

平成23年度 新人セラピスト教育研修

明日から使える 関節可動域訓練 ver.2

医療法人社団 幸隆会 多摩丘陵病院
理学療法科 理学療法士 中澤幹夫

平成23年12月15日(木)

基本的な知識

関節可動域制限とは？

はじめに

- 関節可動域制限は、われわれが治療対象としている臨床症例のほとんどに認められ、理学療法士・作業療法士などのリハビリテーション医療従事者は関節可動域制限の治療に多くの時間と労力を費やしている。
- 関節可動域とは、関節を自動または他動運動させた可動範囲のことをいう。
- 一般的に他動関節可動域が「関節可動域表示ならびに測定法」の参考可動域を満たさない場合に関節可動域制限が存在すると捉える。

沖田実 編集:関節可動域制限—病態の理解と治療の考え方—三輪書店 2008

「関節可動域表示ならびに測定法」

日本整形外科学会、日本リハビリテーション医学会 1995年改訂

部位名	運動方向	角度	基本軸	補助軸	測定法および注意点
肩甲骨 shoulder girdle	屈曲	20°	両側の肩峰を結ぶ線	頭頂と肩峰を結ぶ線	前面から測定する。
	伸張	20°	両側の肩峰を結ぶ線	肩峰と胸骨上縁を結ぶ線	
	掌上	20°	両側の肩峰を結ぶ線	肩峰と胸骨上縁を結ぶ線	
	引き下げ(下制)	10°	両側の肩峰を結ぶ線	肩峰と胸骨上縁を結ぶ線	
肩 shoulder	屈曲(前方掌上)	110°	肩峰を通る床への垂直線(立位または座位)	上腕骨	前腕は中間位とする。体幹が動かないように固定する。脊柱が前後屈しないように注意する。
	伸張(後方掌上)	50°	肩峰を通る床への垂直線(立位または座位)	上腕骨	体幹の側屈が起こらないように90度以上になったら前腕を回外することを原則とする。
	外転(側方掌上)	110°	肩峰を通る床への垂直線(立位または座位)	上腕骨	体幹の側屈が起こらないように90度以上になったら前腕を回外することを原則とする。
	内転	0°	肩峰を通る床への垂直線(立位または座位)	上腕骨	前腕は中間位とする。
	外旋	60°	肘を通る前額面への垂直線	尺骨	上腕を体幹に接して、肘関節を前方90度に屈曲した状態で行う。前腕は中間位とする。
	内旋	50°	肘を通る前額面への垂直線	尺骨	上腕を体幹に接して、肘関節を前方90度に屈曲した状態で行う。前腕は中間位とする。
肘 elbow	水平屈曲(水平内転)	135°	肩峰を通る矢状面への垂直線	上腕骨	肩関節を90度外転位とする。
	水平伸張(水平外転)	30°	肩峰を通る矢状面への垂直線	上腕骨	肩関節を90度外転位とする。
肘 elbow	屈曲	145°	上腕骨	橈骨	前腕は回外位とする。
	伸張	5°	上腕骨	橈骨	前腕は回外位とする。
前腕 forearm	回内	50°	上腕骨	手指を伸展した手平座	肩の回旋が入らないように肘を90度に屈曲する。
	回外	50°	上腕骨	手指を伸展した手平座	肩の回旋が入らないように肘を90度に屈曲する。
手 wrist	屈曲(掌屈)	50°	橈骨	第2中手骨	前腕は中間位とする。
	伸張(背屈)	70°	橈骨	第2中手骨	前腕は中間位とする。
	内転	25°	前腕の中央線	第2中手骨	前腕は回内位で行なう。
	外転	25°	前腕の中央線	第2中手骨	前腕は回内位で行なう。

下肢関連のADLに必要な可動域

① 椅子に座掛けて靴の紐を結ぶ	股関節屈曲120° 膝関節屈曲106°
② 椅子に座掛ける	股関節屈曲120° 膝関節屈曲90°
③ 階段を昇る	股関節屈曲67° 膝関節屈曲83°
④ 階段を降りる	股関節屈曲38° 膝関節屈曲83°
⑤ シャワーで物を洗う	股関節屈曲120° 膝関節屈曲117°

里宇明元:廃用症候群とリハビリテーション。

回復期リハビリテーション病棟セラピストマネジャーコース講義集。2011

関節可動域制限の原因

拘縮(contracture)

- 関節周囲軟部組織が原因で生じた関節可動域制限。
- 皮膚や皮下組織、骨格筋、腱、靭帯、関節包などといった関節周囲に存在する軟部組織が器質的に変化したことによる関節可動域制限と定義されている。

強直(ankylosis)

- 関節構成体自体が原因で生じた関節可動域制限。
- 関節リウマチなどの軟骨破壊後の骨性強直を除いては、関節周囲軟部組織の変化が合併している場合が多く、強直を拘縮と厳密に区別することは難しい。

沖田実 編集:関節可動域制限—病態の理解と治療の考え方—三輪書店 2008

基本的な知識

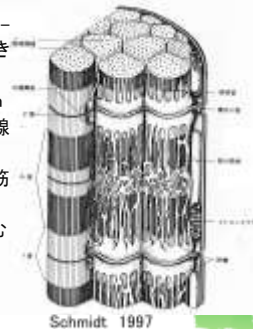
骨格筋の構造

粘弾性を理解する為に

山田茂、福永哲夫 編集：骨格筋—運動による機能と形態の変化—ナック。1997
 沖田実 編集：関節可動域制限—病態の理解と治療の考え方—三輪書店2008

骨格筋の構造

- 筋線維 (muscle fiber) : 直径 10-150 μ m、長さ数 cm ~ 約 30 cm のきわめて長い細胞 (骨格筋細胞)
- 筋原線維 (myofibril) : 直径 1-2 μ m
- 筋内膜 (endomysium) : 個々の筋線維を包む
- 筋周膜 (perimysium) : いくつかの筋線維を束ねて包む
- 筋外膜 (epimysium) : 筋全体を包む



筋繊維のタイプ

- **タイプ I 線維 (遅筋)**
 ミオグロビン ↑、毛細血管 ↑、有酸素性代謝能力 ↑、ミトコンドリア数 ↑、サイズ大
- **タイプ II 線維 (速筋)**
 筋小胞体発達、大きい力、グリコーゲン貯留 ↑、無酸素性代謝作用 ↑、ミトコンドリア数 ↓、サイズ小
- ✓ **タイプ II A 線維**
 酸化酵素活性 ↑、疲労耐性は I に匹敵するほど高い
- ✓ **タイプ II B 線維**
 酸化酵素活性 ↓、瞬発的、易疲労
- ✓ **タイプ II C 線維**
 I と II の中間的性質

* 1つの筋の中には、色々なtypeの筋線維が存在する。

筋線維の粘弾性



- アクチンとミオシン頭部が結合し、クロスブリッジを形成する。
- ミオシンは両側からコネクチンによって支えられ、常に筋節の中央部に位置する。
- 筋線維の粘弾性は、クロスブリッジやコネクチンによって発揮される。

線維

コラーゲン線維

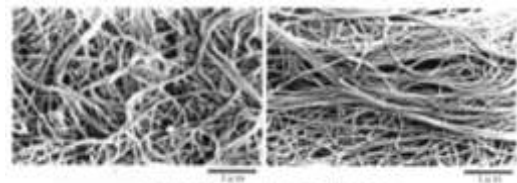
- それ自体には弾性はないが、張力に対して強い抵抗性を示す特性がある。これは、架橋結合に基づくもの。
- 筋膜や皮膚には、十分な滑走性があり、網状の形態となす。

エラステン線維

- もとの長さの2-2.5倍まで伸張可能で、伸張力除かれればもとの長さに戻る。

* 組織が伸張されるとエラステン線維の弾力が応じ、さらに伸張するとコラーゲン線維の弾力が応じ、さらに強く伸張するとコラーゲン線維は伸びきった状態になり、抗張力を発揮して組織がそれ以上引き伸ばされることはない。

筋膜の粘弾性



骨格筋が弛緩しているときには様々な方向に走行し、伸張されると、その走行は伸張された方向に縦走する。

基本的な知識

筋力

才藤栄一:リハビリテーション医療に必要な運動学,セラピストマネジャーコース講義集,2011
木村貞治:運動生理学の測定方法の原理とデータ解釈—筋力測定—
<http://supp.wakasato.jp/Material/Medicine/cai/text/subject02/no7/html/section1.html>

筋収縮の種類

- 等張性 isotonic
- 等尺性 isometric
- 等運動性 isokinetic

- 求心性 concentric
- 等尺性 isometric
- 遠心性 eccentric

張力



筋張力は筋長と速度で変わる

長さ—張力曲線

- 全張力 = 活動張力 + 静止張力
- 活動張力は安静時長付近で最大
- 静止張力は伸張時に増大

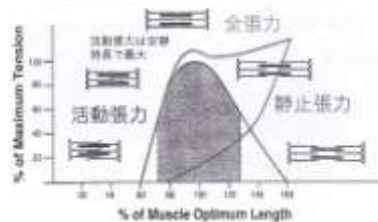
速度—張力曲線

- 筋張力は遠心性収縮の方が大きい
- 筋張力は求心方向に速いほど小さい



長さ-張力曲線

全張力 = 活動張力 + 静止張力



筋力調整機構

動員 recruitment

- 動員する運動単位 (MU: motor unit) の種類と総数による調節
- 遅筋線維 (Type I), 速筋線維 (Type II) など異なった特性を有する筋線維が、どのくらい動員されるかということによる調節
- Henneman's Size Principle: 小さな運動単位より動員される

頻度調節 rate coding

- α 運動神経の発火頻度による調節
- α 運動神経細胞が単位時間あたりにどのくらい発火するかということによる調節

同期化 synchronization

- 運動単位の活動時相による調節
- 運動単位 (motor unit) の同期性, 言い換えれば, 活動のタイミングによる調節



基本的な知識

不活動による骨格筋の変化



筋原線維の超微細構造

A,B: 対照群
C,D: 懸垂筋

懸垂筋では、筋原線維直径が小さく、Z線が不規則な並びになっている。

山田茂、福永哲夫 編集: 骨格筋—運動による機能と形態の変化—ナツブ。1997

コラーゲン線維の変化

不動4週後以降、多くのコラーゲン線維が筋線維の長軸方向に対して横走している。

沖田実: 関節可動域制限の病態生理. 理学療法20-6.p603-611.2003

蛋白質量の変化

筋の量的な変化は、蛋白質の合成量と分解量の差し引き後の蛋白質量に依存する。合成が分解より少なく、細胞への蛋白質蓄積量の低下をもたらしている。

約6時間後より、蛋白質の合成が低下する。

図3 蛋白質の合成と分解の経緯

灰田信英: 筋萎縮メカニズムの研究と理学療法. 理学療法20-7.p744-747.2003

筋組成の変化

図6 4週間のギプス固定、後肢懸垂および7日間の手足増行によるラットヒラメ筋の筋線維組成の変化(文獻5, 7, 20より作成)

不活動により type I 線維の割合の減少と type II 線維の割合の増加が観察される。中間線維: type I 線維と type II 線維の中間の特性を有する筋線維。

Type I から type II への移行が起こる。

山田茂、福永哲夫 編集: 骨格筋—運動による機能と形態の変化—ナツブ。1997

骨格筋の機能的な適応

- 運動型ミオシンが減少し、速筋型ミオシンが増加する。この傾向は type I で顕著である。
- Type I において、type I 線維より type II 線維への移行が起こり、相対的に type II 線維の割合が増加する。その結果、type I に含まれる type I 線維の割合が減少し、筋が type II へ移行する。
- Type II では、筋組織の変化は、ほとんどおこらない。

a) 収縮繊維		
収縮繊維の属性	不活動(垂下鼠)	運動(増大鼠)
最大収縮力	減少	増加
最大筋線維パワー	減少	増加
最大筋線維速度	増加	減少
筋線維速度	増加	変化なし
4/25 運動型ミオシンの筋線維割合	増加	減少
運動型ミオシンの筋線維割合	減少	増加
速筋型ミオシンの筋線維割合	増加	減少
筋線維のミオシン ATPase 活性	増加	減少

b) 代謝繊維		
代謝繊維の属性	不活動(垂下鼠)	運動(増大鼠)
運動	増加	変化なし
解糖系代謝活性	減少	減少
酸化系代謝活性	増加	減少
解糖系代謝活性	減少	減少

山田茂、福永哲夫 編集: 骨格筋—運動による機能と形態の変化—ナツブ。1997

ヒアルロン酸(HA)

10週齢のラットを2週間、短縮位固定した。HAの減少により、筋膜の保水性が低下し、コラーゲン線維網の結合がタイトな様相に変化し、筋の粘弾性が低下した。血中HA濃度が増加したのは、筋組織から分子量の低いHAが逸脱した結果である。

中徹: 骨格筋におけるヒアルロン酸の研究と理学療法. 理学療法20-7.p748-756.2003

基本的な知識

廃用症候群

里宇明元：廃用症候群とリハビリテーション。
回復期リハビリテーション病棟セラピストマネジャーコース講義集、2011

廃用症候群とは

- 安静臥床や不活動状態が長期に渡り続くことにより、各臓器・系に生じる二次的機能障害

里宇明元

- 特定の器官を長期間、動かさないことによって生じる障害。他の疾病の治療のための安静状態や、高齢で動けなくなるなどが原因。筋萎縮・筋力低下などの運動機能障害や臓器の障害、床擦れなど。生活不活発病。

デジタル大辞泉

各臓器・系に生じる廃用症候群

筋骨格系

筋力低下、筋萎縮、拘縮、骨粗鬆症

心血管系

循環血液量の低下、筋機能低下、起立性低血圧、血栓塞栓症、全身持久力低下

呼吸器系

換気障害、上気道感染、荷重側廃障害(肺炎、無気肺)

代謝系

アンドロゲン、成長ホルモン、上皮小体ホルモン、インスリン、電解質、タンパクの変化

泌尿器系

排尿困難、尿路感染、尿路結石

消化器系

便秘、食欲不振、体重減少

神経系

感覚障害、不安、抑うつ、錯乱、知的能力の減退、協調運動障害

皮膚

褥創

基本的な知識

筋連結

河上敬介、小林邦彦 編集：骨格筋の形と触診法 大峰閣、1998

筋連結

- 筋線維の始まりや終わりが骨(骨膜)のみではなく、隣接する筋の筋膜や腱にもあることが多い。このような、隣接する2つの骨格筋において、それぞれの尖端同士が、腱、筋間中隔、骨間膜、関節包または靭帯を介して接続することを筋連結と呼ぶ。
- この筋連結は全身の筋の至る所で観察できる。
- このような筋連結をもつ筋にストレッチする場合、十分に伸張される部分と、そうでない部分がある。この場合、筋連結をもつ筋を含めたストレッチングが必要となる。

上肢の筋連結



図3 上肢の筋連結。
筋連結とは、隣接する2つの骨格筋を介して、筋線維のある筋同士を接続すること。



基本的な知識

皮膚運動学

福井勉 編集:皮膚運動学 機能と治療の考え方 三輪出版.2010

皮膚 Skin

- 体表面を覆っている連続した膜状の器官で、口や肛門などの開口部で粘膜に移行する。
- 身体の内部環境の恒常性を維持し、また体内の異常を反映させるなど、複雑な機能を営む特殊な器官である。

川村太郎:Yahoo百科事典 皮膚 <http://100.yahoo.co.jp/detail/%E7%9A%AE%E8%86%9A/>

皮膚運動の原則

原則1

皺ができれば、さらに皺が深くなる運動は抑制される。伸張された皮膚の部位は、さらなる伸張方向への運動は抑制される。

図30 皺がよる部位とその反対側は、ともに運動も抑制される。

図31 体幹の彎曲とその反対側の伸張抑制領域

皮膚運動の原則

原則2

伸張されている部位を弛緩すると伸張方向への運動が大きくなる。また、弛緩部位が伸張されると弛緩方向への運動が大きくなる。

図34 原則2
 a. 皺がよる部位とその反対側
 b. 弛緩方向に運動すると運動量伸張が大きくなる

皮膚運動の原則

原則3

皮膚の運動方向は関節の骨運動と連動し、骨どうしが近づく運動では皮膚は関節から離れる方向へ動き、骨どうしが遠ざかる運動では関節に近づく。また、回旋運動では同方向に動く。

図43 腕が屈曲するときに、肘関節の骨の動きと皮膚の動きが同じ方向に近づく。この場合、肘関節の骨の動きと皮膚の動きは同じ方向に動く。

図39 肘関節の骨の動きと皮膚の動きが同じ方向に近づく。この場合、肘関節の骨の動きと皮膚の動きは同じ方向に動く。

皮膚運動の原則

原則4

皮膚は浅筋膜層で筋との間に滑走がある。そのため、皮膚の緊張線を張力の強い方向へ誘導すると身体内部との中間位が変化し、運動に影響を及ぼす。



図 41 体操を衣に実践させると右胸郭の皮膚は左下方へ、左胸郭の皮膚は左上方に移動することが感じとれる。

皮膚運動の原則

原則5

身体運動では特定部位の皮膚が伸張あるいは弛緩する。伸張されにくい部位は特定の運動方向に影響を及ぼすが、その部位が伸張できると身体運動全体が大きくなる。

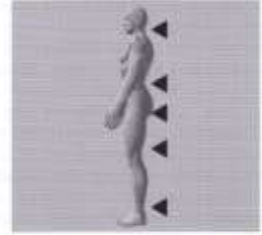


図 42 頸部、肩関節、肘関節、手関節などの前方凸部の皮膚を後方へ引き出すと関節動作が大きくなる。(玉座より引用) 運動では矢印のように関節から離れる方向へ動く。

関節運動



図 3 骨が突出する部位の皮膚を伸張させることで、それ以上の運動を制限する。
図 2 骨が突出する部位の皮膚を弛緩させることで関節運動が大きくなる。
図 4 骨上の動きは球関節の場合には、反対側の皮膚を伸張させることでその方向の動きが抑制される。

基本的な知識

関節運動学 arthrokinematics

凹凸の原理

- 運動する側の関節面が凸であれば骨運動と反対方向、凹であれば骨運動と同方向へ、骨を圧迫して関節包内の滑り運動を助ける。



しまりの位置、緩みの位置

しまりの位置(close-packed position: CPP)

- 相互の関節面が一致し、関節包及び靭帯が緊張し、関節の遊びのない位置。

緩みの位置(loose-packed position)

- 関節のしまりの位置以外の位置。
- 最もゆるい位置をleast-packed position: LPPという。

安静(緩み)の肢位

関節	肢位
肩関節	肩関節を伸展位に置く
肘関節	肘関節を90°に置く
手関節	手関節を中立位に置く
指関節	指関節を中立位に置く
腕関節	腕関節を伸展位に置く
肘関節	肘関節を90°に置く
手関節	手関節を中立位に置く
指関節	指関節を中立位に置く
肩関節	肩関節を伸展位に置く
肘関節	肘関節を90°に置く
手関節	手関節を中立位に置く
指関節	指関節を中立位に置く
腕関節	腕関節を伸展位に置く
肘関節	肘関節を90°に置く
手関節	手関節を中立位に置く
指関節	指関節を中立位に置く

安静(緩み)の肢位は、適切な関節潤滑を提供し、また軸回旋、すべりおよび回転の関節運動学的な運動を可能とする。

奈良勲、黒澤和生、竹井仁 編集:系統別・治療手技の展開 協同医書出版社,1999

構成運動(component movement)

- 他動的または自動的な骨運動に伴って起こる関節面の動き。
 - ① **すべり(slide)**: 一方の関節面の接触部位を変えないで他方の関節面が接触面を変えながら動くこと
 - ② **転がり(roll)**: 相互の関節面の接触部位を一对一の割合で変えながら動くこと
 - ③ **軸回旋(spin)**: 一方の関節面に対して他方の関節面が、その中心軸の周りに回転すること

副運動(accessory movement)

- 骨運動を伴わないで起こる関節面相互の運動。
- 関節周囲の筋が弛緩し、関節包・靭帯が緩んで余裕のある状態で、他動的に相互の関節面を平行にずらしたり、離開する事ができる。
- 関節の遊び(joint play)ともいい、LPPの位置で最大になる。

運動療法の紹介

mobilization

奈良勲、黒澤和生、竹井仁 編集:系統別・治療手技の展開 協同医書出版社,1999

軟部組織モビライゼーション(soft tissue mobilization)

- 神経系、筋系、リンパ系や循環系に対する効果を生み出す目的で行う手技であり、具体的には組織の緊張と伸展性の変化を期待するものである。
- 横断マッサージ、機能マッサージ、ストレッチングなどいろいろな手技がある。

横断マッサージ(Quer massage)


- 組織の線維走行に対して横切る、すなわち横断的に行うマッサージ。



図 1-4 横断按摩(線維に対して垂直)の手技 (糸原隆、田原昭) の横断マッサージ


機能マッサージ(Functional massage)

- 筋、腱、靭帯の線維走行に対して平行に行う。そして関節を同時に動かして軟部組織の伸張性を図るもの。



筋の遊び(Muscle Play)

- 関節の遊びと同様に、正常な筋と筋の間には動きの遊びがある。



運動療法の紹介

ANATOMY TRAINS

アナトミー・トレイン徒手運動療法のための筋筋膜経線

Thomas W.Myers 著、松下松雄 訳：アナトミー・トレイン徒手運動療法のための筋筋膜経線 医学書院 2009
 Thomas W.Myers: Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. Churchill Livingstone.2001

仮説


筋それぞれがどのように作用しても、筋は筋膜網の中で、機能的に統合された全身の連続体を通して作用する。筋の層と線は、身体の結合組織の縦糸と横糸に沿って走り、追跡可能な筋筋膜の‘経線(meridian)’を形成している。筋膜のひずみは、緊張、固定、代償、そしてほとんどの運動が、すべての経線に沿って広がる。

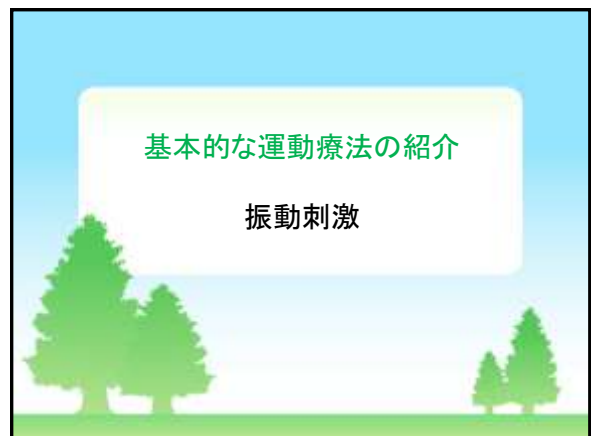
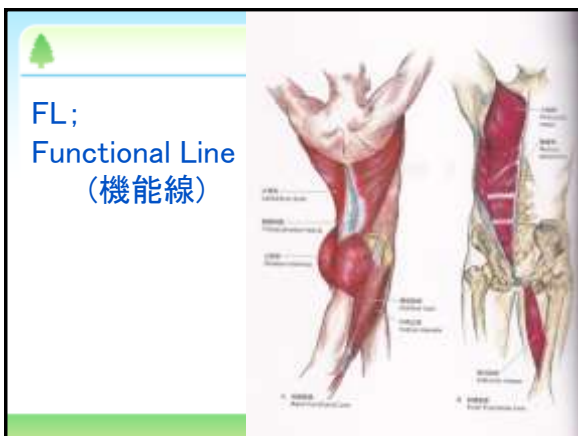
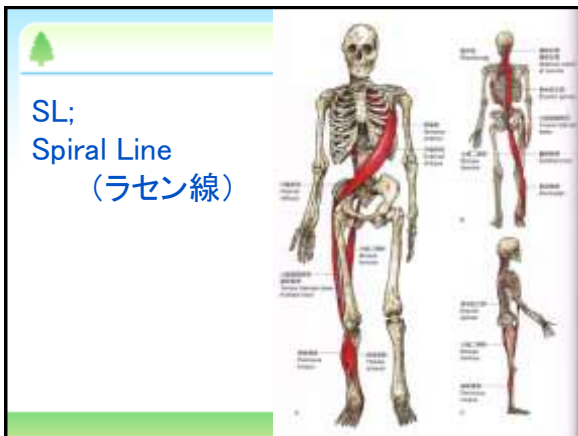
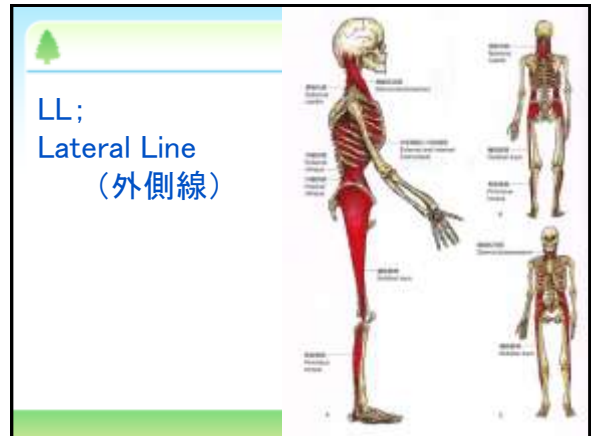
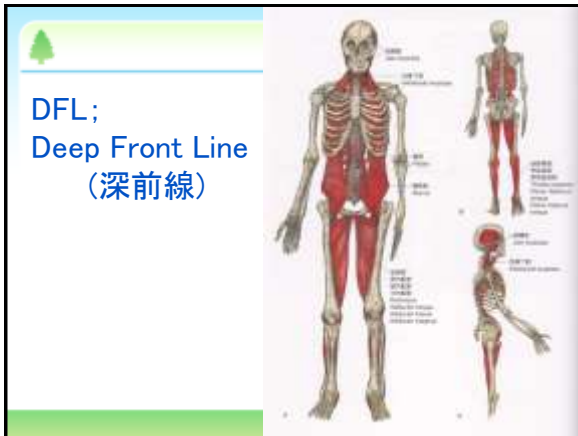
- SBL:Superficial Back Line(浅後線)
- SFL:Superficial Front Line(浅前線)
- DFL:Deep Front Line(深前線)
- LL:Lateral Line(外側線)
- SL:Spiral Line(ラセン線)
- Arm Line(腕線)
- Deep Front Arm Line(深前腕線)
- Superficial Front Arm Line(浅前腕線)
- Deep Back Arm Line(深後腕線)
- Superficial Back Arm Line(浅後腕線)
- FL:Functional Line(機能線)

SBL; Superficial Back Line(浅後線)



SFL; Superficial Front Line(浅前線)





シナプス前抑制

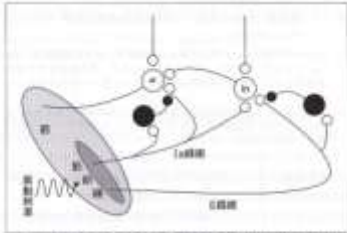
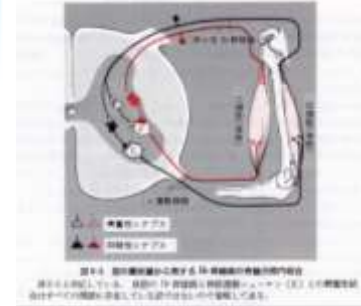


図 1-4 運動興奮によるシナプス前抑制の神経経路 (文庫より改定)

a: 運動神経, b: Interneuron (中間神経), c: 寄りつみた合在神経はシナプス前抑制を示す

沖田実 編集: 関節可動域制限一病態の理解と治療の考え方一三輪書店 2008

Ib抑制



Robert F.Schmidt著、内園耕二ら訳: 神経生理学 第2版、金芳堂、1988

引用・参考文献

1. 沖田実 編集: 関節可動域制限一病態の理解と治療の考え方一三輪書店 2008
2. 沖田実: 関節可動域制限の病態生理. 理学療法20-6. p603-611. 2003
3. 沖田実、中野治朗: 結合組織の構造・機能の研究と理学療法. 理学療法20-7. p719-725. 2003
4. 灰田信英: 筋萎縮メカニズムの研究と理学療法. 理学療法20-7. p744-747. 2003
5. 中徹: 骨格筋におけるヒアルロン酸の研究と理学療法. 理学療法20-7. p748-756. 2003
6. 立野謙彦: 下肢筋の組織学的変化と臨床応用. 総合リハ30-2p113-117. 2002
7. 河上敬介、小林邦彦 編集: 骨格筋の形と触診法. 大峰閣. 1998
8. Thomas W.Myers著、松下松雄 訳: アナトミー・トレン徒手運動療法のための筋筋膜線. 医学書院. 2009
9. Thomas W.Myers: Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. Churchill Livingstone. 2001
10. R.Louis Schultz, Rosemary Feitis 著、鈴木三夫 訳: エンドレス・ウェーブ身体の動きをつくり出す筋膜の構造とつながり. 市村出版. 2010
11. Robert F.Schmidt 著、内園耕二 役: 神経生理学 第2版. 金芳堂. 1988
12. 奈良勲、黒澤和生、竹井仁 編集: 系統別・治療手技の展開. 協同医書出版社. 1999
13. 川村太郎: Yahoo百科事典 皮膚. <http://100.yahoo.co.jp/detail/%E7%9A%A8%E8%86%9A/>
14. 里宇明元: 廃用症候群とリハビリテーション. 回復期リハビリテーション病棟セラピストマネジャーコース講義集. 2011

引用・参考文献

15. 才藤栄一: リハビリテーション医療に必要な運動学. 回復期リハビリテーション病棟セラピストマネジャーコース講義集. 2011
16. 木村貞治: 運動生理学の測定方法の原理とデータ解釈一筋力測定一. <http://supg.wakasato.jp/Material/Medicine/cai/text/subject02/no7/html/section1.html>
17. 関節運動学. <http://www5.ocn.ne.jp/~konishi/mokuzi.htm>
18. 関節の位置. <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Ayame/5773/jfkinetic5.html>
19. Michael Schunkeら著、坂井 建雄ら監訳: プロメテウス 解剖学アトラス 解剖学総論/運動器系 第2版. 医学書院. 2007

