

Zur Kenntnis der Verdauungs- und Resorptionsgesetze.

VI. Mitteilung.

Das Distanzgesetz der Duodenalsäfteauslösung.

Von

E. S. London und **C. Schwarz** (Wien).

(Aus dem pathologischen Laboratorium des K. Institutes für experimentelle Medizin zu St. Petersburg.)

(Der Redaktion zugegangen am 30. Juli 1910.)

Nachdem von J. P. Pawlow¹⁾ und seinen Schülern Becker und Dolinski die Tatsache festgestellt war, daß der den Magen verlassende sauer reagierende Speisenbrei das auslösende Moment für die Pankreassaftsekretion abgibt, war es eine nahe liegende Frage, ob dem Duodenum allein diese Tätigkeit zukommt oder ob auch andere tiefer gelegene Darmabschnitte den Sekretionsreiz aufzunehmen imstande sind.

Die Frage wurde von einer Reihe von Autoren (Gottlieb,²⁾ Popielski,³⁾ Wertheimer und Lepage⁴⁾ dahin beantwortet, daß die sekretionserregende Wirkung der Säure auf das Pankreas nur vom Duodenum und dem oberen Abschnitte des Dünndarmes ausgelöst wird, während sie in den übrigen Teilen des Verdauungstraktus ganz ausbleibt. Da jedoch fast alle diese Schlußfolgerungen durch Versuche an narkotisierten resp. curarisierten Tieren, oder an nicht narkotisierten Tieren im vivisektorischen Versuch gewonnen wurden, so erschien es zweckmäßig, diese Versuche mit einer einwandfreien, physiologische Bedingungen erfüllenden Methode zu wiederholen. Wir wandten uns zum sogenannten «polychymotischen Hund», der in der ersten Mitteilung dieser Serie beschrieben worden ist.

¹⁾ J. P. Pawlow, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen, 1898; Becker, Arch. des soc. biol., 1893; Dolinski, ibid., 1894.

²⁾ Gottlieb, Arch. f. exp. Path. u. Pharm., 1894, Bd. XXXIII.

³⁾ L. Popielski, Pflügers Arch., 1901, Bd. LXXXVI.

⁴⁾ Wertheimer und Lepage, Journal de physiol. et de pathol. génér., 1901.

Zu vorliegenden Versuchen standen uns drei Hunde zur Verfügung, von denen jeder eine zweikammerige Fistelkanüle zwischen den beiden Papillen im Duodenum trug (Tabelle I und II), einer jedoch außerdem noch eine einfache Fistelkanüle im unteren Ileum ca. 75 cm vom coecum entfernt (Tabelle III) besaß. Sämtliche Hunde waren seit Wochen operiert und durch viele Versuche bereits an das Gestell so gewöhnt, daß sie während des Versuches zumeist schliefen.

Der Gang der Versuche, die täglich nur einmal an jedem Hund angestellt wurden, gestaltete sich immer in der Art, daß dem Hunde nach ca. 20stündigem Hungern durch den analwärts gelegenen Teil der zweikammerigen Fistelkanüle in den Darm ein Ballonapparat von bekannter Länge eingeführt und analwärts langsam soweit vorgeschoben wurde, bis der Kork die Fistelkanüle fest abschloß. Nach Aufblähung des Ballons wurde die Reizsubstanz langsam innerhalb 10 Minuten in den Darm injiziert und an den beiden Kammern der Fistelkanüle die Sekrete der ersten und zweiten Papille zusammen oder getrennt aufgefangen, bis die Öffnung des Pylorus der Sekretion ein Ende machte. Als Reizsubstanz dienten ausschließlich 100 ccm einer 5%igen Lösung von Pepton Witte in Hundemagensaft, der mit der vierfachen Menge Wasser verdünnt und auf ca. 35° C erwärmt war. Die folgenden 3 Tabellen (I, II und III) geben die Versuchsergebnisse übersichtlich wieder. In der Tabelle IV sind weitere Versuche dargelegt, in denen wir das Pepton (5 g) in Magensaftlösungen von verschiedenen Konzentrationen (2,5—20%) auflösten.

Einen unserer 3 Versuchshunde (Tabelle II) haben wir getötet und die Sektion ergab, daß 126 cm von der Fistel entfernt die Grenze zwischen Jejunum und Ileum gelegen war. Das Ileum also bot uns beim Vorschieben des Ballons unüberwindliche Schwierigkeiten. Da wir aber bei dieser Ballonlage (Versuch XIII) eine nicht unbedeutende (24 ccm) Auslösung der Duodenalsäfte erzielen konnten, so ist der Schluß gerechtfertigt, daß

1. durch eine saure Peptonlösung nicht nur vom Duodenum, sondern auch vom ganzen Jejunum und

oberen Ileum Gallen wie Pankreassaftsekretion in erheblicher Stärke ausgelöst wird. Dem unteren Ileum fehlt diese Fähigkeit.

Um genauere quantitative Daten zu erzielen, versuchten wir die Zahlen der Tabellen I und II rechnerisch zu behandeln. Die Tabellen V, VI, VII und VIII stellen die Resultate dieser Behandlung dar.

Wie aus der grundlegenden Arbeit von Swante Arrhenius¹⁾ und unseren weiteren Untersuchungen bekannt, nimmt die Quadratwurzelregel in der quantitativ-funktionellen Tätigkeit des Magendarmkanals eine dominierende Stellung ein. Wir haben aus diesem Grunde versucht, auch hier die Quadratwurzelformel anzuwenden.

Folgt die Duodenalsäfteseekretion der Quadratwurzelregel, so muß sich die Formel

$$D_s = k\sqrt{L}$$

anwenden lassen, in der D_s die Menge der Duodenalsäfte bedeutet und L die Länge des auslösungsfähigen Darmabschnittes.

Es hat sich nun gezeigt, daß bei der Annahme, daß die Länge des die Duodenalsäfteseekretion auslösenden Darmabschnittes 192 cm beträgt, die gewonnenen Saftmengen mit den nach obiger Formel berechneten eine gute Übereinstimmung zeigen (Tab. V und VI).

Die Konstante k ist in beiden Tabellen fast dieselbe (3,0 in der Tabelle V und 3,07 in der Tabelle VI).

Der Säftestickstoff folgt ebenfalls der Quadratwurzel aus der wirkenden Darmabschnittlänge, wie aus den Tabellen VII und VIII zu ersehen ist.

Die Berechnungen sind nach der Formel

$$N = k\sqrt{L}$$

N ist die Menge des Säftestickstoffs und k ist die Konstante, welche in der Tabelle VII sich als 11,21 und in der Tabelle VIII 20,6 gleich erwiesen hat.

Aus dem Gesagten ist also ferner zu schließen, daß

2. die Länge des Dünndarmabschnittes, welchem das Vermögen zukommt, durch bestimmte chemische

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. LXIII, S. 323.

Substanzen die Sekretion der Galle und des Pankreas-saftes auszulösen, bei einem 15—16 Kilo schweren Hunde ungefähr 2 Meter beträgt, was annähernd $\frac{2}{3}$ der Gesamtlänge des Darmes ausmacht.

3. Die Sekretion auslösende Wirkung des Darmes (Menge der Duodenalsäfte und deren Stickstoff) analwärts mit der Quadratwurzel der Distanz von der Reizstelle abnimmt.

Zur Abschätzung der Bedeutung des HCl-Gehaltes der anregenden Peptonlösung und zur Aufklärung des Mechanismus der Duodenalsäftesekretionsauslösung müssen noch weitere Versuche unternommen werden.

Tabelle I.

Num- mer des Ver- suches	Entfernung des auslösenden Darmabschnittes von der zweiten Papille in ccm	Menge der Säfte in ccm			Ge- samt- N der Säfte in g	Dauer des Pylorus- schlusses resp. des Versuches in Min.
		erste Papille	zweite Papille	zu- sammen		
I	22	26	14	40	0,141	65
II	35	21	15	36	0,138	58
III	86	19,5	14	33,5	0,114	—
IV	93	16,5	13,5	30	0,112	60
V	122	15	12	27	0,110	50
VI	156	—	—	14,5	0,074	39

Tabelle II.

Nummer des Versuches	Entfernung des aus- lösenden Darm- abschnittes von der zweiten Papille in ccm	Menge der Duodenal- säfte in ccm	Gesamt-N der Säfte in g	Dauer des Py- lorusschlusses resp. des Versuches in Min.
VII	10	44	0,256	38
VIII	17	44	0,297	44
IX	19	40	0,293	48
X	35	32	0,258	59
XI	60	30	0,197	56
XII	110	32	0,181	40
XIII	123	24	0,130	46

Tabelle III.

Nummer des Versuches	Reizstelle a) von der zweiten Papille b) vor dem Coecum in ccm	Menge der Säfte in ccm			Gesamt-N der Säfte in ccm	Dauer des Versuches (Pylorus-schlusses) in Min.
		erste Papille	zweite Papille	zusammen		
XIV	a — 10	20	18	38	0,114	45
XV	b — 72	0	0	0	0	0
XVI	a — 10	22	19	41	0,121	53

Tabelle IV.

Nummer des Versuches	Konzentration des Magensaftes in %	Menge der Säfte in ccm			Gesamt-N der Säfte in g	Dauer des Versuches (Pylorus-schlusses) in Min.
		erste Papille	zweite Papille	zusammen		
XVII	20	25	14	39	0,170	57
XVIII	10	26	15	41	0,180	55
XIX	5	21	10	31	0,145	64
XX	2,5	23,5	9,5	33	0,153	70

Tabelle V.

Nummer des Versuches	Länge des Darmabschnittes in ccm	Menge der Duodenalsäfte in ccm		
		beobachtet	berechnet	Differenz
I	170	40	39,1	+ 0,9
II	157	36	37,6	- 1,6
III	136	33,5	34,9	- 1,4
IV	99	30	29,8	+ 0,2
V	70	27	25,1	+ 1,9
VI	36	14,5	18,0	- 3,5

Tabelle VI.

Nummer des Versuches	Länge des Darmabschnittes in ccm	Menge der Duodenalsäfte in ccm		
		beobachtet	berechnet	Differenz
VII	182	44	42	+ 2
VIII	175	44	41	+ 3
IX	173	40	40	0
X	157	32	38	- 6
XI	132	30	35	- 5
XII	82	32	29	+ 3
XIII	69	24	26	- 2

Tabelle VII.

Nummer des Versuches	Länge des Darmabschnittes in ccm	Der Duodenalsäftestickstoff in g		
		beobachtet	berechnet	Differenz
I	170	0,141	0,145	- 0,004
II	157	0,138	0,140	- 0,002
III	136	0,114	0,131	- 0,017
IV	99	0,112	0,112	0
V	70	0,110	0,094	+ 0,016
VI	36	0,074	0,067	+ 0,007

Tabelle VIII.

Nummer des Versuches	Länge des Darmabschnittes in ccm	Der Duodenalsäftestickstoff in g		
		beobachtet	berechnet	Differenz
VII	182	0,256	0,278	- 0,022
VIII	175	0,297	0,273	+ 0,024
IX	173	0,293	0,271	+ 0,022
X	157	0,258	0,258	0
XI	132	0,197	0,237	- 0,040
XII	82	0,181	0,187	- 0,006
XIII	69	0,130	0,171	- 0,041