

幼児の立幅跳における跳躍距離調節について

Control of jumping distance in standing broad jump in preschool children

関 智 美

SEKI Tomomi

出力量の調節能力は動作の巧みさの観点から、重要な要因であると考えられる。幼児の立幅跳における、最大以下の距離の跳躍距離調節について、最大跳躍距離の半分という教示による跳躍と3段階の目標距離へのねらい跳びを行う場合について検討した。「半分」の教示による跳躍では、跳躍距離に最大で約50%の個人差があり、「半分」の言語教示による距離の判断は個人差が大きいことが示された。最大跳躍距離の25%、50%、75%の3段階を目標距離とするねらい跳びを行った場合、目標距離との誤差 (AbsE) の平均値は男児約3%、女児約4%で、正確性は男児の方が有意に高かった。動作様式に性差が見られないことから、身体活動量の多い男児の方が、日常の遊びの中で、発揮筋力の出力量を調節する学習機会を多く得ているのではないかと推測された。跳躍距離と準備動作における膝関節最大屈曲時の膝関節角度には有意な相関関係があり、跳躍距離の調節は、膝関節角度を変化させることによって行われていることが示唆された。また、膝関節角度は、最大屈曲時を100%として比例的に変化させていることが示唆された。

キーワード：幼児、立幅跳、距離調節

Key Words: preschool children, standing broad jump, control of distance

緒言

幼児の跳躍動作の発達については、これまでに、最大跳躍における距離や動作パターンの変化が調べられ(穂丸, 2003; 杉原他, 2004; 中村他, 1986; 中村他, 1989; 深代, 1985; 宮丸, 1973; 宮丸他, 1989), 加齢に伴い、最大跳躍距離が増加し、熟練した動作に変容していくことが報告されている。しかし、最大以下の距離を跳ぶ場合の距離調節能力についてはまだ明らかにされていない。最大以下の出力量の調節能力は動作の巧みさの観点から、重要な要因であると考えられる。本研究では、幼児の立幅跳において、最大跳躍距離の半分だけ跳ぶという教示による目印無しの跳躍と、床に描かれた3段階の目標距離への跳躍における跳躍距離調節について、跳躍距離、目標距離との誤差およ

び膝関節角度から検討した。

方法

5歳男児16名、女児19名を被検者とした。被検者は、幅2cmのテープで描かれた、内のりで縦20cm横25cmの長方形のスタートエリアに、爪先を横の辺(図1A, a辺)の内のりに合わせて立ち、まず「できるだけ遠くへ跳んでください。」の教示により2回の跳躍を行った。a辺の内のりから、着地時の爪先までの最短距離を測定し、左右平均値を跳躍距離とした。2回のうち大きい方を最大跳躍距離とした。なお、左右の差が5cm以上ある場合はその試行を記録無しとし、左右差が5cm以内の方を最大跳躍距離とした。

次に、「半分だけ跳んでください。」の教示により2

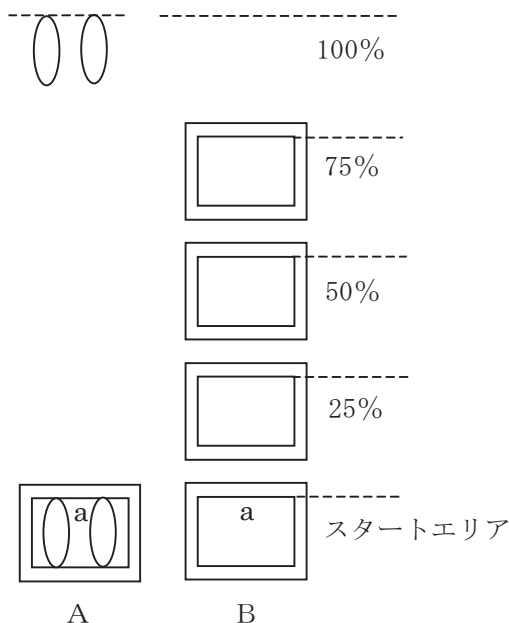


図1 ねらい跳びの目標距離

回の跳躍を行った。その次に、3段階の目標エリアへの「ねらい跳び」を行った。ねらい跳びは、内りでの縦20cm横25cm、枠の幅2cmの長方形の目標エリアを、白の薄いプラスチック板で作り、スタートエリアから遠い方の一辺の内りが各被検者の最大跳躍距離の25%、50%、75%になるように置き(図1B)、その中に着地するよう教示した。教示は、「四角の中に跳んで入ってください。」とし、3段階の目標エリアについては、それぞれ、「近いところ」「真ん中」「遠いところ」と指示した。3段階の試行順序はランダムとし、2セット行った。

側面からビデオカメラで跳躍動作を撮影し、siliconCOACH Student (siliconCOACH社、画像解析毎秒30コマ)を用いて、準備動作における膝関節最大屈曲時の膝関節角度(大転子、大腿骨外側顆、腓骨外果点を結んでできる角)と離地時における膝関節角度、および跳躍距離を測定した。

直立時の膝関節角度を 180° とし、準備動作における最大屈曲時の膝関節角度との差を求め、膝関節屈曲角度とした。離地時における膝関節角度と最大屈曲時の膝関節角度との差を求め、膝関節伸展角度とした。また、膝関節最大屈曲における時刻と離地時の時刻と

の差を膝関節伸展時間とし、膝関節伸展角度と伸展時間から膝関節伸展速度を求めた。

跳躍距離については、半分の跳躍およびねらい跳びにおける跳躍距離も、最大跳躍と同様、スタートエリアのa辺の内りから、着地時の爪先までの最短距離を測定し、左右平均値を跳躍距離とした。また左右の差が5cm以上ある場合はその試行を記録無しとした。

各跳躍距離の、目標距離との誤差(AlgE)およびその絶対値(AbsE)について、最大跳躍距離を100%とする相対値を求め、分析した。

結果

1. 立幅跳動作

男児16名、女児19名のうち、男児2名、女児4名において、片足踏み切り動作がしばしば見られた。また、男児1名、女児2名が、25%の目標エリアへの着地を教示したにも拘らず50%の目標エリアに着地、或いは50%の教示で75%の目標エリアに着地し、教示の理解度が不明であった。これらの被検者を除き、男児13名、女児13名について、測定値の分析を行った。

測定値を分析した男児13名、女児13名の立幅跳動作

TYPE-A
Effective forward swing on large scale from backward.

TYPE-B
Forward swing on small scale from hanging position.

TYPE-C
Small motion with only arm bend.

TYPE-D
Outward elevation of arms with shrug.

TYPE-E
Backward swing, in opposite to projection. (Winging style.)

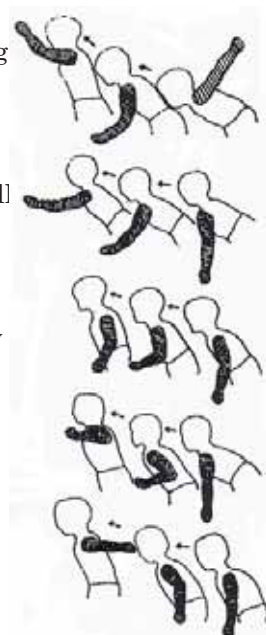


図2 腕の動作タイプ(宮丸, 1973)

について、動作様式の習熟度に関係する腕の動作を、宮丸(1973, 図2)に従って5段階(A~E)に分類した。ヒストグラムを図3に示す。男児・女児共にBタイプが多かったが、男児の方が女児より巧みなタイプが多いという傾向は見られなかった。

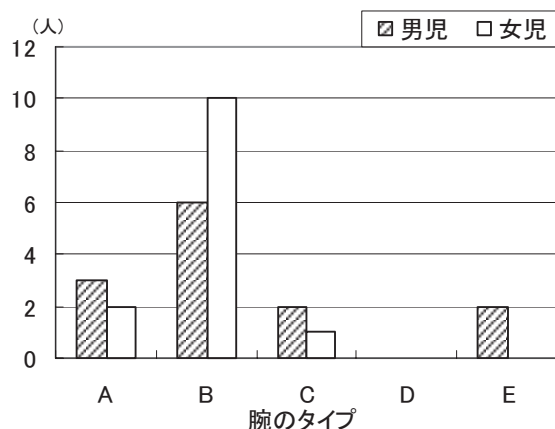


図3 腕のタイプ別人数

2. 最大跳躍距離

最大跳躍距離は男児126.8±15.8(平均値±SD)cm, 女児115.3±15.4cmで、t-testの結果、有意差は無かった(t=1.87, df=24, p<0.1)が、男児の方が大きい傾向がみられた。

尚、身長は、男児110.6±7.5(平均値±SD)cm, 女児112.8±3.9cmで、t-testの結果、有意差は無かった(t=0.94, df=24, p>0.05)。

3. 「半分」の教示による跳躍

1) 跳躍距離

「半分だけ跳んでください。」の教示による跳躍距離(最大跳躍距離に対する相対値)について1回目と2回目の跳躍距離のt-testを行った結果、有意差は見られなかった(男児(記録無しの1名を除く): t=0.17, df=11, p>0.05, 女児: t=1.45, df=12, p>0.05)。そこで1回目と2回目の平均を各被験者の代表値とした。

跳躍距離は個人差が大きく、最小値は30.9%, 最大値は80.8%であった。男女別の平均値±SDは、男児46.9±10.0%, 女児60.9±12.8%で、t-testの結果は有意であった(t=3.10, df=24, p<0.01)。

2) 跳躍距離と膝関節角度との関係

跳躍距離と膝関節屈曲角度(いずれも最大跳躍時を100%とする相対値)との関係を図4に示す。跳躍距離が大きいと膝関節屈曲角度が大きくなる傾向が見られ、男児・女児共に相関関係は有意であった。

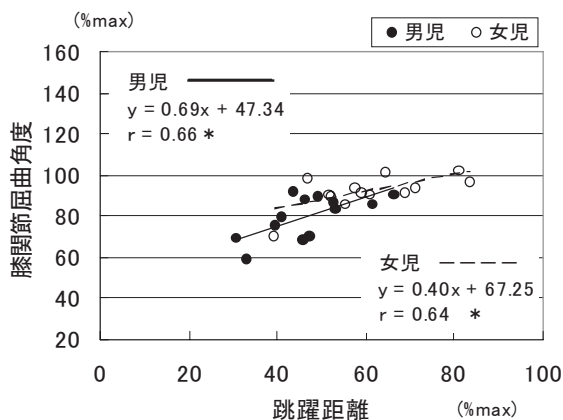


図4 「半分」の教示による跳躍距離と膝関節角度との関係

4. ねらい跳び

1) 2回の跳躍におけるAlgE およびAbsE

AlgE, AbsEそれぞれ、1回目と2回目のt-testの結果を表1に示す。いずれの場合も有意差が見られなかったため、AlgE, AbsEそれぞれ2回の平均値を各被験者の代表値とした。

		25%	50%	75%
AlgE	男児	-0.34 NS	0.90 NS	0.11 NS
	女児	-0.16 NS	1.87 NS	1.37 NS
AbsE	男児	0.37 NS	-1.17 NS	0.10 NS
	女児	-0.12 NS	-1.18 NS	-0.01 NS

表1 ねらい跳びにおける2回の跳躍のt-test (t値および有意判定, NS: p>0.05)

2) AlgE

図5に、AlgEを示す。男児・女児共に、25%, 50%, 75%いずれの目標距離においても負の値を示し、

跳び足りない傾向を示した。3段階の目標距離を含めた平均値は、男児-2.2%，女児-2.5%であった。性別と目標距離を2要因とする分散分析の結果、性別 ($F=0.23$, $df=1, 23$, $p>0.05$)，目標距離 ($F=0.76$, $df=2,46$, $p>0.05$) の主効果，それらの交互作用 ($F=1.37$, $df=2,46$, $p>0.05$) いずれも有意ではなかった。

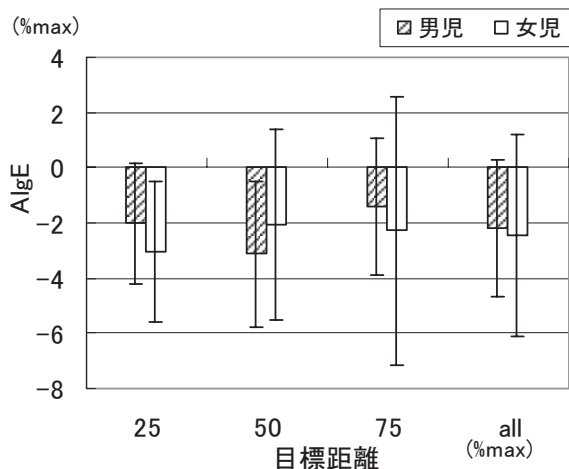


図5 ねらい跳びにおけるAlgE

3) AbsE

図6にAbsEを示す。3段階の目標距離を込みにした平均値は、男児3.0%，女児3.9%であった。性別と目標距離を2要因とする分散分析の結果、性別の主効果が有意で ($F=4.83$, $df=1, 23$, $p<0.05$)，目標距離の

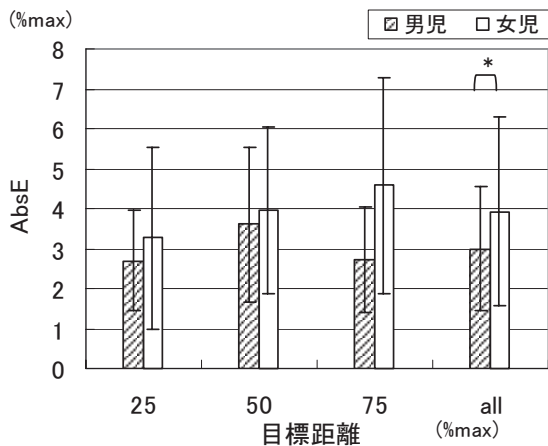


図6 ねらい跳びにおけるAbsE

主効果 ($F=1.22$, $df=2,46$, $p>0.05$)，およびそれらの交互作用 ($F=1.33$, $df=2,46$, $p>0.05$) は有意ではなかった。

4) 跳躍距離と膝関節角度との関係

図7に跳躍距離と膝関節屈曲角度（いずれも最大跳躍時を100%とする相対値）との関係を示す。跳躍距離が大きくなるほど膝関節屈曲角度が大きくなる傾向が見られ、男児・女児共に相関関係は有意であった。最大跳躍時の膝関節屈曲角度は男女を込みにして 92.5 ± 11.6 (平均値 \pm SD) $^{\circ}$ で、25%、50%、75%と目標距離が遠くなるにつれて、約10%ずつ比例的に膝関節屈曲角度が増加した。

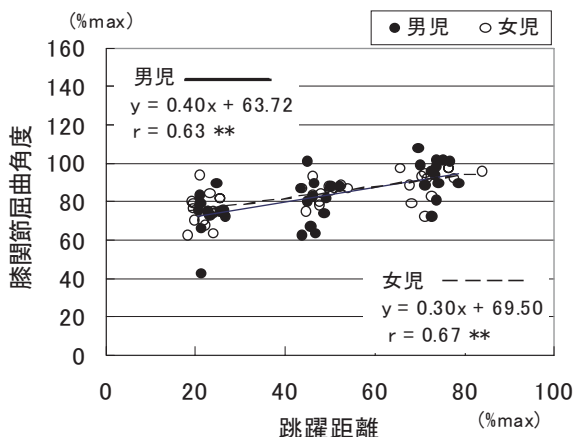


図7 ねらい跳びにおける跳躍距離と膝関節角度との相関関係

図8に3段階の目標距離への跳躍および最大跳躍時における、離地時の膝関節角度、膝関節最大屈曲までの膝関節屈曲角度、膝関節最大屈曲から離地までの膝関節伸展角度の、男児・女児それぞれの平均値とSDを示す。離地時膝関節角度、膝関節屈曲角度、膝関節伸展角度それぞれ、性別と3段階の目標距離を2要因とする分散分析を行った結果、離地時膝関節角度は、性別 ($F=1.57$, $df=1, 23$, $p>0.05$)，目標距離 ($F=1.73$, $df=2, 46$, $p>0.05$) の主効果，およびそれらの交互作用 ($F=2.72$, $df=2,46$, $p>0.05$) いずれも有意でなかった。膝関節屈曲角度は、距離の主効果が有意で ($F=36.87$, $df=2,46$, $p<0.01$)，性別 ($F=1.91$, $df=1, 23$,

$p>0.05$), およびそれらの交互作用 ($F=1.08$, $df=2,46$, $p>0.05$) は有意でなかった。膝関節伸展角度も、距離の主効果が有意で ($F=16.73$, $df=2,46$, $p<0.01$), 性別の主効果 ($F=0.30$, $df=1, 23$, $p>0.05$), およびそれらの交互作用 ($F=0.44$, $df=2,46$, $p>0.05$) は有意でなかった。したがって、男児・女児共に、離地時の膝関節角度には跳躍距離による有意な増減が無く、屈曲角度および伸展角度が、跳躍距離の増加と共に増加することが示された。

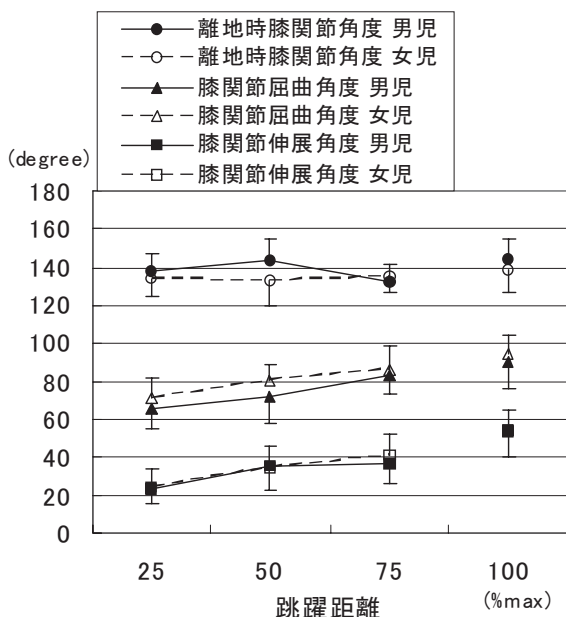


図8 ねらい跳びにおける跳躍距離と膝関節角度

5) 跳躍距離と膝関節伸展時間・膝関節伸展速度との関係

図9に3段階の目標距離への跳躍および最大跳躍時における、膝関節伸展時間、膝関節伸展速度の、男児・女児それぞれの平均値とSDを示す。性別と目標距離を2要因とする分散分析を行った結果、膝関節伸展時間は、性別の主効果は有意でなく ($F=3.29$, $df=1, 23$, $p<0.1$), 目標距離 ($F=9.0$, $df=2,46$, $p<0.01$) の主効果、およびそれらの交互作用 ($F=5.24$, $df=2,46$, $p<0.05$) は有意であった。膝関節伸展速度は、目標距離 ($F=7.82$, $df=2,46$, $p<0.01$) の主効果が有意で、性別 ($F=4.13$, $df=1, 23$, $p<0.1$) およびそれらの交互作用

は有意でなかった ($F=2.20$, $df=2,46$, $p>0.05$)。膝関節伸展時間、膝関節伸展速度それぞれ、性別の効果は有意でなかったが、男児は目標距離が遠くなると膝関節伸展時間が増加し、女児は膝関節伸展速度が増加する傾向が見られた。

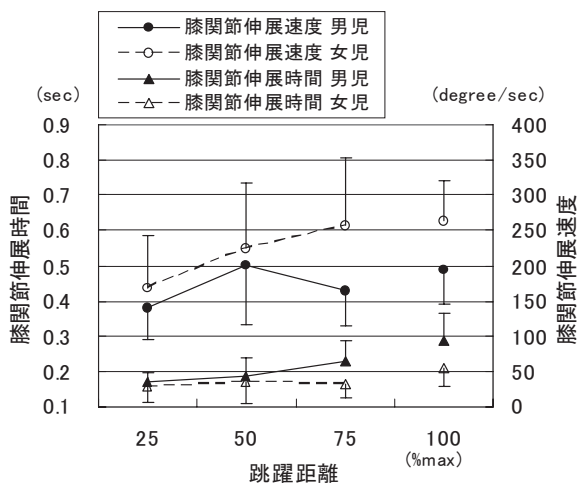


図9 ねらい跳びにおける跳躍距離と膝関節伸展時間および膝関節伸展速度

考察

1. 最大跳躍距離

本研究での立幅跳最大跳躍距離の平均値は、男児126.8cm、女児115.3cmであった。これらの値は先行研究による標準値(男児110.2cm、女児100.5;首都大学東京体力標準値研究会, 2007)と比べると、男女とも約15-17cm大きい。これは測定方法の違いによると考えられる。一般的には立幅跳は、踏切線から着地時の踵までの距離を測定するが、本研究では実際の跳躍距離として、踏切時の爪先から着地時の爪先までの距離を測定したため、測定値は少なくとも一足長分長くなる。約15-17cmは被検者の一足長に相当し、したがって、本研究の被検者の立幅跳跳躍力は、ほぼ標準値と考えられる。

統計的に有意では無かったが、最大跳躍距離は男児の方が大きい傾向が見られた。先行研究において3歳から最大跳躍距離の性差が報告され(宮丸他, 1989),

5歳児では有意な性差が報告されて(杉原他, 2004; 宮丸他, 1989) いる。本研究で有意でなかったのは、被検者数が少なかったためと考えられる。

身長に有意な性差は無く、また先行研究において、膝屈曲・伸展トルクに性差が無いことが報告されている(石田他, 2004) ことから、最大跳躍距離の性差には、筋の発育以外の要因が関与していると考えられる。先行研究において、男児の方が身体活動量が多いことが報告されている(大川他, 2001; 前橋と中永, 2001; 宮丸他, 1982; 宮丸他, 1984; 森, 2005)。跳躍には、下肢筋の瞬発力が必要だが、筋の発育や脚伸展力に違いが無くても、収縮速度が速ければ瞬発力は大きくなる。また素早く大きな力を発揮するトレーニングによって瞬発力は増大する。男児は日常の遊びの中で、素早く大きな筋力を発揮するという運動経験が女児より多く、瞬発力のトレーニング機会が多いため、女児より最大跳躍距離が大きいのもかもしれない。

2. 「半分」の教示による跳躍

「半分だけ跳んでください。」の教示による跳躍距離は、被検者によって個人差が大きく、最小値30.9%から最大値80.8%までの隔たりがあった。5歳児では「半分」の概念は理解されていると思われる(田中と田中, 1988; 山名, 2002) が、最大跳躍距離の半分がどの距離になるかという判断において個人差が生じたと考えられる。1回目と2回目の跳躍距離には有意差が無かった。幼児と成人の握力についての先行研究において「半分」の教示で発揮した握力には50%以上の個人差があり、また1回目と2回目には有意差が無かったことが報告されている(関と星野, 2009)。立幅跳においても同様に、「半分」の教示に対する出力量の判断に個人差があるが、各被検者がそれぞれに設定した出力量は、2回目も同様に再現されることが示された。また跳躍距離と膝関節屈曲角度とに有意な相関関係が見られ、跳躍距離の大きさが膝関節角度によって調節されていることが示唆された。「半分」の教示に対して、女児の方が男児より大きい距離を判断したことについては今後検討したい。

3. ねらい跳び

ねらい跳びのAlgEは、男児・女児共25%、50%、75%いずれの目標距離においても負の値を示し、跳び足りない傾向を示した。これは、長方形の目標区域の中に跳んで入るという課題であったことが、跳び過ぎを抑制するような影響を与えたのかもしれない。

AbsEは男児の方が有意に小さかった。AbsEはねらい跳びにおける正確性を示す。腕の動作に男女の違いが無かったため、動作様式の習熟度の違いがねらい跳びの正確性の性差に影響を及ぼしたのではないと考えられる。ねらい跳びでは、目標距離についての視覚情報から下肢筋力の出力量を判断し、その判断に基づいて筋出力量を調節することが必要になる。男児の方が正確性が高かったことは、下肢筋力の出力量の判断および筋出力量の調節能力が女児より優れていたと考えられる。男児の方が身体活動量が多いことが報告されており(大川他, 2001; 前橋と中永, 2001; 宮丸他, 1982; 宮丸他, 1984; 森, 2005)、男児の方が、日常の遊びの中で、視覚によって距離を見積もり、発揮筋力を調節する学習機会を多く得ているのかもしれない。

跳躍距離と準備動作における膝関節屈曲角度には、有意な相関関係が見られた。また25%、50%、75%の目標距離に対し、膝関節屈曲角度を比例的に増加させていることから、膝関節の屈曲角度を比例配分して跳躍距離を調節しているのではないかと考えられる。

垂直跳の場合の跳躍高は、重心の鉛直方向の初速度によって決まり、初速度は力と時間の積(力積)によって決まる。立幅跳では重心の投射角や着地前の空中姿勢などその他の要因も加わるが、成人を被検者とする先行研究(定本と大築, 1977)において、垂直跳、立幅跳共に、跳躍距離と膝関節屈曲角度との間に有意な相関関係があり、膝関節角度の操作によって力積を調節し、跳躍距離を調節していることが報告されている。本研究において、幼児の場合も、膝関節角度を変化させることによって力積を調節し、跳躍距離を調節していることが明らかとなった。

また、離地時の膝関節角度には跳躍距離に伴う有意な増減が見られず、膝関節屈曲角度、伸展角度が跳躍距離の増加に伴って増加したことから、屈曲角度を増加させることによって伸展角度を増加させ、力積を調節していたと考えられる。

男児では目標距離が遠くなると膝関節伸展時間が増加し、女児では伸展速度が増加する傾向が見られた。膝関節伸展時間は床への加圧時間と関係が深く、伸展速度は床への力と関係が深いと考えられる。男児では時間を女児では力を変化させることを優先して力積を調節していたのかもしれない。

4. 「半分」の教示による跳躍とねらい跳びにおける跳躍

最大跳躍距離の「半分」とは、客観的には50%の目標距離となるが、「半分」の教示による跳躍距離は、最小値30.9%、最大値80.8%と大きな個人差があった。ねらい跳びでは3段階の目標距離を跳び分けていることから、50%の目標距離への跳躍が困難であったのではなく、「半分」の教示によって客観的な50%の距離を判断することが困難であったと考えられる。

「半分」の教示およびねらい跳びにおける跳躍のいずれにおいても、跳躍距離と膝関節屈曲角度に有意な相関関係があり、主観的に跳躍距離を設定した場合も、客観的に目標距離を設定された場合も、実際の跳躍距離に応じて膝関節屈曲角度を変化させ、跳躍距離を調節していたと考えられる。

ねらい跳びの誤差 (AbsE) の平均値は、3段階の目標距離を込みにして男児3.0%、女児3.9%であった。最大以下の距離を跳ぶ場合の跳躍距離調節において、目印がある場合、5歳幼児では、平均して3.0~3.9%の誤差で、最大跳躍距離の25%、50%、75%の跳躍距離を調節できることが示された。

引用文献

穂丸武臣：幼児の体格・運動能力の30年間の推移とその問題、子どもと発育発達、1, 2, 128-132 (2003)
 石田良恵, 黒川貞生, 鈴木志保子, 萩裕美子, 前川剛輝, 金久博昭：幼児期の筋厚・筋力および運動能力における性差、体力科学, 53, 6, 767 (2004)
 大川明宏, 中村和彦, 竹内哲雄, 植屋清見：幼児期の生活状況と身体活動量の関連性に関する縦断的研究、体力科学, 50, 6, 882 (2001)
 定本朋子, 大築立志：跳躍動作における出力制御の正確性—跳躍距離のgradingおよび再現の特性—, 体

育学研究, 22, 4, 215-229 (1977)
 首都大学東京体力標準値研究会編：立幅跳, 新・日本人の体力標準値II, 不昧堂出版, 187-190 (2007)
 杉原隆, 森司朗, 吉田伊津美, 近藤充夫：2002年の全国調査からみた幼児の運動能力：体育の科学, 54, 2, 161-170 (2004)
 関智美, 星野聡子：幼児と成人の握力における随意的筋力発揮の様相, 奈良佐保短期大学研究紀要, 16, 39-44 (2009)
 田中昌人, 田中杉恵：配分, 子どもの発達と診断5 幼児期Ⅲ, 大月書店, 46-49 (1988)
 中村和彦, 宮丸凱史, 久野譜也：幼児の動作発達に関する研究(1)：跳動作の発達をとらえる観察的評価について, 日本保育学会大会研究論文集, 39, 588-589 (1986)
 中村和彦, 宮丸凱史：幼児の動作発達に関する縦断的研究：跳動作と投動作の発達について, 日本体育学会大会号, 40B, 508 (1989)
 深代千之：より遠くへ—跳動作の発達—, 体育の科学, 35, 4, 303-309 (1985)
 前橋明, 中永征太郎：幼児の2年間における園内生活時の歩数ならびに筋力値の変動, 日本体育学会大会号, 52, 610 (2001)
 宮丸凱史：幼児の基礎的運動技能におけるMotor Patternの発達：2 幼児の立幅跳におけるJumping Patternの発達過程, 東京女子体育大学紀要, 8, 40-54 (1973)
 宮丸凱史, 平木場浩二, 松坂晃, 石島繁, 種谷明美：Pedometerの歩数, 心拍数からみた幼児の運動遊びにおける活動量, 日本体育学会大会号, 33, 533 (1982)
 宮丸凱史, 平木場浩二, 松坂晃, 石島繁, 種谷明美：Pedometerの歩数および心拍数からみた幼児の運動遊びにおける活動量 について, 体育科学 12, 118-131 (1984)
 宮丸凱史, 中村和彦, 松浦義行：幼児の跳動作の発達と評価に関する研究, 体育科学, 17, 66-76 (1989)
 森 奈緒美：幼児の運動あそびにおけるアクトグラムによる歩数の特徴, 名古屋外国語大学外国語学部紀要, 29, 33-47 (2005)

山名裕子：幼児における均等配分方略の発達変化，
教育心理学研究，50，446-455（2002）

Control of jumping distance in standing broad jump in preschool children

SEKI Tomomi

Abstract

It is considered that controllability of output is an important factor in a skilled movement. The present study investigated controllability of submaximal jumping distance in standing broad jump in the preschool children. Subjects jumped according to the instruction of 'half' of the maximal jumping distance, and jumped to the one of the 3 target distances ('target jump'). In the case of jump according to the instruction of 'half', the jumping distance of each subject was different from subject to subject. The range of the difference was about 50% of the maximal jumping distance. In the case of the jumps to 25%, 50% or 75% of the maximal jumping distance, mean AbsE values, i.e., an absolute value of the difference between the target distance and the jumping distance, were 3% in boys and 4% in girls, respectively. Accuracy of 'target jump' in boys was superior to that in girls. Motor pattern of the jump was not different between boys and girls. It was reported that amount of physical activity of boys was greater than that of girls in the previous studies. It was supposed that boys might get the more opportunities to practice to control of output of muscle strength than girls in daily physical play. Significant correlation was found between the jumping distance and the knee angle at the maximal flexion of knee during the preparing movement. The result suggested that the jumping distance was controlled by changing the knee angle,

Key Words : preschool children, standing broad jump, control of distance

