

円背姿勢を呈する高齢者の方向転換における動的安定性の特徴

○山崎 航¹⁾, 畠中 泰彦²⁾

- 1) 関西医療大学 保健医療学部 理学療法学科
2) 鈴鹿医療科学大学 保健衛生学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻

【目的】

円背姿勢はバランス能力を低下させ、高齢者を転倒させる危険因子となる。方向転換時にはよりバランス能力が要求され、特に軸足と同側に下肢を振り出すスピンターンは、転倒の危険性が高い。しかし、円背姿勢の高齢者におけるスピンターンがどのように不安定であるかは明らかではない。姿勢の安定性は身体質量中心(center of mass: COM)と支持基底面(base of support: BOS)の関係性に基づくが、これはCOMの水平速度が考慮されていないため、動作中の安定性を説明するには不十分である。そのため、本研究は、動的安定性の指標として、速度を加味したCOMとBOSの境界線との距離で求められる安定性余地(margin of stability: MOS)を用いて、円背姿勢の高齢者におけるスピンターンの動的安定性の特徴を検討することを目的として行われた。

【方法】

対象は、独歩にてTimed up & Go testを13.5秒以内で遂行可能な65歳以上の円背高齢者20名と、年齢を適合させた20名の対照高齢者とした。円背群はMilneらの報告に基づいて計測した円背指数が13以上のものを対象とした。課題は4mの歩行後にスピンターンをして開始地点まで戻る動作とした。その際、光学式標点座標計測装置(Vicon Systems)を用いて、スピンターン時の関節座標をplug-in gait modelにおけるマーカー位置を基に計測した。計測した関節座標から解析ソフトウェア(Vicon NEXUS2)を用いて、COM位置および速度を算出した。また、Hofらの報告に基づいて、前後および内外側MOSを、スピンターン中の軸足の単脚支持期と両脚支持期において最大値および最小値として算出し、円背群と対照群にて比較した。統計処理には統計ソフトIBM SPSS ver.24を用いて、有意水準を危険率5%未満として、独立2群t検定を用いた。

【結果】

スピンターン中の単脚支持期においては、前後 MOSの最小値(対照群:0.16±0.03m、円背群:0.05±0.02m)、内外側MOSの最小値(対照群:-0.59±0.16m、円背群:-0.79±0.25m)ともに円背群において低値を示した($P<0.05$)。両脚支持期においても、前後 MOSの最小値(対照群:0.08±0.03m、円背群:-0.18±0.06m)、内外側MOSの最小値(対照群:-1.11±0.29m、円背群:-1.65±0.39m)ともに円背群において低値を示した($P<0.05$)。

【考察】

円背群において、前後 MOSの減少は、円背姿勢に伴うCOMの後方偏倚に起因していると考えた。また、内外側MOSは、外側への支持基底面の拡大が生じなかったため減少したと考え、円背姿勢に伴いスピンターン中における足部の床上での回旋が制限されたためであると推察した。

【結語】

円背姿勢を呈する高齢者のスピンターンにおいて、前外側への動的安定性が低下していた。円背姿勢に伴うCOMの後方偏倚、足部の床上での回旋の減少は、前後および内外側MOSを減少させる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は発表者が所属する施設の研究倫理委員会の承認(承認番号:405,19-19)を得て実施した。

能動的な歩行速度調整に関わる運動学的要因

○小久江 智耶^{1,2)}, 竹中 悠真¹⁾, 松江 優河³⁾, 黒澤 千尋⁴⁾, 土田 将之⁵⁾, 菅原 憲一¹⁾

- 1) 神奈川県立保健福祉大学 大学院 保健福祉大学研究科
2) 済生会横浜市東部病院 リハビリテーション部
3) 神奈川リハビリテーション病院 リハビリテーション科
4) 神奈川県立保健福祉大学 リハビリテーション学科 理学療法学専攻
5) 湘南医療大学 リハビリテーション学科 理学療法学専攻

【目的】

従来の歩行研究では一定の速度での課題が用いられているが、日常生活では一定の速度で歩行し続けることは少なく、目的や環境に応じて能動的に歩行速度を調整している。そこで本研究では、歩行安定性の計測・評価に有用とされている3軸加速度計を用いて、能動的に歩行速度を調整する際の、重心加速度および下肢筋の筋電図学的変化を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、健常成人17名とした。本研究では、3軸加速度計及び表面筋電計を使用した。歩行安定性の指標として、重心加速度における各軸のRMS(以下、RMSx, RMSy, RMSz)を1歩行周期ごとに算出した。筋電図の導出筋は、内側広筋、大腿二頭筋外側頭、前脛骨筋、腓腹筋とし、1歩行周期ごとに総筋活動量の積分値を算出し、各試行で得られた最大筋活動量で標準化した(以下、%EMG)。参加者は歩行条件として、快適歩行速度で歩行している中で、音を合図にできるだけ早く最大歩行速度へ移行する加速条件と、最大歩行速度で歩行している中で、音を合図にできるだけ早く快適歩行速度へ移行する減速条件の2条件を実施した。この2条件による計測を各10試行行い、参加者ごとに平均値を算出した。測定された各項目に対して、歩行速度条件ごとに、歩行周期要因の反復測定による一元配置分散分析及び有意差が認められた場合は事後検定を行った。いずれの検定も有意水準は5%とした。

【結果】

両条件ともに、一元配置分散分析の結果、全てのRMS, %EMGの歩行周期要因で、有意差が認められた($P<0.01$)。加速条件では、快適歩行時と比較して、最も早くRMSzが有意に増大した後、RMSx, RMSyの順に、有意に増大した。また%EMGでは、快適歩行時と比較して、音直後から腓腹筋、大腿二頭筋外側頭、前脛骨筋の筋活動量が有意に増大した。減速条件では、最大歩行時と比較して、RMSy, RMSx, RMSzの順に有意に減少した。また%EMGでは、最大歩行時と比較して、音直後に大腿二頭筋外側頭のみが有意に増大した。その後、腓腹筋、前脛骨筋・大腿二頭筋外側頭、内側広筋の順に有意に減少した。

【考察】

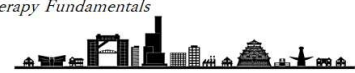
加速条件では、腓腹筋、大腿二頭筋外側頭、前脛骨筋の筋活動が速度生成の起点となる可能性が示唆された。また、筋活動量が増加するタイミングに時間的特異性が生じ、これにより歩行速度を円滑に上昇させていく可能性が示唆された。減速条件では、大腿二頭筋外側頭の活動によって前方への推進力が減少した後、段階的に筋活動量が減少していくことで、歩行速度を減少させていく可能性が示唆された。

【結語】

本研究結果から、能動的な歩行速度調整に必要な運動学的要因が明らかとなった。また歩行速度調整において、時間的特異性を持った運動学的制御が行われている可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、発表者が所属する施設の研究倫理委員会(承認番号:保大第7-20-67)の承認を得て実施した。



変形性膝関節症患者における外部膝関節内反モーメントおよび膝関節圧縮力と10年間の機能障害進行との関連：筋骨格シミュレーションによる検証

○山縣 桃子^{1,2)}, 谷口 匡史²⁾, 建内 宏重²⁾, 本村 芳樹^{2,3)}, 小林 政史³⁾, 市橋 則明²⁾

- 1) 関西医科大学 リハビリテーション学部
- 2) 京都大学大学院 医学研究科
- 3) 小林整形外科医院 整形外科

【目的】変形性膝関節症(膝OA)の機能障害に関連する指標として、これまで膝関節の圧縮力を近似した外部膝関節内反モーメント(KAM)が広く用いられてきた。一方、近年では、筋骨格モデルを用いることで膝関節の内側コンパートメントに局所的にかかる圧縮力(KCFm)を高精度で推定できることが示されている。しかし、KCFmが将来の膝OAの機能障害進行に関与するかは不明である。そこで本研究の目的は、KCFmを含めた力学的指標が膝OAによる機能障害の進行に関与するかを明らかにすることとした。

【方法】2011年にベースライン計測を行った膝OA患者38名のうち、10年後に膝関節の手術を受けておらずフォロー可能であった17名(73±7歳; Kellgren-Lawrence(KL)グレードI:2名, II:10名, III:2名, IV:3名)を対象とした。ベースライン計測では、対象者は6mの歩行路を快適速度で3回歩行し、三次元動作解析装置と床反力計によって立脚期中のKAMを計測した。また、Anybody Modeling Systemによって対象者ごとに筋骨格モデルを作成し、立脚期中のKCFmを算出した。KAMとKCFmは二峰性となるため、第一ピークと第二ピークをそれぞれ抽出し、さらにこれらの積分値も併せて算出した。また、身体機能の評価するため、日本版変形性膝関節症患者機能評価尺度(JKOM)を用いた。JKOM(100点満点)は値が高いほど身体機能が低いことを意味し、本研究では、10年間の機能障害の進行を評価するため、ベースライン時と10年後のJKOMの合計スコアの差分を算出した。JKOMスコアの変化量が正の値になった場合、身体機能が10年間で悪化したことを意味する。歩行中のKAM・KCFmの各変数がJKOMスコアの変化量と関連するかを調査するため、ベースライン時のJKOMスコアを制御変数とした偏相関分析を実施した。

【結果】欠損値のあった1名を除外し、16名のデータを統計解析に用いた。JKOMの合計スコアは、10年間で平均16.4点から平均15.9点に変化し、機能障害が悪化した対象者は5名のみであった。また、JKOMスコアの変化量は、KAMの第二ピーク($r=0.64$)と積分値($r=0.73$)、KCFmの第二ピーク($r=0.55$)と積分値($r=0.69$)と有意に関連しており、KAMやKCFmの値が小さい人ほど、JKOMスコアが低下することが明らかになった。

【考察】KAMとKCFmの第二ピークと積分値が小さい人ほど、10年後の機能障害の進行を防げることが明らかになった。またこのような関連は、第二ピークよりも積分値において強く、立脚期後半に持続的にかかる負荷を減少させることが将来の機能障害の悪化を防ぐために重要である可能性が示唆された。

【結語】KAMとKCFmの第二ピークと積分値が小さい人ほど、将来の膝OAによる機能障害の進行を防げる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】本研究はヘルシンキ宣言を順守し、所属機関の倫理委員会の承認(承認番号: R1647-1)を得て行った。対象者には紙面及び口頭で研究の趣旨を説明し、同意を得た。

変形性膝関節症の重症度と大腿骨内側軟骨の厚さ・輝度の関連

○岡田 笙吾¹⁾, 谷口 匡史¹⁾, 八木 優英¹⁾, 本村 芳樹^{1,2)}, 岡田 紗也花¹⁾, 小林 政史²⁾, 金光 京石³⁾, 市橋 則明¹⁾

- 1) 京都大学大学院 医学研究科人間健康科学系専攻
- 2) 小林整形外科医院 整形外科
- 3) 金光診療所 整形外科

【目的】

変形性膝関節症(膝OA)の軟骨変性では、軟骨量減少に先行し、質的な変性が生じる。近年、軟骨の質的な変性を検出する新たな指標として、超音波画像診断装置による軟骨輝度が注目されている。しかし、膝OAの重症化に伴う軟骨輝度の推移や、輝度の変化が軟骨厚減少に先行するかは明確でない。本研究の目的は、膝OA進行に伴う大腿骨内側軟骨の輝度と軟骨厚の推移を比較することで、輝度が膝OAの進行と関連し、軟骨の早期変性を捉えるかどうかを明らかにすることである。

【方法】

50歳以上の中高齢女性126名が本研究に参加し、全ての測定を実施できた118名(71.9±8.9歳、154.3±5.9 cm、54.9±9.2 kg)を対象とした。まず、Kellgren-Lawrence(KL)グレードで関節変形の重症度を、Knee Society Score(KSS)の症状スコアで膝症状の程度を評価した。KSS症状スコアは25点満点で、高得点ほど動作時痛などの症状が少ないことを示す指標である。超音波画像診断装置で大腿骨軟骨の内側荷重部に相当する縦断画像と膝蓋大腿関節部に相当する横断画像を撮像し、軟骨厚と輝度を測定した。軟骨厚は1画像中の3か所の平均値、輝度は手動で作成した関心領域内の平均値と定義した。横断画像については、先行研究に準じて内側部を分析に用いた。関節変形の重症度とKSS症状スコア(<23点を有症候と定義)に基づき、膝OAの重症度毎に、対照群(KL 0/1で無症候)、早期OA群(KL1で有症候)、KL2群、KL3群、KL4群の5群に分類した。従属変数を軟骨厚、輝度の各指標、独立変数を膝OA重症度の群属性(上記5群)、共変数を年齢、身長とした共分散分析を実施した。多重比較にはSidak法を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

軟骨厚について、縦断画像では対照群(平均±標準誤差; 1.42±0.08 mm)と早期OA群(1.44±0.10 mm)に対してKL3群(0.99±0.07 mm)、KL4群(0.76±0.07 mm)が、また、KL2群(1.21±0.05 mm)に対してKL4群が有意に低値を示した。横断画像では、対照群(1.62±0.08 mm)に対してKL2群(1.31±0.05 mm)、KL3群(1.31±0.07 mm)、KL4群(0.94±0.07 mm)が有意に低値を示し、KL4群は全群に対して有意に低値を示した。輝度について、縦断画像では対照群(23.5±2.4 a.u.)に対してKL2群(31.9±1.7 a.u.)、KL3群(36.5±2.1 a.u.)、KL4群(34.6±2.1 a.u.)が、早期OA群(24.5±3.0 a.u.)に対してKL3群が有意に高値を示した。横断画像ではOA重症度との関連は見られなかった。

【考察】

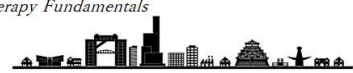
軟骨輝度は膝OA進行に伴い、軟骨厚の減少に先行して上昇した。早期膝OAでは軟骨の組成や水分含有量のみが変化し、軟骨の質的な変性が起こるとされており、軟骨輝度は早期の軟骨変性を捉えている可能性がある。

【結語】

軟骨輝度は膝OAの重症度に関連し、軟骨厚の減少に先行して上昇する。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学医の倫理委員会の承認を得て実施した。対象者には研究の内容を説明し、書面にて研究参加への同意を得た。



変形性膝関節症の初期における関節内病変と内側広筋の質的変化の特異的相関

○法貴 篤史¹⁾, 飯島 弘貴^{2,3)}, 岩崎 翼¹⁾, 松田 芳和^{4,5)}

- 1) まつだ整形外科クリニック 理学療法学科
- 2) 名古屋大学 高等研究院
- 3) 名古屋大学大学院 医学系研究科
- 4) まつだ整形外科クリニック 整形外科
- 5) 城西大学 薬学部薬学科

【目的】

変形性膝関節症において大腿四頭筋の筋力低下は病態進行の要因の1つとされており、リハビリテーション現場における主要な評価や治療の対象となる。とりわけ初期変形性膝関節症に対する大腿四頭筋の評価は、予防のための早期介入が叫ばれる今日において重要性が高まっている。骨格筋の評価法として筋断面積や筋厚といった筋量が挙げられるが、骨格筋内の非収縮組織も含まれるため、実際に発揮できる筋力について十分説明できていないという問題点がある。そのため近年では、筋量のみでなく筋の質も合わせた評価として、超音波診断装置による評価が検討されてきた。ただし、初期変形性膝関節症患者における筋の質的変化に関する詳細な報告はなく、変形性膝関節症の予防法を確立する上での障壁となっている。そこで本研究では、初期変形性膝関節症の大腿四頭筋の質的変化を超音波診断装置にて評価し、同定した筋の質的変化が関節構成体の器質的変化と関連しているかを横断的に検討した。

【方法】

外来でMRIを撮影した初期変形性膝関節症患者(Kellgren-Laurence分類grade I/II)を対象とした。必要サンプルサイズは予備計測から46名と算出され、最終的に49名52膝(女性32名、64.1±8.9歳)が分析に組み入れられた。筋の質的評価として超音波診断装置による筋輝度を用いた。大腿四頭筋のうち超音波減衰の影響を受けにくい表層にある大腿直筋と内側広筋を撮像対象とし、筋輝度、筋厚を測定した。関節内構成体の器質的変化の評価にはMRI画像を用いた。撮像されたMRI画像は膝関節の包括的な定量的評価法であるWhole-Organ Magnetic Resonance Score(以下WORMS)を用いて評価した。統計処理は一般化線形混合モデルを用いて左右の類似性を考慮し、WORMSと大腿直筋、内側広筋の各筋輝度との関連性を検討した。

【結果】

内側広筋の筋輝度は、年齢と筋厚で調整してもなおWORMSと有意に関連した($p<0.05$)。大腿直筋の筋輝度はWORMSと関連がみられなかった。

【考察】

内側広筋の質が低下している患者ほど膝関節の関節内構成体が悪化していた。一方、大腿直筋では同様の傾向はみられなかった。大腿四頭筋の中でも大腿骨長軸方向に走行する大腿直筋と線維配列に角度を持つ内側広筋とでは機能的な動きが異なる。変形性膝関節症の初期において内側広筋が発症・進行において重要な役割を担っている可能性がある。

【結語】

今回の結果から、変形性膝関節症患者の大腿四頭筋の質は関節内の病態を反映しており、初期においては大腿直筋よりも内側広筋の方が関節内構成体の器質的変化をより鋭敏に表している可能性が高いことが示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は倫理委員会の承認を得て実施された。対象者には研究の目的・危険性について記載した書面にて説明し同意を得た。

2段目までの段差高の変化による昇段時の予測的姿勢調節の特性

○愛甲 拓海¹⁾, 黒木 堯稀¹⁾, 浦野 雄飛²⁾, 萬井 太規¹⁾

- 1) 大分大学大学院 福祉健康科学研究科 健康医科学コース
- 2) 大分大学 福祉健康科学部 理学療法コース

【目的】

予測的姿勢調節(APAs)は、中枢神経系(CNS)による主動作に先行する姿勢調節である。昇段時において、遊脚直前の足圧中心点(COP)の最大後方変位(後方APAs)は、段差高の影響を受けなかった(Gelat, 2000)。一方、COPの後方変位後、遊脚開始までに観測される前方への最大COP変位(前方APAs)は、段差高が高いほど、より前方に変位することが示された(萬井ら, 第26回日本基礎理学療法学会, 2021)。前方APAsは、段差情報を踏まえて調整されることが示唆される。さらに、CNSは、2~4段先を注視して段差の情報を取得し、構造に適した姿勢制御を行うことが示されている(Miyasike-daSilva, 2011)。ゆえに、CNSは、2段目以降の段差の情報に基づいてAPAsを調整することが考えられる。本研究の目的は、1段目と2段目の段差高を変化させることにより、昇段時のAPAsの特性について明らかにすることであった。

【方法】

17名の健常成人(20.8±0.4歳)を対象とした。三次元動作解析装置と2枚の床反力計を同期させ、体重心(COM)とCOPを算出した。対象者は、歩幅の50%の位置に設置された2段目の段差を最大速度で昇段し、2段目で足を揃えて静止するよう指示された。1段目の段差高を15cmと25cmの2条件設定し、さらに、2段目の段差高を1段目の高さと同じ条件(0cm)、10cm低い条件(-10cm)、10cm高い条件(+10cm)の3条件、計6条件を実施した。条件順はランダムとし、7回ずつ実施した。後方APAs、前方APAsを算出した。さらに、1歩目までの前方及び上方のCOM速度を算出した。1段目の段差高と2段目の段差高を要因とする二元配置分散分析を行い、多重比較にはBonferroni法を用いた。前方APAsとCOM速度との相関は、Pearsonの積率相関係数を用いた。有意水準は5%未満とした。

【結果】

後方APAsは、条件間の主効果および交互作用が認められなかった。前方APAsは1段目の条件間にのみ有意な主効果が認められ($p=0.016$)、15cm条件と比較し、25cm条件で有意に拡大した($p=0.016$)。また、COM上方速度は1段目の条件間にのみ有意な主効果が認められ($p<0.01$)、15cm条件と比較し、25cm条件で有意に増加した($p<0.01$)。前方APAsとCOM上方速度との間に有意な正の相関が認められた($p=0.03$, $r=0.37$)。

【考察】

前方APAsは1段目の段差高が高いほど拡大し、2段目の段差高による変化は認められなかった。CNSは、1段目の段差高に合わせて前方APAsを調整している。また、CNSは、前方APAsの調整により1段目の段差高に適したCOM上方速度を産生していることが示唆される。

【結語】

昇段開始時において、CNSは、2段目の段差高を考慮してAPAsを調整しない。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、大分大学福祉健康科学部の研究倫理委員会の承認を得て実施した(F200018)。

