

短助走跳躍による走幅跳の効果的な動作についての キネシオロジー的分析

吉村 篤司

保健体育教室

(1983年9月3日受理)

The Kinematographical Analysis of Effective Body Movement in the Running Long Jump with Short Approach Distances.

Atsushi YOSHIMURA

Department of Health and Physical Education

(Received September 3, 1983)

The purpose of this study was to investigate kinematographically the effective body movement in the running long jump with short approach distances.

Six athletes of decathlon performed the running long jump with 15m(jump A) and 25m(jump B) of approach distances. The body movement of subject was filmed and analyses were made about angle change of each body segment and center of gravity. The vertical and horizontal force curve at Take-off phase were recorded by Kisllar force platform.

The movement of landing leg angle, lower leg during the last step of the approach, with which the jump A showed almost same movement as with the jump B. But the movement of body segment, upper body, knee, trail leg were significant different movement between the jump A and the jump B at Take-off phase.

These results suggest that the short approach jump was very available method to learn movement of the landing leg, lower leg during the last step of the approach.

1. 緒 言

跳躍種目においては、助走速度と記録との間には高い関連性があり^{2), 10), 11)}跳躍の全体的な練習(助走, 踏切準備, 踏切, 空中, 着地)においては、できるだけ速度の高い助走からの跳躍練習が必要である。

しかし、助走速度の高い全体的な練習では、数多く跳躍することは、疲労の面から動きが正しく行いにくくなるなど、必ずしも効果的とは言えない。また動きを改善したり修正しようとする場合や技術的に未熟な場合は、助走速度が高くなると動きをコントロールすることが難しくなる。そこで、助走速度の高い跳躍練習に代わるものとして、実際には、助走を短くした速度の低い跳躍練習を行っている^{3), 6), 10)}

助走距離と助走速度の関係は、一般に、助走距離が長くなると助走速度も高くなると考えられるが、およそ20m以上の助走距離になると、ほぼ全助走跳躍時(試合における助走距離からの跳躍)の速度に近いと報告され

ている¹⁰⁾

走幅跳に関するこれまでの研究は、技術に関するものが多く^{1), 4), 5), 7), 8)}助走距離を短くした練習手段について着目したものは非常に少ない。

本研究では、助走距離を短くした跳躍練習の効果について調べるために、全助走跳躍時に近い助走距離からの跳躍と踏切動作の改善・習熟をねらいとして一般に行われている助走距離を短くした跳躍を行わせ、特に、踏切準備局面の踏切1歩前の接地から踏切離陸までの動きの特徴を明らかにし、走幅跳の練習手段としての短助走跳躍の有効性について検討していくことを目的とする。

2. 方 法

①実験期日及び実験試行

実験は、1981年11月14日に実施し、実験試行は、次の2種類の方法で行った。

イ)方法1(jump A)：助走距離の短い跳躍(助走距離がおよそ15m)

ロ) 方法2 (jump B) : 助走距離の長い跳躍 (助走距離がおよそ25mで全助走跳躍時の速度に近い跳躍)

方法1, 2とも, いずれも最大跳躍距離 (踏み切った地点から着地までの距離) を得るように指示し, 比較的安定した試技のものを選んだ。

②被験者

走幅跳の技術的な習熟が身につけていない中程度習熟者として, 大学生十種競技者6名を用いた (熟練者では, 助走距離の違いによる動きのコントロールができると考えられるため)。被験者の平均身長は, 177.5cm (± 3.1), 平均体重は, 71.8kg (± 3.1), 平均年齢は, 20.3年 (± 1.1) であった。

③測定方法

実験試技の測定は, 踏切1歩前の接地から踏切離陸までの動きを Bolex 社製16ミリシネカメラを用いて, 踏切地点の側方25mから撮影した。フィルムコマスピード確認のため, Nac 社製パルスジュネレータを用いて算出した (56 f.p.s.)。

また, 踏切の鉛直方向と水平方向におけるパワーの測定及び作用する力の方向について調べるために, Kistlar 社製の forceplate を走路に固定し, その地面反力を測定した (地面反力測定に用いたペーパー速度は, 50cm/sec. であった)。

④分析項目

フィルムは, Nac 社製の Sportias GP-2000 を用いて, Fig.1 に示す部位について行った。図中の A は, 踏切1歩前の接地局面, B は, 空中局面, C は, 踏切局面で

ある。C1, C2 は, それぞれ A, C の接地, T1, T2 は, 離陸を示す。

- 1) 上体の前傾角 (U.B)
- 2) 上引脚の大腿角 (U.L)
- 3) 支持脚の接地角 (L.A)
- 4) 支持脚の膝角度 (K.A)
- 5) 大腿角 (T)
- 6) 踏込角 (C2におけるJ)
- 7) 跳躍角 (T2におけるJ)
- 8) 身体重心高 (G)
- 9) 身体重心の移動速度

1), 2), 5) の角度は, 大転子を通る鉛直線に対する角度を示す。また, 5) の角度は, 空中局面 (B) において最も角度が大きくなることを求めた。

3. 結 果

①速度変化

Table 1 は, Fig.1 の動きの局面に対する速度を示している。Table 1 の A, B, C は, それぞれ踏切1歩前の接地局面, 空中局面及び踏切局面の速度を示している。

踏切1歩前の接地 (C1) から空中局面 (B) までは, jump A と jump B の速度の差が大きいが ($P < 0.01$), 踏切離陸 (T2) においては, 速度の有意差はみられなかった。

Fig.2 は, Table 1 で得られた速度の変化をみるために図に示したものであるが, 踏切接地 (C2) から踏切離陸 (T2) までの速度減少は, 助走距離を短くした

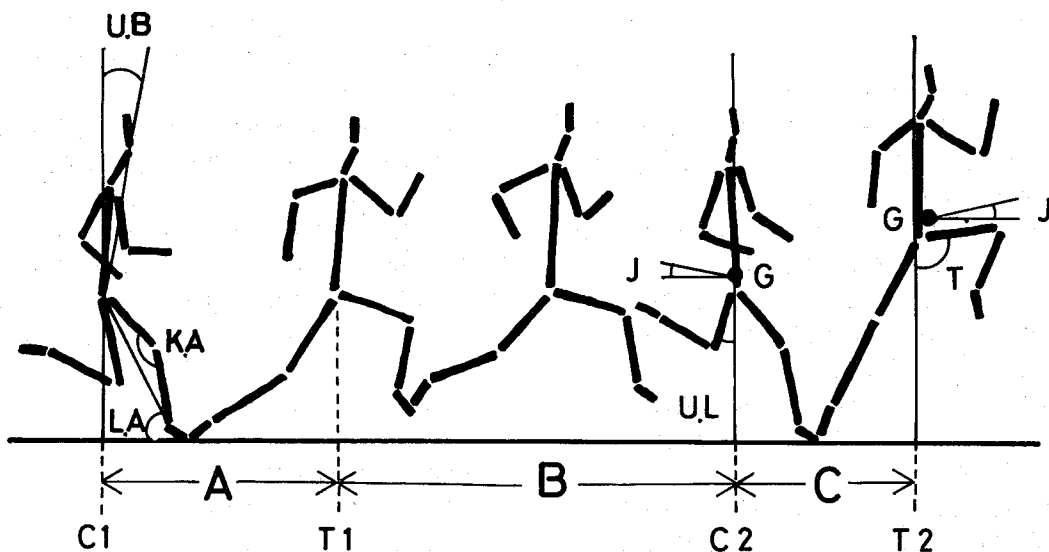


Fig. 1 Kinegram of the running long jump with symbols of the parameters measured.

Table 1 Mean (S.D) of the velocity at each point.

	C1	A	T1	B	C2	C	T2	result (m)
jump A	8.15 (0.15)	8.13 (0.17)	8.16 (0.20)	8.25 (0.18)	8.03 (0.25)	7.92 (0.28)	7.90 (0.27)	5.95 (0.15)
jump B	8.90 (0.49)	8.84 (0.45)	8.88 (0.43)	8.98 (0.31)	8.61 (0.39)	8.37 (0.40)	8.24 (0.38)	6.21 (0.19)
P	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05		0.05

unit : m / sec.

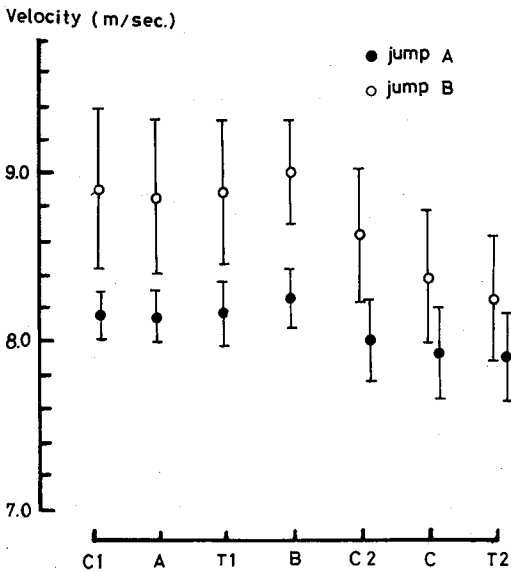


Fig. 2 Changes of the velocity(mean and S.D).

jump Aの方が、少なくなっていた。また、jump Aとjump Bの踏切離陸(T2)の速度と記録との相関は、 $r = 0.848$ ($n = 12$)であった。

②地面反力

Fig.3は、踏切局面における力量曲線 (force curve) と力量曲線より得られた力の方向 (force direction) について模式的に示したものである。

Fig.3のV.T, F.T, B.Tは、それぞれ鉛直方向 (vertical)に作用した時間(sec.), 水平方向 (horizontal)の前方 (forward)に作用した時間 (sec.)及び後方 (backward)に作用した時間(sec.)を示している。V.F.I, V.B.I, F.I, B.Iは、Fig.3に示した部分の力積 (impulses)を示し、V.M, F.M, B.Mは、それぞれ鉛直方向、水平方向の前方及び後方における最大力 (kg)を示している。F.D, B.Dは、踏切局面の前半 (水平方向の前方に作用した部分)と後半 (水平方向の後方に作用した部分)に作用した力の方向 (deg.)を示している。

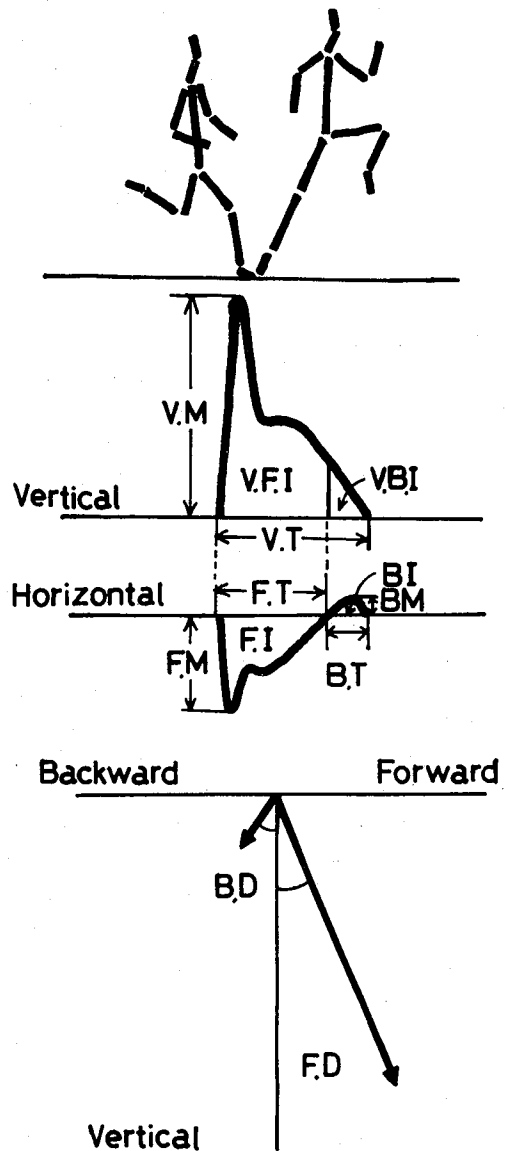


Fig. 3 A schematic model of the force curve and force direction.

Table 2 Mean(S.D) of the contact-time and the impules at Take-off

	VT	FT	BT	VFI	VBI	FI	BI
	sec.			kg · sec.			
jump A	.1283 (.0052)	.0875 (.0089)	.0408 (.0076)	32.18 (3.00)	2.89 (1.27)	10.32 (1.73)	1.22 (0.56)
jump B	.1223 (.0048)	.0885 (.0064)	.0338 (.0038)	31.93 (1.67)	1.60 (0.72)	12.63 (1.58)	0.83 (0.26)
P						0.05	

Table 3 Average force(S.D) and force direction(S.D) at Take-off

	average force (F./weight)							force direction	
	VFI	VBI	FI	BI	VM	FM	BM	FD(deg.)	BD
jump A	5.16 (0.19)	1.04 (0.42)	1.63 (0.14)	0.41 (0.10)	5.67 (0.40)	1.34 (0.21)	0.19 (0.03)	17.42 (1.72)	21.33 (12.06)
jump B	5.11 (0.23)	0.57 (0.11)	1.99 (0.23)	0.35 (0.16)	6.74 (0.91)	1.50 (0.23)	0.18 (0.03)	21.25 (2.33)	32.86 (6.88)
P		0.05	0.01		0.05			0.01	

Table 2 は, Fig.3 に対応した時間と力積 (kg · sec.) を示しているが, 助走距離の短い jump A は, 助走距離の長い jump B に比べて, 前方方向に作用した力積 (F.I) は少なくなっているが ($P < 0.05$), 鉛直方向の力積 (V.F.I, V.B.I) 及び後方向に作用した力積 (B.I) については, 差がみられなかった。

Table 3 は, Table 2 で得られたそれぞれの力積を体重で割った時間あたりの平均パワー (average force, F./weight) と比体重による最大力を示している。F.D は, 踏切局面の前半に作用した力の方向として, 鉛直方向の平均パワー (V.F.I) と前方方向の平均パワー (F.I) の合力より求め, B.D は, 踏切局面の後半に作用した力の方向として, 鉛直方向の平均パワー (V.B.I) と後方向の平均パワー (B.I) の合力より求めた。

助走距離の短い jump A と助走距離の長い jump B と比較すると, jump A の方が, 踏切局面の後半に作用した鉛直方向の平均パワー (V.B.I) は大きくなっていたが ($P < 0.05$), 前方方向に作用した平均パワー (F.I) と鉛直方向の最大力 (V.M) は, 小さくなっていた (それぞれ $P < 0.01$, $P < 0.05$)。後方向についての平均パワー (B.I) と最大力 (B.M) は, jump A と jump B において有意な差はみられなかった。

③動作比較

Table 4 は, Fig.1 の分析部位と動きの局面に対応した結果を示している。

1) 上体の前傾角 (U.B)

助走距離の長い jump B は, 踏切接地 (C2) において, 鉛直線に対して上体を後方に傾けて (-3.8°), 踏切動

作を行っている。全局面を通して, 助走距離の短い jump A は, jump B に比べて, 上体の前傾角が大きくなる傾向がみられた。

2) 支持脚の接地角 (L.A)

助走距離の違いによって, 有意な差はみられなかった。

3) 支持脚の膝角度 (K.A)

踏切1歩前の接地 (C1) では, ほぼ同じくらいの膝角度であるが, 踏切接地 (C2) では, jump A が 153.3° (± 2.9), jump B が 161.5° (± 4.9) であり, 助走距離の短い jump A の方が, 膝角度の小さい助走動作になっていた。

4) 大腿角 (T)

踏切離陸 (T2) では, jump A と jump B いずれも鉛直線に対してほぼ直角であるが, 空中局面 (B) においては, 助走距離の短い jump A の方が, 小さい角度であった。

5) 引上脚の大腿角 (U.L)

踏切接地 (C2) において, 鉛直線に対する引上脚の大腿角は, jump A が 13.9° (± 6.8), jump B が 5.8° (± 4.9) であり, 有意な差がみられたが, 踏切1歩前の接地 (C1) において, ほぼ同じような動きであった。

6) 踏込角 (C2におけるJ) と跳躍角 (T2におけるJ)

助走距離の違いによって, 有意な差はみられなかった。

7) 身体重心高 (G)

助走距離の違いによる, 身体重心高の有意差はみられなかった。

Table 4 Mean (S. D) of the parameters measured.

		C1	A	T1	B	C2	C	T2
U. B deg.	jump A	10.3 (2.7)		6.9 (2.3)		0.3 (2.6)		2.3 (1.9)
	jump B	7.9 (2.1)		4.2 (2.6)		-3.8 (3.6)		0.3 (3.4)
	P					0.05		
L. A deg.	jump A	73.3 (5.5)				67.5 (2.8)		
	jump B	73.8 (4.2)				65.3 (2.4)		
	P							
K. A deg.	jump A	146.5 (7.3)				153.3 (2.9)		
	jump B	149.8 (5.8)				161.5 (4.9)		
	P					0.01		
T deg.	jump A			74.3 (4.8)	73.1 (5.6)			90.1 (5.7)
	jump B			80.5 (7.7)	79.9 (7.1)			91.0 (5.5)
	P				0.05			
U. L deg.	jump A	2.9 (6.8)				13.9 (6.8)		
	jump B	8.8 (7.9)				5.8 (4.9)		
	P					0.05		
J deg.	jump A					2.2 (1.3)		22.1 (2.4)
	jump B					3.0 (2.0)		20.1 (2.2)
	P							
G cm	jump A	91.0 (2.6)		91.2 (1.8)		92.0 (1.6)		109.7 (1.9)
	jump B	91.0 (1.8)		91.7 (1.5)		92.5 (1.5)		108.5 (3.2)
	P							

4. 考 察

結果で得られたことより、助走距離が長くなると、踏切接地において地面から受ける衝激力、及び速度の低下につながる踏切の前半局面でのパワーが大きくなった。踏切動作は、助走で得られた水平方向の運動量を斜め上方向へ換えることが重要である⁶⁾が、助走距離が長くなると、踏切での運動量を減少させずに、運動の方向を換

えることが難しく、また、踏切の前半局面で身体に大きな負担を与えることになる。

助走距離が短くなると、踏切局面における速度の減少を少なくして、助走距離の長い跳躍とほぼ同じような跳躍角を得ることができた。踏切における運動量を換え易いようにするためには、踏切動作に入る前に身体重心を下げる必要がある⁶⁾この点に関しては、助走距離の違いによって、踏切に入る前の身体重心の移動のし方について違いがみられなかった。

踏切動作における運動量の変換という面から考えれば、助走距離の短い跳躍の方が、身体に受ける負担が少なく、より経済的な跳躍法であると考えられる。

Fig.4は、本実験における助走距離の短い跳躍と長い跳躍の動きの違いとして示された部分について、比較した図である。

速い踏切動作をするためには、支持脚の膝角度の大きい動き(突っ張り動作)と踏切接地で引上脚がより前方に位置することが重要である²⁾。助走距離の短い跳躍は、助走距離の長い跳躍に比べ、踏切接地で支持脚の膝を曲げ、引上脚の大腿を後方に残した動きになっていた。

助走距離の短い跳躍で練習する場合は、支持脚の膝の伸展と引上脚の動きに注意して練習することが重要であり、より速い踏切動作の動きに結びつけることができると考えられる。

また、踏切では、身体の前方向への回転を押えるた^{2),7)}めや安定した着地を得るためには^{7),8)}身体を十分に起こしておくことが効果的であるが、助走距離の短い跳躍では、踏切接地において、上体がより前方に傾く傾向がみられた。

実際の練習においては、助走距離の短い跳躍から助走距離の長い跳躍動作へスムーズに移行することは難しいと考えられるが、助走距離の短い跳躍の動きの中で、支持脚の接地のし方、踏切直前の身体重心の移動及び跳躍直後の身体重心の移動、踏切1歩前の接地局面における下肢の動きについては、助走距離の長い跳躍とほぼ同じような動きの特徴を示した。

このような動きの傾向から、助走距離を短くした練習を行う場合、踏切における身体重心の踏込みのし方や跳躍する方向、支持脚の接地のし方及び踏切1歩前の接地における下肢の動きについては、助走距離の長い跳躍練習と同じような動きの効果を得ることができると考えられる。しかし、上体の姿勢、踏切接地での支持脚の膝の動き及び引上脚の動きについては、前述した動きの違いに留意することが、より速い踏切動作へ結びつけることができると考えられる。

5. ま と め

中程度習熟者として大学生十種競技者を用いて、助走距離を変えて助走程度の異なる条件を設定し、踏切1歩前の接地から踏切離陸までの動きの比較及び踏切における地面の反力の違いについて分析し、助走距離の短い跳躍練習としての効果的な動きについて検討してきた。

結果から次のようにまとめることができた。

- ①踏切局面における速度変化、跳躍角及び地面反力からみた場合、助走距離の短い跳躍は、助走距離の長い跳躍に比べて、踏切局面での速度減少を少なくして、ほぼ同じ跳躍角を得ることができた。また、踏切接地の鉛直方向の最大力、水平方向のパワーは、助走距離の長い跳躍に比べて小さくなっていた。
- ②踏切局面における力の方向については、助走距離の短い跳躍の方が、踏切前半局面においてより鉛直方向に作用していたが、踏切後半局面においては、差がみられな

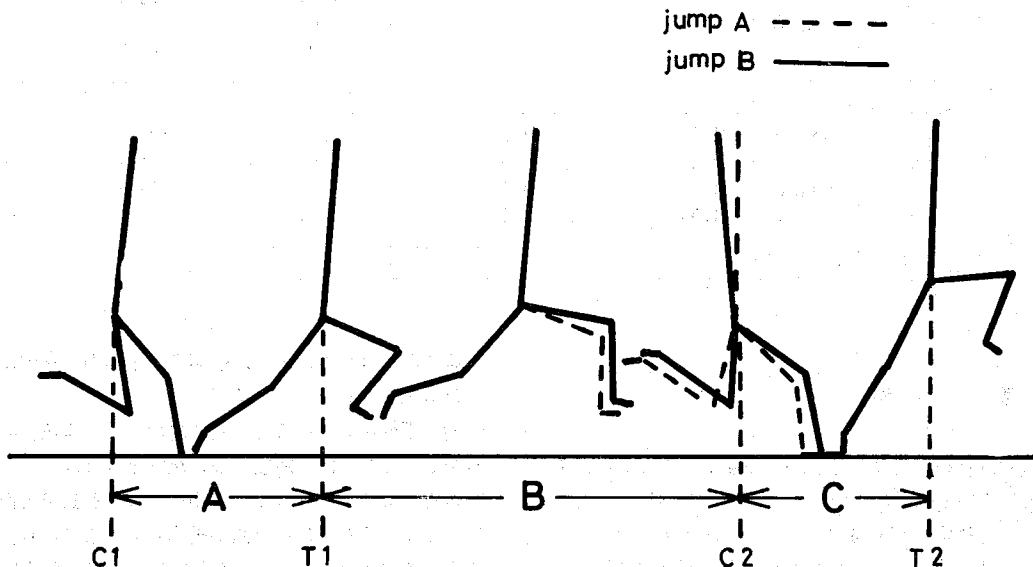


Fig. 4 Comparison of the body movement with jump A and jump B.

かった。

③助走距離の違いによって、動きの違いがみられた局面と部位は、踏切接地での支持脚の膝角度、引上脚の大腿角、上体の前傾角であった。また、空中局面における大腿角についても、動きに違いがみられた。

④助走距離に違いによっても、同じような動きを示した局面と部位は、支持脚の接地角、踏切1歩前の接地局面における下肢の動きであった。

⑤助走距離の短い跳躍練習では、支持脚の接地角、踏切1歩前の接地局面の下肢の動きについては、助走距離の長い跳躍練習と同じくらい有効であると考えられた。また、踏切接地での支持脚の膝角度、引上脚の大腿角、上体の前傾角については、助走距離の長い跳躍の動きに結びつけるように注意する必要があると考えられた。

以上のことから、踏切動作の改善、習熟をねらいとした助走距離を短くした跳躍練習について、動きの特徴及び練習の有効性についてある程度把握することができた。

今後は、実際の練習場面や指導を通して、更に検討する必要がある。

文 献

1) Cooper, J.M., Ward, R., Taylor, P. and Barlow, D. 1973 Kinesiology of the long jump, Medicine and

sport, vol.8: Biomechanics III, 381-386, Karger.
 2) ダイソン, G. (渋川他訳) 1972 陸上競技の力学, 174-185, 大修館
 3) ホメンコフ, L.S. (小野訳) 1978 陸上競技トレーナー用教科書, 315-352, ベースボールマガジン社
 4) Hay, J.G. 1973 The biomechanics of sport techniques, 409-419, Prentice-Hall.
 5) Jerauds, J. and Dales, G.G. 1979 Science in athletics, 125-133, Academic Publishers.
 6) 神尾正俊 1976 陸上競技のコーチング (II), 金原勇編, 139-160, 大修館
 7) Kurz, H. 1980 A practical application of film analysis in a long term decathlon project, Track and Field Federation, 45-50.
 8) Stacoff, A. 1979 Decathlon versus spbcialist: What is the differnce?, Track and Field Quart. Review, 43-48.
 9) Schmolinsky, G. 1977 Leicht athletik, Achte, Stark bearbeitete Auflage, 138-158, Sportveolag.
 10) 関岡康雄, 栗原崇志 1980 児童生徒と対象とした走幅跳指導のための基礎的研究, 筑波大学体育学系記要, 3巻, 43-50
 11) 関岡康雄 1980 陸上競技跳躍, 64-74, 不味堂
 12) 関岡康雄 1981 陸上競技, 松田岩男他編, 体育実技指導法, 137-139, 大修館