DISTRIBUTION OF THE SENSORY CELLS IN THE CRISTA AMPULLARIS IN HUMAN EARS.

KOZO WATANUKI, M.D., YOSHIKI SATO, M.D., JIRO HOZAWA, M.D.
AND KAZUTOMO KAWAMOTO, M.D.

Department of Otorhinolaryngology, Tohoku University School of Medicine, Sendai

(Director: K. Kawamoto, M.D.)

The aim of the present study is to investigate more precisely the distribution of the sensory cells, the over-all cytoarchitecture and sensory cell populations of the cristae. The inner ears from 35 individuals whose age ranged from newborn to 90 years old were obtained within 10 hours post-mortem. Their medical records showed no evidence of auditory or vestibular disorders or therapy with ototoxic drugs.

Using a silver staining method, surface preparations of the vestibular sense organs were studied by light-microscopy. Graphic reconstructions were made for the whole area of the crista and the macula. The sensory cells with large free surface predominantly occupied the central region of the crista and the striola of the macula. The sensory cells in the peripheral region of the crista and in the extra-striolar region of the macula showed smaller free surfaces and they varied less in size. The free surfaces of the supporting cells, however, no size differences. The sensory cells were more in number in the peripheral regions of the cristae and in the extra-striolar regions of the maculae. In the cristae, almost 6800 sensory cells were observed in a 0.9 square mm area. In the saccular macula, about 16,000 sensory cells were discovered in a 2.2 square mm area and almost 30,000 sensory cells were found in a 3.5 square mm area in the utricular macula.

79A—0545. 24010

ヒト半規管膨大部稜の感覚細胞分布

東北大学医学部耳鼻咽喉科教室（主任：河本和友教授）

綿貫幸三・佐藤良樹・朴沢二郎

河本和友

1 緒 言

前庭感覚上皮の表面構造の研究は Retzius (1884)¹⁾ を最初とする。最近では 1969年に Lindeman²⁾ がモルモット前庭感覚上皮の取出し標本を用いて、感覚細胞の分布および数の測定などを行つている。また Rosenhall³⁾, ^{4), 5)} は 1972年および1975年に、ヒトにおいてこれらの研究を行い、定量的な報告を行つている。これらの研究は Engström⁶⁾ 等によつて開発されたオスミウム酸固定と位相差顕微鏡によつてなされたものであるが、銀染色標本による光学顕微鏡観察によると、組織表面の構造をもつと明瞭な対照で観察することができる。本研究では、ヒト前庭半規管膨大部稜感覚上皮の全体表面構造を

銀染色標本により示すとともに、感覚細胞数を初めて直接算定したので報告する。

2 材料及び方法

病理剖検において得られた年令 0～90才の35例の内耳を使用した。側頭骨採取時間は死後10時間以内であった。これらの例は全て、耳疾患および耳毒性抗生物質投与の既往歴を有していなかった。側頭骨採取は Schuknecht plug⁷⁾ によつた。球形のうおよび卵形のう膜部を破り、5cc の 0.5% 硝酸銀溶液にて約1分間前庭迷路を灌流した。冷暗所にて約1時間ホルマリンで固定し、緩衝液中にて膜迷路を解体して顕微鏡光に感覚上皮を露光した。黄褐色に変色した時点で再び10%ホルマリンに投

入して24時間固定してから、感覚上皮の剝離を行った⁸⁾、感覚上皮全体を40倍で分割写真撮影の後に再構成し、面積、細胞数の測定を行った。測定標準として Eleitz-Wetzler (I/100mm) ミクロメーターを用いた。

3 結 果

ヒト内耳膜迷路を骨迷路から剝離すると図1の如くであり、他の哺乳動物のそれと基本的に異ならない。膨大部後感覚上皮は鞍状の後表面をおおい、半規管および卵形のう側は移行上皮であり、両側方は半月状丘上皮に移行している。後半規管では、感覚上皮が円味のある角のほぼ長方形をなしているが、前半規管および外側半規管では、1ないし2角が卵形のうあるいは半規管方向のやや斜めに扇状に伸展し、長方形の形はかなりくずれたものとなっている。感覚上皮表面では支持細胞が密に接続し、感覚細胞を周囲から囲み、表面全体として網状膜を形成している。感覚細胞1個は通常3～5個の支持細胞により取囲まれている。感覚上皮中心部では、自由表面の大きい感覚細胞が屢々認められた。辺縁部では、自由表面の小さいほぼ均等の感覚細胞がみられた。支持細胞の自由表面は場所により差異がみられず、形は異なるがその大きさは、辺縁部における感覚細胞表面とほとんど同じ大きさであった。Rosenhall⁴⁾が報告したとおり、感覚細胞は感覚上皮中心部より辺縁部に密に分布してい

るが、中心部は徐々に辺縁部に移行しており、構造上明確な境界はみられなかった。銀染色により感覚上皮の表面構造を明瞭に観察することができ、全体の分割撮影写真を組合わせることにより膨大部後全体を鳥瞰することができた(図2, 4)。

感覚細胞の中でI型とII型細胞の区別は、I型のフラスコ型、II型の円柱型という形態の差からモルモットを用いて簡単に行われ、それらの広範囲にわたる分布状態を観察できたが⁹⁾、本研究におけるヒトの場合には、死後変化のためにI型およびII型の鑑別はできなかつた。膨大部後感覚上皮の面積および、感覚細胞の全直接算定数を表に示した(表1)。同時に、球形のう斑および卵形のう斑の感覚上皮についても、それらの算定数を併記した。年令50才以上の例では、通常、膨大部後感覚上皮の中心部、球形のうおよび卵形のう斑感覚上皮の Striola に細胞配列のみだれが認められ、これらの部位におけるある程度の感覚細胞脱落を表わしていると考えられた。

図1 ヒト側頭骨膜迷路の全体像。左耳。5倍。

図2 ヒト半規管膨大部後感覚上皮中心部の表面像。円形の感覚細胞表面(矢印)とそれを取巻く多角形の支持細胞とが明瞭である。76才男。右外側半規管膨大部後。感覚細胞の脱落が中等度にみられる。800倍。

図4 半規管膨大部稜感覚上皮における感覚細胞分布。各黒点は感覚細胞表面を正確に写しとつてある。15才男。左前半規管膨大部稜。中心部では疎に分布し、辺縁部では密に分布している。中心部では大型のものがみられる。51倍。

4 考 按

実験動物の前庭感覚上皮表面構造の部分的スケッチは Retzius (1884)¹⁾ の書にみられ、その後、岩田¹⁰⁾も表面構造を研究しスケッチを残している。最近では Lindeman (1969)²⁾ および Rosenhall (1972)^{3), 4), 5)} が Engström⁶⁾ の取出し標本観察法を利用し、位相差顕微鏡により前庭末梢感覚器官の定量的観察を行つている。本研究では、銀染色法により表面構造をより明瞭に観察することができたので、この方法により感覚上皮の全体を示すことができた。また膨大部稜感覚上皮の中心部と辺縁部、球形のうおよび卵形のう斑の Striola と他の部分での感覚細胞の特徴あるいは、分布の差異などにつき明瞭に示すことができた。

前庭感覚上皮においては、感覚細胞にⅠ型とⅡ型があることはよく知られており、Ⅱ型はフラスコ型であり、

Ⅱ型は円柱型である。モルモットにおいては、光学顕微鏡の焦点を感覚上 $\frac{1}{8}$ 皮の上ぐらゐに合わせると、暗く小さな環として認められるフラスコ型細胞の頸部断面と、明るく大きな環として認められる円柱型細胞断面とを容易に区別することができ、Ⅰ型とⅡ型との区別はそれほど困難ではない。⁹⁾ しかし本研究においては、病理解剖で比較的早期に得られた標本においてさえ、死後変化のために、この区別ができなかつた。しかし感覚上皮表面の網状膜は保持されていて、銀染色により明瞭に表面構造を染色できたが、表面より下部の細胞体は死後変化により膨化などの変化をきたし、正常形態を失つていたと考えられた。実験動物でコハク酸脱水素酵素染色により感覚細胞のみを染色し、感覚細胞数の算定を容易に行いえたが⁸⁾、ヒト標本では困難であつた原因は、やはりこの死後変化によると思われた。

表1 ヒトにおける各末梢前庭器官感覚上皮の面積および感覚細胞数

年齢	性	側	前半規管		外側半規管		後半規管		球形のう		卵形のう	
			数	面積 (mm ²)								
42	男	右	6820		6902	0.985	6878	0.927		1.945	30624	3.421
45	男	左		1.006		1.004		0.878	16933	2.479		
67	男	右		0.942		0.918					30800	3.613
53	男	右		0.968		0.928				2.676		3.902
48	女	左			1.022		6780	0.974	14891	1.738		3.902
15	男	右	7632	0.984		0.969						
(平均)			7226	0.975	6902	0.971	6799	0.926	15912	2.209	30712	3.577

図4 ヒト外側半規管膨大部嵴感覚上皮の全体像。
48才女。左外側半規管膨大部嵴。感覚細胞および支持細胞を全城にわたり明瞭に識別できる。
102倍。

本研究においては膨大部嵴感覚上皮の全体表面像を、写真を組合わせることにより示し、その感覚細胞数を表示したが Rosenhall⁵⁾によると、前庭感覚細胞も蝸牛の場合と同様に、かなりの程度に老人性変性により消失するという。したがって表示した感覚細胞数はあくまで、その年齢における感覚細胞数とみるべきであろう。確かに本研究における観察でも、膨大部嵴感覚上皮の中心部、球形のうおよび卵形のう斑感覚上皮の Striola 部に、感覚細胞の脱落を示唆する所見として感覚上皮における細胞配列のみだれが観察され、これは年齢50才以上の場合にかなり明瞭であつた。

5 まとめ

ヒト半規管膨大部嵴感覚上皮の表面構造を、銀染色により明瞭に示すことができ、また分割撮影写真を組合わせることにより、その全体像を示した。同時にヒト半規管膨大部嵴、球形のう斑および卵形のう斑において各感覚細胞を同定することにより、各器官における全感覚細胞数を直接算定して表示した。

参考文献

- 1) Retzius, G.: Das Gehörorgan der Wirbeltiere. Samson & Wallin, Stockholm, 1884.
- 2) Lindeman, H.H.: Studies on the morphology of the sensory regions of the vestibular apparatus. *Ergebn. Anat. Entw. gesch.*, 42; 1-110, 1969.
- 3) Rosenhall, U.: Vestibular macular mapping in man. *Ann. Otol.*, 81; 339-351, 1972.
- 4) Rosenhall, U.: Mapping of the cristae ampullares in man. *Ann. Otol.*, 81; 882-889, 1972.
- 5) Rosenhall, U. & Rubin, W.: Degenerative changes in the human vestibular sensory epithelia. *Acta Otolaryng.*, 78; 67-80, 1975.
- 6) Engström, H., Ades, H.W. & Anderson, A.: Structural pattern of the organ of Corti. *Almqvist & Wiksell, Stockholm*, 1966.
- 7) Schuknecht, H.: Temporal bone removal at autopsy. *Arch. Otolaryng.*, 87; 129-137, 1968.
- 8) Watanuki, K. & Meyer Zum Gottesberge, A.: Morphologie der Sinnesepithelien des Vestibularorgans. *Tohoku J. exp. Med.*, 104; 55-13, 1971.
- 9) Watanuki, K., Stupp, H.F. & Meyer Zum Gottesberge, A.: Distribution pattern of the type I and type II sensory cells on the maculae sacculi and utriculi in the guinea pig. *Pract. Otorhinolaryng.*, 33; 504-311, 1971.
- 10) Iwata, N.: Über das labyrinth der Fledermaus mit besonderer Berücksichtigung des statischen Apparatus. *Aichi Exp. Med.*, 2; 42-171, 1924.
- 11) Wersäll, J.: Studies on the structure and innervation of the sensory epithelium of the cristae ampullares in the guinea pig. *Acta Otolaryng., Suppl.* 126; 1-85, 1956.

(原稿受付 昭和50. 9. 23日)