

総 説



運動器へのアプローチに必要な筋解剖学

河上敬介*・磯貝 香**

はじめに

脳外科医が、治療対象である脳の詳細な構造を知ったうえで手術に向かうことは当然のことである。理学療法士の治療対象となる器官は、筋や関節などの運動器系の場合が多い。よって我々も、その対象となる運動器系の構造を十分に知って治療に向かうべきである。

一方、西欧解剖学の基礎となったベサリウス解剖書が出版されて約四世紀半が経過し、その間、多くの解剖書により、ヒトの体をできる限り詳細に、そして立体的に表現しようと努力がなされてきた。しかし、こと筋に関しては、十分な情報が与えられているとは言い難い状況であったと考える。例えば、一般的な解剖学書に掲載されている心臓の図は、その前面や後面、縦切断面や横切断面の図など30以上ある¹⁾。それに比べて、骨格筋に関しては、例えば上腕二頭筋の図は、5つくらいしか掲載されておらず、その多くが筋表面から観察した大まかな図のみである²⁾。そこで骨格筋の詳細な構造を観察したところ、以下の4点のような、理学療法の治療や評価に直接的に必要な肉眼解剖学的情報が存在すると感じた。

- (1) 三次元的視点からみた筋の位置や厚さ
- (2) 筋線維と腱の位置、及びそこから明らかになる筋線維の走行方向
- (3) 個体による筋の構造の違い
- (4) 筋線維の始まりや終わりの位置(筋連結)

そこで、これら4つの点について、理学療法の治療や評価との接点について例を挙げながら説明

する。

我々に必要な4つの肉眼解剖学的情報のポイント

(1) 三次元的視点からみた筋の位置や厚さ

腰方形筋は骨盤と肋骨をつなぎ、骨盤の挙上や呼吸などの運動や脊椎の固定に関係している重要な筋である。また、腰痛症の原因となる筋痛症候群の治療対象になる場合も多く、筋力検査や触診などの評価を行うことは多い。本筋は、腰椎の外側方に位置し、腹腔の後壁を構成していることから、一般的な解剖書では腹部内臓を取り除いた後の前方から観察した図により表されている²⁾。しかし、臨床で前方から触察することは不可能で、後方からの触察となるが、そのために参考となる図や写真はほとんどない。本筋は後方から観察しても、前方から観察するのと同様に腸骨稜、腰椎、第12肋骨に囲まれた領域に位置する四角形の筋である(図1)。しかし、筋腹の内側2/3の領域の後方には、厚い最長筋や腸肋筋が存在しているため、その深層に位置する部分の腰方形筋は触察することができない(図2Eの矢印)。よって、皮下に観察できる領域の筋腹は四角形ではなく三角形を呈する(図2B, D, F)。また、本筋の起始部の外側尾方端は上前腸骨棘と上後腸骨棘とを腸骨稜上で結んだ線の中点付近にある(図2C)。この部位を外側方から観察すると骨盤の前後径の約1/2の部位となる(図2E)。よって、腰方形筋の外側縁を触察するためには、腰部外側面に指を置き、後内側尾方に向かって圧迫しなくてはならない(図2Cの矢印方向)。

以上のように、腰方形筋を触察するためには、まず腸肋筋を後方や外側方から観察したときの厚さや位置を知っておく必要がある。その上で、腰方形筋のなかで触察可能な部位の形や触察する方向を三次元的に知っておく必要がある。当然のことであるが、我々の治療対象は、三次元的空間に

* 名古屋大学医学部保健学科理学療法専攻
河上敬介 PT, PhD

** 日本医療福祉専門学校理学療法学科
磯貝 香 PT, MS
Department of Physical Therapy,
Japan College of Medical Care and Welfare

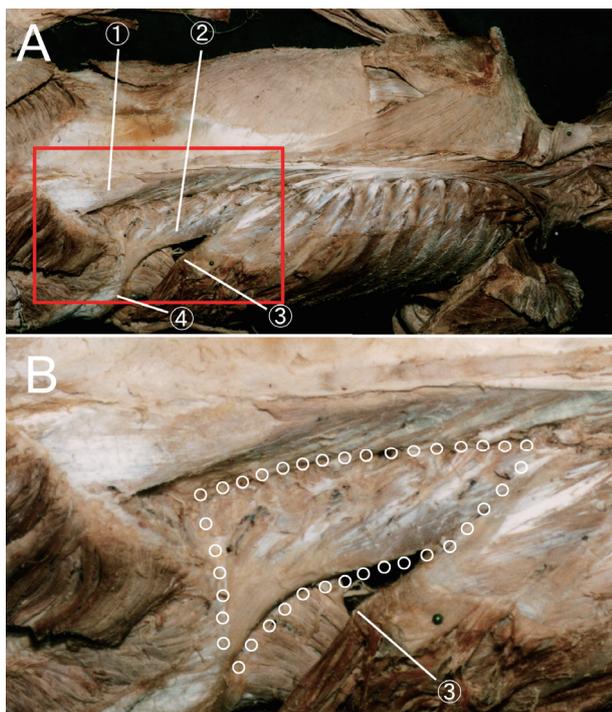


図1 腰方形筋の位置と形を後方からみる(文献5を引用)

Aは背部を後方から見た写真である。右腰背部は、僧帽筋、広背筋、最長筋、腸肋筋を剥離してある。下後鋸筋は切断して反転してある。外腹斜筋は、腰方形筋を観察するため、腸骨稜に終わる筋線維の一部を剥離し、前方に移動してある。BはAの□の部分拡大した写真である。○は腰方形筋の周囲を囲っている。①多裂筋、②腰方形筋、③第12肋骨先端、④腸骨稜。

存在する立体のヒトである。ところが我々は主に、二次元で描かれた教科書によって解剖学を学ぶ。三次元的な筋の位置や厚さなどの情報をできるだけたくさん収集し、二次元で学んだ解剖学を三次元に置き換える作業を行う必要があると考える。

(2) 筋線維と腱の位置、及びそこから明らかになる筋線維の走行方向

ヒラメ筋の後面(皮膚側面)には、縦走する多数の線が観察され、筋線維が縦走しているかのように見える(図3A)。しかし、この縦走する線は、筋腹のほぼ全範囲を後方から覆っているアキレス腱の延長の停止腱である。また、前面(骨側面)には、アキレス腱から分岐した停止腱の枝が、筋腹の近位端付近まで存在する。その停止腱の枝の外側方と内側方には筋腹のほぼ全長におよぶ起始腱が存在する(図3B)。以上のような起始腱と停止腱との間を走行する筋線維の長さは、2~3 cmである。外側・内側の起始腱と後面の停止腱との間の筋線維は、筋腹の長軸方向に対してほぼ直交する方向

に走行する(図3C, D)。また、外側・内側の起始腱と前面(骨側面)で観察される停止腱(アキレス腱の分枝)との間には、筋腹の長軸方向に対してほぼ45°を成す方向に走行する筋線維があり、羽状の筋腹を構成している(図3B)³⁾。

この様な、筋の長軸方向と異なる走行の筋線維を持つ筋は少なくない。このような筋線維に対して関節運動を利用したストレッチを行っても、伸張する方向と筋線維の走行方向は異なるため、筋の長軸方向と同じ走行方向の筋線維に比べて、伸張されにくいことが考えられる。このことが、足関節を他動的に背屈させることにより行う(関節運動を利用した)ストレッチで、ヒラメ筋全体が十分に伸張される感じを得ることができない理由かもしれない。この様な筋の筋線維を伸張する場合は、徒手的に圧迫したり筋線維の走行に対して垂直方向への圧迫を加えたりして、伸張したい筋線維へ直接機械的刺激を加える方が効果的なストレッチとなると考える(図4)。

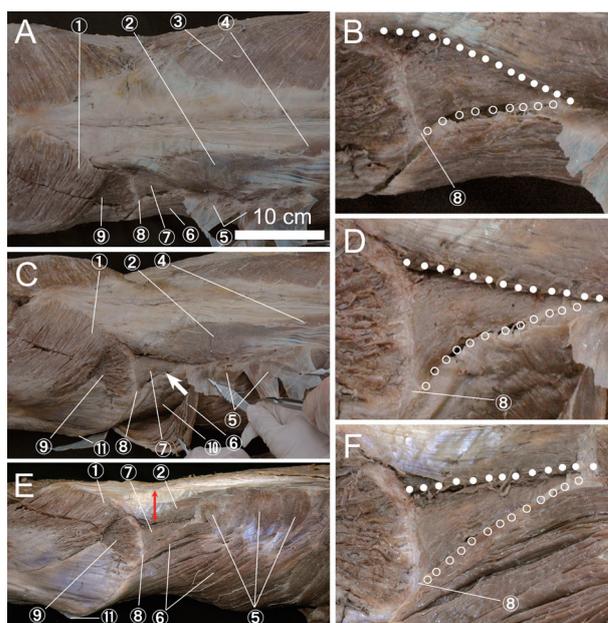


図2 腰方形筋と腸肋筋との位置関係

Aは腰部を後方から撮影した写真である。右の広背筋と下後鋸筋は、起始から剥離し外側方へ反転している。CはAを後外側方から観察した写真で、外腹斜筋はピンセットで外側方へ牽引している。EはAを外側方から観察した写真で、下後鋸筋は元にもどしている。BはA、DはC、FはEの腰方形筋付近を拡大した写真である。Bの▲は、触察指を当てる方向を示す。Eの◆は腸肋筋と最長筋の厚さ(前後径)を示している。B、D、Fの●は腸肋筋の前外側縁の位置を、○は腰方形筋の外側縁を示す。①大殿筋、②腸肋筋、③広背筋、④最長筋、⑤下後鋸筋、⑥外腹斜筋、⑦腰方形筋、⑧腰方形筋の起始の外側端、⑨中殿筋、⑩内腹斜筋、⑪上前腸骨棘。

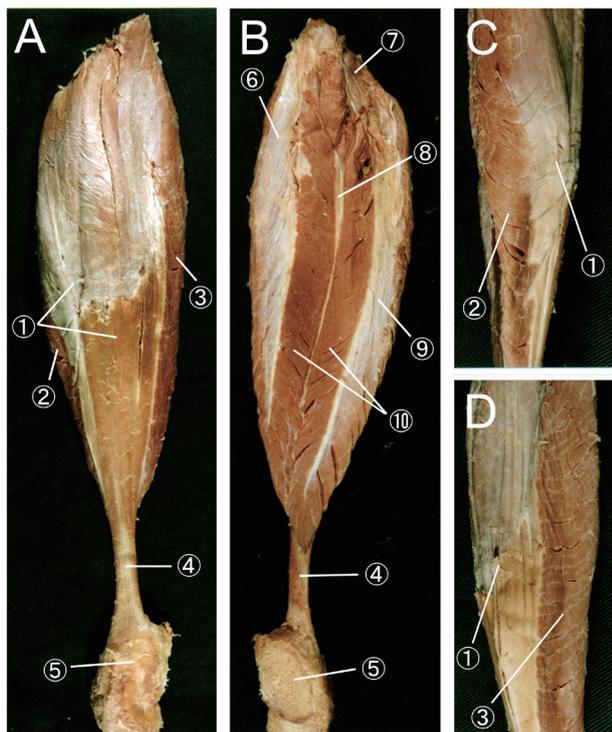


図3 ヒラメ筋の形をみる(文献5を引用)

Aは右のヒラメ筋(踵骨の一部を含む)の後面(皮膚側面)の写真である。Bは前面(骨側面)の写真である。CはAの筋腹の一部を内側方からみた写真である(写真の右が後方)。DはAの筋腹の一部を外側方からみた写真である(写真の左が後方)。

ヒラメ筋を後方から観察すると、内側縁と外側縁の筋線維は内外側方向に走行する(A)。これらの筋線維を内側方または外側方から観察すると、前後方向に走行する(C, D)。ヒラメ筋を前方から観察すると、筋腹のほぼ全長におよぶ外側・内側の起始腱と、中央部を縦走する停止腱(アキレス腱から分岐した腱)が存在し、羽状の筋腹が観察できる(B)。外側の起始腱から起こる筋腹より内側の起始腱から起こる筋腹のほうが尾方まで存在する(A, B)。①アキレス腱の延長の停止腱、②前後方向に走行しているヒラメ筋の筋束(内側部)、③前後方向に走行しているヒラメ筋の筋束(外側部)、④アキレス腱、⑤踵骨、⑥外側の起始腱、⑦ヒラメ筋腱弓、⑧アキレス腱から分岐した停止腱、⑨内側の起始腱、⑩外側・内側の起始腱から停止腱に筋束。or外側・内側の起始腱から停止腱に向かう筋束(両側をあわせて羽状の筋腹)。

(3) 個体による筋の構造の違い

ヒトの容姿や背格好が個々で異なるように、当然筋にも形状や大きさに個体差(破格)がある。たとえば、前述したヒラメ筋の前面(骨側面)で観察される腱や筋線維の位置について(図3), 5例(6筋)を加えて比較してみると、その構造は個々により、また左右により異なることがわかる(図5)⁴⁾。たとえば、図3で示した羽状の筋腹は、図3のものより

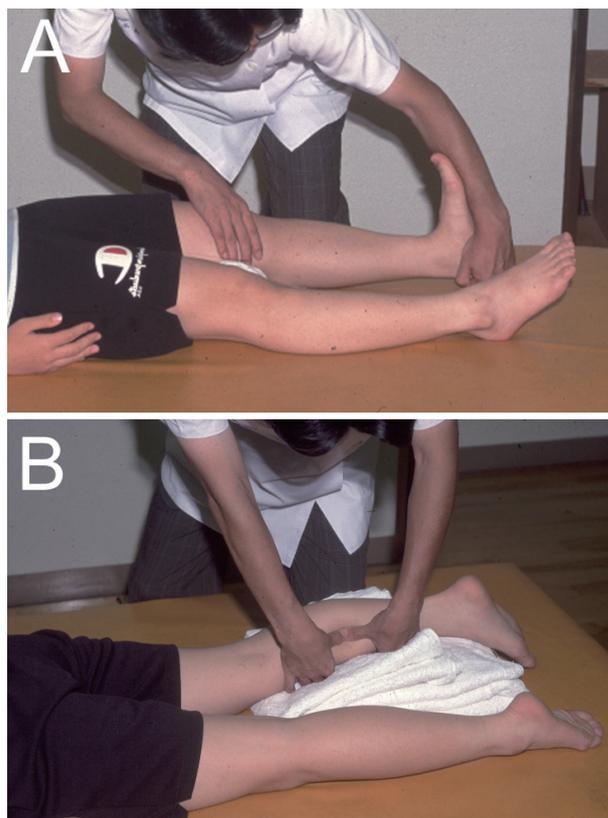


図4 ヒラメ筋のストレッチング

Aは足関節を他動的に背屈させることによるヒラメ筋のストレッチングの方法を示す。Bは、ヒラメ筋の筋腹に圧迫刺激を与えている。

も大きいもの(図5B)、小さいもの(図5D)もある。図5Aのように、羽状の筋腹が2つある場合もある。その筋腹の位置は、筋全体の外側方に位置するもの(図5F)、内側方に位置するもの(図5E, D)、中央付近に位置するもの(図3, 図5B, C)など様々である。また、前面(骨側面)で見える筋腹の遠位端が、踵骨から5 cm近位までのもの(図5C, D)から踵骨のすぐ近くまであるもの(図5E)まで様々である。

前述したように、足関節を他動的に背屈させることによるヒラメ筋のストレッチングをおこなった場合、ストレッチングされる部位はヒラメ筋の一部である。そのときの、ストレッチングされると感じる部位は、ヒラメ筋の近位部の領域のみだったり、遠位部の領域のみだったり、外側部の領域のみだったり、内側部の領域のみだったり、個々によって異なる。これは、ヒラメ筋の構造自体が個々に異なるからに他ならないと考える。アキレス腱の痛みなどが問題になるスポーツ傷害などの評価に、このような個々の構造の特徴を考慮して検討することで、より正確な病態の把握や効果的な治療法の検討につながるかもしれない。

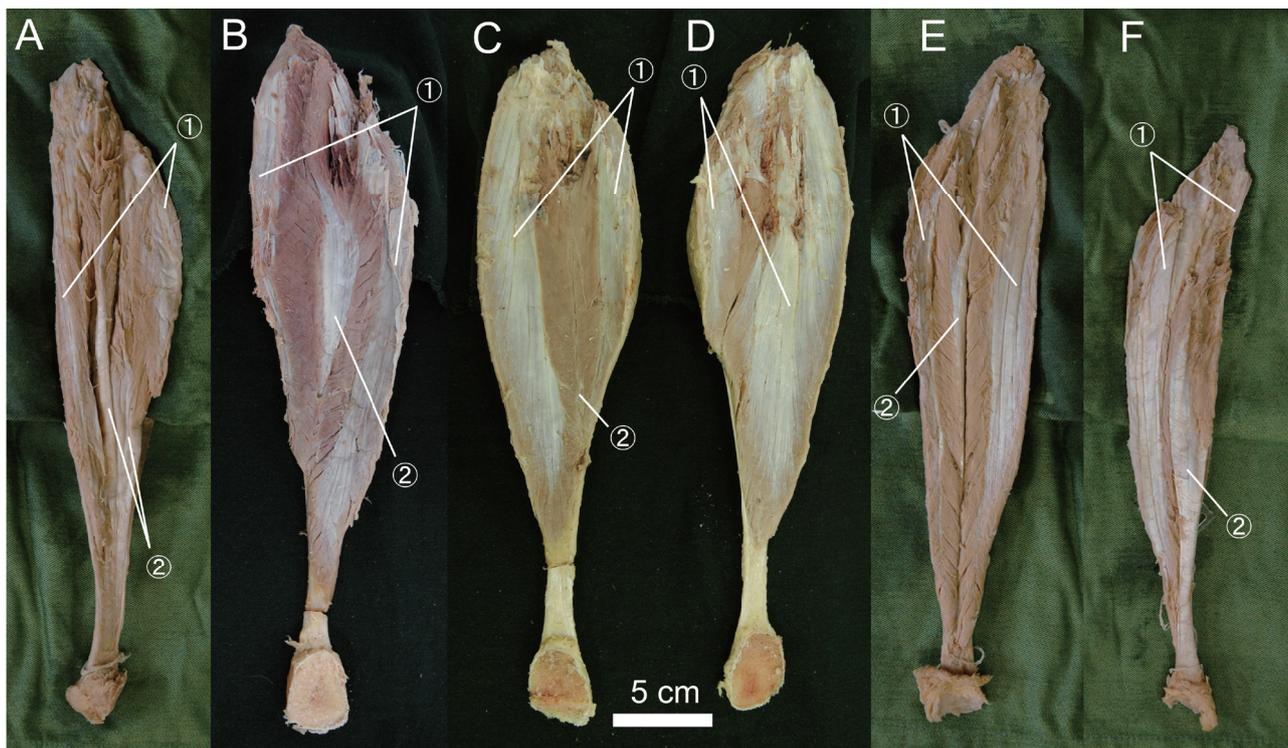


図5 様々なヒラメ筋の形状

A～Cは右の、D～Fは左のヒラメ筋を前方(骨側面)から観察した写真である。CとDは同一個体から取り出した。①起始腱、②停止腱。

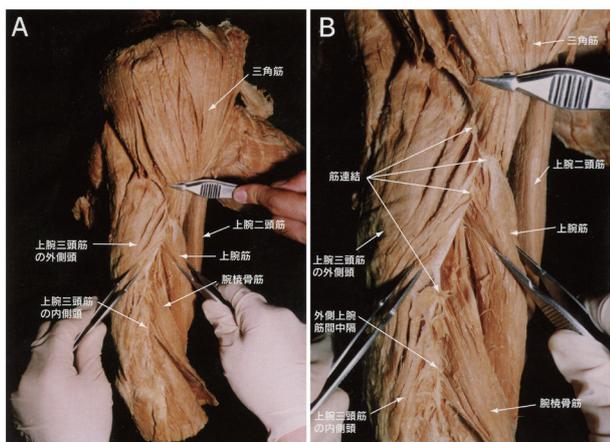


図6 筋連結の例(文献5を引用)

A, Bは右の上腕部を外側方から見た写真である。三角筋と上腕筋は前方に、上腕三頭筋は後方に牽引してある。Bは三角筋の停止付近を拡大してある。三角筋と上腕筋、三角筋と上腕三頭筋、上腕筋と上腕三頭筋、腕橈骨筋と上腕三頭筋の間には外側上腕筋間中隔を含む結合組織を介して筋連結がある。

(4) 筋線維の始まりや終わりの位置(筋連結)

一般に筋は腱を介して骨に付着する。しかし、筋線維の始まりや終わりを詳細に観察すると、隣接する他の筋の筋膜に付着したり、他の筋と共通の腱を有したりする場合が多い。たとえば、三角

筋の筋線維は三角筋粗面のみで終わるわけではなく、その一部は、上腕三頭筋外側頭や上腕筋の近位端と三角筋との間にある膜に終わっている(図6)。また、上腕三頭筋の外側頭や上腕筋の近位端は、この膜から始まる筋線維を持つ。このように、隣接する二つの筋において、それぞれの筋線維の先端同士が、腱、各種の筋膜、筋間中隔、骨間膜、関節包、靭帯を介して接続することを筋連結と呼んでいる^{5,6)}。この筋連結は異常や破格ではなく、ごく一般的な構造のようである。またこの筋連結は、肩部から前腕にかけて、殿部から下腿にかけてなどたくさんの筋の間に存在する。

肩を水平屈曲方向に牽引すると、三角筋の後部線維のみをストレッチすることができる(図7)。このとき、伸張される側の肘関節(図7A)を伸展したときに比べ、屈曲したときの方が(図7B)より後部線維が伸張されることをよく経験する。もし、三角筋の全ての筋線維が三角筋粗面に停止しているのであれば、肘の屈伸により伸張効果が変わることは考えにくい。しかし、前述したような、三角筋と上腕三頭筋外側頭との間の筋連結を考えると理解しやすい。すなわち、肘を伸展しているときよりも屈曲しているときの方が上腕三頭筋は伸張されており、その張力が三角筋後部線維に加わるからなのであろう(図8)。また、この筋連結

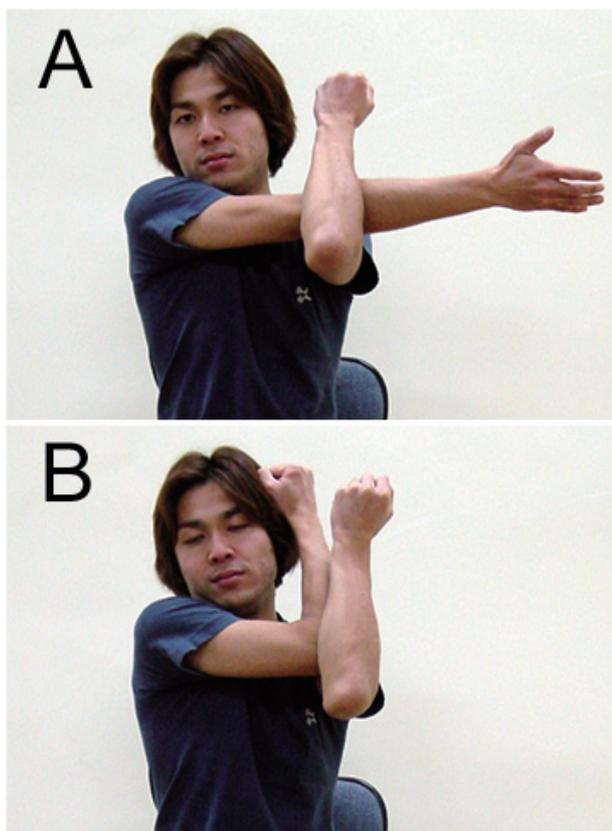


図7 三角筋後部線維のストレッチング

A, Bは右三角筋の後部線維の自主的なストレッチングの方法を示す。左上肢により右肩を水平屈曲方向に牽引することにより、三角筋の後部線維のみが伸張される。AとBのこの方法の違いは、ストレッチングされる側の上腕三頭筋が伸張位にある(B)か、ない(A)かである。

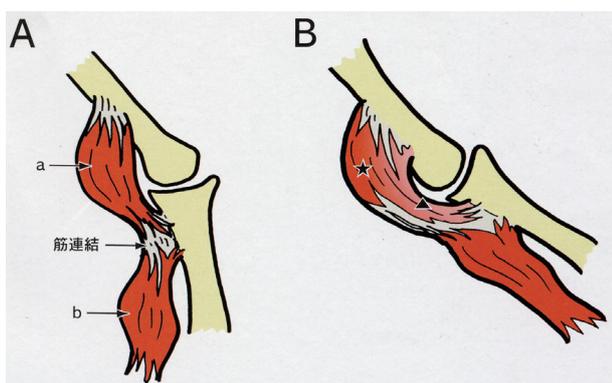


図8 筋連結とストレッチングの効果(文献5を引用)

Aはストレッチング前、Bは筋aに一般的なストレッチングを行っている状態を示してある。筋aは筋bとの間に筋連結をもつ。筋aに対して一般的なストレッチングを行う場合、▲の部分の筋線維は十分に伸張されるが、★の部分の筋線維は、筋bの移動により十分に伸張されない可能性がある。すなわち、★の部分の筋線維を十分に伸張するためには、筋aをストレッチングすると同時に、筋bのストレッチングも行う必要がある。

を考慮すると、三角筋の張力は筋連結を介して上腕三頭筋の作用である肘伸展力にも影響を及ぼすことが考えられる。

このように、筋連結を考慮に入れ関節運動学的に臨床を観察することは、現実的な病態の把握を通して、より効果的・効率的な治療法や運動療法を提供する重要なポイントとなるかもしれない。

終わりに

「肉眼解剖学的な研究はもう終了した。解剖学の研究室でも今はマイクロやナノの世界に目を向けているのではないか」という意見もある。しかし、ご存じのように、医学の基礎は肉眼解剖学から始まったと言っても過言ではない。解剖学的研究で形がわかった構造物の、機能を知りたいという願望が生理学に、そのメカニズムを知りたいという願望が生化学、薬理学、病理学に枝分かれしてきた。それに対して、我々理学療法士の研究で基礎分野の中核をなしているのは、生理学、組織学、運動学であり、歴史をさかのぼっても肉眼解剖学が中心となった時期はない。

もちろん、日進月歩の現代医学の中で、まず解剖学的な情報だけを集めるべきであるなどというつもりはない。現代医学に大きく遅れをとっている理学療法を、学問として構築していくための基礎分野の研究として、生理学、生化学もしくは運動学は必要不可欠であり、おおいに進めていただきたいと考えている。ただ、解剖学的な情報収集が充分に行われていないまま、機能やメカニズムの研究を進めていくことに危機感を持っている。

【引用文献】

- 1) 金子丑之助：日本人体解剖学 下巻，南山堂，2000.
- 2) 金子丑之助：日本人体解剖学 上巻，南山堂，2000.
- 3) Frey H: Der Musculus triceps surae in der Primatenreihe. Morphologisches Jahrbuch. 47: 1-191, 1913.
- 4) Uweda T: Der Bau des Schollenmuskels (Musculus soleus). Morphologisches Jahrbuch. 56:233-238, 1926.
- 5) 河上敬介，磯貝香：骨格筋の形と触察法(河上敬介，小林邦彦 編). 大峰閣，熊本，1998.
- 6) 河上敬介：筋のかたちとストレッチング. 理学療法学 26:85-89, 1999