(Physiologisches Laboratorium der Thierarzneischule in Bern.)

Zur Physiologie der Ureteren.

Von

Dr. med. **O. Sokoloff** und **B. Luchsinger**.

In einer vor kurzem erschienenen Mittheilung hat der Eine von uns deutlich genug auf die Beziehung zwischen Spannung und Erregung des Herzens hingewiesen ¹⁾; es hatte sich der intracardiale Druck als mächtiger Reiz der motorischen Apparate herausgestellt, eine Beziehung die allein schon in ihrer teleologischen Bedeutung so viel Bestechendes darbot.

Solche Thatsachen konnten unmöglich allein stehen.

Ueberzeugt von dem Walten allgemeiner Principien suchten wir vielmehr nach weiterer Bestätigung an anderen hohlmuskuligen Organen. Wir wählten das denkbar einfachste Object dieser Richtung, den durch die klassischen Untersuchungen Engelmann's in die Experimentalphysiologie eingeführten Ureter.

Zwar schienen hier schon eine Reihe gelegentlicher Erfahrungen vollkommene Zustimmung zu bieten; so vor Allem die bekannte Erscheinung, dass bei vermehrter Absonderung, wie sie z. B. bald nach reichlichem Trinken eintritt, die spontanen Contractionswellen sich in viel kürzeren Pausen zu folgen pflegen ²⁾. Aber dennoch sah sich gerade Engelmann ³⁾, jener Forscher der dem Ureter die sorgfältigste Aufmerksamkeit geschenkt hat, genöthigt, die Annahme zu verlassen, dass die Ausdehnung der Ureterwände den Reiz für das Entstehen seiner Contraktionen liefert. „Wir könnten zunächst auf die Thatsache hinweisen, dass es uns nie glückte, durch künstliche Ausdehnung des Ureterlumens (durch

1) Ludwig & Luchsinger, Dies Archiv. Bd. XXV. 1881.

2) Vgl. J. A. Mulder, Nederl. Lancet. 1845. p. 64. — Donders, ebenda 1852, p. 266.

3) Engelmann, Dies Archiv. 1869. Bd. II. p. 281.

Drücken auf die inneren Wände oder durch Injection von Flüssigkeit) Contractionen zu erhalten, vorausgesetzt, dass nicht gleichzeitig eine Quetschung der Muskellage stattfand. Doch es gibt viel bessere Beweise. Es zeigt sich nämlich, dass die Bewegungen mit normaler Frequenz fortgehen können, auch wenn keine nachweisbare Menge Flüssigkeit abgeschieden wird, die Wände des Nierenbeckens und Ureter also keinem Druck von Innen ausgesetzt sind“. (l. c. p. 281. u. ff.)

Die Leichtigkeit, mit der am Froschherzen erprobten Methode die Spannung der irritablen Wand nach Belieben zu variiren, bestimmte uns leicht zu einigen, anfangs nur gelegentlich anderer Vivisectionen angestellten Experimenten. Und gerade das gelegentliche, das späte, erst am Schlusse längerer anderweitiger Versuche unternommene Studium dieser Verhältnisse sollte uns Glück bringen.

Bei Kaninchen wenigstens haben wir nur so, nicht aber am frisch, ad hoc untersuchten Thiere einen Einfluss des Druckes wahrnehmen können; die Thiere waren offenbar durch langes Aufbinden, durch langandauernde künstliche Respiration in jenen Zustand der Zählebigkeit gerathen, der nach den Untersuchungen von Schiff, Bernard und Israel so sehr an die Resistenz der Kaltblüter erinnert.

Bei Hunden dagegen hatten wir schon von vornherein völlig entscheidende Resultate zu verzeichnen.

Der Ureter wurde blossgelegt, in das obere wie untere Ende Canülen eingebunden, darauf der Harnschlauch vorsichtig von der Unterlage losgeschält und in Salzwasser von ca. 37° versenkt; die eine Canüle mit einer gleicherweise gewärmte Salzlösung enthaltenden Druckflasche verbunden. Es werden die Drücke durch Verstellen der Druckflasche variirt, die zugehörigen Pulse gezählt.

Es mögen einige Protocolle folgen.

Kaninchen. Seit beinahe 4 Stunden künstliche Respiration, seit 2 Stunden Tod von Hirn und oberem Rückenmark. Das Thier ist auf 28° abgekühlt. Die Ureteren pulsiren für sich nicht mehr. Canülen werden eingebunden, mit dem Druckgefäß verbunden, die Ureteren in warmes Salzwasser gelegt. Bei dem Druck 0, auch bei dem Druck 10 cm Wasser ist noch alles ruhig, sobald wir aber den Druck auf 20 cm erheben, beginnt das Spiel rhythmischer Peristaltik, dreimal in der Minute geht eine ziemlich kräftige Welle von der Anfangs- zu der Endcanüle. Wird hernach der Druck noch mehr erhöht, so tritt allerdings bei gewisser oberer Grenze wiederum

Ruhe ein. Der vielleicht erst recht stark gereizte Ureter wird endlich zu schwach, die grosse Last zu bewältigen.

Druck in cm Wasser.	Pulszahl pr. M.
0	0
10	0
20	3
70	0

Hund. Nachdem in tiefer Morphinumnarcose durch mehrere Stunden die Fritsch-Hitzig'schen Versuche am Grosshirn demonstriert waren, wird das Thier noch zu unseren jetzt referirten Versuchen verwendet. Ein Ureter wird blossgelegt, es zeigt sich nur selten sich folgende Pulsation; der Ureter wird durchschnitten, das untere Ende wird pulslos. Canülen werden eingebunden, die Verbindung mit dem Druckgefäss hergestellt, in schon angegebener Weise für richtige Temperatur gesorgt.

Druck in cm Wasser.	Pulszahl pr. M.
0	0
5	0
10	5
18	7
37	13
14	10

Absinken auf Null lässt nach einigen Schlägen wieder Ruhe eintreten.

Hund. Ad hoc untersucht; mit 0,03 grm Morphinum muriaticum betäubt. Die Bauchhöhle sorgfältig geöffnet, der eine Ureter blossgelegt. Es zeigen sich 10 Pulse pr. Min. Er wird mit scharfer Scheere durchschnitten. Das obere Ende zeigt immer noch 10 Pulse pr. Min., aber auch das untere Ende pulsirt, allerdings in viel langsamerer Folge, es giebt nur 4 peristaltische Wellen pr. Min.; Canülen werden eingebunden, der Ureter aus dem Thiere entfernt, in warme Salzlösung versenkt und mit der Druckflasche verbunden.

Druck in cm Wasser.	Pulszahl pr. M.
0	3
10	5
15	11
10	7
0	3

Nach einiger Zeit hören die „spontanen“ Pulsationen auf, aber wiederum lässt sich durch Erhöhen des Druckes eine Reihe rhythmischer peristaltischer Wellen hervorrufen.

Schon einfaches Zusammendrücken des Kautschukschlauches, der die Verbindung von dem Ureter mit dem Druckgefäss herstellt, lässt 1—2 kräftige Pulsationen erscheinen.

Es wird nun der andere Ureter in gleicher Weise untersucht.

Druck	Pulszahl
in cm Wasser.	pr. M.
0	2
7	4
15	8 Gruppenbildung
24	11
40	3

Der letzte Fall verlangt noch nähere Beleuchtung. Wie schon früher bei Druck 15 Gruppenbildung auftrat, durch zu rasche und kräftige Schläge der Ureter sich also zeitweise erschöpfte, so wirkt Druck 40 in ähnlicher, nur viel intensiverer Weise.

Die drei verzeichneten Pulsationen folgten sich sehr rasch, unmittelbar nach Erhöhen des Druckes, dann aber blieb unter demselben Drucke durch eine volle Minute alles ruhig, folgten erst beim Absinken des Druckes wiederum einige kräftige Pulsationen, worauf sich Stillstand einstellt, so lange der Druck auf Null bleibt.

Wiederholung der Druckvariation.

Druck	Pulszahl
in cm Wasser.	pr. M.
0	0
7	4
18	6
25	9
0	0

Diese Beispiele mögen genügen.

Innert weiter Grenzen wechselt mit der wechselnden Spannung des Harnschlauches auch die Schlagfolge seiner peristaltischen Rhythmik in gleichlaufendem Sinne.

Je höher die Spannung der Wand, umso rascher und kräftiger folgen sich die Wellen der Contraction. Wie bei den einzelnen Stücken der Herzwand wird also auch hier die mechanische Spannung zu einem mächtigen Reiz des Muskelschlauches.

Das scheinbar widersprechende Verhalten bei höchsten Drücken vermag offenbar solchem Satz keinen Eintrag zu thun.

Durch Gruppenbildung nämlich kann allerdings die Pulszahl höherer Drücke kleiner ausfallen, als die geringerer. Aber dann ist doch stets anfangs wenigstens die Pulszahl beschleunigt, und tritt die nachfolgende Verlangsamung, event. Pause nur ein, weil eben eine zu starke Beschleunigung vorhergegangen ist. Wie bei analogen Verhältnissen des Blutherzens, wie bei den in letzter

Zeit gerade so oft discutirten Gruppenbildungen der Athemzüge ist die Entstehung von Gruppen gerade an den Hinzutritt einer zu kräftigen Reizung geknüpft. „In gesteigertem Reize, in gesunkener Spannkraft müssen auch die fundamentalen Bedingungen für die Periodicität der Athmung enthalten sein“ ¹⁾).

Wenn endlich bei höchstem Drucke der Ureter schon nach wenigen kräftigen Schlägen seinen Dienst völlig einstellt, so hat dies offenbar in einer Schwäche des Muskels seinen Grund, dessen dünne Wände der abnorm grossen Last auf die Dauer nicht mehr gewachsen sind, deren fortbestehende Erregung sich aber sofort kundgiebt, wenn durch Absinken des Druckes der Muskel wieder ungehindert sich verkürzen kann.

In den meisten unserer Versuche war die mechanische Spannung des Harnschlauches geradezu die einzige Ursache jeder Pulsation. Leicht könnte man glauben, dass solcher Reiz an sich schon auch für das normale Verhalten vollkommen genügen dürfte. Der Harnschlauch hat den Harn von der Niere bis zur Blase zu leiten. Harn aber wird immerfort secernirt, er wird den elastischen Ureter ausdehnen, diese Dehnung wird eine Reizung der Muskelwand bedingen, und die nachfolgende Contraction wird den Reiz wieder entfernen.

Der Harnschlauch würde jedenfalls in vollkommen zweckmässiger Weise functioniren, wenn er nur ausschliesslich dem mechanischen Reize der Spannung gehorchte.

Allein einige weitere Beobachtungen scheinen hier Anderes zu lehren.

Legt man dem normalen, tief mit gemischter Morphin-Chloroformnarcose betäubten Thiere sorgfältig einen Ureter bloss und schneidet ihn mit scharfer Scheere durch, so sieht man auch das untere, also nicht mehr gefüllte Stück, allerdings in verlangsamtem Tempo pulsiren.

Die Ratte dürfte solches am besten illustriren. Aber auch beim Hund und beim Kaninchen sind diese drucklosen Pulsationen nicht zu leugnen.

Versuche.

Kaninchen. Ureter durchschnitten.

1) Luchsinger & Sokoloff, Dies Archiv. 1880. Bd. XXIII. p. 292.

Oberes Stück zeigt 8 Pulsationen pr. Min., unteres Stück 2.

Hund. Oberes Stück 10, unteres 4 pr. Min.

Ratte. Oberes Ende 21, unteres 7 pr. Min. Es wird das untere Ende auch noch von der Blase getrennt, es pulsirt immer noch weiter, 6 Mal pr. Min.

Woher stammen diese Pulsationen ohne Druck? Sind dies überhaupt normale Pulsationen? oder sind sie nicht vielmehr bloss Artefacte, erzeugt durch die unvermeidliche Reizwirkung des Schnittes? Weitere Versuche müssen hier Aufschluss liefern.

Auf welche histologischen Elemente unsere Versuche zu beziehen seien, haben wir noch nicht erörtert.

Sollten sich wirklich überall im Ureter Ganglien finden, so dürfte man leicht genug dieselben für die beschriebenen Erscheinungen beschuldigen; aber auch wenn Engelmann¹⁾ Recht behält, so dürften die Befunde jetzt nicht mehr überraschen. Die durch mechanische Spannung erregte Rhythmik des ganglienlosen Ureters würde sich zwanglos anlehnen an die von dem Einen von uns unlängst beschriebenen, ebenfalls durch mechanische Spannung hervorgerufenen Pulsationen der ganglienfreien Herzspitze vieler Kaltblüter.

1) Vgl. Engelmann, Dies Arch. 1869. Bd. II. p. 252, Schultze's Archiv. 1878. Bd. XV. p. 255; dagegen Dogiel, Ebenda 1878. Bd. XV. p. 64; Maier, Virchow's Archiv. 1881. Bd. LXXXV. 1. Heft.