

剣道における踵部障害

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/23454

剣道における踵部障害

恵 土 孝 吉 大 崎 雄 介*
渡 辺 正 敏*

I 目 的

東京オリンピック以来、スポーツにおけるBiomechanics的研究は日本を問わず、盛んに行われ、その知見はInternational・Biomechanics学会やJapanese・Journal・Sports・Sciencesなどに報告されてきた。本研究に関する脚運動を対象とした研究を概観してもその数に枚挙にいとまが無い程である。

日本における脚運動を対象とした研究は、なんといいても陸上運動の報告が多い。^{1, 9, 23~26)}金原らは短距離・中距離、^{2, 9)}長距離走者の足首と手首の動きの違いを、浅見は優秀スプリンターを対象にその違いを報告している。また、三浦は走り幅跳びにおけるそり跳び、はさみ跳びの動作を検討し報告している。

一方、剣道運動において脚を対象としたBiomechanics的研究は遅々ではあるが進められてきた。打突動作に関して、¹⁰⁾高山らはForce・Plateを用いて面、小手、胴打ち時における踏み切り足の地面反力の垂直分力、及び力積を、^{6~8, 11, 12)}百鬼らもForce・Plateを用いて踏み切り足の垂直分力、水平分力を。更に踏み込み足が着地した時の地面反力を未熟練者、熟練者、女子選手について測定した。地面反力と踏み込み動作との関連を^{13~15)}田中らは男子選手と女子選手の打突動作をそれぞれ報告している。また、^{9, 16)}巽は発色式圧測定紙を使用して踏み込みによる足底の圧力のかかり具合を測定し、報告している。

これらは、いずれも剣道の打突動作に伴う脚や足運動について分析したもので、剣道学研究

上、極めて注目される報告であるといえよう。このように、脚や足の動きについてはかなりの報告がみられるものの、剣道動作に伴う脚や足の障害をBiomechanics的手法を用いて検討した報告は極めて少ない。

本研究は、踵部障害に注目し、踵部障害を訴える者と、訴えない者の踏み込み動作を分析することにより、剣道の踏み込みにおける踵部障害の原因を明らかにすることとした。

II 研 究 手 順

1. 被検者の選択

本研究は、〇〇大学剣道部男子20名を被検者として実施した。被検者の選択にあたり、剣道部員全員(42名)に踵部障害に関するアンケート調査を行い、踵部障害者群には、剣道を行うことにより踵に疼痛を訴えることが度々で、サポーター等を踵に装着して剣道を行うことの多い男子10名(内、6名インカレ正選手、ベスト16位タイ)を選出した。非障害者群には、剣道を行うことにより踵に疼痛を経験したことがない男子10名(内、1名インカレ正選手、ベスト16位タイ)を選出した。被検者特性を表1に示した。

2. 対象動作と距離

剣道における相手との距離、すなわち間合は大別して三つに分けられる。「近間」¹⁷⁾、「一足一刀の間」、「遠間」である。恵土は、一足一刀の間を相中段に構えた場合、自分の左足先から相手の左足先までが2.4mの距離とし、遠間を一

* 金沢大学大学院教育学研究科

表 1 被検者特性

障害者群						非障害者群					
被検者	身長 (cm)	体重 (kg)	年齢 (才)	段位 (段)	剣道歴 (年)	被検者	身長 (cm)	体重 (kg)	年齢 (才)	段位 (段)	剣道歴 (年)
0 0	174.0	83.0	22	3	15	1 0	172.0	63.0	21	3	14
0 1	178.0	74.0	22	3	10	1 1	172.0	60.0	20	3	10
0 2	177.0	67.0	22	3	10	1 2	172.0	67.0	20	2	10
0 3	167.1	82.0	22	3	15	1 3	167.7	59.0	21	2	8
0 4	173.0	60.0	20	2	8	1 4	176.0	60.0	20	2	10
0 5	164.0	86.0	20	3	11	1 5	169.3	59.0	20	1	4
0 6	170.0	71.0	20	3	12	1 6	171.0	62.0	19	2	10
0 7	174.0	62.0	19	1	8	1 7	179.0	67.0	18	2	6
0 8	166.0	61.0	18	2	7	1 8	174.0	65.0	18	3	11
0 9	174.0	68.0	19	2	8	1 9	183.0	70.0	18	3	13
X	171.7	85.4	20.4	2.5	9.9	X	173.6	63.2	19.5	2.3	9.8
S D	4.7	4.8	1.5	0.7	3.6	S D	4.8	3.9	1.2	0.7	3.0

足一刀の間よりも10cm離れた距離としている。近間については、具体的な数値を報告したものはないが、相中段に構えた位置から、右足だけ踏み出せば、相手の面を打突できる距離とし、その距離を1.8mとした。

今回の実験における対象距離は、恵土らの数値を用い、踏み込み動作を必要とする「一足一刀の間」及び「遠間」とし、この間から「有効打突」となるように正面打撃を行った。各間からは一人につき、5回の試技打突を行い、そのうち最も良い試技打突動作を分析資料として用いた。分析資料の選定に当たっては、剣道四段の者2名、6段の者1名による。

3. 測定方法

実験風景を写真1に示した。

被検者には、あらかじめ松井、三浦等が示した合成重心算出のための測定点を参考にして、「左右の手首」「左右の肘」「右肩峰点」「右腸稜点」「左右の膝」「右外果点」の計9点にマーク

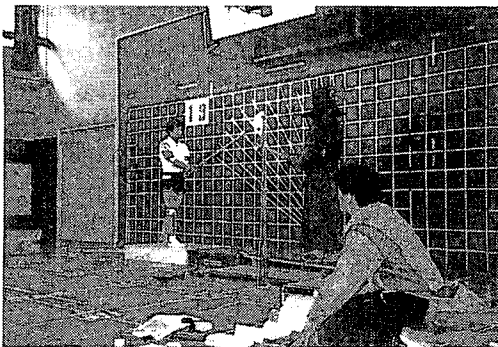


写真1 実験風景

を装着した。

対象動作は被検者の右側面より21mの距離から16mmカメラで撮影した。フィルムスピードは48コマ毎秒とした。フィルム解析は、現象した16mmフィルムをナック社製モーションアナライザースポーツィアスを用いて、構えから打突動作開始までを1コマおき、動作開始から終了までを1コマ毎に行った。

4. 解析項目

(1) 角度

測定角度を図1に示した。

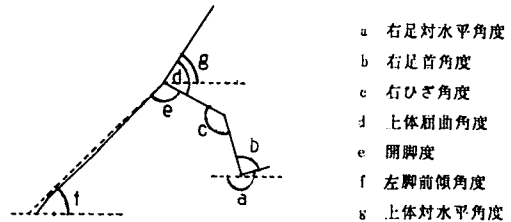


図1 測定角度

百鬼らが測定したものを参考にし、右足首角度(右足尖点-右外果点-右脛骨点)、右ひざ角度(右外果点-右脛骨点-腸稜点)、上体屈曲角度(肩峰点-腸稜点-右脛骨点)、開脚度(右脛骨点-腸稜点-左腓骨頭点)、上体対水平角度(水平線-肩峰点-腸稜点)に加えて、今回新しく、踵部障害に関すると思われる右足対水平角度(水平線-右外果点-右足尖点)、左脚前傾角度(水平線-左果点-腸稜点)を測

定した。

(2) 軌跡・速度

正面打撃動作における軌跡については合成重心と右踵(右外果点)の2点を測定した。速度については、データの平滑化(5点荷重移動平均法)を行い、右かかとの着床直前における右足(右かかと)下方向速度及び右膝伸展角速度等を解析した。

(3) 統計処理

測定した各項目において、構え(構えた時点)、振りかぶり最大(しない振りかぶり最大時)、着床直前(右足着床直前)における障害者と非障害者の平均値の差を求め、統計処理(七-検定)を行った。

Ⅲ 結 果

1. 右足対水平角度

右足対水平角度を表2に示した。

一足一刀の間における右足対水平角度は障害者と非障害者の間には、構えで0.6度、振りかぶり最大で10.8度、右足着床直前で0.6度の差が生じ、障害者の方が大きな値を示したものの

表2 右足対水平角度

		一足一刀の間						遠間		
	被検者	一足一刀の間			遠間			構え	振りかぶり最大	着床直前
		構え	振りかぶり最大	着床直前	構え	振りかぶり最大	着床直前			
障害者	0 0	175.8	210.9	178.8	175.8	203.3	172.2			
	0 1	173.2	188.9	181.4	171.5	192.1	183.4			
	0 2	171.8	193.9	179.9	174.8	201.1	182.4			
	0 3	173.2	223.9	173.4	174.5	223.0	175.8			
	0 4	174.6	199.5	180.1	174.0	207.9	179.8			
	0 5	172.6	210.1	176.4	173.0	203.0	178.8			
	0 6	172.8	230.0	179.6	173.3	228.9	184.7			
	0 7	175.0	189.8	174.6	172.1	191.3	172.5			
	0 8	177.3	211.2	170.3	175.5	245.7	170.2			
	0 9	175.4	204.2	175.1	174.2	205.2	180.9			
	X	174.2	208.2	177.0	173.9	210.0	178.1			
	SD	1.7	13.8	3.8	1.4	17.0	5.1			
	有意差									
非障害者	1 0	173.4	210.5	175.8	173.8	217.0	181.2			
	1 1	173.0	195.7	177.4	173.1	198.7	179.0			
	1 2	174.4	181.6	179.0	172.0	180.3	179.0			
	1 3	173.8	215.7	189.4	170.0	210.4	171.3			
	1 4	178.1	201.8	183.4	173.6	194.5	177.7			
	1 5	175.5	191.4	174.3	170.1	198.2	172.8			
	1 6	173.7	184.6	189.8	172.6	204.2	175.9			
	1 7	174.2	194.1	175.1	174.2	190.4	170.7			
	1 8	171.4	200.0	182.9	176.0	197.4	176.6			
	1 9	173.9	178.8	177.0	176.7	208.6	189.1			
	X	173.8	195.4	176.4	173.2	199.8	175.3			
	SD	1.1	12.0	4.7	2.2	10.7	4.1			

統計的に有意な差は認められなかった。

遠間においては、構えで0.7度、振りかぶり最大で10.2度、着床直前で2.8度の差が生じ、障害者の方が大きな値を示したものの統計的に有意な差は認められなかった。

2. 右足首角度

右足首角度を表3に示した。

一足一刀の間における右足首角度は障害者と非障害者の間には構えで2.8度、振りかぶり最大で6.7度、着床直前で2.7度の差が生じ、非障害者の方が大きな値を示したものの、統計的に有意な差は認められなかった。

遠間においては、構えで1.6度、振りかぶり最大で3.8度、着床直前で5.7度の差が生じ、非障害者の方が大きな値を示したものの統計的に有意な差は認められなかった。

3. 右ひざ角度

右ひざ角度を表4に示した。

一足一刀の間における右ひざ角度は障害者と非障害者の間には、構えで4.6度、振りかぶり最大で2.4度、着床直前で3.1度の差が生じ、非

表3 右足首角度

		一足一刀の間						遠間		
	被検者	一足一刀の間			遠間			構え	振りかぶり最大	着床直前
		構え	振りかぶり最大	着床直前	構え	振りかぶり最大	着床直前			
障害者	0 0	83.5	84.7	76.8	82.0	83.3	76.7			
	0 1	86.6	72.2	82.4	90.9	72.3	88.8			
	0 2	85.8	67.4	82.4	84.5	67.3	85.0			
	0 3	92.2	82.5	84.6	90.7	85.5	83.9			
	0 4	81.1	76.0	85.1	82.9	84.2	86.0			
	0 5	82.0	73.0	86.2	86.2	72.4	85.3			
	0 6	85.5	71.9	80.5	86.9	71.2	82.5			
	0 7	87.6	72.1	90.8	91.5	69.1	93.8			
	0 8	81.8	80.3	111.3	84.1	75.1	104.4			
	0 9	84.0	82.3	94.0	90.0	75.4	90.1			
	X	85.0	78.2	87.4	87.0	75.6	87.7			
	SD	3.3	5.8	9.7	3.6	6.5	7.5			
	有意差									
非障害者	1 0	86.7	82.9	93.9	86.4	76.1	96.6			
	1 1	85.0	75.0	90.2	85.7	74.9	91.1			
	1 2	83.3	75.1	81.7	90.5	71.1	79.8			
	1 3	89.5	89.0	97.3	83.0	83.6	96.4			
	1 4	99.9	90.3	86.4	99.8	90.5	93.8			
	1 5	85.7	85.9	91.0	83.8	86.1	98.0			
	1 6	76.2	97.1	97.1	88.9	75.5	97.9			
	1 7	90.0	71.7	87.7	93.5	72.0	94.7			
	1 8	92.5	84.2	90.1	88.6	77.6	91.4			
	1 9	89.2	77.5	85.9	87.7	86.9	94.6			
	X	87.8	82.9	90.1	88.6	79.4	93.4			
	SD	6.2	8.0	5.0	5.0	6.8	5.4			

表 4 右ひざ角度

(deg)

	被検者	一足一刀の間			遠間		
		構え	振りかぶり最大	着床直前	構え	振りかぶり最大	着床直前
障害者	0 0	163.9	131.4	115.9	162.6	122.7	113.6
	0 1	161.7	101.7	126.0	161.0	106.4	136.6
	0 2	162.9	112.7	121.6	159.2	108.8	123.8
	0 3	164.7	128.5	110.3	165.1	129.1	116.1
	0 4	139.0	113.1	121.7	141.3	118.9	123.1
	0 5	156.4	115.9	120.9	164.5	109.5	120.1
	0 6	156.6	139.1	119.6	157.7	130.9	124.7
	0 7	168.0	81.0	120.5	168.3	73.3	125.8
	0 8	165.6	146.8	137.3	164.8	137.6	124.6
	0 9	156.1	107.7	128.0	166.8	103.5	128.0
X	159.5	117.8	122.2	161.2	114.1	123.6	
S D	8.3	19.3	7.2	7.7	18.4	6.4	
有意差							
非障害者	1 0	185.8	133.9	135.0	164.9	122.9	130.8
	1 1	156.7	116.6	118.9	157.4	116.0	120.0
	1 2	155.2	99.8	123.8	163.2	90.3	119.4
	1 3	158.5	135.1	122.2	153.8	117.6	128.1
	1 4	175.7	127.7	133.3	171.6	126.9	134.4
	1 5	164.8	117.1	131.3	152.9	117.2	134.9
	1 6	148.3	109.3	124.2	159.3	99.8	132.9
	1 7	175.4	102.6	112.6	175.3	98.6	117.7
	1 8	170.2	121.9	129.6	167.0	112.5	125.9
	1 9	170.0	138.0	121.6	171.4	144.1	121.5
X	164.1	120.2	125.3	163.7	114.4	126.5	
S D	9.1	13.6	7.0	7.8	15.8	6.5	

障害者の方が大きな値を示したものの統計的に有意な差は認められなかった。

遠間においては構えで2.5度、振りかぶり最大で0.3度、着床直前で2.9度の差が生じ、非障害者の方が大きな値を示したものの統計的に有意な差は認められなかった。

4. 上体屈曲角度

上体屈曲角度を表5に示した。

一足一刀の間における上体屈曲角度は、障害者と非障害者の間には構えで0.4度、振りかぶり最大で6.6度、着床直前で1.9度の差が生じ、非障害者の方が大きな値を示したものの、統計的に有意な差は認められなかった。

遠間においては、構えで0.8度、振りかぶり最大で6.5度、着床直前で0.5度の差が生じ、非障害者の方が大きな値を示したものの、統計的に有意な差は認められなかった。

5. 開脚度

開脚度を表6に示した。

一足一刀の間における開脚度は、障害者と非障害者の間には、構えで3.1度、振りかぶり最

表 5 上体屈曲角度

(deg)

	被検者	一足一刀の間			遠間		
		構え	振りかぶり最大	着床直前	構え	振りかぶり最大	着床直前
障害者	0 0	177.5	89.1	113.8	177.8	85.8	111.1
	0 1	169.2	95.9	118.1	164.9	98.3	114.8
	0 2	184.2	109.3	112.5	176.2	94.6	102.7
	0 3	171.2	72.1	99.1	171.0	70.2	106.5
	0 4	156.6	86.6	103.4	154.8	77.6	102.7
	0 5	176.1	91.7	119.0	180.6	87.0	105.9
	0 6	167.7	88.1	111.6	165.3	86.3	107.6
	0 7	178.9	87.6	104.4	177.3	62.9	108.2
	0 8	180.2	102.4	114.5	179.4	67.8	101.4
	0 9	170.7	83.7	111.5	175.5	78.9	105.6
X	173.0	88.7	110.1	172.3	80.9	108.7	
S D	7.8	12.6	6.3	8.2	11.6	4.1	
有意差							
非障害者	1 0	178.4	85.9	115.2	178.1	74.6	99.3
	1 1	170.2	103.2	105.8	168.3	102.1	101.0
	1 2	167.2	95.6	114.6	171.8	92.1	111.2
	1 3	164.7	73.6	107.9	167.2	67.2	106.0
	1 4	168.9	88.1	116.5	167.4	90.5	113.0
	1 5	172.5	94.1	118.0	168.9	85.9	112.1
	1 6	171.5	82.0	111.8	170.8	70.9	101.7
	1 7	185.9	102.4	107.7	185.2	100.0	107.4
	1 8	174.7	91.9	108.8	175.1	93.1	112.0
	1 9	179.7	136.1	113.3	180.5	97.3	108.3
X	173.4	95.3	112.0	173.1	87.4	107.2	
S D	6.4	16.9	4.2	6.0	12.4	5.1	

大で7.8度、着床直前で4.6度の差が生じ、障害者の方が大きな値を示したものの、統計的に有意な差は認められなかった。

遠間においては、構えで3.0、振りかぶり最大で8.4度、着床直前で2.4の差が生じ、障害者の方が大きな値を示したものの、統計的に有意な差は認められなかった。

6. 左脚前傾角度

左脚前傾角度を表7に示した。

一足一刀の間における左脚前傾角度は、障害者と非障害者の間には、構えで0.9度、振りかぶり最大で0.1度、着床直前で0.4度の差が生じ、構えから振りかぶり最大までは障害者の方が着床直前では逆に非障害者の方が大きな値を示したものの、統計的に有意な差は認められなかった。

遠間においては、構えで1.8度、振りかぶり最大で0.4度、着床直前で0.3度の差が生じ、一足一刀の間と同様に構えから振りかぶり最大までは障害者の方が、着床直前では逆に非障害者の方が大きな値を示したものの、統計的に有意

表6 開脚度 (deg)

被検者	一足一刀の間			遠間			
	構え	振りかぶり最大	着床直前	構え	振りかぶり最大	着床直前	
障害者	0 0	20.4	109.8	92.7	19.7	109.0	98.2
	0 1	25.7	106.1	98.8	26.7	109.3	93.8
	0 2	21.8	93.0	99.4	28.7	113.4	109.2
	0 3	28.9	122.1	111.2	27.6	116.2	109.7
	0 4	45.5	114.7	105.9	50.5	121.6	105.2
	0 5	20.0	110.4	99.3	21.6	109.6	106.4
	0 6	34.1	113.1	112.6	33.9	119.8	111.5
	0 7	15.6	123.9	102.2	18.6	132.7	93.9
	0 8	21.8	80.2	97.6	27.1	117.2	101.7
	0 9	27.8	129.0	101.2	23.8	132.8	103.2
X	26.2	110.2	101.9	27.8	118.2	103.3	
SD	8.6	14.6	6.3	9.2	8.8	6.4	
有意差							
非障害者	1 0	21.3	104.4	96.5	21.7	114.1	108.8
	1 1	27.8	100.5	102.1	24.8	98.3	100.7
	1 2	28.5	105.9	96.2	26.6	106.7	98.7
	1 3	32.9	108.8	103.2	35.5	125.6	111.8
	1 4	18.8	106.8	87.4	24.0	102.6	84.0
	1 5	21.9	110.4	89.6	26.3	117.9	100.1
	1 6	27.9	119.6	93.9	33.1	128.6	102.8
	1 7	11.6	112.5	104.6	16.0	115.0	108.4
	1 8	17.1	106.5	100.8	17.5	105.4	98.3
	1 9	23.3	48.7	99.1	22.7	83.6	99.0
X	23.1	102.4	97.3	24.8	109.8	100.9	
SD	6.3	19.8	5.7	6.1	13.4	7.4	

表7 左脚前傾角度 (deg)

被検者	一足一刀の間			遠間			
	構え	振りかぶり最大	着床直前	構え	振りかぶり最大	着床直前	
障害者	0 0	53.2	39.5	35.8	55.7	40.6	36.2
	0 1	53.8	39.9	35.2	54.6	41.8	36.1
	0 2	54.9	42.1	37.4	56.9	40.9	34.5
	0 3	51.4	36.2	32.0	55.1	38.0	33.2
	0 4	52.0	38.5	33.4	54.2	39.2	33.5
	0 5	53.8	38.9	33.8	55.9	39.4	34.7
	0 6	51.7	37.4	32.4	53.5	36.3	33.0
	0 7	51.6	37.7	34.2	54.7	38.0	34.2
	0 8	48.6	38.5	33.2	51.3	36.0	32.0
	0 9	51.7	37.0	32.1	54.5	37.1	32.2
X	52.3	38.6	34.0	54.6	38.9	34.0	
SD	1.8	1.7	1.7	1.5	1.8	1.5	
有意差							
非障害者	1 0	50.8	38.2	33.8	54.9	38.0	33.6
	1 1	51.3	39.8	35.4	53.2	41.1	36.1
	1 2	53.0	38.0	35.4	54.4	39.8	36.0
	1 3	52.5	38.2	35.3	45.6	34.6	30.7
	1 4	50.6	36.2	33.1	53.2	38.4	35.7
	1 5	49.2	36.9	33.1	51.2	36.7	33.4
	1 6	47.2	34.9	32.1	51.8	36.8	32.0
	1 7	51.9	37.5	33.7	54.9	39.5	34.5
	1 8	50.8	39.1	34.4	53.8	41.0	35.4
	1 9	56.4	46.7	37.8	54.7	39.4	35.7
X	51.4	38.5	34.4	52.8	38.5	34.3	
SD	2.4	3.2	1.7	2.8	2.1	1.9	

な差は認められていなかった。

7. 着床直前の右かかとと合成重心の位置関係

図2に右かかとの軌跡と右足着床直前における合成重心の位置関係を示した。黒丸印は合成重心、点線は右足着床直前における右かかとと合成重心の位置関係がよく理解できるように、右かかと上に垂直に引いたものである。

表8は図2を数値化したものである。すなわち、構えにおける右かかとの位置を基準として合成重心の着床直前の位置までの×方向への距離を右踵のそれで除して100を乗じた値を算出した。

一足一刀の間においては統計的に有意な差は認められなかったが、遠間において5%水準で統計的に有意な差が認められた。

8. 右足下方向速度

着床直前の右足下方向速度（右かかとの下方向速度）を表9に示した。

一足一刀の間においては、障害者と非障害者の間に0.42m/secの差が生じ、障害者の方が大

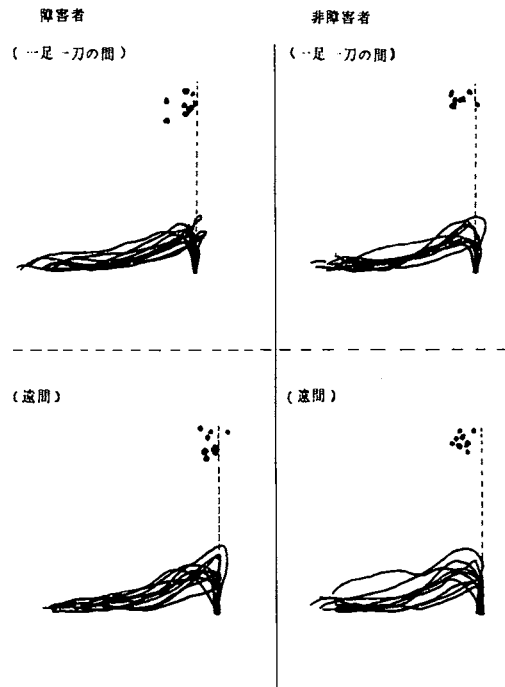


図2 右足着床直前の右かかとと合成重心の位置関係

表 8 右足着床直前における右かかとと合成重心の位置関係

		(%)	
		被検者の間	遠間
障 害 者	0 0	97.5	109.6
	0 1	91.6	92.8
	0 2	94.3	98.4
	0 3	98.6	97.9
	0 4	94.6	100.0
	0 5	97.6	96.2
	0 6	95.1	92.8
	0 7	92.3	98.0
	0 8	84.0	92.7
	0 9	86.0	90.4
X		93.0	96.7
S D		4.7	5.4
有意差		***	***
非 障 害 者	1 0	91.8	90.1
	1 1	80.0	83.1
	1 2	97.8	96.1
	1 3	70.4	87.4
	1 4	83.9	93.7
	1 5	91.9	90.6
	1 6	100.0	94.4
	1 7	88.2	93.9
	1 8	84.2	92.0
	1 9	78.7	87.9
X		86.7	90.9
S D		9.1	3.9
有意差		***	p<0.05

表 9 右足下方向速度

		(m/sec)	
		被検者の間	遠間
障 害 者	0 0	2.99	2.70
	0 1	3.36	2.79
	0 2	2.32	2.92
	0 3	3.34	3.82
	0 4	3.11	3.74
	0 5	2.90	3.04
	0 6	1.92	2.74
	0 7	2.86	3.33
	0 8	1.64	2.63
	0 9	2.42	2.73
X		2.69	3.04
S D		0.59	0.44
有意差		***	***
非 障 害 者	1 0	3.16	2.78
	1 1	1.40	1.75
	1 2	2.10	2.56
	1 3	2.55	3.11
	1 4	2.64	1.98
	1 5	2.58	2.26
	1 6	1.41	2.50
	1 7	2.58	1.17
	1 8	2.41	1.83
	1 9	1.90	2.21
X		2.27	2.21
S D		0.57	0.58
有意差		***	p<0.01

表 10 着床直前の右ひざ伸展角速度

		(deg/sec)	
		被検者の間	遠間
障 害 者	0 0	301.6	481.0
	0 1	319.0	288.6
	0 2	355.8	359.6
	0 3	248.9	227.3
	0 4	207.1	211.9
	0 5	174.3	178.4
	0 6	158.4	197.0
	0 7	466.7	530.6
	0 8	282.1	305.3
	0 9	184.4	214.3
X		287.8	299.4
S D		95.9	122.7
有意差		***	***
非 障 害 者	1 0	58.9	57.0
	1 1	100.8	109.5
	1 2	252.3	220.4
	1 3	-28.2	-75.9
	1 4	-8.2	27.6
	1 5	59.3	176.7
	1 6	94.1	250.4
	1 7	173.5	183.1
	1 8	155.5	130.5
	1 9	39.3	140.0
X		89.7	119.9
S D		85.5	96.4
有意差		***	p<0.01

表 11 上体対水平角度

		(deg)	
		被検者の間	遠間
障 害 者	0 0	63.9	57.2
	0 1	85.0	66.8
	0 2	68.0	59.8
	0 3	60.0	61.7
	0 4	57.9	54.4
	0 5	66.4	61.9
	0 6	64.8	62.8
	0 7	65.4	60.8
	0 8	75.8	65.5
	0 9	69.8	65.2
X		65.7	61.6
S D		5.0	3.8
有意差		***	***
非 障 害 者	1 0	84.3	61.5
	1 1	73.5	71.6
	1 2	64.9	66.7
	1 3	71.4	68.5
	1 4	68.1	67.2
	1 5	69.3	68.9
	1 6	62.5	57.4
	1 7	73.4	73.8
	1 8	72.3	68.1
	1 9	75.3	71.5
X		69.5	67.3
S D		4.4	4.9
有意差		***	p<0.01

きな値を示したものの、統計的に有意な差は認められなかった。

遠間においては、両者間に0.83m/secの差が生じ、障害者の方が大きな値を示し、1%水準で統計的に有意な差が認められた。

9. 着床直前における右ひざ伸展角速度

着床直前の右ひざ伸展角速度を表10に示した。

一足一刀の間においては障害者と非障害者の間に178.1度/secの差が生じ、障害者の方が大きな値を示し、1%水準で統計的に有意な差が認められた。

遠間においては、両者間に179.5度/secの差が生じ、障害者の方が大きな値を示し、1%水準で統計的に有意な差が認められた。

10. 上体対水平角度

上体対水平角度を表11に表した。

一足一刀の間における上体対水平角度は障害者と非障害者の間に3.8度の差が生じ、非障

害者の方が大きな値を示したが統計的に有意な差は認められなかった。

遠間においては両者間に5.7度の差が生じ非障害者の方が大きな値を示し、1%水準で統計的に有意な差が認められた。

IV 考 察

剣道競技は他のスポーツ種目と比較して傷害の発生頻度が全体の1.5%と少ない²⁾。財団法人・スポーツ安全協会が行った調査によると剣道競技の事故は767であり、その内容は骨折32.8%、打撲18.8%である。一方、北村は剣道における傷害の頻度の高いものとして足底の表皮傷害、手指の関節傷害、踵の痛み、腰痛などをあげている。

本研究のねらいは北村やスポーツ安全協会が明らかにした剣道傷害、とりわけ右足踵部障害の原因を知るため、剣道部に所属する大学生で踵部が痛いという群とそうでない群をあらかじめ

めアンケート調査によつて選り各関節角度や各速度を測定、分析した。その結果、各関節角度には両者の間に統計的に有意な差は認められなかった。しかし、着床直前における右足下方向速度、右ひざ伸展角速度、上体対水平角度、ならびに右かかとと合成重心の位置関係において統計的に有意な差が認められた。

右足の踵部障害の原因は「床が固い」とか「足のさばき方」が悪いとか、あるいは、北村¹⁾が示唆するように大学生は稽古や試合時の動きが激しいので、幼少年あるいは高段者に比べて傷害発生頻度が多くなる、などいろいろな要因が考えられるものの、物理的には、踏み込んだ際の床面から右足が受ける圧力（衝撃力）による。

百鬼⁷⁾は正面打撃時における右足の踏み込みによる足底力は熟練者（年齢21歳～37歳、段位4段～7段）で884.6kgw (S.D112.5)、剣道専攻女子学生（年齢18歳～21歳、段位3段～4段）で548.0kgw (S.D71.5)、小手攻撃で前者769.5kgw (S.D97.5)、後者523.4kgw (S.D74.9) であると報告している。

本実験の対象大学生は週4回、1回約2時間、打ち込み本数（踏み込んだ回数）平均500回（面、小手、胴を含む）繰り返していることから百鬼が報告した剣道熟練者とはほぼ同じ力が右踵部にかかっているものと考えられる。とりわけ着床直前における右足下方向速度や右ひざ伸展角速度が速い障害者の踵部への衝撃力は大きくなりこれが原因で踵部に痛みを訴えているものと推察されるのである。

着床直前における右足下方向速度や、右ひざ伸展角速度が直接的に踵部障害の原因とすれば右足着床直前の上体対水準角度と右かかとと合成重心の位置関係において障害者と非障害者の間に統計的に有意な差が見られた点は間接的な原因として考えられる。すなわち、上体対水平角度が小さいということは面打撃時における上体の前方向への倒し込みが大きいことを、合成重心が遠間においてほぼ右かかとの上に位置する点は、踏み込みの際に右足にかかる力が大きくなることを示しているからである。

障害者の面打撃動作は非障害者よりも、より上体の前方向への倒し込みが大きいことが認められた。この結果は恵土⁵⁾らが熟練者と未熟練者を対象として調査したうちの熟練者とほぼ似た傾向を示していた。また恵土³⁾らは初心者が剣道技術を習得していく過程を検討したところ、習熟度が増すにつれて上体の前方への倒れ込みが大となることを明らかにしたが、この結果ともほぼ似た傾向であった。

障害者が面打撃動作にともなう上体の前方向への倒し込みが大となったり、右足着床直前の合成重心がより前方に移動し、右かかとの真上に位置するその理由は、より遠くから、より早く相手を打突するために必要な動作であると考えられる。すなわち、動作³⁾が開始されて打突³⁾が完了するまでに面³⁾で0.3秒、小手³⁾で0.34秒である。このように、短時間で打突動作を完了することを要求される剣道競技においては、中段に構えた姿勢を床面に対して水平に前方向へ移動さすよりも左足を起点として体そのものを前方向に前傾さすことが重要である。

障害者が非障害者に比べて右足下方向速度、右ひざ伸展角速度が速くなったり、あるいは、上体対水平角度が小さく、右かかに対して合成重心の位置がより前方向に移動する。その理由は、百鬼^{1,2)}も示唆するごとく踏み込んだのちの体の立て直しと、すみやかな体の移動、加えてより遠くから、より早く相手を打突するために必要な動作と推察される。

V 結論

大学剣道部員を対象に、踵部障害者と非踵部障害者の踏み込み動作の違いを分析した。その結果、以下のような結論を得た。

1. 障害者は非障害者よりも右足着床直前における右足下方向速度や、着床直前における右ひざ伸展角速度が大である。
2. 右足着床直前における障害者の合成重心は非障害者よりも前方向へ移動し、右かかとのほぼ真上に位置する。
3. 障害者は非障害者に比べて踏み込み動作における上体対水平角度が小さい。

以上3つの動作の違いにより、右足着床時に右かかとが受ける衝撃的力が増加し、踵部障害へとつながるものと推察される。

(尚、本研究の一部を「剣道日本」第11巻5号1986に発表した。)

参考・引用文献

- 1) 北村 季軒「剣道によるスポーツ傷害についての調査成績」体育の科学1983. 5月号
- 2) 財団法人・スポーツ安全協会 「スポーツ活動中の傷害調査」1980
- 3) 恵土孝吉ら 剣道動作の習熟過程, 武道学研究第18巻2号. 1985
- 4) 横山直也ら 「剣道における正面打撃時の足底力に関する研究」(中段の構えにおける左足先方向が正面打撃動作に及ぼす影響について) 武道学研究第15巻2号. 1982
- 5) 恵土孝吉ら 「剣道」 中部日本教育 1965
- 6) 百鬼史訓ら 「剣道中段の構えにおける体重配分と打撃時の踏み切り動作にともなう足底力に関する研究」 武道学第12巻1号. 1980
- 7) 百鬼史訓ら 「剣道における中段の構えのバイオメカニクス的研究」 武道学研究第13巻2号. 1981
- 8) 百鬼史訓ら 「剣道における足底力と重心線に関する研究」(基礎動作における上下肢筋群の放電パターンとの関連について) 武道学研究第6巻1号. 1973
- 9) 巽 申直ら 「剣道の踏み込み時の足底力と足底力分布について」 日本体育学会第36回大会号. 1985
- 10) 高山 弘ら 「足圧変化からみた面, 小手, 胴打撃動作の比較」 日本体育学会第30回大会号. 1979
- 11) 百鬼史訓ら 「剣道における打撃動作中の足底力に関する研究」一踏み込み動作について(その2)一 武道学研究第11巻2号. 1978
- 12) 百鬼史訓ら 「剣道における打撃動作中の足底力に関する研究」一踏み込み動作について一 武道学研究第10巻2号. 1977
- 13) 田中幸夫ら 「剣道における打撃動作中の足底力に関する研究」一踏み込み動作について一 武道学研究第12巻1号. 1980
- 14) 田中幸夫ら 「剣道における打撃動作中の足底力に関する研究」一踏み込み動作について(その4)一 武道学研究第14巻2号. 1981
- 15) 田中幸夫ら 「剣道における打撃動作のバイオメカニクス的研究」一踏み込み動作の男女の相違について一 武道学研究第13巻1号. 1980
- 16) 巽 申直ら 「剣道の踏み込み時の足底圧分布について」 日本体育学会第35回大会号. 1984
- 17) 恵土孝吉ら 「剣道の打撃動作に関する研究」 金沢大学教育学部紀要自然科学編第34号. 1985
- 18) 三浦望慶ら 「部分及び合成重心係数を用いた座標測定式による合成重心の算出」 体育の科学第24巻8号. 1974
- 19) 金原 勇ら 「短距離疾走フォームの実験的研究」 東京教育大スポーツ研究所報5. 1967
- 20) 浅見俊雄ら 「身体運動学概論」 大修館. 1976
- 21) 坂東隆男ら 「剣道における打突部および踏み込み足の衝撃について」 武道学研究第17巻1号. 1985
- 22) Japanese Journal of Sports Sciences Vol 1. No.1~Vol5. No.3 (1982.7~1986.3) 日本バイオメカニクス学会論, ソニー企業KK発行
- 23) 金原 勇ら 「跳躍力を大きくする基礎的技術の研究(その1)」 東京教育大学スポーツ研究所報2. 1964
- 24) 金原 勇ら 「跳躍力を大きくする基礎的技術の研究(その2)」 東京教育大学スポーツ研究所報3. 1965
- 25) 金原 勇ら 「走り高跳びの踏み切りにおける身体各部位の使い方に関する基礎研究」 昭和48年度日本体育協会スポーツ科学研究報告No. VI. 1973

- 26) 金原 勇ら 「走り高跳びにおける助走踏み切り準備に関する実験的研究」昭和49年度日本体育協会スポーツ科学研究所報告NoⅢ. 1974
- 27) 松井秀治ら 「走り幅跳びの踏み切りにおける速度変化」昭和48年度日本体育協会スポーツ科学研究報告NoⅤ. 1973
- 28) 三浦 望慶 「体育の科学」第17巻5号. 1967
- 29) 浅見俊雄ら 「現代体育・スポーツ大系」第13巻 講談社. 1984
- 30) 浅見俊雄ら 「現代体育・スポーツ大系」第22巻 講談社. 1984