

Ueber die Reizbarkeit der vordern Rückenmarksstränge.

Von
Julius Budge.

In der jüngsten Zeit wurde vielfach die Frage erörtert, ob die vordern Rückenmarksstränge für sich reizbar seien oder ob nur die Nervenwurzeln in ihrer Verbreitung im Rückenmark Erregbarkeit besässen. Namentlich erklärten sich Fick und Engelken auf Experimente gestützt für die erstere Annahme, wogegen S. Mayer die auftretenden Erscheinungen nur als Reflexe gelten lassen wollte. Ganz neuerdings hat wieder Fick (Arch. f. Phys. II p. 414) seine frühere Behauptung durch wiederholte Versuche erhärtet. —

Man hat bisher zu den hieher gehörenden Beobachtungen hauptsächlich Frösche benutzt. So anwendbar indess diese Thiere durch ihre lange dauernde Reizbarkeit auch sind, so bieten doch wegen der grössern Länge und Dicke des Rückenmarks Säugethiere erhebliche Vortheile und um den Eintritt von Bewegungen als sichere Wirkung der Erregung zu bemessen, schien mir kaum ein anderes Organ geeigneter, als die Harnblase. — Ich habe bekanntlich nachgewiesen, dass man sowohl durch Reizung der pedunculi cerebri, als auch des verlängerten, sowie des ganzen Rückenmarks Contraction der Harnblase hervorbringen kann. Der Versuch versagt niemals und ist so sicher, als wie Stillstand des Herzens nach Vagus-Reizung oder Zuckung der Schenkelmuskeln nach Ischiadicus-Reizung eintritt. Er kann daher auch in der Vorlesung ohne Besorgniss gezeigt werden. — Man braucht nur in einen der genannten Nerventheile, gleichviel in welchen, 2 Nadeln einzustechen, die man mit den Electroden eines Inductionsapparates in Verbindung setzt, so wird man, nachdem die Kette geschlossen ist, sofort eine Contraction der Blase beobachten, wie ich dies ausführlich an einem andern Orte (Zeitschr. f. rat. Heilk. XXI p. 3 u. p. 174) beschrieben habe. Es hat keinen Einfluss, wenn die beiden n. vagi, sympathici, splanchnici, den plexus hypogastricus, kurz alle Körpernerven mit Ausnahme der untern Sakralnerven vorher durchschnitten wurden. Ich habe sogar bei einem jungen Hunde das Rückenmark in der Brustgegend eine ganze Strecke hindurch blossgelegt, dann alle Theile an dieser Stelle vollständig fortgenommen, so dass das freiliegende Mark allein

die Verbindung zwischen Vorder- und Hinterkörper bildete und dennoch trat bei Reizung dieses Stückes deutliche Blasencontraction ein. Niemals hingegen erfolgt eine solche, wenn man das Rückenmark an einer beliebigen Stelle durchschnitten hat und vor derselben es galvanisirt. Da man den Ort, an welchem man die Reizung vornimmt, entfernt genug von den Blasenerven wählen kann, so ist man natürlich vor Stromschleifen, welche bei Versuchen am Froschrückenmark so leicht zu Täuschungen führen können, vollkommen sicher.

Ich habe meine Versuche früher an narkotisirten, später fast ausnahmslos an Thieren, welche durch Curare vergiftet waren, angestellt. Es hat keinen Nutzen, dass man die Dosis angibt, welche man anwendet, da die Präparate, welche man aus verschiedenen Geschäften bezieht, hinsichtlich ihrer Reinheit und daher auch hinsichtlich ihrer Wirksamkeit merklich von einander verschieden sind. Man muss eben durch Ausprobiren das rechte Mass zu finden suchen.

Nachdem constatirt war, dass eine Verbindung zwischen pedunculi cerebri und den motorischen Blasenerven besteht, war zu untersuchen, in welchen Strängen des Rückenmarks die durch den electrischen Strom an einer gewissen Stelle des Centralnervensystems hervorgebrachte Erregung sich weiter verbreitet. Zunächst, ob dies indirekt durch Vermittlung der Hinterstränge auf die Vorderstränge, d. h. des sensiblen Theiles auf den motorischen, also auf dem Wege des Reflexes geschieht; oder direkt von den Ausgangspuncten der Erregung sogleich zu den motorischen Bahnen; — und dann, welchen Antheil die Mittelstränge an der Wirkung haben; — endlich ob eine Fortleitung auf derselben Seite, auf welcher die Reizung vorgenommen worden ist, stattfindet oder auf der entgegengesetzten oder auf beiden. — Ich beabsichtige diesmal nur die erste dieser Fragen ins Auge zu fassen.

Als Resultat zahlreicher Versuche ergab sich: dass wenn bei einem Thiere von einer beliebigen Stelle des Brust-, Hals- oder obern Lendenmarks die obere (hintere) Hälfte abgetragen und die untere (vordere) Hälfte gereizt wird, jedesmal die Blase sich contrahirt, — dass ferner wenn die untere (vordere) Hälfte weggenommen wird, keine Spur von Bewegung eine vorhergegangene Reizung bekundet. Es findet also, um es kurz zu sagen, eine centrifugale Leitung von gewissen Theilen des Gehirns

durch die unteren (vorderen) Rückenmarksstränge bis zu den motorischen Blasenerven Statt.

Zur genaueren Erhärtung der angegebenen Resultate will ich ein paar Versuche ausführlicher mittheilen. — Einem jungen Hunde wurde eine ausreichende Menge von Curarelösung unter die Haut der hintern Extremitäten und der Brust injicirt. Nachdem zwanzig Minuten später eine beträchtliche Abnahme der Muskelthätigkeit bemerkt worden war, befestigte man in die geöffnete Luftröhre ein Glasrohr und leitete durch dasselbe mittelst eines Blasebalges künstliche Athmung ein, welche der natürlichen, wie man sie vorher beobachtet hatte, an Stärke und Häufigkeit möglichst gleich war; so dann ward bei dem inzwischen ganz regungslos gewordenen Thiere die Bauchhöhle geöffnet, die obliterirte Verbindung zwischen Blase und Nabel gelöst, der vertex vesicae mit einer Scheere eingeschnitten, der Urin nach Aussen entleert, in die Blase eine Kanüle eingebunden, welche mit einer ungefähr 3' langen Röhre zusammenhing. Letztere war an einem mit einer Millimeterskala versehenen Stative befestigt und durch dieselbe wurde die Blase mit warmem Wasser gefüllt. Die Wassersäule stand 280 Mm. über dem Niveau der Blase; — diese war ziemlich stark ausgedehnt. Aus andern Versuchen wusste man, dass die Musculatur der Blase vollkommen stark genug war, diese Wassersäule mit Leichtigkeit zu überwinden.

Nach diesen Vorbereitungen wurde durch einen ausgiebigen Längsschnitt, welcher der Sagittalnaht entsprach, die Schädeldecke blossgelegt und einige Millimeter neben der genannten Naht jederseits der Knochen mit einem Pfriemen durchbohrt und in die Oeffnungen je eine Kupfernadel senkrecht bis auf den Boden des Schädels eingestossen. Mit den Nadeln wurden die Electroden, welche zu einem Dubois'schen Inductionsapparat gehörten, durch Klemmschrauben verbunden. Den primären Strom bildete ein kleines Daniell'sches Element. Der Rollenabstand war 60 Mm. Sobald die Kette geschlossen wurde, stieg die Wassersäule um 40 Mm. und man sah an der Blase deutlich die Zusammenziehung.

Sodann wurde in gleicher Flucht mit dem untern Winkel des Schulterblatts das Rückenmark in einer Strecke von 14 Mm. entblösst, die dura mater eingeschnitten und zurückgelegt. Um zu sehen, ob durch das Blosslegen des Rückenmarks keine Aenderung eingetreten war, wurde die Kette von Neuem geschlossen und dadurch eine Reizung der pedunculi cerebri bewirkt. Der Erfolg war derselbe,

wie vorher. — Hierauf machte ich ungefähr in der Mitte der blossgelegten Rückenmarksstelle ganz oberflächlich mit einem scharfen Messer einen Einschnitt in das Rückenmark, so dass die obere (hintere) graue Substanz wesentlich unversehrt blieb. Nachdem nun wiederum die Kette geschlossen wurde, stieg das Wasser in der Röhre nur 15 Mm. — Da ich die verhältnissmässig geringe Contraction von einer Reizbarkeitsverminderung der pedunculi herleitete, so setzte ich die Electroden auf das Rückenmark selbst und zwar an das vorderste Ende desselben und liess die Kette schliessen. Nun stieg die Wassersäule 130 Mm., obwohl die weisse Substanz der Ober- (Hinter-) Stränge hinter der gereizten Stelle eingeschnitten war. Sodann entfernte ich von dem ganzen blossgelegten Stücke des Markes die obere (hintere) Hälfte vollständig, so dass in einer Länge von etwa 14 Mm. nur die untere (vordere) Hälfte der Mittel- und Seitenstränge vor Augen lag. — Reizte ich nun das vorderste Ende des freigelegten Stückes, einerlei ob die Drähte auf das unversehrte Mark, welches denselben noch zugänglich war oder auf die Unterstränge aufgesetzt wurden, so hob sich sogleich die Wassersäule um 80 Mm., bei einem Rollenabstand von 60 Mm. — Hierauf nahm ich die linke Hälfte des besagten Markstückes mit einer Scheere weg, so dass nur der rechte Unter- (Vorder-) und rechte Seitenstrang allein die Verbindung zwischen dem hinter und vor der verletzten Stelle liegenden Rückenmarke ausmachten. Als ich dann wieder wie vorher reizte, so stieg doch noch die Wassersäule um 30 Mm., hingegen dicht hinter der verletzten Stelle, wo das Rückenmark noch vollständig unversehrt war, um 120 Mm.

Man kann veranlasst werden, den Unterschied in der Stärke der Contraction der Blase, welcher sich durch Reizung der Unter- (Vorder-) Stränge allein und des intacten Rückenmarks ergab und in diesem Versuche $(120 - 80) = 40$ Mm. betrug, davon herzuleiten, dass in einem Falle noch die Oberstränge bestanden, in dem andern weggenommen waren. Dieser Schluss würde jedoch nicht ganz zutreffend sein. Denn erstens war die Stelle bereits vorher gereizt worden und die Reizbarkeit musste abgenommen haben, zweitens muss man bedenken, dass bei aller Vorsicht eine gewisse Zerrung während der Entfernung der dura mater und besonders während der Durchschneidung eines Theiles vom Rückenmark nicht zu vermeiden ist, und dadurch stets eine Verminderung der Erregbarkeit herbeigeführt wird. — Nichtsdestoweniger muss ich aus einem andern

Grunde annehmen, dass die Contraction der Blase stärker sein muss, wenn man das ganze Rückenmark d. h. also Ober- und Unterstränge reizt, als letztere allein. Aus Beobachtungen an Menschen weiss man schon, dass Schmerz leicht Blasenbewegungen veranlasst. Es lässt sich dies aber auch experimentell zeigen. Zwar nicht constant, doch in vielen Fällen habe ich bei curarisirten Thieren, bei denen bekanntlich die Sensibilität der Nerven viel später erlischt, als die Motilität, gesehen, dass die Wassersäule stieg, wenn ich Zweige des n. trigeminus galvanisirte, z. B. die Electroden auf das Auge oder die Schleimhaut der Nase aufsetzte, oder wenn ich das centrale Ende eines n. vagus reizte, wie auch Oehl (C. r. 1865 II p. 340) beobachtete. Auch andere sensible Nerven können reflectorisch Blasenbewegung veranlassen. — Man darf daher wohl vermuthen, dass, wenn das Rückenmark in seiner ganzen Dicke gereizt wird, sich zu dem rein motorischen Effect auch noch der reflexmotorische summirt und dadurch die Gesamtwirkung sich grösser zeigt, als wenn bloss die vordere Hälfte angeregt wird.

Jedenfalls lässt sich aus dem angegebenen Versuche, dem ich sehr viele andere an die Seite setzen kann und die ausnahmslos dasselbe Resultat gaben, folgern, dass durch bestimmte Impulse, welche auf den pedunculus cerebri einwirken, die Erregung durch den untern (vordern) Strang des Rückenmarks bis zu den motorischen Nerven der Blase sich fortzupflanzen vermag, und dass zu dieser Fortleitung die Hinterstränge nicht erforderlich sind. — Ich habe eben mit Absicht die Worte gebraucht: »bestimmte Impulse;« denn ob alle Reize ebenso wirken, wie der electriche, welcher bei diesen Versuchen angewandt worden ist, lässt sich ohne Weiteres nicht behaupten. — Hinsichtlich chemischer und mechanischer Reize hatte ich allerdings schon vor langer Zeit gefunden, dass in der ganzen Länge des Rückenmarks besonders in der untern (vordern) Hälfte durch Reizung mit einer Nadel oder Kali causticum Blasenbewegung eintritt, s. Budge, Unters. über das Nervensystem, Ffrit. a. M. 1841 I p. 159. Hingegen bleibt es, wenn es auch sehr wahrscheinlich ist, doch noch fraglich, ob auch der psychische Reiz des Willens mittelst der Ganglienzellen der Hemisphären des grossen Gehirns ebenso auf die letzten Ausbreitungen der Fasern der pedunculi wirke und ob von da aus die Fortleitung der Erregung auf denselben Bahnen erfolgt, wie die der electriche. Denn immerhin ist es denkbar, dass die Vorstellungen, welche der willkürlichen Bewegung

der Blase zu Grunde liegen, eine Empfindung in den sensiblen Nerven dieses Organs veranlassen, und dass von diesen Nerven reflectorisch die Bewegung entsteht; dass also der Vorgang nach dem modus der sog. excentrischen Erscheinungen erfolge, für welche wahrscheinlich die Gefühlsparthie des Rückenmarks allein das verbindende Glied zwischen Peripherie und Gehirn ausmacht. — Zur Entscheidung dieser Frage, welche wir hier nicht weiter erörtern wollen, sind noch mehrere Voruntersuchungen erforderlich.

Wenden wir uns daher wieder unserm Experimente zu. — Gegen das gewonnene Resultat könnte man noch 2 Einwendungen machen, nämlich dass vielleicht eine Uebertragung der Erregung von den Unter- (Vorder-) zu den Ober- (Hinter-) Strängen im Verlaufe des Rückenmarks stattfindet. Eine solche Voraussetzung wäre nicht nur ohne alle analoge Beweise, sondern auch höchst gezwungen und unwahrscheinlich. Der Versuch hat gelehrt, dass die Leitung ganz allein durch die Unterstränge möglich ist, indem an der blossgelegten, 14 Mm. langen Strecke die Oberstränge ganz fehlten. Man kann doch nicht wohl glauben, dass hinter dieser Stelle, wo das Rückenmark wieder unversehrt ist, die Leitung in den Untersträngen aufhört und nur die Oberstränge bis zu den sensiblen Wurzeln die Eindrücke weiter leiten sollen. — Zudem werden die noch unten anzugebenden Data diesen Einwand vollends zurückweisen.

Zweitens aber lässt sich sagen, es sei unmöglich, die Unter- (Vorder-) Stränge vollständig zu isoliren und sie allein zu reizen, da ja eine Verbindung der grauen Substanz der Oberstränge mit der der Unterstränge durch Fasern stattfindet. Wenn nun auch das Rückenmark so durchschnitten wird, dass genau der Centralkanal getroffen ist, so müssen doch noch Verbindungsfasern zwischen oberer (hinterer) und unterer (vorderer) grauer Substanz in dem vorliegenden Unterstrange vorhanden sein. Werden also diese Stränge gereizt, so könnte man die hiernach folgende Contraction der Blase immerhin als einen Reflex ansehen, welcher durch die zwischen den Ganglienzellen der Oberstränge und denen der Unterstränge befindlichen Communicationsfasern eingeleitet würde. — Will man nun auch als richtig gelten lassen, dass diese Communicationsfasern einer Reizung zugänglich sind, was manchem Zweifel unterliegt, so kann man doch beweisen, dass höchstens ein Bruchtheil von der Gesamtwirkung diesem Einflusse zuzuschreiben ist, und dass jedenfalls wesentlich die Leitung durch die Vorderstränge Statt hat. — Trennt man

nämlich vorsichtig an einer beliebigen Stelle des Rückenmarks z. B. an der vordern Brustgegend die obere und untere Hälfte bloss der Länge nach, so dass eine jede noch mit dem vor und hinter dieser Stelle liegenden unversehrten Rückenmarke in Verbindung steht, schiebt dann eine isolirende Platte zwischen diese beiden Hälften und reizt die Oberstränge, so entsteht in gelungenen Versuchen zwar Blasencontraction, aber in unvergleichlich geringerem Masse, als wenn man die untere Hälfte reizt. — Es können also die Communicationsfasern, von denen oben die Rede war, nicht für die wirksamen Elemente angesehen werden.

Bisher war von den Folgen die Rede, welche die Wegnahme der Oberstränge zeigt. Es musste nun auch untersucht werden, was geschieht, wenn die Unterstränge an einer beliebigen Stelle des Rückenmarks leitungsunfähig gemacht worden sind. Von den zahlreichen, über diesen Gegenstand angestellten Versuchen will ich 2 an 2 durch Curare vergifteten Katzen hervorheben, bei welchen der Wirbelkanal von der Bauchhöhle aus geöffnet worden ist. Bei dieser Verfahrensart entsteht, wenn man die grössern Gefässe gehörig beachtet, nur geringe Blutung, die Operation ist verhältnissmässig leicht auszuführen und hat den Vortheil, dass die Oberstränge so gut wie keiner Insultation ausgesetzt werden. Bei der einen Katze wurde in der Gegend der vordersten Brustwirbel das Rückenmark von Oben blossgelegt und gereizt, wobei wie gewöhnlich die Wassersäule (freilich nicht so hoch wie bei Hunden, deren muscularis viel bedeutender ist) stieg, sodann von der Bauchhöhle aus in der Nierengegend die Wirbelkörper weggebrochen und die Unterstränge in einer Länge von 10 Mm. fortgeschnitten. Reizte man unmittelbar vor dieser Stelle das Rückenmark, so trat keine Spur von Blasencontraction ein, während unmittelbar hinter derselben in Folge der Reizung die Wassersäule 50 Mm. stieg. — Bei der zweiten Katze wurde im Wesentlichen ebenso verfahren, jedoch mit dem Unterschiede, dass nur ein einfacher bis zur Tiefe der *fissura longitudinalis anterior* reichender Querschnitt untere Mittel- und Seitenstränge traf und dass das Rückenmark in der Brustgegend von Hinten gar nicht blossgelegt wurde, sondern die Reizung vor der Durchschnitsstelle von Vorn geschah. Das Resultat war vollkommen dasselbe, wie im vorigen Versuche. Eine Fortleitung durch die ganz unversehrten Oberstränge fand also nicht Statt.
