

氏名・本籍	沖田 佑梨子 (広島県)
学位の種類	博士 (生命システム科学)
学位記番号	博乙 第12号
学位授与の日付	令和6年3月19日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当 (論文博士)
学位論文題目	膝屈曲30度から0度の準静的膝伸展時における膝蓋下脂肪体の形状変化と動態
学位論文審査委員	主査 教授 小野 武也 副査 教授 金井 秀作 教授 飯田 忠行 教授 原田 浩幸

学位論文の要旨

膝蓋下脂肪体とは膝関節の前方の間隙を埋めるように存在する脂肪組織である。膝屈伸時、関節が動くことで膝蓋下脂肪体が存在する間隙は形状変化するため、それに伴って膝蓋下脂肪体も形状変化が必要があると考えられる。一方、膝蓋下脂肪体は痛み・炎症と関連し、炎症により線維化、弾性特性が低下すると報告されている。炎症により線維化した膝蓋下脂肪体は膝屈伸に伴う形状変化が阻害され、臨床症状に影響する可能性があると考えた。超音波を用いて膝蓋下脂肪体を調査した先行研究によると、形状変化が大きいほど膝の機能は優れており、痛みは軽減したと報告されている。また、線維化した膝蓋下脂肪体に対し外科的切除を行ったところ、術前に比べ術後、膝の機能や痛みが改善したという報告も散見された。健常者における膝蓋下脂肪体の形状変化を調査した研究はこれまで2件ある。いずれも形状変化したことを示唆する結果であったが、膝蓋下脂肪体の形状変化に着目した研究は少なく、詳細は不明であった。さらにこれらの研究は超音波上で描出される範囲での膝蓋下脂肪体厚比較や、体表から測定した膝蓋下脂肪体横径の比較など、膝蓋下脂肪体全体を反映した結果でないという点を考慮する必要がある。膝蓋下脂肪体全体を評価するためには屍体研究もしくはMRIによる評価が必要だが、膝屈伸に伴う形状変化を調査するためには一肢位での評価では不十分で、二肢位以上でMRI撮像を実施し、比較検討が必要だと考えた。

研究1では若年健常者を対象に、MRIを用いて二肢位における膝蓋下脂肪体の形状変化を調査した。二肢位 (膝屈曲30度と0度) でMRIを撮像し、それぞれのMRIデータから膝蓋下脂肪体の3Dモデルを作成し、膝蓋下脂肪体全体を評価しながら二肢位における形状変化を調査した。MRI画像から3D Doctorという解析ソフトを用い、3Dモデルを作成、その後3D Alignerという解析ソフトを用いて座標系を埋設した。その後、脛骨に対する膝蓋下脂肪体の位置を算出し、二肢位 (膝屈曲30度と0度) で比較した。形状変化は膝蓋下脂肪体の3Dモデルを3平面 (XY平面、YZ平面、XZ平面) で分割し、各パーツの体積の増減を二肢位で比較することで、間接的に形状変化を捉えようと試みた。その結果、膝屈曲30度から0度において膝蓋下脂肪体は有意に前方偏位、後外上方から前下方に移動したという知見を得た。

研究2では研究1で示された若年健常者における結果と比べ、変形性膝関節症患者ではどのような形状変化を有するか調査した。先行研究では膝蓋下脂肪体は炎症により線維化し、弾性特性が低下したと報告されている。そのため炎症を伴う退行性変性疾患である変形性膝関節症の膝蓋下脂肪体は線維化し、膝屈伸時の形状変化が阻害されているかもしれないと考えた。しかし変形性膝関節症における膝蓋下脂肪体の形状変化を調査した報告はなく、詳細は不明である。変形性膝関節症と若年健常者の膝蓋下脂肪体の形状変化を比較した結果、膝関節伸展に伴う膝蓋下脂肪体前方偏位量および形状変化は若年健常者に比べ変形性膝関節症において有意に乏しかった。この結果から、炎症により線維化した膝蓋下脂肪体は膝屈伸に伴う形状変化が乏しくなっている可能性が示唆された。

研究3では研究2で示された変形性膝関節症における膝蓋下脂肪体の形状変化の低下に対し、非侵襲治療が及ぼす影響を調査した。先行研究では線維化した膝蓋下脂肪体に対し、外科的切除を行うことで膝の機能・痛みが有意に改善したと報告した。また膝蓋下脂肪体の形状変化が大きいほど、膝前面痛は少なかったという報告や膝関節可動性が大きかったという報告もあった。以上から膝蓋下脂肪体に対する形状変化を促す介入は膝の臨床症状に対して有効であると考えられる。しかし、これまで膝蓋下脂肪体に対する治療は外科的切除や注射療法など侵襲を伴う介入が多く、侵襲を伴わない治療を検討した研究は1件のみであった。そのため、変形性膝関節症を対象に侵襲を伴わない治療が膝蓋下脂肪体の形状変化に影響を及ぼすかを調査する必要があると考えた。侵襲を伴わない治療として、今回はストレッチと徒手療法を採用し、1回あたり20分の介入を週2回、4週間実施した。その結果、いずれも膝蓋下脂肪体の前方偏位量と形状変化は維持、改善されたという知見を得た。この結果から、ストレッチ、徒手療法の非侵襲治療は変形性膝関節症における膝蓋下脂肪体形状変化を改善させることが示された。

我々はMRIを用い、膝蓋下脂肪体全体を評価した上で、2肢位における膝蓋下脂肪体の形状変化を初めて明らかにした。研究1～3より、膝屈伸時に若年健常者の膝蓋下脂肪体は形状変化しており、炎症を伴う変形性膝関節症の膝蓋下脂肪体では形状変化が乏しくなるが、ストレッチや徒手療法によって改善できるかもしれない、という知見を得た。今後、膝蓋下脂肪体の形状変化が膝関節の臨床症状に及ぼす影響を調査することで、膝蓋下脂肪体への介入が膝関節にとって有効かどうかが明らかになると考える。それによって炎症により線維化した膝蓋下脂肪体が及ぼす影響が明らかになり、医療発展の一助になりうると考える。