

腎の神経分布に関する形態学的研究

(その2) 胎児腎について

金沢大学大学院医学研究科内科学第一講座(主任 武内重五郎教授)

水 村 泰 治

(昭和40年1月18日受付)

本論文の要旨は昭和39年10月3日第7回日本腎臓学会総会において発表した。

胎児腎の神経分布に関する研究はきわめて少なく、胎生期のいつごろから腎に神経が入り、成長するにしたがつてそれがどのように発達してゆくかについては不明の点が多い。

著者は前報において成熟腎の神経分布について報告したが、今回は胎児腎の神経分布について観察したので、その成績を報告したいと思う。

材料および方法

材料： 頂腎長 1.4, 2.8, 5.0 cm, 4カ月, 5カ月, 7カ月のヒト胎児の後腎 (metanephron) および頂腎長 3.2, 7.8, 12, 18 cm のイヌ胎児の後腎および生後2日のイヌ腎を用いた。

方法： 12 μ のパラフィン連続切片とし、Romanes法¹⁾で神経染色を行なった。具体的手技は前報と同様である。

成 績

I. ヒト胎児の後腎について

1. 1.4cm および 2.8cm の胎児について

これらの胎児においては、微細な神経叢が腎動脈に沿って腎門部付近にまで達するが、腎内にはまだ神経線維を観察することはできなかつた。

2. 5.0cm の胎児について

この段階の腎においてはすでに微細な神経叢が腎動脈に沿って腎内に入っているのがみとめられた (写真1)。

これらの神経線維は鍍銀性が弱く、葉間動脈や弓状動脈の周囲に、網状の神経叢をつくって分布し (写真2)、さらにこれらの動脈周囲の糸球体の近くにも網状の神経叢を構成する (写真3)。しかし糸球体の血

管極近くまで達する神経線維は確認できず、また皮質内に深く侵入している神経線維も、みとめられなかつた。

髄質には2, 3の集合管を除きまだ尿細管や血管の形成はみとめられず、神経線維も証明しえなかつた。

3. 4カ月の胎児について

この時期の胎児では、腎内の動脈の分布も密となり、皮質には小葉間動脈が多数入り込んでいる。これらの動脈に沿って神経線維は豊富にみられ (写真4)、その線維もやや太くなり、鍍銀性も強くなっている。弓状動脈周囲の神経線維の一部には成熟腎にみられるような太く、鍍銀性の強い線維もみとめられた。皮質結合部 (cortico-medullary junction) では神経線維は糸球体の血管極近くまで達し、そこからさらに Bowman 嚢に沿ってのびている神経線維もみとめられた (写真5)。また旁髄部の糸球体でもその輸入血管に沿って糸球体近くに達している神経線維が認められた (写真6)。皮質外層では糸球体の新生が行なわれつつある所見がみられたが、神経線維を見出すことはできなかつた。

4. 5カ月の胎児について

この段階における神経分布は4カ月の胎児腎の神経分布と類似している。すなわち、弓状動脈周囲や皮髄結合部ではかなり鍍銀性の強い神経線維が豊富にみられ、さらに小葉間動脈に沿って皮質内に入っている。旁髄部では輸入血管に沿って糸球体の血管極近くまで達する神経線維もみとめられた。皮質外層では4カ月の胎児腎と同様、糸球体や血管の発達が未熟なため神経線維はみとめられなかつた。

しかし皮髄結合部の神経叢から分岐した神経線維が髄質に侵入するのが観察された (写真7)。

A Morphologic Study of the Innervation of the Kidney. (II) On the Fetal Kidney. Yasuji Mizumura, Department of Internal Medicine (I) (Director: Prof. J. Takeuchi), School of Medicine, Kanazawa University.

5. 7カ月の胎児について

7カ月の胎児腎は5カ月の胎児腎にくらべるとはるかに大きく、腎内の血管系の分布も密となり、葉間動脈・弓状動脈・小葉間動脈・輸入血管なども非常に多くなっている。しかし完全に発育した糸球体は少なく、皮髄結合部や旁髄部の一部の糸球体を除いては、その発達はまだ未熟である。とくに皮質外層部では4カ月や5カ月の胎児腎とかわりなく、糸球体の新生が盛んである。

神経線維は葉間動脈・弓状動脈(写真8)・小葉間動脈(写真9)の周囲にかなり発達した神経束を形成している。さらに小葉間動脈周囲の神経束から少数の神経線維がでて輸入血管に沿ってすすみ(写真11)、糸球体の血管極近くに達し、一部では輸出血管に達している線維もみられた(写真10)。また糸球体血管極近くの神経線維からさらに微細な神経糸が分岐して付近の尿管壁に分布している(写真10)。しかし皮質の外層部では前述のごとく血管や糸球体の発生がごく初期の段階であり、神経線維をみとめることはできなかった。

一方、皮髄結合部では豊富な神経分布がみとめられる。この部分の静脈洞は非常に発達しており、その枝は髄質内に深く侵入している。この静脈洞の周囲に太い神経線維がみとめられ、これから分岐した線維は静脈の分枝に沿って髄質内に深く侵入しているのがみられた(写真12)。

II. イヌ胎児および新生児の腎について

1. 3.2cm の胎児について

神経線維は腎動脈に沿って腎内に入り、さらに葉間動脈に沿って、皮質と髄質の境界あたりまでみられる(写真13)。しかし皮質内の血管形成は少なく、糸球体もすべて未分化であるので、皮質内に深く入る神経線維はみられなかった。一般に神経線維は鍍銀性が弱く、微細な神経線維が網状に集まり神経束をなしている。

2. 7.8cm の胎児について

この段階の腎になると動脈の発達もすすみ、葉間動脈・弓状動脈・小葉間動脈の区別も3.2cmの胎児にくらべるとかなり明らかとなってくる。しかし糸球体の発育はすべて未分化であり、髄質の血管形成もほとんどみられない。

神経線維は葉間動脈・弓状動脈に沿って網状の神経束をつくり、これからさらに小葉間動脈に沿って少数の神経線維が、皮質内に入るのがみとめられた(写真14)。しかし糸球体の血管極の近くまで達する線維はみとめられなかった。

3. 12cm の胎児について

神経線維は前2者にくらべ、かなり発達し鍍銀性も強く、葉間動脈・弓状動脈・小葉間動脈に沿って豊富にみとめられる(写真15)。この段階の腎では皮髄結合部の一部の糸球体はほとんど成熟しており、この部の神経線維は輸入血管に沿って糸球体の血管極近くまで達する(写真17, 18)。しかしその他の大部分の糸球体はまだ未熟であり、輸入血管も細く、糸球体の血管極近くまで達する神経線維はほとんどみとめられなかった。また皮質外層では糸球体の発生は一層未熟であり、神経線維はみとめられなかった。

髄質では血管の形成は少なく、毛細血管様の血管がところどころにみられ、それに沿って微細な神経線維がみとめられた(写真16)。

腎盂では葉間動脈から細いラセン状の動脈がでて腎盂の上皮下に達し、微細な血管となり腎盂に分布する。葉間動脈周囲の神経線維の一部はこの動脈に沿って分岐し、腎盂に分布している(写真20)。しかし一般に腎盂にはごく少数の神経線維がみとめられるにすぎない。

4. 18cm の胎児について

12cmの胎児腎とほとんど同じ所見である。すなわち、皮髄結合部の一部の糸球体を除けば、糸球体の血管極近くに達する神経線維をみとめることはできなかった。

5. 生後2日の新生児について

この段階の腎においても皮質外層では糸球体の新生が行なわれており、旁髄部では糸球体は成熟しているが外層にいくに従って未熟となる。したがって皮質の神経分布は胎児腎のそれと同じ様式である。すなわち、皮髄結合部や旁髄部では神経線維は豊富にみられるが、皮質外層ではみとめられない。

さらに弓状動脈・静脈周囲の神経叢からかなり太い神経線維がでて髄質に侵入するのが観察された(写真19)。

考 察

胎児腎の神経分布についてはいくつかの問題点があるが、まずいつ頃から腎に神経線維が現われるかが問題である。これについては、Van Campenhout³⁾はニワトリの胎児腎についてしらべ、孵卵144時間(6日)では腎動脈の起始部に多くの神経叢がみられるが、腎実質にはまだ入らないとのべている。一方、Pirner⁴⁾は5日間の孵卵ですでにニワトリの胎児腎内に神経線維がみとめられたと報告している。またde Muylder⁵⁾はヒツジとハツカネズミの胎児後腎に

ついてしらべ、ヒツジでは30から50mm(第38日目から第43日目)の間で神経は腎に達し、ハツカネズミでは9mmになる以前に神経は腎に達しているとのべている。さらにヒト胎児については、Kolmer⁶⁾は10.5mmの胎児の原腎で神経線維は輸入血管をとりまき、12mmの胎児の原腎では糸球体内に神経線維がみとめられたと報告している。一方、Wrete⁷⁾は26mmまでの胎児原腎にはまだ神経線維はみとめられないとのべている。またPaalaner⁸⁾は頂踵長8.0cmの胎児の腎盂に微細な神経線維をみとめている。著者の所見では頂腎長1.4cm(第6週目に相当⁹⁾)・2.8cm(第8週目に相当⁹⁾)のヒトの胎児後腎では神経線維は腎動脈に沿って腎門部近くまで達しているが、腎内に入る神経線維をみる事ができなかつた。しかし頂腎長5.0cm(頂踵長7.0cm, 3カ月に相当¹⁰⁾)の胎児ではすでに微細な神経叢が腎内の血管に沿ってみとめられた。すなわち、ヒトの胎児後腎には胎児が頂腎長2.8cmから5.0cmに成長する間に神経が入るものと考えられる。またイヌの後腎については3.2cmの胎児ですでに腎内の血管に沿って神経線維がみとめられるので、これ以前に神経は腎に入るものと考えられる。

現在までに、胎児腎内の神経分布の様式についてとくに記した報告はほとんど見当らない。著者の観察では胎児腎の神経分布はおもに血管や糸球体の発生に左右されると考えられる。すなわち、胎生期全般を通じ腎内の神経分布は血管や糸球体の未熟な部位では神経線維はほとんどみとめられず、とくに皮質外層では糸球体の新生が盛んに行なわれており、そのほとんどすべてがきわめて未熟なため、この部位では神経線維は全くみとめられない。一方、皮髄結合部や旁髄部の血管や糸球体は胎生期後半になると比較的発達しており、神経分布も豊富にみとめられる。この部位でも輸入血管に沿って糸球体の血管極近くに達する神経線維の数は一般に多くはないが、一部の糸球体では神経線維が血管極近くに達し、さらにBowman嚢に沿ってのびるのが観察された。また7カ月のヒト胎児の旁髄部で輸入血管から輸出血管に達している神経線維がみとめられ、同時に糸球体血管極近くの神経線維から尿管壁に分布する微細な神経糸も観察された。しかし成熟腎と同様、糸球体内に入る神経線維をみとめる事ができなかつた。

Lewis¹¹⁾はイェウサギ・モルモット・ヒツジの胎児腎には静脈系が非常に発達しており、皮髄結合部では多くの静脈洞が存在するとのべているが、ヒト胎児でも胎生期後半においてこの部位の静脈洞は発達しており、ここから細い静脈が分岐し髄質に入っている。

著者は5カ月・7カ月のヒト胎児でこの静脈に沿って髄質に侵入する神経線維をみとめている。なお12・18cmのイヌ胎児および生後2日のイヌ新生児の髄質にも神経線維がみとめられた。一般に髄質の神経分布は少ないといえる。

結 論

頂腎長1.4, 2.8, 5.0 cm, 4カ月, 5カ月, 7カ月のヒト胎児後腎および3.2, 7.8, 12, 18cmのイヌ胎児後腎および生後2日のイヌ新生児の腎の神経分布を観察した。

1) 1.4, 2.8cmのヒト胎児では腎内に神経線維はみとめられないが、5.0cmの胎児では腎内に神経線維がみとめられる。また3.2cmのイヌ胎児の腎内にも神経線維がみとめられる。それゆえにヒト胎児では2.8cmから5.0cmに成長するまでの間に、イヌ胎児では3.2cmになる以前に腎に神経線維が入るものと考えられる。

2) 胎生期全般を通じ、腎内の神経分布は血管や糸球体の発達に平行する。すなわち、皮質外層では糸球体の新生が行なわれつつあり、糸球体や血管はすべて非常に未熟であるので、神経線維はみられない。一方、皮髄結合部や旁髄部では胎生期後半には比較的多くの神経線維が存在する。

3) 胎生期後半において、皮髄結合部や旁髄部の一部で神経線維は糸球体の血管極近くに達し、ときには輸出血管にも達している。しかし糸球体内に入る神経線維をみとめる事はできなかつた。

4) 5カ月以後のヒト胎児および12cm以上のイヌ胎児の腎髄質に神経線維がみとめられた。

稿を終るに臨み、ご指導とご校閲を賜りました恩師武内重五郎教授に深甚な謝意を表します。またご教示とご助言を頂いた本学第二解剖学教室酒井恒助教授ならびに顕微鏡写真撮影にご援助頂いた本学写真部神戸竜雄氏に厚く感謝致します。

文 献

- 1) Romanes, G. J. : J. Anat., London, 84, 104 (1950).
- 2) 酒井 恒 : 解剖誌, 34, 167 (1959).
- 3) Van Campenhout, E. : Arch. biol., Paris, 42, 479 (1931).
- 4) Pirner, F. : Anat. Anz., Jena, 97, 45 (1949).
- 5) de Mylder, C. G. : The "Neurility" of the kidney, p. 12, Oxford, Blackwell, 1952.
- 6) Kolmer, W. : Anat. Anz., Jena, 65, 136 (1928).
- 7) Wrete, M. : ibid., 77, 273 (1934).
- 8) Paalaner, A. : Ann. med.

exper. biol., Fenniae, **32**, Suppl. 1 (1954).

9) Langman, J. : Medical Embryology, p. 57, Baltimore, Williams & Wilkins Co., 1964.

10) 文献 9) の p. 60 より引用.

11) Lewis, O. J. : J. Anat., London, **92**, 84 (1958).

Abstract

A study of the innervation of the kidney (metanephros) of the embryo, based on neuro-histological observations by means of Romanes' stain, has been made, the materials used being as follows: 1) 1.4, 2.8, 5.0cm (C-R length), 4, 5 and 7-month-old human embryos, 2) 3.2, 7.8, 18cm (C-R length) dog embryos and a 2-day-old dog.

The results obtained are summarized as follows:

1. The nerve fibers enter the kidney between the 2.8 and 5.0cm stage in the human embryo, and before the 3.2cm stage in the dog embryo.

2. In the 5.0cm stage of human embryo and the 3.2cm stage of the dog embryo, the nerve fibers pervade the kidney along the renal artery and form the delicate meshy plexus around the branches of the artery, but nerve fibers which invade into the cortex can rarely be observed.

3. In the 7.8cm stage of the dog embryo, the nerve fibers invade into the cortex along the interlobular arteries, but any nerve fibers which approach the vascular pole of the glomerulus cannot be observed.

4. In the 4, 5 and 7-month-old human embryos, the 12 and 18cm stage of dog embryos and a 2-day-old dog, a few nerve fibers approach the vascular pole of the glomerulus along the afferent arteriole in the juxtamedulla and cortico-medullary junction. But any nerve fibers cannot be observed in the outer part of the cortex. The development of the innervation of the embryo seems to be parallel to that of the glomerulus and vessel.

5. In the 7-month-old human embryo, there are observed a few nerve fibers which pass from the afferent to the efferent arteriole and a few very delicate nerve fibers which spread to the tubules.

6. The nerve fibers which enter into the medulla are observed in human embryos older than 5-months and in dog embryos after 12cm stage.

写 真 説 明

- 写真 1 5.0cm のヒト胎児。腎動脈に沿って腎に入る神経束 (矢印)。×100
- 写真 2 5.0cm のヒト胎児。腎内の動脈 (A) 周囲の神経叢 (矢印)。×300
- 写真 3 5.0cm のヒト胎児。弓状動脈 (A) 周囲から糸球体 (GZ) の近くに分布する網状の神経叢 (矢印)。×690
- 写真 4 4カ月のヒト胎児。小葉間動脈 (A) 上の神経線維 (矢印)。×300
- 写真 5 4カ月のヒト胎児。皮髄結合部の糸球体の輸入血管から Bowman 嚢へのびる神経線維 (矢印)。×300
- 写真 6 4カ月のヒト胎児。輸入血管に沿って糸球体血管極の近くに達する神経線維 (矢印)。

×830

- 写真 7 5カ月のヒト胎児。髓質に侵入する神経線維 (矢印)。×150
- 写真 8 7カ月のヒト胎児。弓状動脈 (A)・静脈 (V) に沿う神経束 (矢印)。×300
- 写真 9 7カ月のヒト胎児。小葉間動脈 (A) に沿う神経束 (矢印)。×300
- 写真 10 7カ月のヒト胎児。輸入血管 (A) から輸出血管へのびる微細な神経線維 (矢印 1, 2)。さらに微細な神経線維 (矢印 3) が尿細管にも達している。×690
- 写真 11 7カ月のヒト胎児。輸入血管に沿う神経線維 (矢印)。×300
- 写真 12 7カ月のヒト胎児。髓質内の神経線維 (矢印)。×300
- 写真 13 3.2cm のイヌ胎児。腎内の動脈 (A) 周囲の

- 神経線維 (矢印). ×300
- 写真14 7.8cm のイヌ胎児. 弓状動脈 (AA) や小葉間動脈 (IA) に沿う神経線維 (矢印). ×300
- 写真15 12cm のイヌ胎児. 小葉間動脈 (A) に沿う神経束 (矢印). ×300
- 写真16 12cm のイヌ胎児. 髄質内の微細な神経線維 (矢印). ×300
- 写真17 12cm のイヌ胎児. 皮髄結合部の輸入血管に沿う神経線維 (矢印). ×300
- 写真18 写真17の枠内を拡大した像. 輸入血管に沿う神経線維 (矢印). ×960
- 写真19 生後2日の新生児イヌ. 髄質内の神経線維 (矢印). ×300
- 写真20 12cm のイヌ胎児. 腎盂の血管に沿って分布する神経線維 (矢印). ×300









