

総説

# 脊髄の血行動態と臨床的意義

原田 吉雄\*

ヒトの脊髄循環に関する近代的理論体系は、Adamkiewicz (1882) により確立されたと言っても過言ではないだろう。彼は、脊髄循環は基本的には複数の血管が脊髄の異なる部分を支配すると考えていた。そして、脊髄表面を走行する前・後脊髄動脈は、大動脈から分岐した髄節動脈の吻合枝から形成された anastomosing channels であると主張した。Kadyi (1886) は、これらの動脈を tractus arteriosus anterior and posterior と命名し以降この解剖学的概念が引き継がれて来た。20世紀に入り多くの研究者による実験的ならびに臨床的研究が行なわれ脊髄循環に関する新しい知見が得られたのでその概略を紹介する。

## I. 脊髄血管系の解剖

### 1. 脊髄に至る動脈系の経路

脊髄に至るまでの動脈は、(1) 鎖骨下動脈に起源を持つ動脈：椎骨動脈、上行頸動脈、深頸動脈、肋頸動脈、(2) 大動脈に起源を持つ動脈：肋間動脈、腰動脈、(3) 内腸骨動脈に起源を持つ動脈：腸腰動脈、外側仙髄動脈、の3動脈群に大別される。鎖骨下動脈に起源を持つすべての動脈は上位頸髄（上位頸髄は脳底動脈からの血液供給を受けている）を除く全頸髄および、第2胸髄までの脊髄に分枝を送る。第3胸髄以下の胸髄には、肋間動脈から血行を受け、腰仙髄は腰動脈および、内腸骨動脈から分岐する腸腰動脈、外側仙髄動脈により血液が供給される。基幹動脈から分岐した分節動脈 (segmental artery) は椎間孔付近で anterior branch を分枝してから脊柱管内に脊椎動脈 (spinal branch) を送り最後に posterior branch が脊椎背側に向かう。脊椎動

脈は椎間孔から脊柱管内に入り、3種類の動脈に分かれ internal plexus を形成する。すなわち、椎体と椎弓を脊柱管内から栄養する脊柱管内動脈叢、脊髄硬膜を栄養する硬膜動脈叢、および前・後脊髄動脈に至る前・後の根動脈である (図1)。根動脈は脊髄神経根節に栄養枝を出した

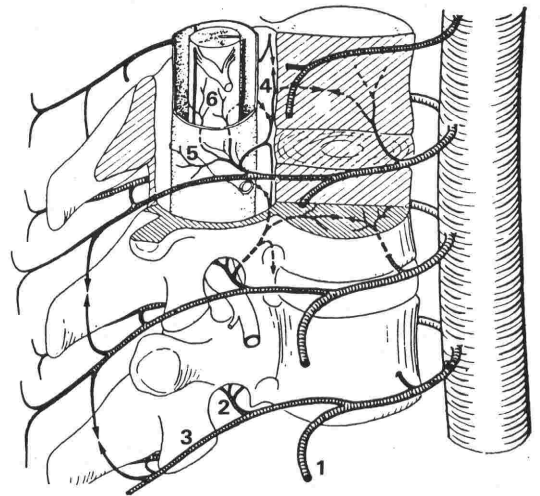


図1 脊椎・脊髄周辺の動脈

1. 肋間あるいは腰動脈、2. 脊髄枝、3. 脊椎後枝、4. 脊椎管内の動脈吻合、5. 脊髄硬膜の動脈吻合、6. 脊髄表面の動脈吻合。

(Lazorthes 1971 より引用)

あと前根と後根に沿い前根および後根動脈に分かれ脊髄表面の動脈に吻合する (図2)。一般に、太い根動脈のみが脊髄に血流を供給し、細い根動脈は軟膜動脈叢と吻合し神経根を栄養するに過ぎないといわれる。すなわち、根動脈の血管直径が髄表動脈より細い場合は、逆に血液供給を受けていると考えられる (Parke, 1981)。

血液供給の主役である太い根動脈を根脊髄動脈 (radiculomedullar artery) と呼び、成人では報

\*旭川医大整形外科

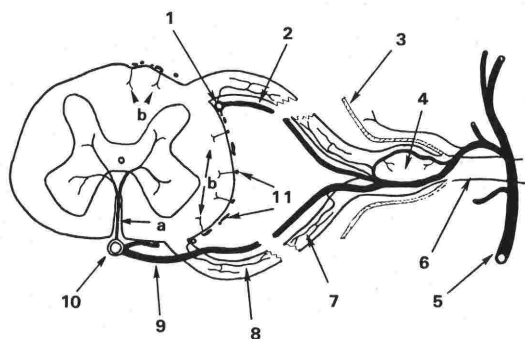


図2 脊髓横断面上における脊髓外動脈

- 1. 後脊髓動脈, 2. 背側根脊髓動脈, 3. 硬膜,
- 4. 神経節, 5. 髄節動脈, 6. 神経根, 7. 腹側遠位根動脈, 8. 腹側近位根動脈, 9. 腹側根脊髓動脈, 10. 前脊髓動脈, 11. arterial pial plexus, a. 中心動脈, b. 穿通枝,

(Parke 1981 より引用)

告者によりその数は異なり, その最小と最大本数は3~14本と随分違う。日本人における報告では宮地 (1931) が  $5.90 \pm 0.301$  本, 萬年 (1963) は  $5.79 \pm 2.56$  本, である。前根 脊髓動脈は前脊髓動脈に, 後根 脊髓動脈は後脊髓動脈を介して血液を供給する。脊髓下部に入る前根 脊髓動脈のうち特に太いものがあり, これを大前根 脊髓動脈 (Arteria radiculomedullaris magna) あるいは, Adamkiewicz artery と呼ばれる。

## 2. 脊髓表面および脊髓内の血管分布

前脊髓動脈は脳底動脈の尾側直下で左右の椎骨動脈から分岐して, 上位頸髄前面において2本が合流し1本となり前正中裂を延髄から脊髓円錐に至る。前脊髓動脈の太さは, 大前根 脊髓動脈の吻合する下部胸髄から腰髄において最も太く外径約1.5 mm であり, 頸髄部では0.8~1 mm, 胸髄部では例外なく細く外径約0.5 mm であるという (萬年, 1963)。この間, 前脊髓動脈は, 前正中裂から脊髓正中溝を通り後方に向かい中心管の手前で脊髓灰白質に入る中心動脈 (A. centralis) を分枝し 脊髓の中心部に血流を送る。中心動脈は, 1 髄節中, 平均6本, 左右交互に分岐するといわれ, 頸髄および腰仙髄膨大部では分布する数が多く, 胸髄部では少ない。中心動脈の数に関して Lazorthes (1971) は, cervicothoracic area: 頸髄および第2ないし3 胸髄間の約12 cm で約80本, midthoracic area: 第4から8 胸髄間

の約20 cm で約60本, thoracolumbar area: 第9ないし10 胸髄から腰仙髄間の約10ないし12 cm で約100本あると述べている (図3)。

後脊髓動脈も, 左右の椎骨動脈から起こるが2本は合流することなく脊髓の後外側裂を尾側に走行し 脊髓円錐に至り前脊髓動脈の末端と吻合する。

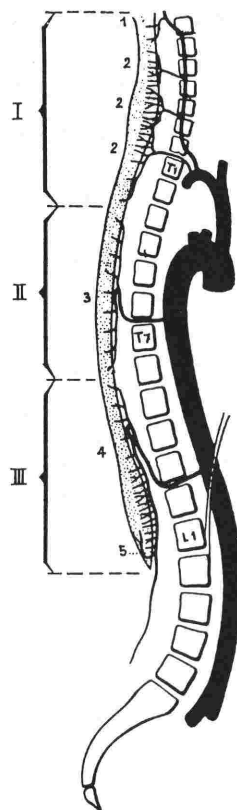


図3 脊髓長軸上の動脈領域

- I. cervicothoracic area. II. midthoracic area, III. thoracolumbar area, 2, 4の頸髄および腰髄膨大部における中心動脈の分布密度が3の胸髄部に比較して著しく大きい。

(Lazorthes, et al 1971 より引用)

前・後脊髓動脈は脊髓表面において, 多数の分枝が互いの吻合により軟膜動脈叢 (arterial pial plexus, arterial vasa colona) を形成する。この動脈叢を介し 脊髓周辺部から実質に向かって穿通枝 (A. perforans) を分枝し 脊髓辺縁部に血液を供給する (図4)。

脊髓横断面上の血管支配は, 古典的には前脊髓動脈が腹側 2/3, 後脊髓動脈が背側 1/3と考えられ

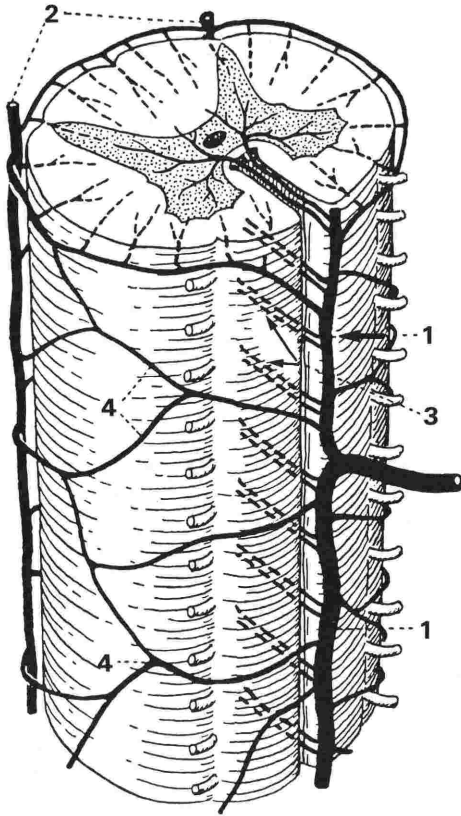


図4 脊髄表面および脊髄内動脈領域 (Lazorthes, et al 1971 より引用)

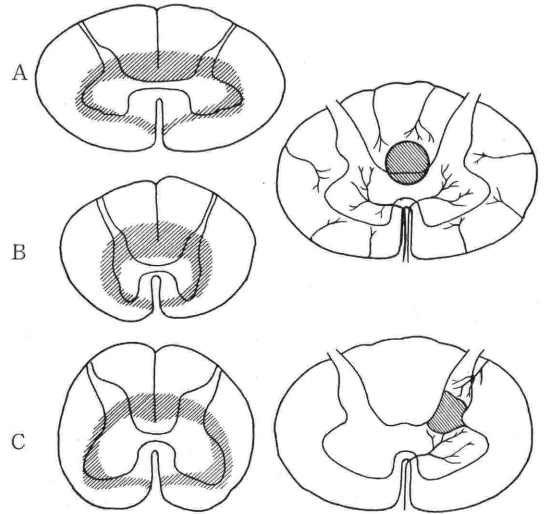


図5-1 脊髄内動脈の二重支配領域. 灰白質周辺にある黒い帯状の部分は中心動脈系(中央の白い部分)と arterial pial plexus 由来の穿通枝(辺縁の白い部分)の二重支配を受けている. A: 頸髄, B: 胸髄, C: 腰髄. (Turnbull 1971 から引用)

図5-2 虚血時の梗塞好発部位 (Zülich, 1967 から引用)

図5 脊髄横断面上で虚血の生じやすい部分: critical vascular area

ていたが、近年、中心動脈が脊髄中心部を支配し、辺縁部を軟膜動脈叢 pial plexus が支配するという考え方が広く受け入れられるようになった。

中心動脈は、後角遠位部を除く全灰白質とその周辺部の白質すなわち、脊髄中心部を支配している。一方、前・後脊髄動脈の吻合により髄表に豊富な血管網を形成する pial plexus は髄内に向かって多数の穿通枝を分枝し、白質のほとんど灰白質の前角、側角、後角部の辺縁部を支配している。中心動脈と穿通枝との吻合はないとされている。

脊髄の critical vascular area: 大動脈や鎖骨下動脈の血流遮断や、全身血圧低下などにより脊髄全体の血流低下をきたした場合や主要根動脈の血管閉塞または狭窄などの場合には、脊髄自体に虚血を生じやすい部分が長軸上および横断面上に存在する。Turnbull (1971) らは、中心動脈と穿通枝との2動脈系が灰白質と白質との境界部を輪状に二重支配していることを microangiography

で証明した。この2重支配の境界部は血流を供給する主要動脈から最も遠隔の部位と見なされ虚血性変化の受けやすい部分で watershed (分水界) ともいえる部分である。これに対し Zülich (1967) は脊髄中心部や後角基部に軟化の生じやすい部分のあることを指摘している (図5)。

脊髄の長軸上に関しては、Lazorthes (1971) が脊髄髄節により独立した血行支配を受け、その接点に分水界が存在することを指摘した。脊髄長軸上の動脈血流支配は前脊髄動脈に流入する複数の根脊髄動脈の上行枝と下行枝の連結により形成されているが、前脊髄動脈内における血流の方向は、一般に根脊髄動脈の上行枝と下行枝がその支配髄節の接点に向かって流れていると考えられている (Zülich 1954, DiChiro 1971, Lazorthes 1971)。この隣接する動脈支配領域の接点では、血流が相反する方向に向かうため虚血に弱い watershed となる。胸髄は頸、腰髄に比較し中心動脈、穿通枝共に数少なく、とくに頸胸移行部と胸

髓中央部付近は最も血流障害を受け易い部分といわれる (図6).

脊髄神経根および馬尾神経は、脊椎動脈 (spinal branch) の分枝の細い根動脈から分岐した遠位根動脈と軟膜動脈叢からの近位根動脈により栄養されている。これらの根動脈は吻合しないため watershed が支配領域の境目にあるといわれ

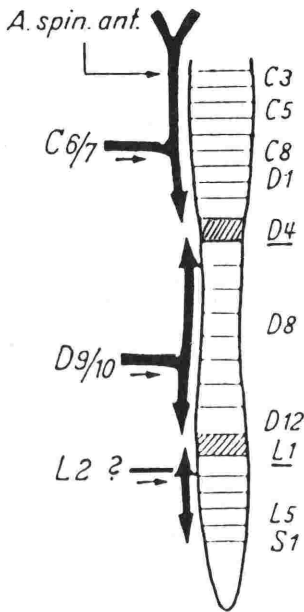
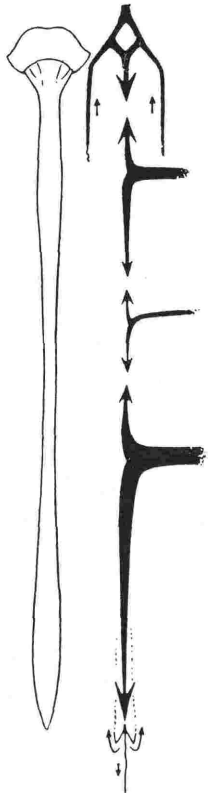


図6-1 前脊髄動脈の血流方向と脊髄レベルにおける相対的血流量を示す。(Dichiro, etal 1971より引用)

図6-2 第4胸髄、第1腰髄レベルが虚血に陥りやすい部分である。(Zülch 1954より引用)

図6 脊髄長軸上における critical vascular area.

る。成人の馬尾神経では第3腰椎椎体レベルが、この critical vascular area と考えられている (Parke 1981).

以上のように脊髄内血行路も脊椎側血行路も共に上下左右前後に吻合する円筒状の動脈叢を形成しているため、たとえ部分的血流障害が生じても豊富な副血行路を介して血液供給が行なわれるので、広範な血流障害が存在して初めて脊髄組織に障害が発生するものと考えられる。

## II. 脊髄血行障害の成因

脊髄血管障害の頻度は極めて少なく Blackwood (1958) は 3,737 の剖検例中 9 例に脊髄血管障害を見たに過ぎないと報告している。柳 (1984) は、脊髄血管障害が脳血管障害に比較して稀な疾患である理由として ①脊髄の副血行路が脳のそれと比べて供給血管が多く、吻合網もより豊富である。②脊髄の血流を一定に保つ自己調節機構 (autoregulation) が 40—50 mmHg と脳の 70 mmHg に比較して低いこと。③脊髄動脈は脳動脈に比べアテローム硬化性変化が少ないの 3 点を挙げている。

脊髄の血流障害は (a)血管閉塞または狭窄、(b)全身的循環不全、(c)両方の混在、のいずれかの結果として生じる。血管閉塞または狭窄は、①脊髄固有の血管に生じたものと、②脊髄外血管で脊髄に直接血液を供給する segmental artery や根脊髄動脈、より近位の大動脈や椎骨動脈に発生する場合に分けられ、さらに、①、②は血管自体に一次的な原因 (解離性大動脈瘤、血栓、血管炎) がある場合と、これらの血管を脊椎、脊髄腫瘍や限局性クモ膜炎など圧迫が原因で血流障害を二次的に来す場合がある。脊髄梗塞は脊髄血管障害の中の主役であり、どの動脈に生じたかにより

表 1-1 脊髄血管障害の分類

<p>I. 血管閉塞性または虚血性</p> <p>1. 脊髄梗塞 (軟化)</p> <p>a. 横断性軟化</p> <p>b. 前脊髄動脈領域の軟化</p> <p>1) 全域軟化 (前脊髄動脈症候群)</p> <p>2) 前角軟化</p> <p>3) 中心部軟化 } (中心動脈症候群)</p> <p>c. 後脊髄動脈領域の軟化 (後脊髄動脈症候群)</p>	<p>d. 後索深部の鉛筆状軟化 (静脈性)</p> <p>2. 脊髄虚血</p> <p>II. 出血性 (脊柱管内出血)</p> <p>1. 脊髄外出血</p> <p>a. 硬膜外出血</p> <p>b. 硬膜下出血</p> <p>c. クモ膜下出血</p> <p>2. 脊髄内出血</p>
---	--

表 1-2 脊 髄 梗 塞 の 原 因

<p>1. 脊髄外血管を閉塞ないし狭窄するもの</p> <p>a. 大動脈瘤、こくに解離性大動脈瘤</p> <p>b. アテローム硬化、血栓（大動脈、椎骨動脈）</p> <p>c. 外傷による大動脈、椎骨動脈、肋間動脈、腰動脈などの損傷</p> <p>d. 手術的侵襲（大動脈奇形手術や大動脈移植時の血流遮断、胸腰部交感神経切除術、radiculotomy などの際の根動脈損傷）</p> <p>e. 機械的圧迫による二次的循環障害（腫瘍、膿瘍、脊椎疾患）</p> <p>2. 脊髄表面ないし脊髄内血管を閉塞ないし狭窄するもの</p> <p>a. アテローム硬化、血栓</p> <p>b. 塞栓（大動脈から剝離したアテローム塊やコレ</p>	<p>ステロール結晶や血栓性塞栓、心臓弁膜症、細菌性心内膜炎、空気塞栓、左心房の myxoma、椎間板外傷による髄核物質）</p> <p>c. 梅毒による血管炎</p> <p>d. 結節性動脈周囲炎、SLE による血管炎</p> <p>e. 放射線（放射性マイクロバチー）</p> <p>f. 血管撮影時の造影剤による化学的刺激</p> <p>g. 機械的圧迫による二次的循環障害：</p> <p>① 腫瘍、硬膜外膿瘍、頸椎症</p> <p>② クモ膜炎、クモ膜癒着——ストレプトマイシン、ペニシリン、フェノール、麻酔剤、造影剤の髄腔内注入、結核性髄膜炎</p> <p>h. 静脈系閉塞疾患（血栓性静脈炎）</p> <p>3. 全身の血圧低下（ショック、心停止）</p>
--	---

(柳 1984 より引用)

その障害範囲が決定されるが診断は、CT や血管造影による 検索でも 梗塞部の証明は極めて難しく、臨床所見を慎重に分析し脊髄の長軸方向への拡がりや横断面上の局在を決めていくことが重要である。柳 (1984) は、これまでに報告された脊髄梗塞の原因を表 1 のように分類した。

III. 脊髄血管障害の分類と臨床

A. 脊髄外血行障害による脊髄循環障害

1) 大動脈閉塞による脊髄循環障害

大動脈のアテロームは一般的であるが、剝離したアテローム塊の梗塞により脊髄の虚血を惹起した報告は少ない。急性脊髄虚血は一般に解離性大動脈瘤と大動脈の外科的侵襲により生じ前者は、血流による中膜の解離が肋間動脈や腰動脈の起始部を圧迫することに起因し後者は、腎動脈分岐部より近位で clamping した場合のみ発生する。神経障害の臨床症状は精査をしてはじめてごく軽度の所見を認める程度であるが、前根脊髄動脈を分岐する肋間あるいは腰動脈の閉塞では脊髄に広汎な梗塞が生じパラプレジアを呈する。Thompson (1956) は、剖検にて右第 5、左第 6、7 肋間動脈の閉塞により第 5 から第 12 胸髄の脊髄梗塞を起こした 1 例を報告している。Hughes (1964 a) は大動脈外傷による壁性血腫が第 2 から第 5 肋間動脈およびその起始部を圧迫した結果、第 3 から第 7 胸髄節間の梗塞を生じた 1 例を報告した。

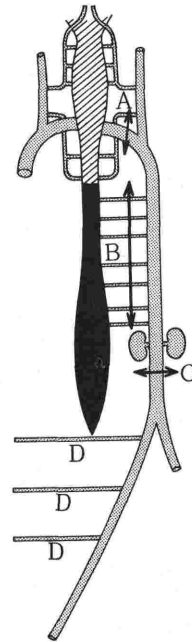


図 7 大動脈閉塞による虚血性神経合併症の種々相

A：腎動脈分岐部より中枢側における閉塞で脊髄および末梢神経の循環が阻害される。B：肋間動脈の閉塞により脊髄のみの血行障害をきたす。C：腎動脈分岐部より末梢側における閉塞で末梢神経に分布する動脈 D の血行障害をきたす。  
(Adams 1956 より引用)

Adams (1956) は、大動脈手術による神経合併症を報告例と自験例 24 例について詳細に検討した結果、大動脈が腎動脈の起始部以下で閉塞した場合には脊髄には虚血は生じないで、神経根、末

梢神経の虚血が生じ得る。脊髄麻痺は腎動脈起始部より中枢側において大動脈を clamping した際にのみ発生し、その程度は脊髄への血行パターンの個人差による。また、clamping による血行途絶時間が18分以内では全く神経合併症を来さないと述べている (図7)。

## 2) 椎骨動脈閉塞による脊髄循環障害

椎骨動脈は通常、第1から第6頸椎横突起内を上行する際、アテローム性狭窄や変形性頸椎症による骨棘、時には腫瘍による圧迫を受けることがあるが慢性で片側性圧迫の場合は脊髄の血行障害を生じない。しかし、椎骨動脈の片側あるいは両側が突然閉塞された時には脊髄障害が出現する。Hughes (1964b) は外傷性 C5/6 椎間板損傷により両側の椎骨動脈が圧迫され、剖検で下部頸髄に梗塞が認められた2例を報告している。

## 3) 肋間動脈および腰動脈閉塞による脊髄循環障害

脊髄循環障害は、これらの動脈のうち根脊髄動脈を分岐している動脈の閉塞時に生じると考えられる。そして、その原因は胸腰椎部交感神経節切除時の手術操作によるものがほとんどである。Bassett (1948), Nathan (1956), Hughes (1963) は胸腰椎部の sympathectomy を行なった結果麻酔覚醒後 T9 以下の脊髄不全麻痺を生じた1例の自験例を報告し、その原因に右第9肋骨を切除した際、右第9肋間動脈を損傷し中部から下部胸髄を支配していた根脊髄動脈の閉塞を来し脊髄虚血になったためと推定した。

## 4) 大前根脊髄動脈閉塞による血行障害

大前根脊髄動脈 (arteria radiculomedialis magna: ARMM) は主に、T9 から L2 の根脊髄動脈から分岐し前脊髄動脈を介して下部胸髄から腰、仙髄にわたる広範囲を支配しているため、この動脈の閉塞では、下部胸髄、腰仙髄に広範な梗塞が生じ、下肢の弛緩性麻痺とともに表在知覚、深部知覚が共に侵され、横断性麻痺に近くなる。前脊髄動脈支配領域の脊髄中心部障害に加えて後索障害が認められる理由として大前根脊髄動脈が後索深部まで支配していることが上げられる。閉塞部位は、通常椎間孔で発生し、その原因は進行癌の浸潤があげられる。Spiller (1925) は癌浸潤

による2例を記載し、剖検により脊髄虚血のメカニズムを示した。結核性脊椎炎でも同様に脊髄の広汎な梗塞を生じる (Hughes 1965)。

また、この動脈の血行障害で問題になるのが手術時の肋間あるいは腰動脈の結紮や外傷による急性閉塞および狭窄である。椎体に対する前方侵入手術では髄節動脈 (segmental artery) を複数本結紮し椎体に到達するが、もしその中から大前根脊髄動脈が分岐する場合脊髄に重大な血行障害が生ずる可能性があり結紮には否定的意見があった。一方、複数の肋間動脈、腰動脈を結紮してもなんら神経合併症を生じないという臨床的、実験結果 (Fried, 1969) から脊髄の血流を一定に保つ自己調節機構 autoreguration が働く正常な血流状態下で手術をする場合は、髄節動脈の結紮・離断を椎体前面正中付近で行なえば、椎間孔付近の脊柱管内外における豊富な副血行路を障害しないため前脊髄動脈の血流障害は生じないと考えられる。しかし、大動脈 clamping による急性閉塞、持続性の脊髄血流量減少や脊椎外傷による大前根脊髄動脈と前脊髄動脈との吻合部の圧迫による大前根脊髄動脈の閉塞あるいは狭窄では、重篤な神経合併症を引き起こす可能性があると言える。また、慢性の血流障害が背景にあり、そこに主要根脊髄動脈の圧迫、全身血圧の低下や椎間孔付近の手術侵襲による血管損傷および血腫形成などの悪条件が重なった場合には障害を発生する危険性がある。

## B. 脊髄表面および脊髄内血行障害による脊髄循環障害

### 1) 前脊髄動脈症候群

Spiller (1909) により臨床所見が明記され、かつ剖検により確認された症例では、前脊髄動脈の障害により C4 から T3 までの脊髄が損傷されていた。そして、これを the dicordered sphilitic acute anterior poliomyelitis と呼び、梅毒性疾患と見なした。しかし、最近の症例では必ずしも梅毒とは限らないと思われ、文献を遡って見直すと脊髄血管のアテローム、血管腫、外傷、感染、神経線維腫内への出血などが原因と考えられる (Hughes 1964)。加藤 (1967) は、本症候群として報告された内外の32剖検例を再検討したところ

前脊髄動脈の閉塞を認めたものは15例(44%)にすぎず脊髄外血管に原因があるものも少なくないことを指摘した。Spiller (1909) は、特徴ある臨床症状を脊髄の前方約2/3が障害され、後脊髄動脈支配領域である脊髄後方約1/3の後索と後角は温存されるという古典的血管支配の考えで説明した。一方、Lazorthes (1972) は、前脊髄動脈閉塞では、梗塞は多髄節性で中心動脈領域内だけに限局する脊髄中心部の障害であり、後索と後角はarterial pial plexusにより血流を受けているので温存されると説明し現在は、この説が支持されている。

臨床所見：数分間、病巣部に一致した根性疼痛か、病巣より遠位の索性疼痛があり、dysesthesiaと運動低下が生ずる。数時間で解離性知覚障害を伴った弛緩性麻痺となり膀胱直腸麻痺が発現する。spinal shock 期を過ぎると障害部以下では痙直性対麻痺となるが、障害部レベルでは下位運動ニューロン障害による弛緩性麻痺、筋力低下、筋萎縮、線維束攣縮、深部腱反射の低下・消失などが認められる。

病理学的所見：急性梗塞による軟化が腹側に認められ梗塞部と温存されている後方部分の境界は明確である。梗塞部は大体対称的であり前角と灰白連合部は常に障害される。腹側の白質は通常完全に梗塞壊死に陥るが側索は障害程度に差がある。灰白質は梗塞部において著明な虚血障害を認める。陳旧性梗塞では、脊髄の障害部は神経線維と細胞成分の消失により著明な萎縮に陥る(Hughes 1978)。

## 2) 中心動脈症候群

これは、中心動脈単独の閉塞として発生する場合と根脊髄動脈や前脊髄動脈閉塞時の随伴症状の主症状として発生する場合の二通りがある。臨床症状として、障害レベルに一致した下位運動ニューロン障害による弛緩性麻痺、筋力低下、筋萎縮、線維束攣縮、深部腱反射の低下・消失などを主徴とする症候群を指す。表在知覚、錐体路症状は、あってもごく軽度である。

## 3) 後脊髄動脈症候群

後脊髄動脈領域の梗塞により生じる症候群であり、主として後索の障害症状を示す症候群であ

り、その豊富な副血行路のため報告例は、前脊髄動脈症候群に比較して極めて少ない。今までの報告では、後索に限局するものもあるが(Hughes 1970, Antoni 1941) 障害範囲が側索錐体路や時には、中心灰白質、前角まで及んでいる報告までである。この症候群の臨床症状は疼痛と dysesthesia を伴って発症し、数日後には下肢の paresis または、paralysis が急速に進行しつつ障害レベルまで上昇する。膀胱直腸障害は通常完全麻痺である。経過とともに症状は改善する場合もある。もし病巣が後角だけに限局すれば閉塞レベル以下の深部知覚のみが障害され温・痛覚は温存されるはずであるが、前述のごとく障害範囲が広くなれば他疾患と鑑別がつかなくなる場合もある。Hughes (1970) は自験1例と報告された9例を検討した。末期癌の激痛に対する脊髄へのフェノールブロックによる病理組織学所見は、T5, T6 脊髄レベルの後索がくさび状の梗塞を示し後脊髄動脈の一本には血栓を認めた。後脊髄動脈閉塞の原因は殆ど確認されていないが、アテロームによる閉塞、激痛に対する脊髄へのフェノールブロック、梅毒などが報告されている。

## C. 脊髄静脈系の概略

脊髄表面および髄内の静脈は概ね動脈系に対応しているが、異なる点は静脈の本数が多く椎間孔付近の静脈が太いことと後脊髄動脈に対応して脊髄後面正中部を縦走する一本の後脊髄静脈の存在である。そして、後脊髄静脈は中心管背側の灰白質内から後正中裂を背側に向う後中心静脈と吻合し、前脊髄動脈は中心管腹側から前脊髄静脈と吻合する。さらに、前・後の中心静脈と脊髄表面の穿通枝間における脊髄内吻合があり動脈系より吻合網は豊富なため静脈梗塞が広範囲かつ高度に発生しない限り脊髄障害は起こらないと考えられている(図8)。

脊髄静脈梗塞は、臨床的、病理組織学的にも動脈性梗塞と静脈性梗塞との区別は困難であるが急性静脈梗塞、脊髄損傷急性期(吉沢 1984, 新宮 1983)などに病理組織学上、脊髄後索深部に認められる鉛筆状軟化巣は静脈循環障害によると考えられている(Woodart 1956, Gillian 1970)。さらに、Gillian (1970) は、これまでの報告を検討し

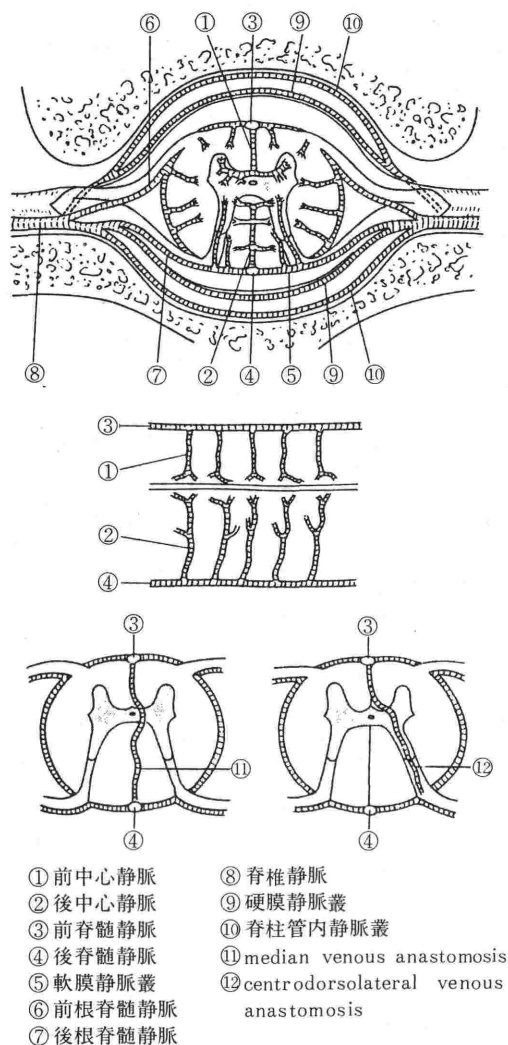


図8 脊髄内・外静脈の吻合状態  
(吉沢 1983 より引用)

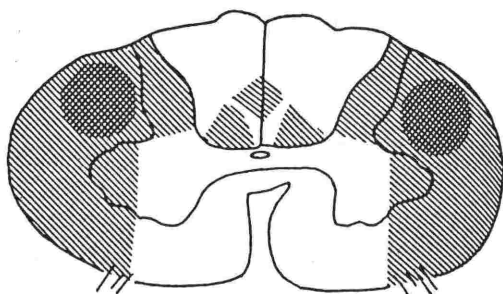


図9 脊髄静脈性梗塞の好発部位

両側の側索後方にある円形の網目部分は、静脈の一次的障害により生じ、斜線部は、二次的障害により生じた梗塞部を示す。

(Gillian, 1970 から引用)

脊髄横断面における静脈性梗塞の好発部位を示した(図9)。

### おわりに

脊髄症は整形外科領域における脊髄疾患の代表的な疾患であり、その原因を脊髄血行障害の面から考えることは非常に興味ある所であるが、脊髄圧迫障害との相対的關係から論じる必要があり本稿では省略した。脊髄循環障害の原因が一次的あるいは二次的にしる未だ不明の点が多い。とくに、著者は整形外科医であり脊髄血管障害の臨床例に遭遇する機会のごく限られているので症例は主に文献的考察によった。

### 文 献

- 1) Adamkiewicz, A. Die Blutgefäesse des menschlichen Rueckenmarkes. II Teil. Die Gefäesse der Rueckenmarks oberflaeche. S.-B. Akad. Wiss Wien, Kl. Abt. III, 85, 101-130.
- 2) Adams, H. D., van Gertruyden, H. H.: Neurologic Complications of aortic Surgery. Ann. Surg., 144: 574-610, 1956.
- 3) Antoni, N.: Två fall av ramollito medullae spinalis med sektion. Svenska Läk.-Tidn., 38: 1914, 1941.
- 4) Basett, R. C.; Present status of sympathectomy in treatment of hypertension. Med. Clin. N. Amer., 32: 187, 1948.
- 5) Di Chiro, G., Fried, L. C.: Blood flow currents in spinal cord arteries. Neurology 21: 1088-1096, 1971.
- 6) Dommissie, G. F.: The blood supply of the spinal cord. J. Bone and Joint Surg. 56-B: 225-235, 1974.
- 7) Fried, L. C., Di Chiro, G., Doppman, J. L.: Ligation of major thoraco-lumbar spinal cord arteries in monkeys. J. Neurosurg., 31: 608-614, 1969.
- 8) Gillian, L. A.: Veins of the spinal cord. Anatomic details; suggested clinical applications. Neurology (Minneapolis), 20: 860-868, 1970.
- 9) Hughes, J. T., Macintyre, A. G.: Spinal cord infarction occurring during thoraco-lumbar sympathectomy. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 26: 418-420, 1963.
- 10) Hughes, J. T., Brownell, B.: Cervical spondylosis complicated by anterior spinal artery thrombosis. Neurology 14: 1074-1077, 1964.
- 11) Hughes, J. T.: Spinal-cord infarction due to aortic trauma. Brit. med. J. 2: 356, 1964 a.
- 12) Hughes, J. T.: Vertebral artery insufficiency in acute cervical spine trauma. Int. J. Paraplegia, 2: 207-213, 1964 b.



- 13) Hughes, J. T. The pathology of vascular disorders of the spinal cord. *Paraplegia* 2: 207-213, 1965.
- 14) Hughes, J. T. Thrombosis of the posterior spinal arteries, A complication of an intrathecal injection of phenol. *Neurology* 20: 659-664, 1970.
- 15) Hughes J. T.: Pathology of the spinal cord. Lloyd-Luke (Medical books) Ltd, London, 1978.
- 16) 加藤 洋: 脊髄障害血管の臨床. *臨床神経*, 7: 396-409, 1967.
- 17) Kadyi, H., Ueber die Blutgefäesse des menschlichen Rueckenmarkes. *Anat. Anz.*, 1: 304-314, 1886.
- 18) Keschner, M & Davidson, C.: Myelitis and myelopathic lesions. III Arteriosclerotic and arteritic myelopathy, *Arch. Neurol. Psychiat.*, 29: 702, 1933.
- 19) Lazorthes, G., Gouaze, A., Zadeh, J. O.: Arterial vascularization of the spinal cord. *J. Neurosurg.* 35: 253-262, 1971.
- 20) Lazorthes, G.: Pathology, classification and clinical aspects of vascular diseases of the spinal cord. *Handbook of clinical neurology*. Ed. by Vinken, P. J. & Bruyn, G. W., North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1972, 12, pp. 492.
- 21) Nathan, P. N.: Reference of sensation at spinal level. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 19: 88-100, 1956.
- 22) 萬年 徹: 老年者における脊髄の血管性障害に関する研究—臨床病理学的考察—, *臨床神経学*, 3: 47-63, 1963.
- 23) 宮地利彦: 日本人脊髄の血管系に就て, 第一篇, 日本人の脊髄動脈に就て, *東京医学会誌*, 45: 1727, 1931.
- 24) Parke, W. W., Gammel, K., Rothmann, R. H.: Arterial Vascularization of the Cauda Equina. *J. Bone and Joint Surg.*, 63-A: 53-62, 1981.
- 25) Ross J, Distribution of the arteries of the spinal cord. *Brain*, 3: 80-84, 1880.
- 26) Spiller, W. G.: Thrombosis of the cervical anterior median spinal artery: syphilitic acute anterior poliomyelitis. *J. nerv. ment. Dis.*, 36: 601-613, 1909.
- 27) 新宮彦助, 木村 功, 那須吉郎ほか: 頸髄の急性損傷と慢性圧迫, 人脊髄微細血管像影について. *臨整外* 18: 909-916, 1983.
- 28) Thompson, W. G.: Dissecting aortic aneurysm with infarction of spinal cord. *Brain* 79: 111-118, 1956.
- 29) Turnbull, I. M., Brieg, A., Hassler, O. Blood supply of cervical spinal cord in man. *J. Neurosurg.* 24: 951-965, 1966.
- 30) Turnbull, I. M. Microvasculature of the human spinal cord. *J. Neurosurg.* 35: 141-147, 1971.
- 31) Woodard, J. S., Freemann, L. W.: Ischemia if the spinal cord, An experimental study. *ibid.* 13: 63-72, 1956.
- 32) 柳 務: 診断と治療—血管障害, 357-377, 脊椎・脊髄疾患・森 健躬, 白馬 明, 柳 務, 編集, 医歯薬出版, 1984.
- 33) 吉沢英造: 脊髄の血行とその異常・整形外科 34: 2021-2029, 1983.
- 34) 吉沢英造: 脊椎脊髄血行障害の基礎と臨床. 第9回日本パラプレジア医学会講演, 福岡市, 1984.
- 35) Zülch, K. J.: Die spinale Mangeldurchblutung und ihre Folgen. *Verhandl. deutsch. Gesellsch. inn. Med.*, 72. Kongr., München, Bergmann, 1967.
- 36) Zülch, K. J.: Mangeldurchblutung an der Grenzzone zweier Gefäßgebiete als ursache bisher ungeklärter Rückenmarksschädigungen. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* 172: 81-101, 1954.