

股関節および体幹の人工的なスティフネス増大がヒトのバランス制御に及ぼす影響

伊禮まり子

大阪保健医療大学保健医療学部理学療法学専攻

目的：軽量コルセットを用いて、股関節および体幹の関節を実験的に固定した、この人工的なスティフネスの増大が、多方向への床傾斜外乱に対するバランス制御に及ぼす影響を検討した。

方法：若年被験者 5 名 (20~34 歳) に対し以下の 3 条件にて外乱を負荷した。① コルセット着用なし、② ハーフコルセット着用 (股関節の運動を制限)、③ フルコルセット着用 (股関節と体幹の運動を制限)。外乱は、支持面の前後および左右への傾斜 (7.5deg, 60deg/s) の組み合わせからなり、6 つの異なる方向のうち 1 つの方向に傾斜した。下肢、体幹、上肢および頭部のバイオメカニカルな応答および筋電図 (electromyography : EMG) 応答が測定された。

結果：フルコルセットでは、コルセットなしに比べ、支持面の後方傾斜に対する体幹の前方への運動が減少した。スティフネスの増大に伴い、体幹の回転運動に大きな変化が認められた。支持面の左右への傾斜に対し、コルセットなしおよびハーフコルセットでは体幹は反対方向に傾斜したが、フルコルセットでは同方向に傾斜した。上肢の運動は、初期には体幹の運動と同方向にみられ、その後フルコルセット条件においてのみ大きな補償応答がみられた。ヒラメ筋、長腓骨筋および脊柱起立筋のバランス修正応答は、いずれの外乱方向においてもコルセット着用条件において減少した。

考察：これらの結果は、健康な若年被験者では股関節および体幹のスティフネス増大後の柔軟性の変化に対し、迅速かつ十分な運動戦略の修正がなされなかったことを示す。スティフネス増大への主な適応は、安定性を回復するための上肢の使用の増加であった。各コルセット条件による体幹運動の主な違いは、前額面と矢状面における制御ダイナミクスが異なるという、多リンク振り子の概念を支持する。股関節と体幹の固定により側方 and/or 後方へのバランスの低下の可能性が示されたという結果は、種々の理由により体幹のこわばりがみられる高齢者や患者に関連するであろう。

Grüneberg C, et al : The influence of artificially increased hip and trunk stiffness on balance control in man. Exp Brain Res **157** : 472-485, 2004

腰椎の運動は支持面の外乱後の姿勢回復のために重要である

伊禮まり子

大阪保健医療大学保健医療学部理学療法学専攻

目的：腰椎の運動は、特に大きくて速い外乱に応答するなどの股関節ストラテジーが求められる場合に、姿勢の安定性を補助すると考えられている。腰椎運動の開始の遅れは、慢性腰痛患者における姿勢の回復の遅延と関係し、脊椎の運動の減少が腰痛患者におけるバランス能力低下の根拠となることが示唆されている。しかし、固有感覚の低下などのほかの要因を除外できず、腰椎運動と姿勢の安定性の関係は不明なままである。本研究の著者は、腰椎運動の制限が、支持面の外乱後の姿勢回復の制御を低下させると仮説を立てた。本研究は、予測できない支持面の外乱に対する姿勢平衡の回復 [圧中心 (center of pressure : COP) の変位、バランスが回復するまでの時間、姿勢調節の数] について検討した。

方法：本研究は反復測定デザインにて行った。健康被験者 20 名を対象とし、腰椎の運動を減少させるための強固な腰椎コルセットを着用する条件と着用しない条件にて、さまざまな方向 (前方ないし後方) および振幅 (小, 中, 大) での予測できない支持面の外乱を負荷した。

結果：被験者は、腰椎コルセットを着用した場合に、よりバランスを崩し、バランスを保持するために物体を掴みやすい傾向にあった。コルセットの着用により、姿勢調節の潜時は影響を受けなかったが、姿勢回復の質は低下した。COP 変位の増大、姿勢回復に要する時間の増大、姿勢調節の数の増大。これらは、大きな外乱に対する応答で顕著に認められた。

考察：本研究の結果は、腰椎運動の制限のみでもバランスを低下させるのに十分であり、股関節などのほかに利用できる関節の運動が腰椎運動の制限を補えないことを示唆する。腰椎の運動は、小さい運動ではあるが、立位バランスの効率的な回復に重要な役割を果たすことを示唆する。腰痛を有する者における姿勢制御能の低下は、腰椎運動の減少により説明できるであろう。

Mok NW, et al : Movement of the lumbar spine is critical for maintenance of postural recovery following support surface perturbation. Exp Brain Res **231** : 305-313, 2013

膝関節拘縮の自然回復における関節性要因および筋性要因の量的・時間的相違：ラットモデルでの結果

小澤淳也

広島国際大学総合リハビリテーション学部

背景：関節拘縮は関節と筋の機械的特性を変化させる。拘縮の可逆性は、この両要素(筋と関節)の弾性の回復によって決定する。本研究の目的は、① 膝関節拘縮の自然回復における筋性および関節性要因の貢献度を調べること、② 自然回復による筋性および関節性要因の可逆性について調べることであった。

方法：合計 250 匹のラットの膝関節を外科的に 1, 2, 4, 8, 16, 32 週間固定し、さまざまな重症度の拘縮を誘導した。固定除去後、固定期間に応じて 1~48 週まで自然回復させた。回復期間経過後、ラットを安楽死させ、膝屈曲筋群の切断前(制限因子に筋性・関節性要因を含む)および切断後(制限因子は筋性要因のみ)に膝関節伸展角度を測定した。測定の際は一定のトルク(12.5 N-cm)を加えて膝関節を伸展させ撮影した。

結果：関節固定の期間が 2 週間以内では関節性制限は出現せず、筋性要因による拘縮であった(1, 2 週でそれぞれ $34 \pm 8^\circ$ および $38 \pm 6^\circ$, $p < 0.05$)。拘縮は 1 週間、2 週間の固定で生じたものは 8 週間の自由飼育により筋性制限が自然回復した。長期(4 週間以上)の関節固定では関節性制限が出現した。固定期間に依存して可動域制限は増加し、長期(固定期間の 1.5~4 倍)の自由飼育でも自然回復しなかった。

考察：短期間の不動に誘導される拘縮は筋に起因するものであり、固定除去により自然回復した。筋性制限の原因として、短縮位で固定された筋の適応変化としての筋断数減少や、膝屈曲に作用する筋の結合組織の変化が考えられる。長期不動の拘縮では、関節構造によるものであり、不可逆的であった。その原因として、後方関節包の構造的変化がその候補とされる。関節や筋の構造における機械的な顕著な変化の可逆性に関する包括的なデータは、臨床実践の基礎となる重要なデータを示す。

Trudel G, et al : Quantitative and temporal differential recovery of articular and muscular limitations of knee joint contractures : results in a rat model. J Appl Physiol 117 : 730-737, 2014

前十字靱帯損傷における男女の解剖学的リスクファクターについて

加藤茂幸

広島国際大学総合リハビリテーション学部

目的：膝関節の形状は前十字靱帯(anterior cruciate ligament : ACL) 損傷リスクに関連している。解剖学的リスクファクターは 1 つではなく、いくつかの因子が組み合わさることによりリスクが増加すると思われる。そこで本研究は、男女それぞれについてノンコンタクト ACL 損傷リスクに最も関連する膝形状を検討した。

方法：対象はノンコンタクト ACL 損傷者群 88 名(男性 27 名、女性 61 名)と、コントロール群 88 名(男性 27 名、女性 61 名)である。膝関節の磁気共鳴画像法(magnetic resonance imaging : MRI)を撮影し、脛骨プラトーの軟骨下骨および関節軟骨と半月板の形状、大腿骨顆間窩の大きさと ACL 体積を測定した。得られた測定値をもとに多変量ロジスティック回帰分析にて男女それぞれの ACL 損傷リスクファクターを解析した。

結果：女性においては、大腿骨の顆間窩幅のオッズ比は 1.5($p=0.004$)だった。また、脛骨外側プラトーの後方傾斜角のオッズ比は 1.32($p=0.0004$)だった。よって、女性では顆間窩幅の狭小、かつ脛骨の後方傾斜が高値であることが、ACL 損傷を起こす可能性の高い因子の組み合わせだった。

一方、男性では、ACL 体積(減少)のオッズ比は 1.43($p=0.013$)、外側半月板の断面角度(減少)のオッズ比は 1.23($p=0.038$)だった。したがって、男性においては ACL 体積が小さく、外側半月板の断面角度が低いことが、膝形状のなかで最も ACL 損傷リスクを増加させた。

考察：ACL 損傷に関与する解剖学的リスクファクターの組み合わせは、男女で異なっていた。女性では顆間窩幅と脛骨後方傾斜角、男性では ACL 体積と半月板断面角度の組み合わせだった。この差異は男女で異なるスクリーニングの必要性を示唆している。将来的にはコストを抑えた画像診断や、測定の自動化により費用対効果の高いスクリーニングが求められる。

Sturnick DR, et al : Combined anatomic factors predicting risk of anterior cruciate ligament injury for males and females. Am J Sports Med 43 : 839-847, 2015