

両下肢アキレス腱の力学および形態学的特性の非対称性

清田直恵

大阪保健医療大学保健医療学部リハビリテーション学科
理学療法学専攻

背景：研究や臨床場面において、両下肢アキレス腱の特性の対称性が仮定されているが、日常生活における両下肢の荷重経験の違い(すなわち下肢の優位性)は、一側に依存した様式でアキレス腱の特性に影響するかもしれない。

目的：下肢間の対称性の点でアキレス腱の特性を検討すること。

方法：身体的に活発であるが、非対称な下肢への荷重を特徴とするスポーツは行っていない36名の健康男性(28±4歳)が参加した。非優位下肢および優位下肢における力学および形態学的なアキレス腱の特性(モーメント、力、伸張度、レバーアーム、スティフネス、安静時長、ひずみ、ヤング係数、断面積、腱の長さ、ストレス)が、超音波検査、磁気共鳴画像、および動力測定法によって測定された。力学の特性は、膝関節伸展位、股関節115°屈曲位とした座位にて、形態学的特性は股・膝関節伸展位の背臥位にて測定した。

結果：非優位下肢と比較して優位下肢のアキレス腱では、弾性率を示すヤング係数および腱の長さが有意に高値を示したが($p<0.05$)、アキレス腱の伸張度/安静時長で表される最大ひずみは、低値を示す傾向($p=0.068$)が認められた。腱の断面積およびスティフネスでは、両下肢間で有意な違いが認められなかった。検討された各指標について、両下肢間の差を両下肢の平均値で除して算出された、非対称性インデックスの絶対値は、3~31%の範囲であり、アキレス腱の対称性の低さが示された。

考察：これらの知見は、スポーツ特有の下肢への荷重がない母集団における、下肢間でのアキレス腱の特性に関する明確な違いを示す証拠となる。観察された非対称性は、日常生活における両下肢の荷重経験の違い(すなわち下肢の優位性)によってもたらされた可能性を示し、両下肢の対称的なアキレス腱特性に関する一般的前提を疑うものである。

Bohm S, et al : Asymmetry of achilles tendon mechanical and morphological properties between both legs. Scand J Med Sci Sports **25** : e124-132, 2015

健常歩行における対称性と肢の優位性：総説

清田直恵

大阪保健医療大学保健医療学部リハビリテーション学科
理学療法学専攻

目的：ヒトのすべての活動のなかで最も普遍的なものの1つとして、健常な歩行に強い興味が注がれているが、多くの面でいまだ検討が必要とされている。歩行中の下肢の運動における対称性や非対称性、および一側優位性の影響の可能性については、広く検討されており、議論がなされている。本研究の目的は、これまでに証明されている研究結果を概説することである。

方法：過去数十年にわたる研究成果について、①健常な歩行中、下肢は対称的であるのか、②下肢の一側優位性は、下肢の運動に対称的ないし非対称的に影響するのか、という点からまとめた。本総説では、最初に歩行の対称性と非対称性を定義した後、歩行中の下肢の対称性と非対称性のバイオメカニカルな側面について扱った。次に、一側優位性および歩行に対する一側優位性の影響について、そして最後に、歩行の対称性と一側優位性を定量化するために用いられた指標について述べた。

結果：これまでの多くの研究において、データ収集と分析の単純化のために、歩行の対称性が仮定されてきたことが示された。その一方で、健常な歩行中の下肢の非対称的な行動についても数多くの検討がなされ、下肢間での生来の機能的差異を反映することが明らかにされている。これらの機能的差異は、健常な歩行中の推進と制御という課題の遂行におけるそれぞれの下肢の寄与とおそらく関連していた。健常被験者における歩行の対称性に関する近年の議論において、歩行の対称性と一側優位性との関連についての仮説の支持はなされていないが、一側優位性は、下肢間の機能的差異の存在を説明するものとして引用がなされてきた。

結論：機能的歩行の非対称性および一側優位性とそれとの関係について明らかにするために、歩行のバイオメカニカルな面を考慮に入れた、さらなる検討が必要である。

Sadeghi H, et al : Symmetry and limb dominance in able-bodied gait : a review. Gait Posture **12** : 34-45, 2000

変形性関節症では触覚の鋭敏さは破綻するが、運動イメージパフォーマンスの混乱には関連がない

内田茂博

広島国際大学総合リハビリテーション学部リハビリテーション学科

目的：変形性膝関節症患者 (osteoarthritis, 以下、膝 OA) に対して触覚の鋭敏さが破綻するか明らかにし、触覚の鋭敏さが運動イメージパフォーマンス (motor imagery performance: MIP, 運動身体スキーマ評価) や痛みと関連があるかを明らかにすることを目的とした。

方法：[実験 1] 2 点識別覚 (two-point discrimination: TPD) 閾値については、両側膝上を評価部位とし、疼痛を伴う膝 OA 患者 20 名、上肢痛を有する患者 20 名、健常者 20 名で比較を行った。[実験 2] TPD 閾値, MIP [身体部位の左右の判断 (Recognise <http://recognise.noigroup.com/recognise>)], 疼痛 (強さ期間) について、膝 OA 群 20 名、腰部痛を有する患者 17 名、健常者 38 名 (20 名は膝の TPD, 18 名は腰部の TPD) で評価された。

結果：疼痛を伴う膝 OA 患者では、上肢痛を有する群と健常者群に比べ TPD 閾値は有意に高値を示していた ($p < 0.05$)。TPD と MIP は膝 OA 群では関連がなく ($p = 0.88$)、腰部痛を有する群、健常者群では有意な関連があった ($p < 0.001$)。疼痛の強さや期間は TPD 閾値また MIP とは関連がなかった ($p > 0.15$)。

結論：膝 OA 群では上肢痛を有する群や健常者群と比較して膝の TPD 閾値は高値を示す結果であり、疼痛部位が重要であることを確認した。しかし、慢性的な疼痛において、触覚の鋭敏さと左右の判断精度に負の関連があるという仮説は部分的にしか支持されなかった。腰部痛を有する群と健常者群においては負の関連が認められたが膝 OA 群では認められなかった。腰部痛を有する群や健常者群では、触覚系と運動身体スキーマの直接的な関係は 1 つの神経経路と同じ位置に配列されているが、膝 OA 群では触覚系と運動身体スキーマの神経システムの流れのなかで独立して位置している可能性が示唆される。

Stanton TR, et al: Tactile acuity is disrupted in osteoarthritis but is unrelated to disruptions in motor imagery performance. *Rheumatology* **52**: 1509-1519, 2013

筋力低下と関節炎症がウサギの変形性膝関節症の発症や進行に及ぼす影響

小澤淳也

広島国際大学総合リハビリテーション学部リハビリテーション学科

目的：変形性関節症 (osteoarthritis: OA) の危険因子は機械的要因 (前十字靱帯損傷, 半月板断裂, 筋力低下など) と、非機械的要因 (年齢, 肥満, 遺伝, 炎症など) に分けられるが、OA の発症や進行における機械的および非機械的危険因子の相互作用は十分に解明されていない。筋力強化、関節炎症およびその組み合わせがウサギ膝関節における OA の発症や進行に及ぼす影響を調べることを目的とした。

方法：31 匹の 1 年齢のニュージーランド白兔を 4 群に分け、以下の処置を行った。① 大腿神経枝を切除し、外側広筋 (vastus lateralis: VL) を外科的に脱神経、② ボツリヌス菌毒 A 型 (Botulinum toxin A: BTX-A) を内側広筋、外側広筋、大腿直筋に毎月注射して筋力低下を惹起、③ 起炎物質 (カラギーナン) を膝関節内に初回および 30 日後に 2 度注射、④ カラギーナンと BTX-A を ②③ の方法で投与。膝関節の脛骨、大腿骨の各区画および滑膜組織は Osteoarthritis Research Society International (OARSI) 組織学スコアシステムを使って分析した。

結果：VL の脱神経により、膝蓋大腿関節でのみ OARSI スコアが有意な悪化を示した。BTX-A 投与のみでは、膝関節の 4 か所すべてで有意な軟骨損傷が認められた。カラギーナン投与は有意な軟骨損傷を引き起こさなかった。カラギーナンと BTX-A の併用では、4 か所すべてで重篤な軟骨損傷が認められた。滑膜のスコアは、カラギーナン投与およびカラギーナンと BTX-A の併用で悪化を示した。

結論：近年、関節の異常な力学が OA の発症や進行の危険因子の 1 つであること、OA のステージが進行すると、ほぼ常に炎症が存在することが認知されつつある。筋力低下はウサギの膝に顕著な OA を引き起こした。一方、カラギーナンによる一過性の炎症は軟骨変性を引き起こさず、BTX-A との併用においても OA の進行を加速させなかった。この結果は、一過性の急性炎症が OA の危険因子ではないであろうことを示唆する。

Egloff C, et al: Effect of muscle weakness and joint inflammation on the onset and progression of osteoarthritis in the rabbit knee. *Osteoarthritis Cartilage* **22**: 1886-1893, 2014