

ジャックナイフストレッチが 下肢筋タイトネスとキック動作に与える影響

金沢大学附属病院 中瀬 順介
(共同研究者) 金城大学 佐々木 賢太郎
同 木村 剛
金沢大学附属病院 高田 泰史
金沢赤十字病院 北川 孝

Influence of Jack-Knife Stretching for Tightness of Lower Extremity and Kick Motion

by

Junsuke Nakase, Yasushi Takata
*Department of Orthopaedic surgery,
Kanazawa university hospital*

Kentaro Sasaki
Faculty of Health sciences, Kinjo university

Tsuyoshi Kimura
Faculty of Social work, Kinjo university

Takashi Kitagawa
Physical therapy unit, Kanazawa red cross hospital

ABSTRACT

We examined the influence of Jack-knife stretching on lower limb muscle tightness and kicking motion in adolescent soccer players. It is hypothesized that performing Jack-knife stretching for six months, improves flexibility of the lower extremity muscles and decreases posterior pelvic tilt during kicking motion. Twenty-two boys

(mean age 12.1 ± 1.1 years) belonging to the junior division of the professional soccer team, were included. Height (cm), body weight (kg), distance of long seat type body anteflexion (cm), straight leg raising (SLR) (degrees), heel hip distance (HHD) (mm) and posterior pelvic tilt (degrees) were assessed. Jack-knife stretching was carried out five times, in the morning and at night, for six months. The height and weight at initial measurement and after six months were 154.0 ± 10.4 cm and 45.3 ± 9.3 kg, and 158.1 ± 10.1 cm and 48.0 ± 9.6 kg, respectively. Distance of long seat type body anteflexion was 35.5 ± 7.1 cm, 42.0 ± 6.0 cm ($p = 0.004$). SLR was $64.9 \pm 6.8^\circ$, 75.3 ± 7.2 ($P < 0.001$). HHD was 121.5 ± 32.6 mm, 111.1 ± 24.9 mm ($P = 0.008$). Posterior pelvic tilt during an in-step kick was significantly increased. Jack-knife stretching improves the distance of long seat type body anteflexion, SLR and HHD. However, posterior pelvic tilt during an in-step kick was significantly increased.

要 旨

オスグッド・シュラッター病や腰椎分離症が問題となる成長期サッカー選手を対象としてジャックナイフストレッチが下肢筋タイトネスとキック動作に与える影響について検討した。Jリーグ下部組織に所属している男児 22 名（平均年齢 12.1 ± 1.1 歳）を対象とした。調査開始時に身長 (cm)、体重 (kg)、長坐位前屈距離 (cm)、下肢伸展挙上 (SLR) (度)、踵股間距離: HHD (mm) とインステップキック時の骨盤後傾と膝関節、股関節の角度を計測した。その後、ジャックナイフストレッチを毎日朝と夜に 5 回ずつ行うように指示し、6 か月後に再度同項目を計測した。身長は、 154.0 ± 10.4 cm から 158.1 ± 10.1 cm ($P = 0.477$)、体重は 45.3 ± 9.3 kg から 48.0 ± 9.6 kg ($P = 0.439$) に変化し、長坐位前屈距離は 35.5 ± 7.1 cm から 42.0 ± 6.0 cm に有意に増大した ($P = 0.004$)。また、SLR、HHD それぞれの左右の平均値は、 64.9 ± 6.8 度 から 75.3 ± 7.2 度 ($P < 0.001$)、 121.5 ± 32.6 mm から 111.1 ± 24.9 mm ($P = 0.008$) と変化していた。一方で、インステップキック時に骨盤後傾は増大していた。成長期サッカー選手を対象として

ジャックナイフストレッチを 6 か月行くと下肢筋タイトネスが有意に改善した。一方、キック動作においては臨床的効果を見いだすことはできなかった。

緒 言

オスグッド・シュラッター病（以下、オスグッド病）は 1903 年に報告^{1,2)}された脛骨粗面部の圧痛、運動時痛、腫脹などを主訴とする骨端症である。最初の報告から 100 年以上が経過しているが、現在でも動物モデルは確立されておらず詳細な病態解明には至っていない。そのため、治療法の発展がなくスポーツ活動の中止やストレッチ指導などが漫然と行われ、オスグッド病は成長期のスポーツ現場において依然として大きな問題となっている。オスグッド病による膝前方部痛は growth spurt の終了とともに軽快すると報告³⁾されている一方で、初診から 2 年間が経過しても完全に回復している症例は半分程度という報告⁴⁾もある。オスグッド病の治療は早期発見と早期治療が重要⁵⁾とされており、その予防に注目が集まっている。疾病を予防するには、その危険因子を同定することが必要である。我々は前向き研究

を行い、オスグッド病の危険因子として、大腿四頭筋の柔軟性が低いことと膝関節伸展筋力が大ききことを報告した⁶⁾。同様に大腿四頭筋の柔軟性の低下⁷⁾や足関節背屈制限⁸⁾、体重や成長量⁹⁾などが危険因子として報告されている。しかしながら、骨成長が著しくさらに大腿四頭筋筋量が増大する成長期サッカー選手において、大腿四頭筋のストレッチのみでは、大腿四頭筋柔軟性を改善させることは容易ではないことも明らかになった。そこで我々は、Sairyoらが提唱するジャックナイフストレッチ¹⁰⁾に注目した。ジャックナイフストレッチはハムストリングスのアクティブストレッチングであり、相反抑制を利用し、成人に4週間行くとハムストリングスの柔軟性が向上すると報告されている。一方で、成長期に対する効果や拮抗筋である大腿四頭筋への影響、キック動作における影響は分かっていない。

本研究の目的は、成長期サッカー選手を対象として、ジャックナイフストレッチが下肢筋タイトネスとキック動作にあたえる影響について検討することである。ジャックナイフストレッチをおこなない、ハムストリングスの柔軟性が向上すれば、キック動作時の骨盤後傾が減少することを仮説とした。

1. 研究方法

Jリーグ下部組織に所属している男児29名を対象とした。調査開始時に身長 (cm)、体重 (kg)、長坐位前屈距離 (cm) (図1)、下肢伸展挙上 (SLR: Straight leg raising) (度) (図2)、踵殿間距離 (HHD: Heel-hip distance) (mm) (図3)、とインステップキック時の骨盤後傾 (図4) を計測し、ジャックナイフストレッチを毎日朝と夜に5回ずつ行うように指示し、6か月後に再度同項目を計測した。ジャックナイフストレッチはしゃがんだ状態から両手でアキレス腱部を把持して、胸部と大腿部を接触させた状態で膝関節を可能な限り伸展さ



図1 長坐位前屈距離の計測
膝関節完全伸展位で背面を壁につけ、両肘関節完全伸展位をスタート肢位として、最大前屈距離を計測する。



図2 下肢伸展挙上の計測
膝関節完全伸展位で他動的に下肢を挙上し、抵抗を感じる角度を角度計で5°単位で計測した。



図3 踵殿間距離の計測
腹臥位として膝関節を他動的に屈曲し、抵抗を感じた際の殿部から踵までの距離を5mm単位で計測した。

せていく。膝関節最大伸展位で5秒間保持する動作を5回繰り返すように指示した。ストレッチのコンプライアンス向上のため、パンフレットを保護者に渡した。SLRとHHDは左右平均値を算出した。インステップキック時の骨盤後傾角度の計測には三次元動作分析システムVICON(下肢モ



図4 動作解析風景
8台のカメラシステムで撮影した。

デル) を使用して支持脚踵接地時、支持脚膝関節最大屈曲時とボールインパクト時の3時刻について骨盤後傾角度を計測した。統計学的検討には、Student's t-test を用いて、有意水準は5%未満とした。本研究は、金沢大学医学倫理審査委員会の承認を得て、本人及び保護者から文書での同意が得られた選手を対象とした(試験番号 2016-115)。

2. 研究結果

29名中7名のデータが不完全となり、22名(平均年齢 12.1±1.1歳)が対象となった。半年

間で身長は、154.0±10.4cm から 158.1±10.1cm (P=0.477) に、体重は 45.3±9.3kg から 48.0±9.6kg (P=0.439) に変化した。長坐位前屈距離は 35.5±7.1cm から 42.0±6.0cm に有意に増大した (P=0.004)。また、SLR, HHD それぞれの左右の平均値は、64.9±6.8度から 75.3±7.2度 (P<0.001)、121.5±32.6mm から 111.1±24.9mm (P=0.008) と変化していた(表1)。一方で、インステップキック時に骨盤後傾は増大していた。踵接地から支持脚膝最大屈曲までの角度変化は、支持脚股関節屈曲角度が -16.9° から -17.2°、支持脚膝関節屈曲角度が 25.7° から 26.5° と有意な変化を認めなかったが、骨盤後傾角度は 18.2° から 19.5° と有意に増大していた (P=0.001) (表2)。また、支持脚膝最大屈曲からボールインパクトまでの角度変化は、支持脚股関節屈曲角度が -18.8° から -17.4° と有意に減少したが、支持脚膝関節屈曲角度は -8.7° から -8.2°、骨盤後傾角度は 9.8° から 9.6° と有意な変化を認めなかった(表3)。また、支持脚踵接地時、支持脚膝最大屈曲時、ボールインパクト時いずれのタイミングにおいても支持脚膝関節の屈曲角度がストレッチ前に比べて有意に減少してい

表1 下肢筋タイトネスの変化

	ストレッチ前	6か月後	P値
身長 (cm)	154.0±10.4	158.1±10.1	0.477
体重 (kg)	45.3±9.3	48.0±9.6	0.439
長坐位前屈距離 (cm)	35.5±7.1	42.0±6.0	0.004
下肢伸展挙上 (度)	64.9±6.8	75.3±7.2	<0.001
踵殿間距離 (mm)	121.5±32.6	111.1±24.9	0.008

表2 踵接地から膝最大屈曲

	ストレッチ前	6か月後	P値
支持脚股関節屈曲角度	-16.9±8.0	-17.2±7.2	0.681
支持脚膝関節屈曲角度	25.7±6.1	26.5±6.4	0.12
骨盤後傾角度	18.2±5.4	19.5±5.2	0.001

表3 膝最大屈曲からボールインパクト

	ストレッチ前	6か月後	P値
支持脚股関節屈曲角度	-18.8±7.7	-17.4±7.1	0.016
支持脚膝関節屈曲角度	-8.7±5.2	-8.2±4.9	0.083
骨盤後傾角度	9.8±4.7	9.6±4.5	0.258

表4 踵接地時

	ストレッチ前	6か月後	P値
支持脚股関節屈曲角度	51.8±8.2	51.7±6.3	0.722
支持脚膝関節屈曲角度	16.6±6.9	13.1±5.3	<0.001
骨盤後傾角度	11.5±5.9	13.0±5.4	0.321

表5 支持脚膝最大屈曲時

	ストレッチ前	6か月後	P値
支持脚股関節屈曲角度	34.9±12.8	34.5±9.5	0.662
支持脚膝関節屈曲角度	42.3±10.3	39.6±8.1	0.003
骨盤後傾角度	6.7±8.6	6.5±7.3	0.617

表6 ボールインパクト時

	ストレッチ前	6か月後	P値
支持脚股関節屈曲角度	16.1±9.0	17.3±6.5	0.281
支持脚膝関節屈曲角度	33.6±10.6	31.4±8.2	0.032
骨盤後傾角度	16.5±6.8	16.0±6.9	0.586

た(表4-6)。

3. 考察

本研究結果から成長期サッカー選手に対して、6か月間ジャックナイフストレッチを行うと身長や体重が増加しているにも関わらず、下肢筋タイトネスは有意に減少することがわかった。ジャックナイフストレッチはハムストリング柔軟性のみならず、大腿四頭筋の柔軟性に対しても好影響を与えていた。一方で、動作解析の結果からは、我々の仮説に反し、踵接地時から支持脚膝関節最大屈曲時までの骨盤後傾は増大していたが、膝最大屈曲時からボールインパクト間では骨盤後傾は減少傾向にあった。いずれにしても変化角度は1度未満であり、ジャックナイフストレッチを6か月間行ったことによるキック動作時の骨盤後傾への影響は少ないことが分かった。

キック動作時の骨盤後傾の増大は、大腿四頭筋とくに大腿直筋のモーメントアームが増大し、膝蓋骨を介して脛骨粗面への力学負荷が増大すると考えられる。サッカー選手におけるオスグッド病の発生は支持脚が多く、キック動作時の大腿四頭筋の遠心性収縮による脛骨粗面への繰り返しの力

学的負荷が原因と考えている。そのため、ハムストリングスの柔軟性が向上し、骨盤後傾を改善させることができれば、相対的に大腿四頭筋のタイトネスが減少し、オスグッド病の発生を予防できる可能性があると考え、本研究の発想に至った。しかしながら、本研究結果では大腿四頭筋やハムストリングスの柔軟性が改善したにも関わらず、キック動作時の骨盤後傾への影響は少なかった。今後は、個々のハムストリングス柔軟性とキック動作時の骨盤後傾角の関連性などを検討する必要があると考えている。また、オスグッド病とキック動作時の骨盤後傾の関係についても検討すべきであり、さらにジャックナイフストレッチがオスグッド病の予防に有効かどうかについてもオスグッド病の発生をエンドポイントとして前向きに研究する必要があると考えている。

ストレッチ開始後6か月時点で選手に、朝夕5回ずつジャックナイフストレッチを行っているかを調査した。毎日2セット行っている場合を100%として、回答を求めたところ、平均43.5%であった。全くストレッチをしていない選手から毎日必ず行っている選手まで存在し、コンプライアンス上昇が今後の研究課題の一つと考えてい

る。本研究では当初、ストレッチの継続期間は1年間を予定していたが、コンプライアンスが益々低下しており、ジャックナイフストレッチの効果を正確に判定することができないと考え、研究期間を半年間とした。コンプライアンス向上のために、カレンダーの作成や計測機器の開発などに取り組む予定である。

支持脚の膝関節屈曲角度の減少と股関節伸展角度の減少は、下肢筋力がついてある程度の強さのボールを安定して蹴ることが出来ることになったためと考えている。成長期の体格の変化は大きく、体の使い方にも変化が出てくると想定しているが、統計学的に有意に骨盤後傾が増大した踵接地から支持脚膝最大屈曲においてもその変化は1°未満であり、臨床的意義は乏しい可能性がある。一方で、下肢筋タイトネスは臨床的にも有意に改善していると考えられるため、ジャックナイフストレッチは成長期サッカー選手に好影響を与えていると考えている。引き続きコンプライアンス上昇とジャックナイフストレッチの臨床的意義を検討し、オスグッド病を予防効果についても検証していきたいと考えている。

4. まとめ

成長期サッカー選手を対象としてジャックナイフストレッチを6か月行くと下肢筋タイトネスが有意に改善した。一方、キック動作においては臨床的効果を見いだすことはできなかった。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、助成を賜りました公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に深く御礼申し上げます。また、金沢大学整

形外科スポーツ整形外科グループの整形外科医師、金沢大学附属病院理学療法部理学療法士および金城大学医療健康学部の学生の皆様にも感謝いたします。

文 献

- 1) Osgood R.B.: Lesion of the tibial tubercle occurring during adolescence, *Boston Med. Surg. J.*, 148: 114-117(1903)
- 2) Schlatte C. Verletzungen der schnabelformigen fortsatzes der oberen tibia epiphyse, *Beitr. Klin. Chir.*, 38:874-887(1903)
- 3) Gholve P.A., et al., Osgood Schlatte syndrome, *Curr. Opin. Pediatr.*, 19: 44-50(2007)
- 4) Kaya D.O., et al., Long-term functional and sonographic outcomes in Osgood-Schlatter disease, *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 21: 1131-9 (2013)
- 5) Hirano A. et al.: Magnetic resonance imaging of Osgood-Schlatter disease: the course of the disease, *Skeletal Radiol.*, 31: 334-342(2002)
- 6) Nakase J, et al., Precise risk factors for Osgood-Schlatter disease, *Arch. Orthop. Trauma. Surg.*, 135: 1277-81 (2015)
- 7) De Lucena G.L. et al.: Prevalence and associated factors of Osgood-Schlatter syndrome in a population-based sample of Brazilian adolescents, *Am. J. Sports Med.*, 39: 415-420(2011)
- 8) Sarcevic Z. et al.: Limited ankle dorsiflexion: a predisposing factor to Morbus Osgood Schlatter? *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 16: 726-728 (2008)
- 9) 菱村亮介ほか: 12歳以下のエリートサッカー選手のオスグッド病の発症リスク検討, *JOSKAS*, 38: 814-818(2013)
- 10) Sairyō K. et al.: Jack-knife stretching promotes flexibility of tight hamstrings after 4 weeks: a pilot study, *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.*, 23: 657-663 (2013)