

(Aus dem physiologischen Institut in Rostock.)

Ueber den spinalen Ursprung des Halssympathicus.

Von

A. Steil,

c. kgl. Kreisthierarzt in Eupen.

Trotz zahlreicher Untersuchungen ist die Frage nach dem Ursprung der die Pupillenweite beeinflussenden Fasern des Hals-sympathicus immer noch nicht in zufriedenstellender Weise beantwortet. Während die Einen mit Budge (1) sie nicht nur scheinbar sondern thatsächlich aus dem Rückenmarke (centrum cilio-spinale infer. Budge) hervorgehen lassen (Luchsinger, François-Franck, Ott, Mayer und Pribram u. A.), glauben Andere mit Salkowski (2), dass ihr nächstes Centrum im Gehirn gelegen sei (Grünhagen mit seinen Schülern, ferner Schiff, Nawalichin, Kowalewsky). Auch die letzten Untersucher dieses Gegenstandes, Nawrocki und Przybylski (3), schliessen sich der zweiten Ansicht an. Da diese Autoren zugleich eine fast erschöpfende Literaturübersicht gegeben haben, darf ich auf eine geschichtliche Darstellung verzichten und ich will nur auf jene hinweisen¹⁾.

Auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Langendorff habe ich im physiologischen Institut zu Rostock die Frage nach der centralen Innervation der Pupillenerweiterung einer neuen Bearbeitung unterzogen, in der Hoffnung, endlich durch unzweideutige Versuche eine Entscheidung in dem einen oder anderen Sinne herbeiführen zu können. Ob mir dies gelungen ist, möge der Leser beurtheilen.

1) Als die vorliegende Arbeit bereits im Manuskript fertig war, erschien die deutsche Ausgabe der im Literaturverzeichniss nach Dogiel citirten Monographie von E. P. Braunstein: „Zur Lehre von der Innervation der Pupillenbewegung.“ Wiesbaden 1894. Auch sie enthält eine ausführliche geschichtliche Uebersicht. Auf ihre zahlreichen Berührungspunkte mit der hier mitzutheilenden Untersuchung konnte im Texte nicht mehr eingegangen werden.

I. Versuchsplan und Methode.

Ich konnte hoffen, die Frage nach dem spinalen Ursprung des Halssympathicus dadurch zu lösen, dass ich nach gänzlicher oder einseitiger Abtrennung des Halsmarkes vom Kopfmarke (*Medulla oblongata*) untersuchte, ob noch ein in der Bahn der Halssympathici geleiteter pupillenerweiternder Tonus bestand, und ob es nach dieser Operation noch möglich war, auf reflectorischem Wege oder durch Aenderung in den Gasverhältnissen des Blutes oder durch toxische Einflüsse (*Strychnin*) Pupillenerweiterung herbeizuführen. Demgemäss erstreckten sich meine Versuche auf die Beantwortung folgender Fragen:

1. Ist nach totaler Halsmarkdurchschneidung durch Reizung des *Ischiadicus* oder der Extremitätenhaut eine reflectorische Pupillenerweiterung zu erzielen?
2. Kommt noch nach völliger Abtrennung des Halsmarkes eine Veränderung der Pupillen durch Durchschneidung der Halssympathici zu Stande?
3. Lässt sich nach der Isolation des Rückenmarkes noch eine pupillenerweiternde Wirkung der Erstickung oder der *Strychnin*-vergiftung beobachten?
4. Welches ist das Grössenverhältniss der beiden Pupillen nach einseitiger Halsmarkdurchschneidung? Wie wird dasselbe durch Sympathicusdurchschneidung, Hautreize, Erstickung beeinflusst?

Ich habe zu meinen Versuchen Katzen und Kaninchen verwendet. Nach vorausgeschickter Chlороformnarcose bei ersteren, Aetherisirung der letzteren wurde zunächst Tracheotomie vorgenommen, um nöthigen Falles zu rechter Zeit künstliche Athmung einleiten zu können.

Die darnach folgende Freilegung des Halsmarkes geschah bei den ersten Versuchen in der Weise, dass nach doppelter Ligaturen masse der Nackenmuskeln ein Querschnitt durch diese Muskeln bis auf das *Lig. occipito-atlanticum* gemacht wurde. Später geschah die Freilegung des Halsmarkes auf folgende Art: Ein genügend ergiebiger Medianschnitt durchtrennte die Haut von der *Spina occipitis* bis etwa zum 3. Halswirbel, wonach in der Mittellinie die Muskeln bei älteren Thieren mit dem Messer, bei jüngeren mit einem stumpfen Haken bis auf das *Lig. occipito-atlan-*

ticum von einander getrennt wurden, fast stets ohne die geringste Blutung zu verursachen. Ein federnder Muskelspanner hielt dann die beiden Hälften auseinander, so dass sich Ligament und Dura mit feiner spitzer Scheere leicht quer durchschneiden liessen. Die Durchschneidung des so freiliegenden Halsmarkes erfolgte mit einem feinen Staarmesser. Die hiernach besonders bei Katzen auftretende Blutung wurde mit einem in die Muskelwunde gelegten Wattetampon bald gestillt. Oftmals wurde auch nach einseitiger Halsmarkdurchschneidung künstliche Athmung nothwendig. In vielen Fällen wurden die Thiere behufs leichter Beobachtung der Pupillen curarisirt, in einigen zur Erhöhung der Reflexthätigkeit des Rückenmarkes mit kleinen Strychnindosen vergiftet.

Man hätte daran denken können, der blutigen Abtrennung des Kopfmarkes die unblutige durch Unterbindung der 4 Kopfarterien zu substituiren. In der That ist dieser Weg von einigen Autoren, z. B. von Grünhagen und Cohn (4) beschritten worden. Dass sie darnach die reflectorische und dyspnoische Pupillenerweiterung ausbleiben sahen, ist mir nach einigen eignen Versuchen wohl begreiflich, scheint mir aber keine Berechtigung zu dem von ihnen gezogenen Schlusse zu geben, dass das Centrum der pupillenerweiternden Fasern im Gehirn, nicht im Rückenmarke liegen müssen. Es wird nämlich durch die nach Kussmaul und Tenner geübte Blutabspernung auch das Halsmark, vielleicht sogar das obere Ende des Rückenmarkes, also Theile des supponirten Cilio-spinalcentrums blutleer und damit functionsunfähig. Ferner aber, und darauf möchte ich den Hauptwerth legen, verliert infolge der Blutabspernung der Hals-Sympathicus seine Wirksamkeit auf die Pupille, weil er, wie Langendorff (5) gezeigt hat, durch das erstickte obere Halsganglion die empfangenen Erregungen garnicht bis zum Auge fortpflanzen kann. Das Ausbleiben der reflectorischen oder dyspnoischen Mydriasis brauchte demnach nicht durch einen Fortfall des Centrums, könnte vielmehr durch die periphere Leitungsunterbrechung erklärt werden, die sich an derartig behandelten Thieren leicht nachweisen lässt. Die unblutige Methode ist somit zur Lösung der Frage nicht geeignet.

Einige Schwierigkeit machte zu Anfang die genaue Beurtheilung der Pupillenweite, bis ich in dünnen Gelatineplättchen, auf denen in 1 mm Abstand parallele Querlinien eingravirt waren, ein zur Messung recht bequemes Hilfsmittel fand, da diese Plättchen

sich genau der Wölbung des Bulbus anlegen lassen. Bequemer und genauer wäre das Irmikroskop oder „Koreometer“ gewesen, das jetzt im Rostocker physiologischen Institut zur Pupillenmessung verwendet wird, und dessen sich auch Mülert (6) bei seinen Untersuchungen über die electriche Reizung des Halssympathicus bedient hat. Leider stand mir dieses Instrument bei meinen Versuchen noch nicht zur Verfügung. In vielen Fällen war übrigens die einfache Beobachtung der Pupillenweite mit blossem Auge ohne weitere Hilfsmittel völlig ausreichend, da es nicht auf genaue quantitative Bestimmungen ankam.

Ein Wort noch über die einseitigen Halsmarkdurchschneidungen. Sie wurden in der Absicht unternommen, Versuchsthiere zu gewinnen, die den Eingriff ins Centralnervensystem so lange überlebten, dass die Reizwirkung zum Abklingen Zeit hatte. Das gelang mir in mehreren Fällen in mehr als ausreichendem Masse. Ich habe einzelne jüngere Thiere nach der Operation nicht nur mehrere Tage lang, sondern sogar Monate hindurch am Leben erhalten können. Eine Katze lebte nach völlig gelungener linksseitiger Durchschneidung 4 Monate; nach Ablauf dieser Frist wurde sie getötet, nachdem sie wieder vortrefflich laufen gelernt hatte und nur eine eigenthümliche Bewegungsschwäche der operirten Seite noch an die schwere Verwundung des Markes erinnerte. Bei der Section fand Prof. Langendorff eine ausgesprochene linksseitige absteigende Degeneration des Halsmarkes von der Durchschnitsstelle an. Dieser Befund war ein untrüglicher Beweis dafür, dass die Durchschneidung völlig gelungen war.

Die einseitige Durchschneidung des Halsmarkes ist zum Zwecke der Untersuchung des Ciliospinalcentrums auch von Schiff und von Salkowski getübt worden. Nach des Letzteren Versuchen hatte diese Operation für das Auge der entsprechenden Seite dieselbe Wirkung, wie die vollständige Durchneidung für beide Augen, d. h. der entsprechende Halssympathicus sollte dadurch von seinem (angeblich im Gehirn gelegenen) Centrum getrennt sein und demgemäss seinen Tonus und seine reflectorische Erregbarkeit verlieren.

Grade Beobachtungen an solchen Thieren, die schon längere Zeit vorher die einseitige Durchschneidung erlitten hatten, haben mich von der Unrichtigkeit dieser Angaben auf das Entschiedenste überzeugt.

Im Laufe der Versuche zeigte sich, dass zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragen Experimente an Katzen weit brauchbarer sind, wie solche an Kaninchen. Letztere sind deswegen weniger tauglich zu solchen Versuchen, weil einmal der tonische Einfluss des Sympathicus auf die Pupille hier überhaupt nicht sehr beträchtlich ist; ferner die Pupillenweite sich selbst bei albinotischen Kaninchen nicht mit der gleichen Genauigkeit abmessen lässt, wie bei Katzen; weil zudem das Kaninchenrückenmark unter der Durchschneidung viel stärker leidet, als das von Katzen; endlich aber auch, weil bekanntlich beim Kaninchen infolge der Reizung der aufsteigenden Trigeminiwurzel durch den Rückenmarksschnitt die Pupille eine oft nur langsam schwindende die weitere Beobachtung stark beeinflussende Verengung erfährt.

II. Ergebnisse.

Ich will hier nicht die einzelnen Versuche aufführen — im Ganzen sind ihrer 50 gewesen —; ich beschränke mich vielmehr darauf, die objectiven Ergebnisse mitzutheilen, die sich unmittelbar aus den Experimenten ableiten. Sie lassen sich folgendermassen formuliren:

I. Nach totaler Halsmarkdurchschneidung ist die Fähigkeit der Pupillen, sich auf sensible Reizung der Kopfgegend (Nasenschleimhaut, Conjunctiva) reflectorisch zu erweitern, erhalten.

II. An einem so operirten Thiere lässt sich durch Erstickung sowie durch Strychninvergiftung noch Pupillenerweiterung erzielen.

III. Die unter 1 und 2 angeführten Wirkungen sind auch dann beiderseits vorhanden, wenn ausser dem Rückenmarke noch ein Halssympathicus durchschnitten ist.

IV. Durch Reizung sensibler Rumpf- und Extremitätennerven erhält man nach totaler Halsmarkdurchschneidung nicht in allen Fällen, doch immer bei alten Thieren, ebenfalls Pupillenerweiterung.

V. Durchschneidung eines Halssympathicus verursacht auch nach vorausgeschickter totaler Halsmarkdurchtrennung noch deutliche Verengung der entsprechenden Pupille.

VI. Einseitige Durchschneidung des Halsmarkes bewirkt bei Kaninchen seltner bei Katzen eine Verengung der entsprechenden Pupille. Diese Myosis ist aber eine vorübergehende.

VII. Nach einseitiger Halsmarkdurchschneidung erweitern sich infolge von Dyspnoe, Strychninvergiftung und sensibler Reizung der Extremitätennerven beide Pupillen.

VIII. Nach derselben Operation verengt sich die Pupille der verletzten Seite, wenn man den entsprechenden Sympathicus durchschneidet.

IX. Durchschneidet man nach einseitiger Halsmarkdurchtrennung den Halssympathicus der andern Seite, so wird die diesem entsprechende Pupille enger, als die auf der Seite der Halsmarkverletzung.

X. Nach einseitiger Halsmark- und Sympathicusdurchschneidung kann man durch Reizung des N. ischiadicus sowie durch Strychninvergiftung und durch Erstickung noch beiderseitige Pupillenerweiterung erzielen.

XI. Strychninvergiftung, Dyspnoe, Reizung des Ischiadicus können auch nach Durchschneidung beider Halssympathici auf beiden Augen, nach einseitiger Halssympathicusdurchschneidung auch am Auge der Operationsseite Pupillenerweiterung erzeugen. Letztere kommt auch nach Exstirpation des oberen Halsganglions zu Stande.

XII. Nach einseitiger Rückenmarksdurchtrennung bewirkt Aether- und Chloroformbetäubung noch beiderseits Verengerung der Pupille.

III. Folgerungen aus den Versuchsergebnissen.

Der Nachweis eines im Rückenmarke liegenden Centrums für die pupillenerweiternden Fasern des Hals-Sympathicus kann entweder so geführt werden, dass man von den nach der Annahme Vieler durch Vermittelung des Sympathicus und seines Centrums auf die Pupille einwirkenden Eingriffen (Dyspnoe, Reizung sensibler Nerven) darthut, dass sie auch nach Durchschneidung des oberen Halsmarkes ihre Wirkung nicht einbüßen, oder dadurch, dass man feststellt, dass auch nach totaler Halsmarkdurchschneidung der Tonus des Halssympathicus noch besteht, Durchschneidung dieses Nerven also die Pupille noch verengert. Unter der von den Verfechtern des cerebralen Centrums gemachten Voraussetzung, dass die spinalwärts laufenden Hirnbahnen im Halsmark jederseits ohne Kreuzung zu den Wurzeln des Halssympathicus hinabsteigen,

könnte man bei beiden Untersuchungswegen statt der vollständigen die einseitige Halsmarkdurchschneidung ausführen. Die im vorhergehenden Abschnitt angeführten Ergebnisse meiner Experimente zeigen nun, dass der erste Weg der Beweisführung nicht zum Ziele führen kann, dass das von Manchen als Beweis für ein Centrum ciliospinale angeführte Vorhandensein dyspnoischer und reflectorischer Pupillenerweiterung nach Isolirung des Rückenmarkes nicht genügt, um daraus die Existenz eines unterhalb der Durchschneidungsstelle gelegenen Centrums für den Halssympathicus zu erschliessen.

Stellte sich doch heraus, dass Dyspnoe und Strychninvergiftung sowohl als sensible Reizung verschiedener Körpergegenden durch die Durchschneidung des Halssympathicus ihre pupillenerweiternde Wirkung keineswegs einbüßen müssen. (XI)¹⁾. Ob sie geringer ist, als bei erhaltenem Sympathicus, lässt sich nur schwer entscheiden, da einmal auch am intakten Thiere die Pupillenerweiterung unter denselben Einflüssen bald stark, bald gering ausfällt, und da ferner auch die Vergleichung beider Pupillen nach Durchschneidung eines Sympathicus deshalb im Stiche lässt, weil man die Grösse einer experimentell erzeugten Pupillenerweiterung verschieden beurtheilen wird, je nachdem die Pupille im Ruhezustande weit oder eng gewesen ist.

Die Erfahrung, dass auch nach Sympathicus-Durchschneidung und sogar nach Ausschneidung des oberen Halsganglions die reflectorische Mydriasis nicht ausbleibt, ist schon von mehreren Beobachtern gemacht worden. Ich nenne Vulpian (7) und die Grünhagen'schen Schüler Hurwitz (8), Bessau (9) und Tuwim (10). Mit Recht ist aus solchen Befunden der Schluss gezogen worden, dass Empfindungsreize die Pupille nicht nur dadurch zur Dilatation bringen können, dass sie einen aktiven Reflex pupillenerweiternder Fasern auslösen, sondern auch dadurch, dass sie die tonische Thätigkeit des den Sphincter iridis beherrschenden Oculomotoriuscentrums lähmen.

Diese letztere auch von einem der neuesten Bearbeiter dieses Gebietes, Braunstein (11) angenommene Deutung kann auch dann noch festgehalten werden, wenn wir sehen (X), wie auch nach

1) Die in Klammern beigefügten römischen Zahlen verweisen auf die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse im zweiten Abschnitt.

einseitiger Rückenmarkdurchschneidung und Lähmung des Halssympathicus derselben Seite vom Ischiadicus aus die Pupille beiderseits zur Erweiterung veranlasst werden kann. Denn die Durchtrennung einer Halsmarkhälfte hindert den Empfindungsreiz nicht, seine Wirkung auf beide Oculomotorii zu üben.

Dieselbe Erklärung passt auch für solche Fälle, in denen die combinirte Durchschneidung eines Halssympathicus und des ganzen Cervicalmarkes das Zustandekommen einer beiderseitigen Pupillenerweiterung nach Reizung der Trigeminausbreitung nicht verhinderte (III).

Dass Dyspnoe auch nach Sympathicusdurchschneidung erweiternd auf die Pupille wirkt (X), haben wie wir ebenfalls andere Beobachter gesehen (Balogh (12), Nawalichin (13)). In Uebereinstimmung mit Letzterem habe auch ich beobachtet, dass die zur Sympathicusdurchschneidung (Exstirpation des Ggl. cervic. sup.) hinzutretende Halsmarkdurchtrennung die Wirkung nicht aufhebt (III). Zur Deutung dieser Thatsache, die sich aus einer Entspannung der Oculomotoriustonus wohl nicht ohne weiteres erklären lässt, wird man sich der wiederholt aufgetauchten, zwar bestrittenen, aber doch nicht ganz unbegründet erscheinenden Angabe zu erinnern haben, dass ausser im Sympathicus noch im Trigeninus direkte pupillenerweiternde Fasern verlaufen.

Wie nun aber auch die Deutung dieser Erscheinungen ausfallen mag, so viel steht fest, dass, wenn wir an einem Thiere, dem wir das Rückenmark hoch oben gänzlich durchschnitten haben, und das wir der Erstickung oder sensiblen Reizungen der Kopfgegend aussetzen, die Pupille sich erweitern sehen (I, II, III, IV, VII), dieser Erfolg für den spinalen Ursprung der pupillenerweiternden Fasern des Halssympathicus nichts beweisen kann, und dass ebensowenig diejenigen Fälle beweisend sind, in denen nach einseitiger hoher Markdurchschneidung auf Reizung des Ischiadicus sich beide Pupillen erweitern (VII). Beweisend wäre nur, und auch dies nur unter einem gewissen Vorbehalt, ein Experiment, bei dem nach totaler Halsmarkdurchschneidung Ischiadicusreizung die Pupillen noch zur Erweiterung brächte. Eine solche Beobachtung ist mir nur einmal, und zwar unter nicht ganz einwurfsfreien Bedingungen, geglückt.

Die Beweisführung für das Bestehen eines Ciliospinalcentrums sieht sich somit lediglich auf den zweiten der oben erwähnten

Wege angewiesen, nämlich auf die Untersuchung, ob nach totaler oder einseitiger Durchschneidung des Halsmarkes der Tonus der Halssympathici bezw. des einen von ihnen erloschen ist oder nicht.

Meine Versuche haben nun die Angabe früherer Autoren, z. B. Luchsinger's (14), dass nach hoher Rückenmarkdurchschneidung die Durchschneidung des Halssympathicus die Pupille immer noch verengt, auf das Entschiedenste bestätigt (V, VIII), und ich sehe hierin einen sicheren Beweis dafür, dass ein spinaler tonisch thätiger Centralapparat für die durch den Halssympathicus vermittelte Pupillenerweiterung existirt.

Dass die einseitige Halsmarkdurchschneidung den Pupillenerweiterungstonus auf der Operationsseite nicht aufhebt, das lehrt ausser dem Erfolg der gleichseitigen Sympathicusdurchschneidung (VIII) auch die unter IX gemachte Angabe, dass die Pupille derjenigen Seite, auf der das Rückenmark unverletzt geblieben ist, durch Durchschneidung ihres Halssympathicus enger wird, als die des andern Auges. Kämen die Erweiterungsbahnen aus dem Gehirn und verliefen sie ungekreuzt bis zu ihrem Austritt aus dem Rückenmarke, so müsste nach ihrer einseitigen Durchschneidung unterhalb des Kopfmarkes die Pupille ebenso eng werden, wie die der andern Seite, auf welcher der Halssympathicus getrennt ist. Das ist aber nicht der Fall, sie bleibt erheblich weiter. Mir steht die Photographie einer Katze zur Verfügung, der die linke Halsmarkhälfte durchschnitten und der rechte Sympathicus in der Ausdehnung von 2 cm excidirt worden war. Noch mehrere Monate nach der glücklich verlaufenen Operation erscheint auf dem sehr scharfen im Chloroformschlafe aufgenommenen Bilde die rechte Pupille weit enger, als die linke. (Vgl. den dieser Arbeit folgenden „Zusatz“.) Auch die unter XII angeführte Beobachtung kann hier verworther werden. Ist es nämlich richtig, wie manche Autoren wollen, dass die Myosis in gewissen Stadien der Narkose auf einer Lähmung der pupillenerweiternden Centren beruht, so muss die Erfahrung, dass diese narkotische Pupillenverengerung auch nach der Halsmarkdurchschneidung nicht ausbleibt, zu Gunsten der Existenz eines spinalen Ciliarcentrums gedeutet werden.

Literatur.

- 1) J. Budge: Ueber die Bewegung der Iris. Braunschweig 1855. Cap. IV.
- 2) E. Salkowski: Ueber das Budge'sche Ciliospinal-Centrum. Zeitschr. f. ration. Medicin III R. XXIX. Bd. S. 167.
- 3) F. Nawrocki und J. Przybylski: Die pupillenerweiternden Nerven der Katze. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiolog. Bd. 50. S. 234.
- 4) A. Grünhagen und R. Cohn: Ueber den Ursprung der pupillendilatirenden Nerven. Centralbl. f. prakt. Augenheilkunde 1884. Juniheft.
- 5) O. Langendorff: Die Beziehungen der Nervenfasern des Halssympathicus zu den Ganglienzellen des oberen Halsknotens. Centralbl. f. Physiologie. 1891. Heft 5.
- 6) G. Mulert: Ueber electriche Reizung des Halssympathicus. Pflüger's Archiv. Bd. 55. 1894. S. 550.
- 7) Vulpian: Note relative à l'influence de l'exstirpation du ganglion cerv. sup. sur les mouvements de l'iris. Arch. de physiologie (II^e sér.) 1874. I. p. 177.
Derselbe in Compt. rendus. 1878. T. 86. p. 1436 und 1879. T. 87. p. 231.
- 8) Hurwitz: Ueber die Reflexdilatation der Pupille. Diss. Erlangen 1873.
- 9) Bessau: Die Pupillenge im Schläfe u. s. w. Diss. Königsberg 1879. S. 15 u. 17.
- 10) Tuwim: Ueber die physiologische Beziehung des Ganglion cerv. sup. zu der Iris und den Kopfarterien. Pflüger's Archiv Bd. 24. 1881. S. 115.
- 11) E. Braunstein: Zur Lehre von der Innervation der Pupillenbewegung. Charkow 1873 (russisch). Citirt nach Joh. Dogiel: Die Betheiligung der Nerven an den Schwankungen in der Pupillenweite. Pflüger's Archiv Bd. 56. S. 504. 1894.
- 12) Balogh: Ueber einen entdeckten Weg der pupillenerweiternden Nerven. Moleschott's Unters. 2. Naturlehre etc. Bd. VIII. S. 423. 1862.
- 13) Nawalichin: Zur Lehre von der Pupillenerweiterung. Notiz über die Pupillenerweiterung bei der Sistirung des Athmens. Arbeiten a. d. physiolog. Laborat. der Kasaner Universität. 1869. Heft 1 (russisch). Citirt nach Nawrocki und Przybylski (3).
- 14) B. Luchsinger: Weitere Versuche zur Lehre von den Rückenmarkscentren. Zur physiologischen Existenz der Centrum. cilio-spinala inferior von Budge. Pflüger's Archiv etc. Bd. 22. 1880. S. 158.
Derselbe und Guillebeau: Fortgesetzte Studien am Rückenmarke. III. Zur Existenz der Centr. cilio spinale inf. von Budge. Ebenda. Bd. 28. 1882. S. 72.