

(続紙 1)

京都大学	博士（ 人間・環境学 ）	氏名	建内 宏重
論文題目	股関節疾患患者における側方移動および歩行の運動制御		
(論文内容の要旨)			
ヒトが重力下で身体を支え移動するためには、下肢の各関節や体幹を協調的に制御することが必要である。全身での協調作用は、ある一つの身体部位に障害を有したとき、他の身体部位による巧みな代償作用として顕在化する。本学位申請論文では、下肢関節の中でも立位での運動制御において極めて重要な役割を有する股関節に注目し、その股関節に障害を有する変形性股関節症患者および人工股関節全置換術術後患者の運動制御特性を明らかにするとともに、新たな理学療法の考案に向けた手掛かりをつかむために一連の研究を行った。 第1章では、立位における前後左右方向の姿勢制御における下肢関節の役割をまとめ、股関節の機能的特性について記述した。次に、股関節は歩行時の身体の支持や体幹部の制御、効率的な推進機能において重要な役割を有していることを確認した。さらに、股関節疾患患者における立位および歩行の動作特性に関する先行研究をまとめた。健常者との比較において、股関節疾患患者では股関節角度やモーメント・パワーの低下を示すことが知られているが、股関節の機能低下に対する代償メカニズムについては未解明な点が多いことを示唆した。 第2章では、立位における側方ステップ動作を課題として、変形性股関節症患者の運動制御特性を分析した。股関節は側方の制御において重要な役割を担っており、股関節の障害は側方における運動制御の問題に直結する可能性が高いにもかかわらず、現在まで詳細な分析が行われていなかった。研究の結果、変形性股関節症患者は、予測的姿勢調節時間を健常者よりも延長することによって、身体重心をステップ前に一旦緩やかに、かつ十分に支持脚側へ移動させていた。またその際、体幹の支持側への変位を伴う姿勢運動パターンを呈しており、障害を有する股関節を保護する戦略を用いていることが明らかとなった。変形性股関節症が進行すると、外科的治療として人工股関節全置換術が施行される。第2章の結果に関しては、股関節の構造学的脆弱性や筋力低下、疼痛などの要因が複雑に影響していると推測されるが、人工股関節に置換することによりこれらの要因の多くは改善されると考えられる。しかし現実には術後においても運動制御の不具合は著明であるこ			

とが多く、術後の家庭や職業への復帰を困難にさせている重大な問題となっている。

第3章では、人工股関節全置換術を施行された患者を対象として歩行時の代償的運動制御メカニズムの分析を行った。健常者に比して患者では、股関節の伸展角度の減少や股関節屈曲モーメントおよびパワーの減少が認められたが、一方では、患者の足関節底屈パワーは増大していた。下肢各関節の変数について相互の相関関係を分析した結果、両側手術患者においては、歩行時の股関節スティフネスの増大が両側足関節底屈筋パワーの増大と関連し、片側手術患者では、股関節屈曲パワーの低下が反対側の足関節底屈パワーの増大と関連していた。本研究は、股関節術後患者において、特に股関節屈筋群の機能低下を足関節底屈筋の力発揮によって代償する機構が存在することを示唆した。

人工股関節全置換術は、股関節構造の安定化と疼痛の消失を図ることが目的であり、術後の理学療法では、股関節の筋力強化を含む機能改善に力が注がれる。しかし、疾患の性質上、罹病期間が長く代償的運動制御パターンが強く学習されているため、術後においてもその運動制御パターンを修正することは容易ではなく、股関節の機能発揮も必然的に阻害されてしまう。人工股関節全置換術術後患者を対象に股関節の機能障害と他の関節との関連性を分析した結果、足関節底屈筋と股関節屈曲筋の間に機能的な関連性が強いことが示されたため、股関節の機能発揮を促すためには、歩行時の過剰な足関節底屈筋の作用を抑制することが有用であるという仮説を立てた。

第4章では、人工股関節全置換術術後患者に対して、足関節による歩行時のプッシュオフを軽減する、あるいは増加させる歩行エクササイズを実施し、その即時効果を分析した。その結果、プッシュオフを軽減する教示を与えた場合に、エクササイズ後の歩行において、より股関節屈曲筋の機能発揮を促す運動制御パターンへと移行したことが確認された。この結果は、上記の仮説を支持するものであり、股関節術後患者において股関節機能を改善するためには、代償的運動制御を抑制するアプローチが有効である可能性が示唆された。

以上、本学位申請論文における一連の研究によって、股関節疾患患者の代償的運動制御メカニズムが示された。また、股関節術後患者において、代償的運動制御を抑制することによって、股関節機能発揮を促すことができる可能性が示唆された。

(論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、変形性股関節症や人工股関節全置換術術後の患者を対象として、立位や歩行動作において重要な役割を担う股関節の機能が障害された場合の代償的運動制御メカニズムを分析した運動制御研究である。

第1章では、ヒトの立位や歩行における股関節機能の基本的メカニズムを明示するとともに、股関節疾患患者における運動制御研究の現状と本研究を行うことの意義と分析の視座について述べた。

第2章では、股関節の機能障害や疼痛を有する変形性股関節症患者を対象として、特に股関節の関与が大きいと思われる側方へのステップ動作時の運動制御特性を分析した。立位姿勢から一歩側方へ下肢を踏み出す過程において、動き始めてから接地するまでのステップ時間に、健常者と患者との違いはみられなかった。しかし、足圧中心が動き始めてから下肢が持ち上がるまでに要する時間において両群間で有意な差があり、患者においては予測的姿勢調節に多くの時間を要することが明らかとなった。同時に、体幹を支持側へ変位させることで股関節への外的負荷を軽減していることも明らかとなり、患者は患側股関節の保護的運動制御戦略を用いていると考察した。この研究成果は、*Journal of Applied Biomechanics* (2011)に掲載が決定している。

末期の変形性股関節症に対しては、整形外科的な治療として人工股関節全置換術が施行されることが多いが、術後数年が経過しても歩行障害が残存することが知られている。そこで第3章では、術後患者の歩行時の運動制御特性を詳細に分析し、術後の理学療法における着目点を明らかにするため、3次元動作解析により健常者と患者の歩行動作の比較から股関節の一次的障害を抽出し、それらが他の関節の運動学的、運動力学的変数に与える影響を分析した。その結果、両側手術患者においては、歩行時の股関節スティフネスの増大が両側足関節底屈筋パワーの増大と関連し、片側手術患者では、股関節屈曲パワーの低下が反対側の足関節底屈パワーによって代償されていることが示された。これらの結果から、股関節手術後の患者において、股関節の機能障害を足関節底屈筋により代償するメカニズムの存在が示唆された。本研究成果は、人工股関節全置換術術後患者における下肢関節相互の関連性を明確に示した点においてその重要性が認められ、*Clinical Biomechanics* (2011)に掲載が決定している。

手術後の患者においては、代償的運動制御パターンの改善により股関節の機能回復を

促すことが重要な課題になると考えられる。第3章の研究結果より、術後患者は代償的運動制御として足関節底屈筋の作用（プッシュオフ）を強めていることが明らかとなったため、過剰なプッシュオフを軽減することが股関節の機能発揮の促通につながるという仮説を立てた。そこで第4章では、股関節術後患者を、足関節プッシュオフを軽減する練習を行う群と増加させる練習を行う群の2群に無作為に分類し、10~15分間の歩行エクササイズを実施した。その結果、プッシュオフを軽減する教示を与えた場合に、エクササイズ後の歩行において股関節屈曲パワーが増大し、足関節底屈パワーに対する股関節屈曲パワーの比率も増大した。このことより、股関節術後患者において股関節機能を改善するためには、代償的運動制御を抑制するアプローチが有効である可能性が示唆された。本研究結果は、下肢関節相互の協調作用に着目した新たな歩行エクササイズを提示した点において高いオリジナリティーが認められ、*Gait and Posture* (2011)に掲載が決定している。

本学位申請論文の研究成果は、股関節疾患患者の運動制御特性を明らかにするとともに、実際の理学療法で活用することができる具体的なエクササイズ方法も提示しており、その学術的・臨床的価値は高く評価することができる。下肢全体をシステムとしてとらえ、関節間の相互協調作用に着目することによって、ヒトの運動制御の根源的な理解を深めるとともに、臨床方面に対しても有用な知見を与えた。上記の研究成果は、共生人間学専攻認知・行動科学講座に相応しい内容を備えている。

よって、本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成23年2月1日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降