



幼児の運動遊び中に生じる高衝撃動作に関する Pilot study

小山孟志 (体育学部競技スポーツ学科) 知念嘉史 (体育学部生涯スポーツ学科)

Pilot study on high-impact movements during children's play

Takeshi KOYAMA and Yoshifumi CHINEN



Abstract

The aim of this study was to clarify the types and frequency of high-impact movements that occur during children's play. Two children (active and inactive) participated in the study. The subjects wore a tri-axial accelerometer on the lower back. Acceleration was measured during chasing, ball playing, Para ballooning, and free play. Video data were also obtained that were synchronized with the acceleration data. The resultant acceleration was calculated and the acceleration movements generating over 6G were extracted. The frequency of movements over 6G was 7.6 times/min for active children and 1.1 times/min for inactive children. It is advisable to balance unrestricted free play and simultaneous activities in children's play.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 35, 37-43, 2023)

I. 緒言

幼児にとって体を動かして遊ぶ機会が減少することは、その後の児童期、青年期への運動やスポーツに親しむ資質や能力の育成の障害に止まらず、意欲や気力の減弱、対人関係などコミュニケーションをうまく構築できないなど、子どもの心の発達にも重大な影響を及ぼすことにもなりかねない¹⁾。近年、豊かで便利な生活様式は子どもから運動する場所（空間）、遊ぶ仲間、時間を奪う、三間減少といわれる状況になっており、幼児の体力・運動能力の低下が問題視されている²⁾。このような状況を踏まえると、幼児の生活全体の中に運動遊びを中心とした身体活動を確保していくことは重要であると言える。

世界保健機関（2019）によると、幼児の身体活

動は1日180分、その内60分は中強度以上の活動が推奨されている³⁾。本邦においては、文部科学省が2012年に「幼児期運動指針」を作成し、「幼児は様々な遊びを中心に毎日60分以上楽しく体を動かすこと」を提案している¹⁾。また、「運動の時間だけが問題なのではなく、どのような身体活動を行うのかといった運動の質も大切である」とも述べられており、体のバランスをとる動き（平衡系）や体を移動する動き（移動系）、用具など操作する動き（操作系）など多様な動きができるように様々な遊びを取り入れることを推奨している¹⁾。

これまでに幼児の身体活動量を評価する方法としては、主に歩数調査が行われてきた^{2,4,5)}。一方、身体活動強度の評価では、加速度計を用いたものが見られる^{6,7)}。しかし、身体活動量や強度、動きの種類について包括的に検討されているものは、

長野ら（2021）の研究⁸⁾のみである。とりわけ、遊びの種類ごとに身体活動強度や発生頻度、動きの種類がわかると、運動遊びの使い分けが可能となる。そこで本研究では、幼児の運動遊び中に生じる高衝撃動作の種類と発生頻度を明らかにすることとした。

Ⅱ. 方法

（１）対象

身体活動水準の違いによる特徴を考慮するために、事前に当該クラスの担任教諭に聞き取り調査を実施し、運動遊びを好む活発児（月齢72ヶ月、身長105.9cm、体重16.6kg）と運動嫌いな不活発児（月齢67ヶ月、身長111.4cm、体重19.9kg）の2名を選択し、対象とした。測定にあたって、幼児施設の施設長およびクラス担任、保護者に調査の趣旨や内容、参加決定の自由、利益、不利益、危険性、データの公表について説明を行い、同意を得られた者を対象とした。

（２）運動遊びの内容

対象とした運動遊びは、追いかっこ（2分）、ボール遊び（18分）、パラバルーン遊び（17分）、自由遊び（10分）の4種類とした。追いかっこは外部指導者4名が鬼となり、幼児は鬼に捕まらないように逃げるよう指示をした。ボール遊びはカラーボール100個を用いて、遊び方については指示をせずに自由に遊ばせることとした。パラバルーン遊びは直径9mのパラバルーンを用いて、指導者の指示の下で斉活動として実施した。自由遊びは指示を何も出さずに自由に遊ばせることとした。なお、運動遊びを実施した場所は屋外の芝生広場（広さ500m²）であり、本研究の対象者2名を含めて3歳～5歳の幼児40名で実施した。

（３）高衝撃動作の測定およびデータ解析

対象者の腰部に3軸加速度センサ（SPI HPU, GPSports, ±16G）を装着し（図1）、体幹長軸に



図1 加速度計の装着位置
Fig. 1 Accelerometer mounting position

対する左右方向の加速度（ A_x ）、上下方向の加速度（ A_y ）、前後方向の加速度（ A_z ）を計測した。加速度データは100Hzの周波数でサンプリングされ、加速度計の内蔵メモリに記録された。また、加速度計測と同時に、運動遊び中の幼児の様子をデジタルビデオカメラ（HDR-CX675, Sony）で一人ずつ撮影した。なお、加速度データとビデオ映像の同期は、測定前後に加速度計に衝撃を与える映像をデジタルビデオカメラで撮影することによって行った⁹⁾。

運動遊び中に課せられる高衝撃動作を定量化するために、計測された成分加速度（ A_x , A_y , A_z ）から合成加速度〔 $=\sqrt{(A_x^2 + A_y^2 + A_z^2)}$ 〕を算出し、合成加速度が6G、8G、10Gを超える動作の発生回数（回）および1分間あたりの発生頻度（回/分）を運動遊びごとに算出した。なお、閾値の設定については、予め幼児に高衝撃動作であると予想される「走る」、「投げる」、「跳ぶ」動作中の合成加速度のピーク値を算出することで、高衝撃負荷の閾値を6G以上に設定することとした。さら

にタグ付けアプリケーション (Sports sensing, Japan) を用いて合成加速度が 6G を超える瞬間のタイムラインを抽出し、映像分析ソフトウェア (Connect Plus, Dartfish) を用いて同期されたビデオ映像からそれに対応する瞬間の映像を確認することにより動作の分類を行った。動作の分類には、中村 (2011) の 36 の基本動作を参考に、平衡系の動作 9 種類 (立つ、起きる、回る、組む、渡る、ぶら下がる、逆立ちする、乗る、浮く)、移動系の動作 9 種類 (歩く、走る、跳ねる、滑る、跳ぶ、登る、はう、くぐる、泳ぐ)、操作系の動作 18 種類 (持つ、支える、運ぶ、押す、押さえる、こぐ、つかむ・つまむ、当てる、捕る、渡す、積む、掘る、振る、投げる、打つ、蹴る、引く、倒す)、その他とした¹⁰⁾。動作の分類を行う分析者の信頼性を保つため、Losada et al (2014)¹¹⁾ が提唱した方法を遵守した上で、ビデオ解析の経験豊富な専門家 1 名によって行われた。

Ⅲ. 結果

表 1 に運動遊び別の高衝撃動作の発生頻度を示した。合成加速度が 6G を超える高衝撃動作の発生頻度は、活発児が 7.6 回/分、不活発児が 1.1 回/分と個人差が非常に大きく、活発児は追いかけて、不活発児は自由遊びで頻度が高かった。

表 2 に高衝撃動作の種類別の発生頻度を示した。活発児は移動系の動作が大多数 (90.0%) であり、不活発児は操作系 (33.3%) に次いで移動系 (24.0%) が多かった。図 2 に高衝撃動作が発生した瞬間の代表的な画像と幼児の様子を示した。

Ⅳ. 考察

運動中の加速度を計測する意義を考えると、「特定の質量において加速度は物体に作用する力に比例する」というニュートンの第二法則 ($F =$

表 1 運動遊び別の高衝撃動作の発生頻度
Table 1 Frequency of high-impact movements by play

活発児	追いかけて 2 分		ボール遊び 18 分		パラバルーン遊び 17 分		自由遊び 10 分		計 47 分	
加速度	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)
> 6G	70	35.0	109	6.1	18	1.1	95	9.5	292	6.2
> 8G	26	13.0	20	1.1	5	0.3	6	0.6	57	1.2
> 10G	4	2.0	6	0.3	0	0.0	0	0.0	10	0.2
計	100	50.0	135	7.5	23	1.4	101	10.1	359	7.6

不活発児	追いかけて 2 分		ボール遊び 18 分		パラバルーン遊び 17 分		自由遊び 10 分		計 47 分	
加速度	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)
> 6G	2	1.0	7	0.4	22	1.3	16	1.6	47	1.0
> 8G	0	0.0	1	0.1	2	0.1	1	0.1	4	0.1
> 10G	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	0.3	3	0.1
計	2	1.0	8	0.4	24	1.4	20	2.0	54	1.1

表2 高衝撃動作の種類別の発生頻度
Table 2 Frequency of high-impact movements by type

動きの種類	活発児		不活発児	
	回数 (回)	頻度 (回 / 分)	回数 (回)	頻度 (回 / 分)
平衡系の動作	1	0.5	4	2.0
立つ			2	1
起きる	1	0.5	2	1
移動系の動作	323	17.9	13	0.7
歩く	3	0.2	7	0.4
走る	281	15.6	6	0.3
跳ねる（水平）	20	1.1		
滑る	4	0.2		
跳ぶ（垂直）	7	0.4		
はう	8	0.4		
操作系の動作	11	0.6	18	1.1
運ぶ			1	0.1
押さえる	1	0.1		
捕る	4	0.2	3	0.2
振る			14	0.8
投げる	6	0.4		
その他・不明	24	1.4	19	1.1
計	359	7.6	54	1.1

$m \times a$ 、 $F =$ 力、 $m =$ 質量、 $a =$ 加速度）に基づいており、加速度は身体に作用する外力を反映する指標になる¹²⁾。加速度が高い動作（高衝撃動作）は、身体に高いレベルのメカニカルストレスを与え、生体力学的に大きく影響を及ぼすことから、身体活動負荷を測定する実用的な方法である¹³⁾。これまで幼児を対象とした身体活動負荷をモニタリングする研究では、歩数計や加速度計を用いたものが多くあったが、高衝撃動作の種類までは特定できていなかった。大坪ら（2020）⁴⁾は「基礎運動能力をはじめとする体力を複合的に高めていくためには、量を確保するだけに留まるの

ではなく、こういった運動遊びを行っているのかといった運動遊びの質的要素の着目することも併せて重要である」と述べており、運動強度や種類の多様性の重要性が強調されている。高衝撃動作がどの運動遊びや、動作によって発生するかわかると、運動遊びの使い分けが可能になり、計画的に「多様な動きを獲得」¹⁾することに繋がる。そこで本研究では、加速度センサを用いて、幼児の運動遊び中に生じる高衝撃動作の種類と発生頻度を明らかにすることとした。

本研究の主たる結果として、運動遊びを好む活発児の高衝撃動作の発生頻度は7.6回/分、不活発



図2 高衝撃動作が発生した瞬間の代表的な画像と幼児の様子
Fig. 2 Image of the moment when the high-impact movement appeared

児は1.1回/分であり、その差は約7倍であった(表1)。田中(2009)は「一見すると身体活動が活発に見える活動でも、身体活動量・運動強度が必ずしも保証されているわけではない」ことを指摘している⁶⁾。本研究においては、同一の時間、同一の指示の元で4種類の運動遊びを行ったが、高衝撃動作の発生頻度について活発児と不活発児の差が非常に大きいこと、さらに遊びの種類による特徴の違いが明らかになり、先行研究を裏付ける結果となった。

運動遊びの種類ごとに高衝撃動作の発生頻度を見ると、活発児は追いかっこが50回/分と最多であり、不活発児は1.0回/分であった(表1)。活発児にとって追いかっこは身体活動負荷が非常に高い遊びであるものの、個人差が非常に大きい遊びとも言える。ただし、本研究では4名の外部指導者(大人)が鬼になって追いかけたことによる新たな刺激によって通常の追いかっこ以上に活発児が活動的になった可能性がある。パラバルーン遊びの高衝撃動作の発生頻度は活発児、不活発児ともに同頻度であった。長野ら(2021)は、不活発児は自由遊び中の活動量が少なく、特

別な活動がない限り、非活動的であり続ける可能性を指摘している。パラバルーン遊びに代表される一斉活動は、運動遊びの好き嫌いに関わらず、一律の身体活動を与えることができる遊びであるため、不活発児の身体活動負荷を確保する方法として有効であると考えられた。自由遊びについては、活発児が不活発児に比べて約5倍の頻度で高衝撃動作が出現していた(活発児10.1回/分、不活発児2.0回/分)。杉原らの調査(2010, 2011)において、一斉活動よりも子どもの興味関心に基づいた自発的な遊びの形での運動経験の方が子どもの運動発達にとって効果的であることが示されている^{14, 15)}。本研究結果から、活発児にとっての自由遊びは一斉活動よりも身体活動負荷が高くなり、身体活動負荷確保のためには効果的であると考えられた。また、不活発児にとっての自由遊びは、他の遊びに比べて高衝撃動作の発生頻度が最も高く(2.0回/分)活動的に動いていたことが伺えた。しかし、活発児と比べると約5分の1程度の頻度であったことは見逃せない。長野ら(2021)⁸⁾は、「放任的に子どもだけで遊ばせていれば、必ずしもすべての子どもが活動的である保証はない」こ

とを指摘しており、不活動児の身体活動負荷を増やす工夫として、自由遊びだけではなく、時より一斉活動を実施することで興味のある活動に誘導することが効果的であると考えられた。以上のことから、活発児は追いかけてこのように広いスペースを利用した比較的制約のない遊びのほうがより高強度な身体活動を積極的に行う傾向があり、一方、不活発児においては、指導者の誘導がある状態での活動や、ある程度構成された運動遊びを提供することで身体活動負荷を確保できると考えられる。従って、集団で行う運動遊びの際には、個人特性を考慮し、自由遊びと一斉活動とをバランス良く組み合わせることが得策であると考えられた。

高衝撃動作の種類について、中村（2012）¹⁰⁾の36の基本動作に基づき分類したところ、本研究で実施した4種類の運動遊びを実施することで、のべ13種類、全体の約3分の1の動作が抽出された。活発児は、「走る」や「跳ねる」など移動系の動作が最多であり、長野ら（2021）⁸⁾が行った観察研究と同様の結果であった。移動系の動作は平衡系や操作系に比べて身体活動負荷の高い動作であり、本研究で用いた加速度計によって測定できるものであると言える。文部科学省（2012）¹⁾が推奨する多様な動きの獲得を考えると、活発児は移動系の動作を十分行っていることから、意図的に平衡系や操作系の動作を多く取り入れるような工夫が必要であると考えられる。一方、不活発児は平衡系、移動系、操作系のいずれの動作もある程度満遍なく行われており多様な動きの経験はできていると思われるが、高衝撃動作の回数が活発児に比べて少ないことが課題であるため、身体活動量・強度ともに増やす工夫が必要である。

本研究で実施した遊びの中で出現しなかった他の動作については、そもそもその動作自体が出現していなかったか、もしくは身体活動強度（加速度）が低いために抽出されなかったかのいずれかであると考えられる。しかし、6G以上の衝撃が加わった瞬間の映像から動きを分類するという本研究の方法ではそれは明らかにできない。今後は

36の基本動作¹⁰⁾それぞれの衝撃負荷を計測し、どの程度の加速度を基準とするか検討した上で対象者を増やした上で更なる検討が必要である。しかし、本研究で用いた高衝撃動作を評価する方法は、これまで明らかになっていなかった「運動の質」（文部科学省、2012）¹⁾の中でも比較的強度の高い動作の種類や頻度を理解するために有用であり、今後の研究の発展に寄与するものと考えられる。

V. 結語

本研究の目的は、幼児の運動遊び中に生じる高衝撃動作の種類と発生頻度を明らかにすることとした。対象は、身体活動水準の違いによる特徴を考慮するために、運動遊びを好む活発児と不活発児の2名とし、腰部に加速度センサを装着した状態で運動遊びを行った。また、加速度センサと同期したビデオカメラを用いて、幼児個人の動作を撮影した。運動遊びの種類は、追いかけて（2分）、ボール遊び（18分）、パラバルーン遊び（17分）、自由遊び（10分）の4種類とした。合成加速度が6Gを超える動作の発生頻度は、活発児が7.6回/分、不活発児が1.1回/分と個人差が非常に大きく、活発児は追いかけて、不活発児は自由遊びで頻度が高かった。運動遊びの際には、個人特性を考慮した上で、自由遊びと一斉活動をバランス良く組み合わせることが得策であると考えられた。また、本研究で用いた加速度による身体活動強度の評価に関しては、今後さらなる検討が必要であると示唆された。

謝辞

本研究にご協力いただきました東海大学体育学部生涯スポーツ学科の角田祐夏さん、神石健太郎さんに感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 文部科学省（2012）幼児期運動指針。

- https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/undousisin/1319771.htm, 検索日：2023/01/25.
- 2) 岡みゆき, 地下まゆみ (2016) 幼児の体力・運動能力向上を目指した運動プログラムの構築～身体活動量としての歩数に着目した1000歩プログラム～. 夙川学院短期大学教育実践研究紀要, 8, 3-5.
- 3) World Health Organization (2019) Guidelines on physical activity, sedentary behavior and sleep for children under 5 years of age. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/311664>, 検索日：2023/01/25.
- 4) 大坪健太, 春日晃章, 南輝良々, 水田晃平, 濱口あずさ, 古田真太郎, 上田真也, 林陵平 (2020) 幼児期における子どもの身体活動量と体力特性の関係：通常保育時間に着目して. 岐阜大学教育学部研究報告, 44, 51-55.
- 5) 中島弘毅, 大窄貴史, 張勇 (2012) 園庭環境の違いが幼児の身体活動量と運動能力に及ぼす影響—園庭の芝生化に着目して—. 松本大学研究紀要, 10: 185-195.
- 6) 田中千晶, 田中茂穂 (2009) 幼稚園および保育所に通う日本人幼児における日常の身体活動量の比較. 体育科学, 58(1), 123-130.
- 7) 野中壽子 (2019) 保育所における園庭環境が幼児の身体発達に与える影響. 名古屋私立大学大学院人間文化研究科人間文化研究, 31, 77-84.
- 8) 長野康平, 中村和彦 (2021) 幼児の運動遊び場面における基本動作と身体活動量の特徴—異なる遊び環境に着目して—. 発育発達研究, 90, 46-56.
- 9) Koyama T, Rikukawa A, Nagano Y, Sasaki S, Ichikawa H, Hirose N (2020) Acceleration Profile of High-intensity Movements in Basketball Games. *J Strength Cond Res*, ahead of print.
- 10) 中村和彦 (2011) 運動神経がよくなる本, マキノ出版.
- 11) Losada JL, Manolov R (2014) The process of basic training, applied training, maintaining the performance of an observer. *Quality & Quantity* 49: 339-347.
- 12) Vanrenterghem J, Nedergaard NJ, Robinson MA, Drust B (2017) Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Med* 47: 2135-2142.
- 13) Sasaki S, Nagano Y, and Ichikawa H (2018) Loading differences in single-leg landing in the forehand- and backhand-side courts after an overhead stroke in badminton: A novel tri-axial accelerometer research. *J Sports Sci* 36: 2794-2801.
- 14) 杉原隆, 吉田伊津美, 森司朗, 筒井清次郎, 鈴木康弘, 中本浩揮, 近藤充夫 (2010) 幼児の運動能力と運動指導ならびに性格との関係. 体育の科学, 60, 341-461.
- 15) 杉原隆, 吉田伊津美, 森司朗, 筒井清次郎, 鈴木康弘, 中本浩揮, 近藤充夫 (2011) 幼児の運動能力と基礎的運動パターンとの関係. 体育の科学, 61, 455-461.