

ストレッチング, 噛みしめ, シャウトが 膝伸展筋力に及ぼす影響

柳川 和優*・磨井 祥夫**

Influence of Stretching, Clenching and Shouting on Knee Extension Strength

Kazumasa Yanagawa and Sachio Usui

Abstract

The purpose of this study was to obtain basic data for advancing game performance by clarifying the effects of static stretching, dynamic stretching, clenching and shouting on knee extension strength. The knee extension strength of a total of thirty eight people (thirty four healthy young men and four young women) divided into various groups were measured with a digital back strength meter. The following results were obtained:

1. The knee extension strength increased significantly for the dynamic stretching plus warming up group and the shouting group;
2. The knee extension strength decreased significantly for the static stretching group;
3. There was no significant difference in the knee extension strength for the clenching group, however, there were significant effects depending on the individual.

According to the results, in advancing game performance for athletes, it is important for them to use dynamic stretching and shouting corresponding to the situation while static stretching should be used modestly before the main game performance. Clenching can be used for advancing game performance for those who have shown effective results.

1. はじめに

多くのアスリートは、トレーニングや練習によって体力や技術を高め、自身の競技パフォーマンスを向上させようと日々精進している。

猪飼 (1972) は、競技パフォーマンスと技術および体力、精神的要因について $[P = C \int E(M)]$ というモデルを提案した。ここでは、P を競技パフォーマンス (成績)、C を神経系のサイバネティクス変数 (技術)、E をエネルギー (身体的資源としての体力)、M を意思の作用 (精神的要因) としている。すなわち、競

技力は体力と技術の関数によって規定されるものであるが、体力要因に影響を及ぼすのが意思の作用 (精神的要因) であり、競技パフォーマンス発揮には精神的要素も関与していることを示している。しかしながら、競技パフォーマンスに影響を及ぼす要因は、コンディショニング、用具、環境、戦術など、さらに多岐に及ぶ。

一般的にストレッチングは、ウォーミングアップやクーリングダウン時によく行われる。ところが、Kokkonen et al. (1998) は、ウォーミングアップと共に汎用されてきたスタティック (静的) ストレッチングを下肢筋群に遂行したところ、当該筋群における筋力が低下したと報告した。一方、ダイナミック (動的) スト

* 広島経済大学経済学部教授

** 広島大学大学院総合科学研究科准教授

レッチングによって筋機能、跳躍能力、瞬発的な走能力、投能力などのパフォーマンス向上効果が確認されている (Yamaguchi and Ishii, 2014)。

また、様々なスポーツ場面において選手が運動中に声を出すことをしばしば目にするが、北村ほか (1981) は、瞬発力を必要とするパワー系のスポーツにおいて、無発声に対し発声では、最大筋収縮速度が約9%、筋パワーが14.6%増大したと報告している。

さらに、元プロ野球選手の王貞治氏は、打撃のインパクトの瞬間に歯を食いしばっていたため、奥歯が悪かったと述べており (王貞治, 1977)、背筋力発現時における噛みしめは背筋力を増大させることが報告されている (加藤ほか, 1997)。

以上のように、競技パフォーマンスは、体力、技術、精神力以外の要因に因っても左右されると考えられる。

したがって本研究では、静的ストレッチング、動的ストレッチング、噛みしめ、シャウトが膝伸展筋力に及ぼす影響を明らかにすることにより、競技パフォーマンスを高めるための基礎資料を得ることを目的とした。

2. 方法

2.1 被検者

被検者は、健常な若年者男子 (19~21歳) 34名、若年者女子 (19~20歳) 4名、合計38名であった。被検者の身体的特徴を表1に示した。

2.2 実験手順

等尺性膝伸展筋力の測定は、片脚用筋力測定台にデジタル背筋力計 (バック-D: 竹井機器工業社製) を取り付け、各被検者の右脚で行った。測定姿勢は股関節、膝関節屈曲90度の座位とし、筋収縮時間は3秒間とした (図1)。測定は全ての被検者が2回行った。まず実験室に集合し、全員1度目の測定 (Pre) を行った。次に、各群において指定された動作を行った後、または行いながら2度目の測定 (Post) を行った。2度目の測定は、コントロール群は何もせず、静的ストレッチング群は長座姿勢から右膝を曲げて足を腰の横につけ、上体を静かに後方に倒し「やや痛い」程度の大腿部の静的ストレッチ

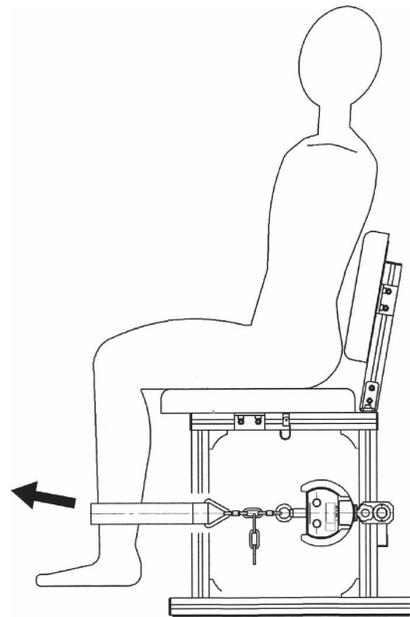


図1 膝伸展筋力の測定

表1 被検者の身体的特徴

性別	n	年齢 (yrs)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)
男子	34	19.9 (±0.71)	173.5 (±5.35)	67.6 (±9.82)	14.1 (±4.75)
女子	4	19.8 (±0.50)	161.8 (±8.85)	51.8 (±6.90)	24.1 (±4.77)
Total	38	19.9 (±0.69)	172.3 (±6.73)	66.0 (±10.69)	15.1 (±5.63)

mean (±SD)

グ2分間後に速やかに行った。動的ストレッチング+ウォーミングアップ (W-up) 群は、約500 m ジョギングをし、さらに大腿部の動的ストレッチング後に行った。なお、動的ストレッチングとしては、下肢を振る、膝の屈伸などを行った。噛みしめ群は歯を噛みしめながら、シャウト群は叫ぶ練習をした後、検者と共に叫びながら行った。

2.3 統計処理

各群における Pre と Post の比較は対応のある t 検定を行った。なお、有意水準は5%未満とし、統計解析は IBM SPSS Statistics ver. 20 を用いた。

3. 結 果

表2は1度目の測定 (Pre) と、各群において指定された動作を行った後、または行いながらの2度目の測定 (Post) 結果を示したものである。

動的ストレッチング+ W-up 群とシャウト群の膝伸展筋力は有意に増加した (p < 0.01)。一方、静的ストレッチング群の膝伸展筋力は有意に減少した (p < 0.01)。噛みしめ群、コントロール群において有意差は認められなかった。

噛みしめ群の平均値は 9.3 kg 増加したものの、有意差は認められなかった。被検者によって増減があり、噛みしめにより極端に筋力が増加した被検者も存在した (表3)。

4. 考 察

本研究では、ストレッチング、噛みしめ、シャウトが膝伸展筋力に影響を及ぼすと考え、実験を行った。

4.1 ストレッチングの効果

近年、静的ストレッチング実施により筋力が低下する (Kokkonen et al., 1998; 山本ほか, 2013)、ジャンプ能力が低下する (濱田・佐々木, 2008)、実施時間により筋力の増減傾向が変わる (谷澤ほか, 2014)、実施の有無により傷害発生頻度は変わらない (Pope et al., 1998; Pope et al., 2000) などが報告されている。

本研究においては、静的ストレッチングの確実な影響を確認するために通常よりも長時間の2分間とした。その結果、膝伸展筋力は有意に低下し (p < 0.01)、先行研究の結果を支持するものであった。

表3 膝伸展筋力に及ぼす噛みしめの効果

被検者	Pre (kg)	Post (kg)
HW	52.0	56.0
MM	47.5	45.0
MK	54.5	57.5
SH	50.5	61.5
YK	40.5	82.0
YM	47.5	50.5
KN	45.5	50.5
平均値	48.3	57.6
標準偏差	4.6	12.1

表2 膝伸展筋力の比較

群	n	Pre (kg)	Post (kg)	有意水準
コントロール	7	42.9 (±21.4)	42.9 (±25.3)	NS
静的ストレッチング	8	51.1 (±14.0)	40.5 (±13.1)	p < 0.01
動的ストレッチング+W-up	8	50.8 (±14.4)	67.6 (±18.5)	p < 0.01
噛みしめ	7	48.3 (±4.6)	57.6 (±12.1)	NS
シャウト	8	61.1 (±17.1)	74.4 (±16.7)	p < 0.01

mean (±SD)

山口・石井 (2007, 2010) は静的ストレッチングにより運動パフォーマンスが低下する理由として以下の2点を挙げている。まず、力学的な変化である。ストレッチングにより筋腱のスティフネスが減少し、筋力の収縮力が低下し、力の伝達効率が低下する。また、筋長が変化することで最大出力が可能となる至適な筋長-力関係に影響を及ぼし、筋出力が減少する。これらに影響する筋の弾性力は、ストレッチングによって低下することが受動トルクや筋音図法により確認されている。次に、神経生理学的な変化であるが、ストレッチングにより、筋活動水準の低下と筋機能および垂直跳び高が低下することなどが報告されている。さらに、山口・石井 (2007, 2010, 2011, 2015) は、過去の研究報告をレビューし、静的ストレッチング時間は30秒程度であれば運動パフォーマンスを低下させる可能性は低いという見解を示した。

一方、動的ストレッチングに関しては、筋力の向上 (山本ほか, 2013) や運動パフォーマンスの向上 (山口・石井, 2010) などが報告されている。本研究においては、動的ストレッチング後の膝伸展筋力は有意に向上し ($p < 0.01$)、先行研究の結果を支持するものであった。

動的ストレッチングがパフォーマンスを向上させるメカニズムについては明確になっているとは言いが、身体をアクティブに動かしながら実施するため、筋温ならびに体温を上昇させることや、予め実際の運動で利用される筋群を活動させることから当該筋群の活動を高める活動後増強 (postactivation potentiation: PAP) が生ずることのほか、動的な柔軟性が高まることなどが関与すると推察されている (山口・石井, 2011)。

本研究においては、ウォーミングアップとして約 500 m ジョギングをし、さらに大腿部の動的ストレッチング後に筋力測定を行った。したがって、ウォーミングアップによる、筋温

(体温) の上昇、呼吸循環系の適応性の向上、神経機能の亢進、柔軟性の増加などの生理機能の改善 (石河, 1973; 形本, 1988) もその要因として考えられる。

Yamaguchi and Ishii (2014) は、先行研究を系統的にレビューし、適切な動的ストレッチングの実施回数は10~15回、移動距離は10~20 m であり、いずれかを1~2セット実施することが好ましいことを見いだした。さらに、瞬発的なパフォーマンスの向上には動的ストレッチングをできるだけ速く実施することも重要であると付け加えている。

4.2 噛みしめの効果

背筋力測定時において約6割の被検者に明確な噛みしめの発現が認められ、約3割の被検者には全く認められないこと (石島ほか, 1991)、噛みしめ群に意識的な開口を指示して筋力を発揮させると筋力が低下し、非噛みしめ群に意識的な噛みしめを指示して筋力を発揮させても筋力に有意差は認められないこと (横山, 1998) などが報告されている。また、山中ほか (2003) は、速筋線維優位群と遅筋線維優位群における噛みしめに伴う筋力向上効果に差異が認められ、速筋線維優位群において噛みしめに伴う筋力増大効果がより顕著に現れたことを報告した。さらには、噛みしめにより運動パフォーマンスは変わらないとする報告 (高梨, 2010)、噛みしめにより背筋力が増大するとする報告 (加藤ほか, 1997; 加藤, 1999) などが存在し、噛みしめが筋力等に及ぼす影響に関しては、必ずしも一致した結果は得られていない。

本研究においては、噛みしめ群の平均値は 9.3 kg 増加したものの有意差は認められず、被検者によって筋力の増減に大きなばらつきが認められた (表3)。その要因は、筋力発揮時における本来的な無意識の噛みしめの有無 (石島ほか, 1991; 加藤ほか, 1997; 横山, 1998; 池田

ほか、2008)、筋線維組成の相違(山中ほか、2003)、嘸み合わせの善し悪し(加藤、1999)など、被検者により前提条件が異なるためであると考えられる。

4.3 シャウトの効果

自発的なかけ声は、筋力の向上(Ikai and Steinhaus, 1961; 猪飼・石井, 1961; 矢部, 1977)、筋パワーの向上(北村ほか, 1981)、反応時間の短縮(川下・河辺, 2013)、運動パフォーマンスの向上(村川・野老, 2007)などをもたらすことが知られている。

本研究においては、シャウト時の膝伸展筋力は有意に向上し($p < 0.01$)、先行研究の結果を支持するものであった。Ikai and Steinhaus (1961)は、かけ声という筋力発揮の有効な方法を、生理的及び心理的限界という用語で説明している。つまり、かけ声によって大脳内に生じた旧皮質の賦活作用が、間接的に大脳皮質の興奮性を高め、大脳に生じた内制止(internal inhibition)を制止すること、つまり脱制止(disinhibition)することで心理的限界から一時的に生理的限界へと高められるとしている。この内制止を制止させるための最も簡便な方法が意志の集中であり、かけ声はその具体的な手段と考えられる。

以上のことから、動的ストレッチングとシャウトは膝伸展筋力を向上させ、嘸みしめは個人差があり、静的ストレッチングは膝伸展筋力を低下させることが示された。したがって、競技パフォーマンスを高めるためには、競技者が嘸みしめが有効なタイプであるかどうかを見極めて使用し、主運動直前の静的ストレッチングは控えめにし、状況に応じて動的ストレッチングとシャウトをうまく活用することの重要性が示唆された。

5. ま と め

本研究では、静的ストレッチング、動的ストレッチング、嘸みしめ、シャウトが膝伸展筋力に及ぼす影響を明らかにすることにより、競技パフォーマンスを高めるための基礎資料を得ることを目的とした。健康な若年者男子34名、若年者女子4名、合計38名を対象とし、デジタル背筋力計により各群の膝伸展筋力を測定した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 動的ストレッチング+W-up群とシャウト群の膝伸展筋力は有意に増加した。
- 2) 静的ストレッチング群の膝伸展筋力は有意に減少した。
- 3) 嘸みしめ群の膝伸展筋力には有意差は認められず、個人差が大きかった。

以上のことにより、競技パフォーマンスを高めるためには、競技者が嘸みしめが有効なタイプであるかどうかを見極めて使用し、主運動直前の静的ストレッチングは控えめにし、状況に応じて動的ストレッチングとシャウトをうまく活用することの重要性が示唆された。

文 献

- 濱田桂佑, 佐々木誠(2008)静的ストレッチングがジャンプ能力に及ぼす効果—生理学面ならびに機能面からの検討—。理学療法科学 23(3): 463-467.
- 猪飼道夫, 石井喜八(1961)筋力の生理的限界と心理的限界の筋電図学的研究。体育学研究 5(4): 154-165.
- Ikai M. and Steinhaus A. H. (1961) Some factors modifying the expression of human strength. J. Appl. Physiol. 16(1): 157-163.
- 猪飼道夫(1972)体力と気力。猪飼道夫論文選集 I。身体運動を分析する。猪飼道夫論文選集刊行会編。杏林書院, 東京: 273-277.
- 池田瑞音, 宮永 豊, 下條仁士, 白木 仁, 水上正人, 吉田 廣, 目崎 登(2008)嘸みしめが肘関節・膝関節の等速性伸展・屈曲筋力に及ぼす影響。体育学研究 53: 287-295.
- 石河利寛(1973)ウォーミングアップの生理学。体育学研究 18(1): 1-8.
- 石島 勉, 平井敏博, 今村 円, 日比野和人, 平沼

- 謙二 (1991) 全身運動時のクレンチングの発現頻度に関する研究. 日本補綴歯科学会雑誌 5(1): 193-199.
- 形本静夫 (1988) ウォーミングアップの生理学. *Jpn. J. Sports Sci.* 7(10): 620-627.
- 加藤 敬, 西 英光, 青木浩子, 林 寿男, 玉井良尚, 田村康夫 (1997) 噛みしめが背筋力に及ぼす影響. 岐阜歯科学会雑誌 24(2): 213-219.
- 加藤 敬 (1999) 噛みしめおよびこう合状態が背筋力に及ぼす影響. 岐阜歯科学会雑誌 26(1): 116-130.
- 川下香織, 河辺章子 (2013) 動作前の発声による反応時間への影響. 身体行動研究 2: 39-44.
- 北村潔和, 福田明夫, 有沢一男 (1981) 筋収縮速度とパワーにおよぼす「カケ声」の効果. 体育の科学 31: 143-146.
- Kokkonen J., Nelson A. G. and Cornwell A. (1998) Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport.* 69(4): 411-415.
- 村川増代, 野老 稔 (2007) 投擲時における発声の効果. 武庫川女子大学紀要 (自然科学) 55: 1-4.
- 王 貞治 (1977) 鍛え抜かれた自然体 王貞治選手. 日本記者クラブ. <http://www.jnpc.or.jp/files/opdf/289.pdf> (参照日2016年3月19日).
- Pope R. P., Herbert R. D. and Kirwan J. D. (1998) Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Australian Journal of Physiotherapy* 44: 165-172.
- Pope R. P., Herbert R. D., Kirwan J. D. and Graham B. J. (2000) A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32(2): 271-277.
- 高梨雄太 (2010) 噛みしめが投擲競技者の運動能力に及ぼす影響. *スポーツ歯学* 13(2): 75-80.
- 谷澤 真, 飛永敬志, 伊藤俊一 (2014) 短時間の静的ストレッチングが柔軟性および筋出力に及ぼす影響. *理学療法—臨床・研究* 21(1): 51-55.
- 矢部京之助 (1977) 筋疲労における自発的な「かけ声」の効果. 人体筋出力の生理的限界と心理的限界. 杏林書院, 東京: 163-174.
- 山口太一, 石井好二郎 (2007) 運動前のストレッチングがパフォーマンスに及ぼす影響について—近年のストレッチング研究の結果をもとに—. *Creative Stretching* 5: 1-18.
- 山口太一, 石井好二郎 (2010) 続報 運動前のストレッチングがパフォーマンスに及ぼす影響について—. *Creative Stretching* 14: 1-10.
- 山口太一, 石井好二郎 (2011) ウォームアップにおける各種ストレッチングがパフォーマンスに及ぼす影響. *トレーニング科学* 23(3): 233-250.
- Yamaguchi T. and Ishii K. (2014) An optimal protocol for dynamic stretching to improve explosive performance. *J Phys Fitness Sports Med* 3(1): 121-129.
- 山口太一 (2015) 競技パフォーマンスとストレッチング. *体育の科学* 65(6): 387-392.
- 山本忠志, 秋原 悠, 村上佳司 (2013) 静的及び動的ストレッチングによる筋力発揮への影響について. *兵庫教育大学研究紀要* 42: 53-57.
- 山中拓人, 上野俊明, 大山喬史 (2003) 筋線維組成が噛みしめに伴う筋力向上効果に及ぼす影響. *日本臨床スポーツ医学会誌* 11(3): 492-499.
- 横山雄一 (1998) 身体運動時のクレンチングに関する研究. 日本補綴歯科学会雑誌 42(1): 90-101.