

マイスナー小体の発生過程についての考察

○PHAM QUANG TRUNG, 星 貴之, 田中 由浩, 佐野 明人 (名古屋工業大学)

Consideration of Generation Process of Meissner Corpuscle

○PHAM QUANG TRUNG, Takayuki HOSHI, Yoshihiro TANAKA, and Akihito SANO (NITech)

Abstract: We purpose to produce Meissner corpuscles artificially. In order to do that, it is necessary to make a deep research about the corpuscle generation process. Using light and electron microscopical techniques, previous research revealed that the generation in Macaca mulatto begins in the third trimester, 17-24 weeks estimated gestational age, and ends before the birth. However, the change of axons and Schwann cells is still in mystery. In this article, we consider the generation process and provide hypotheses based on the knowledge of previous research.

1. はじめに

我々はマイスナー小体の人工的な再現を目指している。そのためには小体発生について知る必要がある。これまで、染色した指断面試料を顕微鏡で観察することにより、以下のようなことが分かっている。

マイスナー小体の発生は、アカゲザルの場合[1]、第三期(在胎週齢 17-24 週)の間に始まり、生まれる前に完了する。またマウスについての調査[2]では、最初に一本の神経軸索が真皮乳頭の中でらせん形状になることが報告されている。これを基本構造として、続いて数本の軸索が入り込み、マイスナー小体が完成する。

しかし、最初の軸索がらせん形状をなす過程については不明である。本稿では、らせん形状のでき方に力学的作用が働いているものと仮定し、マイスナー小体の発生過程について考察する。

2. 過去の知見

本章では、仮説を立てる基礎となる過去の知見についてまとめる。

マイスナー小体は真皮乳頭に存在する機械受容器の1つである。マイスナー小体は3部分からなる。それはコラーゲン繊維、板状(ラメラ)細胞、無髄神経軸索である[3]。無髄神経軸索には、有髄神経軸索のようなミエリン鞘(何重にも巻きついたシュワン細胞)はもたないが、周囲にシュワン細胞が付属している[4]。小体内の軸索は層状のシュワン細胞同士の間を通り、らせん形状をなしている。その周囲はコラーゲン繊維で包まれている。

マイスナー小体の発生過程の初期には真皮内の無髄神経軸索が真皮乳頭に入って、その後らせん形状になっている (Fig.1) [1]。それらの軸索に付属しているシュワン細胞が板状の細胞に変形する[5]。

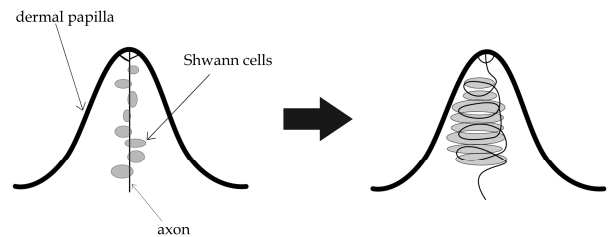


Fig.1 Transformation of first axon.

3. 提案仮説

上で述べた軸索がらせん形状になることについては詳しい知見が得られていない。我々はこれが力学的作用に基づくものと仮定し、その要因について下の三つの仮説を提案する。

- **第一仮説**：シュワン細胞の膨張により軸索が曲げられる。この過程を Fig.2.1 に示す。もともとシュワン細胞が軸索に付属しており、これが膨張することにより軸索が変形させられ、らせん形状になる可能性があると考えられる。
- **第二仮説**：シュワン細胞の付属による強度差のために軸索が折れ曲がる。この過程を Fig.2.2 に示す。まず軸索が表皮に入り込んで、一端が固定される。この軸索が後方から圧力を受けると、強度の弱い部分で折れ曲がる。軸索が全体にジグザグの形状になった後で、シュワン細胞が板状の細胞に変形する。
- **第三仮説**：軸索が座屈する。この過程を Fig.2.3 に示す。まず軸索が表皮に入り込んで、一端が固定される。この軸索が後方から圧力を受けると、軸索に沿って垂直方向の円形が複数個形成される。その円形はそれぞれシュワン細胞に挟まれる。

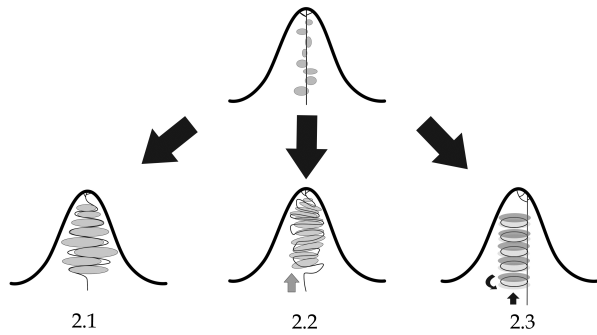


Fig.2 Hypothesis of axon transformation.

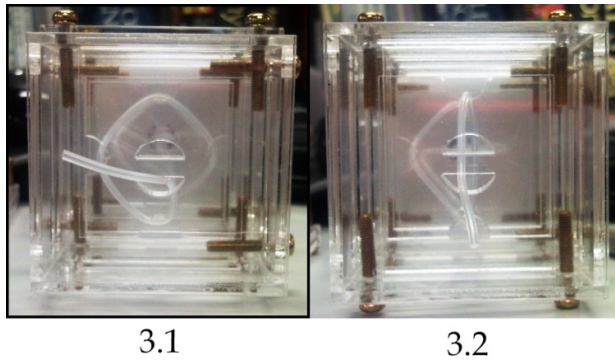


Fig.3 Experiments of hypothesis 1.

4. 考察

ここでは、上で述べたそれぞれの仮説について、考慮すべき点を挙げる。

4.1 第一仮説

軸索がらせん形状になるために、シュワン細胞の順番が重要である。Fig.3.1 はシュワン細胞を模した板を順序良く差し入れることでらせん形状を再現した模型を上から見た写真である。一方、Fig.3.2 はランダムな順番で差し入れた場合である。Fig.3.2 は、らせん形状になっていない。また側面からは、ところどころ神経が板の間を走行していない様子が見られた。

4.2 第二仮説

この仮説に影響があるのはシュワン細胞間の軸索が露出している部分の長さと考えられる。これが十分長い場合の模型を Fig.4.1 に、短すぎて軸索が曲ることができない場合を Fig.4.2 に示す。

4.3 第三仮説

この仮説では軸索の円形の直径はだんだん大きくなって、乳頭の幅で止まる。一方、完成したマイスナー小体を見ると、乳頭の幅ではなくコラーゲン繊維で囲まれたカプセルの形になっている。このカプセルがどの時期に形成されるのかについては不明である。



4.1 4.2

Fig.4 Experiment of hypothesis 2. The black capsule takes the role of dermal papilla.

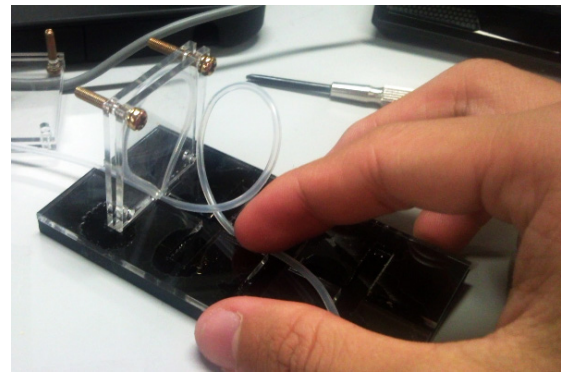


Fig.5 Experiment of second discoid generation of hypothesis 3.

また軸索のみが存在する場合、途中で支点がないので、円形はひとつしか形成されない。よって座屈によってできた円形はすぐ層状のシュワン細胞に挟まれて固定されることが必要と考えられる。この仮説の模型を Fig.5 に示す。

5. おわりに

本稿では、マイスナー小体の発生過程について 3 つ仮説を提案して、考察した。今後、生体組織の観察や数値シミュレーションから仮説の絞り込みを行う。

ここまでシュワン細胞と軸索の関係に注目してきた。しかし周囲のコラーゲン繊維の発生過程における役割は不明である。生まれた後のマイスナー小体に新しい神経が入ることも報告されており [6]、参考になる可能性がある。

参考文献

- [1] W.E. Renshan and B.L. Munger: The development of Meissner corpuscle in primate digital skin, *Developmental Brain Research*, vol. 51, pp. 35-44, 1990.
- [2] M. Albuérne, J.D. Lavallina, I. Esteban, F.J. Naves, I. Silos-Santiago, and J.A. Vega: Development of Meissner-like and Pacinian sensory corpuscle in the mouse demonstrated with specific markers for corpuscular constituents, *Anatomical Record*, pp. 235-242, 2000.
- [3] H. Takahashi-Iwanaga and H. Shimoda: The three-dimensional microanatomy of Meissner corpuscle in the monkey palmar skin, *Journal of Neurocytology*, Vol. 32, pp. 363-371, 2003.
- [4] S. Standing: *GRAY'S ANATOMY- The Anatomical Basis of Clinical Practice*, Chapter 3, pp. 53-54, 2008.
- [5] C. Ide: Histochemical study of lamellar cell development of Meissner corpuscle, *Japanese Archives of Histology*, Vol. 45, No. 1, pp. 83-97, 1982.
- [6] A. Ridley: Silver staining of nerve endings in human digital glabrous skin, *Journal of Anatomy*, Vol. 104, No. 1, pp. 41-48, 1969.