

高校サッカー選手における 方向転換能力と柔軟性の関係

Relation between change of direction performance and flexibility in high school soccer players

杉山貴哉*, 三宅秀俊*, 石川徹也*

キー・ワード : change of direction performance, flexibility, soccer
方向転換能力, 柔軟性, サッカー

〔要旨〕 アジリティトレーニングにおいて、アジリティを構成している柔軟性、筋力、スピードなどの基礎機能や方向転換動作に関連するパワーポジションやフットワークなどの基礎動作を高める必要があると言われている。

本研究ではアジリティの主な構成要素である方向転換能力と柔軟性の関係について明らかにすることを目的とした。

対象は某高校サッカー選手 29 名（蹴り脚側 右側 27 名，左側 2 名）である。方向転換能力テストとして step50 を行い，柔軟性テストとして Finger Floor Distance (FFD)，立位開脚，足関節背屈可動性，股関節屈曲・内転・内旋，股関節屈曲・外転・外旋可動性，体幹回旋可動性，Thomas test，Heel Buttock Distance の計 8 種類を行った。

Step50 と有意な相関関係が認められた項目は FFD ($r=0.48, p<0.01$)，足関節背屈可動性 (右 $r=-0.48, p<0.01$, 左 $r=-0.39, p<0.05$)，右 Thomas test ($r=0.39, p<0.05$) であった。step50 を従属変数，有意な相関が認められた柔軟性の項目を独立変数として，重回帰分析を行った。その結果，step50 の有意な影響因子は右 Thomas test と左右足関節背屈可動性であった。

以上の結果から，方向転換動作スピードを高めるためには，左右足関節背屈や股関節伸展の柔軟性改善が必要であることが示唆された。

はじめに

アジリティは多くのスポーツにおいて重要な要素であり，認知機能と身体機能である方向転換能力により構成されている¹⁾。また，アジリティの構成要素である方向転換動作は，減速・停止，方向転換，加速の各動作が組み合わさって構成されている²⁾。アジリティトレーニングにおいては，アジリティを構成している柔軟性，筋力，スピードなどの基礎機能や方向転換動作に関連するパワーポジションやフットワークなどの基礎動作を高める必要があると言われている³⁾。

これまでに，アジリティの主な構成要素であ

る方向転換動作に関与する要因について様々な報告がある。方向転換動作と直線走^{4,5)}の関係や方向転換動作と下肢筋力，垂直ジャンプ(パワー)^{5,6)}の関係，方向転換動作と体幹の安定性⁷⁾の関係などが報告されている。しかしながら，方向転換能力と柔軟性の関係についての報告は，渉猟しうる限り見つからなかった。

今回，サッカー選手における方向転換能力と柔軟性の関係を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 対象

対象は，某高校サッカー選手 29 名である。身長 169.9 ± 4.7 cm，体重 60.4 ± 6.1 kg，BMI 20.9 ± 1.5 であり，利き脚は右側が 27 名，左側が 2 名であ

* 静岡みらいスポーツ・整形外科

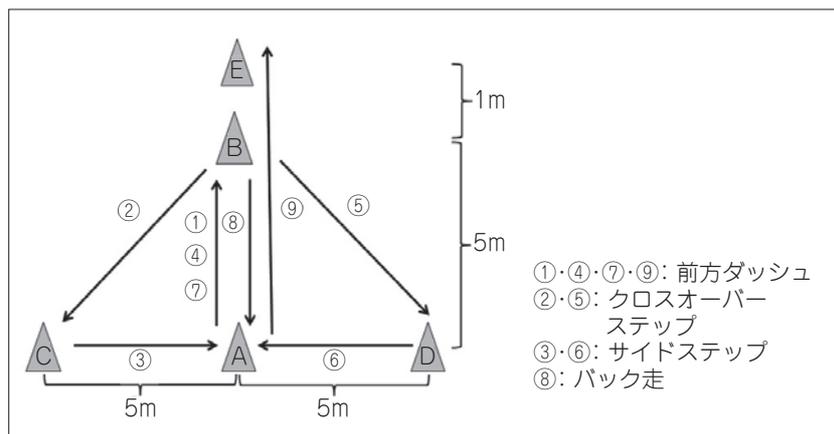


図1 step50

た。

対象校サッカー部の実力は、平成 29 年度静岡県新人大会中部地区大会 1 次リーグ敗退、平成 29 年度静岡県高等学校総合体育大会 サッカー競技県大会進出 (2 回戦敗退) である。

2. 方法

方向転換能力の測定に関しては、step50⁹⁾ を用い、2 回測定し、速い方のタイムを記録とした。柔軟性に関しては過去の報告⁹⁾ を基に①Finger floor distance (以下、FFD)、②立位開脚、③足関節背屈可動性、④股関節屈曲・内転・内旋可動性、⑤股関節屈曲・外転・外旋可動性、⑥体幹回旋可動性、⑦Thomas test、⑧Heel buttock distance (以下、HBD) の計 8 項目を行った。

1) 方向転換能力 (step50) の測定方法 (図 1)

図 1 のように、A の地点からスタートし、まず A から B へダッシュ、次に E のマーカーを見ながら B から C へ右足を前にしたクロスオーバーステップ、次に C から A へサイドステップしていく。そして、再び A から B へダッシュ、次に E のマーカーを見ながら B から D へ左足を前にしたクロスオーバーステップ、次に D から A へサイドステップし、A から B へダッシュ、B から A へバック走、最後に A から E までダッシュしていく、総走行距離が 50m となる。ストップウォッチにてタイムを計測した。

2) 柔軟性の測定方法 (図 2)

①FFD

被検者は 40cm のステップ台の上に立ち、膝関節伸展位を保持したまま能動的に体幹前屈し、床面と中指の距離を測定した。床面まで到達できない場合は +、床面よりも下まで可能な場合を一に

て表記した。

②立位開脚距離 (図 2-a)

被検者は体幹背面を壁に当て、能動的に股関節外転し、両踵間の距離を測定した。値は身長比 (実測値/身長) にて表記した。

③足関節背屈可動性 (図 2-b)

Bennell ら¹⁰⁾ の方法を参考に、被検者は測定肢を前方に踏み出して、足部を壁に対して垂直に置き、膝を壁に当てる。足部は踵離地することなく、足関節最大背屈に達するまで徐々に壁から離していき、母趾先端と壁との距離を測定した。

④股関節屈曲・内転・内旋可動性 (図 2-c)

被検者を仰臥位にし、測定肢の股関節外転 45° 位、膝関節屈曲 90° とする。検者は測定肢の膝を対側の膝に近づけるように股関節内転・内旋させ、左右膝関節内側間の距離を測定した。この時、検者は同側の骨盤挙上による代償を引き起こさないように骨盤を押さえながら測定した。

⑤股関節屈曲・外転・外旋可動性 (図 2-d)

被検者を仰臥位にし、測定肢の股関節屈曲、外転、外旋にて足部を対側大腿遠位部の上に置く。その肢位より、検者は測定肢の膝を床面に近づけ、膝関節外側と床面との距離を測定した。

⑥体幹回旋可動性 (図 2-e)

九藤ら¹¹⁾ の提唱した Wing test を参考に、被検者を両上肢を最大挙上した仰臥位にし、片側の股関節、膝関節屈曲 90° 位とし、検者は両肩甲骨を固定する。その肢位より挙上した下肢を対側方向へ移動し、体幹を回旋させ、膝関節内側と床間の距離を測定した。

⑦Thomas test (図 2-f)

被検者を仰臥位にし、測定肢と反対側の膝を胸

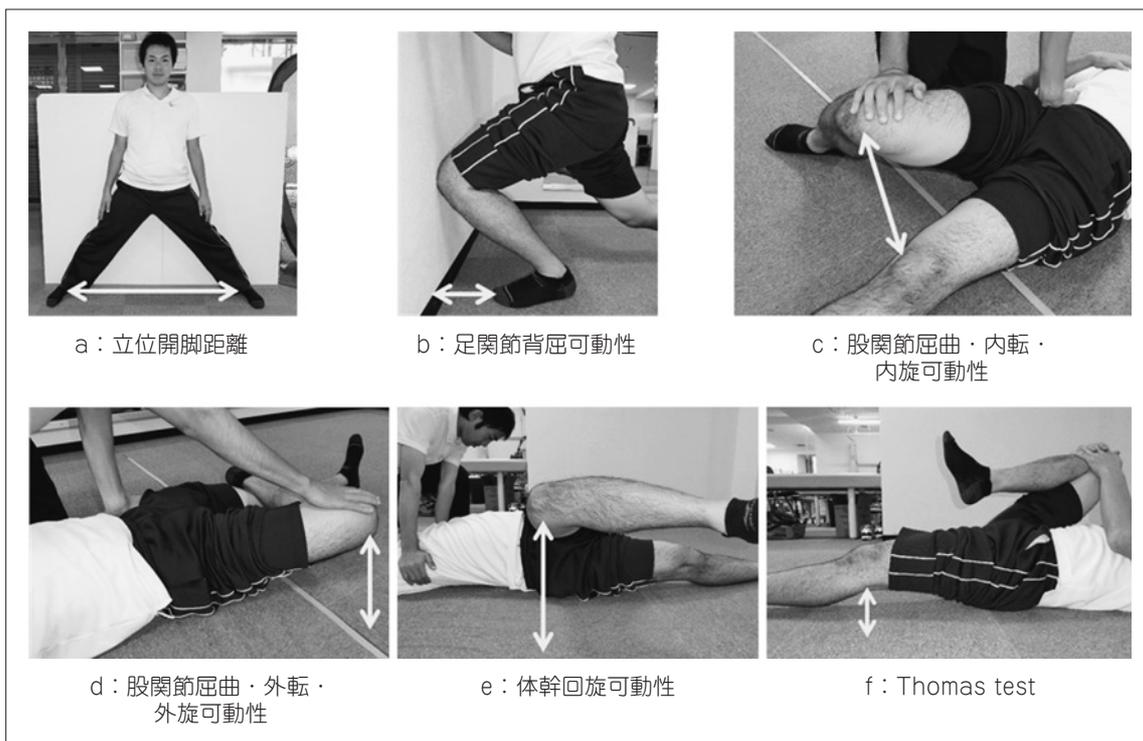


図2 柔軟性の測定方法

表1 柔軟性の測定値

FFD		-7.38 ± 11.80
立位開脚距離		0.89 ± 0.08
足関節背屈可動性	右	12.72 ± 3.79
	左	13.24 ± 3.48
股関節屈曲・内転・内旋可動性	右	15.07 ± 4.05
	左	14.24 ± 3.48
股関節屈曲・外転・外旋可動性	右	10.79 ± 5.86
	左	12.48 ± 7.30
体幹回旋可動性	右	14.69 ± 5.93
	左	15.72 ± 5.44
Thomas test	右	5.21 ± 3.13
	左	4.97 ± 3.18
HBD	右	5.24 ± 3.63
	左	5.52 ± 3.76

単位：cm

に近づけるように股関節を最大屈曲させ、膝窩部と床面との距離を測定した。

⑧HBD

被検者を仰臥位にし、検者は骨盤を固定し、測定肢の膝関節を屈曲させ、殿部と踵間の距離を測定した。

3. 統計処理

まず、step50値と各柔軟性の関係性について Spearman の順位相関係数を用いて、相関分析を

行った。次に、step50値を従属変数とし、相関分析にて有意な相関を示した柔軟性の項目を独立変数として、ステップワイズ法を用いた重回帰分析を行い、step50値に影響を及ぼす因子の抽出を行った。統計学的有意水準は危険率5%未満を有意とした。

結果

各測定値は表1の通りである。

1. step50値と各柔軟性項目との相関関係

Spearman の順位相関係数を用いて、相関分析を行った結果、step50値と有意な相関関係を示した項目は、FFD ($r=0.48, p<0.01$) と左右足関節背屈可動性 (右： $r=-0.48, p<0.01$, 左： $r=-0.39, p<0.05$)、右側 Thomas test ($r=0.39, p<0.05$) であった (表2)。

2. step50値に影響を与える因子について

step50値を従属変数とし、step50値と有意な相関関係を示した柔軟性の項目を独立変数としてステップワイズ法を用いた重回帰分析を行った。独立変数内の相関関係を調べたところ、左右足関節背屈可動性において $r=0.79$ と高い相関が認められ (表3)、多重共線性が疑われた為、左右を分けて重回帰分析を行った。独立変数を右足関節背屈

表 2 step50 値と各柔軟性項目との相関関係

	step50	
	r	p 値
FFD	0.48	0.009
立位開脚距離	-0.31	0.106
足関節背屈可動性	右 -0.48	0.008
	左 -0.39	0.038
股関節屈曲・	右 0.12	0.526
内転・内旋可動性	左 0.20	0.301
股関節屈曲・	右 -0.11	0.565
外転・外旋可動性	左 -0.14	0.484
体幹回旋可動性	右 0.31	0.099
	左 0.16	0.329
Thomas test	右 0.39	0.037
	左 0.28	0.144
HBD	右 -0.09	0.637
	左 -0.12	0.530

可動性, FFD, 右側 Thomas test として重回帰分析を行った結果, step50 値の有意な影響因子としては, 右足関節背屈可動性 ($p < 0.05$) と右側 Thomas test ($p < 0.05$) であった (表 4-a)。また, 独立変数を左足関節背屈可動性, FFD, 右側 Thomas test として重回帰分析を行った結果, step50 値の有意な影響因子としては, 左足関節背屈可動性 ($p < 0.05$) であり, 右側 Thomas test ($0.05 < p < 0.1$) は有意傾向であった (表 4-b)。

■ 考 察

方向転換能力測定値である step50 値の有意な影響因子は, 左右足関節背屈可動性と右側 Thomas test であった。

方向転換動作は減速・停止, 方向転換動作, 加

表 3 独立変数間の相関係数

	FFD	足関節背屈可動性(右)	足関節背屈可動性(左)	Thomas test (右)
FFD	1			
足関節背屈可動性 (右)	-0.123	1		
足関節背屈可動性 (左)	0.015	0.791	1	
Thomas test (右)	0.392	0.017	-0.126	1

表 4 step50 を従属変数, 左右足関節背屈可動性および FFD, 右 Thomas test を独立変数とした時の重回帰分析の結果

従属変数: step50 値 ($R^2 = 0.336$)			
独立変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	
	B	β	p 値
定数	18.342		
足関節背屈可動性 (右)	-0.124	-0.407	0.015
FFD	0.013	0.131	0.447
Thomas test (右)	0.154	0.417	0.020

a: 従属変数 (step50),
独立変数 (右足関節背屈可動性・FFD・右 Thomas test)

従属変数: step50 値 ($R^2 = 0.306$)			
独立変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	
	B	β	p 値
定数	18.638		
足関節背屈可動性 (左)	-0.124	-0.373	0.027
FFD	0.022	0.222	0.208
Thomas test (右)	0.121	0.328	0.070

b: 従属変数 (step50),
独立変数 (左足関節背屈可動性・FFD・右 Thomas test)

速の各動作により構成されており、減速・停止動作においてはパワーポジションにより重心を低くすることが重要だとされている^{2,3)}。この姿勢の明確な定義はないが、Howorthは頸部・体幹を前傾させ、股関節・膝関節・足関節軽度屈曲、上肢を脱力した姿勢をBasic dynamic postureと呼び、どんな方向にも素早く、力強く運動することができるとしている¹²⁾。また、広瀬らは、下肢三関節の伸展状態（いわゆる腰高姿勢）は方向転換能力の低下につながるとしている³⁾。足関節背屈制限によりパワーポジションを十分にとることができないことで、減速・停止動作が不十分となり、動作遅延につながると思われる。この他にも、越野らは方向転換動作時の不十分な足関節背屈角度を補うために代償的に足部が外向きになり、Knee-in, Toe-outが誘発される可能性があると報告している¹³⁾。このことより、足関節背屈可動域制限によりカッティングなどの切り返しにて下肢の軸が崩れ、動作遅延につながると思われる。また、湯野¹⁴⁾はCenter Of Pressure (COP)の位置を股・膝関節の角度を変化させず、足関節を変化させることで前・中・後方へ変化させた時に、前方移動時の反応時間はCOP位置が前方であるほど短縮したと報告している。小林ら¹⁵⁾も、アスリートの敏捷性の評価の1つである選択移動時間(Choice Movement Time : CMT)を直立位、母趾球荷重を意識していない構え姿勢、母趾球荷重を意識した構え姿勢で比較したところ、母趾球荷重を意識した構え姿勢において最もCMTの短縮が認められたと報告している。以上のことより、足関節背屈柔軟性低下により、重心前方移動が制限されるので、方向転換動作時の反応が低下しやすいと考えられる。

step50値と右側Thomas testの関係については加速走における姿勢との関係が考えられる。広瀬らは加速走におけるスタートポジションにて足関節・膝関節・股関節の伸展を同期させることが重要と報告している³⁾。さらに小林らはスプリント走の加速局面における疾走速度の増加要因としてストライドの増加が影響すると報告している¹⁶⁾。腸腰筋の柔軟性低下により、股関節伸展不十分となり、加速期でのスタートポジションが崩れ動作遅延につながったと考えられる。また、Youngら⁶⁾は反応筋力(Stretch-shortening cycleの連動の筋活動においてエキセントリックな局面からコ

ンセントリックな局面へ素早く移る能力)と方向転換動作スピードとの関係について、右脚の伸展筋の反応筋力が有意に大きいものは、左方向への方向転換動作スピードが有意に優れていたと報告している。以上のことから、右腸腰筋の柔軟性低下により、右脚の伸展筋の反応筋力が小さく、左方向への方向転換動作スピードの低下が引き起こされたと考えられる。

サッカーにおいてパスやシュートなどのボールを蹴る動作の繰り返しは股関節屈筋群に常に負担をかけ、筋疲労が生じ、腸腰筋の柔軟性低下につながりやすいとされている^{17,18)}。今回測定したサッカー選手においてもほとんどが右利きであり、その為右側の腸腰筋の柔軟性が低下しやすいと考えられる。

方向転換能力テストには、505testやPro-agility testのように直線上を折り返すものや、step50やジグザグ走のように進行方向に対して左右の方向転換が求められるものがある。過去の報告では、折り返し走のタイムは直線走のタイムと強い相関関係にあるが、ジグザグ走のタイムと直線走のタイムの間には相関関係が認められないとされている¹⁹⁾。また、方向転換の程度が強くなるほど、直線走との相関関係は弱くなり、方向転換走タイムと直線走タイムの差で表す方向転換能力と方向転換走のタイムの間には強い相関関係が認められるとの報告がある²⁰⁾。以上のことから、方向転換の程度が強いと、直線走の走能力だけでなく、その他の身体機能の要素も関係してくると考えられる。今回、方向転換の程度が強いテストであるstep50を用いたことにより、柔軟性との関連が得られやすかったと考えられる。

結 語

今回はアジリティの主な構成要素である方向転換能力と柔軟性との関係を明らかにすることを目的とした。

方向転換能力であるstep50値と有意な相関を示した柔軟性の項目は、FFDと左右足関節背屈可動性、右側Thomas testであった。

重回帰分析の結果、step50値の有意な影響因子は、左右足関節背屈可動性と右側Thomas testであった。

以上の結果から、方向転換動作スピードを高める為には、左右足関節背屈や右股関節伸展の柔軟

性改善が必要であることが示唆された。

今回の研究において方向転換能力と柔軟性との関係を明らかにすることはできたが、過去の報告において直線走やパワー、下肢筋力との関係も指摘されており、実際に方向転換能力の構成要素として、柔軟性がどの程度影響しているかは不明である。その為、今後は柔軟性と直線走や下肢筋力など他の構成要素との関係を重回帰分析によって検討する必要もあると考える。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Young W, Farrow D. A review of agility: practical applications for strength and conditioning. *Strength and Conditioning Journal*. 2006; 28: 24-29.
- 2) 吉田昌平, 金村朋直. サッカー. 方向転換動作を中心に. *理学療法*. 2017; 34: 557-565.
- 3) 広瀬統一, 峯田晋史郎. アジリティおよび身体バランスのトレーニング. *臨床スポーツ医学*. 2015; 32: 172-185.
- 4) Little T, Williams AG. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19: 76-78.
- 5) 笹木正悟, 金子 聡, 矢野 玲, 他. 方向転換走と直線走および垂直跳びの関係—重回帰分析を用いた検討—. *トレーニング科学*. 2011; 23: 143-151.
- 6) Young WB, James R, Montgomery I. Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2002; 42: 282-288.
- 7) 笹木正悟, 金子 聡, 福林 徹. サッカー選手における後方への方向転換能力に関する研究. *スポーツ科学研究*. 2008; 5: 45-57.
- 8) 公益財団法人日本サッカー協会 技術委員会. フィジカルフィットネスプロジェクト. In: JFA フィジカル測定ガイドライン 2006 年度版 第5章 測定のガイドライン. 公益財団法人日本サッカー協会; 30-49, 2006.
- 9) 川井弘光. 財団法人日本サッカー協会スポーツ医学委員会(編). 選手と指導者のためのサッカー医学. 第1版. 東京: 金原出版; 82-85, 2005.
- 10) Bennell K, Talbot R, Wajswelner H, et al. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Australian Journal of Physiotherapy*. 1998; 44: 175-180.
- 11) 九藤博弥, 嵩下敏文, 尾崎 純, 他. 柔軟性テストと脊柱機能の関係性. *専門リハビリテーション*. 2013; 12: 48-51.
- 12) Howarth B. Dynamic posture. *Journal of the American Medical Association*. 1946; 131: 1398-1404.
- 13) 越野裕太, 山中正紀, 瀬戸川美香, 他. 足関節背屈可動域と方向転換動作時の足関節背屈・内反・足部方向角度との関係性. *体力科学*. 2012; 61: 487-493.
- 14) 湯野 治. 構え姿勢の違いが反応動作時の応答時間と下肢関節動作に及ぼす影響. In: 東京工業大学修士論文. 2006.
- 15) 小林怜司, 浦辺幸夫, 沼野崇平, 他. 母趾球荷重が選択移動時間に及ぼす影響. *理学療法科学*. 2018; 33: 747-750.
- 16) 小林 海, 土江寛裕, 松尾彰文, 他. スプリント走の加速局面における一流短距離選手のキネティクスに関する研究. *スポーツ科学研究*. 2009; 6: 119-130.
- 17) 重松英樹, 笠次良爾, 熊井 司, 他. 中学・高校生のサッカー選手における腰痛調査. *J. Sports Injury*. 2007; 12: 5-7.
- 18) 中澤理恵, 坂本雅昭, 草間洋一. 中学生サッカー選手における身長成長速度曲線と下肢筋柔軟性との関係. *理学療法科学*. 2007; 22: 119-123.
- 19) 塩川勝行, 井上尚武, 杉本陽一. サッカー選手における方向変換能力に関する研究—マットスイッチシステムを用いて—. *サッカー医・科学研究*. 1998; 18: 175-179.
- 20) 中山忠彦, 伊藤 章. サッカー選手の方向転換を伴う疾走能力. *サッカー医科学研究*. 1999; 19: 60-64.

(受付: 2018年4月19日, 受理: 2019年6月28日)

Relation between change of direction performance and flexibility in high school soccer players

Sugiyama, T. *, Miyake, H. *, Ishikawa, T. *

* Shizuoka Mirai Sports Orthopedics

Key words: change of direction performance, flexibility, soccer

[Abstract] The purpose of this study was to investigate the relationship between change of direction performance (CODp) and flexibility in high school soccer players. The subjects were high school soccer players (kicking leg; right 27, left 2). The Step 50 test was performed as the CODp test. To evaluate flexibility, the finger floor distance (FFD), hip joint adductor mobility in the standing position, ankle joint dorsal flexion mobility, hip joint flexion, adduction and internal rotation mobility, hip joint flexion, abduction and external rotation mobility, trunk rotation mobility, Thomas test, and heel buttock distance were measured. Items that showed a significant correlation with the time of the Step 50 test were FFD ($r=0.48$, $p<0.01$) and right and left ankle joint dorsal flexion mobility (right: $r=-0.48$, $p<0.01$ left: $r=-0.39$, $p<0.05$), right Thomas test ($r=0.39$, $p<0.05$). Multiple regression analysis was performed to predict the time of the Step 50 test based on the FFD and right and left ankle joint dorsal flexion mobility, and right Thomas test. The results showed that right and left ankle dorsal flexion mobility and the right Thomas test were significant predictors of the time of the Step 50 test. Thus, our results suggest that the mobility of right hip joint extension and right and left ankle joint dorsal flexion are important to increase the speed of CODp.