

# 研究結果からウォームアップにおけるより良いパフォーマンス発揮のためのダイナミックストレッチングの方法を考える

山口太一<sup>1</sup>、石井好二郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>酪農学園大学 食・健康スポーツ科学

<sup>2</sup>同志社大学 スポーツ健康科学部

大学院スポーツ健康科学研究科 運動処方研究室

## 連絡先

山口太一

〒069-8501 北海道江別市文京台緑町 582 番地

酪農学園大学 食・健康スポーツ科学

電話番号および FAX 番号: 011-388-4914

E-mail: taichi@rakuno.ac.jp

## ■ はじめに

ダイナミックストレッチングはサッカー選手が行うブラジル体操や陸上競技選手が行うドリルなどにもその要素が含まれる動きのなかで柔軟性を高めようとするストレッチングのひとつの方法である。具体的にはターゲットとなる筋群(伸ばそうとしている筋群)の拮抗筋群を意識的に収縮させ、関節の伸展、屈曲、回旋ないし回転を行う。それらにより理論的にはターゲットとなる筋群に相反性抑制を生じさせ、伸張を促す方法である。また、実際のスポーツや身体活動に含まれる動作をシミュレートして意識的に行うことでその動作における動的な柔軟性(動きの滑らかさや素早さなど)を改善させる方法でもある。

これまで我々はウォームアップにおける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調査した研究論文をまとめた総説において、ダイナミックストレッチングの実施が発揮パワー、跳躍能力、スプリント走タイムおよびメディシンボール投擲距離などの瞬発的な運動能力の改善に有効であることを明示してきた<sup>36,37,38</sup>。また、特筆すべき事項として、ダイナミックストレッチング以外の方法のスタティックストレッチング、バリスティックストレッチングお

よび PNF を用いたストレッチングについては、各種パフォーマンスを低下させたことが報告されてきたものの、ダイナミックストレッチングについてはパフォーマンスの低下を示した研究が皆無であることについても述べてきた<sup>36,37,38</sup>。さらに、これらの分析結果に基づいて、瞬発的なスポーツ競技前におけるダイナミックストレッチングの利用の有効性を提言してきた<sup>36,37,38</sup>。

このようにウォームアップにおけるダイナミックストレッチング実施の有効性が示されるようになってきているものの、ダイナミックストレッチングの具体的な方法については未だ明確とは言えない。しかしながら一方で、最近ではダイナミックストレッチングの具体的な方法に関して検討を試みた研究も増えてきており、適切な量<sup>32</sup>(距離や回数×セット数)、適切な速度<sup>12</sup>あるいはストレッチング後からパフォーマンス発揮までの適切な休息時間<sup>25,31</sup>に関する知見も見出されている。また、それら研究を含め、ダイナミックストレッチングが各種パフォーマンスに及ぼす即時効果について調べた研究も40編を上回り、系統的に具体的な方法について議論することが可能になってきたように思える。

そこで本稿ではダイナミックストレッチングが各種パフォ

パフォーマンスに及ぼす即時効果について調査した研究結果をもとにウォームアップにおいてより良いパフォーマンス発揮のために有効なダイナミックストレッチングの具体的な方法について考えていくこととする。

## ■ 適切な量(回数、距離あるいは時間×セット数)について

ウォームアップにおけるダイナミックストレッチングの適切な量については、最近、Turkiら<sup>32)</sup>が下肢筋群におけるダイナミックストレッチングを20m区間(回数にして約14回)において1~3セット実施し、10m走ならびに20m走のタイムをセット条件間で比較した研究が理解しやすい良例である。この研究結果では、10m走のタイムについてはセットの条件間に相違が認められなかった。しかしながら、20m走のタイムについては1セットあるいは2セット実施した場合にはタイムが短縮したものの、3セット実施した場合にはタイムが遅延したことが明らかとなっている。すなわち、この研究結果から20m走のパフォーマンス向上のためには、20m区間(約14回)のダイナミックストレッチングは1~2セットの実施に留めることが推奨され、3セットの実施はしない方が良く示唆される。

また、この他の研究についても概観し(表1)、まずは実施回数について着目してみると、パフォーマンス向上のためのダイナミックストレッチングの1セット当たりの実施回数は10~15回が推奨されよう。なぜなら、ダイナミックストレッチング後にパフォーマンスの変化が認められなかった研究のうち、Christensen & Nordstromの研究<sup>6)</sup>では、ダイナミックストレッチングの合計の実施回数は10回であったものの、1セット当たりの実施回数が5回(×2セット)と少なかった。その結果、垂直跳び高には改善が認められていない。逆に1セット当たりの実施回数が多い例としては、Torresらの研究<sup>30)</sup>において1セット当たり30回のダイナミックストレッチングを2セット実施する方法が採用され、1RM(one repetition maximum:最大挙上重量)の30%に相当する重量におけるベンチプレススローのパフォーマンスならびにメディシンボールの投擲距離に改善が認められなかった。

一方、例えば1セット当たりの実施回数が10~15回と適切な実施回数の範囲内であったとしてもセット数が多く、結果として合計の実施回数が多くなった場合についてもパ

フォーマンス向上が認められていない。例えば、Papadoulosら<sup>26)</sup>は15回×6セットの計90回、Herdaら<sup>18)</sup>は12~15回×4セットの計48~60回、Beedleら<sup>2)</sup>およびCarvalhoら<sup>4)</sup>は15回×3セットの計45回のダイナミックストレッチングを実施したものの、各種パフォーマンスの向上は認められなかったとしている。よって、より良いパフォーマンス発揮のためにはダイナミックストレッチングの実施回数×セット数によって算出される合計の実施回数についても多くならぬよう十分に注意を払う必要があるだろう。以上のことから、パフォーマンス改善の認められた研究を総じて考えると、合計の実施回数は10~30回(10回×1セットから15回×2セットまで)がパフォーマンス向上のための適切なダイナミックストレッチングの量として推奨されよう。

他方、スポーツ現場ではスタート地点とゴール地点にコーンやマーカーなどの目印を置き、ダイナミックストレッチングの量を実施距離でコントロールする場合も多い。実施距離については唯一18m区間で下肢筋群におけるダイナミックストレッチングを2セット実施する方法を採用したDairympleらの研究<sup>8)</sup>において垂直跳び高のパフォーマンスの改善が認められていない。その他の研究においては1セット当たりのダイナミックストレッチングの実施距離が最短で10ヤード区間の研究<sup>11)</sup>から最長で25m区間の研究<sup>24)</sup>まで、さらにそれらにセット数を乗じた合計の実施距離が最短で10m(10m区間×1セット)の研究<sup>27)</sup>から最長で80m(20m区間×4セット)の研究<sup>31)</sup>までパフォーマンスの改善効果が認められている(表1)。Fletcher & Jones<sup>14)</sup>はその場で20回行う下肢のダイナミックストレッチングでは20m走のタイムに改善が認められなかったものの、ジョグをしながら同様のダイナミックストレッチングを20回行った場合については20m走のタイムに短縮が認められたことを報告している。先の実施回数で量をコントロールした研究においては、その場でダイナミックストレッチングを実施した研究が多く、先述の通り、実施回数の過少あるいは過多によってパフォーマンスに対するダイナミックストレッチングの有効性が発揮されなかったり、逆に疲労が生じ、パフォーマンスにネガティブな影響を及ぼしたりしたのかもしれない。すなわち、実施回数でダイナミックストレッチングの量をコントロールした場合には比較的明確に量依存的な効果の違いが存在した可能性が考えられる。しかしながら一方で、ダイナミックストレッチ

ングの実施距離で量をコントロールした研究の場合には  
ダイナミックストレッチ自体の量が少なくてもジョグや  
歩行などによる身体の移動にともなう体温上昇などのウ  
ォームアップ効果が相乗的にパフォーマンスに好影響を  
及ぼしたり、逆にダイナミックストレッチ自体の量が  
多くとも歩行やジョグのなかで疲労が軽減するようなク

ルダウンのような要素が含まれていた可能性も考えられ  
る。このことから合計の実施距離が 10m と短いものから  
80m と長いものまで広範囲に渡ってパフォーマンスの向  
上効果が認められたのかもしれない。ただし、先に述べ  
たTurkiら<sup>32)</sup>の研究結果を鑑みれば、20m 区間のダイナミ  
ックストレッチを1~2セット実施することがパフォーマ

**表 1 ダイナミックストレッチがパフォーマンスに及ぼす即時効果を検討した研究のまとめ。網掛けのある研究はパフォーマンスの改善が認められていないもの。VJ=垂直跳び、MB=メディシンボール、DJ=ドロップジャンプ、SQJ=スクワットジャンプ、PK=ペナルティキック。**

出版年	著者	条件	筋群	量	速度	休憩時間	指標	結果
2005	Faigenbaum et al.	DS① DS+3DJ② SS③	下肢	13m 区間×2 13m 区間×2 15 秒×1-2	規定なし	2分	VJ 高 立ち幅跳び距離 シャトルランタイム	①=②>③ ②>③ ①=②>③
	Yamaguchi&Ishii	DS	下肢	その場で 30 秒 (15 回) ×1	速く	移動のみ	等負荷性レッグプレスパワー	↑
	Papadopoulos et al.	W-up+DS	下肢	その場で 15 秒 (15 回) ×6	規定なし	移動のみ	等速性短縮性膝伸展トルク 等速性短縮性膝屈曲トルク	ともに変化なし
2006	Faigenbaum et al.	W-up+DS W-up+SS	全身	10 ヤード区間×2 30 秒×1-2	規定なし	1-2 分	VJ 高 10 ヤード走タイム シャトルランタイム MB トス投擲距離	DS>SS DS>SS 差なし DS>SS
	Little&Williams	W-up+DS	下肢	30 秒 (15 回) ×1	規定なし	2 分	VJ 高 10m 走タイム 20m 走タイム 転換走タイム	変化なし ↑ ↑ ↑
	McMillian et al.	DS W-up	全身	10 回 or 20-25m 区間×1	頻度はゆっ くりから中 程度	約 2 分	5 段跳び距離 T 字走タイム MB 投擲距離	↑ ↑ ↑
	Duncan & Woodfield	DS W-up	下肢	12m 区間×2	規定なし	10 分以内	VJ 高	↑
2007	Yamaguchi et al.	DS	下肢	その場で 30 秒 (15 回) ×2	速く	5 分以内	等負荷性膝伸展パワー	↑
2008	Herda et al.	DS	下肢	その場で 30 秒 (12-15 回) ×4	規定なし	4.2 分	等尺性膝関節屈曲トルク	変化なし
	Torres et al.	W-up+DS	上半 体幹	30 回×2	規定なし	5 分	30% 1RM ベンチプレススロー MB 投擲距離	すべて変化なし
	Manoel et al.	W-up+DS	下肢	その場で 30 秒×3	速く	4 分	等速性短縮性膝伸展パワー	↑
	Christensen & Nordstrom	W-up+DS	下肢	5 回×1-2	規定なし	約 2 分	VJ 高	変化なし
	Beedle et al.	W-up+DS	上半 下肢	その場で 30 秒 (15 回) ×3	規定なし	?	ベンチプレス 1RM レッグプレス 1RM	ともに変化なし
	Jaggers et al.	W-up+DS	下肢	15 回×2	速く	?	VJ 高・張力・パワー	パワー↑, その他は変化なし
2009	Pearce et al.	DS+W-up	下肢	10 回 or 10m 区間×1-2	規定なし	移動のみ	VJ 高	↑
	Hough et al.	W-up+DS	下肢	その場で 30 秒 (15 回) ×1	速く	2 分	VJ 高	↑
	Curry et al.	W-up+DS	下肢	10 回×2	規定なし	5 分	VJ 高	変化なし
	Needham et al.	W-up+DS W-up+SS	下肢	20 ヤード区間×2 15 秒×2	規定なし	移動のみ	VJ 高 10m 走タイム 20m 走タイム	DS>SS DS>SS DS>SS
2010	Dalrymple et al.	W-up+DS	下肢	18m 区間×2	規定なし	1 分	VJ 高	変化なし
	Fletcher	W-up+遅 DS① W-up+速 DS②	下肢	10 回×2 10 回×2	50 回/分 100 回/分	2 分	VJ 高 DJ 高 SQJ 高	②: ↑, ①: 変化なし ①, ②ともに ↑ ①, ②ともに ↑
	Fletcher & Monte-Colombo	W-up+DS	下肢	その場で 12 回×2	規定なし	?	VJ 高 DJ 高 等速性短縮性膝伸展トルク 等速性短縮性膝屈曲トルク	↑ ↑ 変化なし 変化なし
	Sekir et al.	W-up+DS	下肢	その場で 30 秒 (15 回) ×2	速く	?	等速性短縮性膝伸展トルク 等速性伸張性膝伸展トルク 等速性短縮性膝屈曲トルク 等速性伸張性膝屈曲トルク	↑ ↑ 60 度/秒: ↑, 180 度/秒: 変化なし ↑ ↑
	Gelen	W-up+DS	全身	15m 区間×2	規定なし	4-5 分	30m 走タイム 30m ドリブルタイム PK ボール速度	↑ ↑ ↑
	Amiri-Khorasani et al.	W-up+DS	下肢	動きながら 30 秒 (15 回) ×1	規定なし	2 分	アジリティテストタイム	変化なし
	Chaouachi et al.	W-up+DS	下肢	30 秒×2	規定なし	2 分	30m 走タイム アジリティテストタイム 5 段跳び距離 VJ 高	すべて変化なし
	Fletcher & Monte-Colombo	W-up+DS	下肢	動きながら 12 回×2	規定なし	?	VJ 高 20m 走タイム アジリティタイム	変化なし ↑ ↑
	Murphy et al.	W-up+DS	下肢	20 秒 (10 回) ×1	規定なし	5 分以内	VJ 高	変化なし
	2011	Perrier et al.	W-up+DS	全身	18.3m 区間×2	規定なし	移動のみ	VJ 高 反応時間
Turki et al.		W-up+DS	下肢	20m 区間 (約 14 回) ×4	規定なし	15 秒	VJ 高	↑
Van Gelder & Bartz		W-up+DS	下肢	4-20 回×1	規定なし	移動のみ	アジリティテストタイム	↑
Behm et al.		W-up+DS	下肢	30 秒×8	規定なし	?	VJ 高 DJ 高 バランス 反応時間 動作時間	↑ ↑ 変化なし 変化なし 変化なし
2012	Turki et al.	W-up+DS×1① W-up+DS×2② W-up+DS×3③	下肢	20m 区間 (約 14 回) ×1 20m 区間 (約 14 回) ×2 20m 区間 (約 14 回) ×3	規定なし	5 分	10m 走タイム 20m 走タイム	変化なし ①, ②: ↑, ③: ↓

ンス向上にとっては良いと提言することが妥当であり、他の研究結果からもやはり合計の実施距離が 40mを限度にダイナミックストレッチングの量をコントロールすることが有効ではないだろうか。

この他に実施時間でダイナミックストレッチングの量をコントロールした研究も存在する。実施時間については、概ね1セット当たり30秒間継続して実施し、それを1~2セット実施する方法を採用した研究でパフォーマンス向上が確認されているように思える(表1)。しかしながら、同じように1セット当たり30秒間の実施時間で1セットあるいは2セット行う方法を採用した研究のなかでもパフォーマンスが向上しなかったとする研究もあることに加え、合計の実施時間が長い研究の例として、1セット当たり30秒間のダイナミックストレッチングを8セット実施した場合においてもパフォーマンス向上が認められたとする研究<sup>3)</sup>も存在する。したがって、実施時間に関する知見は多様であり、実施時間で適切な方法を明言することは難しいように思える。これにはおそらく実施時間内の回数(頻度)などもパフォーマンスに大きな影響を及ぼすことが関与しているのかもしれない。そもそも実施時間を設定している研究の多くはストレッチングを実施しなかった条件や他の方法のストレッチングを実施した条件と実験設定上、実施時間を揃えるために時間設定をした場合が多い。よって、実際にスポーツ現場においてダイナミックストレッチングを実施する場合については先に述べた実施回数あるいは実施距離とセット数で量をコントロールする方がより現実的であると考えられる。

以上、ウォームアップにおけるパフォーマンス向上のための適切なダイナミックストレッチングの量についてまとめると、1セット当たりの実施回数は10回から15回、実施距離では10ヤード区間から20m区間とし、それらを1~2セット実施することが推奨されよう。

## ■ その他の方法について

ダイナミックストレッチングの量以外の方法についての興味深い知見として、第一にダイナミックストレッチングの速度に関するものがある。Fletcher<sup>12)</sup>は下肢筋群における同じ10回×2セットのダイナミックストレッチングを1分間当たり50回のリズムで行う場合と100回のリズムで行う場合で垂直跳び高、ドロップジャンプ高およびスクワット

ジャンプ高に及ぼす影響を比較している。その結果、1分間当たり50回のリズムで行った場合でも垂直跳び高を除くジャンプパフォーマンスに向上が認められたものの、1分間当たり100回のリズムで行った場合にはすべてのジャンプパフォーマンスが改善し、その改善は1分間当たり50回のリズムで行った場合よりも大きかったことが明らかとなっている。この研究では頻度で条件設定を行っているため、実際にはダイナミックストレッチングの速度を規定している訳ではない。しかしながら、設定された1分間当たり50回あるいは100回と言う頻度は他の研究と比較して高頻度であり、ダイナミックストレッチングの速度自体を速くしなければこれら頻度には対応できなかったと思われる。よって、この研究結果はより速くダイナミックストレッチングを実施することでパフォーマンスがより改善することを示唆している。また、この他の研究においても「ダイナミックストレッチングをできるだけ速く実施した」などのように速度の条件設定に関する記述があるものについては、すべての研究でパフォーマンスの改善が確認されている(表1)。これらのことから、ダイナミックストレッチングはできるだけ素早く実施した方がパフォーマンス改善の可能性が高いと言えよう。

また、速度の他にダイナミックストレッチングの方法に関する興味深い知見としては、ダイナミックストレッチング後にパフォーマンスを発揮するまでの適切な休息時間に関するものがある。正しくは休息時間について検討した訳ではないが、Turkiら<sup>31)</sup>は下肢筋群を対象として20m区間(約14回)×4セットのダイナミックストレッチングを実施した15秒後、4分後、8分後、12分後、16分後および20分後に垂直跳び高を測定したところ、平均で5.3分後に垂直跳び高がピークとなったことを報告している。このことから彼らはパフォーマンス発揮前3~5分にダイナミックストレッチングを実施することを推奨している。しかしながら、この研究ではダイナミックストレッチングの実施回数が前章で示したダイナミックストレッチングの推奨量よりも多かった。したがって、量が多かったため、ダイナミックストレッチング後の疲労が軽減され、より良いパフォーマンス発揮が可能な状態となったのがダイナミックストレッチングの5.3分後とも受け取れる。一方、推奨量のダイナミックストレッチングを用いた研究では、Needhamら<sup>25)</sup>が20ヤード区間×2セットのダイナミックストレッチングの直後、3分後および6分後に垂直跳び高、10mおよび20m走の

表 2 推奨されるダイナミックストレッチングの方法。

量		セット	速度	休息时间
回数あるいは距離				
回数	10回~15回	1~2セット	速い動作を意識	パフォーマンス発揮 まで0~5分程度
距離	10ヤード~20m			

タイムを測定している。その結果、ダイナミックストレッチング直後から6分後までの各パフォーマンスに増減はなく、常にスタティックストレッチングを実施した場合よりも各パフォーマンスが良好であったことが示されている。よって、この研究結果からは適切な量のダイナミックストレッチングであれば、実施直後よりパフォーマンスの改善がなされ、少なくともその後6分後まではその効果が継続することが示唆されよう。その他の推奨量のダイナミックストレッチングを用いてパフォーマンスの改善が認められた研究を含め総合的に考えてみても、直後(正しくはパフォーマンス発揮までの移動や準備までの時間)から5分程度までであれば、ダイナミックストレッチングによるパフォーマンス向上効果が期待できそうである(表1)。こうした休息时间については、前述のダイナミックストレッチングの量や速度ほど厳密にコントロールする必要もないようにも思えるが、疲労の蓄積具合なども考慮しながら、より良いパフォーマンス発揮のために正しい設定をしてしかるべきであると考え。

## ■おわりに

以上のことから、ウォームアップにおけるより良いパフォーマンス発揮のためのダイナミックストレッチングの方法について考えると、表2のようにまとめられよう。ただし、温度や湿度などの環境条件あるいは疲労や障害の程度などの実施者の状態など他の要素も十分に考慮して方法を選択しなければならない。一方、実施者のレベルに

## ■参考文献

1) Amiri-Khorasani, M., M. Sahebozamani, K. G. Tabrizi, A. B. Yusof: Acute effect of different stretching methods on illinois agility test in soccer players, J. Strength Cond. Res., 24: 2698-2704, 2010.

2) Beedle, B., S. J. Rytter, R. C. Healy, T. R. Ward: Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength, J. Strength Cond. Res., 22:

よってもダイナミックストレッチングの方法を変えるべきとも考えられるが、ある程度は表2の方法で対応できるのではなかろうか。なぜなら、対象者に大学生アスリートおよび一般の活動的な大学生を採用した Van Gender & Bartz の研究<sup>33)</sup>、若年(平均年齢22歳)および中年(平均年齢46歳)の健常者を採用した Behm らの研究<sup>3)</sup>ではダイナミックストレッチングのパフォーマンス向上効果に対象者間で相違がなかったことが認められている。さらに、こどもや少年少女を対象とした研究<sup>9,10,11,25)</sup>においてもダイナミックストレッチングのパフォーマンス向上効果が認められているからである。

一方、我々はこれまでダイナミックストレッチングが瞬発的なパフォーマンスの改善のみに有効であると結論づけてきたが、本稿において方法について詳しく再検討してみたところ、ダイナミックストレッチング後に筋力の向上が認められていない研究<sup>2,18,26)</sup>はダイナミックストレッチングの量が多く、適切な量のダイナミックストレッチングを用いた研究<sup>16,29)</sup>では筋力の向上が認められていた。今のところ筋力に関する研究が5編と少ないため、未だ明言はできないが、筋力の向上についてももしかしたらダイナミックストレッチングの実施は有効なのかもしれない。今後、適切な方法を採用したうえでダイナミックストレッチングが筋力に及ぼす即時効果について検討していくことにより、筋力向上のためのレジスタンストレーニング前のウォームアップにおけるダイナミックストレッチング実施の有効性なども唱えることが可能になるのかもしれない。

1838-1843, 2008.

3) Behm D. G., S. Plewe, P. Grage, A. Rabbani, H. T. Beigi, J. M. Byrne, D. C. Button: Relative static stretch-induced impairments and dynamic stretch-induced enhancements are similar in young and middle-aged men, Appl. Physiol. Nutr. Metab., 36: 790-797, 2011.

- 4) Carvalho, F. L., M. C. Carvalho, R. Simão, T. M. Gomes, P. B. Costa, L. B. Neto, R. L. Carvalho, E. H. Dantas: Acute Effects Of A Warm-Up Including Active, Passive, And Dynamic Stretching On Vertical Jump Performance, *J. Strength Cond. Res.*, in press.
- 5) Chaouachi, A., C. Castagna, M. Chtara, M. Brughelli, O. Turki, O. Galy, K. Chamari, D. G. Behm: Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals, *J. Strength Cond. Res.*, 24: 2001–2011, 2010.
- 6) Christensen, B. K., B. J. Nordstrom: The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance, *J. Strength Cond. Res.*, 22: 1826–1831, 2008.
- 7) Curry, B. S., D. Chengkalath, G. J. Crouch, M. Romance, P. J. Manns: Acute effects of dynamic stretching, static stretching, and light aerobic activity on muscular performance in women, *J. Strength Cond. Res.*, 23: 1811–1819, 2009.
- 8) Dalrymple, K. J., S. E. Davis, G. B. Dwyer, G. L. Moir: Effect of static and dynamic stretching on vertical jump performance in collegiate women volleyball players, *J. Strength Cond. Res.*, 24: 149–155, 2010.
- 9) Duncan, M. J., L. A. Woodfield: Acute effects of warm up protocol on flexibility and vertical jump in children, *J. Exerc. Physiol.*, 9: 9–16, 2006.
- 10) Faigenbaum, A. D., M. Bellucci, A. Bernieri, B. Bakker, K. Hoorens: Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children, *J. Strength Cond. Res.*, 19: 376–381, 2005.
- 11) Faigenbaum, A. D., J. Kang, J. McFarland, J. M. Bloom, J. Magnatta, N. A. Ratamess, J. R. Hoffman: Acute effects of different warm-up protocols on anaerobic performance in teenage athletes, *Ped. Exerc. Sci.*, 17: 64–75, 2006.
- 12) Fletcher, I. M.: The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 109: 491–498, 2010.
- 13) Fletcher, I. M., R. Anness: The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes, *J. Strength Cond. Res.*, 21: 784–787, 2007.
- 14) Fletcher, I. M., B. Jones: The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players, *J. Strength Cond. Res.*, 18: 885–888, 2004.
- 15) Fletcher, I. M., M. M. Monte-Colombo: An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance, *J. Strength Cond. Res.*, 24: 2096–2101, 2010.
- 16) Fletcher, I. M., M. M. Monte-Colombo: An investigation into the possible physiological mechanisms associated with changes in performance related to acute responses to different preactivity stretch modalities, *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 35: 27–34, 2010.
- 17) Gelen, E.: Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players, *J. Strength Cond. Res.*, 24: 950–956, 2010.
- 18) Herda, T. J., J. T. Cramer, E. D. Ryan, M. P. McHugh, J. R. Stout: Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle, *J. Strength Cond. Res.*, 22: 809–817, 2008.
- 19) Hough, P. A., E. Z. Ross, G. Howatson: Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity, *J. Strength Cond. Res.*, 23: 507–512, 2009.
- 20) Jaggars, J. R., A. M. Swank, K. L. Frost, C. D. Lee: The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power, *J. Strength Cond. Res.*, 22: 1844–1849, 2008.
- 21) Little, T., A. G. Williams: Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players, *J. Strength Cond. Res.*, 20: 203–207, 2006.
- 22) Manoel, M. E., M. O. Harris-Love, J. V. Danoff, T. A. Miller: Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women, *J. Strength Cond. Res.*, 22: 1528–1534, 2008.
- 23) Murphy, J. C., E. F. Nagle, R. J. Robertson, J. L. McCrory: Effect of single set dynamic and static stretching exercise on jump height in college age recreational athletes, *Int. J. Exerc. Sci.*, 3: 214–224, 2010.
- 24) McMillian, D. J., J. H. Moore, B. S. Hatler, D. C. Taylor: Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance, *J. Strength Cond. Res.*, 20: 492–499, 2006.
- 25) Needham, R. A., C. I. Morse, H. Degens: The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players, *J. Strength Cond. Res.*, 23: 2614–2620, 2009.
- 26) Papadopoulos, G., T. Siatras, S. Kellis: The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors, *Isokinetics Exerc. Sci.*, 13: 285–291, 2005.
- 27) Pearce, A. J., D. J. Kidgell, J. Zois, J. S. Carlson: Effects of secondary warm up following stretching, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 105: 175–183, 2009.
- 28) Perrier, E. T., M. J. Pavol, M. A. Hoffman: The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility, *J. Strength Cond. Res.*, 25: 1925–1931, 2011.
- 29) Sekir, U., R. Arabaci, B. Akova, S. M. Kadagan: Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes, *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, 20: 268–281, 2010.
- 30) Torres, E. M., W. J. Kraemer, J. L. Vingren, J. S. Volek, D. L. Hatfield, B. A. Spiering, J. Y. Ho, M. S. Fragala, G. A. Thomas, J. M. Anderson, K. Häkkinen, C. M. Maresh: Effects of stretching on upper-body muscular performance, *J. Strength Cond. Res.*, 22: 1279–1285, 2008.
- 31) Turki, O., A. Chaouach, E. J. Drinkwater, M. Chtara, K. Chamari, M. Amri, D. G. Behm: Ten Minutes of Dynamic Stretching Is Sufficient to Potentiate Vertical Jump Performance Characteristics, *J. Strength Cond. Res.*, 25: 2453–2463, 2011.
- 32) Turki, O., A. Chaouach, D. G. Behm, H. Chtara, M. Chtara, D. Bishop, K. Chamari, M. Amri: The effect of warm-ups incorporating different volumes of dynamic stretching on 10- and 20-m sprint performance in highly trained male athletes, *J. Strength Cond. Res.*, 26: 63–72, 2012.
- 33) Van Gelder, L. H., S. D. Bartz: The effect of acute stretching on agility performance, *J. Strength Cond. Res.*, 25: 3014–3021, 2011.
- 34) Yamaguchi, T., K. Ishii: Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power, *J. Strength Cond. Res.*, 19: 677–683, 2005.
- 35) Yamaguchi, T., K. Ishii, M. Yamanaka, K. Yasuda: Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension, *J. Strength Cond. Res.*, 21: 1238–1244, 2007.
- 36) 山口太一, 石井好二郎. 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, 2007.
- 37) 山口太一, 石井好二郎, 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, 2010.
- 38) 山口太一, 石井好二郎. 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: 233–250, 2011.