

(Aus dem Physiologischen Institut der Universität Kairo [Prof. Dr. G. von Anrep¹].)

Über das Vorhandensein afferenter Fasern im Nervus hypoglossus.

Von

Dr. A. A. Tarkhan.

Mit 4 Textabbildungen.

(Eingegangen am 9. Juli 1936.)

Die übliche Auffassung, daß der N. hypoglossus ein rein motorischer Nerv ist, wurde zum ersten Male von *Langworthy* (1924) widerlegt, und zwar auf Grund der Tatsache, daß die Durchtrennung dieses Nerven bei der Katze sowohl die motorischen als auch die sensorischen Nervenendigungen in der Zungenmuskulatur zum Verschwinden bringt. Aus dieser Tatsache schloß *Langworthy*, daß dieser Nerv sensorisch-motorisch ist. *Tarkhan* (1936) kam zu derselben Überzeugung, da er bei einem Kaninchen nach Durchtrennung des N. hypoglossus in der Zunge dieses Tieres keine Muskelspindeln mehr antreffen konnte und da er bei einem anderen Kaninchen am Stamm des N. hypoglossus nahe am Abgang des Ramus descendens hypoglossi ein Ganglion vorfand, von dessen Zellen Fasern abgingen, die bis zu ihren Endigungen in den Muskelspindeln der Zunge verfolgt werden konnten. Bis jetzt gibt es noch keinen genügenden Beweis für, eher gegen die Annahme *Langworthys*, daß das Ganglion nodosum oder das zweite Cervicalganglion Ursprungsort der afferenten Fasern der Zunge ist. Der Annahme, daß die afferenten Fasern des N. hypoglossus von einem Ganglion stammen, welches an den Wurzeln oder am Stamm dieses Nerven liegt, könnte entgegengehalten werden, daß dieses Ganglion bei den Wirbeltieren nur unbeständig angetroffen wird. Hinzu kommt der Einwand, daß das Unvermögen — nach Durchtrennung und darauffolgender Degeneration des N. hypoglossus — sensorische Nervenendigungen in der Zunge anzutreffen, sehr leicht auf eine nichtgelungene Färbung beruhen könnte. Es war daher das Ziel der Untersuchungen vorliegender Arbeit, auf experimentellem Weg Klarheit zu gewinnen über das Vorhandensein afferenter Fasern im Stamm des N. hypoglossus.

Wenn man annimmt, daß der N. hypoglossus wirklich afferente Fasern enthält, dann darf man mit Recht erwarten, daß nach Durchtrennung des Nerven eine Reizung des zentralen Stumpfes beim

¹ Herrn Professor Dr. G. von Anrep, unter dessen Aufsicht diese Versuche unternommen wurden, spreche ich für seine wertvolle Führung und Unterstützung meinen Dank aus. Herrn Dr. M. Hammouda möchte ich ebenfalls danken für das hilfreiche Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte.

Versuchstier zu verschiedenen Reflexreaktionen ganz genereller Natur und zu solchen von spezifisch propriorezeptivem Charakter führen muß. Von diesem Gedanken ausgehend, untersuchte ich, ob es durch eine derartige Reizung möglich ist, a) eine Änderung des arteriellen Blutdrucks und b) irgendwelche Reflexbewegungen der Zunge hervorzurufen.

Versuche, welche Beeinflussung des Blutdrucks beweisen.

Wir verwendeten 5 Hunde und 4 Katzen. Zur Anästhesie wurden 0,08 g Chloralose pro Kilogramm Körpergewicht intravenös injiziert. Der N. hypoglossus der einen Seite wurde am Hals freigelegt und sein Verlauf von der Austrittsstelle aus dem Kranium bis zur Zungenspitze verfolgt. Durch sorgfältige Präparation wurde der Nerv von dem umgebenden Gewebe befreit. Nachdem er auch aus der Zungenmuskulatur herauspräpariert war, wurde er peripher mit einem Faden gefaßt und distal davon durchtrennt. Schließlich lag der Nerv nach Durchtrennung aller seiner Verbindungen mit der Zunge auf großer Strecke frei vor. In einigen Versuchen wurde eine dünne Gummihaut unter den Nerven gelegt, um eine Ausbreitung des Reizstromes auf andere sensorische Teile zu verhindern. Als Reiz diente der faradische Strom einer Induktionsspule. Der Blutdruck der A. carotis wurde durch ein Quecksilbermanometer mittels eines Kymographen registriert.

Ergebnisse. Es ergab sich, daß die Reizung des zentralen Teiles des durchschnittenen N. hypoglossus sowohl beim Hund als auch bei der Katze zu einer Erhöhung des arteriellen Blutdrucks führt. Die einzelnen Tiere wiesen beträchtliche Unterschiede bezüglich dieser Reaktion auf. Die Tiefe der Narkose, der Zustand des durchschnittenen Nerven und die allgemeine Verfassung des Tieres dürften für diese Unterschiede in erster Linie bestimmend sein. Es ist auch denkbar, daß der Anteil afferenter Fasern im N. hypoglossus bei den einzelnen Tieren beträchtlichen Variationen unterworfen ist. Die Stärke des Stromes die nötig war, um durch Reizung des N. hypoglossus eine Erhöhung des Blutdruckes hervorzurufen, unterlag ebenfalls großen Schwankungen (wie das bei allen anderen afferenten Fasern auch der Fall ist). Die Reizung des N. hypoglossus führte unter günstigen Bedingungen zu einer Erhöhung des Blutdruckes, welche durchschnittlich zwischen 5 und 25 mm Hg schwankte.

Abb. 1 gibt die Blutdruckkurve eines Versuches beim Hund wieder. Die Schlinge eines Fadens wurde über den N. hypoglossus zusammengezogen; dieser mechanische Reiz führte zu einer Erhöhung des Blutdruckes von etwa 20 mm Hg (A). Diese Reaktion ist von besonderer Bedeutung deshalb, weil es ein mechanischer Reiz war, durch die sie erzielt wurde und infolgedessen keine Ausbreitung des Stromes, wie das bei elektrischer Reizung denkbar wäre, dafür verantwortlich gemacht werden kann. In B wurde der Stamm des Nerven zentral von der oben erwähnten Ligatur mit einem Induktionsstrom mittlerer Stärke gereizt. Das Ergebnis war eine Erhöhung des Blutdruckes um 16 mm Hg. Hierauf wurde eine zweite Ligatur zentral von den Elektroden angelegt und der Reiz wiederholt. Dieser blieb diesmal, wie im Kymogramm C gezeigt

wird, ohne Erfolg, ein Beweis dafür, daß die vorherige Erhöhung des Blutdruckes nicht durch Ausbreitung des Stromes auf irgendwelche

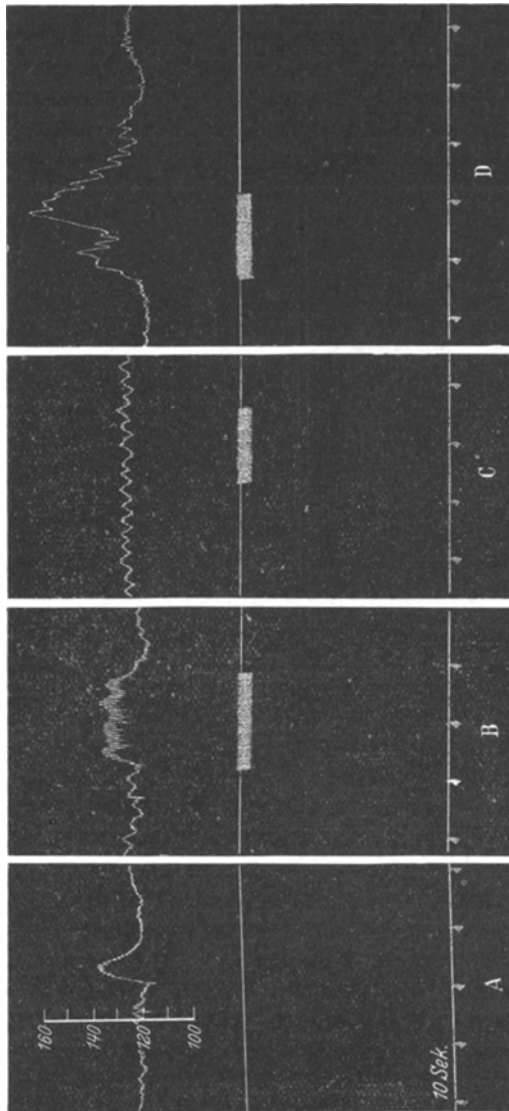


Abb. 1. Blutdruckmessungen beim Hund. *A* bei mech. Reizung des zentralen Stumpfes des N. hypoglossus mit einer Ligatur; *B* bei Reizung des Nerven mit einem faradischen Strom zentral von der obigen Ligatur; *C* bei Reizung wie in *B* nach Anlegen einer zweiten Ligatur zentral von den Elektroden; *D* bei Reizung mit einem faradischen Strom zentral von den beiden Ligaturen und nach Durchtrennung der beiden Vagus sympathicus-Stämme

andere Nerven zustande gekommen sein konnte, sondern die Reaktion auf den Reiz sensorischer Fasern im Stamm des N. hypoglossus war. Der cervicale Vago sympathicus-Stamm beider Seiten wurde nun durchtrennt und der N. hypoglossus zentral von beiden Ligaturen wiederum

mit derselben Stromstärke gereizt. Das Ergebnis ist im Kymogramm *D* wiedergegeben, welches eine beträchtlich stärkere Erhöhung des Blutdruckes aufzeigt als bei *B*; sie beträgt diesmal beinahe 50 mm Hg. Es ist von Interesse zu vermerken, daß die zentrale Reizung des N. hypoglossus vor der Durchtrennung der N. vagi eine Erhöhung des Blutdruckes zuwege brachte, welche von einer bedeutenden Verlangsamung der Herzschläge begleitet war. Die Verlangsamung blieb, wie es von vorneherein zu erwarten war, nach Durchtrennung der N. vagi aus,

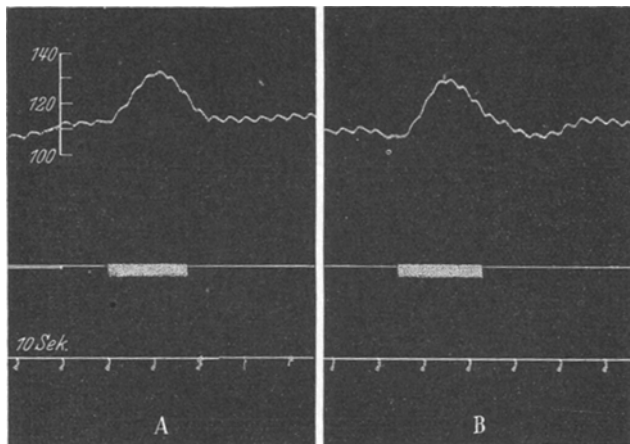


Abb. 2. Blutdruckmessung bei der Katze, *A* vor, und *B* nach Exstirpation des oberen cervicalen Sympathicus-Ganglion.

und so erklärt es sich, daß die Blutdruckerhöhung in diesem Falle um so viel größer war.

Um dem Einwand zu begegnen, daß die Erhöhung des Blutdruckes etwa durch die Anwesenheit afferenter Fasern sympathischen Ursprungs, welche im Stamm des Nerven verlaufen, hervorgerufen wird, wurde das zentrale Stück des N. hypoglossus vor und nach der Exstirpation des oberen Cervicalganglions des Sympathicus der Katze elektrisch gereizt. Der Ablauf der Reaktion blieb jedoch unverändert (Abb. 2).

Versuche, welche Reflexbewegungen der Zunge hervorrufen.

Für diese Versuche wurden 3 Katzen und 2 Hunde verwendet. Die Hunde wurden in der oben angegebenen Weise mit Chloralose betäubt, die Katzen erhielten je eine intraperitoneale Injektion von 50 ccm Dial pro Kilogramm Körpergewicht. Der N. hypoglossus wurde beiderseits am Hals freigelegt und seine Äste eine gewisse Strecke weit in die Zunge hinein verfolgt.

Wie in Abb. 3 dargestellt ist, teilt sich der N. hypoglossus, sobald er zur Zunge gelangt, in zwei Hauptäste. Der eine mediale Ast verläuft parallel zur Medianebene und zieht an der Unterfläche der Zunge entlang bis zur Zungenspitze. Dieser Teil des Nerven versorgt die Binnenmuskulatur der Zunge. Die laterale Portion dagegen,

meist ein Bündel mehrerer kleinerer Äste, innerviert die Außenmuskulatur der Zunge. Der N. lingualis wurde ebenfalls freigelegt. Die Spitze der Zunge wurde durch einen Faden mit einem Hebel, dessen Bewegungen auf einer rotierenden Trommel registriert wurden, verbunden. Zunge und Faden wurden durch ein entsprechendes Gewicht hinreichend gestreckt. Das Os hyoideum wurde gut fixiert und eine Kanüle in die Trachea eingeführt, so daß die Respiration sich nicht störend auf die Bewegungen der Zunge auswirken und eine Ungenauigkeit

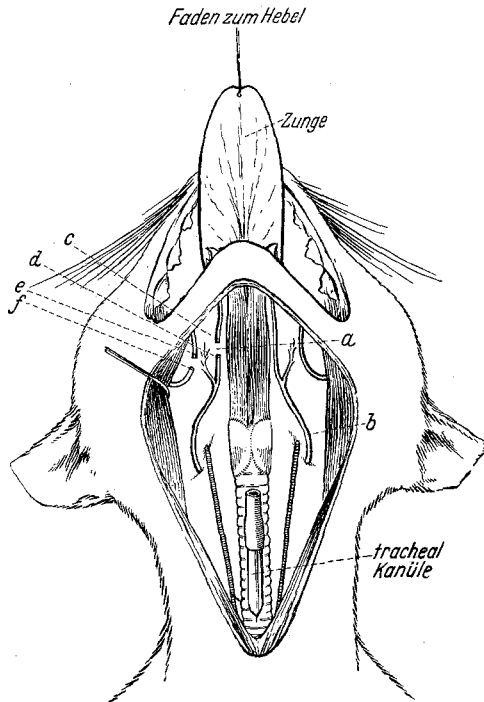


Abb. 3. Eine schematische Darstellung der Präparation des Tieres bei den Versuchen über die Reflexbewegungen der Zunge. *c, d, e, f* sind die entsprechenden Fäden, welche an das zentrale bzw. periphere Ende des N. hypoglossus und des N. lingualis geknüpft wurden.

der Ergebnisse hervorrufen konnte. Sowohl der N. lingualis als auch der N. hypoglossus der einen Seite, wurden zwischen zwei Ligaturen durchtrennt. Das zentrale und das periphere Stück der durchschnittenen Nerven wurde gereizt und die Bewegungen der Zunge auf die angegebene Weise aufgezeichnet. Um eine Ausbreitung des Stromes zu vermeiden, wurde die mechanische Reizung durch eine Ligatur oder durch Quetschen des Nerven mit einer Pinzette der elektrischen Reizung vorgezogen.

Ergebnisse. Beim N. lingualis ergab sich, daß eine Reizung des peripheren Stückes der durchschnittenen Nerven gelegentlich zu fibrillären Zuckungen der entsprechenden Zungenhälfte führte, welche kaum stark genug waren, um auf der Trommel registriert zu werden. Wenn dagegen der zentrale Teil dieses Nerven mechanisch gereizt wurde,

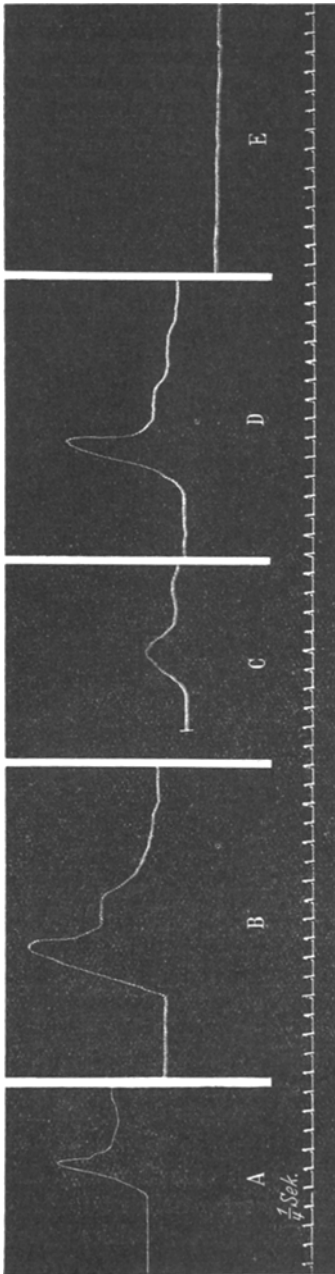


Abb. 4. Aufzeichnung der Reflexbewegungen der Zunge. *A* bei Reizung des zentralen Endes des N. lingualis; *B* bei Reizung des zentralen Astes des medialen Astes des hypoglossus; *C* bei Reizung wie in *B* nach Durchtrennung des lateralen Astes des N. hypoglossus; *D* bei Reizung des Stammes des N. hypoglossus proximal von seiner Verzweigungsstelle; *E* bei Reizung wie in *D* nach Durchtrennung des N. hypoglossus der Gegenseite.

dann trat jedesmal außer einer reflektorischen Senkung des Unterkiefers auch eine Reflexbewegung der Zunge ein, welche vollkommen unabhängig von der Unterkieferbewegung ablief und welche jedesmal stark genug war, um einen deutlichen Ausschlag des Hebels hervorzurufen (Abb. 4 *A*).

Was die Versuche am N. hypoglossus anbelangt, so möchten wir auf Abb. 3 und 4 hinweisen. Beide Abbildungen geben das Verfahren und Ergebnis wieder, welches wir in einem der Versuche bei der Katze erhielten und welches als typisch gelten kann. Der mediale Ast des N. hypoglossus der rechten Seite wurde bei *a* (Abb. 3) durchtrennt. Ein mechanischer Reiz des peripheren Stumpfes führte zu einer Kontraktion der von diesem Ast versorgten Muskeln. Da die Funktion dieser Muskeln mit dem Herausstrecken der Zunge zusammenzuhängen scheint, kam es gewöhnlich zu einem Ausschlag des Schreibhebels nach unten. Eine Reizung des zentralen Stumpfes dieses Astes wurde regelmäßig von einer reflektorischen Kontraktion der Zungenmuskulatur beantwortet (Abb. 4 *B*). Dieser Reflex besteht offensichtlich aus zwei Komponenten, einer direkten homolateralen und einer gekreuzten. Der direkte Reflex nimmt seinen Weg über das Zentrum und wieder zurück zur Zunge durch den lateralen Ast desselben N. hypoglossus. Der

gekreuzte Reflex gelangt über den N. hypoglossus der anderen Seite zur Zunge. Nach Durchtrennung auch des lateralen Astes führte eine Reizung des medialen Astes zu einer viel geringeren Kontraktion der Zunge (Abb. 4 C). Diese Kontraktion ist ausschließlich der linken Zungenhälfte zuzuschreiben, da der gereizte Nerv der rechten Seite keinerlei Verbindungen mehr mit der Muskulatur besaß. Durch Reizung des Nervenstammes, d. h. proximal von seiner Teilungsstelle in einen medialen und lateralen Ast wurde eine gekreuzte Reflexbewegung hervorgerufen, welche in Abb. 4 D wiedergegeben ist. Diese Kurve zeigt einen größeren Ausschlag als bei C, da die Zahl der gereizten afferenten Fasern größer ist als dort. Um zu beweisen, daß es sich wirklich um einen gekreuzten Reflex handelt, wurde der Stamm des linken Hypoglossus an einer Stelle *b* (Abb. 3), welche proximal von allen seinen Muskelästen gelegen war, durchtrennt und der rechte Hypoglossus wie gewöhnlich gereizt. Unter solchen Bedingungen kam es zu keiner Reflexbewegung der Zunge (Abb. 4 E). Ebensowenig führte jetzt eine Reizung des zentralen Stückes des durchschnittenen N. lingualis zu einer Reflexbewegung.

Es sei hier nochmals erwähnt, daß es bei diesen Versuchen ebenso wie bei jenen, welche sich auf den Blutdruck beziehen, zur Erzielung von Reflexen eines günstigen Zusammentreffens optimaler Versuchsbedingungen bedarf. Das Anästheticum muß richtig dosiert sein, das Tier muß in günstiger Temperatur gehalten werden und endlich muß ein geeigneter Reiz gesetzt werden. Wenn eine dieser Bedingungen oder alle zusammen außer acht gelassen werden oder versagen, so kann das sehr leicht ein Mißlingen des ganzen Versuches bedeuten.

Besprechung.

Die Versuche vorliegender Arbeit zeigen, daß durch Reizung des zentralen Stumpfes des durchschnittenen N. hypoglossus bei Hund und Katze eine Erhöhung des Blutdruckes hervorgerufen werden kann. Die Erhöhung des Blutdruckes kommt durch Reizung afferenter Fasern im N. hypoglossus selbst zustande und nicht durch Ausbreitung des Reizstromes auf andere sensorische Nervenfasern. Ganz ähnlich wie bei anderen sensorischen Nerven führt ein entsprechender Reiz zu einem pressorischen Effekt auf dem Weg über das vasomotorische Zentrum. Dieser vasopressorische Effekt kann durch Durchtrennung des Rückenmarkes in der oberen Cervicalregion unterhalb des Ursprungs der Nervi Phrenici aufgehoben werden. In unseren Versuchen erhielten wir in der Überzahl eine Erhöhung des Blutdruckes, nur in einigen wenigen Fällen ergab sich eine unbedeutende Senkung des Blutdruckes. Durch äußerst sorgfältige Freilegung des Nerven wurde dafür Sorge getragen, daß der Reizstrom sich nicht auf den Sinus caroticus oder auf das umgebende Gewebe ausbreiten konnte. Die Ergebnisse wurden außerdem noch

dadurch geprüft, daß eine Ligatur an den Nerven angelegt und ein Reiz unterhalb derselben gesetzt wurde; unter diesen Bedingungen trat keine Änderung des Blutdruckes auf. Man kann annehmen, daß der N. hypoglossus außer den pressorischen Fasern vielleicht auch einige wenige depressorische enthält.

Langworthy (1924) vertritt die Ansicht, daß der N. hypoglossus außer den somatisch motorischen Fasern für die Zunge auch Fasern von dem oberen sympathischen Cervicalganglion enthält, daß er ferner propriorezeptive Fasern der Muskelspindeln der Binnenmuskulatur der Zunge und zuletzt noch Fasern unbekannter Natur, welche vom *Rollerschen* Kern in der Medulla stammen, mit sich führt. Die hier beschriebenen Versuche haben gezeigt, daß die Entfernung des oberen cervicalen Sympathicusganglion keinen Einfluß ausübt auf den Blutdruck steigenden Effekt, der durch Reizung des N. hypoglossus hervorgerufen wird. Rückläufige Impulse entlang den motorischen oder entlang den vom *Rollerschen* Kern kommenden Fasern können natürlich nicht maßgebend sein. Und nun erhebt sich die Frage, ob diese afferenten Fasern im N. hypoglossus, welche wir durch unsere Versuche unzweifelhaft festgestellt haben, den Muskelsinn der Zunge vermitteln, und so den propriorezeptiven Fasern von *Langworthy* entsprechen, oder ob sie eine andere Art von Sensibilität vermitteln. *Matthews* (1933) gibt an, daß die propriorezeptiven Impulse, die von den Spannungsreceptoren der quergestreiften Muskulatur ausgehen, unter gewissen Bedingungen Schmerzempfindung hervorrufen. Wenn wir das annehmen, dann ist es leicht erklärlich, daß die Erhöhung des Blutdruckes, die wir in dieser Arbeit beschrieben haben, auf einer Reizung afferenter propriorezeptiver Fasern beruht. Daß die Reizung dieser propriorezeptiven Fasern auch zu Reflexbewegungen der Zunge führt, wie sie oben beschrieben wurden, ist leicht zu verstehen.

Aus der Tatsache, daß die motorischen Reflexe sowohl homolateral als auch gekreuzt zustande kommen, muß geschlossen werden, daß die afferenten Fasern des N. hypoglossus, welche zur Medulla ziehen, in eine synapsisartige Verbindung treten mit den motorischen Kernen des N. hypoglossus beider Seiten. Dies ist von besonderem Interesse, da wir wissen, daß es zwischen den motorischen Kernen der beiden Hypoglossi keinerlei Verbindungsfasern gibt, d. h. daß der N. hypoglossus ausgesprochen unilateral ist (*Mingazzini* 1928). Auch der N. lingualis muß gewisse zentrale Beziehungen zu den Kernen der Nervi hypoglossi besitzen, da die Reizung seines proximalen Stumpfes ebenfalls zu Reflexbewegungen der Zunge führt.

Bezüglich des Ursprungs der afferenten Fasern des N. hypoglossus glaubt *Langworthy* (1924), daß dieser im Ganglion nodosum oder im zweiten Cervicalganglion zu suchen ist. Das Ganglion, welches ab und zu an den Wurzeln oder am Stamm des N. hypoglossus angetroffen wird,

ist unleugbar sensorisch. Wie schon in einer früheren Arbeit (*Tarkhan* 1936) dargelegt wurde, schließt das Fehlen eines umschriebenen Ganglions noch nicht die Möglichkeit aus, daß ganglionartige Zellen entlang dem Verlauf des N. hypoglossus verstreut liegen. Unter solchen Umständen läge es nahe anzunehmen, daß dieses Ganglion bzw. diese ganglionartigen Zellen Ursprungsort der afferenten Fasern sind.

Zusammenfassung.

1. Der N. hypoglossus beim Hund und bei der Katze ist sensorisch-motorisch, und es ist anzunehmen, daß die afferenten Fasern dieses Nerven propriorezeptiver Natur sind.

2. Die afferenten Fasern des N. hypoglossus sind im Gegensatz zu den motorischen Fasern in der Medulla oblongata zum Teil gekreuzt.

3. Die zentralen Bahnen der afferenten Fasern des N. lingualis stehen in Verbindung mit den Kernen der Nervi hypoglossi.

4. Die Anwesenheit sensorischer Fasern im N. hypoglossus wurde durch eine Erhöhung des Blutdruckes und durch Reflexbewegungen der Zunge, welche durch Reizung des zentralen Stückes der durchschnittenen Nerven zustande kamen, bewiesen.

Schrifttum.

Langworthy, O. R.: J. comp. Neur. **36**, 273 (1924). — *Hopkins Hosp. Bull.* **35**, 239 (1924). — *Matthews, B. H. C.*: J. of Physiol. **78**, 1 (1933). — *Mingazzini, G.*: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. 4/1, S. 587. 1928. — *Tarkhan, A. A.*: Z. Anat. **105**, 349 (1936).
