

膝スポーツ外傷・障害

6月26日（土）、東京医科歯科大学にて、東京スポーツ整形外科
研修会の第3回スポーツリハビリテーションワークショップが
「膝スポーツ外傷・障害」をテーマに開催された。医師、理学療

法士を中心に261名の参加となり盛況であった。なお、第4回の
ワークショップは10月2日（土）に「下腿・足関節・足部のス
ポーツ外傷・障害」のテーマで開催予定。

1 膝スポーツ外傷・障害

松本秀男 慶應義塾大学 スポーツ医学総合センター

膝関節の構成体が一度の大きな外力や筋力によって損傷するのが膝関節スポーツ外傷であり、繰り返し微小な外力が加わって症状が発生するのが膝関節スポーツ障害である。

膝関節スポーツ外傷

(1) 靱帯損傷

内側側副靱帯 (MCL)、外側側副靱帯 (LCL)、前十字靱帯 (ACL)、後十字靱帯 (PCL) のいずれか、または複数の損傷に伴う関節不安定性はスポーツ活動の継続に大きな影響を及ぼす。

急性期には筋力低下を防ぎ、損傷の拡大を防ぎながら炎症症状を鎮めることが重要である。支柱付サポーターの処方、消炎鎮痛剤、アイシングなどで炎症所見の鎮静化を待つ。炎症が鎮静化したら、関節不安定性の確認し、単純X線写真やMRI所見で骨、靱帯、半月板、関節軟骨等の状態を検討して、本人の活動性や希望も考慮して治療方針を決定する。

MCL損傷はその修復を目的として、装具を用いた積極的保存療法が行われることがある。近年、ACLやPCL損傷に対しても修復の可能性が注目され、積極的保存療法が行われている。一方、陳旧例に対しては筋力強化などを目的とした対症的保存療法が行われる。

また、MCL損傷に対しては受傷後可及的早期に縫合術が行われることがある。一方ACLやPCL損傷では縫合術の成績は安定せず、スポーツ活動中に自覚的に不安定性が残る場合には再建術が必要となる。

(2) 半月板損傷

半月板損傷も頻度の高いスポーツ外傷である。外側より内側半月板損傷が多い。長期間のスポーツ活動により徐々に変性や小断裂が

進んだものや、靱帯損傷を放置したことによる二次的な合併損傷も存在する。

損傷部の圧痛、屈伸に伴う疼痛やクリックを認める。単純X線写真で変形性の変化などを確認した後、MRIで半月板の状態を検討し、症状や活動性を吟味して治療方針を決定する。

半月板は重要な荷重伝達組織であり、安易に切除術を行わず、可能であれば縫合術を行うが、損傷の部位、形態等によっては部分切除術を行わざるを得ない場合もある。

(3) その他の膝関節外傷

女性アスリートに多いのは膝蓋骨脱臼である。膝蓋骨の骨軟骨骨折を合併する場合には、急性期の手術を要する。陳旧例に対しては大腿四頭筋の強化などの対症療法、内側膝蓋大腿靱帯 (MPFL) の再建術などが行われる。

膝関節スポーツ障害

(1) ジャンパー膝とオスグッド病

ジャンプや着地、ダッシュやストップなど膝関節の伸展機構に繰り返し張力が加わって生じる障害である。骨端線閉鎖前の脛骨粗面の骨端が障害されるのがオスグッド病である。

ジャンパー膝では膝蓋骨下極付近の圧痛、オスグッド病では脛骨粗面の膨隆と圧痛が特徴である。いずれも、抵抗を与えながら膝関節を自動伸展させると疼痛を訴える。単純X線ではオスグッド病では脛骨粗面の突出や不整化を認める。ジャンパー膝はMRIで病巣部の炎症所見や腫大像を認める (図1)。

治療は大腿四頭筋ストレッチ、深屈曲動作の回避、運動後のアイシングなどである。

(2) 腸脛靱帯炎 (ランナー膝)

膝関節の屈伸に伴って腸脛靱帯が大腿骨外



図1 ジャンパー膝のMRI所見。病巣部の炎症所見と腫大像を認める

側顆との機械的摩擦により炎症を起こすのが腸脛靱帯炎である。長距離ランナーに多く発症することからランナー膝と呼ばれる。

大腿骨外側顆に圧痛を認める。稀に腫脹を伴うこともある。単純X線やMRIでも強い炎症を伴う場合以外は所見を認めないことが多い。

走行前のストレッチや靴の工夫がよいとされている。対症療法として運動後のアイシング、ステロイド剤の局注も行われる。

(3) その他の膝関節スポーツ障害

X線所見で膝蓋骨が複数の骨片で構成されるものを分裂膝蓋骨と呼び、ここに負荷が加わり疼痛を伴う場合に、有痛性分裂膝蓋骨と呼ばれ治療の対象になる。また、膝蓋大腿関節内側部に存在する滑膜ヒダが膝蓋大腿関節にはさまれて発症するのがタナ障害であり女性アスリートに多い。さらに、内側ハムストリングスの脛骨附着部が機械的摩擦により炎症を起こすものが鵞足炎であり、膝窩筋腱の附着部が炎症を起こすものは膝窩筋腱炎である。

これらスポーツ障害の多くは安静により軽快するが、スポーツ選手は安静をとることそのものが難しいことが多く、一例一例丁寧に対処することが大切である。

2 膝蓋骨周囲の超音波解剖よりみた膝関節スポーツ障害

林 典雄 中部学院大学リハビリテーション学部

はじめに

膝関節周囲の組織をストレッチすることにより、圧痛や動作時痛が軽減、消失する経験をお持ちの先生方も多いと思います。その解剖について明快に説明できる能力は私は持ち合わせていませんが、少なくとも広い意味で拘縮を改善することが関節痛に有効であるという事実は事実として認識する必要があります。

通常整形外科の世界では、「関節がstableであれば疼痛は生じず、unstableであると疼痛が生じる」と考えられ、脊椎の各種固定術、人工関節、骨切り術は、手術でもって関節の安定化を図ります。stableを定義するとimmobilized joint (固定された関節) と、joint of normal tracking in movement (正常軌跡で動く関節) とされていますが、理学療法士が扱う患者は後者の方向へ進めていくことが治療の方向性となります。本稿では、Anterior Knee Pain Syndrome (以下AKPS) における膝蓋骨の不安定要素について、膝蓋骨周囲の超音波解剖から考えてみることにします。

AKPSに対する運動療法の考え方

AKPSはスポーツ選手にとってミステリアスな疼痛であり。その疼痛の説明にはQ角を中心とした膝蓋骨の外方不安定性がその根拠

とされています。特にスポーツ動作時のKnee in-Toe out アライメントは動的にQ角を大きくすることになり、そのコントロールが選手のパフォーマンスを左右します。我々はinsoleによりアライメント調整を行い良好な結果を得ていますが、もう一つ重要な治療対象に膝蓋骨周囲のstiffness balanceの改善を行っています。1980年代～1990年代にかけて慶応大学の膝研究班が膝蓋大腿関節に関する機能について矢継ぎ早に発表された報告の中で、膝関節屈曲における膝蓋骨の運動を従来の遠位方向への滑走に加えて、前額面上での外旋運動 (frontal rotation) と冠状面上での内旋運動 (coronary rotation) があることがわかりました。つまり、膝関節屈曲に伴う膝蓋骨の遠位滑走とfrontalならびにcoronary rotationがいわゆるnormal trackingと考えると、そのtracking障害の改善が運動療法の方向性となります。円滑なfrontal rotationを制限する解剖学的組織としては、膝蓋骨の近位内側、遠位内側、近位外側を構成する組織、coronary rotationを制限する解剖学的組織は、膝蓋骨外側を構成する組織となります (図1)。運動療法としてはこれら組織のstiffnessを改善し、その上でmalalignmentの影響が強ければinsoleを考慮することになります。

内側支持組織の超音波解剖

内側広筋斜走線維から内側膝蓋支帯に至る部分を超音波で長軸観察してみると、その構造を明瞭に判別することができ、膝関節屈伸時には内側広筋収縮弛緩に伴う膝蓋支帯の滑走を観察できます (図2)。また、Quadriceps settingでは、内側広筋に近位への引き込みにより膝蓋支帯が近位へ引き込まれる様子が観察され、この柔軟性と滑動性が膝蓋骨運動を許容していることがわかります (図3)。次に、内側膝蓋大腿靱帯を中心に膝蓋骨の内側を短軸観察してみると、膝蓋骨、内側膝蓋支帯、内側膝蓋大腿靱帯、内側広筋斜走線維の関係が明瞭に観察できます。ここで膝関節屈伸動態をみてみると、内側広筋の収縮により内側膝蓋支帯と内側膝蓋大腿靱帯は後方 (内側上顆方向) へ牽引されるとともに、膝蓋骨内側を構成する支帯全体のボリュームが増大します。また内側広筋の弛緩とともに前方 (膝蓋骨方向) へ移動する様子とともに支帯全体のボリュームは減少します (図4)。すなわち、内側膝蓋大腿靱帯を中心としたユニットは、内側広筋斜走線維の収縮の影響を強く受けることがうかがわれ、musculo-ligamentous stabilityとも呼ぶべき構造です。逆に内側広筋を含めたstiffnessの存在は、内側支持機構への

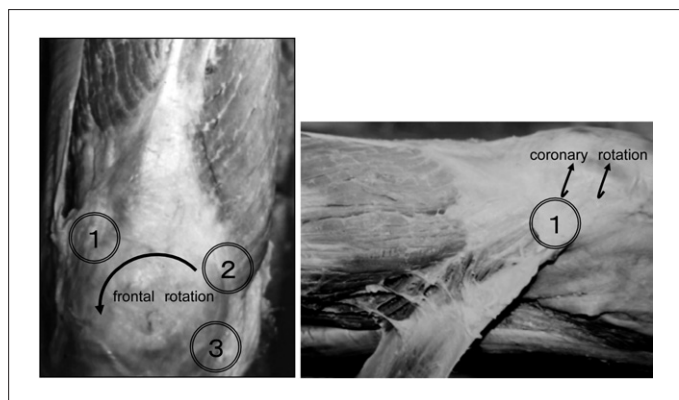


図1 膝蓋骨のfrontal rotationとcoronary rotationを制限する組織
①近位外側支持組織→外側広筋遠位部・外側膝蓋支帯縦走線維・外側膝蓋大腿靱帯・腸脛靱帯複合体
②近位内側支持組織→内側広筋斜走線維・内側膝蓋支帯縦走線維・内側膝蓋大腿靱帯
③遠位内側支持組織→内側膝蓋支帯縦走線維・内側膝蓋脛骨靱帯・膝蓋下脂肪体

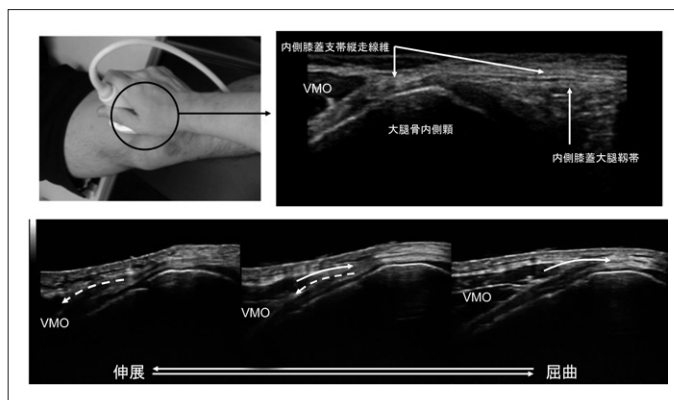


図2 膝蓋骨近位内側支持組織の超音波長軸解剖
膝蓋骨の近位内側を長軸 (図左上) 観察すると、内側広筋から膝蓋支帯へ移行する様子とともに、内側膝蓋支帯と内側膝蓋大腿靱帯の層構造が観察できる (図右上)。膝関節の屈伸時では、屈曲に伴う膝蓋支帯の遠位滑走とともに内側広筋が遠位に伸張する様子や、伸展に伴う内側広筋の引き込みに伴い、内側膝蓋支帯が近位へ滑走する様子が観察される

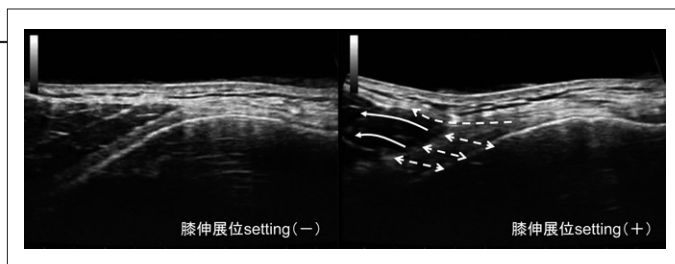


図3 Quadriceps setting時の近位内側支持組織の超音波長軸解剖
Quadriceps settingによる内側広筋の収縮は、関節運動は生じなくとも筋自体の引き込みにより、内側膝蓋支帯は近位へ伸張されるとともに大腿骨顆部の表面では膝蓋支帯の滑走が生じている。Quadriceps settingは同部の癒着予防に重要な運動療法である

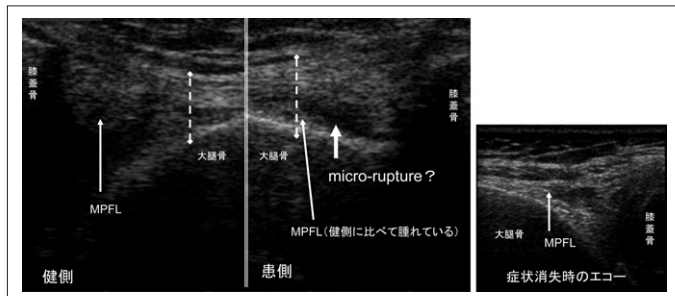


図5 内側膝蓋大腿靱帯の部分損傷
高校生の女子バスケット選手。膝前面痛を愁訴に来院した。MPFLの限局的な圧痛と、Knee in-Toe outアライメントを呈していた。エコーではMPFLの腫脹と部分断裂を思わせる低エコーを認めた。内側広筋斜走線維、外側広筋、膝蓋支帯の柔軟性改善とインソールにて症状消失した

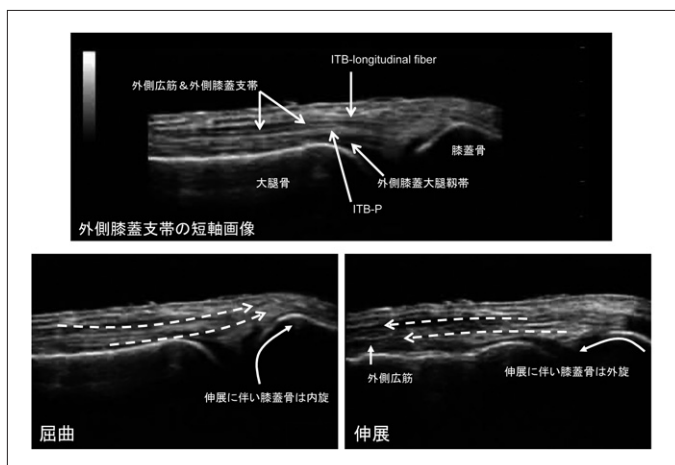


図7 膝蓋骨外側支持組織の超音波短軸解剖（外側膝蓋大腿靱帯を中心に）
膝蓋骨の外側を短軸観察すると、膝蓋骨の外側を支持する外側膝蓋大腿靱帯、ITB-P、外側広筋より続く外側膝蓋支帯、ITBの縦走線維が観察できる（図上）。膝関節の屈伸時では、屈曲に伴う外側広筋の弛緩により膝蓋支帯やITB-Pらは前方（膝蓋骨方向）へ伸張しその結果膝蓋骨は冠状面上で内旋する（図左下）。伸展時では外側広筋の収縮に伴い外側膝蓋大腿靱帯、ITB-Pらは後方（外側上顆方向）へ牽引され、膝蓋骨は冠状面上で外旋する（図右下）

張力を緩衝することができず、何らかの損傷を招くと想像できます（図5）。

外側支持組織の超音波解剖

膝蓋骨近位外側から膝蓋骨外側にかけての支持組織は、frontal rotation、coronary rotation 双方を制限する部位であり、PF 関節由来の疼痛をコントロールする上で注目すべき部

位と考えています。自験例の調査でも AKPS 症例では程度の差はあれ全例で、外側広筋、腸脛靱帯、外側膝蓋支帯の stiffness を認めていますし、Zoe Hudson らの研究でも腸脛靱帯の stiffness が PF 関節痛と関連することが報告されています。

外側支持組織の解剖学的研究は、内側に比べあまり多いとは言えません。その中で

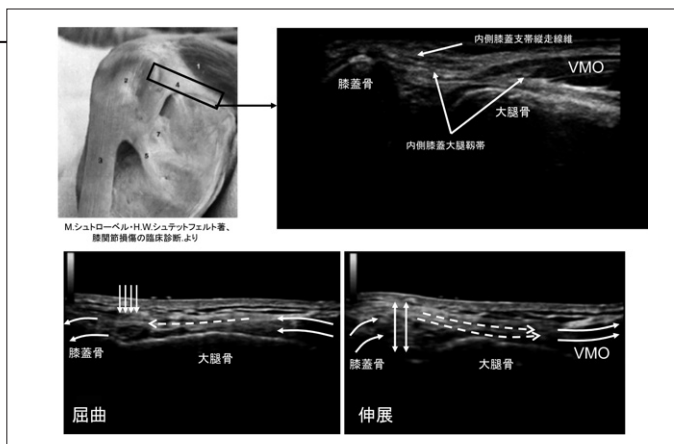


図4 膝蓋骨内側支持組織の超音波短軸解剖（内側膝蓋大腿靱帯を中心に）

膝蓋骨の内側を短軸（図左上）観察すると、膝蓋骨と内転筋結節をつなぐ内側膝蓋大腿靱帯、これに合流する内側広筋斜走線維、内側膝蓋大腿靱帯の表層には内側膝蓋支帯縦走線維が観察できる（図右上）。膝関節の屈伸時では、屈曲に伴う内側広筋の弛緩により内側膝蓋大腿靱帯は前方（膝蓋骨方向）へ伸張するとともに、その支帯全体のボリュームが減少する（図左下）。伸展時では内側広筋の収縮に伴い内側膝蓋大腿靱帯は後方（内側上顆方向）へ牽引され、あわせて支帯全体ボリュームが増大する（図右下）

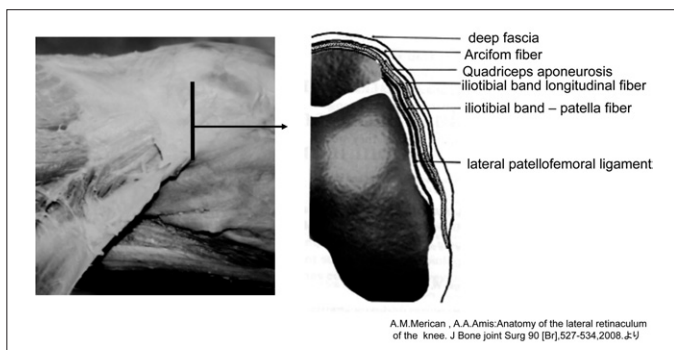


図6 Mercianによる外側膝蓋支帯の層構造

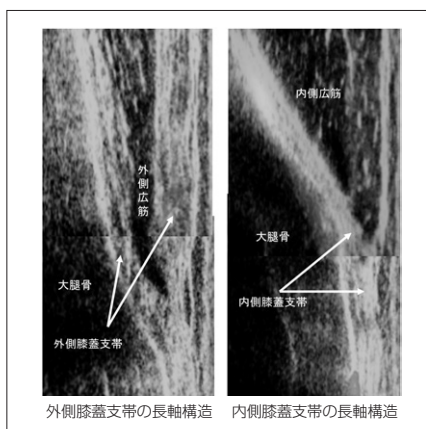


図8 膝蓋支帯の超音波長軸解剖（外側と内側の構造上の違い）
内側は内側広筋と膝蓋支帯との境界が明瞭なの 비해、外側は外側広筋の筋線維が膝蓋支帯内に根を張るように侵入し、その境界も不明瞭である

Mercian の研究は外側支持組織の構造について詳細な報告を行っています。その中で、膝蓋骨レベルの冠状断では、深層から外側膝蓋大腿靱帯、腸脛靱帯の膝蓋骨線維（ITB-P）、四頭筋腱膜、腸脛靱帯の縦走線維（ITB）、筋膜の層構造をなすことが報告されています（図6）。この構造を超音波で観察しても比較的明瞭にその層構造を確認することができま

す。ここで、膝関節の屈伸を行うと、屈曲時では外側広筋の弛緩により外側膝蓋支帯、ITB-Pは伸張し、その結果、膝蓋骨は冠状面上で内旋が生じます。伸展時では外側広筋の収縮により外側膝蓋支帯やITB-Pが牽引され、膝蓋骨では外旋運動が生じます（図7）。この動態は、外側支持組織の拘縮が正常なcoronary rotationを妨げることを予想させますし、同部の柔軟性改善によりpatella trackingが良くなる裏づけとなります。

外側支持組織の長軸画像からは、その構造

に明らかな違いがあります。内側は内側広筋と膝蓋支帯との境界が明瞭で、内側広筋の収縮により膝蓋支帯が伸張される様子が理解しやすい構造になっています。一方、外側は外側広筋の筋線維が膝蓋支帯内に根を張るように侵入し、その境界も不明瞭かつその伸張には複雑な力が生じる事が予想される構造です（図8）。臨床上、膝関節痛を訴える症例のほとんどで膝蓋骨近位外側のstiffnessが存在している事実は、この解剖学的構造に起因しているのかもしれませんが。

まとめ

AKPSの疼痛を、膝蓋骨の不安定性すなわち三次元的なtackingの乱れに求め、その動きを制限する組織の超音波解剖について説明しました。臨床上に膝蓋骨周囲の柔軟性の改善はにより症状が軽減する事実は、もう一歩進んで「何が変化しているのか？」を示す努力が我々に課せられた課題です。その貴重なツールとして超音波が今後利用されてくる可能性があります。本稿が日々の臨床のお役に立てば幸いです。

3 姿勢動作から見る身体重心と筋負担

福井 勉 文京学院大学保健医療技術学部、スポーツマネジメント研究所

重心位置

関節モーメントの計測は現在では非常に容易になっている。かつて、トルクマシンによって筋力評価を行った時代から変わり、動作全体を計測していわばその質を見るものである。しかしながら機器での計測はやはり限られた場面であり、目で見て判断することが重要であることは言うまでもない。また人の視覚が動作解析装置での差を凌駕すると思われることのほうが多いのも事実である。現場で用いることのできる重心位置と関節モーメントの視覚的判断は有益であると筆者は考えている。

重心位置の判断には、図1のように数十点つける標点マーカの代わりに2点のみを観察することで行う。それぞれを上半身質量中心、下半身質量中心と名づけた。この位置はそれぞれ、第7～9胸椎レベル、大腿部長さの中間2/3と1/2レベルとした。姿勢の局面を観察するとこの両者の中点を身体重心と考えるこ

とが第一のポイントである。上半身質量中心が下半身質量中心より後方にある場合、その両者の中点である身体重心から下方に投影した重心線は支持基底面後方に投影される。上半身質量中心と下半身質量中心の相対位置は骨盤前後傾斜角度とほぼ同義である。例えばスクワットをする際に、上半身質量中心位置が少しでも後方であれば骨盤は後傾していると考えてよい。

関節モーメント

次のポイントは関節モーメントの視覚的判断である。ある関節から上部にある質量中心位置がその関節から水平面上どの程度離れているかを考慮することで関節モーメントは大きめに判断可能である。たとえば図2のような姿勢で静止している人がいたとする。この人の股関節から上の質量中心は股関節よりは前方にあるため、股関節周りには上肢や体幹

の質量が全体として前回りに作用する。静止するためにはこの屈曲方向に回転する作用を止めるために後方回転すなわち、股関節伸展モーメントを本人が発揮しなければならないことになる。つまり図2の姿勢を見たら股関節伸展筋が作用していると考えてよいのである。したがって、体幹全体がより前方へ移動するトレーニングは股関節伸展筋トレーニングとなり得るし、図3のように脊柱に後弯が存在すれば、伸展筋を動作中に使えない可能性が高いとも言える。また脊柱の頭尾方向への伸びは腹腔内圧とも関連するため、腹腔内圧の低い人にハムストリングス収縮力が弱いという関連性も十分に考えられることになる。

このように、少し観察のトレーニングを積み重ねば早い動作でなくても動作の質や身体部位毎の関連性は十分にスポーツ現場で観察することができる。



図1 身体重心の視覚的観察方法
上半身質量中心（第7～9胸椎レベル）と下半身質量中心（大腿長上2/3と1/2の間）の中点を身体重心（黒点）と見る方法である。



図2 図の胸部の丸印は股関節より上部全体の質量中心とする。股関節周りには重力により前方に倒れようとする回転モーメントが作用するため、股関節伸展筋が作用しなければならない

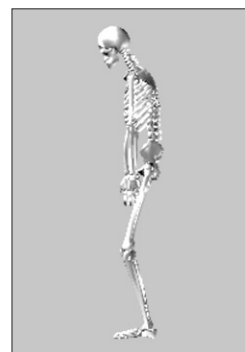


図3 胸椎後弯があるということはそれだけ、股関節から上部にある質量が前方に行きにくいため、股関節伸展筋は作用しにくい