

Über das Ganglion spirale der Chiroptera

Von W. FIRBAS und H. SINZINGER

Aus dem 1. Anatomischen Institut der Universität Wien

Suppl. Leiter: Prof. Dr. W. Krause

Eingang des Ms. 28. 4. 1972

Vergleichende Untersuchungen am Ganglion spirale der Mega- und Microchiroptera sind wegen der unterschiedlichen akustischen Fähigkeiten der Vertreter dieser Unterordnungen interessant. Die Sonderstellung der mit Ultraschalllauten peilenden Microchiroptera kann durch eine solche Untersuchung verdeutlicht werden. Während viele neurophysiologischen Ergebnisse vorliegen (Zusammenfassungen werden von GRINNEL 1969; HENSON 1970; AJRAPETJANTZ und KONSTANTINOV 1970 gegeben), die die Besonderheiten der Funktion des Hörorgans und seines nervösen Apparates bei Fledermäusen aufzeigen, sind hingegen bisher nur wenige Studien neuroanatomischer Art gemacht worden, die sich vorwiegend mit den zentralen Abschnitten der Hörbahn beschäftigen (POLJAK 1926; HALL 1969; STEPHAN und PIRLOT 1970). Kürzlich wurde mit einer eigenen Untersuchung des Ganglion spirale der Microchiroptera begonnen (FIRBAS 1970 a, b, 1972).

Material und Methode

Für die vorliegende Untersuchung konnten wir 56 Schnittserien von Cochleae paläarktischer und tropischer Arten verwenden.

Pteropodidae (*Pteropus rufus*-1¹), von den Microchiroptera: Rhinolophidae (*Rhinolophus hipposideros*-10, *Rhinolophus ferrumequinum*-3), Hipposideridae (*Hipposideros commersoni*-1¹), Phyllostomatidae (*Phyllostomus hastatus*-1¹), Vespertilionidae (*Myotis myotis*-2, *Barbastella barbastellus*-3, *Plecotus austriacus*-5, *Miniopterus schreibersi*-1), Molossidae (*Tadarida pumila*-3¹). Besonders wichtig war für uns der Flughund, den wir durch Vermittlung von Herrn Dipl.-Ing. Dr. E. KURZMANN, Schiefing/See, Kärnten, von Herrn Ch. A. DOMERGUE (Institute Pasteur de Madagascar, Tananarive) erhielten. Die Tiere wurden, wenn möglich, mit Formol perfusionsfixiert, die Schläfenbeine dann in EDTA entkalkt, in Paraffin eingebettet und zu Schnittserien verarbeitet. Die 15 µ dicken Schnitte färbten wir mit Hämatoxylin, Gallocyenin-Chromalaun oder behandelten sie nach Bodian mit Protargol. Von Schnitten durch das Ganglion spirale wurden Photographien in 300facher oder 1000facher Vergrößerung angefertigt. An diesen bestimmten wir die Dichte der Ganglienzellen auf den Schnittflächen oder maßen die Kerndurchmesser. Für die zur Dichtebestimmung notwendigen Flächenmessungen benützten wir ein Kompensationspolarplanimeter (Aristo), für die Karyometrie einen Teilchengrößenanalysator (Zeiss TGZ 3). Mit den erhaltenen Werten führten wir mit einem Tischcomputer (Diehl Combित्रon S) mit Unterstützung von Herrn Dr. W. Wicke (1. Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Universität Wien) verschiedene statistische Berechnungen durch. Die entsprechenden Lochstreifenprogramme wurden uns von der Firma Tonko, Wien, zur Verfügung gestellt. Die Registrierung der Gesamtzahl der Ganglienzellen in einem Ganglion spirale wurde durch Zählung der Ganglienzellkerne an jedem Schnitt bei 160facher Vergrößerung im Mikroskop mit Hilfe eines Zählrasters durchgeführt. Um Doppelzählung von Kernanschnitten auszuschließen, korrigierten wir die gewonnenen Zahlen mit der Formel von Floderus (KONIGSMARK 1970).

¹ Für die Bestimmung dieser Arten danken wir Herrn Dipl.-Ing. Dr. K. BAUER, Leiter der Säugetiersammlung des Naturhistorischen Museums Wien.

Tabelle 1

Dichte der Ganglienzellen des Ganglion spirale

(Zahl der Zellen / 0,01 mm Querschnittsfläche, n = Zahl der ausgewerteten Schnittflächen)

Art	basale	mittlere	apikale Windung
<i>Pteropus rufus</i>	b1/27 (n = 26)	b2/31 (n = 24)	a/25 (n = 17)
<i>Rhinolophus</i>	62	76	83
<i>hipposideros</i> (FIRBAS 1972)			
<i>Rhinolophus</i>	62	75	87
<i>ferrumequinum</i> (FIRBAS 1972)			
<i>Hipposideros</i>	b1/59 (n = 17)	b2/61 (n = 17)	m1/62 (n = 11)
<i>commersoni</i>		m2/64 (n = 11)	a/63 (n = 19)
<i>Barbastella</i>	56	54	
<i>barbastellus</i>			

b1 und b2 = untere und obere Basalwindung, m1 und m2 = untere und obere Mittelwindung, a = Spitzenwindung.

Ergebnisse

Die Lage des Ganglion spirale ist bei den einzelnen Familien verschieden. Die Perikarya liegen entweder in einem eigenen Canalis spiralis modioli weiter peripher, gegen das Cortische Organ hin verlagert (*Pteropus*, *Rhinolophidae*, *Hipposideridae*, *Phyllostomatidae*, *Emballonuridae*), oder sie liegen weiter zentral, innerhalb des

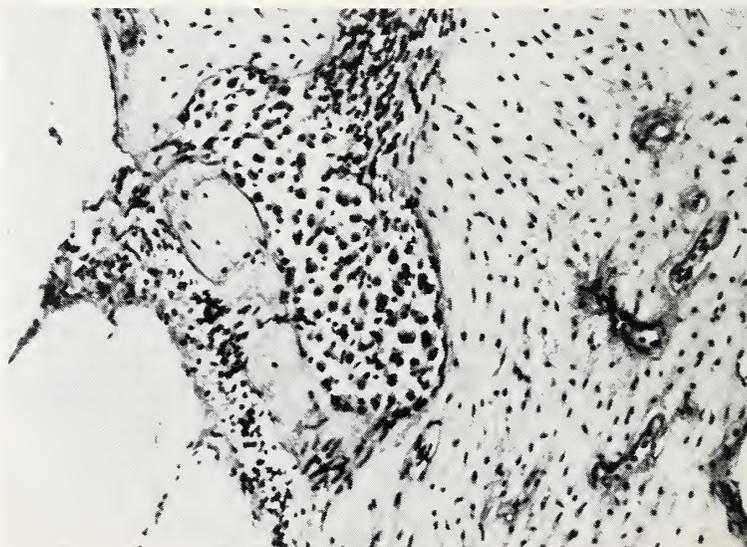
Abb. 1. Ganglion spirale von *Hipposideros commersoni* (obere Basalwindung)

Tabelle 2

Gesamtzahl der Ganglienzellen im Ganglion spirale

Art	Zahl der Ganglienzellen im Ganglion spirale	
	unkorrigiert	korrigiert nach Floderus
<i>Pteropus rufus</i> (n = 1)	10 509	8 512
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (n = 9, FIRBAS 1970 a, b)	15 020	13 674
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (n = 2, FIRBAS 1970 a, b)	17 526	15 724
<i>Hipposideros commersoni</i> (n = 1)	26 608	23 947
<i>Plecotus austriacus</i> (n = 2, FIRBAS 1970 a, b)	16 154	15 236
<i>Barbastella barbastellus</i> (n = 2, FIRBAS 1972)	16 128	13 709

Canalis modioli (Vespertilionidae). Wenn man die Nervenstrecke von den Rezeptoren bis zu den Cochleariskernen, die ja von der Spiralganglienzelle gebildet wird, betrachtet, so ergibt sich daraus, unabhängig vom Verlauf im Cortischen Organ (als radial und spiral fibers nach FERNANDEZ 1951), eine verschiedene Aufteilung in Dendritenstrecke und Neuritenstrecke. Bei den Vespertilionidae ist die Dendritenstrecke relativ länger. Sie ähneln darin den Soricidae (PLATZER und FIRBAS 1966). Bereits eine oberflächliche Betrachtung der Packungsdichte der Ganglienzellen im Ganglion spirale zeigt deutliche Unterschiede bei den einzelnen Arten und bei den einzelnen Windungen der Cochlea einer Art. Mit der eingangs erwähnten Methode als Maß für die Packungsdichte die Dichte der Zellen an der Schnittfläche zu verwenden, gelang es uns, die in Tabelle 1 angeführten Werte zu ermitteln. Die Rhinolophusarten haben im basalen Teil des Ganglion spirale eine lockere, im apikalen Teil eine

Abb. 2. Ganglion spirale von *Pteropus rufus* (Basalwindung)

Tabelle 3

Zahl der Spiralganglienzellen auf 1 mm Basilarmembran berechnet
(nach eigenen Messungen und Zählungen sowie nach Literaturangaben)

Art	Zahl der Spiralganglienzellen pro mm Basilarmembran	Autor
<i>Talpa europaea</i>	850	MÜLLER (1957); FIRBAS (1970 a)
<i>Pteropus rufus</i>	850	
<i>Hipposideros commersoni</i>	1800	
<i>Plecotus austriacus</i>	2900	FIRBAS (1972)
<i>Homo sapiens</i>	850	RETZIUS (1884); GUILD (1932)
<i>Rattus norvegicus</i>	1750	IURATO (1967); FIRBAS und SINZINGER (1971)
<i>Cavia porcellus</i>	1000	WÜSTENFELD (1957); FIRBAS, WICKE und VOLAVSEK (1970)
<i>Felis silvestris</i>	1650	RETZIUS (1884); SCHUKNECHT (1960)

dichte Anordnung. Bei *Hipposideros commersoni* (Abb. 1) liegen die Zellen im apikalen Bereich nur geringfügig dichter. Bei *Barbastella barbastellus* erwies sich die Zelldichte als gleichmäßig. *Pteropus rufus* (Abb. 2) hat, verglichen mit den Microchiroptera eine sehr geringe Dichte. Unterschiede in der Dichte der einzelnen Windungen sind bei *Pteropus* ($p = 0,05$) und bei den Rhinolophusarten statistisch gesichert. Bei der Bestimmung der Gesamtzahl der Ganglienzellen im Ganglion spirale ergab sich das in Tabelle 2 angeführte Resultat. Schon der Vergleich der Absolutwerte zeigt die große Zahl von Zellen in diesem Abschnitt der Hörbahn bei den Microchiroptera.

Noch deutlicher wird die Sonderstellung der echopeilenden Fledermäuse gegenüber *Pteropus*, wenn man die Zahl der Spiralganglienzellen pro mm Länge der Basilarmembran berechnet. In Tabelle 3 sind die entsprechenden Werte zusammengestellt. Nach Angaben verschiedener Autoren wurden einige Werte für andere Säuger berechnet. Über die durchgeführten Kerngrößenmessungen an den Spiralganglienzellen orientiert die Tabelle 4. Aus der Tabelle 4 und der Abbildung 3 ist die unterschiedliche Kerngröße von *Hipposideros commersoni* und *Pteropus rufus* ersichtlich.

Das größere Kernvolumen bei der größeren Art steht in Einklang mit der von LEVI (1906) aufgestellten Regel, nach der die Ganglienzellgröße mit der Körpergröße zunimmt. Die geringe Größe der Ganglienzellen bei den Microchiroptera ermöglicht

Tabelle 4

Kerndurchmesser von Spiralganglienzellen

Art	Kerndurchmesser in μ		
	Basalwindung	Mittelwindung	Spitzenwindung
<i>Pteropus rufus</i>	$5,33 \pm 0,42$ (n = 169)		$5,27 \pm 0,42$ (n = 146)
<i>Hipposideros commersoni</i>	$3,94 \pm 0,27$ (n = 398)	$3,70 \pm 0,28$ (n = 463)	$3,64 \pm 0,22$ (n = 526)

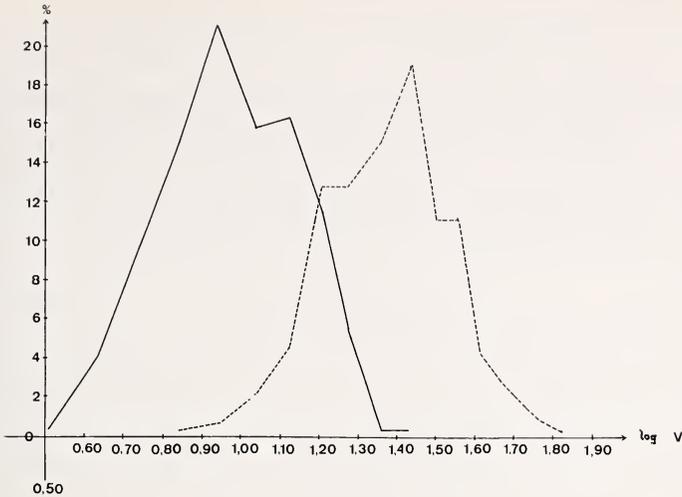


Abb. 3. Karyometrische Kurven der Spiralganglienzellen von *Hipposideros commersoni* (durchgehende Linie) und von *Pteropus rufus* (gestrichelte Linie)

die Unterbringung einer großen Zahl von Zellen auf kleinem Raum. Bei der Überprüfung der Unterschiede der Kerndurchmesser in den einzelnen Windungen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. WÜSTENFELD und MÖSSLER (1970) fanden beim Meerschweinchen in der zweiten Schneckengewinde die größten Kernvolumina der Spiralganglienzellen. Eigene Untersuchungen (FIRBAS und SINZINGER 1971) an der Ratte zeigten größere Kernvolumina in der Spitzenwindung.

Zusammenfassung

Erwartungsgemäß kann die vergleichende Untersuchung des Ganglion spirale bei der Mega- und Microchiroptera charakteristische Unterschiede aufdecken. Die Ganglienzellen sind bei den Microchiroptera klein, liegen dicht nebeneinander und sind in großer Zahl vorhanden. Genau das Gegenteil findet sich beim *Pteropus*. Hier beträgt die Innervationsdichte des Cortischen Organs nur 30—50 % der von den Microchiroptera errechneten.

Summary

The spiral ganglion of the Chiroptera

As it could be expected from acoustic efficiency characteristic differences between the spiral ganglion of Megachiroptera and Microchiroptera were observed. The spiral ganglion cells of Microchiroptera are numerous, small and densely packed. In Megachiroptera only a small number of scattered spiral ganglion cells exist and according to the body size of *Pteropus rufus* the cells are large. To obtain comparable values the number of spiral ganglion cells per mm length of the basilar membrane was calculated: it is between 1800 and 2900 in Microchiroptera and 850 in *Pteropus rufus*.

Literatur

- AJRAPETJANTZ, E. S; KONSTANTINOV, A. I. (1970): Echolocation in Nature. USSR Academy of Sciences, Nauka, Leningrad (russ., engl. Zsfg.).
 FERNÁNDEZ, C. (1951): The Innervation of the Cochlea (Guinea Pig). *Laryngoscope* 61, 1152—1172.
 FIRBAS, W. (1970a): The Number of Neurons in the Cochlea of Some Bats. *J. Mammal.* 51, 809—810.

- (1970b): The Innervation of the Bat Cochlea. *Bijdr. Dierk.* **40**, 30—32.
- (1972): Über anatomische Anpassungen des Hörorgans an die Aufnahme hoher Frequenzen. Eine vergleichend-anatomische Untersuchung an Fledermäusen. *Mshr. Ohrenheilk. Laryngo-Rhin.* **106**, 105—156.
- FIRBAS, W.; SINZINGER, H. (1971): Über das Ganglion spirale der Ratte. *Acta anat.* **79**, 36—43.
- FIRBAS, W.; WICKE, W.; VOLAVSEK, CH. (1970): Über Zahl und Anordnung der Ganglienzellen im Ganglion spirale des Meerschweinchens. *Mshr. Ohrenheilk. Laryngo-Rhin.* **104**, 241—246.
- GRINNEL, A. D. (1969): Comparative Physiology of Hearing. *Ann. Rev. Physiol.* **31**, 545—580.
- GUILD, S. R. (1932): Correlations of Histologic Observations and the Acuity of Hearing. *Acta otolaryng.* **17**, 207—249.
- HALL, J. G. (1969): The Cochlea and the Cochlear Nuclei in the Bat. *Acta otolaryng.* **67**, 490—508.
- HENSON, O. W. JR. (1970): The Ear and Audition. In WIMSATT, W. A.: *Biology of Bats*. Vol. 2, 181—263, Academic Press. New York — London.
- IURATO, S. (1967): Submicroscopic Structure of the Inner Ear. Pergamon Press Oxford, 367 pp.
- KONIGSMARK, B. W. (1970): Methods for the Counting of Neurons. In NAUTA, W. J. H.; EBBESSON, S. O. E.: *Contemporary Research Methods in Neuroanatomy*. Springer Verlag, Berlin — Heidelberg — New York, 386 pp.
- LEVI, G. (1906): Studi sulla grandezza della cellula nervosa. *Arch. Ital. Anat. Embriol.* **5**, 291—358.
- LÜTGEMEIER, F. (1962): Histologische Besonderheiten der Gehirne von Chiropteren verschiedener Körpergröße und verschiedener Orientierungsweise. *Z. Morph. Ökol. Tiere* **50**, 687—725.
- MÜLLER, R. (1957): Vergleichende Untersuchungen über die Größenverhältnisse des Ohrlabyrinths einheimischer Säugetiere. *Morph. Jb.* **98**, 498—523.
- NEUBERT, K.; WÜSTENFELD, E. (1962): Morphologie des akustischen Organs. *Handb. der Zoologie (KÜKENTHAL-KRUMBACH)* **8**, 29, 1—44
- PLATZER, W.; FIRBAS, W. (1966): Die Cochlea der Soricidae. *Anat. Anz.* **117**, 101—113.
- POLJAK, S. (1926): Untersuchungen am Oktavussystem der Säugetiere und an den mit diesem koordinierten motorischen Apparaten des Hirnstammes. *J. f. Psychol. Neurol.* **32**, 170—231.
- RETZIUS, G. (1881, 1884): *Das Gehörorgan der Wirbeltiere*. 2 Bd. Stockholm.
- SCHUKNECHT, H. F. (1960): Neuroanatomical Correlates of Auditory Sensitivity and Pitch Discrimination in the Cat. In RASMUSSEN, G. L., and WINDLE, W. F.: *Neural Mechanism of the Auditory and Vestibular Systems*, 76—90. Ch. C. Thomas, Springfield, 422 pp.
- WÜSTENFELD, E. (1957): Experimentelle Untersuchungen zum Problem der Schallanalyse im Innenohr. *Z. mikr. anat. Forsch.* **63**, 327—387.
- WÜSTENFELD, E.; MÖSSELER, H.-P. (1970): Über die Kerngröße im Ganglion spirale cochleae während der perinatalen Entwicklungsphase. *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* **132**, 282—290.

Anschrift des Verfassers: Dr. W. FIRBAS, 1. Anatomisches Institut der Universität Wien, A - 1090 Wien IX, Währingerstraße 13

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mammalian Biology \(früher Zeitschrift für Säugetierkunde\)](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Firbas Wilhelm, Sinzinger H.

Artikel/Article: [Über das Ganglion spirale der Chiroptera 321-326](#)