

原 著

ヒト下肢のねじれに伴う骨，靱帯，筋ならびに
神経の位置関係の変化について

東京女子医科大学 医学部 解剖学教室（主任：佐々木宏教授）

*同 医学部学生

オゴシ アツコ カワシマ トモカズ ハナオカ ヨウコ イノウエユキ
 生越 敦子*・川島 友和・花岡 陽子*・井ノ上有紀*
 カバサワ ミカコ サトウ フミ ササキ ヒロシ
 樺沢未佳子*・佐藤 二美・佐々木 宏

（受付 平成 13 年 8 月 9 日）

Twisting of the Human Lower Extremity Changes the Relationship
of the Bones, Ligaments, Muscles and Nerves

Atsuko OGOSHI*, Tomokazu KAWASHIMA, Yoko HANAOKA*, Yuki INOUE*,
 Mikako KABASAWA*, Fumi SATO and Hiroshi SASAKI

Department of Anatomy (Director: Prof. Hiroshi SASAKI), *Undergraduate Student
 School of Medicine, Tokyo Women's Medical University

Difficulties arise when attempting to theoretically compare the human lower extremity with the upper extremity which has been subjected to a complex twisting force. Therefore, the detailed gross anatomical analysis was carried out using two human skeletons and three human cadavers for this study. As the result, the medial-lateral, dorso-ventral and proximo-distal (low and high) positional relationships could be observed for the whole lower extremity. In short, it was observed that a similar twist and was not only generated in the bones but also in the ligaments, muscles and innervated nerves. A general model schema based on these results is proposed, which will be useful for understanding the leg regional anatomy.

緒 言

ヒトの下肢は，四足歩行から直立二足歩行の変化に伴って，上肢と比較して，大きな変化を遂げてきた。しかし，この歩行形態の変化による下肢骨の変化は比較解剖学的に論じられることはあっても，靱帯，筋ならびにその支配神経をも含めて論じられることは少なかったように思われる（Gegenbaur C 1878¹⁾，Bolk L 1938²⁾，Goodrich ES 1958³⁾，Romer AS 1963⁴⁾，Starck D 1979⁵⁾）。その理由は，第一に骨，筋，靱帯，支配神経が個

別に記載されてきたこと，かつ骨が資料として比較・言及しやすいこと，第二にこれらを統合して局所解剖学的に説明することが容易ではないことによるものと推測される。

そこでわれわれは，ヒト解剖実習用遺体を用いて，骨，靱帯，筋ならびに神経の位置関係について詳細かつ総合的な解析を行った。本結果から，下肢の総合的な模式図を作成し，学生ならびに整形外科医の下肢の局所解剖学的理解の一助とした。

対象および方法

1. 対象

東京女子医科大学医学部解剖学教室所蔵の人体全身骨格標本2体ならびに解剖学実習用遺体3体を対象とした。

2. 方法

肉眼解剖学的解析を行い、その手順は、以下の通りである。

①下腹部および臀部から足背、足底までの下肢全長にわたる皮剥を真皮下で行う。

②下肢表層の皮静脈および皮神経を剖出する。

③胸腹骨盤内臓を一括して摘出する。

④後方（背側）から、臀部皮下の皮神経を捕捉したのち、神経に注意を払いつつ大殿筋を筋腹中央で切断し、それに分布する血管・神経を剖出する。

⑤大殿筋を貫通する皮神経ならびに深部からこの筋を回り込み、表面に分布する皮神経を温存しながら、中殿筋・小殿筋は起始、停止で切離し、梨状筋上孔、梨状筋下孔、小坐骨孔ならびに坐骨直腸隙後方の構造物を剖出する。

⑥第10～11胸椎間で体幹を切断し、骨盤に下肢をつけたまま左右に切半し、腰仙骨神経叢を腹側・背側の両側から、アプローチを行い、背腹、頭尾、内外方向に注意をしながら、先に剖出した構造と連続させ、各枝を中枢側に追求する。

⑦筋膜を適宜取り除きながら、下肢筋の剖出を行った後にそれを起始停止で切離し、その支配神経、血管系も剖出する。

各所見は、位置関係が損なわれないように剖出の都度スケッチならびに写真撮影をし、全体の記録とした。

結 果

1. 下肢骨

ヒトの股関節は動物のそれと比べて、90°内旋・内転した状態になっていた（図1A, B）。

大腿後面（背側面）には、大腿内転筋群の大部分、内・外側広筋、大腿二頭筋短頭がおこる粗線が認められた（図2）。粗線は外側唇と内側唇に区別され、外側唇から大腿二頭筋短頭が起始し、内側唇には大腿前面（腹側面）からの大腿内転筋群

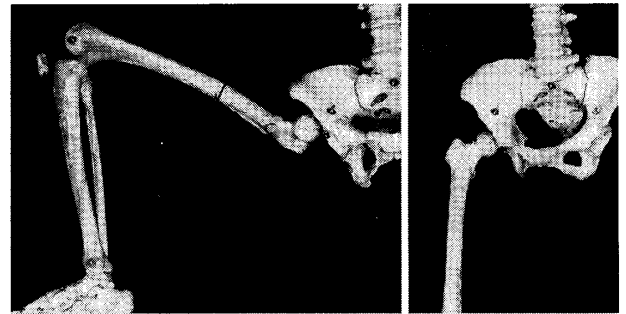


図1 下肢骨のねじれ

(A) 一般四足歩行動物のような原形的位置, (B) ヒトの下肢。

これより、ヒトの下肢骨は約90°内旋、内転させたものであることがわかる。

が停止する。外側唇は外側上方の大転子からの殿筋粗面に続いて始まり、大腿骨体を斜め下方に下行し、大腿骨端の外側上顆に終わっていた。内側唇は小転子の下方に始まり、内側上顆に終わっていた。大腿骨よりも遠位にある下腿骨では遠位に行くほどねじれが不明瞭になるが、脛骨では前面（腹側面）に脛骨粗面外側からなだらかにS字状に曲がり、下方の内果に向かう前縁が認められた（図2A）。

2. 靱帯

靱帯は関節を補強する構造物であるため、2つないし3つくらいの骨にまたがり起始・停止する。股関節の靱帯には腸骨大腿靱帯、恥骨大腿靱帯、坐骨大腿靱帯および関節包があり、あきらかに内旋を示す線維束が観察された（図3）。しかし、膝関節や足関節にある靱帯には内旋を示す線維束は認められなかった。

3. 筋とその支配神経

下肢全長にわたり詳細に観察した2例についての所見を以下に記載する。

1) 腰仙骨神経叢の解析

(1) 第1例目（図4）

①腰神経叢

腰神経叢は第1～4腰神経（以下、腰神経をLと略す）までの前枝によって構成されていた。椎間孔からでた近位部分は大腰筋によって被われ、腰方形筋、腸腰筋に筋枝を送っていた。

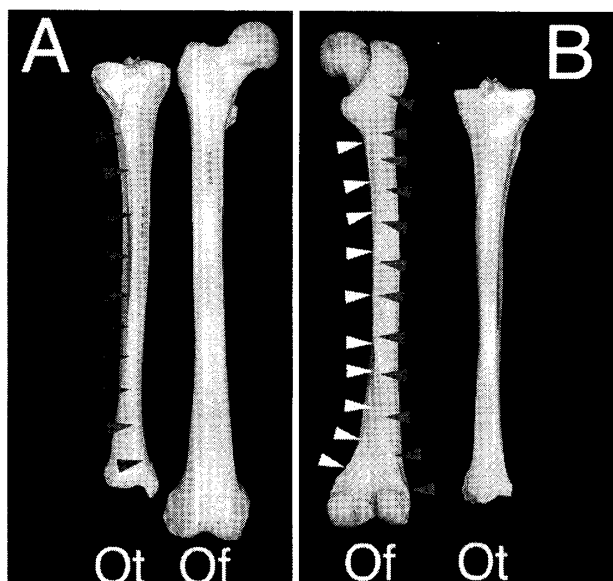


図2 右下肢の大腿骨と脛骨

(A) は前面（腹側）からみたところ，(B) は後面（背側）からみたところ．大腿骨では後面に粗線が観察される．白い矢印が内側唇，黒い矢印が外側唇である．脛骨では前面に黒い矢印で示した前縁が観察される．Of：大腿骨，Ot：脛骨．

腸骨下腹神経（IH）：L1の頭側方から起こり，肋下神経と同様に側腹筋の2～3層を走行し，側腹部で外側皮枝を分枝するが，途中で外腹斜筋と内腹斜筋の間の1～2層に出て，前腹部で腹直筋ならびに腹直筋鞘を貫き，下腹部ならびに恥丘部に分布する前皮枝を出していた．

腸骨鼠径神経（II）：L1の尾側方から起始していた．腸骨上縁に沿って走行するため，側腹部では外側皮枝を出さず，途中から鼠径管内に入り，陰囊前端部に分布していた．

陰部大腿神経（GF）：L2の大部分から起始し，大腰筋を貫通し，精索に伴って陰囊前端部に分布する陰部枝と鼠径靱帯の下をくぐり，大腿前面に分布する大腿枝に分かれていた．

外側大腿皮神経（Cfl）：L2～3から起始し，上前腸骨棘付近の鼠径靱帯を貫通し，大腿外側部に分布していた．

閉鎖神経（O）：L2,3,4の前枝最腹側層の神経

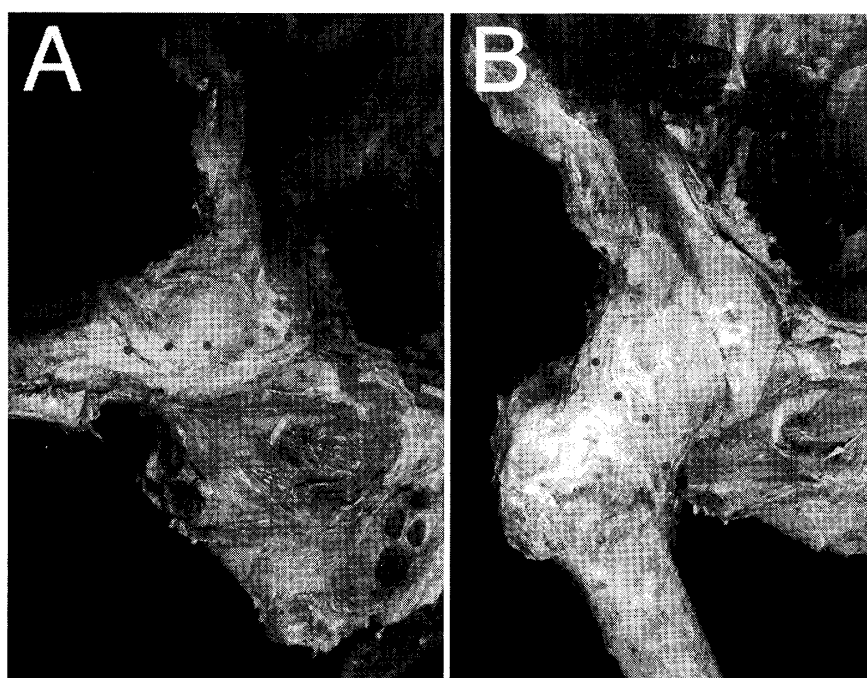


図3 股関節の靱帯を前面（腹側）からみた剖出写真

(A) 一般四足歩行動物のような原形的位置，(B) ヒトの下肢．黒い点線は靱帯の線維の方向を示している．(A)の状態では靱帯がほぼ直線的であるのに対し，(B)の状態では明らかにねじれを示している．

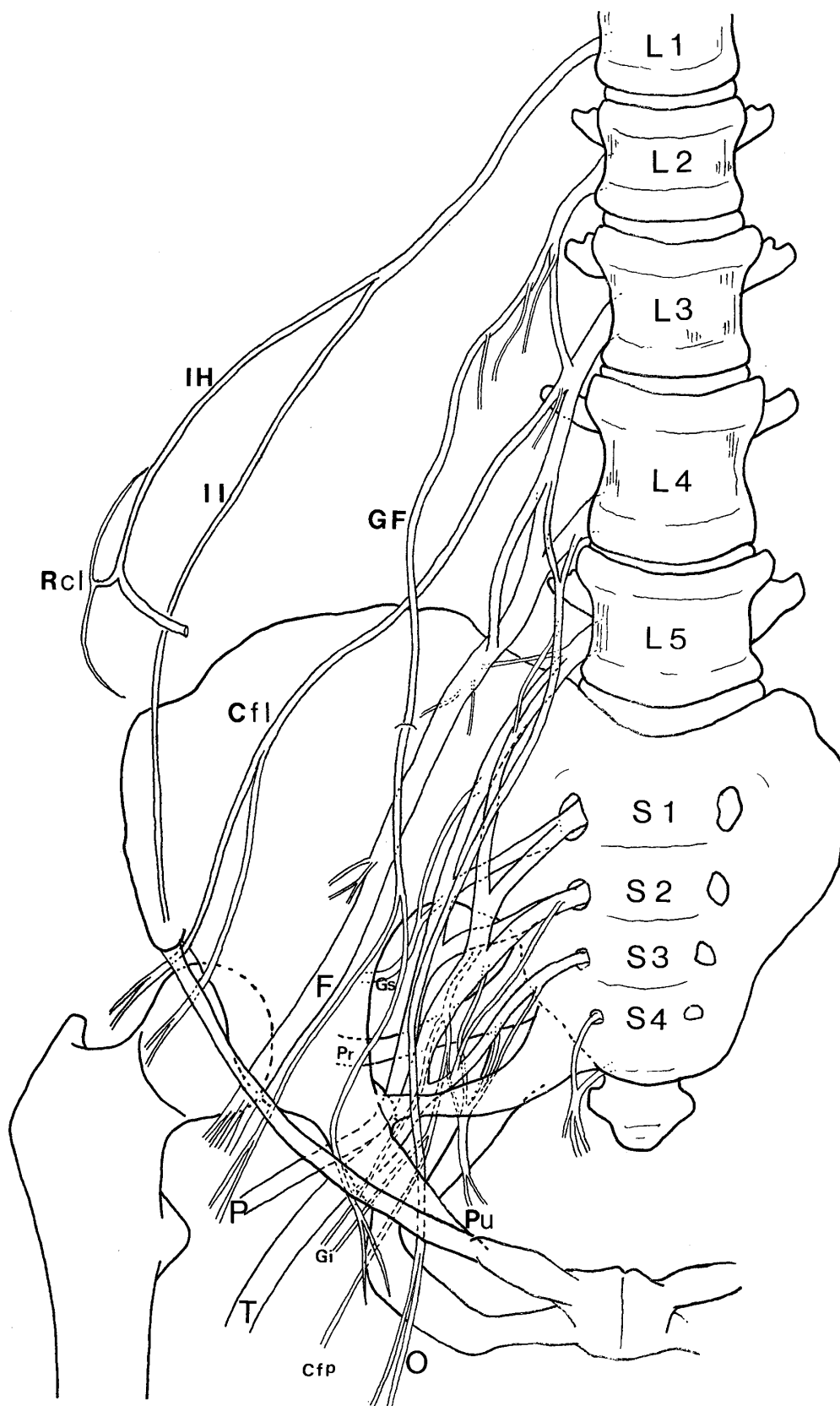


図4 腰仙骨神経叢の剖出図（第1例目）

F：大腿神経，O：閉鎖神経，Cfl：外側大腿皮神経，Gs：上殿神経，Gi：下殿神経，T：脛骨神経，P：総腓骨神経，IH：腸骨下腹神経，II：腸骨鼠径神経，Rcl：外側皮枝，Pr：梨状筋，Oi：内閉鎖筋。

線維を集め、小骨盤内を走行し、閉鎖膜外側前端を貫き、閉鎖孔を通り、その後2枝に分かれる。第1枝は長内転筋、短内転筋の間を通り、他枝は短内転筋と大内転筋の間を通り、途中でこれらの筋に枝を与えながら最終的に大腿内側部に皮枝を出して終わっていた。

大腿神経(F)：L2, 3, 4の前枝から起こり、大腰筋に被われつつ外下方へ走行し、鼠径靱帯の中程をくぐる。その後、大腿動静脈の外下方で複数分岐していた。これらの神経の腹側から起こる枝は主に大腿前面に分布する皮枝になっていた。大腿動静脈に伴行しながら大腿伸筋群に筋枝を送り、そのうちの1終枝が大伏在静脈に伴行する伏在神経となって下腿内側部に分布していた。

②仙骨神経叢

仙骨神経叢は第(3, 4) 5腰神経から第3仙骨神経(以下、仙骨神経をSと略す)までの前枝によって構成されていた。なお、S2, 3前枝は陰部神経叢を形成していた。

上殿神経(Gs)：L5, S1の前枝最背側層から起始し、梨状筋上孔を通過して背側に出た後、中殿筋、小殿筋ならびに大腿筋膜張筋に筋枝を出していた。

下殿神経(Gi)：L5, S1, 2の前枝最背側層から起始し、梨状筋下孔を通過して背側に出た後、大殿筋に筋枝を出していた。

後大腿皮神経(Cfp)：L5, S1, 2の前枝最背側層から起始し、梨状筋下孔を通過して背側に出た後、大殿筋下縁でこの表面に反回して臀部皮膚に分布する下殿皮神経ならびに陰部枝を分岐する。その後、主幹はそのまま、大腿筋膜下を下行してゆく。途中で大腿後面で大腿筋膜を貫き、内側部ならびに外側部に分布する皮枝を分枝しつつ、さらに下行し、膝窩で終わっていた。

坐骨神経(脛骨神経：T、総腓骨神経：P)：坐骨神経はL(3, 4) 5からS3までの前枝によって構成されていた。骨盤内、臀部、ならびに大腿後部では神経鞘によって包まれ、1本の神経となっているが、その線維は各分節の腹側成分が合わさる脛骨神経と、各分節の背側成分が合わさる総腓骨神経に分離することができた。それらは経過中、終

始脛骨神経が内側、総腓骨神経が外側といった関係を保っていた。

(2) 第2例目(図5)

主に第1例目と異なる点について所見を記載する。特に、各神経の起始高が異なり、走行の層序に相違が見られないものが多いのでその場合は記載を起始高だけに止めた。

①腰神経叢

腰神経叢はT12からL4までの前枝によって構成されていた。

肋下神経(SC)はT12胸神経の頭側方から、腸骨下腹神経(IH)はT12の尾側方から、腸骨鼠径神経(II)はL1の頭側方から起始していた。なお、腸骨鼠径神経は2本の存在し、ともに、腸骨上縁に沿って走行するため、側腹部では外側皮枝を出さず、途中から鼠径管内に入り、陰囊前端部に分布していた。

陰部大腿神経(GF)：鼠径靱帯をくぐり、大腿前面に分布する大腿枝と鼠径管内に入り、陰囊前端部に分布する陰部枝を出すような神経は見出されなかった。L(1) 2から起始し、大腰筋を貫くような神経は観察されたがこの神経は大腿前部に分布する大腿枝のみで陰部枝は認められなかった。

外側大腿皮神経(Cfl)：L1およびL2からの2根から起始し、1本となる。

閉鎖神経(O)ならびに大腿神経(F)は、第1例目と同様である。

②仙骨神経叢

仙骨神経叢はL4からS3までの前枝によって構成されていた。

なお、S2~4前枝は陰部神経叢を形成していた。

上殿神経(Gs)はL4, 5, S1の前枝最背側層から、下殿神経(Gi)はS1, 2の前枝最背側層から、後大腿皮神経(Cfp)はS1, 2の前枝最背側層から、坐骨神経(脛骨神経：T、総腓骨神経：P)はL5からS2までの前枝によって起始していた。

2) 下肢帯の筋群とその支配神経

下肢帯の筋には、殿筋群として大殿筋、中殿筋、小殿筋および大腿筋膜張筋、回旋筋群として梨状筋、内閉鎖筋、上下双子筋および大腿方形筋、内寛骨筋群として腸骨筋、大腰筋が観察された。ま

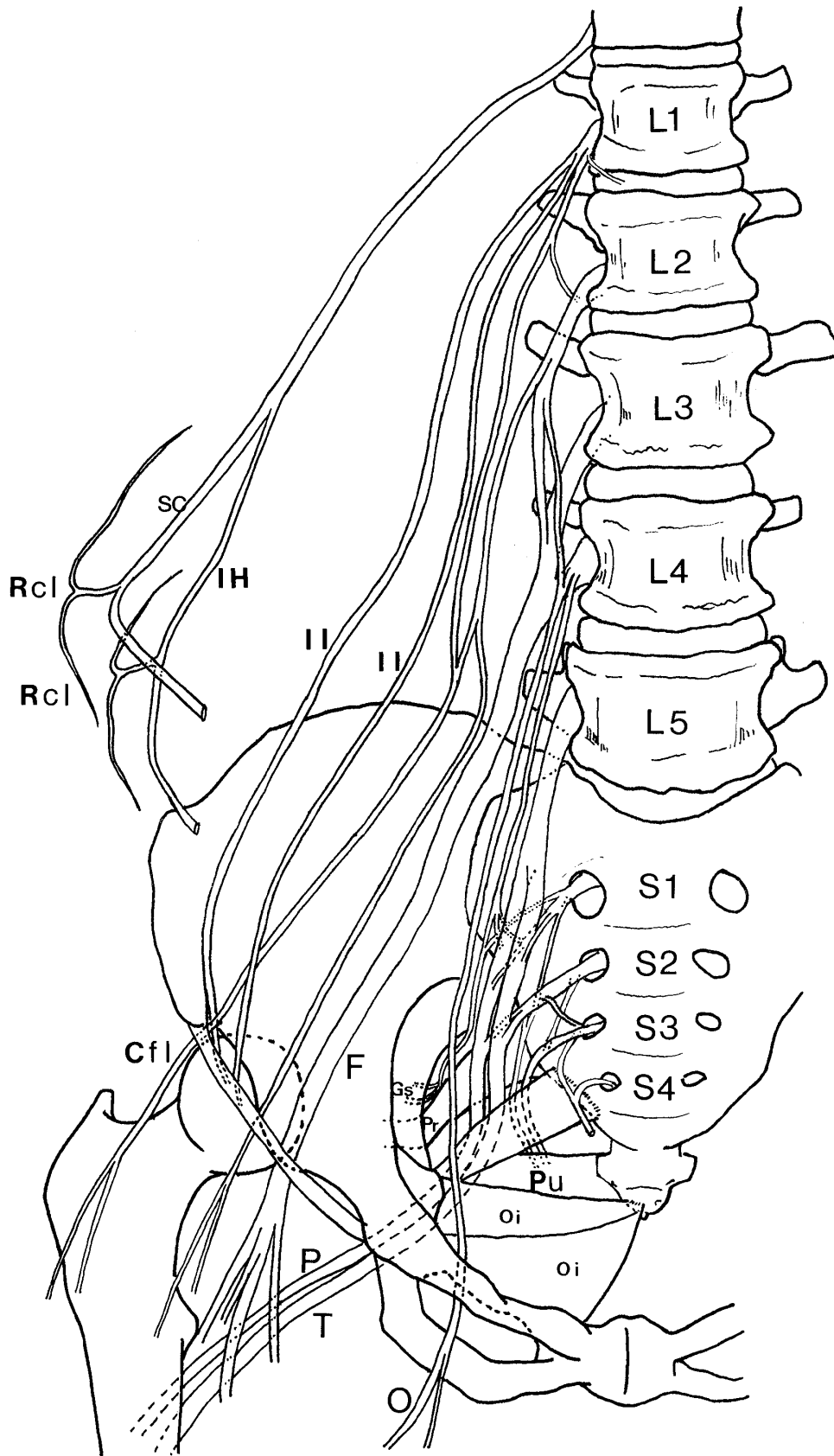


図5 腰仙骨神経叢の剖出図（第2例目）

F：大腿神経，O：閉鎖神経，Cfl：外側大腿皮神経，Cfp：後大腿皮神経，Gs：上殿神経，Gi：下殿神経，T：脛骨神経，P：総腓骨神経，IH：腸骨下腹神経，II：腸骨鼠径神経，GF：陰部大腿神経，Rcl：外側皮枝，Pr：梨状筋，Oi：内閉鎖筋。

れに観察される小腰筋を除き、通常観察される下肢帯筋は全て観察された。

その支配神経は大殿筋が仙骨神経叢最背側層から起始する下殿神経、その他の殿筋群が上殿神経、回旋筋群は仙骨神経叢最背側層から起始する直接枝によって支配されていた。腸腰筋は腰神経叢からの直接枝ならびに大腿神経からの枝によって支配されていた。

3) 大腿前面の筋群とその支配神経

大腿伸筋群として縫工筋、大腿四頭筋（大腿直筋、外側広筋、中間広筋、内側広筋）が観察された。なお、大腿四頭筋の各筋の起始部を除き、その筋腹は癒合し、明確に区別することができなかった。

大腿内転筋群として恥骨筋、薄筋、長内転筋、短内転筋、大内転筋および外閉鎖筋が観察された。その支配神経は大腿伸筋群は全て大腿神経から、大腿内転筋群は恥骨筋が大腿神経、それ以外は全て閉鎖神経から支配を受けていた。

4) 大腿後面の筋群とその支配神経（図6）

大腿屈筋群は、半膜様筋、半腱様筋、大腿二頭筋（長頭、短頭）が観察された。これらの支配神経は梨状筋下孔を通り、大腿後面にでていた坐骨神経であった。坐骨神経は大腿部では鞘に包まれ、単一の神経束となっているが、鞘を取り除くと、脛骨神経と総腓骨神経に区別することができた。

筋の神経支配に関しては、脛骨神経は上方で半腱様筋と大腿二頭筋長頭に支配枝を出し、その後下方で、半膜様筋に支配枝を出していた。

大腿二頭筋短頭のみが総腓骨神経から支配を受けていた。その支配枝は、総腓骨神経の外側方から分岐する枝であり、途中で2枝に分かれ、一方は大腿二頭筋短頭の支配枝となり、他方は再び総腓骨神経に合していた。

5) 下腿の筋群とその支配神経

脛骨神経は、下腿後面を下行後、下腿後面では下腿屈筋の浅層と深層との間を通過し正中付近を走行し、その途中で下腿屈筋浅層（腓腹筋、ヒラメ筋、足底筋、膝窩筋）、深層（後脛骨筋、長指屈筋、長母指屈筋）に支配枝を出していた。小伏在静脈とともに内果後方を走行して足底に至り、内

側足底神経と外側足底神経に分かれていた。

総腓骨神経は、腓骨頭を回り込んで、下腿の前面へ向い、その後浅・深の腓骨神経に分岐していた。浅腓骨神経は長腓骨筋の起始部を貫いて、これと短腓骨筋との間を走行し、両筋に支配枝を与えた後、下腿の下端で下腿筋膜を貫いて皮下に出て、足背皮神経となり、足背指縁に分布していた。深腓骨神経は、長腓骨筋および長指伸筋の起始部を貫いて前脛骨動脈の外側に沿って前脛骨筋の下外側を下降し、前脛骨筋、長指伸筋、長母指伸筋に筋枝を与えていた。

4. 下肢の皮静脈系（図7）

下肢の皮静脈は各指縁および足背の静脈血を集め、足背の皮下で足背静脈弓を形成する。その後、大きく2つの皮静脈に統合される。一つは、大伏在静脈で、もう一方は小伏在静脈である。その本幹の走行は次の通りである。

大伏在静脈は、足の内側で内果の前上方を通り、下腿および膝窩内側部を通過後、大腿遠位部、いかにいえば下方において急に走行を変え、ラセン状に大腿前面を上行していく。最終的に鼠径靱帯の内下方において大腿筋膜裂孔を通過し、深部の大腿静脈に流入するのが観察された。

小伏在静脈は、足の外側で外果の後下方を通り、下腿正中部を通過し、最終的に膝窩において膝窩静脈に流入して終わっていた。

考 察

1. 下肢骨

骨は保存性に優れているため、これまで脊椎動物の骨は古生物学・比較形態学的に解析されてきた（Gegenbaur C 1878¹⁾、Bolk L 1938²⁾、Goodrich ES 1958³⁾、Romer AS 1963⁴⁾、Starck D 1979⁵⁾）。両生類から爬虫類、爬虫類から四足歩行哺乳類といった全身の系統発生学的変化は多く論じられてきたが、四足歩行動物からヒトの直立二足歩行にいたる骨の変化についてはBolk²⁾の比較解剖学の大書の中で（Band V）わずかに触れられているにすぎない。

われわれは下肢全長にわたる解析結果から、ヒトの股関節は動物のそれと比べて、90°内旋・内転した状態になっていた。さらに、股関節が90°

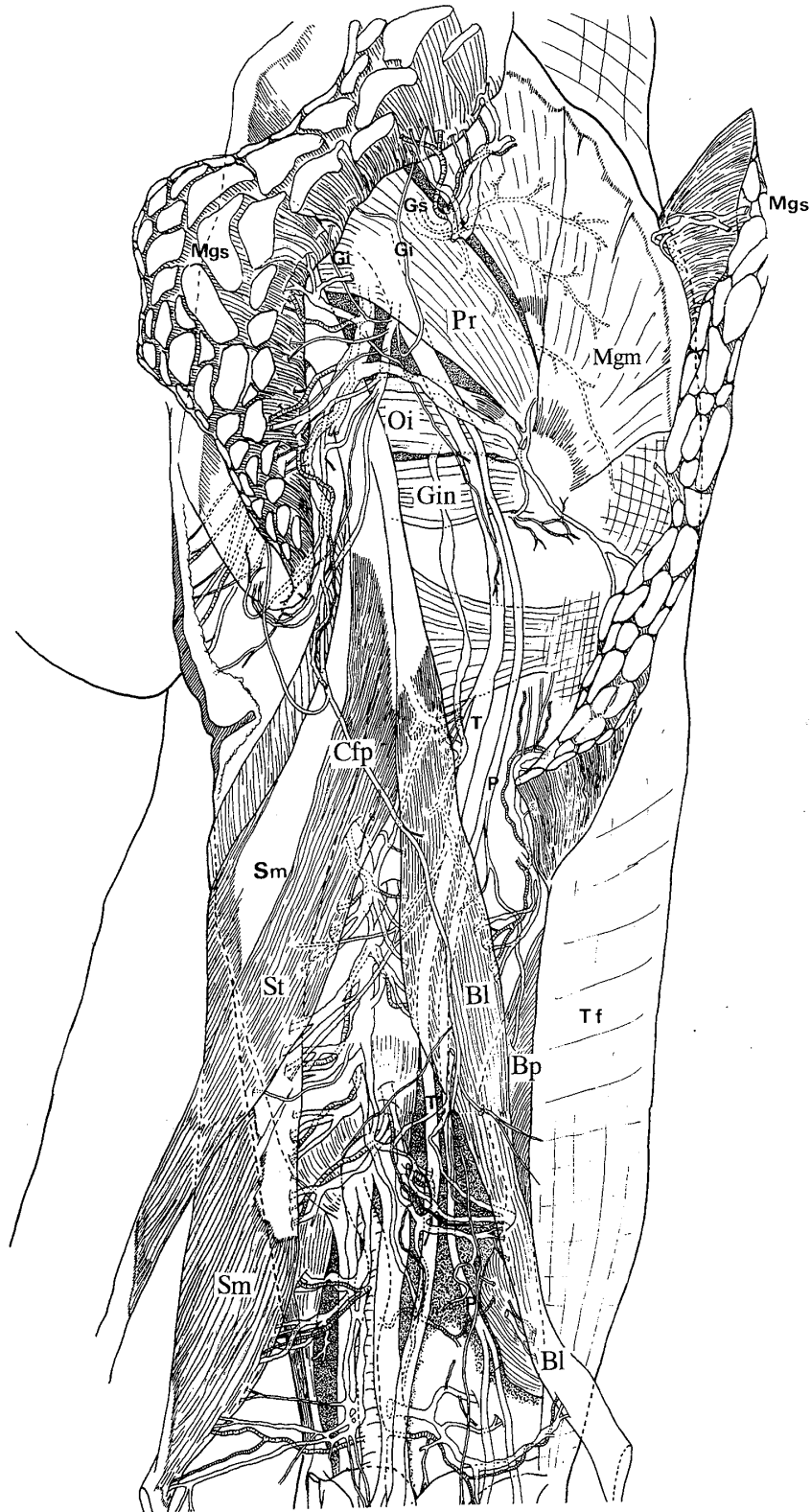


図6 臀部，大腿後面の剖出図

大腿二頭筋短頭のみが総腓骨神経支配でそれ以外の大腿屈筋群は脛骨神経支配であることがわかる。

F：大腿神経，O：閉鎖神経，Gs：上殿神経，Gi：下殿神経，Cfp：後大腿皮神経，T：脛骨神経，P：総腓骨神経，Su：腓腹神経，St：半腱様筋，Sm：半膜様筋，Bl：大腿二頭筋長頭，Bb：大腿二頭筋短頭，Pr：梨状筋，Oi：内閉鎖筋，Gin：下双子筋，Q：大腿方形筋，Tf：大腿筋膜張筋，Mgs：大殿筋，Mgm：中殿筋，Bp：貫通枝。



図7 下腿の皮静脈と皮神経の剖出図

大伏在静脈 (Vsm) は下腿の内側面を走行し、小伏在静脈 (Vsp) は下腿後面を走行しほぼ背腹の境界を走行していることがわかる。

Sa：伏在神経，Su：腓腹神経，T：脛骨神経，P：総腓骨神経。

内旋しただけではなく、Martin R (1957)⁶⁾の原図(図8)が示すように、大腿骨自体も、わずかにねじれているであろうと思われる。整形外科ではそれに対応するものとして、大腿骨内外顆後面を結ぶ線に対し、大腿骨頸部の長軸のなす角を前捻角と呼び、成人の正常な角度は30°位であるという⁷⁾。

大腿骨後面の観察では、外側唇は大腿二頭筋の短頭の起始部であり、ほぼ垂直に下行するのに対し、内側唇はももとは大腿の前(腹)側筋である大腿内転筋群が後方に回り込んで生じたものであると推測される。つまり筋の付着部として利用

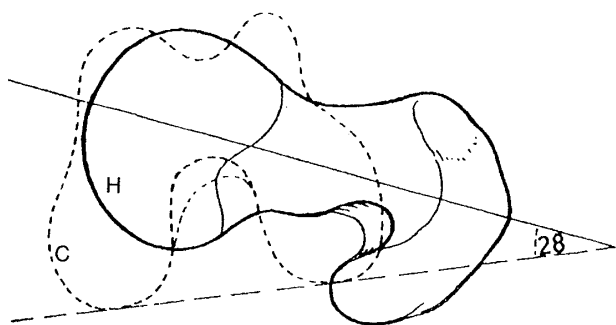


図8 大腿骨を頭側からみたもの(Martin R⁶⁾改変)
大腿骨頭と大腿骨端がずれている。H: 大腿骨頭, C: 大腿骨端。

される骨の隆起にねじれがみられるのである。同様に脛骨の腹側面にも脛骨粗面外側から下方の内果に向かう前縁はなだらかにS字状にねじれている。このゆるやかなねじれは、脛骨前縁よりも外側にある下腿伸筋群が背外側から腹内側に向かう方向によって生じたものと考えられる。

2. 靱帯

股関節の靱帯には腸骨大腿靱帯、恥骨大腿靱帯、坐骨大腿靱帯ならびに関節包があり、その成因は不明だが、明らかに内旋を示す結合組織線維の走行のねじれが、これらの靱帯にみられた(図5)。これは下肢のねじれと関係するものとわれわれは考える。このような線維束の方向性に関しては、代表的な解剖学の成書である分担解剖学⁸⁾ならびにGray's Anatomy⁹⁾においても明瞭に図示されている(図9)が、これまでこの方向変化の成因については言及されてこなかった。けれども、股関節の関節包は、大腿骨を少し上に挙げ、やや外転、やや外旋させたときに緊張度が最小になるという(森ら: 1982⁸⁾)記載はわれわれの見解を支持するものである。

3. 筋とその支配神経

本研究で用いた3体においては筋の過剰や欠如、起始や停止に関する変異は認められず、特に問題となる所見はなかった。

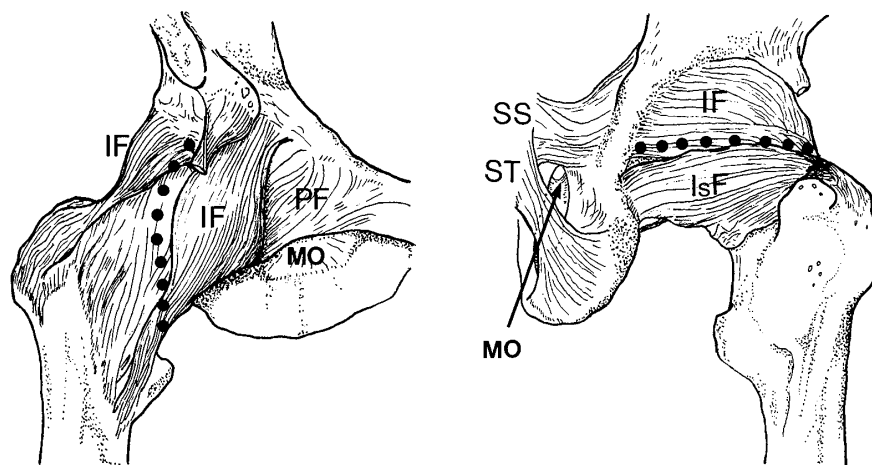


図9 股関節の靱帯(分担・解剖学⁸⁾改変)

(A) 右側の前面からみたもの、(B) 右側を後面からみたところ。ねじれが明確に観察される(●印)。IF: 腸骨大腿靱帯, IsF: 坐骨大腿靱帯, MO: 閉鎖膜, PF: 恥骨大腿靱帯, SS: 仙キョク靱帯, ST: 仙結節靱帯。

これまで下肢および陰部の筋群とその支配神経に関しては多くの研究があり、陰部神経(叢)を仙骨神経叢から独立させるという考え(佐藤^{10)~12)}、高橋¹³⁾や、一部であるという考えがあった(Akita^{14)~17)}。動物によっては尾の発達と相関があるようであり、本研究では陰部との複雑な関係は除き、下肢固有の神経だけを扱い、述べることにする。

1) 腰仙骨神経叢

多くの成書に引用されている腰仙骨神経叢の図はEisler¹⁸⁾が記載したものである。Eislerの原図では腹側の神経は白抜き、背側の神経は黒で描かれている。その後、多くの研究者によって神経叢内での各神経の背腹関係が再検討されてきた。大腿神経に関しては、これを背側とするもの(Clemente CD 1984⁹⁾、Anson BJ 1966¹⁹⁾、Romanes GJ 1981²⁰⁾、Hollinshead WH 1982²¹⁾) および中間とするもの(Eisler P 1893¹⁸⁾、金子ら 2000²²⁾)がある。Aizawaら²³⁾の大腿神経に焦点を当てた腰神経叢の線維解析によると、神経叢の層序は腹側、中間、背側の3層に分類することができ、閉鎖神経は終始最腹側層、外側大腿皮神経は上方では一部が腹側から中間を占めるが、大半が背側に位置づけられる。大腿神経はそれにはさまれ中間に位置し、腹側、中間、背側まで占めるが、下方の第3および4腰神経の高さでは閉鎖神経より背側に位置し、これから最背側までの層を含む。

仙骨神経叢全体の層序に関しては、Eisler P¹⁸⁾が背腹の2層に分けて記載した図が非常に多く引用されてきたということ、そしてそれが体幹から伸び出した下肢を支配するという多くの問題を含む扱いにくい部位であるということなどから、局所に限った研究は多くても、全体的な解析は少ないように思われる。近年では関谷ら²⁴⁾²⁵⁾、岡本ら²⁶⁾が仙骨神経叢全体を線維解析するような報告がみられる。また、陰部神経に関しては優れた研究がいくつか存在し(佐藤^{10)~12)}、高橋¹³⁾、Akita^{14)~18)})、神経支配に基づいた筋の層序について大きな成果を挙げている。

われわれの観察においても前述の報告とほぼ同様の所見を得ることができた。従って、われわれ

も腰仙骨神経叢の層序をおおまかに腹側、中間ならびに背側と3つに分け以下のように考察した。

腰神経叢

腹側：閉鎖神経(筋枝：大腿内側部)

(皮枝：大腿内側部)

中間：大腿神経(筋枝：大腿前面)

(皮枝：大腿前面)

背側：筋枝なし

外側大腿皮神経(皮枝：大腿外側)

仙骨神経叢

腹側：脛骨神経(筋枝：下腿後面・足底)

皮枝(下腿後面内側・足底)

中間：総腓骨神経(筋枝：下腿前面・外側部)

皮枝(下腿後面外側・下腿前面足背)

背側：上殿神経、下殿神経(筋枝：殿部)

上殿皮神経、下殿皮神経、後大腿皮神経(皮枝：臀部、大腿後面)

さらに以下のような傾向もみられた。

腰神経叢は、腰仙骨神経叢のうち頭側に位置する神経叢のため、その分布域も大方、近位の大腿部である。これに対し、腰神経叢より下方起始の仙骨神経叢はその分布域も遠位の下腿ならびに足である。両神経叢ともに神経叢の腹側から起始する神経は下肢のより内側および下方へ、神経叢の背側から起始する神経は外側および上方に分布する。すなわち、皮枝に関しても腰神経叢の腹側層から起始する閉鎖神経の皮枝は大腿内側部に、中間の大腿神経皮枝は大腿前面に、背側層から起始する外側大腿皮神経は大腿外側部に分布する。仙骨神経叢では腹側の脛骨神経の皮枝(腓腹神経、足底神経)は下腿内側から後面ならびに足底に、中間の総腓骨神経は、回り込んで下腿外側から前面ならびに足背に、背側層から起始する上、下殿神経と後大腿皮神経は下肢の近位部である臀部、大腿後面に分布している。だから骨のねじれに応じ神経も同様のねじれが生じていると考える。

2) 筋の層序とその支配神経

筋枝に関しても皮枝と同様の傾向がある。まず大腿、下腿および足の筋群とその支配神経だけに注目し背腹関係を考え、簡単に説明したい。

①大腿前面の筋群とその支配神経

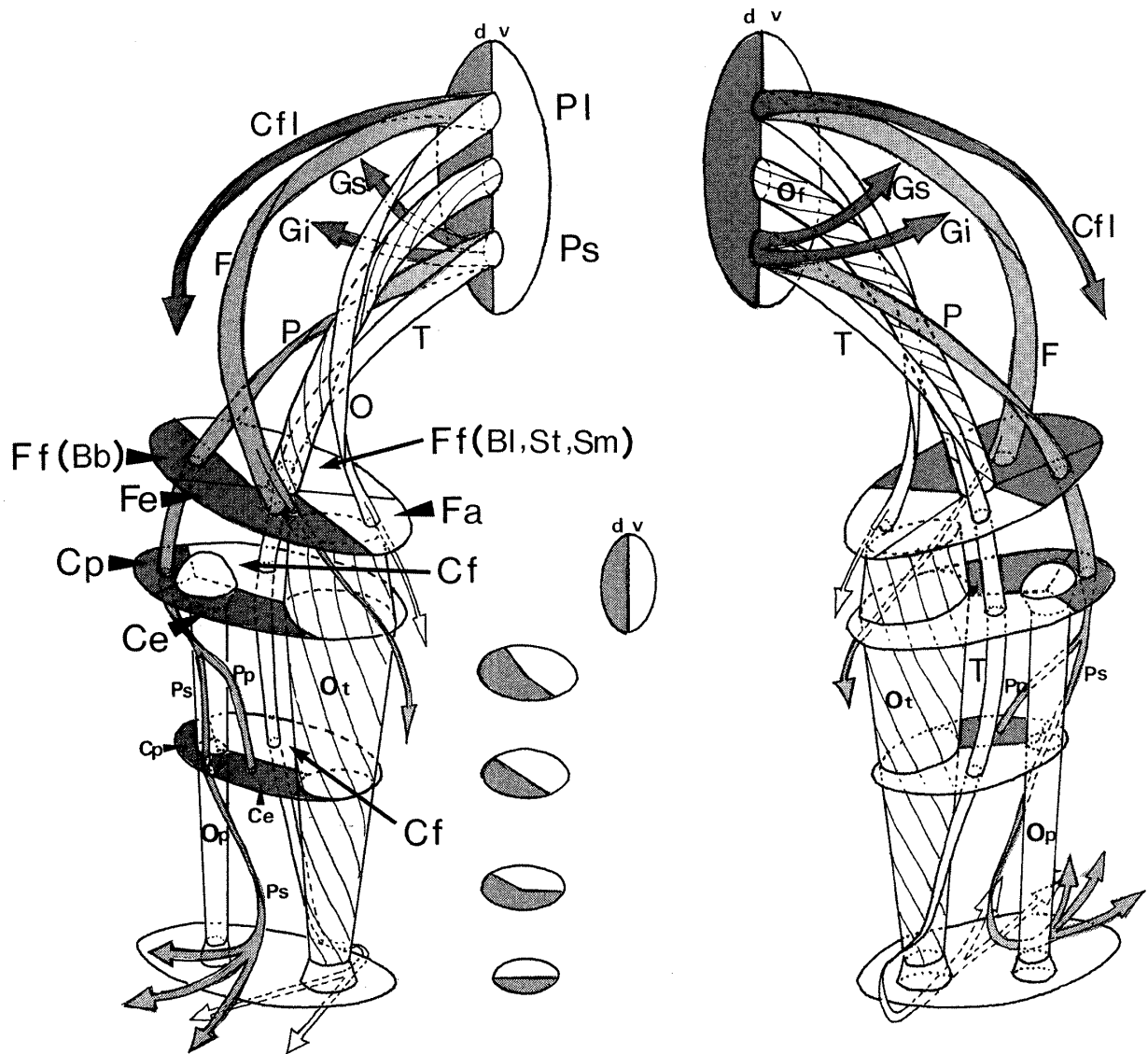


図10 下肢のねじれの総合模式図

Of: 大腿骨, Ot: 脛骨, Op: 腓骨, Fe: 大腿伸筋群, Qf: 大腿四頭筋, Fa: 大腿内転筋群, Ff: 大腿屈筋群 (St: 半腱様筋, Sm: 半膜様筋, Bl: 大腿二頭筋長頭, Bb: 大腿二頭筋短頭), Pl: 腰神経叢, Ps: 仙骨神経叢, F: 大腿神経, O: 閉鎖神経, Cf: 外側大腿皮神経, Gs: 上殿神経, Gi: 下殿神経, T: 脛骨神経, P: 総腓骨神経, Ps: 浅腓骨神経, Pp: 深腓骨神経

大腿内転筋群: 閉鎖神経 (腰神経叢腹側層)

大腿伸筋群: 大腿神経 (腰神経叢背側層)

② 大腿後面の筋群とその支配神経

半膜様筋, 半腱様筋, 大腿二頭筋長頭: 脛骨神経 (仙骨神経叢腹側層)

大腿二頭筋短頭: 総腓骨神経 (仙骨神経叢背側層)

③ 下腿の筋群とその支配神経

下腿屈筋, 足底: 脛骨神経 (仙骨神経叢腹側層)

下腿伸筋, 足背: 深腓骨神経 (仙骨神経叢背側層)

腓骨筋群, 足背: 浅腓骨神経 (仙骨神経叢背側層)

筋枝だけに注目すると, 腰神経叢には閉鎖神経と大腿神経の2つの筋枝が存在し, 腹側層の閉鎖

神経は本来の（四足歩行動物の）下肢腹側筋である内転筋群へ、それより背側層に位置する大腿神経は本来の（四足歩行動物の）下肢背側筋である大腿伸筋群を支配している。仙骨神経叢では、脛骨神経と総腓骨神経があり、腹側層から起始する脛骨神経は本来の（四足歩行動物の）下肢腹側筋である大腿屈筋群（大腿二頭筋の短頭は除く）、下腿屈筋群ならびに足底筋を、それより背側層に位置する総腓骨神経は（四足歩行動物の）下肢背側筋である大腿二頭筋短頭、下腿腓骨筋群、下腿伸筋群ならびに足背を支配する。

以上より、神経は皮枝だけでなく、筋枝に関しても神経層根部の背腹の層序、内外、高低などが保存されていることがわかる。

4. 下肢の総合模式図（図 10）

これまで述べてきた下肢のねじれを総合的に模式図に表すと図 10 のようになる。総合模式図に組み入れることをさけたが、下肢の皮静脈である大・小伏在静脈もこれまで背腹の border vein と考えられており (Arey 1965²⁷⁾), 実際これらの皮静脈にも同様のねじれが観察された。また、下肢の動静脈は、発生学的に前後に大腿動静脈、坐骨動静脈がまず形成され、その後様々な部位の消失や連絡枝（貫通枝）によって完成する。成体での動静脈の走行位置は微妙に下肢のねじれと一致していることは大変興味深い。これも人体の形態形成の原則は甚だ経済的に造られるということの現われなのであろうか。

骨、靭帯、筋、神経が前面では上外側から下内側へ、後面では上内側から下外側へ、または水平面では約 90° 内旋し、全体的にゆるやかに S 状のらせんを描いている。

また、下肢筋の支配神経はこのらせんを最もわかりやすく説明するためのよいモデルとなりうる。それは人体の腰仙骨神経叢の基部の背腹の層序がもともとの背腹関係であり、それがねじれに伴って背腹が入れ代わるのである。

つまるところ、人体でも内外(左右)、背腹、高低(分節性)という末梢神経系の大原則が下肢全体にもすべて保存されているのである。

結 論

ヒトの下肢は複雑なねじれが生じていて、上肢に比し理論的に説明することが困難である。しかしながら詳細な肉眼解剖学的な解析の結果、従来述べられているような骨以外にも靭帯、筋、支配神経にも同様のねじれが生じていることが観察され、下肢全体がねじれていることが理解された。この事実は下肢局所解剖を理解するために有用である。

本研究は 6 学年の学生 4 名が、自主選択実習で行った実習内容をまとめたものである。遺体の管理ならびに保存にあたり、当教室の平松慶太、山本征生両氏には大変な協力をしていただいた。この場を借りて深く感謝を申し上げる。

文 献

- 1) **Gegenbaur C**: Elements of Comparative Anatomy. pp413-417, 485-491, Macmillan Co, London (1878)
- 2) **Bolk L, Göpert E, Kallius E et al**: Handbuch der Vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Band II-1 pp533-540, Band V pp1-241, Urban & Schwarzenberg, Berlin (1938)
- 3) **Goodrich ES**: Studies on the Structure and Development of Vertebrates. Vol I. pp 123-212, Dover Publications Inc, New York (1958)
- 4) **Romer AS**: The Vertebrate Body. 3rd ed, pp151-171, WB Saunders, Philadelphia · London (1963)
- 5) **Starck D**: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Band 2 pp 555-563, Springer Verlag, New York (1979)
- 6) **Martin R**: Lehrbuch der Anthropologie. Band I pp 561-570, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1957)
- 7) **寺山和雄, 辻 陽雄**: 標準整形外科 第 7 版 pp 471-472, 医学書院, 東京 (1999)
- 8) **森 於菟, 大内 弘, 平沢 興ほか**: 分担解剖学 11 版. 1 巻 pp153-172, 222-237, 378-411, 2 巻 pp447-472, 金原出版, 東京 (1982)
- 9) **Clemente CD**: Gray's Anatomy 30th American ed. pp1225-1243 Lea & Febiger, Washington (1984)
- 10) **佐藤健次**: 外肛門括約筋, 肛門拳筋および尾骨筋の支配神経の形態学的解析. 解剖誌 55: 187-223, 1980
- 11) **Sato K, Sato T**: An anatomical investigation of the muscles of the pelvic outlet in crab-eating monkey (*Macaca irus*) and Japanese monkey (*Ma-*

- caca fuscata*) with special reference to their nerve supply. *Anat Anz* **163**: 425-438, 1987
- 12) 佐藤健次: 霊長類の骨盤隔膜, 陰部神経叢ならびに仙骨部自律神経に関する比較解剖学. 霊長類研究 **8**: 83-96, 1992
 - 13) 高橋睦子: 陰部神経の形態学的解析. 解剖誌 **55**: 23-44, 1980
 - 14) Akita K: An anatomical investigation of the muscles of the pelvic outlet in Iguanas (*Iguanidae Iguana iguana*) and Varanus (*Varanidae Varanus dumerillii*) with special reference to their nerve supply. *Ann Anat* **174**: 119-129, 1992
 - 15) Akita K: An anatomical investigation of the muscles of the pelvic outlet in Japanese giant salamander (*Cryptobranchidae Megalobatrachus japonicus*) with special reference to their nerve supply. *Ann Anat* **174**: 235-243, 1992
 - 16) Akita K, Sakamoto H, Sato T: Muscles of the pelvic outlet in the fowl (*Gallus gallus domesticus*) with special reference to their nerve supply. *J Morphol* **214**: 179-185, 1992
 - 17) Akita K, Sakamoto H, Sato T: Muscles of the pelvic outlet in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*) with special reference to their nerve supply. *Anat Rec* **241**: 273-283, 1995
 - 18) Eisler P: *Grundriss der Anatomie des Menschen*. Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart (1893)
 - 19) Anson BJ: *Morris' Human Anatomy—A Complete Systematic Treatise—*. 18th ed, pp1074-1088, McGraw-Hill, USA (1966)
 - 20) Romanes GJ: *Cunningham's Textbook of Anatomy*. 12th ed, pp789-810, Oxford University Press, New York (1981)
 - 21) Hollinshead W: *Anatomy for Surgeons Vol. 3 The Back and Limbs*. 3rd ed, pp576-600, Harper & Row, Philadelphia (1982)
 - 22) 金子勝治, 穂田真澄: 日本人体解剖学. 上巻. pp 594-595, 南山堂, 東京 (2000)
 - 23) Aizawa Y: On the organization of the plexus lumbalis. I. On the recognition of the three-layered divisions and the systematic description of the branches of the human femoral nerve. *Okajimas Folia Anat Jpn* **69**: 35-74, 1992
 - 24) 関谷伸一, 一戸孝七: 神経束叢の複雑さはどのように表わされるか. 新潟県立看護短大紀要 **4**: 3-8, 1998
 - 25) 関谷伸一, 関谷政雄, 中野正春ほか: 坐骨神経の線維束構築. 解剖誌 **76**: 104 (抄), 2001
 - 26) 岡本圭史, 分部哲秋, 佐伯和信ほか: 仙骨神経叢の線維解析所見. 解剖誌 **76**: 104 (抄), 2001
 - 27) Arey LB: *Development Anatomy—A Textbook and Laboratory Manual of Embryology*, 7th ed. pp368-369, WB Saunders, London (1965)