

博 士 論 文

児童期の運動器機能不全が
基本的動作および体力に及ぼす影響

**Influence of Locomotive Organ Dysfunction on
Fundamental Movements and Physical Fitness
in Childhood**

2023 年 2 月

福井工業大学大学院

浦 井 龍 法

Tatsunori Urai

目 次

第1章	序論	1
第2章	文献研究	5
	第1節	子どものロコモについて
	第2節	運動器検診
	第3節	新体力テスト
	第4節	基本的動作の評価
		第1項 Functional Movement Screen(FMS)
		第2項 検者内信頼性
		第3項 傷害との関連
	第5節	運動器機能不全と体力に関する研究
第3章	問題の所在および研究課題	18
	第1節	問題の所在
		第1項 しゃがみ込みと体力との関係についての問題
		第2項 児童期の運動器機能不全と基本的動作との関係についての問題
		第3項 児童期の運動器機能不全と体力との関係についての問題
	第2節	研究課題
	第3節	用語の定義
	第4節	研究の限界
		第1項 定義による限界
		第2項 実験方法による限界
		第3項 被験者による限界
		第4項 統計解析法による限界
第4章	研究手順および方法	28
	第1節	研究手順および研究課題

- 第 1 項 研究手順
- 第 2 項 研究課題
- 第 2 節 測定方法
 - 第 1 項 被験者
 - 第 2 項 測定項目および手順
 - 第 3 項 評価変数
- 第 3 節 統計解析

第5章 【予備研究】

しゃがみ込みの可不可と跳躍動作や上体起こしとの関係・・・・・・・・・・ 41

- 第 1 節 緒言
- 第 2 節 方法
- 第 3 節 結果
- 第 4 節 考察
- 第 5 節 小括

第6章 児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響・・・・・・・・・・ 47

- 第 1 節 緒言
- 第 2 節 方法
- 第 3 節 結果
- 第 4 節 考察
- 第 5 節 小括

第7章 児童期の運動器機能不全が体力に及ぼす影響・・・・・・・・・・ 54

- 第 1 節 緒言
- 第 2 節 方法
- 第 3 節 結果
- 第 4 節 考察
- 第 5 節 小括

第8章	総括	63
第1節	研究結果の要約および結論	
第2節	各研究課題の結果	
第3節	結語	
第4節	今後の課題	
引用・参考文献		68
研究業績一覧		75
謝辞		77

第 1 章 序論

子どもの体力は世界的に低下傾向にあり、日本も近年 10 年間は全般的に体力テストの成績の低下は底を打ち、安定または緩やかな回復傾向にあるが（山内, 2017）、依然として低値である。子どもの体力低下の原因については、保護者の意識として学力に比べ体力の重要性を軽視する傾向、子どもを取り巻く社会環境の変化、子どものスポーツや外遊びに関する時間、空間、仲間の減少、地域におけるスポーツ指導のもつ課題および幼稚園や小学校における外遊びや運動・スポーツに関する指導が効果的に作用していないなどがあげられる（高田, 2017）。また、子どもの運動習慣についての家族へのアンケート調査によると、健康や運動への意識があるものの、子どもの運動不足を感じている家族が多く、ロコモティブシンドローム（以下、ロコモと略す）予備軍への認識が低いことから（松田ら, 2016）、今後も運動習慣の啓蒙活動が重要である。

柴田（2015）は幼少期の運動器機能不全の対策と考え方について、柔軟性および平衡感覚の修得、瞬発力、判断力および基本的動作の修得を挙げている。整形外科的な異常が認められても、正常な動きが確保でき、基本的な運動能力が獲得できていれば、以降のロコモリスクは抑えることができる。つまり、整形外科的な関節の異常、疼痛の発生、筋力低下およびバランス能力低下、ならびにそれに伴う運動不足に結びつかなければ、敢えて異常であるという診断を下す必要はない。しかしながら、現在実施されている運動器検診に動作評価からロコモを検出するという観点はない。また、子どもの動きとロコモとの関連を検討した報告もない。その理由として、動作の異常を判別するためのツールや基準が確立されていないことも大きな原因の一つとして考えられる。FMS(Functional Movement Screen)は、アメリカで考案された基本的動作を評価するために体系化されたスクリーニングテストである。子供の運動能力に必要とされる走・跳・投の基本的運動能力の土台には、FMS で評価される各関節の安定性・可動性があり、動作の制限や左右非対称を見つけることで動作のウィークポイントを見つけることができる。先行研究では、主にスポーツ選手を対象としたスポーツ障害をスクリーンする為の評価として用いられている(Elizabeth, et al. 2014 と Dossa, et al. 2014)。FMS の信頼性は概ね良好(前田ら, 2014)とされている一方で、高校生以上のスポーツ選手を対象としており、児童・生徒における適用可能性は検討されていない。

上述した問題以外にも児童期の運動器機能不全が将来的なロコモへの進展につながるものが懸念される。平成 28 年度から実施されている運動器検診では、不良姿勢、関節の疼痛、バランスおよび柔軟性をチェックして機能障害や運動器疾患を見つけ出している（帖佐, 2018）。その結果、運動器疾患の推定被患率は約 10%であり、運動器検診を機に初めて医療

機関を受診した児童・生徒が約 13～55%（帖佐, 2018）であったことから運動器疾患の罹患率の高さ、運動器検診による対象者の選別の重要性が分かる。また、成長期には、脳神経の発達を促進したり、成人になってからの健康を長く維持するために、幼少期から各時期に合った適切な運動が必要不可欠である。しかし、スポーツ活動のし過ぎによる運動器の障害、あるいは過小であることによる運動器機能不全（高橋ら, 2018）は、児童期の運動を妨げる要因となると考えられる。Gu, et al. (2021) は児童期の運動器機能不全について、高学年の男児に多く、体脂肪率の上昇、握力の低下、テレビやインターネットの視聴時間が長いことに関連が見られると述べている。つまり、運動器の障害が、身体活動量の制限や低下に伴う体力の維持・向上の抑制や低下を招いている可能性を示唆している。一方、发育発達分野では、握力は 20～30 代でピークに達するが、その他の体力要素は 10 代後半でピークに達するものが多く、体力合計点についても 20 歳以降は加齢に伴い低下傾向を示すことから（文部科学省, 2016）、ピーク時の体力を引き上げるために児童期や青年期での基礎体力・運動習慣の獲得が必要である。Shen, et al. (2021) は、大学生時代の俊敏性が高いと将来のロコモのリスクを減らし、Kobayashi, et al. (2020) は、青年期の握力が弱い背景が将来のロコモのリスクを高めると示唆している。よって、体力向上のための活動が不足すると、青年期の体力のピークの状態は低下し、高齢期の健康に影響を与えられとされる。

したがって、共に学校で行われている検査やテストであるにも関わらず、運動器検診で問題があると判断された場合は、医療的な診断や治療が必要であることから医療機関への受診や経過観察が行われてきた。また、一般的な児童の体力低下問題については地域や教育現場などを通じての運動時間の確保や運動指導が必要とされてきた。つまり、両者はそれぞれに実施されることが多く、互いの関連について検討されることはあまりなかった。そのため、医療機関では運動器の問題については把握できるが体力低下については把握できない。一方、教育機関では体力低下については把握できるが運動器機能不全については把握しきれないことで、ロコモリスクが高い児童を見逃しているかもしれない。つまり、子どもの体力低下を阻害する原因を把握し将来的なロコモを予防するには、児童期の運動器機能不全による基本的動作への影響や、その影響を大きく受ける(発達を妨げられている)体力要因を明らかにすることが重要と考えられる。

よって本研究では、児童の運動器機能不全と体力の関係に関して、次の 2 つの観点から検証することを目的とした。

1. 児童に対する FMS の適応を検証し、運動器機能不全児童と非運動器機能不全児童の動作の質を比較すること
2. 運動器機能不全児童と非運動器機能全児童の体力を比較すること

本研究の結果が明らかになることで、運動器検診と体力テストの結果から将来のロコモリスクが高い児童を検出することが可能になるかもしれない。さらに、学校における健康教育の基礎となるデータになり得ると共に、一貫した対応策が見出されるであろう。

第 2 章 文献研究

第1節 子どものロコモについて

日本は現在、超高齢社会に突入している。国立社会保障・人口問題研究所の推計によれば、日本の人口は、2000年の国勢調査からは1億2,700万人前後で推移していたが、2020年には1億2,410万人、2030年には1億1,662万人となり、2050年には1億人を、2060年には9,000万人をも割り込むことが予想されている。一方、高齢化率は上昇することが見込まれており、世界に先駆けて超高齢社会に突入した我が国においては、2025年には約30%、2060年には約40%に達すると見られている(総務省, 2021)。高齢者が急激に増えることで、年金負担の増加、労働力の低下、医療費負担の増加、介護負担増加、これらのことから家計やマンパワーが不足し、少子化に影響するなど、高齢化とは私達の生活にも密に関係し、社会的影響も大きくなる。高齢化が進むにつれ、わたしたちの生活の負担が大きくなることは事実である。近年では進んでいく高齢化問題を危惧し、様々な施策が打ち出されている。施策の1つである病気の予防は、寝たきりになる可能性を少しでも減らすため重要である。高齢者も若年層も、できるだけ介護が必要な状態にならないよう努め、介護負担が増えないよう努力することが重要である。

高齢者が寝たきりに陥る原因は、運動器障害、脳卒中、認知症および衰弱など様々である。中でも運動器疾患は特に要支援者に多く、介護が必要になる原因の一つであることが分かる(表 2-1)。運動器の障害により、生活活動の制限あるいは要介護等のリスクが高くなる状態をロコモという(中村, 2012)。ロコモは、骨・関節、筋力の衰えから疼痛、バランス能力の低下、可動域の制限を引き起こすことから移動能力を低下させる。ロコモ対策として、日本整形外科学会は7つのロコチェック(片脚立ちで靴下が履けない、家で中でつまずいたり滑ったりする、階段を上るのに手すりが必要、家のやや重い仕事が困難、15分くらい続けて歩くことができない、横断歩道を青で渡り切れない)とロコモ度テスト(立ち上がりテスト、2ステップテスト、ロコモ25)でロコモの早期発見に取り組んでいる。しかしながら、運動器の機能低下は老年期から起こるわけではない。骨密度は、成人に達するまで増加し、20～40歳代でピークに達しそれ以降低下する(中村, 2012)。骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン(2015)によると、骨粗鬆症においては若年期に高き骨密度を獲得しておくこと、後年に骨密度の低下があっても骨粗鬆症の発症を遅らせることができると報告されている。骨粗鬆症の発症予防には、若年期に可能な限り最大骨量(PBM)を獲得することが重要である。より高いPBM獲得のためのもっとも効果的な介入時期は、18歳以前にあることから幼少期が重要である。また、筋量および筋力は約24歳でピークとなり、その後減少する(中村, 2012)。谷

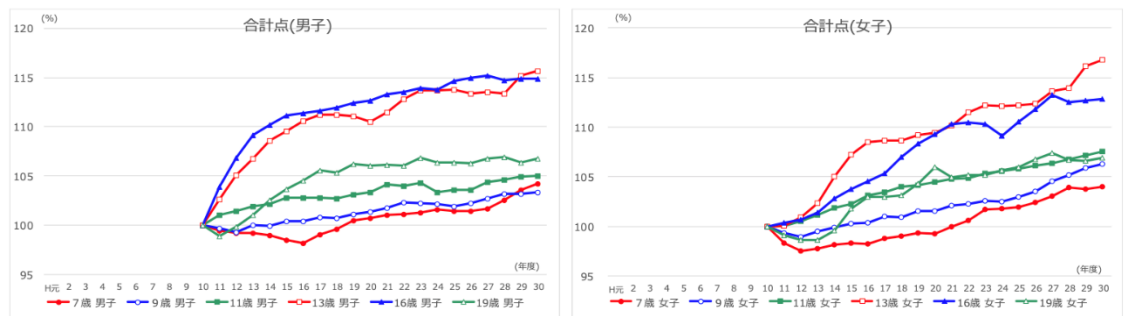
本ら(2010)は、日本人筋肉量の加齢変化について上肢筋肉量は緩やかな加齢変化を示したのに対し、下肢筋肉量は男女とも 20 歳代より減少を認め、減少率は男性で 30.9%、女性では 28.5%と大きな割合であったと報告している。つまり、骨密度、筋量、筋力の最大ピーク値の向上を図ることが重要であり、幼少期の適切な発達の促進、運動習慣の獲得が必要である。厚生労働省によると、体育の授業以外に運動やスポーツを週に 3 日以上実施している児童・生徒の割合は、10 歳男子で 53.8%、女子で 35.0%、13 歳男子で 84.8%、女子で 67.4%、16 歳男子で 55.4%、女子で 40.5%となっており、特に小学生や高校生において運動時間が不足していると報告されている。また、文部科学省によると、昭和 60 年頃から子ども体力は低下傾向にあったが、近年は総合的に向上している(図 2-2)が、昭和 60 年頃のピーク値に回復したテストは少ない。運動をしている児童としていない児童との比較(図 2-3)では、運動を定期的に行っている児童が上回っていることから、体力、運動能力は運動習慣が影響すると考えられる。身体活動量低下の原因としては、成人同様に交通手段の発達の他、外遊びの減少や、テレビ、テレビゲームなどの非活動的に過ごす時間の増加が指摘されている。近年では、この運動の二極化により運動器機能不全の児童・生徒が増加している(柴田, 2015)。運動器機能不全は、成長期の子どもで姿勢や歩容状態が悪く、四肢の運動器機能低下および運動器機能不調等のある状態で、四肢のバランス能力の低下、体幹や四肢が硬く、関節可動域制限や筋力の低下がある状態をいう(柴田, 2016)。また、それにより日常生活に支障をきたしている状態、又は支障をきたすリスクの高まった状態を子どもロコモと言う。

以上からロコモは、近年の環境の変化により、今後さらに増加する可能性が高いため、幼少期からの対策が必要になる。具体的な対策を講じるためには、まずその実態やその特徴を把握することが大切である。

表 2-1：要介護度別にみた介護が必要となった主な原因

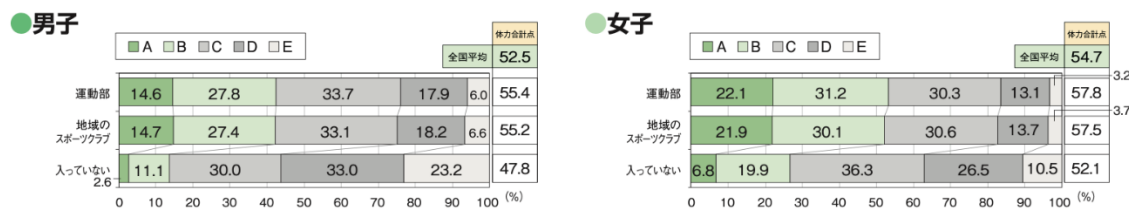
(単位：%)			2019(令和元)年			
現在の要介護度	第 1 位		第 2 位		第 3 位	
総 数	認知症	17.6	脳血管疾患（脳卒中）	16.1	高齢による衰弱	12.8
要支援者	関節疾患	18.9	高齢による衰弱	16.1	骨折・転倒	14.2
要支援 1	関節疾患	20.3	高齢による衰弱	17.9	骨折・転倒	13.5
要支援 2	関節疾患	17.5	骨折・転倒	14.9	高齢による衰弱	14.4
要介護者	認知症	24.3	脳血管疾患（脳卒中）	19.2	骨折・転倒	12.0
要介護 1	認知症	29.8	脳血管疾患（脳卒中）	14.5	高齢による衰弱	13.7
要介護 2	認知症	18.7	脳血管疾患（脳卒中）	17.8	骨折・転倒	13.5
要介護 3	認知症	27.0	脳血管疾患（脳卒中）	24.1	骨折・転倒	12.1
要介護 4	脳血管疾患（脳卒中）	23.6	認知症	20.2	骨折・転倒	15.1
要介護 5	脳血管疾患（脳卒中）	24.7	認知症	24.0	高齢による衰弱	8.9

2019 年度 国民生活基礎調査より引用



スポーツ庁:平成 30 年度体力・運動能力調査の概要及び報告書より引用

図 2-2:体力合計点の年次推移



スポーツ庁:令和 3 年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果より引用

図 2-3：運動部・スポーツクラブ所属別の新体力テスト合計点

第 2 節 運動器検診

子どもロコモの増加に対して、各地では実態調査が始まった。島根県では 2005 年から、小中学生約 5000 人に運動器検診を行った(門脇ら, 2014)。その結果、運動器疾患の有病率は 2005 年では 6.5%、2006 年では 6%、2007 年では 12.2%と高く、学年が上がるにつれて増加した。その内訳では、スポーツ傷害が多く 20~40%を占め、次いで側彎症や下肢外傷が多く発生していた。また、埼玉県では全国に先駆け、平成 19 年度からモデル事業として幼稚園児、小学校就学時児童、小学 5、6 年生および中学 1、2 年生を対象に運動器検診 18 項目を実施した(柴田, 2015)。運動器検診 18 項目のうち、運動器機能不全のチェックポイントは、姿勢、歩容状態、両肩 180°挙上ができるか、両肘の屈伸・回内外が左右バランス良くできるか、片脚立ちが 10 秒以上できるか、しゃがみ込みができるか、体幹の前屈動作で指が床に着くかおよび元気に挨拶ができるかであった。平成 20 年度から平成 24 年度までの 5 年間の就学時児童の運動器検診の運動器機能不全児童の結果は、平成 20 年度(998 名)約 18%、平成 21 年度(869 名)約 16%、平成 22 年度(143 名)約 41%、平成 23 年度(48 名)約 58%、平成 24 年度(47 名)約 43%と年々高率となった(柴田, 2016)。そして、幼稚園児、小学校 5・6 年生および中学生を含めた全体で、1 つでも運動器機能不全があると認められた児童生徒は 40%であった。また、宮崎県では 2007 年度から小中学生を対象に運動器検診 7 項目(歩容異常、立位姿勢、しゃがみ込み動作、掌を合わせておじぎをする、肩を挙上し頭の後ろで組む、両手の手掌を見せて肘を伸ばす、肘の屈伸)を実施した(帖佐, 2014)。推定罹患率は約 10%で、異常項目としては脊柱変形・下肢変形が多く、機能不全としてしゃがみ込み動作不可能が約 10%に認められた。このように、子どもの運動器機能不全および運動器疾患は年々増加傾向であり、老年期においてロコモのリスクが高まることが懸念されている。

その対策として、2014 年 4 月に学校保健安全法施行規則が改正され、運動器疾患を早期発見するための検査項目が学校検診の必須項目に加わった。2016 年 4 月 1 日からは文部科学省の省令改正により学校保健安全法に基づき、学校定期健診に運動器検診の項目が加わり(柴田, 2016)、本年度より実施されている。2007 年度より実施されていた運動器検診によると、中学生に小児運動器疾患・傷害の推定罹患率が高く、運動部所属の有無で運動器検診での該当者に差がないことから、その対象は小学生高学年から中学生全員が望ましいと報告されている(帖佐, 2013)。しかし、時間・費用・マンパワーの問題から対象を絞る必要があり、事前調査票(図 2-4)を用いて対象を絞っていく必要があった。2016 年度から各自治体

で使用されている保健調査票（事前調査票）では、背骨が曲がっている、腰を曲げたり、反らしたりすると痛みがある、上肢に痛みや動きの悪いところがある、膝に痛みや動きの悪いところがある、片脚立ちが 5 秒以上できないおよびしゃがみこみができないなどの項目によって運動器機能不全をスクリーニングしている(徳村, 2016)。つまり運動器検診は、柔軟性、関節運動時の疼痛、バランス能力、静的アライメントが診察項目となり、整形外科的な異常を検出することで、現在の運動器疾患を早期発見するだけではなく、将来的なロコモリスクを少しでも軽減するために必要な検診であると考えられている。

一方、子どもの発達の可塑性を考慮すると、神経系の発達が著しいこの時期には骨、関節、筋肉だけではなく、神経系も含めて基本的な動作の評価が必要である。スキヤモンの発育発達曲線によると、神経系は生まれてから 5 歳頃までに 80%の成長を遂げ 12 歳でほぼ 100%になる。この時期は、神経系の発達が著しく、さまざまな神経回路が形成されていく。柴田(2015)は幼少期の運動器機能不全の対策と考え方について、柔軟性および平衡感覚の修得、瞬発力、判断力および基本的動作の修得を挙げている。また、10 歳くらいまでが動作の習得力が高いため、この時期に運動器機能のしっかりとした基本的動作を習得することが必要と述べている。つまり、整形外科的な異常が認められても、正常な動きが確保でき、基本的な運動能力が獲得できていれば、以降のロコモリスクは抑えることができる。しかしながら、現在実施されている運動器検診に動作評価からロコモを検出するという観点はないため、運動器検診と動作評価との関連を調べる必要がある。

運動器検診保健調査票		
(別紙 1) 年 組 番 名前 男・女		
各保護者の方へ：太枠の中のみ記入してください。当てはまる番号に○を付けてください。		
現在取り組んでいるスポーツ（バレエ、ダンス等を含む）： なし あり（ ）		
1) 骨格的特徴（早期の発見を）	保護者記入欄 4つのチェックポイント ① 両肩の高さに差がある ② 両肩甲骨の高さ・位置に差がある ③ 左右の脇腹の高さが方に差がある ④ 頭部した左右の背骨の高さに差がある	学校医記入欄 ① 疑い ② 経過観察
2) 夜に気が付くことがありましたら、チェックしてください。 身体をそらしたり、曲げたりしたときに腰に痛みが出ませんか。	【前屈】 ① 痛む ② 痛まない 【後屈】 ① 痛む ② 痛まない	【異常所見】 前屈 ① あり ② 疑い 後屈 ① あり ② 疑い
片脚立ち（左右交互にやって下さい） 片脚立ちすると体が傾いたり、ふらふらしますか	【左側立ち】 ① 立てない ② ふらつく ③ 異常なし 【右側立ち】 ① 立てない ② ふらつく ③ 異常なし	【異常所見】 左 ① あり ② 疑い 右 ① あり ② 疑い
シャガみこみ 足の裏を全頭床につけて完全にしゃがめますか。	① シャガめる ② シャガめない	【異常所見】 ① あり ② 疑い
手のひらを上に向けて腕を伸ばした時 完全に伸びない、完全に曲がらない（肘が肩につかない）ことはありますか		
		
肘肘 ① 完全に伸びない ② 完全に曲がらない ③ 異常なし		
右肘 ① 完全に伸びない ② 完全に曲がらない ③ 異常なし		
左肘 ① 肘曲異常 ② 伸屈異常 ③ 内反あり ④ 外反あり		
バンザイした時、両腕が肩につきませんか		
		
左腕 ① つかない ② つく		
右腕 ① つかない ② つく		
左腕 ① つかない ② つく		
3) からだのどこかに痛いところや気になるところはありませんか。		
骨・関節・筋肉などについて、症状のある箇所○をつけ、その症状について具体的に書いてください。		
		
4) その他からだや手・足で気になることがありましたら、自由にお書きください。		
保護者署名 _____		
学校医署名 _____		
※本票をコピーして学校健診に使用されることは問題ありませんが、販売等はしないでください。 ※本票を研究発表等を使用する場合には学術委員会に御一報ください。		

児童生徒等の健康診断マニュアルより引用
図 2-4 事前調査票

第3節 新体力テスト

我が国の代表的な体力テストは、文部科学省の新体力テストである。このテストは、1964年に作成された文部省スポーツテストを社会のニーズや研究知見を踏まえて 1999 年に全面的に刷新したものである(出村ら, 2019)。新体力テストにおける握力は静的筋力、立ち幅跳びは瞬発力(筋パワー)、上体起こしは筋持久力、長座体前屈は柔軟能力、反復横跳びは敏捷能力、そして 20m シャトルランは全身持久力の体力要因をそれぞれ代表する項目であり、これらはスポーツテストにおける体力診断テストの項目に該当する。また、50m 走、ソフトボール投げやハンドボール投げは、運動能力テストの項目に該当する。

近年の新体力テストにおける児童の体力の傾向は、昭和 60 年頃から続いていた体力低下は平成 10 年頃に歯止めが掛かり、以後の体力は総合的に向上しているものの、昭和 60 年頃のピーク値に回復した項目は少ない。その中でも、握力、立ち幅跳び、ボール投げにおいては、平成元年に比べ低い水準にある。それらの原因については、第 1 節に述べたように、社会環境の変化に伴い児童を取り巻く環境が著しく変化しているためと考えられ、今後も児童の体力水準 を高めるための対策が必要である。

他方で、近年は新体力テストの動作から本来の診断項目を含む複数の要素を評価できるようになっている。例えば、上体起こしは体幹の筋力と筋持久力を評価する目的で行われてきたが、固定された脚に体幹が屈曲する動作では腸腰筋の活動が高まる(谷本, 2006)ことから股関節の屈曲筋の評価としても活用可能であると考えられる。また、反復横跳びは、敏捷性を評価する目的で行われてきたが、サイドステップ動作にはスピード、パワー、バランス、エンデュランスなどの複数の体力要素を含んでいる(木塚, 2016)。そのため、切り返し時の体幹の動揺を制動するための体幹筋の評価にも活用できると考えられる。このように、新体力テストは、本来の体力・運動能力の診断だけではなく、動作に必要な複数の体力要素を必要としているテストであることを理解することで、様々な体力要素の評価に応用できる。

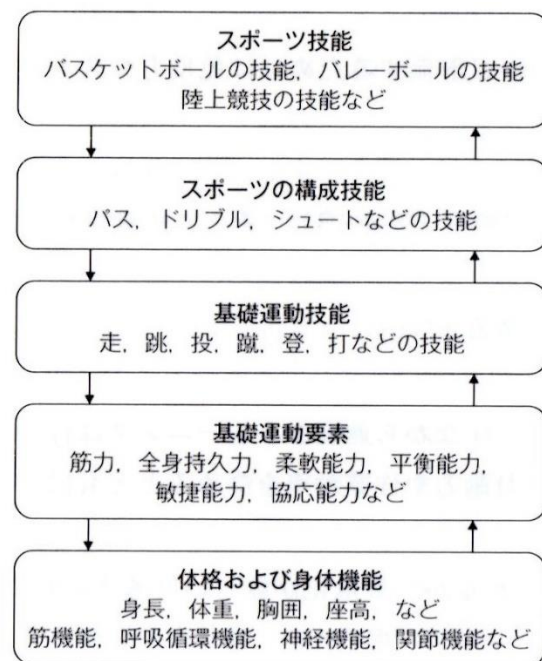
しかしながら、第 2 節で述べた運動器検診との関係を述べた先行研究は見当たらない。

第4節 基本的動作の評価

第1項 Functional Movement Screen(FMS)

出村ら(2019)は体力や運動能力について5段階の階層的仮説構造(図2-5)で関係性を説明している。児童の身体測定や運動器検診は、体格やおよび身体機能にあたる部分であり、体力や運動能力の根幹であると考えられる。また、一般的に体力は、筋力、全身持久力、柔軟能力、敏捷能力などの能力を発揮する際に、スキルの要因を排除した形で捉えた能力を重視しているのに対し、運動能力は走、跳、投といった運動成就に關与する能力を重視している。つまり、児童に実施されている新体力テストは、50m 走は走る能力、立ち幅跳びは跳ぶ能力、ソフトボール投げは投げる能力を測定して基礎運動技能を評価しているのに対して、握力は筋力、上体起こしは筋持久力、長座体前屈は柔軟能力、反復横跳びは俊敏能力、20m シャトルランは全身持久能力を測定して基礎運動要素を評価していることになる。しかし、運動技能や専門的なスポーツ技能は基礎運動要素に含まれる能力を正しくコントロールしながら、体を扱う能力が必要となるため、これらを既存の新体力テストや運動器検診で評価するのは困難である。

近年、走跳投などの専門的動作に関する評価法の確立が進んでおり、幼少期の動きや身のこなしに注目が集まっている。しかしながら、専門的動作の土台となる、しゃがむ、脚を上げる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」といった基本的動作は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、基本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。海外では既に基本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(Functional Movement Screen)は、アメリカで考案された基本的動作を評価するために体系化されたスクリーニングテストである。子供の運動能力に必要とされる走・跳・投の基本的運動能力の土台には、FMS で評価される各関節の安定性・可動性があり、動作の制限や左右非対称を見つけることで動作のウィークポイントを見つけることができる。先行研究では、主にスポーツ選手を対象としたスポーツ障害をスクリーンする為の評価として用いられている(Parenteau, et al. 2014; Dossa, et al. 2014)。しかしながら、先行研究の対象者は高校生以上であるため、発育途中の小学生に対して適応可能であるかは不明である。



健康・スポーツ科学のための動作と体力の測定法より引用

図 2-5 運動能力の階層的仮説構造

第 2 項 検者内信頼性

FMS は動きの制限と非対称性をスクリーニングするものであり、*stability* と *mobility* を基盤とした体幹および四肢の複合的な基本的動作 7 項目で構成されている。手軽に動作パターンを評価できる一方で、1 つの動作に含まれる身体的な要素は多い。得点は、「体幹が安定しているか」「バランスを保持できているか」などの大まかな基準によるため、検者の経験や判断に左右されやすいことが難点である。

前田ら(2014)は FMS の検者内信頼性を検討するために、FMS の資格を有する検者 2 名で 10 名の成人男性を対象に、日を分けて 2 回 FMS を測定した。その結果、試行間に有意差は認められず、信頼性係数も高かった ($ICC = 0.94-0.97$)。κ 係数は In-Line Lange と Trunk Stability Push up の項目以外の 5 項目は中等度以上の一致度を示したことから、動作を評価する項目ではより検者による FMS の評価や観察能力の違いが影響すると報告している。Minick, et al. (2010)は 40 人の大学生を対象に、ビデオ録画した FMS を専門家と初心者で評価した。ビデオは、FMS トレーニングコースを指導する 2 名の専門家と、FMS のトレーニングコースを修了した 2 名の初心者を含む、4 名の評価者で採点された。その結果、初心者の検者でも検者内の信頼性は高かったと報告している ($\kappa = 0.40-1.00$)。Shultz, et al. (2013)

は FMS を 6 名の検者で 39 名を対象に、2 回のセッションに分けての測定およびビデオ録画での測定で信頼性を検討した。再試験は、1 週間間隔で実施された 2 回のセッションに参加した。ビデオ録画は、最初のセッションで点数を付けた後ビデオセッションを行い、点数を比較した。その結果、再試験において良好な信頼性が得られ($ICC = 0.6$)、ビデオ録画で優れた信頼性($ICC = 0.92$)が見出された。項目別では、インラインランジは、最も信頼性の低いタスク($\kappa = .1$)であったが、ハードルステップは最も信頼できるタスク ($\kappa = .95$) であった。

このように、FMS の検者内信頼性は概ね良好(前田ら, 2014;Minick, et al. 2010;Shultz, et al. 2013)とされている。一方で、学童期の子どもを対象とした FMS の有用性を明らかにするにはデータが不足している。発育発達の急激な幼少年期における動作の質の評価は、効率的な運動学習を促す上で必要であり、有用性を示すためにも非常に重要である。

第 3 項 傷害との関連

FMS は 7 つのエクササイズを行い、それぞれ 0~3 点で採点される。つまり、最高 21 得点のスコアシステムを使ったスクリーニングツールである(Cook, 2014)。これまでスポーツ選手から一般人までを対象に、トータルスコアと傷害との関係が検討されてきた。

Kiesel, et al. (2007)は FMS を 46 名のサッカー選手を対象にシーズン前・後に測定した。その結果、FMS で測定された基本的な動きが、プロサッカー選手のケガの識別可能な危険因子であることを示唆し、14 点以下のスコアでケガを負う可能性が高いと報告している。また、Garrison, et al. (2015)は 160 名の大学生アスリートを対象として自己報告された過去の傷害履歴と組み合わせて将来の傷害リスクを検討した結果、14 点以下で損傷リスクが 15 倍に増加したと報告している。つまり、FMS によるスポーツ選手の傷害予測は、カットオフ値 14 点以下で傷害発生率が高くなっているため、スポーツ現場において活用されている。さらに Sean, et al. (2015)は、高校生スポーツ選手を対象として、1 シーズンの負傷確率と FMS 総得点との関連を検討した結果、総スコアと傷害発生には関連はなかったが、特定の動きとの関連があり、動きの不足を認識するのに役立つと報告している。また、FMS が若年アスリートに適応していないことを示唆していることから、今後はより若い集団の FMS スコアとの関連性を検討する必要があると報告している。さらに Dossa, et al. (2014)は、ジュニアホッケー選手のシーズン中の傷害発生と FMS 総得点との関連を検討した結果、14 点以下の選手に障害リスクが高いという Kiesel, et al. (2007)および Garrison, et al.

(2015)とは異なる結果を示したため、傷害の種類や年代により FMS の有効性が異なる可能性がある」と報告している。さらに Min-Joo, et al. (2016)は、慢性腰痛症患者と健常者の FMS スコアを比較検討している。慢性腰痛患者の FMS 総スコアは健常者より有意に低下していることからスポーツ疾患だけではなく、整形外科的な疾患全般に対しての傷害発生予測システムとしても用いられている。Lockie, et al. (2015)は、スポーツ選手の FMS の結果は、項目によってジャンプ動作との関連があることから運動能力との関連を示唆している。

これまでの先行研究をまとめると、FMS を傷害のスクリーニングとして使用する場合、カットオフ値は 14 点以下である。しかし、被験者特性により 14 点以下でも傷害発生リスクが高くないことがあり、高校生以下の対象に関しては今後も検討する必要がある。また、スポーツ傷害との関連が検討されてきたが、慢性腰痛症などの筋骨格系傷害および運動能力との関連も検討されてきている。

第5節 運動器機能不全と体力に関する研究

久保ら(2020)は、運動器検診のチェック項目に該当した子どもの特徴を屋内で実施できる体力テストの結果と合わせて検討している。その結果、運動器チェック該当者と非該当者でCS-30(The second chair stand test)のみ有意な差が認められたことから、下肢筋力との関連を示唆している。また、CS-30は、体幹の前屈や足関節の背屈の動きが伴うことから、運動器検診の項目である立位体前屈やしゃがみ込みという体幹や足関節の柔軟性が求められる要素が含まれていることも関連があるかもしれないと述べている。Gu, et al. (2021)は、運動器機能不全児童について、高学年の男児に多く、体脂肪率の上昇、握力の低下、テレビやインターネットの視聴時間が長いことに関連が見られると述べている。つまり、運動器の障害が、身体活動量の制限や低下に伴う体力の維持・向上の抑制や低下を招いている可能性を示唆している。

しかし、これらの先行研究は体力テストの全ての項目で実施できなかったことから見落とされている体力の要素があることや、被験者の年代に偏りがあることから体力テスト全ての項目についてサンプルの範囲と数を増やして検討することが望ましいと考える。

第 3 章 問題の所在および研究課題

第1節 問題の所在

運動器機能不全と体力との関係について、第2章の先行研究を通して明らかになった問題点は大きく以下のごとくである。

1つ目は、運動器機能不全と児童の身体機能が、運動能力や体力へ影響を与えているかについての問題である。2つ目は、運動器検診に該当した児童の身体機能が、動作に影響を与えるかについての問題である。運動器検診の項目は、姿勢、関節の疼痛や可動域、バランスで構成されており、これらが運動能力に影響を与えるかは明らかではない。そのため、これらが該当した児童の基本的な動作能力への影響を検討する必要がある。最後に、運動器検診に該当した児童の身体機能が、体力要素のどの項目と関連があるかについての問題である。

第1項 シャガみ込みと体力との関係についての問題

児童期の運動器機能不全と体力との関係を検討した研究は少ない。よって、まずは予備研究として運動器検診の1つである「シャガみ込み」と体力要素の1つである立ち幅跳びや上体起こしとの関係を明らかにすることで、運動器機能不全が体力に影響を与えている可能性を検討する必要がある。

第2項 児童期の運動器機能不全と基本的動作との関係についての問題

児童期は様々な動作を習得する時期であることから、運動器機能不全児童の体力への影響を検討する前に、基本的動作の質について明らかにする必要がある。しかし、児童における基本的動作を評価するテストが少ないため、FMSを用いていく必要があるであろう。そこで、運動器機能不全者の基本的動作の質を検証するため、運動器機能不全群及び非運動器機能不全群に構成し、その差を検討することで基本的動作への影響を明らかにする必要がある。

第3項 児童期の運動器機能不全と体力との関係についての問題

運動器検診における運動器機能不全の定義は、様々な報告があり統一した見解が得られていない。運動器機能不全と体力との関係には、運動器検診の該当数や該当項目によっても体力との関係に影響を与えと考えられるが、実際に現在最も広く使用されている「1

つでも該当すれば運動器機能不全」という定義で体力との関係があるか、そして、どの体力要素との関係が認められるかを明らかにする問題がある。

第 2 節 研究課題

研究課題 1

しゃがみ込みの可不可が立ち幅跳びに与える影響【第 5 章】

運動器機能不全が体力に与える影響の予備研究として、運動器検診の 1 つであるしゃがみ込みの可不可が立ち幅跳びや上体起こしの結果に与える影響について検討する。つまり、運動器検診で問題がなかった児童、しゃがみ込みができない児童およびしゃがみ込み以外の項目で該当した児童について立ち幅跳びと上体起こしの結果について比較する。

仮説

しゃがみ込みができない児童は、しゃがみ込みができる児童に比べて立ち幅跳びや上体起こしのスコアが低い

研究課題 2

児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響【第 6 章】

- 1) 児童に対する FMS の試行間信頼性〔第 6 章 1 節〕
- 2) 運動器機能不全と FMS との関係〔第 6 章 2 節〕

研究課題 2 では、既存の基本動作の評価テストは児童用に開発されたものではないことから、まずはそれらの児童に対する適用可能性について、FMS の試行間信頼性について検討した。また、児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響について検討するため、運動器機能不全と非運動器機能不全において FMS の合計点数を比較する。

仮説

運動器機能不全児童の FMS における総スコアは、非運動器機能不全児童の総スコアに比べて低い

研究課題 3

児童期の運動器機能不全が体力に及ぼす影響【第 7 章】

運動器機能不全が、体力全般に影響するのか、特定の要素に対してのみ影響するのかを検討する必要がある。現状の判定基準に従って判定された結果と、それぞれの体力テストの項目及び総合評価との関係を検討する。

仮説

運動器機能不全児童の体力は、非運動機能不全児童の体力に比べて比べて低い

以上、研究課題 3 では、運動器検診で運動器機能不全と判定された児童とそうではない児童の新体力テストの成績を比較し、体力への影響について検討する。

第3節 用語の定義

本節では、本研究で用いた主要な用語及び概念について、以下のように設定した。

運動器機能不全

「運動器」とは、骨、関節、筋肉、靱帯、腱、神経など身体を支えたり動かしたりする器官の名称である(閲覧日で OK 運動器の健康・日本協会)。運動器は、自分の思い通りに動かすことができるのが大きな特徴である。したがって、運動器は脳での思考や命令を表現する器官であり、脳で考えたことは、運動器を通して身体の動きというかたちで初めて表現されることになる。立つ、歩くなどの普段の生活の中の動きや走る・跳ぶ・投げるなどのスポーツの動きも運動器を通したからだの表現である。発育・発達段階から見て、子供は大人よりも軟骨が豊富にあって弾力性が高く、筋肉・靱帯は柔軟性に富んでいて身体のしなやかさが優れている。一方で、発育途上にある子供の未成熟な運動器は大人ほど強度が十分ではなく、損傷しやすいと言える。したがって、運動器の成熟と成長の途上にある時期においては、決して大人の運動器のミニチュア版ではないことを認識し、過度なスポーツ活動や無理な動作は成長や発育・発達を妨げることがあることに注意が必要である。

「運動器機能不全」は、運動不足などに体幹や四肢の筋力低下や固さ、バランスの悪さ(不安定性)、関節の可動域制限を起こした状態をいう。高齢になっても健康な運動器を保つためには、成長期から正常な運動器の発育を助けるとともに、スポーツ障害を予防することが大切である。また、学校における運動器検診において運動器疾患及び異常を早期に発見し、適切な治療を受けることが重要である。

柴田(2016)は、運動器検診の項目に1つ以上該当する児童を運動器機能不全児童としている。したがって、本研究においても、運動器検診10項目中1つ以上該当する児童を運動器機能不全児童と定義した。

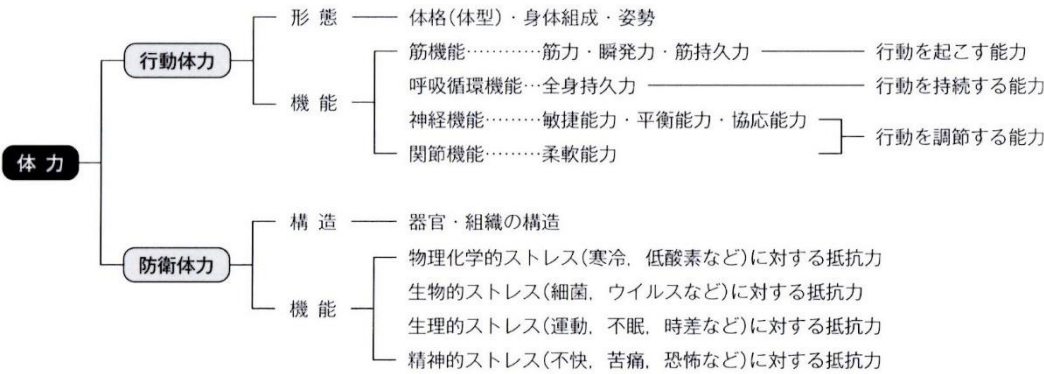
基本的動作

中村(2009)は、近年の子どもの体力低下の直接的な原因として、基本的な動作の未習得と運動量減少をあげている。基本的動作は、2、3歳の幼児期から12歳くらいまでの少年期の間に、身体活動の学習や経験により大人に近い成熟した動作に近づいていく。またその後、職業や生活およびスポーツ活動などの専門的な動作を獲得していくことになる。つまり、幼少期から少年期は、人間の生涯にわたる運動全般の基盤を習得しなければならない時期で

ある。基本的な動作の習得には、さまざまな動作のレパートリーを増大し、そのバリエーションを拡大させていく動作の多様化と、それぞれの動作様式を上手にし、より合目的、合目的な動作に変容させていく動作の洗練化という 2 つの方向性がある。Cook(2014)は、動作の質を左右差、バランス、可動域及び柔軟性を基準として、4 段階評価するツール(FMS)を作成した。

体力

図 3 - 1 はこれまで報告されてきた体力の構造をまとめたものである。体力は図 3 - 1 に示すように、活動の基礎となる部分が行動体力、生存の基礎となる部分が防衛体力として理解されている。しかし、一般的な体力として扱われている体力は、前者の行動体力であり、それらを測定するための様々な測定・評価方法が開発されている。本研究においては、運動器検診の結果と体力テストのデータを児童の行動体力の一部として捉えて、両者の関係性を検討していく。



健康・スポーツ科学のための動作と体力の測定法より引用

図 3 - 1 体力の構造

本研究の目的は、運動器機能不全児童の運動の質、つまり基本的な動作の洗練化を測定し、運動器検診の結果との関連を検討することであった。したがって、FMS7 項目を基本的動作として動作の質を評価した。また、体力テストの結果を児童の体力と仮定して運動器機能不全児童と非運動器機能不全児童の体力を比較した。

第4節 研究の限界

本研究では、仮説を検証するために、定義、被験者の特性、実験条件および統計解析法等の諸条件により結果の一般化が制約される。本節では、本研究の限界について述べる。

第1項 定義による限界

本研究では、運動器検診、FMS および体力テストを実施して、運動器機能不全の判定や基本的動作の評価および体力の代表値から様々な検討課題を検討する。運動器機能不全とは、運動器すべての状態を指すため、運動器検診で全ての運動器の状態を把握できるわけではない。これまでも児童を対象とした運動器機能不全の評価項目は先行研究で検討されてきたが、本研究では、第3章3節で定義した内容に従い、現在自治体が使用している運動器調査票を用いて運動器機能不全と仮定した。また、本研究で使用了事前調査票では、姿勢、関節可動域、下肢の柔軟性、関節の疼痛およびバランスを検査し該当者を運動器機能不全としている。これらの検査は整形外科医が行うことが望ましいと考えられるが、学校によっては整形外科医以外の医師が診断をしていることもある。基本的動作の評価に用いたFMSは、動作を点数化できることから、動作の質を評価するのに適している。しかし、FMSには小学生年代に必要な全ての動作が含まれているわけではないため、本来ならば複数のテストを組み合わせる評価するのが望ましいかもしれない。これらを考慮した上で、本研究ではFMSを基本的動作の評価と仮定した。体力の定義は、様々な定義がある中で図3-1を参考にした。体力テストは、第3節で述べたように小学生の行動体力を測定する一般的な方法であり、広く普及されている。体力テストは行動体力の一部であるが、本研究では体力テストの結果を児童の体力と仮定した。

第2項 実験方法による限界

1. 運動器検診

本研究では、運動器機能不全を判定するために、自治体で作成した運動器調査票(10項目)を用いて測定を行った。運動器調査票は、判定基準が曖昧で判定が困難な項目が多い。例えば、しゃがみ込み動作は踵を床につけたまま床にしゃがめないといけないのか、あるいは踵が床から離れた状態でもしゃがめれば良いのかなど判断が困難な項目があった。また、関節の動きが問題なく行えているか及び肩の高さの違いにおいても判断に迷うことがあった。そのため、学校医と理学療法士の2名が検者となって判断した。

2. FMS の測定

本研究では、基本的動作の評価を FMS(7 項目)にて測定した。FMS は、1 項目を 3 試行ずつ行い 0～3 点で判定した。検者は各項目で異なる判定基準を確認するために、前方、後方、側方と異なる位置から被験者の動作を確認することが妥当であると判断した。また、各試行間は、疲労の影響は少ないと判断し休息の時間は設けなかった。

第 3 項 被験者における限界

本研究の被験者には、検討課題 1、2-1、2-2 および 3 において、それぞれ小学 4～6 年生の 106 名、小学 4～6 年生の 870 名、小学 5、6 年女児 15 名、小学 4～6 年 67 名、小学 3～6 年 884 名を選択した。被験者は、運動器検診と体力テストは毎年実施し、FMS は行っていたことがなかった。また、本研究の被験者は、同じ学校の児童のみではなく、複数の小学校の児童から任意に抽出された児童であった。

全ての被験者は、本研究の主旨や目的を十分に理解し、適切な状態で実験に参加し、いずれの課題においても、被験者は最大努力でテストを実施したと仮定した。

第 4 項 統計解析法による限界

本研究では、各研究課題において妥当と考えられる解析方法を選択し、採用する。その中でも主要な解析方法の限界について以下に述べる。

しゃがみ込みの可不可における跳躍力の差を二要因分散分析（性別×しゃがみこみ）により求めた。加えて、しゃがみ込みの可不可における上体起こしの差を、しゃがみ込み可群（CON 群）としゃがみ込み不可群（SF 群）およびしゃがみ込み以外の該当者群により、学年と性別を共変量とした共分散分析により解析した。下位検定には Bonferroni 検定を用いた。また、立ち幅跳びおよび上体起こしの平均値差の効果の大きさを効果量（ η^2 ）により求めた。効果量の指標は、水本ら（2008）を参考に 0.01 以下は小さい、0.06 は中程度、0.14 以上は大きいと解釈した。

級内相関係数（Intraclass correlation coefficient: ICC）は、FMS の試行間信頼性を検討するために、各 FMS 項目および合計点ごとに算出した。また、運動器検診の結果と FMS との関係を検討するために、運動器機能不全群と非運動器機能不全群の FMS 合計点の差を

対応のないt検定により求めた。また、FMS 合計点の平均値差の効果の大きさを効果量(ES)により求めた。効果量の指標は、出村ら(2009)を参考に 0.2 以下は小さい、0.5 は中程度、0.8 以上は大きいと解釈した。

運動器検診の結果と体力テストとの関係を検討するために、ロコモ群と非ロコモ群の各体力テストスコアおよび合計得点の平均値差を学年および性別を共変量とした共分散分析により求めた。また、各体力テストスコアおよび合計得点の平均値差の効果の大きさを効果量 (η^2) により求めた。

なお、本研究における統計的仮説検定の有意水準は 5%とした。選択する有意水準によって結論が左右されるが、5%の確率を判定基準とした。

以上の定義、被験者の特性、評価変数及び統計解析法等の限界の下で、本研究において得られる結論を解釈する。

第 4 章

研究手順および方法

第1節 研究手順および研究課題

本研究では、児童期の運動器機能不全が体力に与える影響を明らかにすることを主たる目的とした。よって、まずは基本的動作能力の評価を行うためのテストとして **FMS** が児童に対して適応可能か否かを検討したうえで、運動器機能不全と体力との関係を以下の手順にそって明らかにする。

第1項 研究手順

先行研究の検討を踏まえ、本研究において解決すべき研究課題を設定し、次に被験者を選択し、テストの手順および方法等を決定する。併せて、本研究の課題である運動器機能不全が体力に与える影響についても検討する（図 4-1）。

第2項 研究課題

本研究で検討する研究課題は以下の通りである。

研究課題 1

しゃがみ込みの可不可が跳躍動作や上体起こしに与える影響【第5章】

運動器機能不全が体力に与える影響の予備研究として、運動器検診の1つであるしゃがみ込みの可不可が立ち幅跳びや上体起こしの結果に与える影響について検討する。運動器検診で問題がなかった児童、しゃがみ込みができない児童およびしゃがみ込み以外の項目で該当した児童について立ち幅跳びの結果について比較する。

研究課題 2

児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響【第6章】

1. 児童に対する **FMS** の試行間信頼性〔第6章1節〕
2. 運動器機能不全と **FMS** との関係〔第6章2節〕

研究課題2では、既存の基本動作の評価テストは児童用に開発されたものではないことから、まずはそれらの児童に対する適用可能性について、**FMS** の試行間信頼性について検討した。また、児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響について検討するため、

運動器機能不全と非運動器機能不全において FMS の合計点数を比較する。

研究課題 3

児童期の運動器機能不全が体力に及ぼす影響【第 7 章】

運動器機能不全が、体力全般に影響するのか、特定の要素に対してのみ影響するのかを検討する必要がある。今回は、現状の判定基準に従って判定された結果とそれぞれの体力テストの項目及び総合得点との関係を検討する。

以上、研究課題 3 では、運動器検診で運動器機能不全と判定された児童とそうではない児童の新体力テストの成績を比較し、体力への影響について検討する。

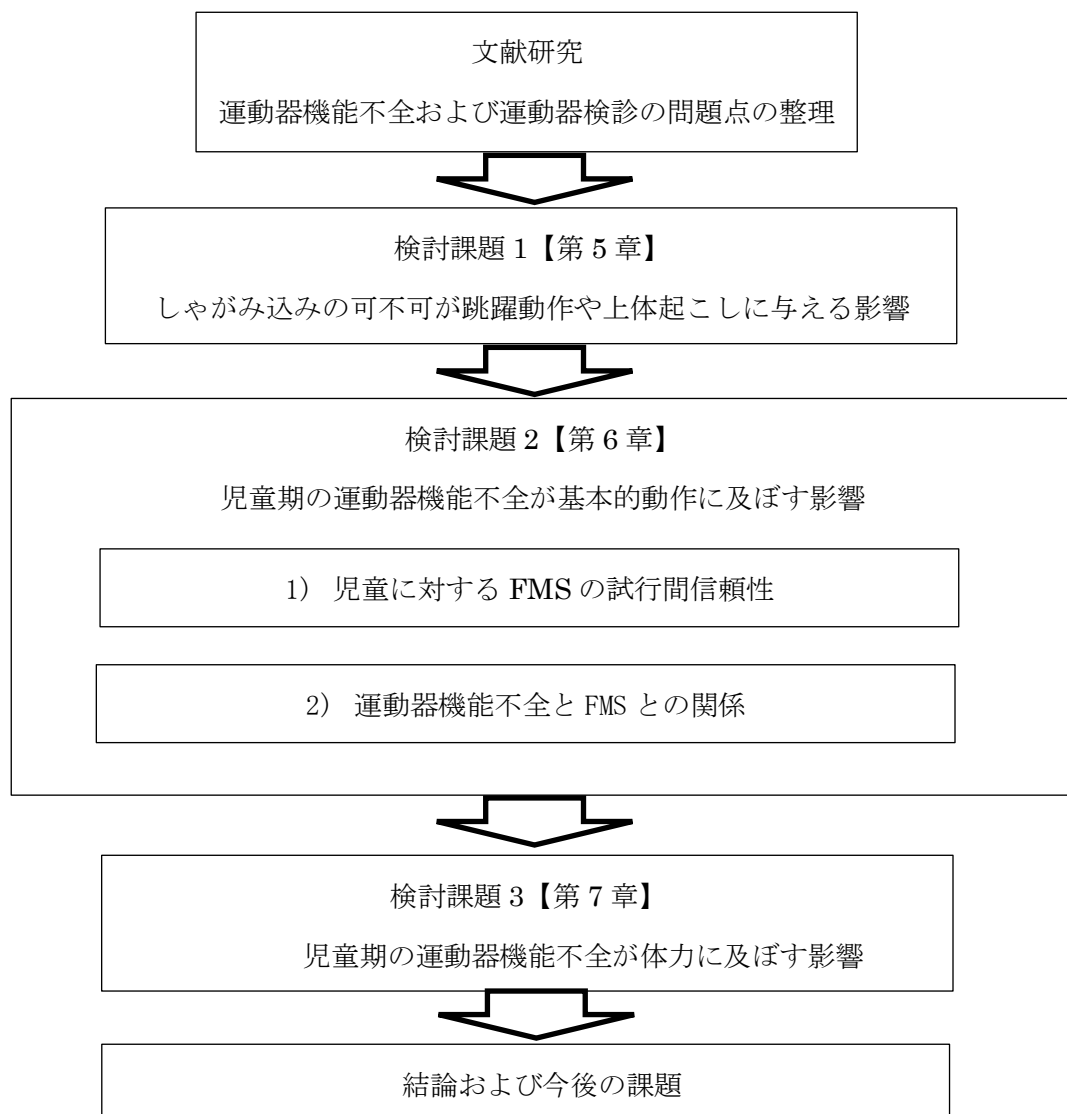


図 4-1 研究手順

第2節 測定方法

第1項 被験者

本研究で用いた被験者の詳細は、各章における研究方法に示す通りである。

第2項 測定項目および手順

1) 運動器検診

運動器検診は、背骨が曲がっている、両肩の高さに違いがある、肩甲骨の高さに違いがある、脇のラインに左右非対称がある、前かがみになった時に左右の背中の高さに違いがある、腰を曲げたり反らしたりすると痛みがある、腕・脚を動かすと痛みがある、腕・脚に動きの悪いところがある、片脚立ちが5秒以上できない、およびしゃがみ込みができないの10項目について、学校医と理学療法士が評価した。

2) Functional Movement Screen (FMS)

FMSは、Cook (2014) を参考にディープスクワット (DS) (図 4-2-1)、インラインランジ (IL) (図 4-2-2)、ハードルステップ (HS) (図 4-2-3)、ショルダーモビリティ (SM) (図 4-2-4)、アクティブ・ストレートレッグレイズ (ASLR) (図 4-2-5)、トランクスタビリティプッシュアップ (TSPU) (図 4-2-6) および、ロータリースタビリティ (RS) (図 4-2-7) の7項目について、動作中に痛みが認められる場合は0点、機能的動作パターンを行うことができない場合は1点、機能的動作パターンは行えるが、代償動作が認められる場合は2点、問題なく機能的動作パターンを行える場合は3点が付与された。また、左右非対称を評価する5項目 (IL、HS、SM、ASLR および RS) では左右のそれぞれが採点され、点数の低い方が採用された。検査者は各項目で異なる判定基準を確認するために、前方、後方、側方と異なる位置から被験者の動作を確認した。なお、FMSの試行間信頼性は、上記FMS7項目を3試行ずつ行い検討した。

3) 新体力テスト

新体力テストは、文部科学省新体力テスト8項目および合計得点を用いた。

第3項 評価変数

1) 運動器検診

柴田(2016)は、本研究と同様な項目を含む独自の 18 項目を設定し運動器検診を実施し、その 1 つでも該当した場合、運動器機能不全と判定している。本研究においても、柴田(2016)を参考に、10 項目中 1 項目以上該当した場合、運動器機能不全と判定した。

2) Functional Movement Screen(FMS)

FMS は、7 項目の合計得点を基本的動作得点として分析に用いた。点数が低いほど基本的動作能力が低下していると判断した。

3) 新体力テスト

新体力テストの評価変数は、各 8 項目の実測値を用いた。また、合計得点は各実測値を得点化した合計得点を用いて、点数が低いほど体力が低いと判断した。

第3節 統計解析

本研究では、2 変数間または 3 変数間の差を検討するために、分散分析および共分散分析を実施し、有意な主効果もしくは交互作用が認められた場合には、Bonferroni 法による多重比較検定を実施した。平均値の大きさの検定には、効果の大きさ(η^2)を算出した。また、FMS 合計点の比較には、対応のない t 検定を実施し、平均値の大きさの検定には、効果の大きさ(ES: Effect Size)を算出した。

各検討課題における解析方法については、各章の検討課題、統計解析の部分に示す通りである。

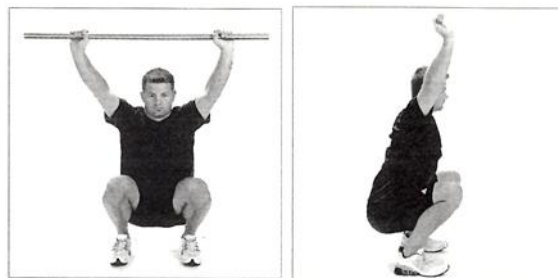
統計解析の有意水準は全て 5%とした。

FMS の採点基準

ディープスクワット (DS)

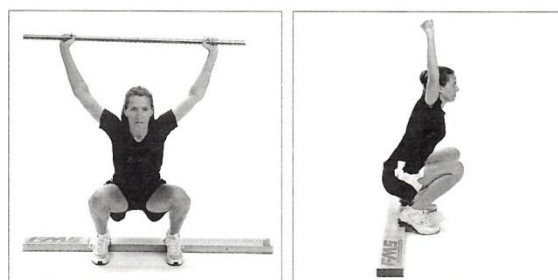
3 点

- ・ 体幹は脛骨と平行かまたは垂直寄り
- ・ 大腿骨は地面と平行よりも下
- ・ 膝は足部と同一線上



2 点

- ・ 体幹は脛骨と平行かまたは垂直寄り
- ・ 大腿骨は床に対して平行な線よりも低い
- ・ 膝は足部と同一線上
- ・ バーは足部と同一線上
- ・ 踵は挙上した状態



1 点

- ・ 体幹が脛骨と平行ではない
- ・ 大腿骨が床に対して平行な線よりも低い
い
- ・ 膝は足部と同一線上にない
- ・ バーは足部と同一線上にない

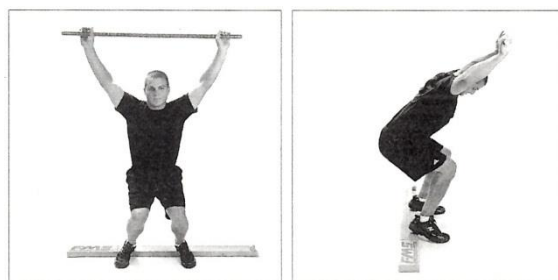
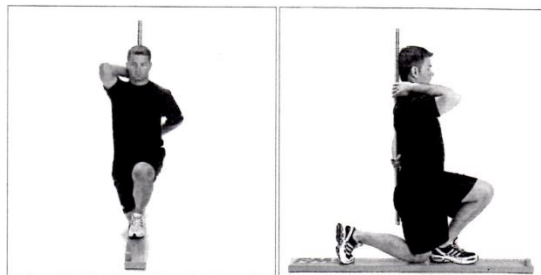


図 4-2-1 ディープスクワット採点基準

インラインランジ (IL)

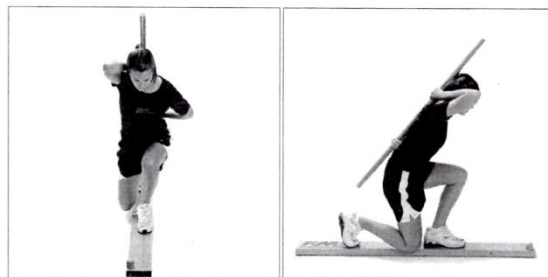
3 点

- ・ バーと背中との接触を維持する
- ・ バーを床に対して垂直に維持する
- ・ 体幹の動きがない
- ・ バーと床を矢状面に維持できる
- ・ 前足の踵の後ろで後脚の膝がボードに触れる



2 点

- ・ バーと背中との接触を維持できない
- ・ バーが垂直を維持できない
- ・ 体幹に動きがある
- ・ バーと足を矢状面に維持できない
- ・ 前足の踵の後ろで後脚の膝がボードに触れない



1 点

- ・ バランスの喪失が明らかになる
- ・ 動作を完了できない

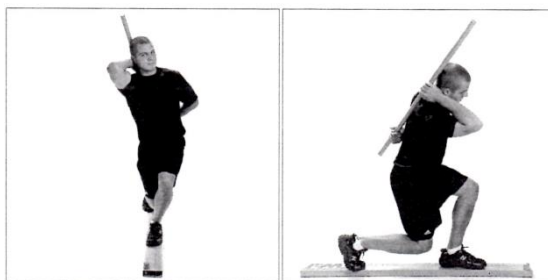
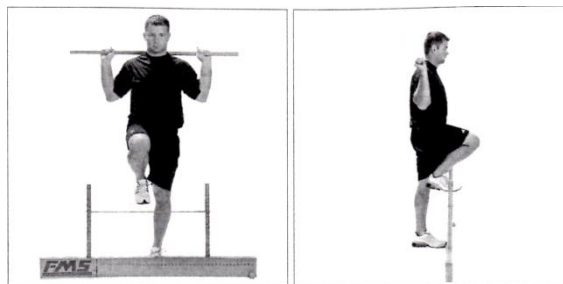


図 4-2-5 インラインランジの採点基準

ハードルステップ (HS)

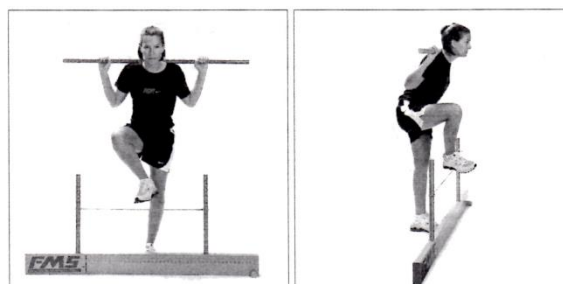
3 点

- ・股関節、膝関節、足関節は矢状面で一直線上に維持される
- ・腰椎の動作はごく僅か又は無し
- ・バーは床に対して平行を維持する



2 点

- ・股関節、膝関節、足関節のアライメントが崩れる
- ・腰椎に動きがある
- ・バーと床が平行を保たない



1 点

- ・足がハードルに接触する
- ・バランスが失われる

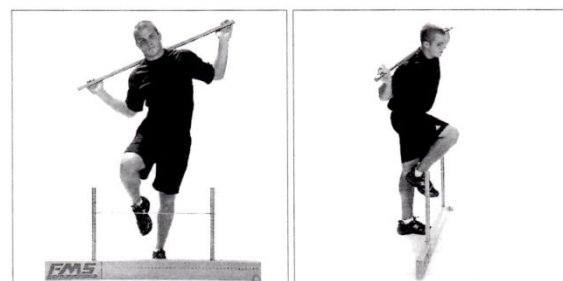
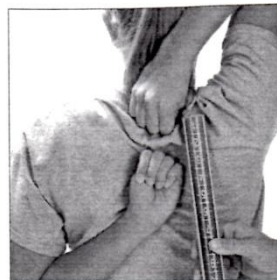


図 4-2-2 ハードルステップの採点基準

ショルダーモビリティー (SM)

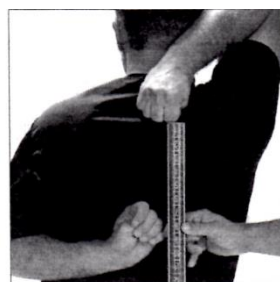
3 点

- ・ 両拳が手の長さ 1 つ分以内



2 点

- ・ 両拳が手の長さ 1.5 倍以内



1 点

- ・ 両拳が手の長さ 1.5 倍以内でない

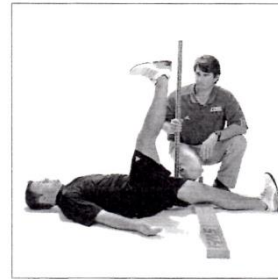


図 4-2-4 ショルダーモビリティーの採点基準

アクティブ・ストレートレッグレイズ(ASLR)

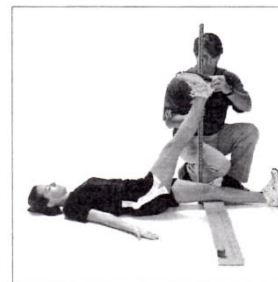
3 点

- ・踵からの垂線が大腿部の midpoint と ASIS の間にある
- ・静止している足が中間位を維持する



2 点

- ・踵からの垂線が大腿部の midpoint とジョイントラインの間にある
- ・静止している足が中間位を維持する



1 点

- ・踵からの垂線が膝関節のジョイントラインよりも下にある
- ・静止している足が中間位を維持する

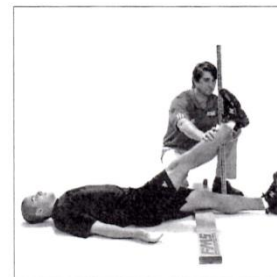
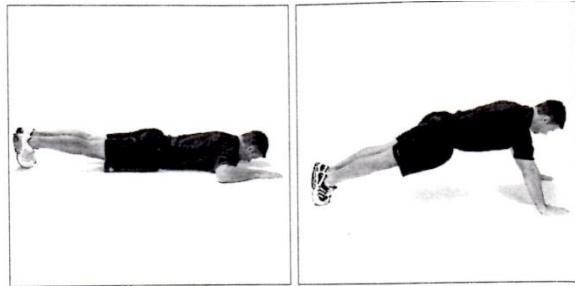


図 4-2-3 アクティブ・ストレートレッグレイズの採点基準

トランクスタビリティプッシュアップ(TSPU)

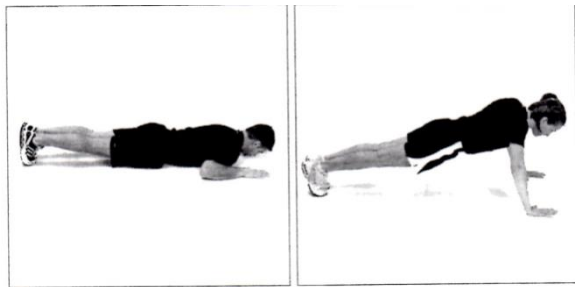
3点

- ・男性は母指を額の上端に揃えて1回行う
- ・女性は母指を顎の高さに揃えて1回行う
- ・脊柱が遅れてあがることなく、身体は一つのユニットとして持ち上がる



2点

- ・男性は母指を顎の高さに揃えて1回行う
- ・女性は母指を鎖骨の高さに揃えて1回行う
- ・脊柱が遅れてあがることなく、身体は一つのユニットとして持ち上がる



1点

- ・男性は母指を顎の高さに揃えて1回行うことができない
- ・女性は母指を鎖骨の高さに揃えて1回行うことができない

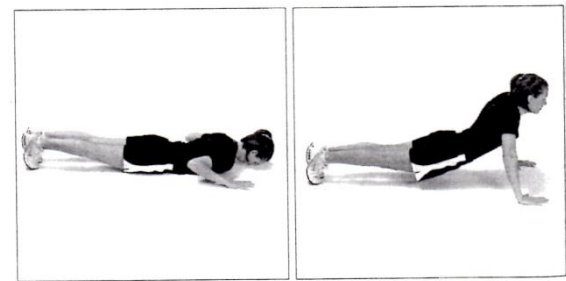
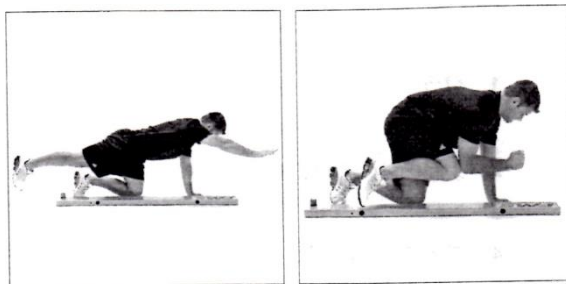


図 4-2-6 トランクスタビリティプッシュアップの採点基準

ロータリースタビリティー(RS)

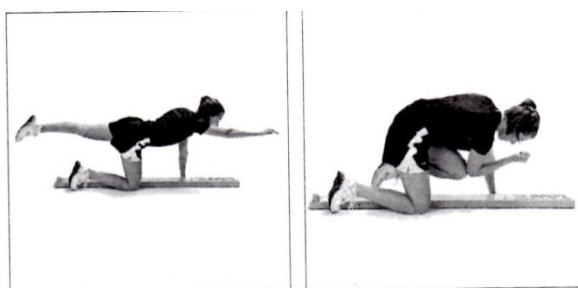
3点

- ・正しい一側性パターンを実施する
- ・一方の上肢と下肢がボード上にある



2点

- ・正しいダイアゴナルパターンを実施する
- ・対角にある膝と肘がボード上でタッチする



1点

- ・ダイアゴナルパターンが実施できない

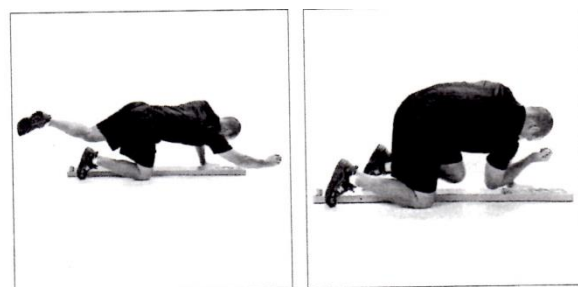


図 4-2-7 ロータリースタビリティーの採点基準

第5章 予備実験

しゃがみ込みの可不可が

跳躍動作や上体起こしに与える影響

【関連学会発表】

- 1) 浦井龍法、月田隼貴、李忠林、野口雄慶、山田孝禎

児童期におけるしゃがみ込み動作の可不可が跳躍力と Functional Reach Test に与える影響

第76回 体力医学会大会(2021/9/17～19)

- 2) 浦井龍法、月田隼貴、李忠林、野口雄慶、山田孝禎

児童期におけるしゃがみ込みの可不可が上体起こしに与える影響

第77回 体力医学会大会(2022/9/21～23)

第1節 緒言

まず始めに、児童期の運動器機能不全が体力に影響を及ぼすかどうかについて、予備研究を行う。運動器機能不全の 1 つであるしゃがみ込み動作において、跳躍力および上体起こしとの関係について検討する。本研究では、児童期のしゃがみ込みの可不可と跳躍力および上体起こしとの関係について明らかにすることを目的とした。

第2節 方法

第1項 被験者

しゃがみ込み動作の可不可と跳躍力との関係は、小学 4～6 年生の 106 名（男児 72 名、女児 34 名、年齢 11.06 ± 0.08 歳、身長 145.5 ± 0.84 cm、体重 38.52 ± 9.78 kg）を対象に検討した。加えて、しゃがみ込み動作と上体起こしの関係は、小学 4～6 年生の 870 名（男児 460 名、女児 410 名）を対象に検討した。なお、いずれの被験者にも測定に先立ち実験の主旨、目的および方法について詳細に説明し、同意を得た。本研究の実験プロトコールは、ヒトを対象とする研究審査委員会（学術研究員教育・人文社会系部門教育養成領域倫理審査委員会）にて承認されている（承認番号：第 32 号）。

第2項 測定項目および手順

しゃがみ込み動作は、運動器検診の実施方法に基づき、上肢前方挙上、閉脚立位で立ってもらい踵を床につけたまましゃがむよう指示をして可不可を判定した（図 5-1）。動作中にふらつく、後ろに転ぶ、痛みを伴う場合の判定は「不可」とした（文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課,2015）。立ち幅跳びと上体起こしは、文部科学省新体力テストに基づき測定した。



図 5-1 シャガみ込みテスト

第3項 統計解析

しゃがみ込みの可不可における跳躍力の差を二要因分散分析により求めた。加えて、しゃがみ込みの可不可における上体起こしの差を、しゃがみ込み可群(CON 群)としゃがみ込み不可群(SF 群)およびしゃがみ込み以外の該当者群(SI 群)により、学年と性別を共変量とした共分散分析により解析した。下位検定には Bonferroni 検定を用いた。また、立ち幅跳びおよび上体起こしの平均値差の効果の大きさを効果量(η^2)により求めた。なお、本研究における統計的仮説検定の有意水準は 5%とした。

第3節 結果

表 5-1 は、しゃがみ込み可能群としゃがみ込み不可群における立ち幅跳びの結果、標準偏差、および効果量を示している。二要因分散分析の結果、しゃがみ込みの可不可に有意な主効果が認められた。効果量は小さかった($\eta^2=0.04$)。

表 5-1 シャガみ込みの可不可における立ち幅跳びの差

		男子		女子		分散分析			
		Mean	SD	Mean	SD	F	p	η^2	
立ち幅跳 び(cm)	しゃがめる (n=91)	162.00	17.60	161.81	23.88	F1	3.46	0.066	0.00
	しゃがめない(n=15)	155.83	23.61	148.67	16.74	F2	5.72	0.019	0.04
						IN	3.23	0.075	0.00

F1:性別、F2:しゃがみ込み、IN:交互作用 * :p<0.05

表 5-2 は、しゃがみ込み可能群、しゃがみ込み不可群およびしゃがみ込み以外の該当者群における立ち幅跳びの結果、標準偏差を示している。学年および性別を共変量とした共分散分析の結果、各グループ間に有意な主効果が認められた(F=3.894,p=0.021)。多重比較の結果、上体起こしは、CON 群が SF 群および SI 群よりも有意に高い上体起こしのスコアを示した。(図 5-2)

表 5-2 シャガみ込みの可不可における上体起こしの差

	CON 群 (n=801)		SF 群 (n=36)		SI 群 (n=33)		ANCOVA		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	F	p	η
上体起こし (回)	20.9	6.25	18.3	5.61	19.24	4.65	3.89	0.02	0.01

共変量=学年、性別 Mean:平均値、SD:標準偏差、* :p<0.05

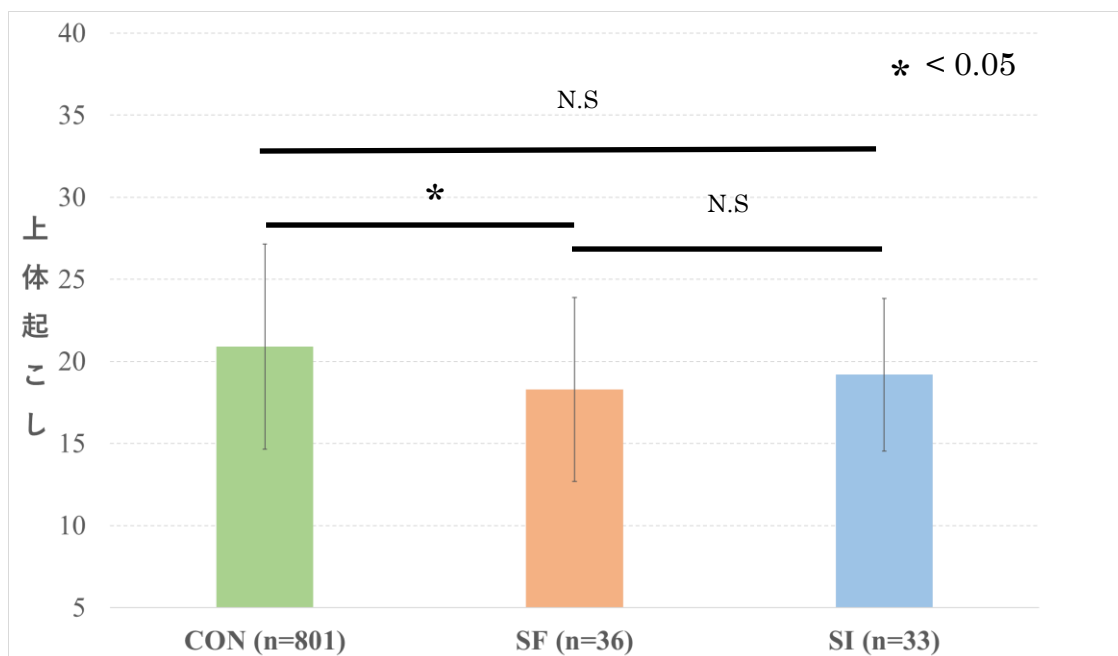


図 5-2

CON 群と SF 群および SI 群の上体起こしを学年と性別を共変量とした共分散分析結果

第4節 考察

本研究では、しゃがみ込みの可不可が立ち幅跳びと上体起こしの結果に与える影響を検討した。しゃがみ込みができない要因についての先行研究では、下肢関節の可動域 (Heredia et al, 2021)、足関節背屈の可動域 (山崎ら, 2010)、下肢・体幹の筋活動 (畠山ら, 2021) など様々な意見があり、一定の見解を得られていない。また、川井ら (2015) はしゃがみ込みの可不可と下肢障害との関連について、しゃがみ込みの可不可が障害リスクをある程度予想できると述べているように、しゃがみ込みを評価することで機能障害や障害発生リスクを予測できるなど、テストとしての有用性は高い。

まず、立ち幅跳びでは、しゃがめる児童がしゃがめない児童に比べ、有意に立ち幅跳びの結果が高かった。しかし、しゃがめない児童との立ち幅跳びの差は小さいことが確認された ($\eta^2=0.04$)。同様に、上体起こしについても運動器検診に該当しなかった児童 (しゃがめる児童) がしゃがめない児童に比べ、有意に上体起こしの結果が高かった。しかし、しゃがめない児童との上体起こしの差は小さいことが確認された ($\eta^2=0.01$)。

今回の結果から、しゃがみ込みができない児童はしゃがみ込みができる児童に比べ、効果量は少ないものの体力への影響が少なからずあると判断できる。しかし、久保ら (2020) は運動器検診該当者と非該当者で体力テストを比較した結果、運動能力についてはほぼ差が

なかった報告していることから、しゃがみ込みだけではなく、他の運動器検診や体力要素についても検討していく必要がある。

第5節 小括

以上、本研究を要約すると以下のようにまとめられる。

1. しやがみ込みができない児童は、異常が認められない児童に比べて立ち幅跳びや上体起こしのスコアが低い。
2. 各動作のスコアが低いことは動作に影響を与えている可能性がある。

第 6 章

児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響

【関連研究】

浦井龍法、山田孝禎、野口雄慶、宮崎憲太郎

児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響

教育医学 65 4 222-229 2020 年 6 月（原著．査読あり）

第1節 緒言

第 5 章において、児童期の運動器機能不全は動作に影響を与えているかもしれないこと示唆された。

本章では、第 5 章の結果を受けて、児童期の運動器機能不全が児童の動きに影響を与えているかを検討するため、FMS(Functional Movement Screen)を用いた基本的動作との関係について検討を行う。そのためにまずは、小学生における FMS の試行間信頼性を検討して FMS の小学生への適応の有無について検討する。また、本研究では、運動器検診により評価された運動器機能不全が FMS により評価される基本的動作に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

第2節 方法

第1項 被験者

既存の基本動作の評価テストは児童用に開発されたものではない。それゆえ、まずそれらの児童に対する適用可能性について、FMS の試行間信頼性により検討した。試行間信頼性は、愁訴のない小学 5、6 年女児 15 名（年齢 10.8 ± 0.41 歳、身長 143.9 ± 6.42 cm、体重 35.1 ± 5.21 kg、BMI 16.9 ± 1.61 ）を対象に検討した。加えて、運動器検診と基本動作との関係を小学 4～6 年 67 名（男児 43 名、女児 24 名、6 年生 20 名、5 年生 30 名、4 年生 17 名、年齢 11.1 ± 0.75 歳、身長 142.0 ± 8.82 cm、体重 36.9 ± 8.46 kg）を対象に検討した。なお、いずれの被験者にも測定に先立ち実験の主旨、目的および方法について詳細に説明し、同意を得た。本研究の実験プロトコールは、ヒトを対象とする研究審査委員会（学術研究員教育・人文社会系部門教育養成領域倫理審査委員会）にて承認されている（承認番号：第 32 号）。

第2項 測定項目および手順

運動器検診は、①背骨が曲がっている、②両肩の高さに違いがある、③肩甲骨の高さに違いがある、④脇のラインに左右非対称がある、⑤前かがみになった時に左右の背中の高さに違いがある、⑥腰を曲げたり反らしたりすると痛みがある、⑦腕・脚を動かすと痛みがある、⑧腕・脚に動きの悪いところがある、⑨片脚立ちが 5 秒以上できない、および⑩しゃがみ込みができないの 10 項目について、学校医と理学療法士が評価した。FMS は、Gray (2015) を参考にディープスクワット (DS)、インラインランジ (IL)、ハードルステップ (HS)、

ショルダーモビリティ (SM)、アクティブ・ストレートレッグレイズ(ASLR)、トランクスタビリティプッシュアップ(TSPU)およびロータリースタビリティ(RS)の 7 項目について、動作中に痛みが認められる場合は 0 点、機能的動作パターンを行うことができない場合は 1 点、機能的動作パターンは行えるが、代償動作が認められる場合は 2 点、問題なく機能的動作パターンを行える場合は 3 点が付与された。

また、左右非対称を評価する 5 項目 (IL、HS、SM、ASLR および RS) では左右のそれぞれが採点され、点数の低い方が採用された、検査者は各項目で異なる判定基準を確認するために、前方、後方、側方と異なる位置から被験者の動作を確認した。なお、FMS の試行間信頼性は、上記 FMS7 項目を 3 試行ずつ行い検討した。

第3項 評価変数

柴田(2015)は、本研究と同様な項目を含む独自の 18 項目を設定して運動器検診を実施し、その 1 つでも該当した場合、運動器機能不全と判定している。本研究においても、柴田らを参考に、10 項目中 1 項目以上該当した場合、運動器機能不全と判定した。各被験者の FMS7 項目合計得点を基本的動作得点として分析に用いた。

第4項 統計解析

FMS の試行間信頼性を検討するために、各 FMS 項目および合計点ごとに、級内相関係数 (ICC) を求めた。また、運動器検診の結果と FMS との関係を検討するために、運動器機能不全群と非運動器機能不全群の FMS 合計点の差を対応のない t 検定により求めた。また、FMS 合計点の平均値差の効果の大きさを効果量 (ES) により求めた。なお、本研究における統計的仮説検定の有意水準は 5%とした。

第3節 結果

表 6-1 は、FMS 各項目および合計点の平均値、標準偏差、および級内相関係数を示している。信頼性は RS で低く (ICC=0.35)、TSPU で中程度 (ICC=0.64)であったが、その他の項目では 0.7 以上 (0.71-0.93)であった。また、合計得点では 0.88 であった。

表 6-1 FMS7 項目および合計点の級内相関係数 6-1

	1 試行		2 試行		3 試行		ICC
	M	SD	M	SD	M	SD	
ディープスクワット	2.47	0.52	2.40	0.63	2.40	0.51	0.86
ハードルステップ	2.20	0.56	2.20	0.56	2.20	0.56	0.71
インラインランジ	2.53	0.52	2.47	0.52	2.40	0.51	0.83
ショルダーモビリティ	2.40	0.51	2.33	0.62	2.33	0.62	0.93
アクティブ・ストレートレッグレイズ	2.33	0.49	2.27	0.46	2.20	0.41	0.78
トランクスタビリティープッシュアップ	2.00	0.76	1.67	0.72	1.73	0.59	0.64
ロータリースタビリティ	2.07	0.26	2.00	0.53	1.93	0.26	0.35
合計	16.00	2.03	15.33	2.44	15.20	2.11	0.88

M：平均値，SD：標準偏差，ICC：級内相関係数

図 6-1 は、運動器検診 10 項目における該当児童頻度を示している。「しゃがみ込みができない」の該当児童頻度が最も高く、次いで「両肩の高さに違いがある」、「肩甲骨の高さに違いがある」であった。

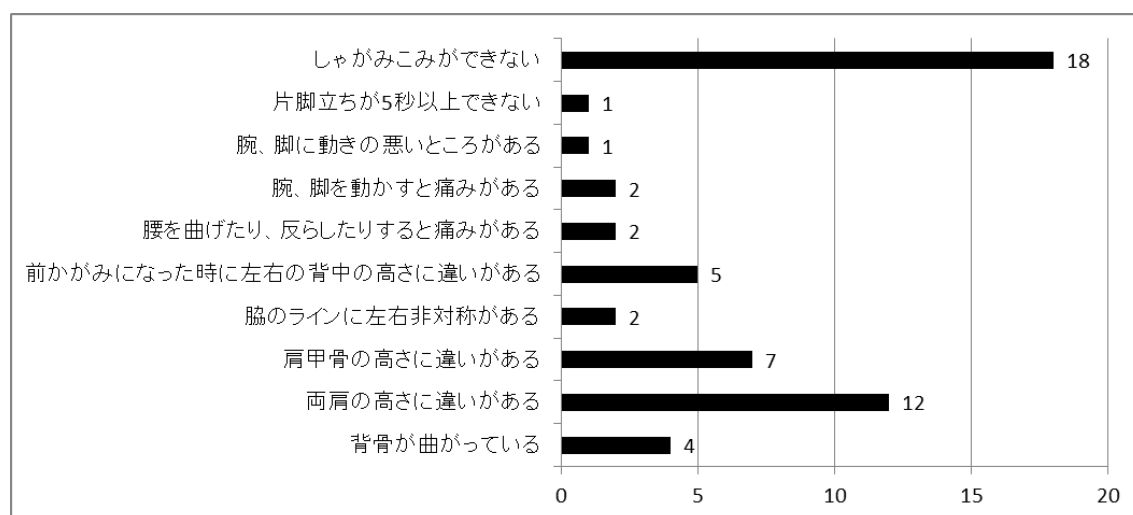


図 6-1 運動器検診 10 項目ごとの該当児童頻度

表 6-2 は、運動器機能不全群と非運動器機能不全群の FMS 合計点の平均値差の検定結果を示している。非運動器機能不全群の FMS 得点は運動器機能不全群よりも有意に高く、平均値差の効果の大きさも大きかった (ES=0.84)。

表 6-2 運動器機能不全群と非運動器機能不全群における FMS 合計得点の平均値差

	運動器機能不全群		非運動器機能不全群		t_0	p	ES
	M	SD	M	SD			
FMS 合計点	12.3	2.0	14.1	2.2	3.34	0.001	0.84

M：平均値，SD：標準偏差，ES：効果量

第4節 考察

前田ら(2014)は FMS の検者内信頼性を検討するために、10 名の成人男性を対象に、日を分けて 2 回 FMS を測定した。その結果、試行間に有意差は認められず、信頼性係数も高かったため (ICC =0.94-0.97)、FMS の検者内信頼性は高いと報告している。Minick, et al. (2010) は 40 人の大学生を対象に、ビデオ録画した FMS を専門家と初心者で評価した、その結果、検者内の信頼性は高かったと報告している(κ =0.40-1.00)。本研究においても、これらの先行研究と同程度の信頼性係数が認められたが (ICC =0.71-0.93)、RS で低く (ICC =0.35)、TSPU で中程度 (ICC=0.64) であった。Shultz, et al. (2013) は 39 人のビデオ録画された FMS を 6 名の検者で測定し信頼性を検討した。その結果、IL、TSPU および RS の信頼性が他の項目より低かったと報告している。本研究の IL および HS の信頼性は高かったが、TSPU および RS は Shultz, et al. (2013) と同様低かった。大岡ら(2013)は、大学女子バスケットボール選手の FMS のスコアと体力の関係を検討し、RS は体力要素 7 項目（上体起こし、反復横跳び、立位体前屈、立ち幅跳び、シャトルラン、ベンチプレスおよびスクワット）のうち上体起こし、反復横跳び、立位体前屈およびスクワットと、TSPU は立位体前屈およびスクワットと相関があると報告している。RS は体幹および下肢の機能を反映する項目であることから(大岡ら, 2013)、成人と比較してもこれらの機能が未発達な児童では、両動作の相対的な難易度が高く RS の試行間信頼性に影響したのかもしれない。以上から、本研究と先行研究では、被験者特性が異なるものの、RS および TSPU 以外の項目においては、同程度の信頼性が保証され得ると判断される。しかし、成人に比べ筋力が未成熟な児童に対して FMS を行う際は、両項目の測定値の信頼性が低くなるかもしれない。

運動器検診 10 項目において、「しゃがみ込み動作ができない」、「両肩の高さに違いがある」および「肩甲骨の高さに違いがある」の頻度が高かった。帖佐ら(2014)が 2007 年から小中学生を対象に実施している運動器検診では、運動器検診チェック 7 項目（歩容、姿勢アライメント、しゃがみ込み動作、立位姿勢、肩関節の可動域、上肢の変形および肘関節の可動域）を検診している。異常項目としては、脊柱変形・下肢変形が多く、機能不全として、しゃがみ込み動作不全が全体の約 10%を占めた。本研究においても、帖佐ら同様、しゃがみ込み動作ができない対象の頻度が最も高かった。柴田(2016)は学年が上がるにつれてしゃがみ込みができない児童が増加し、足関節のタイトネスも増加すると報告している。山崎ら(2010)は、成人を対象に足関節の可動域としゃがみ込みの可否について検討し、足関節の背屈角度が 10 度以下になるとしゃがめなくなると報告している。つまり、しゃがみ込みには特に足関節のタイトネスが関与していると考えられる。また、スポーツ選手を対象としたケガの発生率に関する研究では、しゃがみ込みとスポーツ障害の発生率には相関があり(川井ら, 2015)、運動器疾患の有病率約 10~20%中に、スポーツ傷害は 3~4 割を占める(内尾ら, 2014)ことから、しゃがみ込みができないとスポーツ障害の発生率も増加する。本研究から、しゃがみ込みができない児童が多いにも関わらず、スポーツ障害を疑うような「腕、脚に動きの悪いところがある」、「腕、脚を動かすと痛みがある」および「腰を曲げたり、反らしたりすると痛みがある」の項目において頻度が低かったことから、運動頻度が高頻度ではないため整形外科的な傷害発生が低かったのかもしれない。

運動器機能不全群の FMS 合計点は、非運動器機能不全群よりも低く、その差も大きかった。つまり、整形外科的な異常を抱えている児童は、非運動器機能不全児童と比較し基本的動作の質が著しく低く、運動機能障害がある可能性がある。FMS は、運動性および安定性を含める基本的な運動パターンを評価して、動作の効率性を観察している(Gray, et al, 2014)。また、Kyle, et al. (2007)は FMS によって測定された基本的な動きが、プロサッカー選手のケガの識別可能な危険因子であることを示唆し、14 点以下のスコアでケガを負う可能性が高いと報告している。また、Michael, et al. (2015)は大学生アスリートを対象として過去の傷害履歴と組み合わせて将来の傷害リスクを検討した結果、14 点以下で損傷リスクが 15 倍に増加したと報告している。さらに Sean, et al. (2015)は、高校生スポーツ選手を対象として、1 シーズンの負傷確率と FMS 総得点との関連を検討した結果、総スコアと傷害発生には関連はなかったが、特定の動きとの関連があり、動きの不足を認識するのに役立つと報告している。近年では、FMS は慢性腰痛症との関連も示唆されている(Ko, et al.

2015)ことからスポーツ疾患だけではなく、整形外科的な疾患全般に対しての傷害発生予測システムとしても用いられている。したがって、運動器機能不全群の FMS 合計点は先行研究(Kyle, et al. 2007; Michael, et al. 2015)のカットオフ値 14 点を下回っていることから運動器機能不全群の動きの質は低く、傷害発生リスクが高いと判断される。また、その改善のために、動きの不足を認識して基本的な運動パターン(Gray, et al. 2014)の改善が必要であると考えられる。一方で、運動器検診は将来のロコモリスクを軽減するという中長期的な視点から実施されていることを考慮すると、運動器不全児童は非運動器不全児童よりも運動の質が著しく低いため、老年期に発症しやすい加齢による変性疾患もリスクが高いと考えられる。Khaled, et al (2014)は、ジュニアホッケー選手のシーズン中の傷害発生と FMS 総得点との関連を検討した結果、14 点以下の選手に障害リスクが高いという Kyle, et al.(2007)および Michael, et al. (2015)らとは異なる結果を示したため、傷害の種類や年代により FMS の有効性が異なる可能性があると報告している。また、Lockie, et al. (2015)は、スポーツ選手の FMS の結果は、項目によってジャンプ動作との関連があることから運動能力との関連を示唆している。つまり、傷害の種類や年代により FMS の解釈は異なるものの、運動器不全児童は運動能力も低下している可能性が高く、それに伴う将来的なロコモリスクが高いと考えられる。それゆえ、今後の発達に伴う動きの質の変化も期待できるものの、運動器検診で抽出された運動器不全児童は、将来のロコモリスクも高いと判断され、運動の質、運動能力の改善が必要であると考えられる。

第5節 小括

以上、本研究を要約すると以下のようにまとめられる。

1. 小学生における FMS の試行間信頼性は概ね良好と判断された。
2. 児童においても FMS で基本的動作の確認が可能である
3. 運動器検診では、「しゃがみ込み動作ができない」の項目において最も頻度が高く、足関節の背屈制限がある児童が多かった。
4. 運動器機能不全児童は非運動器機能不全児童よりも基本的動作能力が低く、運動の効率性に劣るため、整形外科的な疾患のリスクが高いと判断された。

第 7 章

児童期の運動器機能不全が体力に及ぼす影響

【関連研究】

浦井龍法、山田孝禎、野口雄慶

児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響

教育医学 68 2 109-116 2022 年 10 月 （原著．査読あり）

第 1 節 緒言

第 6 章において、運動器機能不全児童は非運動器機能不全児童よりも基本的動作能力が低く、運動の効率性が劣ると判断された。したがって、これらが運動から離れるきっかけになることで、将来のロコモにつながることを示唆された。

本章では、第 5 章の結果を受けて、運動器機能不全児童の体力および運動能力への影響を検討する。

本研究の目的は、運動器検診により評価された運動器機能不全が、体力テストにより評価された体力に及ぼす影響を検討することであった。

第 2 節 方法

第 1 項 被験者

F 県 F 市内にある小学校に協力を依頼し、協力を得られた 5 校の保護者に対して本研究の説明を書面で行い、小学 3～6 年 884 名（男児 466 名、女児 418 名、年齢 11.1 ± 0.86 歳、身長 142.0 ± 8.82 cm、体重 34.8 ± 8.00 kg）から同意を得た。その学年の内訳は、3 年生 33 名、4 年生 185 名、5 年生 324 名、6 年生 342 名であった。また、いずれの被験者にも測定に先立ち実験の主旨、目的および方法について詳細に説明し、同意を得た。本研究の実験プロトコールは、ヒトを対象とする研究審査委員会（学術研究員教育・人文社会系部門教育養成領域倫理審査委員会）にて承認されている（承認番号：第 30 号）。

第 2 項 測定項目および手順

運動器検診は、①背骨が曲がっている、②両肩の高さに違いがある、③肩甲骨の高さに違いがある、④脇のラインに左右非対称がある、⑤前かがみになった時に左右の背中の高さに違いがある、⑥腰を曲げたり反らしたりすると痛みがある、⑦腕・脚を動かすと痛みがある、⑧腕・脚に動きの悪いところがある、⑨片脚立ちが 5 秒以上できない、および⑩しゃがみ込みができないの 10 項目（文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課, 2015）について、学校医が評価した。また、運動器検診①～⑤については、姿勢を評価する項目であった（文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課, 2015）。体力テストスコアは、文部科学省新体力テスト 8 項目（文部科学省, 1999）および合計得点を用いた。それぞれの測定は、運動器検診が 2016 年 4 月および体力テストが 2016 年 5～6 月に実施された。

第3項 運動機能の判定方法

柴田(2015)は、運動器検診が開始された2016年以前に、本研究と同様な項目を含む独自の18項目を設定して運動器検診を実施し、その1つでも該当した場合、運動器機能不全(ロコモ)と判定している。その後、この先行研究(柴田, 2015)や帖佐(2018)の研究を参考に2016年には健康診断マニュアル(文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課, 2015)が作成され、運動器検診によるチェックポイントが示された。本研究においては、健康診断マニュアル(文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課, 2015)に基づき、F県で作成された保健調査票の10項目中1項目以上該当した場合、運動器機能不全と判定し、判定結果に基づき被験者をロコモ群と非ロコモ群にそれぞれ分類した。被験者数は、ロコモ群52名、非ロコモ群832名であった。

第4項 統計解析

運動器検診の結果と体力テストとの関係を検討するために、ロコモ群と非ロコモ群の各体力テストスコアおよび合計得点の平均値差を学年および性別を共変量とした共分散分析により求めた。また、各体力テストスコアおよび合計得点の平均値差の効果の大きさを効果量(η^2)により求めた。なお、本研究における統計的仮説検定の有意水準は5%とした。統計解析ソフトは、SPSS Statistics Ver. 24 for Macintosh(IBM 社)を使用した。

第3節 結果

表7-1は、運動器検診の該当頻度および体力テストスコアの結果を示している。ロコモ群52名中に、重複して異常があった児童を含めた82項目に該当項目が見られた。「両肩の高さに左右の違いがある(2.5%)」の該当児童頻度が最も高く、次いで「しゃがみ込みができない(2.1%)」、「肩甲骨の高さに左右の違いがある(1.7%)」であった。

表 7-1 対象者の学年・男女別における運動器検診該当頻度および体力テストスコアの結果

	3 年生男子 (n=21)	3 年生女子 (n=12)	4 年生男子 (n=88)	4 年生女子 (n=97)	5 年生男子 (n=172)	5 年生女子 (n=152)	6 年生男子 (n=185)	6 年生女子 (n=157)	
身長 (cm) / 体重 (kg)	129.2±6.6 / 26.5±3.8	130.6±4.3 / 27.0±3.0	132.9±5.6 / 30.4±5.8	135.2±6.8 / 31.1±6.2	140.1±6.3 / 35.1±7.7	138.8±7.3 / 32.7±7.3	145.5±6.9 / 39.0±9.1	146.0±6.6 / 37.5±5.8	
ロコモ群 (n=52) / 非ロコモ群 (n=832)	2 / 9	1 / 11	9 / 79	9 / 88	8 / 164	8 / 144	5 / 180	10 / 147	
運動器検診	背骨が曲がっている (0.7%)	0	1	1	1	0	1	1	
	両肩の高さに左右の違いがある (2.5%)	1	1	4	1	4	4	1	6
	肩甲骨の高さに左右の違いがある (1.7%)	1	0	2	3	2	4	1	2
	脇のラインに左右非対称がある (0.8%)	1	0	1	2	1	1	0	1
	前屈したときに背面（肋骨及び腰）の高さの違い (0.4%)	0	0	0	0	2	1	0	1
	腰を曲げたり反らしたりすると痛みがある (0.8%)	0	0	0	0	1	4	1	1
	腕、脚を動かすと痛みがある (0.1%)	0	0	0	0	0	0	1	0
	腕、脚に動きの悪いところがある (0.1%)	0	0	1	0	0	0	0	0
	片脚立ち 5 秒以上ができない (0.3%)	0	0	1	0	2	0	0	0
しゃがみこみができない (2.1%)	0	0	2	2	5	3	2	2	
体力テスト	握力 (kg)	13.64±2.61	14.04±1.68	14.15±3.41	14.01±3.03	17.17±3.44	15.51±3.74	19.55±4.63	18.80±3.64
	上体起こし (回)	14.43±6.38	11.75±4.88	19.35±6.52	19.13±5.18	21.28±6.12	19.30±5.97	22.32±6.71	21.74±5.58
	長座体前屈 (cm)	24.52±8.55	29.41±7.81	35.00±8.07	38.35±8.37	33.45±8.23	38.03±7.47	34.75±7.93	41.97±8.79
	反復横跳び (回)	32.95±7.81	32.75±5.61	41.61±7.50	40.21±6.67	43.27±6.78	41.18±7.62	45.83±7.46	44.61±6.31
	20m シャトルラン (回)	32.57±11.98	31.50±12.35	48.17±19.10	42.00±14.30	63.56±21.37	49.94±15.87	66.90±22.11	57.40±17.06
	50m 走 (秒)	10.68±0.81	10.76±1.00	9.78±1.03	9.98±0.69	9.18±0.78	9.61±0.82	8.95±0.94	9.12±0.73
	立ち幅跳び (cm)	141.19±16.96	141.83±16.33	150.57±18.95	143.51±16.91	159.55±19.78	148.53±17.61	167.22±23.22	161.25±20.14
	ボール投げ (m)	15.95±4.52	12.50±4.32	19.57±6.95	12.65±4.59	24.15±7.81	13.62±5.98	24.82±9.15	16.82±6.48
	合計得点 (点)	41.09±8.26	44.50±8.21	51.70±9.30	53.94±7.41	57.22±8.50	56.90±9.04	60.47±9.76	63.71±7.87

表 7-2 は、ロコモ群と非ロコモ群の体力テストスコアを学年および性別を共変量とした共分散分析結果を示している。共分散分析の結果、上体起こし、反復横跳び、20m シャトルラン、立ち幅跳び、合計得点においてロコモ群が非ロコモ群より有意に低かった。

表 7-2 ロコモ群と非ロコモ群における体力テストスコアの共分散分析結果

	ロコモ		非ロコモ		ANCOVA		
	Mean	SD	Mean	SD	F	p	η^2
握力 (kg)	16.79	4.31	16.92	4.29	0.37	0.545	0.00
上体起こし (回)	17.58	5.31	20.69	6.37	9.88	0.002	0.01
長座体前屈 (cm)	35.71	9.26	36.51	8.86	0.70	0.404	0.00
反復横跳び (回)	39.79	8.03	42.98	7.52	6.60	0.010	0.01
20m シャトルラン (回)	47.62	18.53	56.32	21.02	5.71	0.017	0.01
50m 走 (秒)	9.65	0.85	9.38	0.94	1.95	0.163	0.00
立ち幅跳び (cm)	147.63	20.63	156.72	21.45	6.24	0.013	0.01
ボール投げ (m)	17.08	6.95	19.22	8.69	0.72	0.398	0.00
合計得点 (点)	53.85	10.15	57.77	9.86	6.78	0.009	0.01

Mean = 平均値 SD = 標準偏差 共変量 = 学年, 性別 $p < 0.05$

第 4 節 考察

本研究では、運動器検診 10 項目に該当する児童が 884 名中 52 名であり、約 6% の児童に項目異常を認め、うち疼痛を訴える児童が約 1%、しゃがみ込み動作不可能が約 2% であった。先行研究では、宮崎県で 2007 年度から実施された小中学生を対象とした宮崎方式の運動器検診において、項目異常を約 10~20% に認め、疼痛を訴える児童が約 10%、しゃがみ込み動作不可能を約 7% に認められたことが報告されている(帖佐, 2018)。また、運動器検診が導入された 2016 年度以降の調査では、項目異常を約 15% に認めたことが報告されている(帖佐, 2020)。したがって、小学 3~6 年生を対象とした本研究では、先行研究の調査結果と比較して異常を認めた児童がやや少ない結果となったが、項目異常としては、「両肩の高さに違いがある」、「しゃがみ込みができない」および「肩甲骨の高さに違いがある」の頻度が高く、脊柱の変形、しゃがみ込み動作不可能の順で多く、先行研究(帖佐, 2018; 古後ら, 2016; 浦井ら, 2020)と同様の結果であった。

本研究の不良姿勢に関する項目に該当した児童は全対象者の約 6% であった。側弯症は、早期発見・早期治療を行う必要があるため、いち早く学校検診で検診が行われてきた。しかし、最近の傾向として、左右差による側弯症のみではなく、不良姿勢の児童も多

い。篠山ら(2019)によると、不良姿勢は姿勢保持を非収縮要素である骨格構造などに依存し、特に股関節周囲筋の活動が低下すると述べている。さらに、歩行動作においても姿勢アライメントの変化が歩行時の動的姿勢制御に影響を与え、歩行時の骨盤変位を増加させる(藤谷ら, 2019)。また、脊柱と骨盤のアライメントは、姿勢調節機能に影響を及ぼし重心動揺を増大させる(矢澤ら, 2018)。よって、不良姿勢は筋活動の変化、動的アライメント、バランスに影響を及ぼすことから、姿勢評価による該当者の早期発見は重要であると考ええる。本研究のしゃがみ込みができない児童は全被験者の約 2%であった。先行研究(可西ら, 2019; 帖佐, 2020; 松田ら, 2018)のしゃがめない児童は約 3~11%であり、本研究ではやや少ない結果となったが、それでも一定数の問題を抱える児童が存在することは明らかである。しゃがみ込み動作と足関節の背屈制限可動域との関係を検討した研究によると、足関節の背屈制限はしゃがみ込み動作時に重心位置を支持基底面の後方へ偏位させ、背屈 10°以下になるとしゃがめなくなると述べている(山崎ら, 2010)。また、滝澤ら(2019)は、下肢の疼痛・障害歴を有すること、肥満度が高いこと、長座体前屈距離が短いことがしゃがみ込み動作ができない要因になると述べている。したがって、運動器検診の姿勢に関する項目としゃがみ込み動作の不可は、機能障害を有することが表在化した状態である可能性が高いことから姿勢制御やパフォーマンスにも影響を及ぼすと考えられる。

本研究では、ロコモ群と非ロコモ群の各体力テストのスコアは、上体起こし、反復横跳び、20m シャトルラン、立ち幅跳びおよび合計得点の両群間に有意差が認められ、非ロコモ群がロコモ群に比べ有意に高かった。本研究の上体起こし、反復横跳び、立ち幅跳びの結果は、先行研究(久保ら, 2020)とは異なる傾向を示した。これについては、先行研究の被験者が低学年中心であったことと、本研究ではサンプル数を増やして学年の影響を除いたことが要因として考えられる。上体起こしは、一般的には体幹屈曲筋群の筋力と筋持久力を評価する目的で行われているが、固定された脚に対して上体が動く動作そのものをみれば、体幹筋や動作後半にかけては股関節の屈曲筋である腸腰筋の活動が高まる(谷本, 2006)。特に足部を固定された状態では、さらに大腰筋の活動が高まることから、体幹筋以外にも股関節屈曲筋の評価としても活用可能と考えられる。それらを踏まえると、股関節周囲の筋力低下が疑われるロコモ群の方が、上体起こしのスコアが低くなった可能性がある。反復横跳びは、敏捷能力を測るテストとして用いられているが、動作は狭い範囲内のサイドステップであり、スピード、パワー、バランス、エンデュランスなど複数の体力要素を含んでいる(木塚, 2016)。その中でも側方への速い移動と切り返しが求められるサイドステップ動作において

は、高速度になるほど切り返し時の腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腰部多裂筋の筋活動が大きくなる(橋本ら, 2017)。したがって、側方へのステップ動作には体幹の動揺を制動する必要がある、さらに切り返し時にさらに大きな外乱が加わることから体幹の過度な側屈を制動しなければならないが、ロコモ群においては不良姿勢による筋活動の低下や動的なバランス制御が求められる動作に影響を及ぼし、低下させていることが示唆された。立ち幅跳びは瞬発力の評価として用いられているが、CS-30 との相関がある(村田ら, 2020)ことから下肢筋力の影響を受けるテストといえる。また、上体起こしが反復横跳び、立ち幅跳びと関連があり、敏捷性と跳躍能力を発揮するには、腹筋が重要である(古後ら, 2016)ことから、全身の筋力の影響を受けロコモ群が劣っていることが示唆された。さらに、水平方向における跳躍動作は垂直方向に比べ足関節の貢献度が大きい(古後ら, 2016)ことから、足関節の可動域制限を有するロコモ群においては筋力および可動域の面で不利になることも示唆される。

他方で、本研究では先行研究の体力テストの項目に長座体前屈、20m シャトルラン、50m 走、ボール投げを加えて両群を比較した。その結果、20m シャトルランにのみ有意差が認められた。20m シャトルランは、高い妥当性と有用性を有する全身持久力の評価方法であるが、シャトルランの特徴の 1 つに「折り返し」という加速、減速、停止、方向転換という局面が存在することから、走行速度の増加に伴い方向転換技術の優劣と無酸素性パワーを反映する特性がある(高橋, 2016)。前述したように、有意差が認められた上体起こしは、筋持久力の評価に加え、股関節周辺の筋群の筋力評価にもつながる可能性があることを踏まえると、体幹および股関節周囲の筋力低下が疑えるロコモ群では 20m シャトルランにも影響があるのかもしれない。したがって、4 つの項目にロコモ群間で有意差が認められたことから、合計得点においても有意差が認められたと推察する。

一方で、本研究において有意差が認められなかった握力については、先行研究(久保ら, 2020)でもロコモ群と非ロコモ群間に有意な差が認められなかったことが報告されており、同様の結果を示した。また、Gu, et al. (2021)も小学生を対象とした研究で、ロコモ群と非ロコモ群間の比較で握力に差がないことを報告している。よって、握力はロコモの有無と関係が無いと考えられる。しかしながら、Gu, et al. (2021)は同一の被験者のデータに対し、多重ロジスティック回帰分析を行った結果、握力の低下がロコモに関連しているとも報告しており、関係が無いとする結論を出すには、今後さらに詳細を検討する必要があると考えられる。

また、滝澤ら(2019)の先行研究ではしゃがみ込みを不可にする要因として長座体前屈を挙

げている。つまり、運動器検診でしゃがみ込みが出来ないと判定された場合は、長座体前屈が劣っていると考えられる。よって、運動器検診で「しゃがみ込みができない」に該当する被験者の数が全体でも2番目に多かった（ロコモ群の多くが「しゃがみ込みができない」状態だった）。本研究でも、長座体前屈の結果はロコモ群と非ロコモ群で差が生じると考えた。しかしながら、両群間に有意差が認められなかったことから、先行研究とは異なる傾向を示した。なぜなら、本研究ではロコモの判定にしゃがみ込み以外にも姿勢に関する項目が多く含まれていた。加えて、滝澤ら(2019)はハムストリングスや腰背部の伸張性および柔軟性を反映している長座体前屈がしゃがみ込みを不可にさせる要因となるには、柔軟性だけでは説明がつかないと述べていることから、今回の結果も含めて検討が必要である。また、50m走やボール投げは、本研究では有意差は認められなかった。Gu, et al. (2021)は、片側性の動作である歩行動作の解析や歩行スピードについてロコモ群間で有意差は認められなかったと報告している。有意差があった立ち幅跳びは、両側性の動きであることから、ロコモは両側性の動きよりも片側性の動きの方が影響を与えにくいのかかもしれないが、この結果の解釈には、今後は動作解析やバイオメカニクスの観点から検討が必要である。

児童期の運動器検診と新体力テストは、同じ学校教育の中で行われる児童の健康状態を把握するための取り組みであるが、その結果についての解釈と改善策については各々の管轄で異なる。しかし、今回の結果から運動器の形態や発育および機能障害は、児童期の運動技能や体力に影響を与えている可能性があるが、今回の結果からは体力低下との因果関係までは明らかにできない。

本研究の限界として、ロコモの基準の妥当性・信頼性については、先行研究でも統一されていない。つまり、評価項目や評価基準によってロコモの振り分けに影響する可能性がある。今回は、先行研究より様々なロコモの基準がある中で、文部科学省が推奨している評価項目を満たしている F 県で作成された保健調査票を用いて、一般的に広く使用されている基準（1項目以上該当した場合）でロコモの振り分けを行ったが、今後は項目の妥当性、信頼性について検討する必要がある。また、児童の発育・発達および体力低下は、身体活動量や運動習慣などの影響を受けると考えられることから、適切な交絡因子を調整して検討する必要がある。今後は、運動器検診の各項目と体力テストとの関係、運動器検診の結果と体力テストの結果について縦断的に変化を追っていく必要があると考えられる。

第5節 小括

以上、本研究を要約すると以下のようにまとめられる。

1. 運動器検診で陽性になった児童は、不良姿勢による肩・肩甲骨の高さの違い、しゃがみ込みができないことによる運動器機能不全を抱えている児童が多かった。
2. それらの児童の体力は、運動器機能不全を抱えていない児童と比べ、有意に低かった。
3. 運動器機能不全を呈する子どもの体力は、そうではない子どもの体力よりも低かったことが明らかになった。
4. 以上より、運動器機能不全と体力低下には関連が認められ、運動器機能不全が児童の体力向上を妨げる要因の一つとなることが明らかになった。
5. 今後は医療と学校教育の双方の視点から、運動器機能不全と体力の関係性を明らかにすると共に、連携をとりながら具体的な対応策を検討していく必要がある。

第 8 章 総括

第 1 節 研究結果の要約および結論

柴田（2015）は幼少期の運動器機能不全の対策と考え方について、柔軟性および平衡感覚の修得、瞬発力、判断力および基本的動作の修得を挙げている。しかしながら、現在子どもの動きとロコモとの関連を検討した報告はない。その理由として、動作の異常を判別するためのツールや基準が確立されていないことも大きな原因の一つとして考えられる。

FMS(Functional Movement Screen)は、アメリカで考案された基本的動作を評価するために体系化されたスクリーニングテストである。子供の運動能力に必要とされる走・跳・投の基本的運動能力の土台には、FMS で評価される各関節の安定性・可動性があり、動作の制限や左右非対称を見つけることで動作のウィークポイントを見つけることができる。先行研究では、主にスポーツ選手を対象としたスポーツ障害をスクリーンする為の評価として用いられている(Elizabeth, et al. 2014 と Khaled Dossa, et al. 2014)。FMS の信頼性は概ね良好(前田ら, 2014)とされている一方で、高校生以上のスポーツ選手を対象としており、児童・生徒における適用可能性は検討されていない。

上述した問題以外にも児童期の運動器機能不全や体力低下が将来的なロコモへの進展につながることが懸念される。現在、運動器機能不全は医療的な診断や治療が必要であることから医療機関への受診や経過観察、体力低下については地域や教育現場などを通じての運動時間の確保や運動指導が必要とされてきた。しかし、両者はそれぞれに実施されることが多く、互いの関連について検討されることはあまりなかった。そのため、医療機関では体力低下、教育機関では運動器機能不全を把握しきれていないことで、ロコモのリスクが高い児童を見逃しているかもしれない。つまり、子どもの体力低下や将来的なロコモへの進展を予防するには、児童期の運動器機能不全による基本的動作への影響や影響が大きい（低下する）体力要因を明らかにすることが重要と考えられる。

よって本研究では、運動器機能不全と体力の関係に関して、次の 2 つの観点から検証することを目的とした。

1. 児童に対する FMS の適応を検証し、運動器機能不全児童と非運動器機能不全児童の動作の質を比較すること
2. 運動機能不全児童と非運動器機能全児童の体力を比較すること

本研究における研究課題を検証するために、課題ごとに提示した被験者を対象に種々の測定を実施した。図 4-1 の研究手順に従い、本研究で設定した 3 つの検討課題を実施した。

定義された用語、本研究で選択した被験者、テスト手順および測定方法、あるいは統計解析法、等の限界の下で、各章で得られた知見を以下に要約する。

第 2 節 各研究課題の結果

第1項 シャガみ込みの可不可が跳躍力と上体起こしに与える影響

- 1) シャガみ込みができない児童は、異常が認められない児童に比べて立ち幅跳びや上体起こしのスコアが低い
- 2) 各動作のスコアが低いことは動作に影響を与えている可能性がある

以上、運動器機能不全の 1 つであるシャガみ込みの可不可で体力要素である立ち幅跳びや上体起こしで比較した結果、シャガめる児童の方がスコアが高いことが明らかになった。つまり、運動器機能不全は、子どもの体力低下と関連があると示唆された。

第2項 児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響

1. 児童に対する FMS の試行間信頼性

- 1) 小学生における FMS の試行間信頼性は概ね良好と判断された。
- 2) 児童においても FMS で基本的動作の確認が可能である。

2. 運動器機能不全と FMS との関係

- 1) 小学生における FMS の試行間信頼性は概ね良好と判断された。
- 2) 児童においても FMS で基本的動作の確認が可能である。

以上、FMS は小学生に対して基本的動作の質を評価するテストとして有効であると判断された。よって、運動器検診の項目の中で 1 つでも該当する児童を運動器機能不全として FMS のスコアを比較した。その結果、運動器機能不全を呈する児童の方が、FMS のスコア

が低かった。つまり、運動機能不全を呈する児童の基本的動作の質は、運動器機能不全を呈さない児童よりも低いことが明らかになった。

第3項 児童期の運動器機能不全が体力に及ぼす影響

- 1) 運動器検診で陽性になった児童は、不良姿勢による肩・肩甲骨の高さの違い、しゃがみ込みができないことによる運動器機能不全を抱えている児童が多かった。
- 2) それらの児童の体力は、運動器機能不全を抱えていない児童と比べ、有意に低かった。
- 3) 運動器機能不全を呈する子どもの体力は、そうではない子どもの体力よりも低かったことが明らかになった。
- 4) 以上より、運動器機能不全と体力低下には関連が認められ、運動器機能不全が児童の体力向上を妨げる要因の一つとなることが明らかになった。
- 5) 今後は医療と学校教育の双方の視点から、運動器機能不全と体力の関係性を明らかにすると共に、連携をとりながら具体的な対応策を検討していく必要がある。

以上、運動器機能不全を有する児童は運動器機能不全を呈さない児童よりも体力が低いことが明らかになった。今後は、運動器機能不全と体力低下の因果関係について明らかにする研究が望まれる。

第3節 結語

運動器検診において運動器機能不全と判断された児童は、基本的動作能力が低く、動きの質が低い。また、運動器機能不全児童は、FMSの点数から整形外科的な疾患のリスクが高い。さらに、運動器機能不全児童の体力は非運動器機能不全児童の体力よりも低かった。今後、運動器検診と体力テストの結果から、将来のロコモティブシンドロームを予防するための有益な情報となるとともに、両テストの関係を明らかにすることで、運動器機能不全と体力およびロコモティブシンドロームとの関連を明らかにすることが可能になると考えられる。

第4節 今後の課題

運動器機能不全児童と非運動器機能不全児童による基本的動作(FMS)及び体力(新体力テスト)の比較を通して、今後さらに検討が必要と考えられる具体的研究課題は以下に示すと

おりである。

1. 運動器機能不全の妥当性および信頼性に関する検討

現在の運動器機能不全の基準は、統一されていない。評価項目については、文部科学省が定めた項目と各自治体で必要と判断された項目であるが、その中のいくつかの項目を満たせば運動器機能不全と判定するかで、運動器機能不全の振り分けに影響すると考えられる。よって、運動器機能不全の妥当性および信頼性を検討した上で、体力との関係を検討する必要があると考えられる。

2. 運動器機能不全と体力低下に関する関係性についての検討

今回の結果から運動器の形態や発育および機能障害は、児童期の運動技能や体力に影響を与えている可能性があるが、今回の結果からは体力低下との因果関係までは明らかにできない。また、児童の発育・発達および体力低下は、身体活動量や運動習慣などの影響を受けると考えられることから、適切な交絡因子を調整して検討する必要がある。

3. 運動器機能不全と高齢期のロコモとの関係性についての検討

運動器機能不全を予防する目的は、将来的なロコモの発症を抑えることである。しかしながら、運動器機能不全が青年期および高齢期のロコモへ与える影響については、現在の横断的研究では明らかにできない。したがって、運動器機能不全を縦断的に変化に追うことで青年期以降のロコモとの関係性を検討できると考えられる。

引用・参考文献

- Caitlyn Heredia, Robert G. Lockie, Scott K. Lynn, Derek N. Pamukoff(2021)Comparison of Lower Extremity Kinematics during the Overhead Deep Squat by Functional Movement Screen Score. Journal of Sports Science and Medicine, 20, 759-765.
- 出村ら(2009)Excel による統計解析入門, 杏林書院, 東京.
- 出村ら(2019)健康・スポーツ科学のための動作と体力の測定法, 杏林書院, 東京.
- Elizabeth Parenteau-G, Nathaly Gaudreault, Stéphane Chambers, Caroline Boisvert, Alexandre Grenier, Geneviève Gagné, Frédéric Balg(2014)Functional movement screen test: a reliable screening test for young elite ice hockey players, Phys Ther Sport, 15(3), 169-75.
- 藤谷亮, 治郎丸卓三(2017)異なる姿勢が歩行に及ぼす影響, The Journal of Clinical Therapy, 19, 29-37.
- GRAY COOK(2014)MOVEMENT, ファンクショナルムーブメントシステム, 動作のスクリーニング, アセスメント, 修正ストラテジー, ナップ, 東京.
- Gray C, Lee B, Barbara J, Hoogenboom and Michael V(2014)FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING: THE USE OF FUNDAMENTAL MOVEMENTS AS AN ASSESSMENT OF FUNCTION-PART 1, Int J Sports Phys Ther, 9(3), 396-409.
- GRAY C(2015)「MOVEMENT」(中丸宏二, 小山貴之, 相澤純也, 新田収訳), 74-90, ナップ, 東京.
- Gu Y, Ito T, Ito Y, Noritake K, Ochi N, Matsunaga N, Takahashi D and Sugiura H (2021) Factors Related to Locomotive Syndrome in School-Aged Children in Okazaki, A Cross-Sectional Study, Healthcare, 9, 1595, 1-10.
- 橋本広徳, 元廣惇, 鈴木哲(2017)サイドステップ動作における体幹の筋活動, 理学療法科学, 32(6), 773-776.
- 門脇俊ら(2014)島根県における学校運動器検診を通した成長期スポーツ傷害予防の取り組み, 日本臨床医学会誌, 22(3):391-394.
- 可西奏修, 鎌田浩史, 眞下苑子, 藁科侑希, 塚越祐太, 田中健太, 山崎正志, 宮川俊平, 白木仁(2019)運動器検診結果からみた小学生の運動器の特徴, 日本臨床スポーツ医学会誌, 27(1), 66-74.
- 川井謙太郎, 舟崎裕記, 林大輝, 伊藤咲子(2015)野球, サッカー選手におけるしゃがみ

込み動作 正座の可否と下肢障害発生との関連性について, 理学療法科学, 30 (5), 783-786.

- Kazuyoshi K, Shiro I, Kei A, Mikito T, Masaaki M, Kyotaro O, Satoshi T, Masayoshi M, Shunsuke K, Naoki I and Yukiharu H(2020)Weakness of grip strength reflects future locomotive syndrome and progression of locomotive risk stage: A 10-year longitudinal cohort study, Modern Rheumatology, 30(3), 573-579.
- Khaled Dossa, Glenn Cashman, Scott Howitt, Bill West, Nick Murray(2014)Can injury in major junior hockey players be predicted by a pre-season functional movement screen-a prospective cohort study, J Can Chiropr Assoc, 58(4), 421-427.
- 木塚朝博(2016)敏捷性テストとしての反復横跳びを整理する, 体育の科学, 66(8), 574-581.
- Ko M, Noh K, Kang M and Oh J(2016)Differences in performance on the functional movement screen between chronic low back pain patients and healthy control subjects, J Phys Ther Sci28(7), 2094-2096.
- 古後晴基, 満丸望, 久保温子, 田中真一(2016)学童期におけるスポーツクラブ所属有無が体力・運動能力に及ぼす影響および特徴, Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy, 6(2), 83-88.
- 厚生労働省(2019)国民生活基礎調査の概況,
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa19/index.html>
2022 年 4 月 24 日閲覧.
- 久保温子, 安彦鉄平, 村田伸, 田中真一, 満丸望, 宮崎純弥, 甲斐義浩, 宮地諒(2020)小学生における運動器チェックと体力テストの結果について, Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy, 10(1), 21-25.
- Kyle K, Phillip J and Michael L(2007)Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen?, AM J Sports Phys Ther, 2(3), 147-158.
- Lockie R, Schultz A, Callaghan S, Jordan C, Luczo T and Jeffriess M (2015)A preliminary investigation into the relationship between functional movement screen scores and athletic physical performance in female team sport athletes, Biol Sport, 32(1), 41-51.

- 前田慶明, 浦辺幸夫, 笹代純平, 森山信彰, 山本圭彦, 岩田昌, 河原大陸, 藤井絵里
(2014)若年健常男性における Functional Movement Screen(FMS™)の信頼性,
Journal of Athletic Rehabilitation, 11, 33-38.
- 松田雅弘, 大山隆人, 田上未来, 新田收, 楠本奏士, 栗原靖, 越田専太郎, 橋本俊彦
(2018)子どもの運動機能と運動習慣の調査から見えてきた現状, 理学療法科学, 33(4),
631-636.
- 松田雅弘, 新田收, 田上未来, 楠本奏士(2016)千葉県内の子どもロコモティブシンドロームの現状把握と予防意識の調査, 調査研究ジャーナル, 5(2), 111-118.
- Min-Joo Ko, Kyung-Hee Noh, Min-Hyeok Kang, Jae-Seop Oh(2016):Differences in performance on the functional movement screen between chronic low back pain patients and healthy control subjects, J Phys Ther Sci28(7), 2094-2096.
- Michael G, Richard W, Michael R and Jonathan B(2015)ASSOCIATION BETWEEN THE FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN AND INJURY DEVELOPMENT IN COLLEGE ATHLETES, Int J Sports Phys Ther, 10(1), 21-28.
- Minick K, Kiesel K, Burton L, Taylor A, Plisky P and Butler R(2010)Interrater reliability of the functional movement screen, J Strength Cond Res 24(2), 479-486.
- 水本篤, 竹内理(2008)研究論文における効果量の報告のために - 基礎的概念と注意点-, 英語教育研究, 31, 57-66
- 文部科学省, 体力・運動能力調査,
https://www.mext.go.jp/prev_sports/comp/b_menu/other/_icsFiles/afldfile/2016/10/11/137798_8_002.pdf
2022 年 4 月 24 日閲覧.
- 文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課監修(2015)「児童生徒等の健康診断マニュアル」, 14-17, 公益財団法人 日本学校保健会, 東京.
- 文部科学省, 新体力テスト実施要項,
https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/05030101/001.pdf.
2015 年 5 月 1 日閲覧.
- 文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課監修: 児童生徒等の健康診断マニュアル(平成 27 年改訂)(第 7 版), 公益財団法人日本学校保健会, 平成 27 年 8 月.

- 村田伸, 安彦鉄平, 久保温子, 宮崎純弥, 甲斐義浩, 宮地諒, 田中真一, 満丸望, 上城憲司(2020)小学校低・中学年における 30 秒椅子立ち上がりテストと身体機能との関連, Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy, 10(1), 9-13.
- 内閣府(2020)令和 2 年版高齢社会白書,
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/html/zenbun/s1_1_1.html
2022 年 4 月 24 日閲覧.
- 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.
- 中村耕三(2012)ロコモティブシンドローム (運動器症候群) , 日本老年医学会雑誌, 49(4).
- 大岡恒雄, 金澤浩, 白川泰山, 浦辺幸夫, 前田慶明, 藤井絵里(2013)大学バスケットボール選手の Functional Movement Screen のスコアと体力の関係, Journal of Athletic Rehabilitation, 10, 3-8.
- Rebecca Shultz, Scott C Anderson, Gordon O Matheson, Brandon Marcello, Thor Besier(2013)Test-retest and interrater reliability of the functional movement screen,J Athl Train, 48(3), 331-336.
- RG Lockie, AB Schultz, SJ Callaghan, CA Jordan, TM Luczo, MD Jeffriess(2015)A preliminary investigation into the relationship between functional movement screen scores and athletic physical performance in female team sport athletes, Biol Sport, 32(1), 41-51.
- Sean M, Joseph J, John T, Susan D, Drew T and Gary S(2015)FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN NORMATIVE VALUES AND VALIDITY IN HIGH SCHOOL ATHLETES:CAN THE FMST™ BE USED AS A PREDICTOR OF INJURY?, Int J Sports Phys Ther, 10(3), 303-308.
- Shaoshuai S, Koya S, Yoshimitsu K, Noriyuki F, Yuki S and Hisashi N(2021)Association of physical fitness and motor ability at young age with locomotive syndrome risk in middle-aged and older men: J-Fit + Study, BMC Geriatrics, 21(89), 1-10.
- 柴田輝明(2015)運動器検診によるスポーツ障害の予防, 小児科臨床, 68(2), 205-212.
- 柴田輝明(2015)小児とロコモ, 臨床スポーツ医学, 32(3), 304-306.
- 柴田輝明(2016)小児のロコモティブシンドローム, 日本総合医療学会誌, 9(1), 54-58.

- 篠山大輝, 藤谷亮, 杉本優海, 長谷川七海, 林穂乃花(2019)異なる立位姿勢が体幹・股関節筋活動に与える影響 - 症例検討を加えて -, The Journal of Clinical Therapy, 20, 47-53.
- Shultz R, Anderson S, Matheson G, Marcello B and Besier T (2013) Test-retest and interrater reliability of the functional movement screen, J Athl Train, 48(3), 331-336.
- スポーツ庁(2018)平成 30 年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書,
https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1421920.htm
2022 年 4 月 24 日閲覧.
- スポーツ庁(2021)令和 3 年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果,
https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/kodomo/zencyo/1411922_00003.html
2022 年 12 月 1 日閲覧.
- 高橋信二(2016)全身持久力テストとしてのシャトルランを再考する, 体育の科学, 66(8), 568-573.
- 滝澤恵美, 小林育斗, 川村紗世, 岩井浩一(2019)児童におけるしゃがみ動作の可不可および関節間協調性に関連する要因, 理学療法学, 46(4), 225-232.
- 谷本道哉(2006)シットアップとクランチだけじゃない:体幹の動きと混同される股関節の動き, Training Journal, 28(8), 50-53.
- 谷本芳美ら(2010)日本人筋肉量の加齢による特徴, 日本老年医学会雑誌, 47(1), 52-57
- 帖佐悦男他(2013)学校検診における運動器検診の普及に向けてー宮崎式:なぜ子供の頃からロコモティブシンドローム予防が必要か・課題とその対策ー,
日本臨床スポーツ医学会誌: Vol.21 No.3.
- 帖佐悦男(2014)ロコモ対策:学童期からの取り組み, Jpn J Rehabil Med, 51(2), 113-119.
- 帖佐悦男(2018)学童期運動器検診とその動向, Jpn Rehabil Med, 55, 9-13.
- 帖佐悦男(2020)新たに開始された運動器検診の成績と課題 - 平成 28(2016)年度以前との比較を含め -, 小児科診療, 2(89), 223-229.
- 高田彬成(2017)子供の体力の現状と課題, 臨床スポーツ医学, 34(10), 1006-1011.
- 高橋敏明, 内尾祐司, 武藤芳照(2018)小児の運動器 - 運動器検診の概念と目的 -, Jpn J Rehabil Med, 55, 4-8.
- 徳村光昭:学校健康診断における運動器検診マニュアル (2016 年度実施案) , 1-7.

- 運動器の健康・日本協会:
<https://www.bjd-jp.org/>
2022 年 12 月 1 日閲覧.
- 浦井龍法, 山田孝禎, 野口雄慶, 宮崎憲太郎(2020)児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響, 教育医学, 65(4), 222-229.
- 山崎祐二, 井口由香利, 栗山祐司, 稲岡忠勝, 宮崎登美子, 柏智之, 中野良哉(2010)足関節背屈可動域としゃがみ込み動作の関係理学療法科学, 25(2), 209-212.
- 山崎裕司, 宮崎登美子, 井口由香利, 柏智之, 栗山裕司, 中野良哉, 稲岡忠勝,(2010)足関節背屈可動域としゃがみ込み動作の関係, 理学療法科学, 25(2)
- 山内太郎(2017)子どもの身体に異変が起きている - 世界の子どもの体格・体力の現状と時代変化 -, Jpn J Health & Human Ecology.
- 矢澤真, 飯田尚裕, 飛永敬志, 宮崎千枝子, 齊藤孝道, 大山安正, 片柳順也, 松本和之, 大林茂, 東村隆, 大関寛(2018)成人脊柱変形における重心動揺と脊柱骨盤矢状面アライメントおよび可動域との関係について, Journal of Spine Research, 9(11), 1652-1656.

—研究業績一覽—

主論文に関する研究業績

【原著論文】

1. 浦井龍法, 山田孝禎, 野口雄慶, 宮崎憲太郎
児童期の運動器機能不全が基本的動作に及ぼす影響,
教育医学, 65, 4, 222-229 2020 年 6 月 (査読あり)
2. 浦井龍法, 野口雄慶, 山田孝禎
児童期の運動器機能不全が体力に及ぼす影響,
教育医学, 68, 2, 109-116, 2022 年 10 月 (査読あり)

【国内学会発表】

1. 浦井龍法, 月田隼貴, 李忠林, 野口雄慶, 山田孝禎
児童期の形態異常と機能障害が体力に及ぼす影響
第 75 回日本体力医学会大会, オンライン, 2020 年 9 月 24～26 日
2. 浦井龍法, 月田隼貴, 李忠林, 野口雄慶, 山田孝禎
児童期のしゃがみ込みの可不可が跳躍力と Functional Reach Test に与える影響
第 76 回日本体力医学会大会, オンライン, 2021 年 9 月 17～19 日
3. 浦井龍法, 月田隼貴, 李忠林, 野口雄慶, 山田孝禎
児童期におけるしゃがみ込みの可不可が上体起こしに与える影響
第 77 回日本体力医学会大会, オンライン, 2022 年 9 月 21～23 日

謝 辞

博士論文の作成にあたり、公私にわたり御尽力いただきました主任指導教官であります福井工業大学スポーツ健康科学科教授 野口雄慶先生には心より感謝の意を表します。野口先生より親切丁寧に指導していただいた成果が、この度の博士論文の完成に結び付いたと思います。また、副指導教官であります杉浦宏季先生および辻本典央先生には、論文全体に対するご指摘やご指導を頂きましたことを感謝いたします。

データの測定におきましては、野口研究室の李忠林さん、月田隼貴さん、宮崎整形外科リハビリ科スタッフおよび福井県内の各小学校でお世話になりました先生方に御協力頂きましたことを、改めてこの場をお借りして感謝いたします。皆様の御協力があり、本論文を作成することができました。

更に、福井大学教育学部教授 山田孝禎先生には修士課程の時からご指導をいただき、野口研究室への入室のきっかけを与えてくださいました。ここまでたどり着くことが出来ましたのも、福井大学大学院でのご指導や学生との出会いがあったからです。本当にありがとうございました。

最後に、妻、両親には本当にいろいろと迷惑をかけることもありましたが、温かく見守り、支えていただきました。自分の意思を尊重してしていただき、貴重な期間を与えていただきましたことを、ここに深く感謝いたします。

令和5年2月

浦井 龍法