

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】

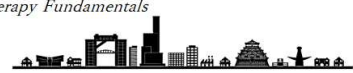
前方APAsは1段目の段差高が高いほど拡大し、2段目の段差高による変化は認められなかった。CNSは、1段目の段差高に合わせて前方APAsを調整している。また、CNSは、前方APAsの調整により1段目の段差高に適したCOM上方速度を産生していることが示唆される。

【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)。



視覚誘導性自己運動感覚と身体機能の関係

○池田 幸広^{1, 2)}, 江口 淳子¹⁾, 中山 彰一¹⁾

- 1) 福岡リハビリテーション専門学校 理学療法学科
- 2) 九州大学大学院 芸術工学府芸術工学専攻

【目的】視覚誘導性自己運動感覚(以下:ベクション)とは「静止している観察者に視覚的運動が与えられたとき、観察者自身が運動しているように知覚される現象」と定義されている。前庭系や体性感覚の感覚入力が無いにも関わらず自己が運動している錯覚を認知することが興味深い。妹尾らは鉄下駄や5kgのウェイトジャケットを着用した場合、ベクションの主観的運動錯覚強度が低下すると報告しており、非意識化の感覚情報処理や文脈が意識化の錯覚強度を変化させると述べている。動作能力が低下している場合や身体認知の変化によっても錯覚強度が変化するのでないかと考えた。今回第一報として、健常者に対してベクション刺激を与え、錯覚の有無で体重支持指数(以下:WBI)に違いがあるか検討した。また、ベクション刺激時の重心動揺を計測し比較した。

【方法】対象は、健常男性15名(平均年齢27.5±8.1歳、平均身長169.4±4.6cm、平均体重65.4±9.6kg)であった。測定肢位は静止立位、目前1mに32インチ液晶画面にてベクション刺激を提示し、その際の重心動揺を計測した。ベクション刺激は中心から拡散するオプティカルフロー(以下:前進刺激)と中心へ収束するオプティカルフロー(以下:後進刺激)の2種類とコントロール刺激として静止画を提示した。測定後、自己運動感覚を感じたかを口頭にて確認した。各刺激40秒間とし、刺激順序はランダムとした。重心動揺はアニメ社製バランスコーダーGW-8000を用い、各刺激時の重心動揺を測定した。WBIの測定は酒井医療社製Mobieを用い、椅子座位で膝関節屈曲90°にて膝伸展筋群等尺性随意最大筋力を左右測定し、体重比にて算出した。

統計解析はSPSS,Ver17を使用し、ベクションを感じた群(以下:有り群)と感じなかった群(以下:無し群)での重心動揺値とWBIの差をMann-WhitneyのU検定を用いて検討した。有意水準は5%未満とした。

【結果】前進刺激時、有り群8名WBI127.5±27.2、無し群7名118.3±27.8であった。後進刺激時有り群9名WBI126.1±26.7、無し群6名119.1±29.1であった。前進・後進刺激の有り群と無し群の静止画時の重心動揺とWBIに有意差を認めなかった。前進刺激有り群は無し群よりY方向最大振幅が有意に高値を示した。後進刺激有り群は無し群よりY方向動揺中心変位が有意に低値を示した。他の重心動揺値に有意差を認めなかった。

【考察】ベクションの知覚有無はWBIに影響されない可能性が示唆された。有り群・無し群でY方向のみに有意差を認めたことから、錯覚有り群は視覚刺激に対応した足関節戦略による矢状面の姿勢制御が引き起こされることが示唆された。

【結語】今回の対象は健常者でWBIが高値なため、今後WBIが60以下の低値群や疼痛を有する症例で追加検証したい。

【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:22020)の承認を得て実施した。

予測可/否条件における異なる距離ステップ動作が予測的姿勢制御反応に与える影響に関する検証

○大塚 健太¹⁾, 冷水 誠²⁾

- 1) 津島市民病院 リハビリテーション室
- 2) 畿央大学 健康科学研究科

【目的】

高齢者の転倒要因の一つとして、ステップ動作時の予測的姿勢制御(Anticipatory Postural Adjustments: APA)反応の加齢変化が報告されているが、単一ステップ幅での検証が多く、転倒状況を反映しているとは言い難い。本研究では基礎データとする上で健常若年者を対象とし、異なるステップ幅およびステップの予測可否によるAPA反応の違いを検証することを目的とした。

【方法】

対象は若年健常者20名(男性5名、女性15名、平均年齢:21.3±2.63歳)とし、静止立位から対象者の身長(Body Height: BH)の20%(BH20%)、30%(BH30%)、最大ステップ長(MSL)いずれかの位置に提示されるレーザーを跨ぐよう右下肢ステップ動作を実施した。さらに、ステップ位置を事前に教示する予測可能条件、ステップ直前に提示する予測不可条件を設け、各予測条件でランダム順とした各ステップ条件を5回ずつ、計30回実施した。

測定項目は、圧分布システムを用いて測定した下肢荷重量からAPA区間を同定し、その時間幅(APA時間)、およびレーザー照射後の反応時間(pre-APA時間)とした。さらに、左右の前脛骨筋・ヒラメ筋および右腓腹筋外側頭における表面筋電図を計測し、APA区間における筋活動時間割合、および同側下肢の筋電図間コヒーレンス(β帯域:15-35Hz)を算出した。統計学的分析は、有意水準を全て5%未満とした上で、2要因分散分析を行い、主効果の有無に応じて多重比較検定を実施した。

【結果】

pre-APA時間は全ステップ条件で、予測可能条件と比べ予測不可条件で有意な増加(p<0.01)を認めたが、APA時間に有意な差は認められなかった。また、筋活動時間はステップ側の右腓腹筋外側頭および支持側のヒラメ筋にて、予測可能条件におけるBH20%と比べ最大ステップ長にて有意な増加を認めた(p<0.05)。さらに、支持側のヒラメ筋ではBH30%において、予測可能条件と比べ予測不可条件で有意な増加を認めた(p<0.05)。筋電図間コヒーレンスはいずれも条件間に有意な差は認められなかった。

【考察】

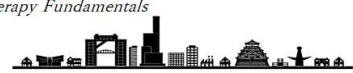
予測不可条件におけるpre-APA時間の増大は、動作前の認知的処理過程による影響が考えられた。ステップ側の下肢筋活動時間はステップ幅に比例する傾向を認めた一方で、支持側ヒラメ筋の結果から、身体安定化に寄与する筋活動は、動作の予測可否に影響される可能性が示唆された。筋電図間コヒーレンスは条件による差が認められず、ステップ距離・予測可否は本研究のAPA反応における大脳皮質運動野の関与の程度に影響しない可能性が示唆された。

【結語】

健常若年者のステップ動作では、ステップ幅および動作の予測可否がAPA反応に与える影響は少ない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:R2-28)の承認を得て実施しており、対象者には本研究概要について口頭および書面にて十分に説明し、同意を得た。



高齢者の運動制御則の変化に基づく筋協調活動パターン

○久保田 圭祐¹⁾, 横山 萌香²⁾, 鬼塚 勝哉³⁾, 平田 恵介⁴⁾, 塙 大樹⁵⁾, 宮澤 拓⁵⁾, 藤野 努⁵⁾, 金村 尚彦³⁾

- 1) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 兼 研究開発センター
- 2) 順天堂大学 大学院医学研究科
- 3) 埼玉県立大学 大学院保健医療福祉学研究科
- 4) 東京家政大学 健康科学部
- 5) 人間総合科学大学 保健医療学部

【目的】ヒトの下肢筋骨格系において、股・膝関節トルク生成に対する各筋の貢献度は、各筋が最大に力を発揮しやすい方向(Preferred Direction: PD)からのコサイン関数によって決定される。2筋のPDベクトルが近接することは、それらが同じ股・膝関節トルク生成に高く活動していること、すなわち筋同時収縮を意味する。筋同時収縮は、関節の安定化を図った結果だけでなく、両筋が協調的に活動した結果と解釈することもできる。これまで、高齢者における大腿直筋とハムストリングスの同時収縮は膝関節安定化の代償戦略と考えられてきたが、本来は中枢神経系によって制御された筋協調活動であるかもしれない。そこで本研究では、高齢者における股・膝関節トルク生成時の各筋PDを算出し、大腿直筋-ハムストリングス間の同時収縮が高齢者に普遍的な筋協調活動パターンか否かを明らかにする。

【方法】健康成人10名(Y群)、高齢者8名(E群)を対象とした。被験者は左側臥位となり、右下肢の股・膝関節90°屈曲位で、床面に平行にスリングで吊るした状態とした。右足関節は6軸力覚センサーと共に、壁に固定されたポールに固定し、0-360°の計12方向に等尺性の力発揮課題を行なった。被験筋は右下肢の大腿直筋(RF)とハムストリングス(ST, BF)とした。股・膝関節トルクは力覚データと大腿・下腿のモーメントアーム長から算出された。各筋のPDは、股・膝関節トルクを説明変数、各筋活動量を目的変数として重回帰分析を行い、算出された各係数の逆正接として定義された。各筋PDは、その±90°をその筋が活動する範囲と定義できる。したがって、本研究では、RFとST・BFのPDIに加えて、PD±90°の重複範囲について、マンホイットニーのU検定(p<0.05)を用いてY群とE群間を比較した。

【結果】PDは、RF(Y:326.8°, E:351.7°)で有意差が認められた。一方で、ST(Y:154.9°, E:133.0°)とBF(Y:149.0°, E:112.3°)は、いずれも有意差が認められなかった。また、PD±90°の重複範囲は、RF-ST(Y:2.34°, E:38.67°)とRF-BF(Y:8.78°, E:59.38°)のいずれもEが有意に広がった。

【考察】PD±90°が重複することは、その範囲内の各関節トルクは、当該筋が協調的に活動することで生成されることを意味する。本研究において、E群は股・膝関節伸展トルク生成の範囲にて、Y群と比較して、RFとハムストリングス2筋の重複範囲が有意に広いことが明らかとなった。このことから、高齢者における主動作-拮抗筋間の筋同時収縮は、関節安定化のための同時収縮だけではなく、CNSによって制御された普遍的な筋協調活動パターンの可能性がある。

【結語】高齢者は各筋PDという運動制御則の変化に伴って、若齢者とは異なる筋協調活動パターンによって股・膝関節トルクを制御している可能性がある。

【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(承認番号:19519)の承認を得て実施した。

筋出力差の学習が運動イメージに与える影響

○富崎 優花¹⁾, 広瀬 一徹¹⁾, 竹中 悠真²⁾, 菅原 憲一²⁾

- 1) 神奈川県立保健福祉大学 保健福祉学部リハビリテーション学科学療法学専攻
- 2) 神奈川県立保健福祉大学大学院 保健福祉学研究所

【目的】

運動パフォーマンス向上に伴い運動イメージ(MI)の精度も向上すると考えられる。しかし、運動学習に伴うMI中の筋出力量に関連した皮質興奮性の経時変化は不明である。従って本研究の目的を、皮質興奮性における運動学習量とMIに関する出力量の制御動態の関連を検討することとした。

【方法】

健康成人15名(内男性5名:23.7±6.6歳)が参加した。右示指外転出力を反映する画面上の赤い点を見ながら、出力調整区間で出力を調整し維持する課題を行った。出力条件は、最大随意収縮の20, 40, 60%の3条件とした。試行は警告音で開始し、赤い点が画面上左から右へ一定の速度で2.5s間移動する。各試行警告音と同時に無作為に3条件のいずれかを示す数字を画面上に表示した。実際の練習では目標出力を表すガイドが示され、3条件10回ずつ30回を1セットとし計10セット実施した。パフォーマンステスト(PT)ではガイドなしに実際に出力を再現した。MI試行ではガイドの上を移動する赤い点を見ながらMIを行わせた。なお、3条件の他にMIを行わないControl条件も挿入した。また、赤い点が目標出力に達した時点で経頭蓋磁気刺激を行い、運動誘発電位(MEP)を右手第一背側骨間筋から記録した。加えて、各試行MIの鮮明さを1(不鮮明)から10(非常に鮮明)で回答した。PT及びMI試行は、練習開始前(pre)、5セット後(中期)、10セット後(終期)で実施した。PTでは出力調整区間終了後0.1s間の出力平均値と目標出力との誤差を算出した。MEP振幅値は、実施時期、出力条件ごとに平均値を算出し、Controlの値で除しControl比とした。PTの誤差、MEPのControl比は、実施時期と出力条件による二元配置分散分析、MIの鮮明さは出力条件ごとにFriedman検定を行い、有意差が認められた場合は事後検定を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

PTの誤差とMEPのControl比はともに実施時期、出力条件の有意な主効果を認めた(全てp<0.05)が、交互作用は認めなかった(全てp>0.05)。多重比較の結果、誤差、Control比ともに出力条件では、20, 40, 60%の順に増大した。実施時期について、誤差は、preよりも中期、終期で減少し、Control比は、preより終期で減少した。MIの鮮明さは全出力条件で有意差を認め(全てp<0.05)、学習に伴いMIの鮮明さが増大した。

【考察】

PTの結果から学習効果を認めた。MIにおいて実際の運動時と同様の出力増加に伴うMEPの増大、運動学習に伴うMEPの減少が示された。

【結語】

MI中の皮質興奮性は出力量の相違と運動学習を反映することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、所属大学の倫理審査委員会の承認(承認番号:保大第5-21-36)を得て実施した。

