstruiert, daß er sie gleichzeitig zur Entleerung, Ausspülung und Füllung des Magens und zur Einleitung des elektrischen Stromes benutzen konnte. Vor der Elektrisation wurden $1\frac{1}{2}$ Liter Flüssigkeit in den Magen gefüllt. Es wurde also der Magen von seinem Inhalt befreit und rein gespült, dann noch einmal Wasser für die Elektrode eingeführt. Weitere Angaben finden sich über von Ziemssens Versuche nicht.

Zu denselben Resultaten kam 1889 A. Hoffmann², der unter Riegers Leitung Versuche am Magenfistelhunde und am Menschen anstellte. Bei den Fistelhunden fand Vermehrung der Sekretion statt.

Die Menschen elektrisierte er nüchtern mit dem konstanten Strom bis zu 50 M. A. und fand bei der sofort darauf vorgenommenen Ausheberung reichliche Mengen eines stark salzsäuren Sekretes (bis 76 ccm), während er ohne Elektrisation nur wenige Kubikzentimeter eines schwach sauren Magensaftes erhielt.

Ich bemerke schon hier, daß Goldschmidt, der Hoffmanns Versuche an vier gesunden Medizinnern nachprüfte, keine Vermehrung der Salzsäuresekretion finden konnte.

Vermehrung der Magensaftsekretion wurde auch von Bossi³ an Fistelhunden nachgewiesen, doch erhielt Bossi gelegentlich keine Salzsäure, sondern nur Schleimabsonderung.

Weitere Versuchsreihen liegen von Einhorn vor. Während dieser Autor sich in seiner ersten Publikation⁴ sehr begeistert dahin ausspricht, daß die elektrischen Methoden, insbesondere

die Gastrofaradisierung, eine Erhöhung der Azidität bewirken, nimmt er in seiner späteren Arbeit⁵ einen mehr zurückhaltenden Standpunkt ein, ja, er schreibt sogar, die vermehrte Azidität, welche Allen E. Jones⁶ bei seinen Versuchen gefunden hatte, der Reizung durch die angewandte Stromelektrode zu. Allen E. Jones gebrauchte die Stocktonsche Elektrode, welche der Bardetschen analog ist und bei der die Schlundsonde einen starken Reiz ausübt.

Kommen wir nun zu Einhorn's eigenen Versuchen, so war die Versuchsanordnung folgende: Der Patient wurde nüchtern untersucht und von dem exprimierten Magensaft, falls solcher vorhanden war, die Azidität bestimmt. Sodann erhielt der Patient 100 ccm Wasser zu trinken und mußte die Einhorn'sche Elektrode, welche bekanntlich eine kleine, an der leitenden Schnur befestigte Kapsel darstellt, verschlucken. Nach zehn Minuten wurde die Elektrode herausgezogen und der Inhalt mit dem Schlauch entleert, ohne daß der Stromkreis geschlossen wurde, und wieder die Azidität bestimmt. Jetzt trank Patient von neuem 100 ccm Wasser, verschluckte die Elektrode und wurde zehn Minuten galvanisiert. Die zweite Elektrode lag im Epigastrium. Dann wurde die Elektrode herausgezogen und der Inhalt mit dem Schlauch entleert.

„Aus diesen Versuchen geht“, wie Einhorn sagt, „scheinbar hervor, daß sowohl bei gesunden, als auch bei den untersuchten Magenpatienten die direkte Galvanisation bei Applikation des negativen Pols an die innere Magenwand die Salzsäuresekretion nicht nur nicht steigert, sondern für gewöhnlich sogar eine Verminderung derselben zustande bringt, d. h. bei Anwesenheit der Elektrode ohne Galvanisation wird in einer gewissen Zeiteinheit mehr Magensaft geliefert, als bei Galvanisation. Nur bei einer Patientin wurde eine Steigerung beobachtet. Bei positivem Pol im Magen wurde Gleichbleiben oder geringere Steigerung beobachtet.“ Einhorn kommt zu dem Schluß, daß nur der faradische Strom die Magensekretion steigert, doch daß die Steigerung nur gering ist, und man nie mit Sicherheit darauf rechnen kann. Er führt sogar einen Fall an, in dem ihm eine Abnahme des Säuregrades vorgekommen ist.

Weiter liegen über diese Frage neuere Versuche von Goldschmidt und von Goldbaum vor.

Goldschmidt⁸ stellte Versuche beim Menschen an; er stellte zunächst fest, wie und in welcher Zeit der Magen eine bestimmte Arbeit verrichtete, und ließ dann dieselbe Arbeit unter dem Einflusse der Elektrizität verrichten. Seine Versuchsanordnung war folgende. Er ließ eine bestimmte Menge Wasser trinken, exprimierte nach einer Viertelstunde den Magen und sah zu, wieviel Flüssigkeit der Magen inzwischen weitergeschafft hatte und ob Magensaft hinzugekommen war. Um den ganzen Mageninhalt zu erhalten, wurde ein von Tappeiner angegebenes Verfahren angewandt, auf das ich nicht näher eingehen will; doch muß direkt vor dem Auspressen des Magens noch einmal eine Salzlösung getrunken werden, was für uns wichtig ist, da das Trinken als solches die Abscheidung vermehren kann und ferner bekannt ist, daß eine Salzlösung an sich schon Salzsäureabsonderung hervorzurufen vermag (Ketscher¹¹).

Goldschmidt erhielt in einigen Fällen neutrale, im größeren Teil schwachsaure Reaktion. „Die vorhandene Säuremenge schwankte sowohl mit, wie ohne Elektrizität von 0,0365 bis 0,073 ‰, sie war wiederholt durch ein bis zwei Tropfen der Lauge neutralisiert und überschritt niemals die hundertstel Prozent. In keinem Fall, bei keiner Versuchsanordnung war auch nur eine Spur freier Salzsäure nachweisbar.“ Goldschmidt kommt somit auf Grund seiner Versuche zu dem Resultate, daß weder der galvanische, noch der faradische Strom einen Einfluß auf die sekretorische Tätigkeit des Magens haben.

Goldbaum⁹ bediente sich bei seinen Versuchen bei der inneren Elektrisation des Reichmannschen Metallknopfes, der an einer seidenen Schnur befestigt ist und verschluckt wird. Vorher wurden 200 ccm Wasser getrunken. Goldbaum konnte bei seinen Versuchen keine sichere Zunahme der Salzsäure finden.

Betrachten wir zunächst die Methodik der verschiedenen Forscher, so zeigen sich bei der Versuchsanordnung verschiedene Fehlerquellen. Wir wissen heute durch die Versuche von Ketscher¹¹, daß schon das Einführen einer Schlundsonde in

den meisten Fällen die Magensaftabsonderung reflektorisch anregt, daß aber auf jeden Fall das Einbringen von Flüssigkeit in den Magen die Sekretion auslöst. Wir wissen ferner, daß bei Fistelhunden schon das Verschlucken von Speichel die Sekretion anregen könnte.^{13, 14} Am stärksten wirkt wohl das Einführen und Liegenlassen starker Schlundsonden, wie sie von Ziemssen brauchte, sowie das Trinkenlassen von Flüssigkeit.

Am geringsten sind die Versuchsfehler wohl bei Einhorn, Goldbaum und Goldschmidt, bei denen das Verschlucken der Elektrode nur geringen Reiz auszuüben scheint und der Reiz der eingeführten Schlundsonde jedenfalls nur ein kurzer war, wie denn auch die Ergebnisse dieser drei letzten Forscher im Widerspruch zu den früheren stehen.

Goldschmidt äußert außerdem die Vermutung, daß seine abweichenden Ergebnisse durch die Verschiedenheit des bei den Versuchen verwandten Menschenmaterials zu erklären sind, da nach Oswald¹⁰ die Salzsäurewerte des normalen menschlichen Magensaftes an verschiedenen Plätzen verschieden sein sollen. Auf jeden Fall wurden bei allen diesen Versuchen außer der Elektrizität noch andere Reize angewandt, die sekretionsbefördernd wirken können, und es ist eine sichere Lösung der Frage, wie der elektrische Strom auf die Tätigkeit des Magens wirkt, nicht gefunden.

Es war daher erforderlich, die Wirkung an Hunden nachzuprüfen, denen ein kleiner Magen nach Pawlow⁷ angelegt war. Es standen uns hierzu drei Hunde zur Verfügung, welche schon seit 1—5 Monaten operiert waren und deren Sekretionsverhältnisse unter den bestehenden Lebensbedingungen wir genau kannten.

Wir führten eine kleine, gut angefeuchtete Elektrode durch die Fistel in den kleinen Magen ein, die zweite Elektrode wurde auf dem vorher rasierten Rücken angebracht. Vor jedem Versuch wurde die Reaktion des Magensekretes bestimmt, dann der Magen mit Tupfern ausgewischt, bis kein Sekret mehr erhalten wurde. Den Saft ließen wir aus der Fistel abfließen, oder, da die Sekretion meist gering war, wir führten einen Streifen Lakmuspapier durch die Fistel in den Magen ein.

Bei dieser Versuchsanordnung schienen uns alle Reize aus-

geschlossen, es wäre nur die Möglichkeit vorhanden gewesen, daß die Elektrode als solche einen Reiz ausübte. Um dieses auszuschließen, führten wir bei jedem der drei Hunde die Elektrode zunächst ein, ohne den Strom zu schließen, und ließen sie fünf Minuten liegen, ohne daß wir eine Veränderung bemerken konnten.

Sodann prüften wir die Wirkungen des elektrischen Stromes, sowohl des galvanischen, den wir in verschiedener Richtung und Stärke wirken ließen, wie auch des faradischen. Es sei mir erlaubt, die Versuche mitzuteilen:

Versuchstier A (Hektor). Sondert stets nur wenig Magensaft ab, auch während der Verdauung, doch ist derselbe von normal saurer Reaktion. Nüchtern enthält der kleine Magen keinen Magensaft und nur wenig Schleim. Vor den Versuchen hat der Hund 12—18 Stunden nichts zu fressen erhalten. Vor den Versuchen reagierte die Schleimhaut des kleinen Magens amphoter, schwach sauer oder schwach alkalisch.

1. Versuch. + Elektr. am Rücken, — Elektr. im Magen. $2\frac{1}{2}$ Volt, 10 M. A. 5 Minuten. Wenig schleimiges, alkalisch reagierendes Sekret.

2. Versuch. + Elektr. am Rücken, — Elektr. im Magen. $2\frac{1}{2}$ Volt, 10 M. A. 5 Minuten. Es wird ein schleimiges, etwas schäumendes, schwach alkalisches Sekret abgesondert.

3. Versuch. + Elektr. am Rücken, — Elektr. im Magen. 20 Volt, 150 M. A. 5 Minuten. Es wird eine mäßige Menge schleimigen Sekretes abgesondert, das rotes Lakmuspapier intensiv blau färbt.

4. Versuch. — Elektr. im Rücken, + Elektr. im Magen. $2\frac{1}{2}$ Volt, 10 M. A. 5 Minuten. Größere Mengen eines sehr schwach alkalisch reagierenden, schleimigen Sekretes.

5. Versuch. + Elektr. am Rücken, — Elektr. im Magen. 2 Volt, 10 M. A. 5 Minuten. Schleimiges Sekret von alkalischer Reaktion.

6. Versuch. — Elektr. am Rücken, + Elektr. im Magen. 2 Volt, 10 M. A. 5 Minuten. Wenig Sekret von deutlich alkalischer Reaktion.

7. Versuch. + Elektr. am Rücken, — Elektr. im Magen. 20 Volt, 150 M. A. 5 Minuten. Schleimiges, stark alkalisch reagierendes Sekret.

8. Versuch. — Elektr. am Rücken, + Elektr. im Magen. 20 Volt, 150 M. A. 5 Minuten. Schwach alkalisch reagierendes Sekret.

9. Versuch. Faradisation, sekundärer Strom. Rollenabstand $14\frac{1}{2}$. 5 Minuten. Reichliches, alkalisch reagierendes, schleimiges Sekret.

10. Versuch. + Elektr. am Rücken, — Elektr. im Magen. 10 Volt, 30 M. A. 10 Minuten. Bei wiederholter Prüfung sieht man die anfängliche Säurereaktion des Mageninnern abnehmen, bis das Sekret deutlich alkalisch wird.

11. Versuch, percutan. + Elektr. 70 qcm Rücken, — Elektr. 70 qcm auf die Magengegend, oberhalb der Fistel. 20 Volt, 120 M. A. 5 Minuten. Stark alkalische Reaktion des Sekretes.

12. Versuch, percutan. — Elekt. Rücken, + Elekt. Magengegend. 20 Volt, 10 M. A. 5 Minuten. Stark alkalisches Sekret.

13. Versuch, percutan. Faradisch, sekundärer Strom, Rollenabstand 10½. Schwach alkalisches Sekret.

14. Versuch. + Elekt. am Rücken, — Elekt. im Magen. 10 Volt, 100 M. A. 20 Minuten. Alkalisch schleimiges Sekret ca. 1 ccm. In dem Sekret läßt sich mit Essigsäure Mucin nachweisen.

Versuchstier B (Mohr). Der kleine Magen enthält auch im nüchternen Zustande sauren Magensaft, während der Verdauung werden große Mengen Saft entleert. Versuchstier war 16 Stunden nüchtern.

15. Versuch. + Elekt. am Rücken, — Elekt. im Magen. 20 Volt, 100 M. A. 5 Minuten. Während vor dem Versuch eingeführtes blaues Lakmuspapier stark rot gefärbt wurde, reagiert das nach dem Versuch entleerte schleimige Sekret alkalisch.

Versuchstier C (Fritz). Im nüchternen Zustand enthält der kleine Magen kein Sekret, doch reagiert eingeführtes Lakmuspapier sauer.

16. Versuch, percutan. + Elekt. Rücken, — Elekt. Magengegend. 10 Volt, 100 M. A. 5 Minuten. Ziemlich stark alkalische Sekretion.

17. Versuch, percutan. — Elekt. Rücken, + Elekt. Magengegend. 10 Volt, 100 M. A. 20 Minuten. Es zeigt sich nach 15 Minuten Abnahme der sauren Reaktion, nach weiteren 5 Minuten weitere Abnahme. Bei 15 Minuten schwach alkalische Sekretion, die nach Verstärkung des Stromes auf 12 Volt und 120 M. A., nach weiteren 5 Minuten stark alkalisch wird.

18. Versuch, percutan. Faradisation, sekundärer Strom, Rollenabstand 10. 5 Minuten. Deutlich alkalische Reaktion.

Die Versuchstiere A und B ließen wir nach den Versuchen füttern, der kleine Magen entleerte wieder normal sauer reagierenden Saft. Versuchstier C gaben wir nach Beendigung der Versuche Apomorphin 0,01, subcutan, um die Einwirkung auf den großen Magen durch Untersuchung des Erbrochenen feststellen zu können; das Erbrochene reagierte nur ganz schwach sauer.¹⁾

Um dem Einwurf zu begegnen, daß eine elektrolytische Wirkung des elektrischen Stromes auf den Magensaft vorläge, haben wir durch normalen Magensaft elektrische Ströme von der in den Versuchen angewandten Stärke durchgehen lassen, konnten jedoch an keinem Pole eine Abnahme der sauren Reaktion nachweisen.

¹⁾ Diese saure Reaktion rührte offenbar von der durch das Apomorphin ausgelösten Magensaftabsonderung her. Wir werden darauf in einer späteren Veröffentlichung noch näher eingehen.

Außerdem scheint uns eine elektrolytische Wirkung deshalb ausgeschlossen, weil die Stromrichtung für das Ergebnis gleichgültig ist.

Eine Ätzwirkung kann ebenfalls nicht vorliegen, da die Blutalkaleszenz weit geringer ist, als die vom Magensekret erhaltene.

Ich verkenne nicht, daß die Tierexperimente nur mit Vorbehalt auf den Menschen zu übertragen sind (vgl. Schüle¹²), doch passen sie auf jeden Fall gut zu den Anschauungen Goldschmidts, Goldbaums und Einhorns, und es beweisen diese Experimente, die sicher keine Fehlerquellen enthalten, daß die verschiedenen Stromarten nicht so wirken, wie man früher annahm. Es ergibt sich aus diesen Versuchen mit Sicherheit, daß elektrische Reizung des Magens keine spezifische Saftabscheidung auslöst, sondern lediglich zur Absonderung eines spärlichen, schleimigen, mehr oder weniger stark alkalisch reagierenden Sekretes führt. Es ist dabei gleichgültig, ob vor Beginn des Versuches die Oberfläche der Magenwand sauer, amphoter oder schwach alkalisch reagierte. — Diese Beobachtungen haben ein doppeltes Interesse: Sie lehren einmal, daß die Magendrüsen nur auf den adäquaten Reiz hin (Nahrung) in ihrer spezifischen Weise reagieren, und zweitens zeigen sie, daß durch den elektrischen Strom allein die Absonderung eines spezifischen Magensekretes nicht erzielt werden kann, was zur Beurteilung der auf Elektrisation des Magens begründeten therapeutischen Methoden von allergrößter Wichtigkeit ist.

Nachtrag bei der Korrektur: Als meine Arbeit bereits zum Druck abgegangen war, fand ich in der „Berliner klinischen Wochenschrift“ von 1904 noch eine sehr eingehende Arbeit von A. Borri: „Über die Einwirkung der Endofaradisation und Endogalvanisation des Magens auf Sekretion, Motilität und Sensibilität“. Borri hat in der Ewaldschen Klinik 106 Versuche am Menschen gemacht und ebenso wie die bereits angeführten Autoren mit negativem Resultat und glaubt die gelegentlich auftretende Vermehrung der Salzsäure auf die Reizung durch die mannigfachen Manipulationen zurückführen zu müssen, welche die Prozedur erfordert.

Literatur.

1. von Ziemssen, Die Elektrizität in der Medizin, 1887, S. 144, I. Aufl. 1857.
2. A. Hoffmann, Berliner klin. Wochenschr. 1889, S. 243. 275.
3. Bossi, zit. nach Virchow, Hirsch, Jahresbericht 1881.
4. Einhorn, Berliner klin. Wochenschr. 1891 S. 561.
5. Derselbe, Zeitschr. f. klin. Med. 1893, S. 3—4 und Deutsche Med. Wochenschr. 1893, Nr. 33.
6. Allen E. Jones, New-York. Medical Record, 1891, zit. nach Rieger und Einhorn.
7. Pawlow, Die Tätigkeit der Verdauungsdrüsen, Wiesbaden.
8. Goldschmidt, Deutsches Archiv f. klin. Medizin 1896, S. 295.
9. Goldbaum, Archiv f. Verdauungskrankheiten 1898, S. 70.
10. Oswald, Über den Salzsäuregehalt bei Chlorose. Münchener Med. Wochenschr. 1894, S. 529.
11. Ketscher, Über den reflekt. durch Reizung der Mundhöhle erhalt. Magensaft refer. Zentrbl. f. Physiol. VII, S. 716.
12. Schüle, Inwiefern stimmen die Experimente von Pawlow am Hunde mit den Befunden am normalen Menschen überein? Deutsches Archiv f. klin. Medizin, Bd. 71.
13. Stricker, Wechselbeziehung zwischen Speichel- und Magensaft, Volckmanns Sammlung klin. Vorträge, Nr. 297.
14. Wrigth, Über den Speichel, zitiert nach Stricker.

XII.

Die sympathischen Ganglien des Magens bei einigen experimentellen und spontanen Magenkrankheiten.

(Aus dem Laboratorium der 2. Medizinischen Klinik der Königl. Universität zu Neapel.)

Von

Dr. Luigi d'Amato, Privatdozenten und Präparator an der Klinik
und

Dr. Pietro Macri, Assistenten der Klinik.¹⁾

(Hierzu Tafel V.)

Das Studium der Veränderungen der Nervenplexus am Verdauungstraktus unter pathologischen Bedingungen ist zwar

¹⁾ Die Anregung, Leitung und Redaktion der Arbeit ging von Dr. d'Amato aus, die technische Ausführung von Dr. Macri.