

技 術 膝関節立位負荷撮影法の検討

中村 優平* 小濱 達也* 佐々木絢加*
 宇野 弘幸* 畠山 遼兵* 狩野麻名美*
 真壁 武司* 平賀 康晴** 佐藤 隆弘**

Comparisons of the knee joint standing position method with stress in radiography

Yuhei NAKAMURA, Tatsuya KOHAMA, Ayaka SASAKI
 Hiroyuki UNO, Ryohei HATAKEYAMA, Manami KARINO
 Takeshi MAKABE, Yasuharu HIRAGA, Takahiro SATO

Key words : knee — joint space — statistics —
 standing radiography

はじめに

変形性膝関節症などの診断に、立位膝正面X線撮影は欠かせない撮影法の一つである¹⁾。この撮影法は、負荷時に非負荷時では描出し得ない関節間隙の狭小化を描出し、また下腿アライメントの変化を捉えることが可能である。当院における膝関節立位負荷撮影法は、片足立位負荷撮影を使用している。しかし、片足に体重をのせきらずに撮影したり、片足立ちしても負荷をかけられず不安定になり体動が生じることもあり、最大限の負荷をかけるのが困難である。

そこで、患者に安全なポジショニングで膝関節立位負荷撮影を行うため、荷重方法の検討を行った。また、診療放射線技師が統一した撮影法で再現性のある画像を提供することを目的とした。

方 法

1. 荷重方法による荷重度合の測定

荷重度合は同意の得られたボランティアにて、体重計を使用して測定した。測定は下記の3通りの方法で行った (Fig. 1)。

A法：片足に全体重をかける方法。

B法：片足立ちし、手すりを持たせる方法。

C法：片足立ちし、手すりを保たせ、さらに非検測に



Fig. 1 負荷方法

A. 全荷重

B. 8割荷重

C. 7割荷重

踏み台を使用した方法。

A法を10割の荷重とし、B、C法の荷重度合を測定した。

2. 膝関節立位負荷の検討

2-1. 使用機器、撮影条件及び撮影方法

X線発生装置は東芝メディカル社製 KXO-50R型。撮影条件は管電圧60kV、管電流時間積20mAs、管球-表面間距離 (SSD) を臥位100cm、立位120cmとした。撮影対象は患者男性11人、女性10人の計21人で年齢は42~80歳 (平均66.62歳) である。当院の倫理規定に則り撮影及び画像解析し、膝関節撮影の評価は対象患者のみで施行した。

撮影は荷重時において、脛骨の傾きに合わせて投影画像の関節間隙が平坦となるように頭尾方向に約10度傾けて撮影を行った^{2,3)}。

また、荷重によりどれだけ膝関節間隙が変化した

*市立函館病院 中央放射線部技術科

**市立函館病院 整形外科

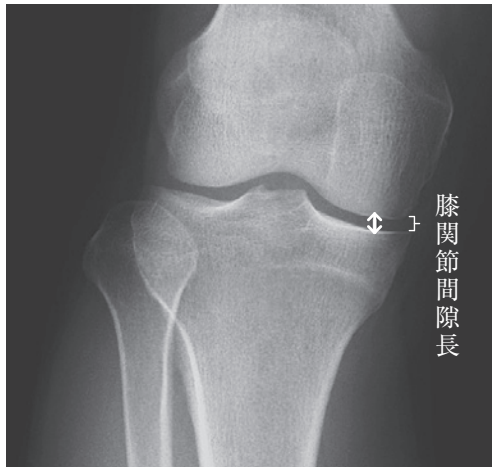


Fig. 2 撮影画像の膝関節間隙の計測方法

かを比較するため、臥位での撮影も行った。膝関節間隙の変化率を求めた式を以下に示す。

$$\text{変化率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{立位膝関節間隙の長さ}}{\text{臥位膝関節間隙の長さ}} \right) \times 100$$

2-2. 計測方法

得られた膝関節立位負荷像と臥位像を用いて、大腿骨内側顆中央から脛骨粗面上に垂線を下ろした長さを計測した (Fig. 2)。

得られたデータは Excel 統計ソフトを用いて、マンホイットニ検定による統計処理を行った。

結 果

1. 荷重方法による荷重具合の測定

A法を10割の荷重とすると、B法は8割程度の荷重、C法は7割程度の荷重となった。このため、A法を全荷重、B法を8割荷重、C法を7割荷重と表記する。

2. 立位負荷撮影法の検討

各荷重方法の関節間隙の変化を Table 1 に示す。また、関節間隙の変化率の平均値と標準偏差は全荷重 $30.38 \pm 21.55\%$ 、8割負荷 $23.46 \pm 22.78\%$ 、7割負荷 $23.56 \pm 24.47\%$ となった (Fig. 3)。

全荷重、8割荷重、7割荷重を比較すると全荷重の変化率の平均値が高い結果となり、3つの方法に有意に差は見られなかった。また、男女の関節間隙の比較では荷重方法の人数に違いはあるものの、関節間隙の変化率の平均値はほぼ同等であり、男性 $26.97 \pm 23.34\%$ 、女性 $24.51 \pm 21.47\%$ となった (Table 2)。

考 察

今回、我々が検討した膝関節立位負荷正面像には、片足立位法やローゼンバーグ法⁴⁾ などがある。しかし、撮影基準が施設により異なっており、撮影時の負荷度合に

Table 1 各荷重方法の関節間隙の大きさ

立位 (mm)	臥位 (mm)	立位 (mm)	臥位 (mm)	立位 (mm)	臥位 (mm)
5.7	7.2	6.1	6.9	3.4	3.8
6.1	7	8.2	8.8	0.5	1.6
4.5	5.9	4.1	4.4	4.1	5.5
5.3	6.5	7.1	7.6	4.9	5.1
4.4	5.2	4.7	5.3	4.4	4.6
2.9	6.1	1.8	4.1	4.3	6.0
0.9	2.9	1.9	4.9		
		2.4	3.3		
a. 全荷重		b. 8割荷重		c. 7割荷重	

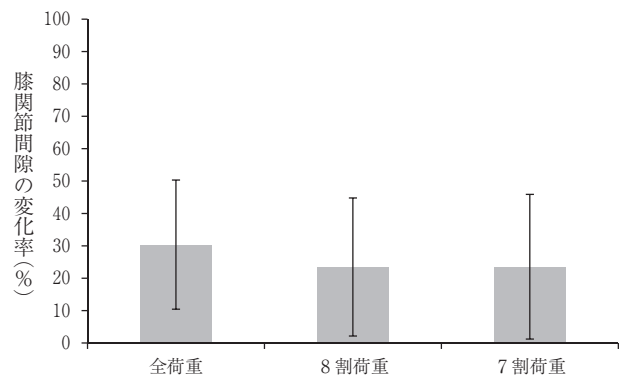


Fig. 3 各荷重方法の膝関節間隙の変化率の平均値と標準偏差

Table 2 男女ごとの関節間隙の変化率の比較

	男性	女性
平均値 (%)	26.97	24.51
標準偏差 (%)	23.34	21.47
100% 負荷の人数 (人)	4	3
80% 負荷の人数 (人)	4	4
70% 負荷の人数 (人)	3	3

は曖昧な部分もある。したがって、撮影された画像は、必ずしも診断に満足いく結果が得られるとは言いがたい。そこで当院の標準撮影法として利用されている膝関節立位負荷撮影において撮影時の荷重を変化させた時の膝関節間隙の描出について検討を行った。

変形性膝関節症は、膝関節立位負荷撮影で映し出される事が多い。腰野分類において、変形性膝関節症は、内側型37.4%、外側型3.3%、膝蓋型0.9%、全型1.6%と内側型が多いとの報告がある⁵⁾。このため、本研究では内側の膝関節間隙を測定し比較を行った。同意を得られた健常者ボランティアで膝関節立位負荷撮影を行ったが、立位と臥位を比較して、膝関節間隙に変化が少なかったことから、撮影患者のみを測定対象と限定した。

全荷重が最も膝関節間隙の変化率の平均値が高いため、全荷重ができる場合は選択するべきだと考える。しかし、全荷重、8割荷重及び7割荷重の有意な差が無い

ため、荷重を軽減しても、安全で診断に有益な撮影が行える可能性があるといえた。また、男女の膝関節間隙の変化率の違いに大きな差がなく、一般的に男性の方が身長及び体重が大きいことから身長や体重で膝関節間隙の変化率は大きく変わらないことが考えられた。

各負荷方法を比較して膝関節間隙の変化率に有意に差が得られない結果となった。立位負荷撮影を行う患者自体が少ないことや、自ら撮影する機会がなかったことから、標本数が不足していることも考えられる。また、同じ個体で撮影することにより、各負荷方法の変化率の違いが判明する可能性もあるが、被ばくの観点から必要最低限の撮影回数にしなければならない。標本数が増えることにより、患者間のばらつきが少なくなり正規分布に近づくことも考えられる。しかし、変形性膝関節症の患者のみが膝関節立位負荷撮影を行うわけではなく、他の症状で撮影を行った患者との区別が必要であると考えられる。

一方で、本研究では荷重撮影法による立位膝関節正面像にて検討を行ったが、正しく関節間隙を投影するためには膝を屈曲する事が有効だという報告もある⁶⁾。しかし、膝を曲げるほど膝関節の関節窩が大きく描出され、ローゼンバーグ撮影法のような像になる²⁾。膝の屈曲角度の違いが出て、技師間で統一の取れた画像が得られず、再現性が取れない。

以上の結果から技師間で統一した画像を得るため、膝関節立位負荷による正面像は前後方向でX線は頭尾方向に入射し、膝関節間隙が投影されるようにした。

ま と め

本研究では、全荷重、8割荷重及び7割荷重を比較して有意な差が得られない結果となった。これより、7～8割荷重で患者を安全な姿勢で撮影できるといえた。また、当院の放射線技師で7割荷重の体位の安定した方法を用いることにより統一性のある撮影ができるようになった。

文 献

- 1) ホワイトリー, スローン, ホードリーほか. 膝関節: 島本佳寿広, 山田和美, 斉藤陽子ほか監訳. クラークX線撮影技術学. 東京: 西村書店; 2009: 128-137.
- 2) 安藤英次: 機能解剖から見た撮影 下肢編. 日本放射線技術学会近畿部会雑誌. 2009; 14(3): 42-52.
- 3) 安藤英次. 膝関節撮影法: 高倉義典編. 図解下肢撮影法. 東京: オーム社; 2010: 39-52, 97-108.
- 4) Rosenberg, T. D., Paulos, L. E., Parker, R. D., et al. : The forty-five-degree posteroanterior flexion weight-bearing radiograph of the knee. J. Bone Joint Surg., 70-A : 1479-1483, 1988.
- 5) 腰野富久: 膝診療マニュアル, p177-198, 1985.
- 6) Tuukka N, Risto O, Jaakko N, et al. : The standing fixed flexion view detects narrowing of the joint space better than the standing extended view in patients with moderate osteoarthritis of the knee. Acta Orthopaedica. 2010; 81(3): 344-346.