

学位請求論文の内容の要旨

論文提出者氏名	機能再建・再生科学領域 運動機能病態修復学教育研究分野 氏名 藤田有紀
<p>(論文題目)</p> <p style="text-align: center;">Quantitative analysis of dynamic patellar tracking in patients with lateral patellar instability using a simple video system</p> <p style="text-align: center;">(膝蓋骨不安定症患者を対象としたビデオシステムを用いた 膝蓋骨トラッキングの定量的評価)</p>	
<p>(内容の要旨)</p> <p>【目的】 膝蓋骨不安定症には膝蓋大腿関節の骨形態、下肢アライメント、軟部支持組織機能など様々な要因が関与しているが、重症度判定や予後予測には動的膝蓋骨トラッキングを評価することが重要である。我々は動的膝蓋骨トラッキングの定量的評価として、デジタルビデオカメラを用いて簡便に評価する方法を考案した。本研究の目的は膝蓋骨不安定症患者における脱臼側と非脱臼側の膝蓋骨トラッキングのパターンと健常者の膝蓋骨トラッキングパターンを新たな評価法を用いて調査することとした。</p> <p>【対象・方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象 片側性に複数回の脱臼歴がある膝蓋骨不安定症患者 23 例 46 膝(男性 6 名、女性 17 名、平均 22.8±9.1 歳)を対象とし、脱臼歴の有無によりそれぞれ脱臼群・非脱臼群とした。年齢・性別をマッチさせた健常膝 23 名 23 膝(男性 6 名、女性 17 名、平均 20.9±6.8 歳)を健常群とした。 ・膝蓋骨不安定症患者の画像評価 解剖学的素因の評価のため、単純X線上でInsall-Salvati ratio(I-S Ratio)およびCaton-Deschamps index(C-D index)、congruence angle、sulcus angleを計測し、それぞれ膝蓋骨高位、大腿骨滑車低形成、膝蓋骨偏位の指標とした。またCT画像からはtibial tuberosity-trochlear groove distance(TT-TG)、patellar tiltを計測し、脛骨粗面外側偏位、膝蓋骨傾斜の指標とした。 ・膝蓋骨トラッキング定量的評価 膝マーカーとして被検者の大腿骨内・外側上顆、膝蓋骨マーカーとして膝蓋骨内・外側縁を把持する検者の母指と示指の先端に、角度マーカーとして大腿骨大転子・膝関節外側関節裂隙・足関節外果に、それぞれ反射マーカーを貼付した。 被検者には検査台上に下腿下垂位で座位をとらせ、検者は膝蓋骨マーカーを貼付した母指と示指で膝蓋骨内・外側縁を把持した。被検者に下腿下垂位から膝完全伸展位まで自動伸展を行わせ、正面・側面に設置したデジタルビデオカメラ(HDR-HC3, Sony, Japan)で同時に撮影した。デジタルビデオデータをパーソナルコンピュータに取り込み、画像解析ソフト(Dartfish TeamPro 5.5, DARTFISH)を用いて大腿骨顆部の幅に対する膝蓋骨の相対位置を求めた。 まず正面映像を用いてコンピュータ画面上で任意の水平軸を設定し、内側膝マーカーの外側縁・外側膝マーカーの内側縁を投影した点を求めそれぞれ M_v、L_v とした。次いで膝蓋骨マーカー間の中点を同様に水平軸に投影した点を求め P_v とした。M_v を 0%， 	

Lv を 100%として Pv の相対位置を求め% patellar position (%PP = $Mv-Pv/Mv-Lv \times 100$) と定義し、大腿骨顆部に対する膝蓋骨の相対位置の指標とした。側面画像にて 3 つの角度マーカーが成す角度を α° とし、膝屈曲角度を $(180-\alpha)^\circ$ として求めた。また膝下垂位での%PP を基準とした%PP の変化量を change in %PP として求めた。(これらの説明は図がないと理解不能とします)。正面映像と側面映像を同期させ、膝屈曲 75° から 5° における 5 度ごとの%PP と change in %PP を求めた。

・ 統計学的解析

画像評価はMann-Whitney U 検定を用いて脱臼群と非脱臼群間で比較検討した。%PPおよびchange in %PPはTukey検定を用いて対照群を加えた3群間で比較検討した。

・ 本評価法の妥当性の評価

ビデオシステムを用いた本測定法の妥当性を評価するために、①透視画像から求めた膝蓋骨相対位置と%PPとの相関、②検者による膝蓋骨把持の有無による%PPの相関、③検者間信頼性ICC(3, 1)を検討し、それぞれ $r=0.71$ ($P < 0.001$), $r=0.91$ ($P < 0.001$), $\rho=0.81$ ($p < 0.05$, 95% confidence interval between 0.56 - 0.90)であった。

【結果】

・ 膝蓋骨不安定症患者の画像評価

脱臼群と非脱臼群における I-S Ratio, C-D index, sulcus angle, patellar tilt, TT-TG に有意差は認められず、congruence angle のみ 2 群間で差を認めた($p=0.033$)。

・ 膝蓋骨トラッキング定量的評価

膝屈曲 75° における%PPは脱臼群・非脱臼群・健常群においてそれぞれ $59.1 \pm 5.9\%$, $59.0 \pm 6.0\%$, $56.7 \pm 4.4\%$ であり、膝屈曲 5° では $64.2 \pm 5.2\%$, $63.8 \pm 6.5\%$, $55.2 \pm 5.2\%$ であった。脱臼群と健常群において膝屈曲 30° から 5° で、非脱臼群と健常群では膝屈曲 25° から 5° で有意差を認めた。脱臼群と非脱臼群の比較ではいずれの角度においても%PPに有意差はなかった。

膝屈曲 5° における change in %PPは脱臼群・非脱臼群・健常群においてそれぞれ $5.1 \pm 3.1\%$, $4.7 \pm 3.1\%$, $-1.1 \pm 2.6\%$ であり、脱臼群と健常群において膝屈曲 30° から 5° で、非脱臼群と健常群では膝屈曲 25° から 5° で有意差を認めた。脱臼群と非脱臼群間に有意差はなかった。

【考察・結語】

本研究では膝蓋骨不安定症患者と健常者における膝蓋骨トラッキングをデジタルビデオを用いて非侵襲的に定量評価した。MRI 画像や超音波装置などを用いた過去の報告と同様に、健常者に比較し膝蓋骨不安定症患者では軽度屈曲位で有意な膝蓋骨外側偏位がみられた。一方、患者の脱臼側と非脱臼側の比較では、いかなる屈曲角度でも膝蓋骨外側偏位に有意差はみられなかった。内側膝蓋大腿靭帯(MPFL)は膝蓋骨外側偏位を力学的に最も強く制動する支持機構とされており、初回膝蓋骨脱臼時には損傷をきたし、不安定性を助長する要因と考えられている。一方で、膝蓋骨不安定症患者では脱臼の有無にかかわらず MPFL は弛緩しており、膝蓋骨トラッキングの変化には関与しないとする報告もある。本研究でも、脱臼側と非脱臼側の膝蓋骨トラッキングは同様に健常膝とは異なるパターンを示しており、膝蓋骨不安定症患者では脱臼歴がなくても MPFL はすでに制動機能を失っているものと考えられた。

本研究では膝自動伸展運動に伴う膝蓋骨トラッキングをデジタルビデオカメラを用いて定量評価可能なことが示された。また同測定法によって膝蓋骨不安定症患者の脱臼側と非脱臼側は、健常膝とは異なる膝蓋骨トラッキングを示すことが明らかとなった。