

ファンクショナルムーブメントスクリーン(FMS)による基礎的動作の 質的評価と運動能力の関係:小学生を対象として

細川賢司

池坊短期大学

キーワード:ファンクショナルムーブメントスクリーン(FMS), 運動能力, 小学生

【要 旨】

スポーツやフィットネスにおいてよく見られるスクワットやランジといった基礎的動作は、優れた運動能力を発揮するための重要な基盤である。FMS は 7 つのスクリーニングテストによってそれらの動作の質的評価を行い、機能不全の特定及び機能的動作の実現をサポートする。動作の質的水準の低下や身体的不器用さを示す子どもの増加が懸念されている昨今、体育・スポーツの指導現場において FMS が適切に用いられることで、幼少年の体力向上に寄与する可能性がある。しかし、幼少年における FMS と運動能力の関係を調査した研究は少なく、体育・スポーツの指導現場における FMS の有用性を示すには知見が不足している。

そこで本研究は、84 名の小学校 4~6 年生の男子を対象とし、7 つの FMS テスト及び 4 つの運動能力テスト(50m 走・立幅跳・反復横跳・遠投)を行い、両者の関係を調べた。その結果、50m, 立幅跳, 反復横跳において FMS の全種目との間に有意な相関が認められた。また、FMS トータルスコア及び運動能力総合得点の偏相関分析においても有意な相関が認められた。(r=0.45, p<0.01)。

以上のことから、学童期における FMS を用いた基礎的動作の質的評価と運動能力の間には確かな関係があることが明らかになった。従って、学童期の子どもを対象とした体育・スポーツの指導現場において、FMS による基礎的動作の質的評価は、優れた運動能力発揮に寄与する機能的動作の実現に有用な情報を提供すると考えられる。

スポーツパフォーマンス研究, 8, 343-360, 2016 年, 受付日: 2016 年 4 月 18 日, 受理日: 2016 年 9 月 15 日

責任著者:細川賢司 池坊短期大学 〒600-8491 京都市下京区四条室町鶏鉾町 491 k-hosokawa@ikenobo-c.ac.jp

Relationship between qualitative evaluation of fundamental movements and athletic ability in primary school children: functional movement screen (FMS) test

Kenji Hosokawa

Ikenobo Junior College

Key words: functional movement screen (FMS) test, athletic ability,
primary school children

[Abstract]

Fundamental movements such as squat and lunge are important elements of the foundation of athletic ability. The functional movement screen (FMS) test evaluates the quality of basic movements through seven screening tests (deep squat: DS; hurdle step: HS; in-line lunge: ILL; shoulder mobility: SM; active straight leg raise: ASLR; trunk stability push up: TSPU; and rotary stability: RS). The results can be used to predict the risk of injury and also individuals' athletic ability. However few studies have been published about the relationship of functional movement screen test scores and athletic ability in children.

The present study analyzed relationships between functional movement screen test scores and tests of athletic ability. Healthy elementary school boys on a recreational sports team (N=84) were screened with the functional movement screen test and also took athletic ability tests (50-meter sprint, standing broad jump, side step, and long distance throw).

A negative correlation was found between the 50-meter sprint results and scores on all seven basic movements and total scores on the functional movement screen test. A positive correlation was found between the standing broad jump results and scores on six of the seven movements tested in the functional movement screen test, but not between the standing broad jump and scores on the deep squat or total scores on the functional movement screen test. A positive correlation was found between the side step results and scores on five of the basic movements, but not between the side step results and scores on the in-line lunge, trunk stability push up, or total scores on the functional movement screen test. A partial correlation analysis between functional movement screen test total scores and athletic ability total scores revealed a positive correlation ($r=0.45$, $p<0.01$).

These results suggest that there may be a reliable relationship between functional movement screen test scores and athletic ability.

I. 緒言

文部科学省(2015)の報告によると、学童期以降の体力・運動能力については緩やかな向上傾向が見られることが示されているが、体力水準のピークであった昭和 60 年頃と比べると、依然として低水準である。また体力水準がピークであった頃に比べると、動作の質的な水準も低下していることが示されており、身体的不器用さを示す子どもの増加が懸念されている(中村, 2009)。

子どもの体力低下に関連した国家的施策の一環として、日本体育協会では 2005 年から 3 年間に渡って「幼少年期に身につけておくべき基本運動(基礎的動き)に関する研究プロジェクト」が実施された(阿江, 2007)。この研究成果を基に、習得すべきミニマムとして 29 種類の動作が選定されるとともに、小学校学習指導要領においては「体づくり運動」が導入された(文部科学省, 2008)。また、走跳投などの移動・操作系スポーツ動作(専門的動作)に関する評価法の確立も進んでおり、幼少年の動きや身のこなしに注目が集まっている。

しかし我が国では、専門的動作の土台となる「立つ-しゃがむ」といった動的姿勢制御に関連した基礎的動作の評価法は確立されていない。スクワットのように「立つ-しゃがむ」といった基礎的動作は体育・スポーツで用いられるあらゆる専門的動作に出現する。そのため、基礎的動作を質的に評価し、改善することは専門的動作の質を高め、より優れた運動能力の発揮につながるものと思われる。

海外では既に基礎的動作の確立された評価法としてファンクショナル・ムーブメント・スクリーン(FMS)がスポーツやフィットネス、医療現場など様々な場面で活用されている。FMS は米国の理学療法士 Gray Cook によって開発され、スクワットやランジなど 7 つの動作を 0~3 点でランク付けすることで対象者の基礎的動作の質的に評価するものである(Cook, 2010)。21 点満点で表される FMS トータルスコアは対象者の運動能力や傷害リスクの予測や、スポーツやフィットネスへの参加に際したスクリーニング・ツールとして利用される。

一方、個々の動作のスコアは対象者の左右非対称性や制限などの機能不全の特定に用いられる。特定された機能不全に対してはコレクティブ・エクササイズと呼ばれる体系化された身体運動を行うことによって、スコアの改善及び機能的動作の実現が図られる。

Cook (2010)によれば、機能的動作とは「適切な関節が適切な可動域内において、適切なタイミングと強度で利用されることによって実現する」と述べている。また、Boyle (2007)は人体の主要な関節を可動性関節(足関節・股関節・肩甲胸郭帯など)と安定性関節(膝関節・腰椎-骨盤帯など)に分類し、機能的な動作を行うためにはそれぞれが適切に配列し機能することが重要であるとしている。これらの関節が相互に適切な機能を果たさない場合、代償動作が出現し、動作の機能性は失われる。

著者は数年間地域総合型スポーツクラブで幼少年の体育・スポーツ指導に関わっていた。その指導経験において胸椎-肩甲胸郭帯及び股関節の可動性不足とその間に挟まれた腰椎-骨盤帯の安定性不足によって、「立つ-しゃがむ」などのスクワットやランジ姿勢などの基礎的動作にぎこちなさ・不器用さを示す子どもが非常に多く見受けられた。そのため「跳び乗り-降りる」などの動作で生じる地面反力による衝撃が緩衝できない、地面反力を十分に利用した重心の移動・推進ができないといった事例が多数存在し、機能的な身体運動を行う素地が不足していることを実感した。

筋骨格系の未発達な幼少年期においては、動作の質が運動能力の発揮及び傷害リスクに及ぼす影響は大きい。従って、動作の質的な水準の低下や身体的不器用さを示す子どもの増加が懸念されて

いる現在, 体育・スポーツの指導現場において FMS が適切に用いられることで, 幼少年の動作の質的な改善, 延いては体力向上に寄与する可能性がある. 体育・スポーツの指導現場において FMS を用いた指導・実践を行うならば, 子どもの運動能力との関連性が認められていることが望ましい. しかし現在のところ, FMS と傷害リスクの関係については相関が認められているものの, 子どもの運動能力との間に明確な関係性は見出されていない.

FMS と傷害リスクの関係については既に多数の報告(Chorba et al., 2010; Garrison et al., 2015; Kiesel et al., 2007; Kiesel et al., 2014; O'Connor et al., 2011; Warren et al., 2015)があり, 0-21 点満点で評価される FMS トータルスコアが 14 点を下回ることによって, 傷害リスクが最大 4 倍にまで増大することが確認されている.

一方, FMS と運動能力については両者の間にほとんど関連性が認められないという報告が多い(Chapman et al., 2014; Lockie et al., 2015; Lloyd et al., 2015; Mitchell et al., 2015; Okada et al., 2011; Parchmann et al., 2011; Teyhen et al., 2014). ただし, FMS と運動能力の関連を見た先行研究については, プロを含むエリートスポーツ選手等を対象として行われたものが多く, 標準的な運動能力を持つ集団を対象に行われた研究は少ない. また青年期以降を対象とした研究が多く, 学童期を対象としたものは非常に限られている(Lloyd et al., 2015; Mitchell et al., 2015).

FMS は 1998 年に発表され, 基準値や妥当性・信頼性に関する研究によってそれらが確立されてきたのはごく最近のことである(Cook et al., 1998). 傷害リスクや運動能力との関係を調査した研究が積み重ねられてきたのもほぼ同時期であり, FMS は成人のスポーツやフィットネス参加者を想定して構成されていたため, 幼少年に対する研究は端緒に就いたばかりである. そのため, 学童期の子どもを対象としたスポーツ現場における FMS の有用性を明らかにするにはデータが不足している. 適切な情報を手がかりとした根拠のある体育・スポーツの指導を行うことは, 発育発達の急激な幼少年期における効率的な運動学習を促す上で非常に重要である. そのため, 学童期の子どもを対象として FMS と運動能力の関係について分析した知見を蓄積することは, 体育・スポーツの指導現場における FMS の有用性を示すためにも非常に有意義である.

そこで我々は学童期の子どもを対象とした体育・スポーツの指導現場における FMS の有用性を示すことを目的とし, FMS による基礎的動作の質的評価と運動能力の関係を明らかにすることを試みた. 本研究においては小学校高学年児童を対象に, 50m 走・立幅跳・反復横跳・遠投の 4 種目と FMS スコアの相関関係を分析し, 学童期における FMS の有用性について検討を行った.

II. 方法

対象は兵庫県にある総合型地域スポーツクラブに所属する小学 4~6 年生の男子児童 84 名であった. 被験者は週 1 回 90 分程度, 地元の公営施設を借りて行われる体育・スポーツ教室に参加していた. 体育・スポーツ教室では, 主に小学校の体育科教育で用いられる陸上競技や体操競技などの運動指導が実施されていた.

1. 運動能力の測定評価方法

運動能力の測定に関しては, 文部科学省(1999)の新体力テスト実施要項に則り, 50 メートル走, 立

幅跳, 反復横跳, 遠投の 4 種目を行った. またこれら 4 種目の比較対象としては平成 20 年度体力・運動能力調査結果統計表(文部科学省, 2009)による全国平均の値を用いた(次年度より小学生では 5 年生のみが測定対象となったため). 文部科学省(1999)の基準に従い, 各種目を 10 段階評価し, それらの得点の合計を運動能力の総合得点とした.

2. FMS の測定評価方法

FMS の実施については FMS 評価者マニュアル(Cook, 2010)に則り, 以下の 7 種目のスクリーニングテストを行った. スクリーニングテストの実施方法と評価基準は表 1 に示す.

- ① ディープスクワット(DS)
- ② ハードルステップ(HS)
- ③ インラインランジ(ILL)
- ④ ショルダーモビリティ(SM)
- ⑤ アクティブストレートレッグレイズ(ASLR)
- ⑥ トランクスタビリティプッシュアップ(TSPU)
- ⑦ ロータリースタビリティ(RS)

また被験者は以下の 3 種目のクリアリングテストを完了している. クリアリングテストは痛みを誘発し, その存在を確認することを目的として実施され, 通常の 0~3 点での評価を行わず, 「陽性(痛みがある)」「陰性(痛みがない)」のいずれかで評価される. なお本研究においてはクリアリングテストによる痛みの確認によって痛みが誘発された被験者はいなかったため, 分析には使用しなかった.

- A) ショルダーモビリティ・クリアリングテスト…被験者は手のひらを反対側の肩の上に置き, 手のひらを肩から離さずにできるだけ高く挙上する.
- B) ロータリースタビリティ・クリアリングテスト…四つ這い位で脊椎を真っ直ぐにし, 臀部を後方に移動させ踵につけ, 胸も大腿部につける. 両手は身体の前で床につけたまま, できるだけ前に伸ばす.
- C) トランクスタビリティプッシュアップ・クリアリングテスト…プッシュアップの開始肢位から上体だけを押し上げ, 脊椎を伸展する.

試技は 2 台のビデオカメラ(Panasonic HX-WA20)を用いて前方及び側方から撮影し, その映像を基に SI 法^{注)}によって判定の信頼性が確保された 3 名の熟練観察者が各テストを 0-3 点の 4 段階で得点化した. 得点化の評価基準は以下の通りである.

- 3 点: 被験者は正確に, また代償なしに運動パターンを完了できる.
- 2 点: 被験者は代償が伴うものの, 運動パターンを完了できる.
- 1 点: 被験者は運動パターンを完了できないか, 動作を実行するポジションを取れない.
- 0 点: 被験者はテスト中において, 身体のどこかに痛みが発生する.

分析の際には各テストの平均得点に加え, 7 種目の合計得点を FMS トータルスコア(0-21 点)として使用した. 試技間は約 5 秒のインターバルを設け, 別のテスト種目に移る際には 1 分以上のインターバルを取った. 各テストの試技はそれぞれ 3 回行われ, その内最も高かった得点を分析のために使用した. DS 及び TSPU 以外の 5 種目は左右片側ずつ試技を行い, 低かった方の得点を分析のために用いた. なお TSPU に関しては, 本来男性用試技であれば額のラインもしくは顎のラインに親指を合わせ

てプッシュアップ動作を行うが、今回は筋骨格系組織の未発達な学童期の子どもを対象としたため、女性用試技の基準(顎のラインもしくは鎖骨のラインに親指を合わせてプッシュアップ動作を行う)で実施した。

表 1 FMS の実施方法と評価基準

Functional Movement Screen	Screening Criteria	Score		
		3	2	1
ディープスクワット(DS)				
	ボックスによる踵の挙上無しに試技が行える	✓		
① 両足を肩幅に広げ、爪先は前方を向ける。	股関節が膝の高さにおいて床と平行な線より低い位置にある	✓	✓	
② 両手でバーを持ち、頭上で腕を伸ばして支持する。	側面からみて上部体幹が脛骨と平行か床に対して垂直である	✓	✓	
③ 背中を真っ直ぐに保った状態で、可能な限り深くしゃがむ。	側面から見てバーが爪先より後方にある	✓	✓	
④ スコアが3点未満であれば、5×15cmのボードを踵の下に接地し、再度試技を行う。	下面から見て膝関節が足部の上方に位置している	✓	✓	
	バーが床と平行に保たれている	✓	✓	
	痛み無しに試技が行える	✓	✓	✓
ハードルステップ(HS)				
	股関節・膝関節・足関節が一直線上に位置している	✓		
① 両足を揃えて立ち、爪先の位置にボックスを設置する。	腰部に反曲が見られない	✓		
② 脛骨粗面の高さにハードルを設定する。	バーが床と平行を保っている	✓		
③ バーは両肩の高さで床と平行に支持する。	足部がハードルに接触することなく踏ぎ越すことができる	✓	✓	
④ 背中を真っ直ぐに保った状態で、どちらか片足を上げてハードルをまたぐ。	痛み無しに試技が行える	✓	✓	✓
⑤ 足部-膝-股関節が一直線に配列したまま動作が行われるように注意する。				
⑥ 動作側の下肢にスコアをつけ、反対側も同様に行う。				
インラインランジ(ILL)				
	バーは後頭部・胸背部・仙骨への接地を保っている	✓		
① ボックス上で両下肢を一直線上に置く。その際、前足は後ろ足から脛骨の長さ分だけ離す。	バーは床に対し垂直を保っている	✓		
② 後頭部、胸背部、仙骨の3点にバーを接地させ、前足と反対側の手は頸椎の後ろで、前足と同側の手は腰椎の後ろで支持する。	後足の膝は前足の踵に接地する	✓		
③ バーは床と垂直を保つがまま、後ろ足の膝を下げ、可能な限り前足の踵に近づける。	バーと足部は矢状面上に位置したままである	✓		
④ 前方の下肢にスコアをつけ、反対側も同様に行う。	腰部に反曲が見られない	✓		
	ボックス上でバランスを崩さず試技が行える	✓	✓	
	痛み無しに試技が行える	✓	✓	✓
ショルダー モビリティ(SM)				
	左右の拳の距離が手の長さ以内である	✓		
① 両足を揃えて立ち、親指を中に入れて握りこぶしを作る。	左右の拳の距離が手の長さの1.5倍以内である	✓		
② 片側の拳は背中の上から下部へ、もう一方の拳は背中の下部から上部へ動かし、可能な限り両拳を近づける。	左右の拳の距離が手の長さの1.5倍以上である		✓	
③ 上方の拳側にスコアをつけ、反対側も同様に行う	痛み無しに試技が行える	✓	✓	✓
アクティブストレートレッグレイズ(ASLR)				
	くるぶしからの垂線が上前腸骨棘(ASIS)と大腿の中間の間にある	✓		
① 爪先を上に向けて仰向けになり、両膝の下にボックスを置く。	くるぶしからの垂線が大腿の中間と膝関節の間にある	✓		
② 両手は体側へ置き、片側の足がボックスから離れないよう、もう一方の足を伸ばしたまま可能な限り高く持ち上げる。	くるぶしからの垂線が膝関節より遠位にある		✓	
③ 動作側の下肢にスコアをつけ、反対側も同様に行う。	痛み無しに試技が行える	✓	✓	✓
トランクスタビリティプッシュアップ(TSPU)				
	親指を顎のラインに合わせた状態、身体を1つのユニットとして持ち上げることができる	✓		
① うつぶせになり、両手を肩幅に開いて頭上に伸ばす。	親指を鎖骨のラインに合わせた状態、身体を1つのユニットとして持ち上げることができる	✓		
② 手を下げて親指を顎のラインに合わせる。	痛み無しに試技が行える	✓	✓	✓
③ 両足を揃えて爪先を立て、膝と肘を床から離す。				
④ 体幹を一直線に保ったまま、腕立て伏せの姿勢で身体を持ち上げる。				
⑤ スコアが3点未満であれば、親指を鎖骨の位置まで上げ、再度試技を行う。				
ロータリースタビリティ(RS)				
	同側パターンをバランスを崩すことなく行うことができる	✓		
① ボックスをまたいで、手が肩の下、膝が股関節の下に位置するよう四つ這いの姿勢をとる。	対角パターンをバランスを崩すことなく行うことができる	✓		
② 左右の親指、膝、爪先をボックスの横に当て、足関節は反曲させる。	痛み無しに試技が行える	✓	✓	✓
③ 一方の手を頭上に伸ばし、同側の下肢は後方に進展させる。				
④ 伸展させた手足は地面につかず、そのまま肘と膝を設置させる。				
⑤ もう一度同じ手足を伸展させ、開始位置に戻る。				
⑥ 動作側の下肢にスコアをつけ、反対側も同様に行う。				
⑦ スコアが3点未満であれば、対角パターンを行う。				

3. 統計処理

分析結果はいずれも mean±SD で示した. FMS スコア及び運動能力総合得点の正規性については Q-Q プロット及び基礎統計量を基に検討を行った. FMS の種目別平均得点の比較では対応のある一元配置分散分析を使用し, 多重比較検定は Tukey の方法を用いた. FMS の各種目及びトータルスコアと 50m 走・立幅跳・反復横跳・遠投の相関関係については Spearman の順位相関係数を用いて分析した. FMS トータルスコアと運動能力総合得点の関係については, 学年と BMI の影響を考慮に入れ偏相関分析を行った. 統計処理ソフトは Microsoft Office Excel 2013 及び IBM SPSS Statistics を使用し, 有意水準 5%をもって統計的に有意とした.

4. 倫理的配慮

本研究は関西学院大学の倫理委員会の承認を得て調査を行った(受付番号 2015-11). 調査協力者及び保護者には, 研究の目的・内容を文書と口頭で説明し, 同意書への署名によって協力の意思確認を行った.

III. 結果

1. 被験者の身体的特徴及び FMS スコア, 運動能力の測定結果

本研究における被験者の身体的特徴及び FMS スコア, 運動能力の測定結果を表 2 に示す. 運動能力の測定結果を全国平均と比較し T スコアとして表したものを図 1 に示した. また, 運動能力総合得点は尖度-0.25, 歪度-0.21 で分布の正規性が確認された(図 2).

表 2 被験者の身体的特徴及び運動能力・FMS トータルスコアの測定結果

学年	N (人)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	50m 走 (秒)	立幅跳 (cm)	反復横跳 (回)	遠投 (m)	FMS トータル スコア(点)
4 年	21	139.8±3.4	35.8±3.1	19.06±1.73	9.7±0.6	147.1±3.5	38.8±6.4	22.3±4.3	12.8±3.0
5 年	35	147.5±4.5	38.9±2.5	18.03±1.60	9.4±0.4	154.5±5.6	42.4±4.2	26.2±4.0	13.2±2.5
6 年	28	150.6±3.8	41.5±2.9	17.61±1.22	8.9±0.4	166.8±5.7	45.4±7.1	30.4±3.7	13.0±2.9
Total	84	143.4±6.7	37.8±5.9	18.14±1.62	9.4±0.8	148.5±9.5	40.2±8.9	24.1±6.3	13.0±2.7

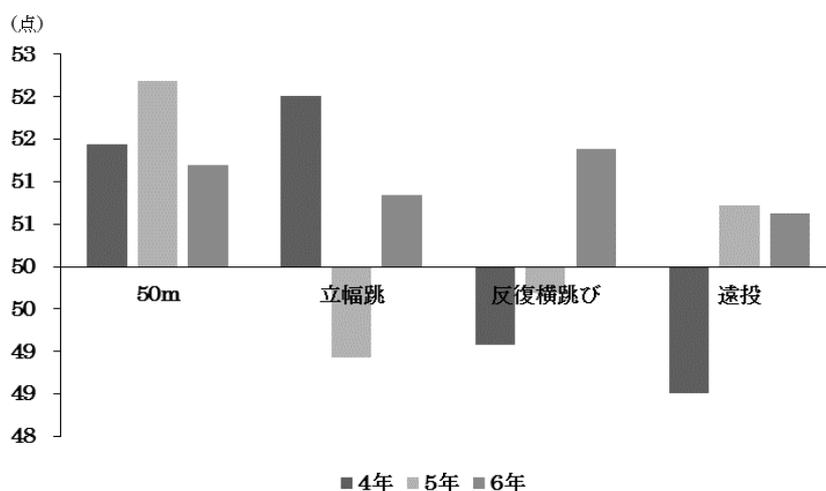


図 1 全国平均との比較による運動能力の分析

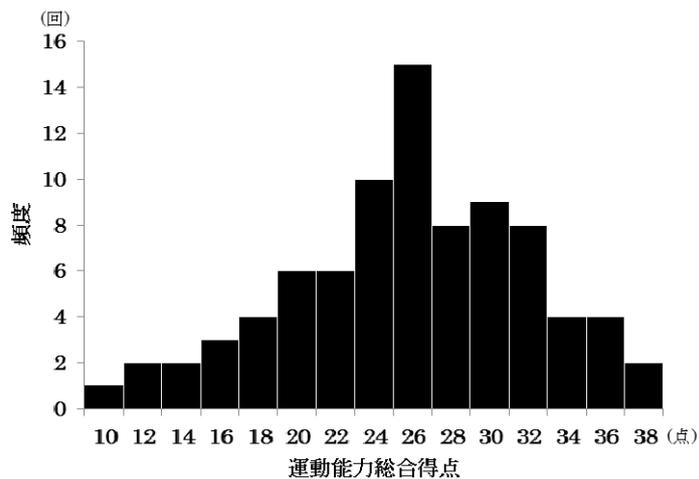


図2 運動能力総合得点のトータルスコアのヒストグラム

2. FMS の各種目及びトータルスコアの分析

FMSトータルスコアは尖度-0.22, 歪度 0.17 で分布の正規性が確認された(図3). また, FMS の種目別平均得点(図4)では TSPU のみが他の種目に比べて有意に低値を示した($F=6.56, p>0.05$).

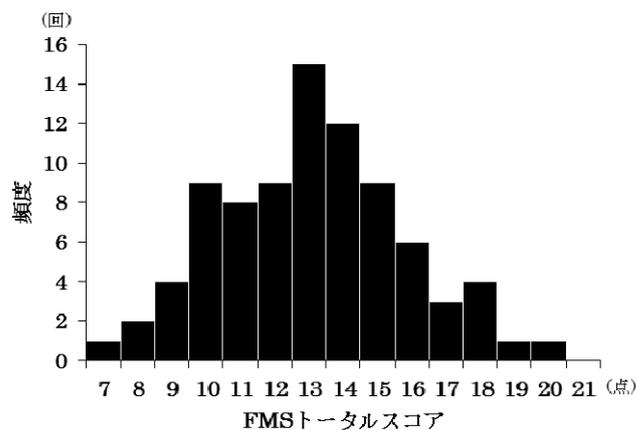
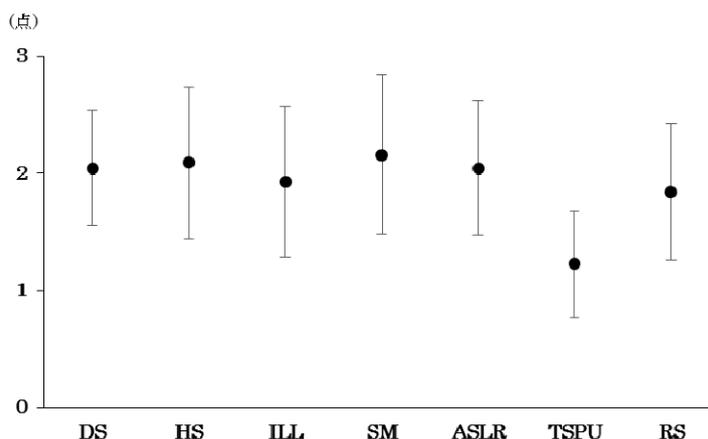


図3 FMSトータルスコアのヒストグラム



DS:ディープスクワット, HS:ハードルステップ, ILL:インラインランジ, SM:ショルダーモビリティ *vs other FMS tests:p<0.05
ASLR:アクティブストレートレッグレイズ, TSPU:トランクスタビリティプッシュアップ, RS:ロータリースタビリティ

図4 FMSの種目別平均得点

3. FMSの各種目及びトータルスコアと運動能力の相関

FMSの各種目及びトータルスコアと運動能力4種目の相関を分析した結果を表3に示す。50m走においてはFMSの全7種目及びトータルスコアとの間に有意な負の中程度($r=-0.32$, $p<0.01$)~強い相関($r=-0.53$, $p<0.01$)が認められた。立幅跳ではDSを除く6種目及びトータルスコアとの間に有意な正の中程度($r=0.32$, $p<0.01$)~強い相関($r=0.45$, $p<0.01$)が認められた。反復横跳では, ILL及びTSPUを除く5種目及びトータルスコアとの間に有意な正の中程度($r=0.33$, $p<0.01$)~強い相関($r=0.59$, $p<0.01$)が認められた。遠投ではHSに負の相関($r=-0.45$, $p<0.01$)を認めたのみで, 他の種目及びトータルスコアとの間に有意な相関は認められなかった。

表3 FMSの各種目及びトータルスコアと運動能力4種目の相関関係

	DS	HS	ILL	SM	ASLR	TSPU	RS	Total
50メートル走	-0.52**	-0.53**	-0.52**	-0.47**	-0.32**	-0.52**	-0.44**	-0.69**
立幅跳	0.29**	0.35**	0.32**	0.45**	0.42**	0.42**	0.32**	0.54**
反復横跳	0.33**	0.58**	0.27*	0.59**	0.39**	0.29**	0.33**	0.59**
遠投	0.12	-0.45**	-0.18	0.17	-0.18	0.16	-0.15	-0.13

DS:ディープスクワット, HS:ハードルステップ, ILL:インラインランジ, SM:ショルダーモビリティ, *: $p<0.05$, **: $p<0.01$
ASLR:アクティブストレートレッグレイズ, TSPU:トランクスタビリティプッシュアップ, RS:ロータリースタビリティ
 $r=0.31\sim 0.49$ までは薄灰色, $r=0.5$ 以上は濃灰色で網掛けをした。

4. FMSトータルスコア及び運動能力総合得点, BMI, 学年による偏相関分析

本研究の主たる分析対象はFMSスコアと運動能力の関係を明らかにすることであるが, それらは暦年齢や体格の影響を受けることが考えられる。そこで今回は暦年齢の指標として学年を, 体格の指標としてBMIを用いて偏相関分析を行った(表4)。

その結果, 学年とBMIによる影響を除去した場合の運動能力総合得点及びFMSトータルスコアの偏相関係数は中程度の有意な正の相関が認められた($r=-0.45$, $p<0.01$)。運動能力総合得点及び

FMS トータルスコア の関係を視覚的に捉えるため, 両変数の生データによる散布図を図 5 に示す.

表 4 FMS トータルスコア及び運動能力総合得点, BMI, 学年による相関行列

	FMS トータルスコア	運動能力 総合得点	学年	BMI
FMS トータルスコア		0.45**	0.17	-0.27*
運動能力 総合得点	0.47**		0.41**	-0.19
学年	-0.10	0.37**		-0.30**
BMI	-0.23*	0.05	-0.33**	

上三角行列には単純相関係数, 下三角には偏相関係数を示した.

r=0.31~0.49 までは灰色で網掛けをした.

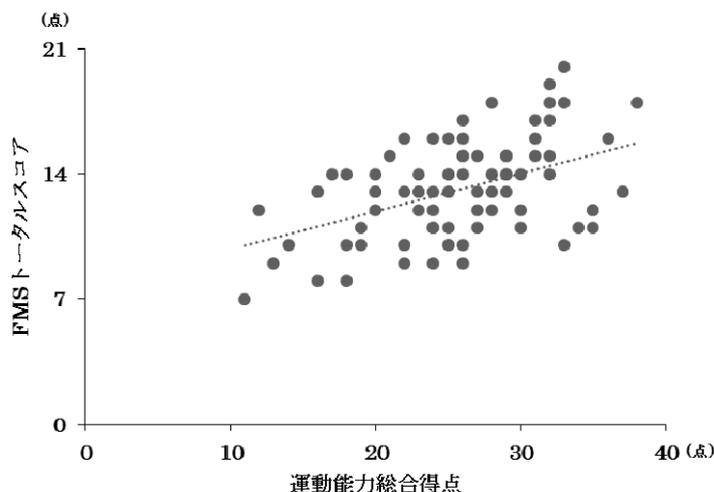


図 5 FMS トータルスコアと運動能力総合得点による散布図

IV. 考察

現在の幼少年の体力はピーク時に比べ低水準であり, 動作の質的な低下も懸念されている. 本研究では, FMS による基礎的動作の質的評価と運動能力の関係について分析し, 体育・スポーツの指導現場における FMS の有用性について検討した. その結果, 遠投については FMS スコアとの間に相関が認められなかったものの, 50m 走・立幅跳・反復横跳においては有意な中程度~強い相関が認められた(表 3). また FMS トータルスコアと運動能力総合得点の偏相関分析では中程度の有意な正の相関関係($r=0.45, p<0.01$)が示され(表 4), FMS スコアと運動能力との間には確かな関係性が認められた. 従って, FMS の評価に基づく情報は, 幼少年の体力向上に関する指導のための有用な手がかりになると考えられる.

1. 本研究の被験者における FMS スコアと運動能力の特徴

FMS は Cook et al. (1998)によって発表され, 現在では多くのプロスポーツチームやフィットネスクラブで広く活用されているスクリーニングテストである. FMS の各種目はスポーツやフィットネスにおいて必要

とされる 7 つの基礎的動作から構成されており, それぞれ 0~3 点で得点化され, 左右非対称性や制限などの機能不全の特定において重要な手がかりとなる. また各種目の得点を合計した FMS トータルスコアは傷害リスクや運動能力の予測に役立つ.

このテストの信頼性や妥当性は既に多くの研究者によって検討されている(Elias et al., 2013; Loudon et al., 2014; Onate et al., 2012; Parenteau et al., 2014; Schneiders et al., 2011; Shultz et al., 2013; Smith et al., 2013; Teyhen et al., 2012). また, FMS トータルスコアに影響を及ぼすと考えられる性別(Agresta et al., 2014; Anderson et al., 2015; Duncan and Stanley, 2012; Perry and Koehle, 2013)・体格(Duncan and Stanley, 2012; Mitchell et al., 2015; Perry and Koehle, 2013)・既往歴(Agresta et al., 2014; Schneiders et al., 2011)・身体活動レベル(Duncan and Stanley, 2012; Perry and Koehle, 2013)等の因子も調査されており, それらの結果は Beardsley and Contreras (2014)によってまとめられている.

傷害リスクとの関係については多数の研究者によって報告されており, 女性アスリートを対象に研究を行った Chorba et al. (2010)は, FMS トータルスコアが 14 点以下の被験者で傷害発生リスクが約 2 倍に, アメリカンフットボールプレイヤーを対象にした Kiesel et al. (2007)の研究では約 4 倍になったと報告している.

一方, 運動能力との関係についても複数の研究者によって調査が進められてきたが, Beardsley and Contreras (2014)のレビューによれば FMS と運動能力の関係は弱いと結論付けられている. しかし, これらの研究は青年期以降のエリートスポーツ選手を対象とした報告が多く, 標準的な運動能力を持つ学童期の子どもを対象とした研究は少ない.

動作の質的水準の低下や身体的不器用さを示す子どもの増加が懸念されている現在, 体育・スポーツの指導現場において FMS が適切に用いられることで, 幼少年の体力向上に寄与する可能性がある. そこで本研究では, 学童期の子どもを対象とした体育・スポーツの指導現場における FMS の有用性を明らかにするための知見の不足を補うため, 小学校高学年児童を対象として, FMS スコアと運動能力の関係について分析を行った.

本研究で対象とした子どもたちの FMS トータルスコアは 13.0 ± 2.7 点であり, これは 10-11 歳を対象に FMS スコアと体格指数の関係を調べた Duncan and Stanley (2012)の研究における通常体重児の値 (15.5 ± 2.2 点, 肥満・過体重児は 10.6 ± 2.1 点)と比較するとやや低い値であった(表 2). しかし, 11-16 歳のサッカー選手を対象に研究を行った Lloyd et al. (2015)の研究における 11 歳以下の子どもたちの FMS トータルスコアは 12.0 ± 1.5 点であり, 本研究で対象とした子どもたちの FMS トータルスコアが特別低かったというわけではないと思われる.

FMS の各種目はそれぞれビッグ 3(DS・HS・ILL)とリトル 4(SM・ASLR・TSPU・RS)に分けられ, 前者は可動性と安定性の両方を伴い, 上半身と下半身の動きを組み合わせたより応用的な動作パターンである. 後者の内, SM と ASLR は肩甲胸郭帯及び股関節の可動性に着目した評価種目であり, TSPU と RS は主に腰椎-骨盤帯の安定性についての評価種目であるというように, どちらかに偏向した評価を担うより基礎的な動作パターンである.

各種目の FMS スコアについて見ると TSPU が平均 1.2 ± 0.5 点と他の種目よりも有意に低く(図 4), 学童期の FMS スコアを測定した Duncan and Stanley (2012)や Abraham et al. (2015)の研究と同様の傾向を示した. その他は RS が 1.8 ± 0.6 点でやや低い数値を示したものの種目間に顕著な得点の差

は見られなかった。

TSPU は身体を持ち上げる際の前額面及び水平面上での体幹部の反射的な安定性を評価する。また、RS は四つ這い状態で片側性動作パターンもしくは対角線動作パターンによって四肢を挙上し、矢状面及び水平面上での体幹部の安定性を評価する。TSPU と RS はどちらも主として体幹部の安定性を評価する種目であるが、主として可動性を評価する SM と ASLR の平均得点がどちらも 2 点を上回っていたことを踏まえると、今回の被験者においては可動性よりも安定性に課題がある子どもが多かったと考えられる。なお、TSPU については体幹部の安定性評価が主たる目的であるが、測定においては上半身の筋力も必要とされる。今回は女性用の試技を用いて測定を実施したが、筋骨格系の未発達な学童期の子どもにおいてはそれでもなお上腕や胸部の筋力が不足していたと考えられ、体育・スポーツの指導現場で FMS を実施する場合はこれらのことについて十分留意する必要があると考える。

次に運動能力の測定結果を見てみると、全国平均と比較してやや劣る項目もあったものの、比較対象とした平成 20 年度の全国体力・運動能力調査における標準偏差を考慮すると誤差の範囲内であったと考えられ、総合的に見て標準的な運動能力を持つ集団であったと言える(図 1)。本研究で対象とした子どもたちは総合型地域スポーツクラブで実施される体育・スポーツ教室に通っていたとはいえ、基本的に活動は週 1 回であり、あくまで学習塾などと平行した習い事の一環としての位置づけであった。従って、相対的な運動量が顕著に高いというわけではないため、標準的な運動能力を示したものと思われる。以上のように、本研究で対象とした子どもたちの FMS スコア及び運動能力は、他の研究や全国平均と比較して顕著に異なるということはない。

2. FMS の各種目と 50m 走・立幅跳・反復横跳・遠投の関係

次に、FMS の各種目と運動能力の相関関係について見てみると、50m 走で 7 種目、立幅跳で 6 種目、反復横跳で 5 種目の間に有意な正または負の中程度～強い相関が認められた(表 3)。また、立幅跳では 1 種目、反復横跳では 2 種目に有意な正の弱い相関が認められた。また、50m 走・立幅跳・反復横跳では FMS トータルスコアとの間に有意な正または負の中程度～強い相関が認められた。一方、遠投に関しては HS のみに負の相関が認められたのみで、FMS トータルスコアとの間には有意な相関が見られなかった。

50m 走・立幅跳・反復横跳はともに地面反力を利用した重心の移動・推進が運動の根幹となる移動系動作であり、関節の可動性を活かした上肢及び下肢のスイングと、それらのエネルギー伝達を効率化する体幹部の安定化が動作の基盤となる。そのため、肩甲胸郭帯や股関節などの主要な可動性関節及び腰椎-骨盤帯などの安定性関節が適切に機能していることは、動作を機能的に行う上で非常に重要である(中村, 2010; 中村, 2013)。

FMS の各種目と移動系動作の関連について考えてみると、SM や ASLR によって評価される可動性は、広範な可動域に渡る四肢のスイングを可能にし、TSPU や RS によって評価される安定性は四肢をスイングした際に発生する運動エネルギーや地面反力の効率的な伝達に関わる。本研究では特に SM が 50m・立幅跳・反復横跳と特に高い相関が見られたことは興味深く、学童期の体育・スポーツ指導において上半身の可動性を高めることが移動系動作の運動能力発揮において重要であることが伺える。

これらの可動性と安定性が損なわれた場合、knee-in toe-out を主とした不良なアラインメントの表出

やトレンデンブルグ徴候及びディシェンヌ徴候などの片脚支持期における不安定性の表出といった代償動作が出現し、動作の機能性は著しく損なわれる。代償的動作の出現と機能的動作の喪失は、運動能力の発揮だけでなく、シンスプリントや足底腱膜炎の傷害リスクにも関わるため、体育・スポーツの指導現場においては FMS スコアから得られる情報を注意深く読み取ることが重要である。

移動系動作では素早い重心移動が要求されるため、股関節・膝関節・足関節を中心とした爆発的な屈曲-伸展及び、走動作中の立脚期や反復横跳の繰り返し動作などに見られる片脚立位での姿勢支持は特に重要な動作となる。ビッグ 3 と呼ばれる DS・HS・ILL の 3 種目については、可動性と安定性の両方に加え、上半身と下半身の動きの統合するための協調性も要求されるより高度な動作パターンであるため、他の 4 動作よりも移動系動作と類似した動きが多い。そのため、ビッグ 3 の動作の質を改善することは移動系動作における機能性の改善に寄与すると考えられる。

本研究においては 50m 走と DS・HS・ILL, 立幅跳と HS・ILL, 反復横跳と DS・HS が中程度以上の相関を示した。従って、ビッグ 3 の FMS スコアによって上半身と下半身の動きを複合した動作パターンの質を確認し修正することは、より優れた運動能力を発揮させるための運動学習を効率化する有効な手段となるであろう。FMS スコアの改善を試みる際には、既にコレクティブ・エクササイズと呼ばれる体系化された身体運動が確立されているが、体育・スポーツの指導現場でそれらを活用するためには下記の原則に従って指導を行うことが推奨されている。

機能的動作を実現するためには、「モビリティ・ファースト」の原則に従って可動性の獲得が最優先され、SM や ASLR といった最も基礎的な種目のスコアの改善及び左右非対称性の解消から取り組む (Cook, 2010)。可動性が安定性に先行して獲得されることで、代償動作の出現なしに機能的な動作パターンを習得することができる。SM や ASLR などの可動性を主とした評価に関する FMS スコアが改善されたならば、次に取り組むべきは TSPU や RS によって評価される安定性の獲得である。左右非対称性や制限が解消され十分な可動性と安定性が獲得された後は、ビッグ 3 に代表される全身的な基礎的動作パターンの修正・再構築に移行する。これらは体育・スポーツの指導現場において FMS を活用する指導者や専門家にとって最も留意すべき事項であり、急激な発育発達の最中にある幼少年に対しては特に細心の注意を払う必要がある。

FMS と移動系動作の相関が見られた一方で、遠投においては相関が見られなかったことも注目に値する。投動作は本研究で測定した運動能力の内、唯一の操作系動作であり、移動系動作に比べて左右非対称のより複雑な運動連鎖が要求されると考えられる。

FMS スコアと投能力の関係を調べた研究は非常に限られており、著者の知る限りでは、Okada et al. (2011)が「FMS の内、DS にのみ Backward Medicine Ball Throw と有意な相関関係が見られた」と報告している。ただしこの研究で用いられた Backward Medicine Ball Throw は一般的に野球等のスポーツに見られるような投動作と異なり、どちらかと言えばウェイトリフティングのクリーン動作に類似している。そのため、一般的な投能力を表しているとは言い難い。

FMS は移動系動作に類似した動きが多く含まれているのは上述の通りだが、HS に見られる片脚立位による姿勢保持や ILL に見られる上半身と下半身の相対的な動作パターン、SM によって評価される肩甲胸郭帯の可動性は投動作においても重要である。しかし、本研究において遠投の記録と相関のあった種目は HS のみであった。FMS と相関が見られなかった理由の 1 つに、投動作は最終的に上肢か

ら投擲物へと加速が伝達されるが、FMSの中で特に上半身と関係する種目はSMとTSPUのみであり、遠投動作との関係性を見出すには種目の妥当性が不十分であったことが考えられる。また、投能力は体格との関連が強い(内田, 1992)ことに加え、投動作の習熟には投げることを主体としたスポーツや運動遊びなどの経験が強く影響する(桜井, 1997)と言われており、投動作と基礎的動作の質的評価の関係性の詳細な分析は今後の研究に委ねられる。以上のように、FMSの各種目及びトータルスコアは50m走・立幅跳・反復横跳との間に中程度～高い相関が見られた。

3. FMSトータルスコアと運動能力総合得点の関係

最後に、FMSトータルスコア及び運動能力総合得点の関係性について見てみる。運動能力及びFMSスコアは暦年齢や体格の影響を受けることが考えられるため、今回はそれらの影響を除去するため学年とBMI値を用いて偏相関分析を行った。その結果、学年及びBMIの影響を除去した場合、FMSトータルスコア及び運動能力総合得点の間には、中程度の有意な正の相関関係が認められた($r=0.45$, $p<0.01$)(表4)。従って、FMSによって評価される基礎的動作の質は運動能力と確かな関係があると言える。

また、学年と運動能力総合得点は有意な正の相関が見られ、FMSトータルスコアとBMIの間には有意な負の相関が認められた。後者の関係については(Duncan and Stanley, 2012)と同様の結果を示しており、BMI値が上昇すればFMSスコアが低下し、基礎的動作の機能性を損なう恐れがある。

図5ではFMSトータルスコア及び運動能力総合得点の散布図を示した。基本的には高いFMSスコアを示す子どもは同様に高い運動能力を示している。しかし中にはFMSスコアが低い者でも高い運動能力を発揮している場合がある。このような子どもについては、体育・スポーツ教室とは別の運動指導を受けている場合があり、複数の競技や種目を習慣的に行っていることが要因の1つとして推察される。今回は運動習慣についての厳正なアンケートは取っていないため、分析に用いることはできなかったものの、複数の体育・スポーツを定期的な実施が学童期に経験する運動の量と質を高め、筋力や持久力・調整力・敏捷性といった基礎体力の向上に寄与していたと思われる。

低FMSスコア・高運動能力の子どもの動作を観察すると、スクワットやランジなどの基礎的動作に加え、走跳投などの専門的動作においてもぎこちなさ・不器用さが見られた。しかし、運動能力の量的な数値としては高く、動作の質的な側面との不一致が見られた。これは上記のような可動性・安定性といった要素以外の基礎体力が影響していると考えられ、動作の質が低いにも関わらず高い運動能力を示す場合には、可動性・安定性の改善によって基礎的動作の質を高めることで、さらなる運動能力の発揮が期待できるものと思われる。

また高いFMSスコアを示しながらも低い運動能力しか示さない者も少数ながら存在した。このような特徴を持つ子どもは、TSPUなどの特に体幹部の安定性を要する種目は低得点であったものの、可動性を要するSMやASLRについては高得点を示す傾向があった。従って、高FMSスコア・低運動能力の子どもについては優れた柔軟性や可動域を有し、質的に優れた基礎的動作を示すものの、筋力や持久力・調整力・敏捷性などの基礎的な体力の不足が課題であると推察される。上述のように、FMSスコアの改善においては可動性の獲得が最も優先される。従って、体育・スポーツの指導者や専門家は、基礎的動作の質を損なわないように注意しながら、安定性やその他の基礎的な体力向上を図ることで、

さらなる運動能力の発揮を促すことが期待できる。

近年、身体運動のための時間・空間・仲間は減少の一途を辿っており、運動習慣・運動能力の二極化がますます拡大している。そのため、現代においては子どもの健康・体力水準を保持する上で効率的な運動学習が不可欠であり、科学的根拠に基づいた適切な指導が求められる。FMS スコアは機能的動作を実現するための、エクササイズを選択・プログラム構成に有用な情報を提供し、それは幼少年期における体力向上をねらいとした適切な指導・コーチングの重要な手がかりとなるだろう。FMS スコアの改善が実際の運動能力にどのような影響を及ぼすのか、また基礎的動作の改善が専門的動作の質にどのような影響を及ぼすのかということに関しては今後の課題である。

V. まとめ

本研究では、学童期の子どもを対象として、FMSによる基礎的動作の質的評価と運動能力の関係について検討した。その結果、以下の知見を得た。

1. 50m 走においては FMS の全 7 種目及びトータルスコアとの間に有意な負の中程度～強い相関が認められた。
2. 立幅跳においては、HS・ILL・SM・ASLR・TSPU・RS の 6 種目及びトータルスコアとの間に有意な正の中程度～強い相関が認められた。
3. 反復横跳においては、DS・HS・SM・ASLR・RS の 5 種目及びトータルスコアとの間に有意な正の中程度～強い相関が認められた。
4. 遠投においては HS に負の相関を認めたのみで、他の種目及びトータルスコアとの間に有意な相関は認められなかった。
5. 学年と BMI の影響を除去した偏相関分析の結果、FMS トータルスコアと運動能力総合得点の間には中程度の有意な正の相関が認められた($r=0.45$, $p<0.01$)。

以上の結果から、学童期における FMS を用いた基礎的動作の質的評価と運動能力の間には確かな関係性が認められた。FMS スコアは優れた運動能力発揮に寄与する機能的動作の実現に有用な情報を提供すると考えられ、それは体育・スポーツの指導現場において適切かつ根拠のある指導・コーチングを行うための重要な手がかりになると言える。

注釈

注:S-I 法(Scored-Interval method)とは、「(一致/一致+不一致)×100」の計算式によって観察者相互間の判定一致率を評価する手法である(Metzler, 1983)。

引用文献

- ・ Abraham, A., Sannasi, R., & Nair, R. (2015) Normative values for the functional movement screen in adolescent school aged children. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 10(1), 29-36.
- ・ 阿江通良 (2007) 幼少年期に身につけておくべき基礎的動き. *臨床スポーツ医学*. 24(11), 1145-1146.
- ・ Agresta, C., Slobodinsky, M., & Tucker, C. (2014) Functional movement Screen-normative values

- in healthy distance runners. *International Journal of Sports Medicine*. 35(14).
- Anderson, B. E., Neumann, M. L., & Huxel Bliven, K. C. (2015) Functional movement screen differences between male and female secondary school athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29(4), 1098-1106.
 - Beardsley, C., & Contreras, B. (2014) The Functional Movement Screen: A Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 36(5),72-80.
 - Boyle, M., 中村千秋訳 (2007) 写真でわかるファンクショナルトレーニング. 大修館書店.
 - Chapman, R. F., Laymon, A. S., & Arnold, T. (2014) Functional movement scores and longitudinal performance outcomes in elite track and field athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 9(2), 203-211.
 - Chorba, R. S., Chorba, D. J., Bouillon, L. E., Overmyer, C. A., & Landis, J. A. (2010) Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. 5(2), 47-54.
 - Cook, G. (2010) *Movement: Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies*. Ontarget Pubns.
 - Cook, G., Burton, L., Fields, K., & Kiesel, K. (1998) *The Functional Movement Screen*. Danville, VA: Athletic Testing Services, Inc.
 - Duncan, M. J., & Stanley, M. (2012) Functional movement is negatively associated with weight status and positively associated with physical activity in british primary school children. *Journal of Obesity*. 1-5.
 - Elias, J. E. (2013) The Inter-rater Reliability of the Functional Movement Screen within an athletic population using Untrained Raters. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
 - 遠藤康裕, 中澤理恵, 坂本雅昭 (2014) 中学生野球選手を対象とした質的な投動作分析 日本臨床スポーツ医学会誌. 22(1), 36-44.
 - Garrison, M., Westrick, R., Johnson, M. R., & Benenson, J. (2015) Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 10(1), 21-28.
 - Kiesel, K. B., Butler, R. J., & Plisky, P. J. (2014) Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *J Sport Rehabil*. 23(2), 88-94.
 - Kiesel, K., Plisky, P. J., & Voight, M. L. (2007) Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy*. 2(3), 147-158.
 - Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Radnor, J. M., Rhodes, B. C., Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2015) Relationships between functional movement screen scores, maturation and physical performance in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*. 33(1), 11-19.
 - Lockie, R., Schultz, A., Callaghan, S., Jordan, C., Luczo, T., & Jeffriess, M. (2015) A preliminary investigation into the relationship between functional movement screen scores and athletic physical

- performance in female team sport athletes. *Biology of Sport*. 32(1), 41-51.
- Loudon, J. K., Parkerson-Mitchell, A. J., Hildebrand, L. D., & Teague, C. (2014) Functional movement screen scores in a group of running athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28(4), 909-913.
 - Metzler, M. (1983) Using academic learning time in process-product studies with experimental teaching units : Teaching in physical education. *Human kinetics Champaign*. 185-189.
 - Mitchell, U. H., Johnson, A. W., & Adamson, B. (2015) Relationship between functional movement screen scores, core strength, posture, and body mass index in school children in moldova. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29(5), 1172-1179.
 - 文部科学省 (1999) 新体力テスト実施要項 . http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/05030101/001.pdf
 - 文部科学省(2008) 小学校学習指導要領解説体育編.
 - 文部科学省 (2009) 平成 20 年度体力・運動能力調査結果統計表 . http://www.mext.go.jp/component/b_menu/houdou/_icsFiles/afieldfile/2009/10/13/1285568_1.pdf
 - 文部科学省 (2015) 平成 26 年度全国体力・運動能力・運動習慣等調査結果 : 調査結果の概要. http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kodomo/zencyo/1353812.htm
 - 中村千秋編 (2010) ファンクショナルトレーニング:機能向上と傷害予防のためのパフォーマンストレーニング. 文光堂.
 - 中村千秋 (2013) 走動作のファンクショナルトレーニング:機能改善と障害予防のためのパフォーマンストレーニング. 文光堂.
 - 中村和彦 (2009) 子どもの体力低下から見えてくるもの. *体力科学*. 58(1), 12.
 - 野中壽子 (2007) 基礎的動きの質的評価基準とその問題点. *臨床スポーツ医学*. 24(11), 1157-1161.
 - O'Connor, F. G., Deuster, P. A., Davis, J., Pappas, C. G., & Knapik, J. J. (2011) Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 43(12), 2224-2230.
 - Okada, T., Huxel, K. C., & Nesser, T. W. (2011) Relationship between core stability, functional movement, and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 25(1), 252-261.
 - Onate, J. A., Dewey, T., Kollock, R. O., Thomas, K. S., Van Lunen, B. L., DeMaio, M., & Ringleb, S. I. (2012) Real-time intersession and interrater reliability of the functional movement screen. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(2), 408-415.
 - Parchmann, C. J., & McBride, J. M. (2011) Relationship between functional movement screen and athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 25(12), 3378-3384.
 - Parenteau, G. E., Gaudreault, N., Chambers, S., Boisvert, C., Grenier, A., Gagne, G., & Balg, F. (2014) Functional movement screen test: a reliable screening test for young elite ice hockey players. *Physical Therapy in Sport*. 15(3), 169-175.

- Perry, F. T., & Koehle, M. S. (2013) Normative data for the functional movement screen in middle-aged adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 27(2), 458-462.
- 桜井伸二 (1997) 幼児の投能力および投球動作における練習効果. 平成 7・8 年度文部科学省研究費補助金基盤研究成果報告書. 1-35.
- Schneiders, A. G., Davidsson, A., Horman, E., & Sullivan, S. J. (2011) Functional movement screen normative values in a young, active population. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 6(2), 75-82.
- Shultz, R., Anderson, S. C., Matheson, G. O., Marcello, B., & Besier, T. (2013) Test-retest and interrater reliability of the functional movement screen. *Journal of Athletic Training*. 48(3), 331-336.
- Smith, C. A., Chimera, N. J., Wright, N. J., & Warren, M. (2013) Interrater and intrarater reliability of the functional movement screen. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 27(4), 982-987.
- Teyhen, D. S., Riebel, M. A., McArthur, D. R., Savini, M., Jones, M. J., Goffar, S. L., Plisky, P. J. (2014) Normative data and the influence of age and gender on power, balance, flexibility, and functional movement in healthy service members. *Military Medicine*. 179(4), 413-420.
- Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Lorensen, C. L., Halfpap, J. P., Donofry, D. F., Walker, M. J., Childs, J. D. (2012) The Functional Movement Screen: a reliability study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 42(6), 530-540.
- 内田勇人(1992) 高校野球選手における形態と投能力の関係. *岡山医学会雑誌*. 104(7-8), 789-795.
- Warren, M., Smith, C. A., & Chimera, N. J. (2015) Association of the Functional Movement Screen With Injuries in Division I Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*. 24(2), 163-170.