

[原 著]

女性高齢者における関節可動域と膝伸展・屈曲力との関係

鄭 勳九¹・和田 正信²・山崎 昌廣³

The relationship between range of motion and knee extensor and flexor strength in older women

Hungu JUNG, Masanobu WADA, and Masahiro YAMASAKI

The aim of this study was to investigate the influence of lower extremity range of motion on knee extensor and flexor strength of older women.

Ninety-five older women (mean age \pm SD, 70.7 \pm 4.7 years; age range, 65–83 years) were recruited in this study. Seven lower extremity ranges of motion (hip flexion, hip extension, hip abduction, hip adduction, hip internal and external rotation, and knee flexion) and knee extensor and flexor strength were measured. Pearson correlation coefficients were used to calculate correlations among study variables. To examine the influence of lower extremity range of motion on knee extensor and flexor strength, stepwise multiple regression analyses were conducted using the knee extensor and flexor strength measures as the dependent variables.

Hip flexion, extension, internal and external rotation ranges of motion showed significant correlations with both of knee extensor and flexor strength. By stepwise multiple regression analyses, hip extension range of motion was found to be the only significant explanatory variable for knee extensor and flexor strength.

Our results indicate that a decrease of hip extension range of motion contributes to a reduction of knee extensor and flexor strength.

Keywords

関節可動域 range of motion, 女性高齢者 older women, 膝伸展力 knee extensor strength, 膝屈曲力 knee flexor strength

I . はじめに

加齢に伴い関節可動域が漸減することは、多く

の研究で認められている¹⁻⁵⁾。例えば、5歳から92歳までの6,000人を対象としたMedeiros et al.⁶⁾の研究では、測定した20か所（腰椎関節, 肘関節,

¹ 広島文化学園短期大学 食物栄養学科 (非常勤)
(Department of Food and Nutrition, Hiroshima Bunka Gakuen Two-Year College)

² 広島大学大学院 総合科学研究科
(Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University)

³ 広島文化学園大学 人間健康学部
(Faculty of Human Health Sciences, Hiroshima Bunka Gakuen University)

膝関節、股関節、手首関節、足首関節および肩関節)全てで、30歳を過ぎた時点から、男女ともに可動域が減少することが示されている。また、腰椎関節や頸椎関節でも減少が生ずること^{7,8)}、可動域の減少率は最大で約30%にも及ぶこと⁹⁾、あるいは股関節伸展運動における減少率が、他と比べ大きいことなども報告されている¹⁰⁾。関節可動域の変化が問題視されるのは、減少の度合いが大きくなると、運動能力が低下し、日常生活に支障をきたすようになるためである¹¹⁾。

先行研究において、「着替える」、「入浴する」、「階段を昇る」あるいは「椅子から立ち上がる」などの日常生活動作を円滑に遂行するためには、一定以上の下肢関節可動域および下肢筋力が必要とされること^{12,13,14,15)}、また、膝伸展・屈曲力が低下すると、身体を支持する機能が低下するため、転倒の確率が増すことなどが報告されている¹⁶⁾。これらの知見は、関節可動域および筋力の低下が著しい高齢者では、身体を支持する機能について、一定以上の値をできうる限り長く維持することが、自立した生活を継続することに直結することを示すものである。

ある関節の可動域が低下すると、身体のバランスを維持する機能などが低減し、そのことが筋活動量の低下を誘起する可能性があることを考慮すると、関節可動域の低下が筋力低下の原因になっていることが推察される。関節可動域と筋力との間に正の相関関係があることを、高齢者を対象に示したGerety et al.¹⁷⁾ およびBeissner et al.¹⁸⁾ の研究は、この推察を支持するものである。しかしながら、この2つの研究では、数項目の関節可動域および筋力を測定し、合計した数値について検討しており、個々の関節可動域が筋力に及ぼす影響については不明である。介護施設などでは、関節可動域の維持あるいは増加を促す介入により、高齢者の生活をサポートする試みが行われている。そのような試みを効果的に行ううえで、「どの関節の可動域が筋力に大きな影響を及ぼしているのか」は極めて重要な情報である。そこで本研究では、膝伸展・屈曲力に影響を及ぼす可能性が高い

股関節と膝関節の可動域とそれら(膝伸展・屈曲力)との関係を検討することを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、身体に深刻な障害がなく、他者の補助なしで生活できる65歳以上の女性高齢者95名であった。測定は、2014年8月から2015年10月の間に実施した。測定前に、全ての被験者に研究目的、測定項目およびアンケートの内容を詳細に説明し、研究に協力する旨の同意を得た。また、個人が特定されることがないようにデータを取り扱うこと、研究参加に同意した後であっても、参加を拒否できることも説明した。

2. 身体および体重の計測

身長は、被験者に両足先を30度に開き、頭位を耳眼水平に合わせた直立姿勢をとらせて、また、体重の測定は、軽装のまま体重計の上に乗り直立姿勢をとらせて行った。体重と身長から、Body Mass Index (BMI) を算出した。

3. 関節可動域の測定

関節可動域の測定は、関節可動域測定法¹¹⁾に基づき、関節角度計東大式(堤製作所)を用いて実施した。本研究では、測定値の再現性が高い自動関節可動域を用いた。股関節(屈曲、外転、内転、伸展、内旋、外旋)および膝関節(屈曲)について、7項目の可動域の測定を行った。被験者には、自力でできうる限り大きく関節を動かすよう指示した。左右両側を測定し、平均値をその被験者の値とした。また、検者の違いによる測定値の変動を防ぐために、測定は全て著者が行った。

4. 筋力の測定

膝伸展・屈曲力の測定には、Dynamometer(ミュータスF-1, アニマ)を用いた。被験者に座位で、股関節および膝関節を90度屈曲した姿勢を取らせた。また、測定時に上半身と大腿部が動か

ないように、胸部および腰部をベルトで固定した。Dynamometerと繋いだベルトを足首にかけ、最大努力で5秒間の等尺性運動を行わせた。1分間の休憩を挟み2回測定を行い、2回の平均値をその被験者の値とした。

5. 統計

統計量は、平均±標準偏差で示した。測定項目間の関係は、Pearsonの相関係数を用いて検討した。また、膝伸展力および膝屈曲力を従属変数に、関節可動域を独立変数とし、ステップワイズ重回帰分析を行った。有意水準は $P < 0.05$ とした。

Ⅲ . 結果

身体的特徴

年齢、身長、体重およびBMIにおける平均値は、年齢では70.7歳、身長では152.4 cm、体重では53.2 kgおよびBMIでは23.0であった(表1)。

表1 被験者の身体的特性 (n = 95)

	平均 ± 標準偏差	最小値	最大値
年齢 (歳)	70.7 ± 4.7	65	83
身長 (cm)	152.4 ± 5.0	138.6	165.0
体重 (kg)	53.2 ± 6.9	38.6	72.0
BMI (kg/m ²)	23.0 ± 3.0	17.6	32.1

BMI: Body Mass Index.

表2 関節可動域

	平均 ± 標準偏差 (度)	変動係数 (%)	最小値 (度)	最大値 (度)
股関節屈曲	122.6 ± 10.8	8.8	53	144
股関節伸展	16.8 ± 4.5	26.8	8	27
股関節外転	32.2 ± 7.4	23.0	15	55
股関節内転	18.3 ± 3.6	19.7	6	27
股関節外旋	28.5 ± 4.9	17.2	17	42
股関節内旋	27.9 ± 6.1	21.9	14	47
膝関節屈曲	127.6 ± 8.3	6.5	104	144

表3 膝伸展・屈曲力

	平均 ± 標準偏差 (N)	変動係数 (%)	最小値 (N)	最大値 (N)
膝伸展力	174.1 ± 53.3	30.6	71.8	339.5
膝屈曲力	80.2 ± 27.7	34.5	27.0	164.5

関節可動域

表2に、被験者の関節可動域を示した。被験者間でもっとも偏差が大きかった項目は股関節伸展であり、その変動係数は26.8%であった。股関節伸展以外で変動係数が20%を超えた項目は、股関節外転および股関節内旋であった。これに対して、変動係数が10%以下であったものは、股関節屈曲および膝関節屈曲であった。

膝伸展・屈曲力

筋力の平均値は、膝伸展力では174.1 N、膝屈曲力では80.2 Nであった(表3)。変動係数は、関節可動域でみられた最大値(26.8%)より大きく、膝伸展力で30.6%、膝屈曲力で34.5%であった。

身体的特性と関節可動域および筋力との関係

表4に身体的特性と関節可動域との関係を、表5に身体的特性と筋力との関係を示した。年齢では4項目(股関節伸展、股関節外転、股関節内転および膝屈曲力)と、体重では5項目(股関節屈曲、股関節伸展、股関節外旋、股関節内旋および

表4 身体的特性と筋力との相関関係

	膝伸展力		膝屈曲力	
	r	P	r	P
年齢	-0.168	n.s	-0.228	*
身長	0.166	n.s	0.145	n.s
体重	-0.180	n.s	-0.146	n.s
BMI	-0.284	**	-0.224	*

BMI: Body Mass Index, r 相関係数, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, n.s 有意差なし.

表5 身体的特性と関節可動域との関係.

	股関節屈曲		股関節伸展		股関節外転		股関節内転		股関節外旋		股関節内旋		膝関節屈曲	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
年齢	-0.198	n.s	-0.309	**	-0.335	**	-0.292	**	0.026	n.s	-0.144	n.s	-0.137	n.s
身長	0.187	n.s	0.123	n.s	0.191	n.s	0.101	n.s	-0.078	n.s	0.154	n.s	0.102	n.s
体重	-0.336	**	-0.330	**	-0.040	n.s	-0.125	n.s	-0.203	*	-0.249	*	-0.535	***
BMI	-0.448	***	-0.401	***	-0.154	n.s	-0.177	n.s	-0.166	n.s	-0.339	**	-0.598	***

BMI, body Mass Index. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, n.s 有意差なし.

表6 関節可動域と筋力との相関関係

	膝伸展力		膝屈曲力	
	r	P	r	P
股関節屈曲	0.298	**	0.276	**
股関節伸展	0.303	**	0.419	***
股関節外転	0.114	n.s	0.101	n.s
股関節内転	0.107	n.s	0.118	n.s
股関節外旋	0.243	*	0.282	**
股関節内旋	0.288	**	0.237	*
膝関節屈曲	0.201	n.s	0.164	n.s

r 相関係数, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, n.s 有意差なし.

膝関節屈曲)と、またBMIでは6項目(股関節屈曲, 股関節伸展, 股関節内旋, 膝関節屈曲, 膝伸展力および膝屈曲力)と有意な負の相関関係があった。身長については、いずれの項目とも有意な関係は観察されなかった。

関節可動域と筋力との関係

表6に、関節可動域と筋力との関係を示した。股関節屈曲, 股関節伸展, 股関節外旋および股関節内旋では、膝伸展力と膝屈曲力の両方の間に有意な正の相関が観察された。一方、股関節外転, 股関節内転および膝関節屈曲と両筋力との間に

は、有意な関係は観察されなかった。膝伸展力あるいは膝屈曲力を従属変数とし、関節可動域を独立変数としたステップワイズ重回帰分析を行ったところ、両筋力に対して、股関節伸展可動域が有意な説明変数(膝伸展力, $\beta=0.295$; 膝屈曲力, $\beta=0.418$)となることが示された。両筋力に対する股関節伸展可動域の寄与率は、膝伸展力では8%, 膝屈曲力では17%であった。図1に股関節伸展可動域と膝伸展力とを、図2に股関節伸展可動域と膝屈曲力とをプロットした図を示した。

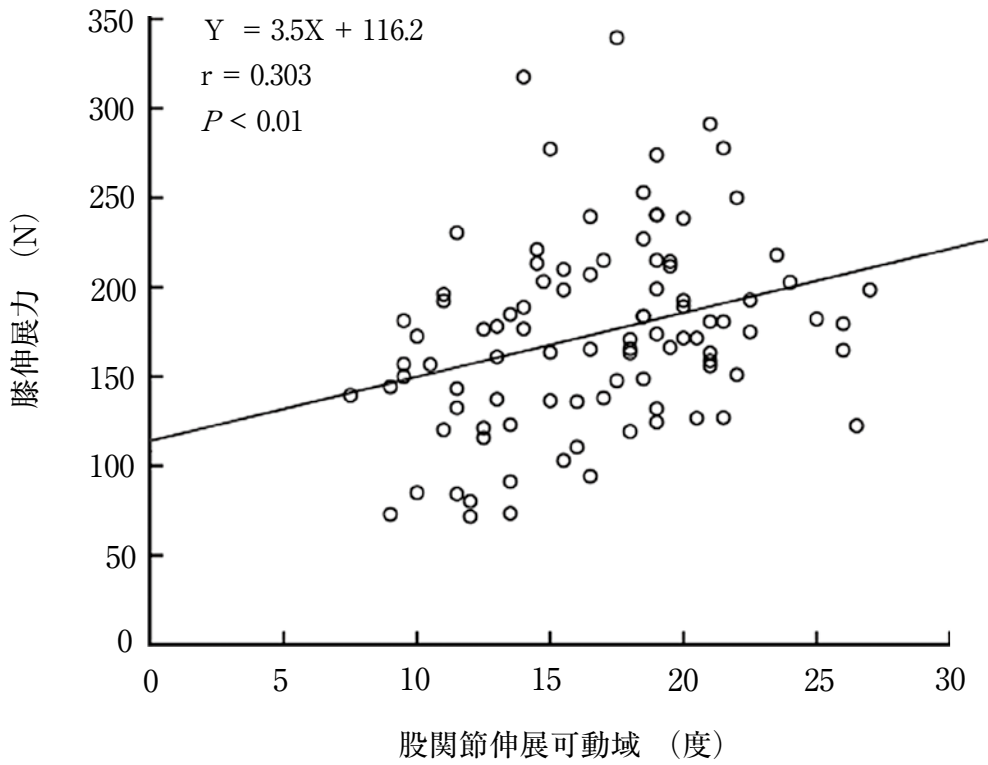


図1 股関節伸展可動域と膝伸展力との関係.

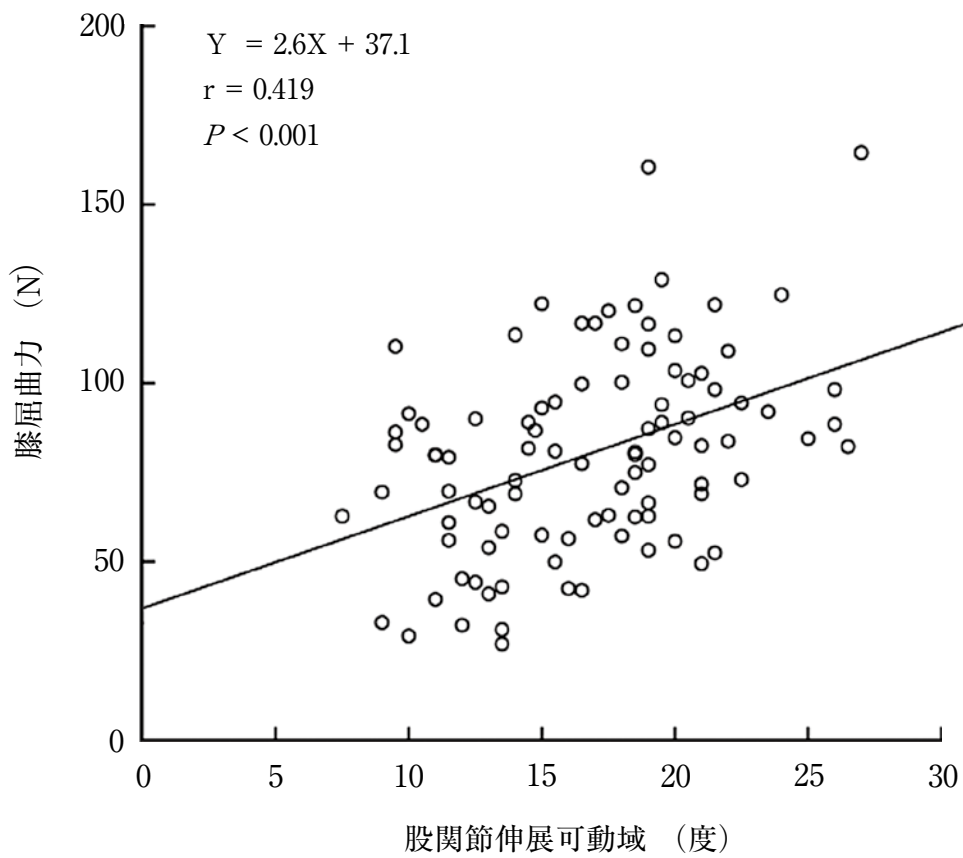


図2 股関節伸展可動域と膝屈曲力との関係.

IV. 考察

高齢者では、年齢が類似していても、被験者の健康状態および生活環境などが異なれば、身体的特性にも大きな違いが生まれる。また、関節可動域の測定値は、検者によっても差異が生じる。さらに、老化による身体の変化には、個人差あるいは人種差も存在するため、高齢者に関する研究間で測定値を比較し、値の持つ意味を洞察することは難しい場合が多い。例えば、関節可動域について本研究と60～74歳の高齢者を対象としたRoach and Miles²⁾の報告とを比較すると、股関節伸展では類似しているが（本研究：17度 vs. Roach and Miles：17度）、股関節外旋では本研究の方が大きく（本研究：32度 vs. Roach and Miles：29度）、股関節内旋では逆に本研究の方が小さい（本研究：18度 vs. Roach and Miles：30度）。また、筋力について60歳以上の女性を対象としたMckay et al.¹⁹⁾の報告と比較すると、膝伸展力（本研究：174 N vs. Mckay et al.：82 N）、膝屈曲力（本研究：80 N vs. Mckay et al.：46 N）ともに、本研究で観察された値の方が著しく大きい。

本研究で得られた最も重要な知見は、膝伸展・屈曲力に対して、股関節伸展可動域が説明変数になることである。これまで、複数の関節可動域の合計値と筋力との間に正の相関関係が存在することは示されてきたが^{17,18)}、個々の関節の可動域と筋力との関係を検討したものはなく、本研究が最初の報告となる。股関節伸展可動域と膝伸展・屈曲力との間に、このような関係が存在する原因は明らかではない。しかしながら、股関節伸展可動域が小さいほど、ストライドが縮まり歩行速度が遅くなること、また、そのために行動範囲が狭まることなどを考慮すると、股関節伸展可動域が小さい高齢者では、日常の生活において、大腿四頭筋あるいは大腿二頭筋に十分な負荷をかけることができず、廃用性萎縮が生じやすいことが推察される。

他方、説明変数とはならなかったが、股関節外旋・内旋と膝伸展・屈曲力との間にも有意な正の

相関関係が認められた。股関節外旋・内旋の可動域が小さいと、階段を上がる動作が円滑にできないことが報告されており²⁰⁾、股関節伸展可動域の場合と同様に、股関節外旋・内旋の可動域が小さい高齢者では、大腿の筋に大きな負荷をかけることができないものと考えられる。

上述のように、統計学的には、股関節伸展可動域は膝伸展・屈曲力の説明変数にはなかったが、図1および図2に示されるように、同じ可動域を有する者であっても、筋力の違いは大きく、このことは筋力に対して、股関節伸展可動域以外の他の要因も関与していることを示唆する。また、筋力が大きいことが、関節可動域を大きくする要因になっている可能性も排除できない。今後、高齢者を対象に、関節可動域を広げる介入が筋力に及ぼす影響を検討し、関節可動域と筋力との因果関係を明確にする必要がある。

以上の結果から、女性高齢者では、股関節伸展可動域の減少が、大腿四頭筋および大腿二頭筋の発揮張力低下の要因になっていることが示唆された。

V. 要約

本研究では、平均年齢70.7歳の女性高齢者95名を対象に、股関節および膝関節7項目の関節可動域と膝伸展・屈曲力との関係を検討し、以下の結果を得た。

- (1) 股関節屈曲、股関節伸展、股関節外旋および股関節内旋の可動域と膝伸展・屈曲力との間に、正の相関関係が認められた。
- (2) 股関節外転、股関節内転および膝関節屈曲の可動域と膝伸展・屈曲力との間には、有意な関係はみられなかった。
- (3) 膝伸展力あるいは膝屈曲力を従属変数とし、関節可動域を独立変数としたステップワイズ重回帰分析を行ったところ、両筋力に対して、股関節伸展可動域が説明変数となることが示された。

これらのことから、女性高齢者では、股関節伸展可動域の減少が、大腿四頭筋および大腿二頭筋の発揮張力低下の要因になっていることが示唆された。

引用文献

- 1) Moll JHM and Wright V: Normal range of spinal mobility. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 30: 381, 1971.
- 2) Roach KE and Miles TP: Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Physical Therapy*, 71: 656-665, 1991.
- 3) Grimston SK, Nigg BM, and Engsberg JR: Difference in ankle joint complex range of motion as a function of age. *Foot & Ankle*, 14: 215-222, 1993.
- 4) Stubbs NB, Fernandez JE, and Glenn WM: Normative data on joint ranges of motion for 25 to 54 year old males, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 12: 265-272, 1993.
- 5) Sullivan MS, Dickinson CE, and Troup JD: The influence of age and gender on lumbar spine sagittal plane range of motion. *Spine*, 19: 682-686, 1994.
- 6) Medeiros HB, De Araújo DS, and De Araújo CG: Age-related mobility loss is joint-specific: an analysis from 6,000 Flexitest results. *Age (Dordrecht Netherlands)*, 35: 2399-2407, 2013.
- 7) Loebl WY: Measurement of spinal posture and range of spinal movement. *Annals of Physical Medicine*, 9: 103-110, 1967.
- 8) Youdas J, Garrett T, Suman V, Bogard C, Hallman H, and Carey J: Normal range of motion of the cervical spine. An initial goniometric study. *Physical Therapy*, 72: 16-26, 1992.
- 9) Stubbs NB, Fernandez JE, and Glenn WM: Normative data on joint ranges of motion for 25 to 54 year old males, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 12: 265-272, 1993.
- 10) James B and Parker AW: Active and passive mobility of lower limb joints in elderly men and women. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 68: 162-167, 1989.
- 11) Norkin CC and White DJ: *Measurement of joint motion: A guide to goniometry*. Philadelphia, PA: FA Davis Company, 2011.
- 12) Bergström G, Aniansson A, Bjelle A, Grimby G, Lundgren-Lindquist B, and Svanborg A: Functional consequences of joint impairment at age 79. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 17: 183-190, 1985.
- 13) Rantanen T, Era P, and Heikkinen E: Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women. *Age and Ageing*, 23: 132-137, 1994.
- 14) Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, Simonsick EM, and Harris TB: Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 60: 324-333, 2005.
- 15) Stathokostas L, Little RM, Vandervoort AA, and Paterson DH: Flexibility training and functional ability in older adults: a systematic review. *Journal of aging research*, 2012:306818, 2012.
- 16) Ding L and Yang F: Muscle weakness is related to slip-initiated falls among community-dwelling older adults. *Journal of Biomechanics*, 49: 238-243, 2016.
- 17) Gerety MB, Mulrow CD, Tuley MR, and Hazuda HP, Lichtenstein MJ, Bohannon R, Kanten DN, O'Neil MB, and Gorton A: Development and validation of a physical performance instrument for the functionally impaired elderly: the Physical Disability Index (PDI). *Journal of Gerontology*, 48: M33-M38, 1993.
- 18) Beissner KL, Collins JE, and Holmes H: Muscle force and range of motion as predictors of function

- in older adults. *Physical Therapy*, 80: 556–563, 2000.
- 19) McKay MJ, Baldwin JN, Ferreira P, Simic M, Vanicek N, Burns J: Normative reference values for strength and flexibility of 1,000 children and adults. *Neurology*, 88: 36–43, 2017.
- 20) Mascal CL, Landel R, and Powers C: Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 33: 647–660, 2003.