家兎脊髓神経根の解剖学的検討 (第3報)

山口大学整形外科

田 口 敏 彦・河 合 伸 也
小 田 裕 胤・中 村 克 巳
木 戸 健 司・大 谷 武
山 本 学

Anatomical Comparison of the Human and Rabbits Spinal Nerve Roots — Phase 3 —

by

Toshihiko Taguchi, Shinya Kawai, Hirotsugu Oda,
Katsumi Nakamura, Kenzi Kido, Takeshi Ootani,
and Manabu Yamamoto

Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University,
School of Medicine, Yamaguchi, Japan

The purpose of this paper is to describe comparison of the human and rabbits spinal nerve roots. Rabbits have been selected in several spine studies as they are easier to obtain and keep. However, an appreciation of difference in structure is essential for the correct extrapolation of results in the human situation.

Six rabbits weighing 3.0~3.5 kg. were used. Microangiography was done, and vascularity of their spinal cord and nerve roots were examined macroscopically, histologically and radiographically.

The main results found in this study were as follows:

1) Segmental artery supplies 3 main spinal branches, i. e. radicular artery, spinal dorsal rami artery and spinal ventral rami artery. There are one anterior spinal artery and two posterior spinal arteries in spinal cord. Ventral radicular artery anastomoses to anterior spinal artery and dorsal radicular artery anastomoses to posterior spinal artery. These are essentially same in the human and rabbits.

2) The difference is the number of artery in spinal nerve roots. Rabbits have few arteries in their nerve roots. This suggests that nutrition of spinal nerve roots in rabbits depends on cerebrospinal fluid more than blood supply compared with the human.

は じ め に

脊髓神経根の解剖の総説は、従来きわめて少なく、Gamble¹⁾のほかには、いずれも部分的な簡単な記載にすぎない。家兎を用いて脊髓神経根に対する病態を実験するにあたり、家兎およびヒトの脊髓神経根を比較検討し、その類似点と相違点を明確にすることは、非常に有用なことと思われる。これまでに光学顕微鏡、

電子顕微鏡を用いて、脊髓神経根における結合織性被膜について比較検討し、家兎もヒトも脊髓神経根をつんでいる環境にさほど差がないことを報告した。今回は脊髓神経根の血管系について検討したので報告する。

材料および方法

3~3.5 kg の成熟家兎 6 羽を用いた。2 羽は無処置の

図1 第5腰神経根と腰動脈

図2 RA：根動脈，ASA：前脊髄動脈，PSA 後脊髄動脈
RSD：脊髄背側枝動脈，RSV：脊髄腹側枝動脈

ままで、4羽は微小血管造影後に脊椎および脊髄、脊髄神経根を en bloc に取り出し、肉眼的、顕微鏡的(光学、走査電顕)、およびX線学的に血管系について検討した。微小血管造影は、ネンブタール静脈麻酔下に開腹し、腹部大動脈と下大静脈を露出し、両血管にチューブを挿入固定した。腹部大動脈より瀉血しつつ、下大静脈よりヘパリン加生理食塩水 2,500 ml を注入した

後、インディアインク、ゼラチン、造影剤を 200 ml 注入した。チューブを閉じ、4°C の冷気下で約 1 時間冷却し脊椎を含めて、脊髄、脊髄神経根を en bloc に取り出し観察に供した。

結 果

脊髄神経根と segmental artery との関係については

図3

(図1), 脊髓神経根に伴走するように分布する。図1 Aでは家兎の第5腰神経根と、それに伴走する腰動脈を示すが、腰動脈は、脊髓神経節のやや末梢側で、軟部組織中に潜りこんでいくのが認められる。この部の組織像では、図1 Bで示すように、腰動脈は、脊髓神経根の epineurium の外側を走った後、脊髓神経節のやや末梢側で epineurium からクモ膜下腔に入って根動脈となっていく様子が認められる。次に根動脈と脊髓動脈との関係については(図2, A, B), 前根動脈は図2 Aに示すごとく、脊髓前面を横走した後、前脊髓動脈と交通する。各髄節で左右の前根動脈は必ず前脊髓動脈と交通するが、その動脈径の左右差が非常に大きく、図2 Aの矢印で示すようにどちらか一方が優位になっていることが特徴的である。後根動脈は、図2 Bに示すごとくで、脊髓後面をわずかに横走した後脊髓動脈と交通する。脊髓前面に1本の前脊髓動脈、脊髓後面に左右1対の後脊髓動脈があり、ヒトの脊髓動脈とその分布形態は似ているが、前根動脈と前脊髓動脈との交通枝が、各髄節で左右差が大きいことが異っている。また根動脈以外の segmental artery からの脊髓枝、すなわち segmental artery から分枝し、椎間孔に入って脊髓神経根に沿って走る動脈については、図2 Bで示すごとく脊髓腹側枝動脈、脊髓背側枝動脈が存在する。脊髓腹側枝動脈は、脊柱管の前壁すなわち椎体後壁や椎間板後面に分枝し、脊髓背側枝動脈は、脊柱管の後壁、すなわち椎弓の内面に分枝し、ヒトに

おける segmental artery からの脊髓枝動脈の形態と類似している。神経根動脈を、微小血管造影後のX線写真で検討すると、図3 Bに示すごとく神経根の長軸方向に走行する動脈は少なく、明らかにはっきり認められるのは、前根動脈と後根動脈の各1本ずつである。脊髓神経根内の動脈分布を観察するため、微小血管造影後に、脊髓神経根の連続切片を作成した。血管がもっとも豊富と考えられる脊髓神経節においても、すべての動脈は、その内腔にインディアインクを満たしているがその数は少ない(図3)。

次に静脈系の検討であるが、今回の方法では静脈系まで血管造影ができないため、脊髓神経根の静脈系とクモ膜下腔との関係について検討した。クモ膜下腔にインディアインクを注入し、12時間後に屠殺し、腰神経根部の連続切片を作成した。脊髓神経節よりやや中枢側から subarachnoid angle にかけてのクモ膜下腔には、インディアインクの集積が認められ、subarachnoid angle 近傍の静脈内にもインディアインクが認められる。さらに脊髓神経節の毛細血管内にも多数のインディアインクが充満しており、脳脊髄液が静脈に環流されていることが示唆された。

考察およびまとめ

家兎脊髓神経根の血管系について検討した。segmental artery から分枝し、椎間孔を通り神経根に沿って走行する脊髓枝動脈は、脊髓背側枝動脈、根動脈、脊髓

腹側枝動脈の3本であり、ヒトにおける脊髄枝動脈の分布形態と類似していた。神経根動脈のうち、前根動脈は、前脊髄動脈と吻合するが、その血管径は、各髄節で左右差が非常に大きく、どちらか一方が優位に大きくなっておりヒトのそれとはやや異っており、前根動脈は、前根への栄養もさることながら脊髄への栄養の関与が大きいことが示唆された。神経根内での動脈分布では、微小血管造影では、小血管はほとんど描出されず、組織学的にもండిアインクが集積している動脈の数は、ヒト脊髄神経根と比較しても少なかった。これは口径の小さな動脈には、一様に造影剤を注入することが困難であることが予想されるが、いっぽうでは、脊髄神経根の栄養は、血行および脳脊髄液から受けているが、家兎の場合、ヒトと比較して、血行よりも脳脊髄液に依存する程度が強いことが示唆される。また第1報で報告したごとく、クモ膜下腔内で脊髄神経根を包む root sheath は、ヒトと本質的な差は認められないが、層の厚さがうすいために、脳脊髄液からの栄養も吸収されやすいと考えられる。

参 考 文 献

- 1) Gamble, H. J.: Spine and cranial nerve roots. In the Peripheral Nerve, ed by Landon, D. N., John Wiley and Sons, New York: 330-354, 1976.
- 2) 田口敏彦・他：家兎脊髄神経根の解剖学的検討（第1報）、整形外科と災害外科、（投稿中）。
- 3) 田口敏彦・他：家兎脊髄神経根の解剖学的検討（第2報）、整形外科と災害外科、（投稿中）。

質 問 産業医科大学 伊地知正光

① 先生の研究から臨床に結びつく示唆がありましたらおきかせ下さい。

② 家兎の場合、CSFがブロックするような場合は、血行不全以上に症状を呈しやすいということでしょうか。

解 答 山口大学 田口 敏彦

家兎脊髄神経根の血管系は、ヒト脊髄神経根に比して乏しく、その栄養はヒトに比較してCSFに依存する割合が大きいことが示唆される。

したがって、CSFの神経根に対する栄養、代謝を考える際の実験モデルとしては適切であると考えている。