

## 剣道における突の圧力に関する研究

今井 一・香田 郡 秀・坪井 三 郎

### The study of thrust's pressure in Kendo

Hajime Imai, Kunihide Kohda, Saburo Tsuboi

In order to investigate the influence of the thrusts on the body in Kendo, we measured and examined the max impulsive force, impulse and time of action at thrusts.

The results were as follows.

1) It is said that a rib (especially its side in Kendo, it is an armpit) is broken by max impulsive force of more than 60 kg and the impulse of more than 3.9kgs causes a laceration or a internal bleeding. In this measure, it was showed over this numerical value. As it is a case of a direct thrust for humanbody, we can not always say dangerous. But if it is forced for out of protectors, this case will be enough dangerous.

2) In comparison between each Maai, it seemed that Degashira's max impulsive force and impulse were stronger than Issokuitto's and Oikomi's.

#### I 緒 言

剣道における突技は、他の面技、小手技、胴技における『打つ』という動作とは根本的に違うものである。現在の剣道試合規則<sup>1)</sup>(昭和54年4月1日施行)においては、有効打突の部位は次のように改正されている。「第5章、打突、第16条、打突の部位は、次のとおりとする。(1)面部(正面、右面、左面)(2)小手部(右小手、及び次の場合の左小手)左手前の中段の構え、上段の構え・八相の構え、脇構え、あげ小手、その他中段の変形した構え、(3)胴部(右胴・左胴)(4)突部(咽喉、但し、上段及び二刀に対しては胸部を含む)』突部において、相手が上段及び二刀の場合胸部が有効打突部位として認められたのは改正された規則からであり、それ以前の規則では認められておらず、規則改正の一つの大きな部分であった。突きは、相手に対して非常に威力がある反面、咽喉部を突くための身体に対する危険性も高いといわれており、特に胸部に対する突き(胸突)の危険性は、突部(咽喉部)に対するより、より危険性が高いのではないかと思われる。

現代のスポーツ全般においては、その安全性は絶対条件であり、このことは、スポーツの普及および向上の面からもいえることである。上段と二刀に対して胸突きを認めている現在の規則は、上段や二刀の技が有利であったり、胸部が相手に対しては隙の部位となるので、胸突きを一本の有効技と決め、突部位を改正したのである。しかし、安全性を根本にして規則を定めることは、スポーツの規則の作成において、欠くことの出来ない重要な条件の一つである。また、今年に入ってから、高段者同志の練習中、突による重大な事故もまれではあるが発生している。このような事をふまえて、突技の身体に及ぼす影響に関する研究は当然行われるべきであるが、従来ほとんどみられない。そこで、本研究は、突きによる身体への影響を推測するために、突技における最大衝撃力、力積、作用時間等を測定し、検討を行った。

#### II 測定方法

##### A 被検者

1. 上段（左上段）をとる者  
1名，年齢19歳，段位三段，男子
2. 突きを行う者  
6名，年齢19～41歳，段位三～七段，男子

B. 測定動作項目

1. 壁に対して，約80cmの間合より，諸手，片手で突く。

2. 防具を全て着け，左上段をとらせた者に対し，次のように突かせた。

- (1) 突く部位—突部，胸部，胴部（図1）
- (2) 突く時の状態—一足一刀の間合，相手の出頭，相手がさがる時の追い込み
- (3) 突く動作—諸手・片手の各動作
- (4) 指示内容

① 実際の突き方をみると，左拳を多少あげて上から突く方法と，中段の構えからそのまま突く方法があるので，両者を行わせた。

② 突かれる者を意識せず，全て思い切り突かせた。

注) 測定動作項目に有効打突部位以外の壁（鉄筋コンクリートに板がはられた壁）と胴部を加えたのは，前者においては，人体とは違う，固定され硬度をもったものに対して，また後者においては，移動し硬度をもったものに対して，どれ程の値を示すものか知るためである。

C. 器具

突き技を行う竹刀—突きの衝撃力を測定するために，竹刀の先端に圧子，ひずみゲージ等からなる竹刀用突圧力アタッチメントを装着した。電磁オシログラフ，16ミリカメラ，プロジェクター，タイマー，キャノーラのプログラム計算機

D. 測定上の注意

1. 被検者に突かせる相手は，終始同一人物とした。

2. 各部位を突く時は，諸手にしろ片手にしろ有効な突きとなるようにし，有効でないものは削除した。

3. 壁を突く場合は最高500kg，突部，胸部，胴部を突く場合は最高200kgまで測定できるように，チャージアンプの測定レンジを設定した。（予備実験の測定値を参考にし，設定した。）

E. 整理方法

1. 電磁オシログラフに表わされた波形により最大衝撃力と，作用時間を読みとり，波形をキャノーラのプログラム計算機に入力して力積を算出した。

2. 突動作の起こりから，打突瞬時までを16ミリカメラ（フィルム速度64コマ/sec）で，右側面より収め，竹刀先端の速度及び軌跡等の動作分析を行った。

III 結果及び考察

測定結果は，測定方法で述べた各条件別に最大衝撃力，力積，力の作用時間，力が作用してから最大衝撃力までの時間，最大衝撃力から力の作用が終了するまでの時間に分類し，それぞれにおける各平均値を算出した。

A. 最大衝撃力（図2）

最も大きい値を示しているのは壁で，諸手では，平均243.0kg（最大340kg，最小150kg，6例の標準偏差63.98kg），片手では平均238.8kg（最大300kg，最小180kg，6例の標準偏差47.25kg）であり，両者の間には有意な差はなかった。他の部位に比べて値が大きいのは，突く部位の硬度が高く固定されている場合には，大きな値となるのであろう。

一足一刀の間合の場合，突部に対する諸手突きでは平均62.7kg（最大80kg，最小32kg，6例の標準偏差16.34kg）片手突きでは平均50.2kg（最大64kg，最小38kg，6例の標準偏差10.48kg）であり，諸手突きの方が大きな値を示したが，有意な差はみられなかった。胸部に対する諸手突きでは平均50.3kg（最大58kg，最小36kg，6例の標準偏差9.75kg），片手突きでは平均41.0kg（最大49kg，最小34kg，6例の標準偏差7.38kg）であり，突部に対するのと同様諸手突きの方が大きな値を示したが，有意な差はみられなかった。胴部に対する諸手突きでは平均99.5kg（最大130kg，最小74kg，6例の標準偏差20.67kg），片手突きでは平均104.2kg（最大136kg，最小46kg，6例の標準偏差

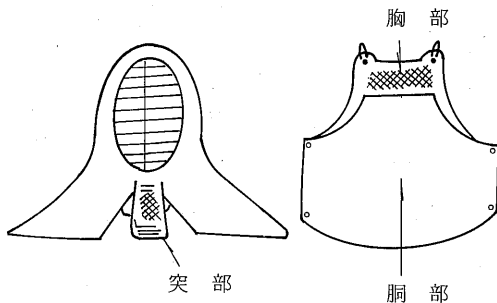


図1 突く部位

38.74kg)で、前述の突部あるいは胸部に対する場合とは逆の傾向で片手突きの方が大きな値を示したが有意な差はみられなかった。

出頭の場合、突部に対する諸手突きでは、平均64.7kg(最大90kg, 最小48kg, 6例の標準偏差13.89kg), 片手突きでは平均52.8kg(最大69kg, 最小24kg, 6例の標準偏差16.89kg), 胸部に対する諸手突きでは、平均68.8kg(最大88kg, 最小40kg, 6例の標準偏差17.21kg), 片手突きでは平均51.5kg(最大82kg, 最小34kg 6例の標準偏差17.73kg), 胴部に対する諸手突きでは平均85.7kg(最大160kg, 最小56kg, 6例の標準偏差37.68kg), 片手突きでは平均121.0kg(最大140kg, 最小62kg, 6例の標準偏差29.20kg)で、諸手と片手の違いによる傾向は、一足一刀の間合の場合とまったく同様の傾向を示した。

相手がさがる時の追い込みの場合、突部に対する諸手突きでは平均52.0kg(最大56kg, 最小44kg, 6例の標準偏差6.20kg), 片手突きでは平均34.7kg(最大46kg, 最小24kg, 6例の標準偏差8.62kg)で、諸手突きの方が大きな値を示し、有意な差(1%水準)がみられた。胸部に対する諸

手突きでは平均50.3kg(最大64kg, 最小36kg, 6例の標準偏差9.67kg), 片手突きでは平均51.5kg(最大96kg, 最小32kg, 6例の標準偏差24.03kg)で、片手突きの方が多少ではあるが大きな値を示したが有意な差はなかった。胴部に対する諸手突きでは平均85.0kg(最大106kg, 最小52kg, 6例の標準偏差18.79kg)で、片手突きでは平均96.3kg(最大152kg, 最小40kg, 6例の標準偏差44.17kg)で、片手突きの方が大きな値を示したが有意な差はみられなかった。各部位別での諸手と片手の最大衝撃力をみても、相手がさがる時の追い込みでの突部に対する突きを除いた全てにおいて、有意な差はみられず、突部、胸部に対しては諸手突きが、胴部に対しては片手突きが多少大きな値を示す傾向がみられた。

また、壁に対してを除く、突部、胸部、胴部に対しての中では、突部、胸部に対してより、胴部に対しての方が、最大衝撃力が大きな値を示しており、相手がさがる時の追い込んで諸手突きの場合を除き、有意な差(1%水準)がみられた。特に、出頭の場合に大きな値がみられ、これは胴部の硬度と出頭という相手が突きを行う者の方に出

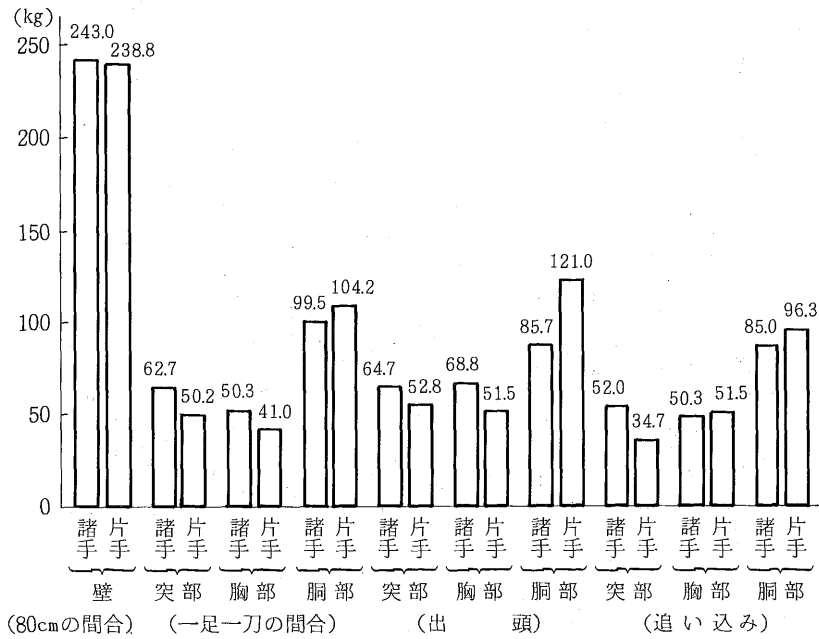


図2 最大衝撃力平均値

注) 数字は平均値

てきているという状態からこのような値を示した  
ものと思われる。さらに、全体的に最大、最小、  
標準偏差をみても判るように、各測定値において  
ばらつきが大きいのでは、剣道の有効打突におい  
て、思い切り行わせることが、力一杯行わせる  
ということにはならない為であると思われる。

この最大衝撃力が大きいことは、対象物を瞬間  
に破壊する可能性を持ち、特に人体の肋骨の斜側  
面では約60kg以上で損傷を受けやすいと言われ  
ている。しかし、突垂や胴などの防具が突を受け  
る面積や力の加わる表面の状態から安全性は一応  
考えられるが、防具以外の身体部分に突が入れら  
れた場合は非常な危険性も考えられる。

B. 力積 (図3)

壁に対して諸手突きが平均9.4kgs (最大14.4  
kgs, 最小3.25kgs, 6例の標準偏差1.54kgs)で諸  
手突きの方が大きな値を示し、全体でも最も大き  
な値となっている。

一足一刀の間合の場合、突部に対して諸手突き  
が平均4.9kgs (最大7.54kgs, 最小0.92kgs, 6例  
の標準偏差2.45kgs), 片手突きが平均3.6kgs (最

大5.25kgs, 最小2.64kgs, 6例の標準偏差0.88  
kgs)で、諸手突きの方が大きな値を示しているが、有  
意な差はみられなかった。胸部に対して諸手突き  
では平均4.8kgs (最大6.24kgs, 最小3.36kgs, 6  
例の標準偏差1.05kgs), 片手突きでは平均2.6kgs  
(最大3.47kgs, 最小1.26kgs, 6例の標準偏差0.68  
kgs)で諸手突きの方が大きな値を示し、有意な差  
(1%水準)がみられた。胴部に対して諸手突き  
では平均3.9kgs (最大8.84kgs, 最小1.16kgs, 6  
例の標準偏差2.83kgs), 片手突きでは平均2.3kgs  
(最大6.37kgs, 最小1.12kgs, 6例の標準偏差  
1.83kgs)で、諸手突きの方が大きな値を示した  
が、有意な差はみられなかった。

出頭の場合、突部に対して諸手突きでは平均5.1  
kgs (最大6.30kgs, 最小3.90kgs, 6例の標準偏差  
0.87kgs), 片手突きでは平均3.6kgs (最大6.18  
kgs, 最小0.92kgs, 6例の標準偏差1.83kgs)で、  
諸手突きの方が大きな値を示したが、有意な差は  
みられなかった。胸部に対して諸手突きでは平均  
5.8kgs (最大8.00kgs, 最小3.70kgs, 6例の標準  
偏差1.67kgs), 片手突きでは、平均4.1kgs (最大

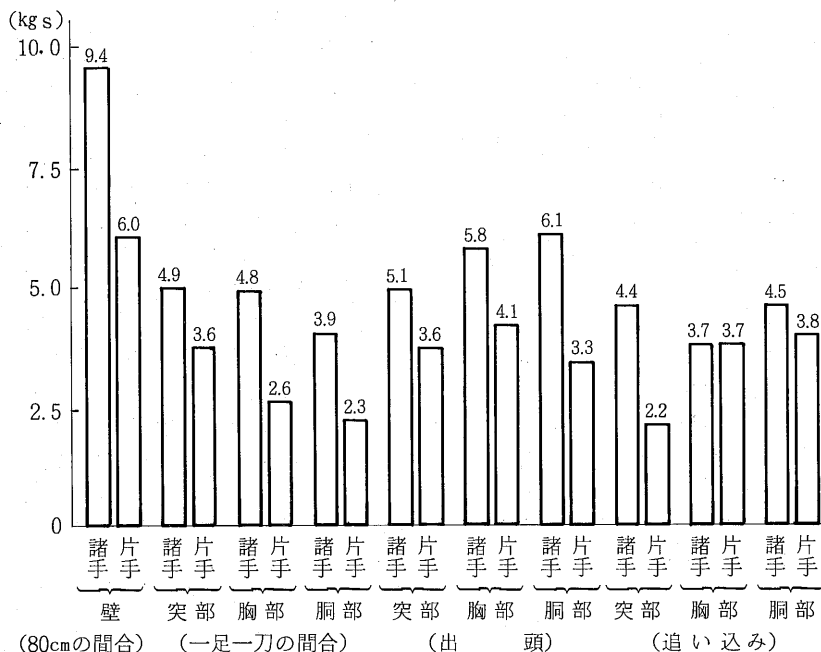


図3 力積 平均値

注) 数字は平均値

5.98kgs、最小2.58kgs、6例の標準偏差1.13kgs)で、諸手突きの方が大きな値を示しますが、有意な差はみられなかった。胴部に対して諸手突きでは平均6.1kgs(最大7.42kgs、最小4.96kgs、6例の標準偏差0.89kgs)、片手突きでは平均3.3kgs(最大6.24kgs、最小1.76kgs、6例の標準偏差1.48kgs)で、諸手突きの方が大きな値を示し、有意な差(1%水準)があった。

相手がさがる時の追い込みの場合、突部に対する諸手突きでは平均4.4kgs(最大5.96kgs、最小3.42kgs、6例の標準偏差1.04kgs)、片手突きでは平均2.2kgs(最大5.24kgs、最小1.20kgs、6例の標準偏差1.41kgs)で、諸手突きの方が大きな値を示し、有意な差(5%水準)があった。胸部に対して諸手突きでは平均3.7kgs(最大5.36kgs、最小2.47kgs、6例の標準偏差1.00kgs)、片手突きでは平均3.78kgs(最大8.98kgs、最小1.84kgs、6例の標準偏差2.70kgs)で、両者とも同じ値を示し、有意な差はなかった。胴部に対して諸手突きでは平均4.5kgs(最大6.08kgs、最小3.34kgs、6例の標準偏差0.95kgs)、片手突きでは平均3.9kgs(最大6.00kgs、最小2.18kgs、6例の標準偏差1.50kgs)で、諸手突きの方が大きな値を示したが、有意な差はみられなかった。

力積は強い力が長く作用している時に大きな値を示す。すなわち、力と作用時間との関係であるが、壁に対して諸手突きを除けば出頭における胴部に対しての諸手突きと胸部の諸手突きに大きな値がみられる。これらは最大衝撃力の値からみると、作用時間の長い事を示したものである。また、一足一刀や出頭の突部への諸手突きも大きな値を示しているが、これは突部の硬度に関係した結果であろう。

一般に人体の場合、力積が短時間に約3.9kgs以上加えられると、皮膚の裂傷や内出血が見られるといわれているが、それは皮膚に対する直接的な場合で、道衣や防具の上からの場合は一応安全性が高いものと思われる。しかし、裂傷や内出血の危険性は全く無いとは言えず、もし瞬時に防具から外れて大きな力積が加えられた場合危険性が大きいことが予測される。

#### C. 作用時間(図4)

一足一刀の間合の場合、突部、胸部に比べて、胴部の作用時間は短かく、特に片手の方が短かい、出頭の場合、突部と胸部に対しての片手突きが、

多少作用時間が他と比較して長い傾向がみられ、胴部に対しての片手突きが多少作用時間が短かい傾向がみられたが、有意な差はみられなかった。追い込みの場合部位別、あるいは諸手突き、片手突きの違いによる有意な差はみられなかった。また、間合別にみても、出頭が最も長く、相手がさがる時の追い込みが短かい傾向がみられる。この作用時間は突く部位が軟くひずみのある場合には同等の力で突くと長くなるが、突部はその構造から、胸部はその構造と道衣との関係から作用時間が長くなったと思われる。ある力が長く作用していることは、それだけ危険性を含んでいることになるが、現実では防具や道衣などの関係により軟くひずみのあるものになっているため、その危険性を逆に防ぐ結果となっていると考えられる。

#### D. 最大衝撃力までの時間(図5)

最大衝撃力までの時間をみると、壁及び各間合における胴部が最も短かくなっており、硬度の高い物に対しては最大衝撃力までの時間が短かい傾向がみられる。壁、胴部以外では、出頭の胸部に対する諸手突き、一足一刀と追い込みの胸部に対する片手突き、さらに出頭の胸部へ対する片手突きが短かくなっている。間合別にみても、全体的に出頭の場合が短かくなっており、また、部位別にみると突部と胸部では胸部の方が短かくなっている。胸部に対しての最大衝撃力までの時間が短かいことから、胸部への突きの人体への危険性は大きいといえるであろう。各間合においての突部と胸部への諸手突きと片手突きの傾向をみると、出頭の胸部の場合を除いては諸手突きよりも、片手突きの方が短かい傾向がみられた。

#### E. 最大衝撃力から作用終了までの時間(図6)

最大衝撃力までの時間が非常に短時間であるために、最大衝撃力から作用終了までの時間は作用時間(図4)と同じ傾向がみられる。この時間の短かいことは、早く対象部位から竹刀が離れることであるが、出頭の胸部や突部に対しての片手突きが長く作用していることがみられる。これは突動作によっても左右されるであろうが、最大衝撃力後の突いている竹刀と身体との状態により、危険の可能性も考えられるであろう。

#### F. 最大衝撃力と竹刀速度との関係

突き動作における竹刀先端の平均移動速度は、表1、表2に示す通りである。平均移動速度の面からは、諸手突き、片手突きの違いによる速度の

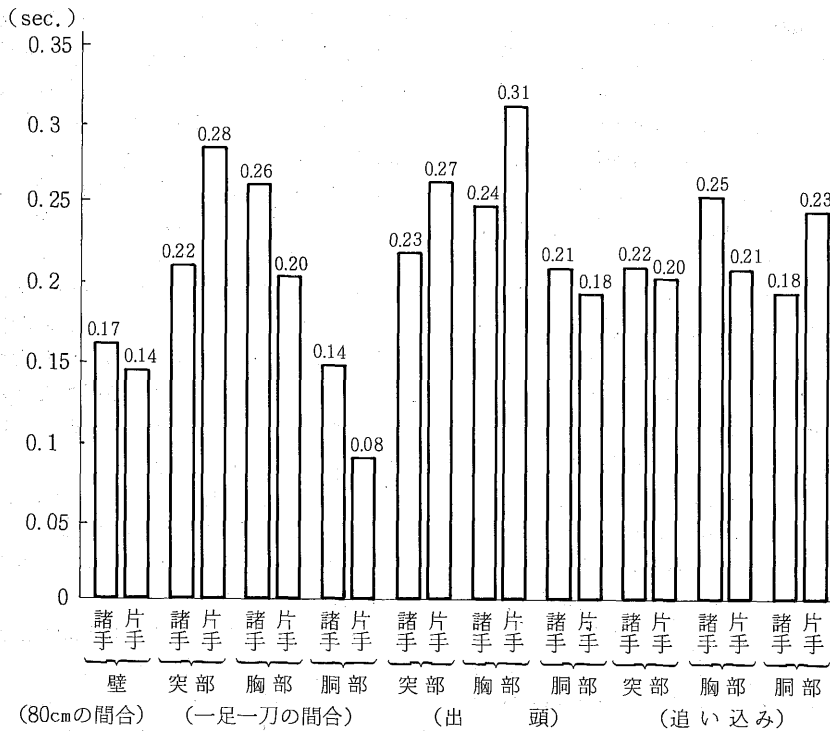


図4 作用時間平均値

注) 数字は平均値

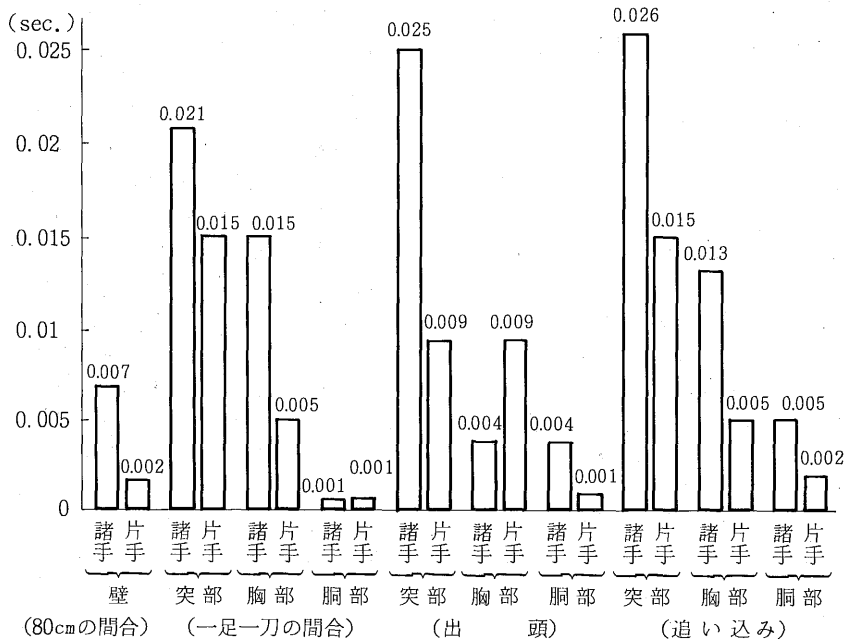


図5 最大衝撃力までの時間平均値

注) 数字は平均値

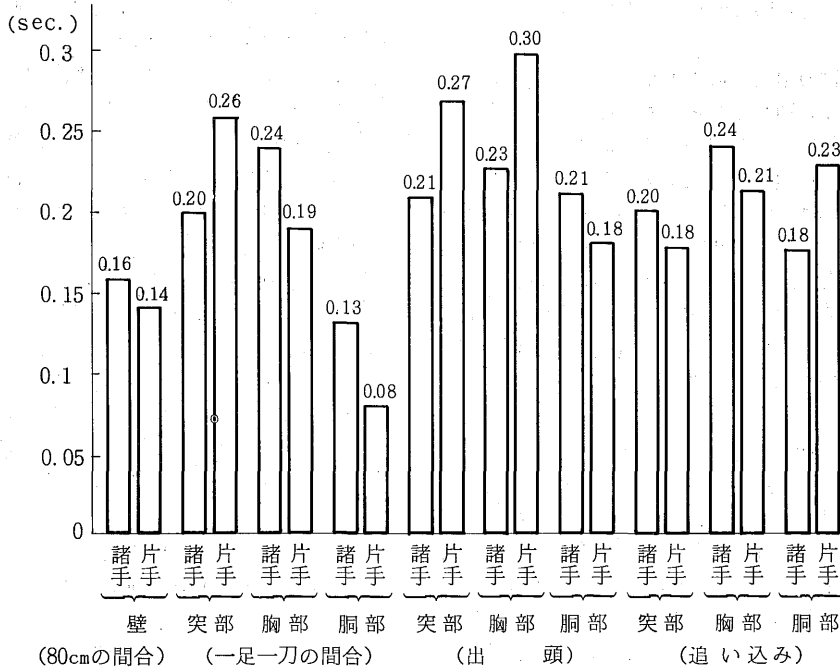


図6 最大衝撃力時から作用終了までの時間平均値

注) 数字は平均値

表1 竹刀先端速度の平均値

	80cmの間合	
	壁	
	諸手	片手
平均値 (m/s)	1.96	2.12
標準偏差 (m/s)	0.709	0.396

表2 竹刀先端速度の平均値

n = 6

	一足一刀の間合					
	突部		胸部		胸部	
	諸手	片手	諸手	片手	諸手	片手
平均値 (m/s)	1.84	2.03	2.28	2.00	1.98	2.26
標準偏差 (m/s)	0.483	0.320	1.031	0.335	0.223	0.391
	出 頭					
	突部		胸部		胸部	
	諸手	片手	諸手	片手	諸手	片手
平均値 (m/s)	1.80	2.07	2.15	2.27	2.13	2.07
標準偏差 (m/s)	0.235	0.121	0.524	0.344	0.361	0.314
	追い込み					
	突部		胸部		胸部	
	諸手	片手	諸手	片手	諸手	片手
平均値 (m/s)	2.03	2.02	1.87	2.07	1.90	2.64
標準偏差 (m/s)	0.225	0.264	0.301	0.137	0.126	0.308

有意な差はみられないが、竹刀先端の移動軌跡をみると、諸手突には一旦竹刀先端を下にさげてから突いており、片手突きでは、諸手突きと比較してそれ程竹刀をさげて突いていない。例えば、一足一刀の間合の場合における、突部に対する諸手突きと片手突きの竹刀先端移動距離、時間をみてみると、諸手突きでは、平均移動距離102.9cm(6例の標準偏差9.06cm)、片手突きでは、85.43cm(6例の標準偏差5.49cm)で、片手突きの方が移動距離が短い。また時間においても諸手突きでは、0.59秒(6例の標準偏差0.173秒)、片手突きでは、0.43秒(6例の標準偏差0.086秒)と、片手突きの方が動作を起こしてから突くまでの時間が短くなっている。このことから、諸手突きより

も片手突きの方が時間的に早く突いているといえる。

突直前の竹刀速度と最大衝撃力との関係をみると、表3の通りとなる。表3は、一足一刀の間合での突部に対する突の場合である。諸手突きでは、竹刀先端速度と最大衝撃力との相関係数は $r=0.946$ （1%水準）、片手突きでは、 $r=0.838$ （5%水準）で、相関があり、竹刀速度が速ければ、最大衝撃力が大きい傾向がみられた。もちろん、物体の運動量は質量と速度の積であり、同一の竹刀で突いているので、速度が大きければ運動量も増加するためである。

#### IV 総 括

剣道における突技の突位への圧力を知るために、各測定動作項目別に、最大衝撃力、力積、力の作用時間、力が作用してから最大衝撃力までの時間、最大衝撃力から力の作用が終了するまでの時間に分け、おのおのの平均値を算出し、また、フィルムによる突の動作分析より比較、検討を行った。

人体の場合、肋骨、特にその斜側面（剣道では

表3 一足一刀の間合における突部に対する竹刀速度と最大衝撃力

n=6

被検者	諸手突き		片手突き	
	突直前の竹刀先端速度 (m/s)	最大衝撃力 (kg)	突直前の竹刀先端速度 (m/s)	最大衝撃力 (kg)
A	5.0	64	5.4	48
B	4.5	63	3.7△	38
C	5.4	65	5.0	45
D	5.7	72	3.7△	44
E	3.5△	32	8.5	64
F	6.3	80	5.5	62

△…突動作の過程において、突直前の竹刀速度よりも大きな値を示したもの

脇部)は外力に対して最大衝撃力60kg以上で骨折、短時間での力積3.9kgs以上で裂傷や内出血が見られるといわれているが、本測定ではこれを越える数値が示された。しかし、ここでいわれている障害の数値は、人体に対する直接的な場合で、道衣や防具の上からの場合はそうとはいえないであろうし、実際剣道は、幼少年から老年まで幅広い年齢層で行われている生涯的スポーツであるので、身体の強度も一定していない。しかし、練習時その他の場合に、万一防具以外の箇所にもこのような大きな力積が加えられた場合は、危険性が充分あると思われる。なお、間合別にみると、出頭が最大衝撃力、力積共に一足一刀の間合、追い込みより大であったので、出頭の際の突には特に注意が必要であるという結果が得られた。

#### 引用文献

- 1) (財)全日本剣道連盟：剣道試合規則，剣道審判規則

#### 参考文献

- 1) 藤田恒夫：入門人体解剖学，南江堂，1976.
- 2) 藤田恒太郎：人体解剖学，南江堂，1976.
- 3) 原島鮮：力学（改訂版），裳華房，1973.
- 4) 石黒浩三他編：物理要項集，朝倉書店，1974.
- 5) 伊藤京逸：剣道医学教室，東京理医学研究所（伊藤地主子），1963.
- 6) 三橋秀三：剣道，大修館書店，1972.
- 7) 岡田俊弘：力学概論，朝倉書店，1974.
- 8) 渋川侃二：運動力学，大修館書店，1969.
- 9) 高柳茂：スポーツ医学講座，太陽社，1963.
- 10) 坪井，中野：図説剣道事典，講談社，1970.
- 11) 坪井，佐藤：現代剣道講座第2巻，百泉書房，1971.
- 12) 坪井三郎：現代剣道講座第3巻，百泉書房，1971.
- 13) 坪井三郎：現代スポーツコーチ実践講座19剣道，ぎょうせい，1985.
- 14) 山田博：人体の強度と老化—生物強弱学による測定結果—，日本放送出版協会，1979.