パワーの発揮をともなう運動と反応時間について（第3報）

——運動技術の優劣との関係・少林寺拳法の場合——

戸苅　晴彦*　浅見　俊雄*　足立　長彦*

Studies on the Relationship between Power Movement and Its Reaction Time

Report 3. Comparison among the levels of skill in Shorinji-Kempoists

by

HARUHIKO TOGARI* TOSHIO ASAMI* and NAGAHIKO ADACHI*

Abstract

This study is concerned with analysis of a quick and instantaneous movement. In the previous two reports appeared in this same periodical the authors had reported several findings such as that individual differences were greater in movement time than in reaction time, which seemed to be affected by the individual's muscular power, and that there were characteristic differences in the aspects of performance among specific sports such as power-lifting, soccer, and Shorinji-Kempo.

In this study these relationships among the aspects of performance were analyzed according to the levels of skill in Shorinji-Kempoists. Subjects were forty-one healthy male students, who were grouped into five classes: A (excellent), B (good), C (average), D (below average) and E (poor). Results were followings:

1. No significant differences were found among the groups in neural-reaction time measured as the onset of the electrical dicharge in the muscle and the onset of reaction. It was slightly slower in the groups D and E.

2. Groups A, B and C showed shorter movement time than that of the other two groups. This was seemed to be resulted from the differences in each individual's muscular power.

3. Shorter latent time in muscle was observed in superior groups. [Proceedings of Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, No. 9, 1-7, 1975]

I. 緒　言

ある刺激に対してできるだけ速かに行動することはヒトの日常生活にとって欠かせない運動様式である．とくにスポーツにおいては成績の結果に大きな影響をもち，とりわけ人や物の動きに対応してすばやくパワーを発揮しなければならないような各種ボールゲームや格技ではもっとも基礎的な動作の一つとなる．一般に刺激に対する動きの速さは反応の速さとその後の移動の速さから成立

* 東京大学教養学部体育研究室 (Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo)

っていると考えられている．しかし，動きの速さはこの二つの要素のうち反応の速さの個人差よりもむしろ筋パワーの発揮と考えられる移動の速さの個人差が問題であるように思われる．

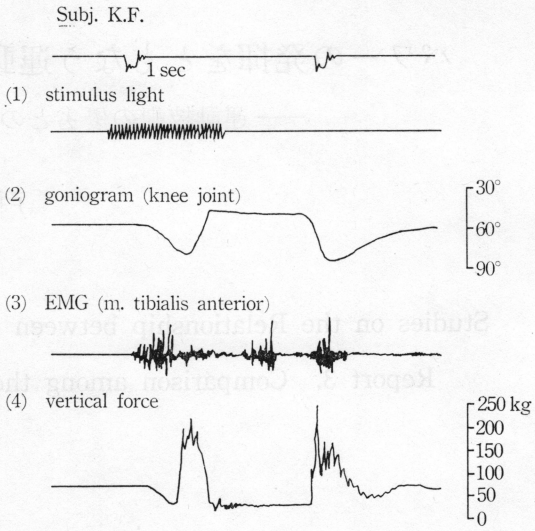
反応時間，動作時間に関する研究は心理学，生理学，体育学の分野に数多くみられるが，パワーと結びつけて動きの良さを検討するという報告は少ない．Smith, L. E.[1] は反応時間と動作時間について多くの報告をしており，パワーとの関連についても静的筋力，動的筋力と反応時間の関係はあまり認められないが，動作時間とパワーとの間には低い相関があると報告している．著者らは第1報[2]で，刺激に対し重量負荷を用いてパワーの発揮をともなう運動を行ったところ動作時間とパワーの間には密接な関係があるという報告をした．また，第2報[3]ではスポーツ種目の特性について検討したところ，動作時間とパワーの関係には種目の特徴が若干うかがえることを論じた．

運動技術の優劣と反応時間，動作時間に関する研究はかなり古くからみられ，Keller, L. F.,[4] Burley, L. R.,[5] Youngen, L.[6] らは競技者と非競技者との比較をしたところ競技者がすぐれているという報告をした．また，Beise, D. と Peaseley, V.[7] は反応時間について熟練者と未熟練者と比較したところ同じような結果であったことを報告している．

そこで，本研究は動作時間にみられる個人差とパワーの関係をスポーツの技術水準別にとらえ，その特性について検討することと，筋潜時について詳細に検討を加えたので報告する．

II. 測定方法

被検者は少林寺拳法を行っている大学生男子41名（年令，18歳～24歳）を対象にした．少林寺拳法を対象にした理由は第2報で種目別の特性を検討したところ筋潜時が比較的速い傾向が認められたことによる．経験年数は1年未満11名，1年～2年未満 10名，2年～3年未満 15名，3年～4年未満　5名であった．また，少林寺拳法の技術水準は専門家4名により5段階評定を行ない5群に分けた．その5群はA…すぐれている（excellent）8名，B…ややすぐれている（good）5名，



第1図　刺激に対するパワー・ジャンプの記録

Fig. 1. Recordings of EMG, electrogoniograms of knee joint, pressure force in vertical jumping activity to light stimulus

C…ふつう（average）9名．D…やや劣る（below average）14名，E…劣る（poor）5名であった．実験は昭和49年5月から6月に実施した．

測定方法は第1報，第2報とほぼ同様な型で行ったが本研究では重量負荷を用いなかった．被検者は第1報，第2報と運動を同型にするため，木製のバーを肩にせおい，歪計測定台（抵抗線歪計変換器，総合計装 K.K.）上に立ち，目の高さに設置した光刺激に対し反応した．反応動作は3種類で 1）速く，2）高く，3）速く高くとし，すべて垂直方向への移動とした．各測定項目は8素子脳波計（polygraph 140システム三栄測器 K.K.）により同時記録した（第1図）．(1)は光刺激で，ボタンを押すと交流が流れ，ネオンランプが点灯するという方法をとった．(2)は跳躍時の関節角の変化をみるために被検者の左脚膝関節にエレクトロ・ゴニオメーターを装着し，膝関節角の変化を電気的に記録したものである．(3)は光刺激に対し，筋電図の発現時間をみるため被検者の右脚より前脛骨筋（m. tibialis anterior）の筋電図を表面電極誘導により記録したものである．これをとりあげた理由は第1報で対象にした前脛骨筋，腓腹筋（m. gastrocnemius），内側広筋（m. vastus

lateralis) のうちもっとも早期に発現し，しかも個人差が少ないことによる．(4)は歪計測定台による force curve であり，垂直方向への加圧変化を記録したものである．跳躍高の測定はジャンプ・メーター（竹井機器工業K．K．）を用い，腰の移動距離を求めた．筋放電開始時間，反応開始時間，動作時間，筋潜時，force, power などはすべて第1報，第2報と同様の方法を用い数値化した．

III. 結果と考察

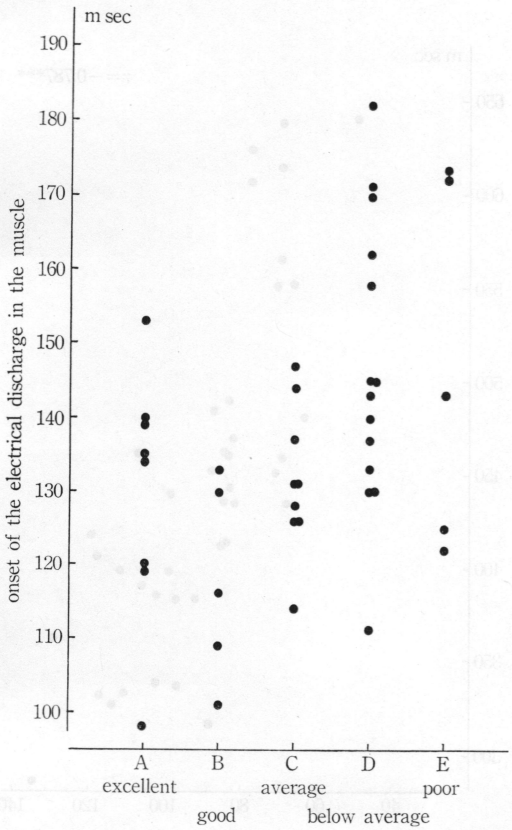
本研究は「速く」，「高く」，「速く高く」という3つの運動型により測定を行ったが，考察は「速く高く」というパワーの発揮をともなう型を中心にし，「速く」という型を反応時間に関する測定項目の検討対象として用いた．「高く」は反応時間の測定結果にバラツキが大きいため考察から除外した．

技術水準別にグルーピングしたA～E群と各測定項目の関係を検討すると次のようである．

神経性の反応時間には筋放電開始時間と力曲線の歪が変化を始める反応開始時間があるが現象，としては前者が早期にあらわれる．

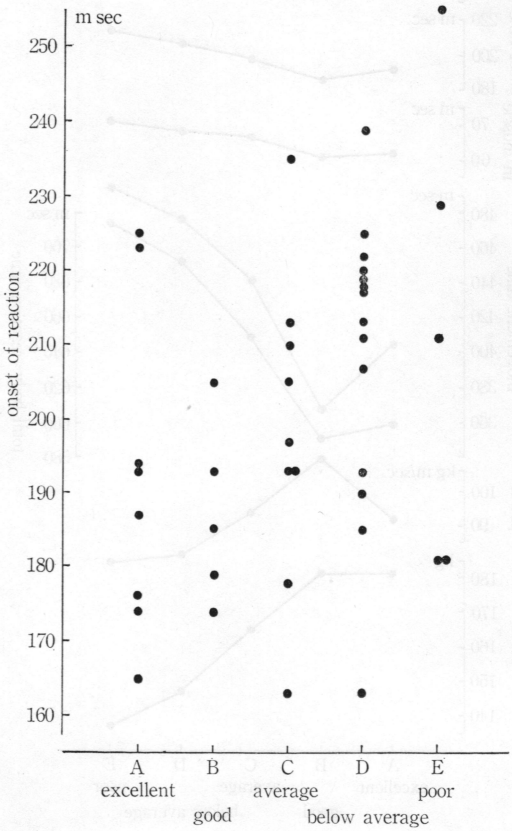
前脛骨筋を対象にした筋放電開始時間の各群の平均は 118 m sec から 147 m sec で，分布巾は 29 m sec であった．群間の差は分布が示すように小さいが，なお詳細に検討するとA，B，C群に比しD，E群はやや長い傾向を示した．つまり，技術が劣るグループがややおそい傾向であることがうかがわれる．(第2図)．

反応開始時間は各群の平均が 187 m sec から 216 m sec で分布巾は 29 m sec であった．群間の特徴をみるとA，B，C群に比しD，E群はやや



第2図　技術の優劣と筋収縮開始時間

Fig. 2. Relationship between the different levels of skill and the onset of the electrical discharge in the muscle



第3図　技術の優劣と反応開始時間

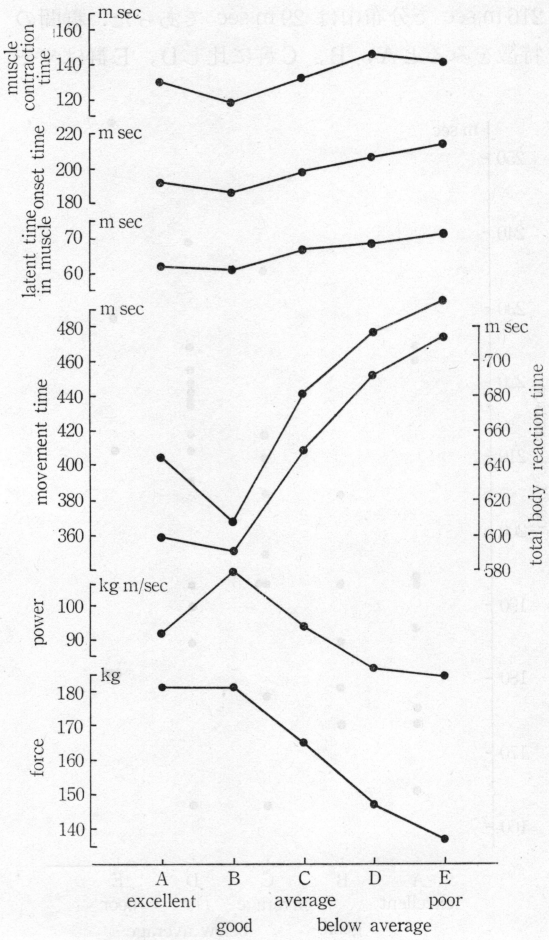
Fig. 3. Relationship between the different revels of skill and the onset of reaction

長く，筋放電開始時間と同様の傾向を示した．つまり，反応開始時間は技術のすぐれたグループが速く，劣るグループはややおそいということがうかがわれる．(第3図)

このように神経性反応時間については技術の劣るグループがごくわずかにおそい傾向を示すものの，一般に技術の優劣による差は非常に少ないと考えてよいようである．神経性反応時間と動作時間の和である全身反応時間のなかで神経性反応時間のしめる割合は約30％程度のものであり，しかも1/100秒単位の差であることからもそれほど大きい差とは考えなくてもよいと思われる．

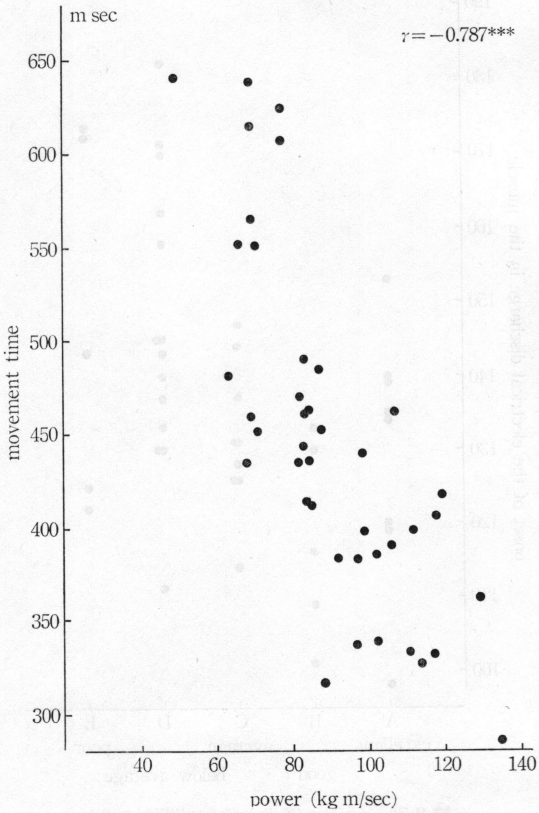
なお，「速く高く」という運動の型は二つの目的をもった動作なので，一つの目的動作である「速く」と比較してみる必要がある．「速く」の筋放電開始時間は各群の平均が131m secから145m sec，分布巾は14 m sec，反応開始時間は186 m sec，から201 m sec，分布巾は29 m secであった．二つの運動型式の差は「速く」のE群，「速く高く」のA，B，C群がわずかに短い値を示すものの大きな相違はみられなかった．したがって，二つの目的をもった動作を同時に測定しても速さに対してはなんら問題はないように思われる．

反応時間に対し運動に要した動作時間は368 m secから498 m secで分布巾は130 m secと大きかった．群間の特徴はB群が368 m secともっとも短いが全体に技術が劣るにつれ動作時間が長くなる傾向が認められた（第4図）．動作時間に関してはすでに第1報，第2報でも個人差を認め，動



第4図　技術の優劣と測定結果

Fig. 4. Results of measurement in the levels of skill



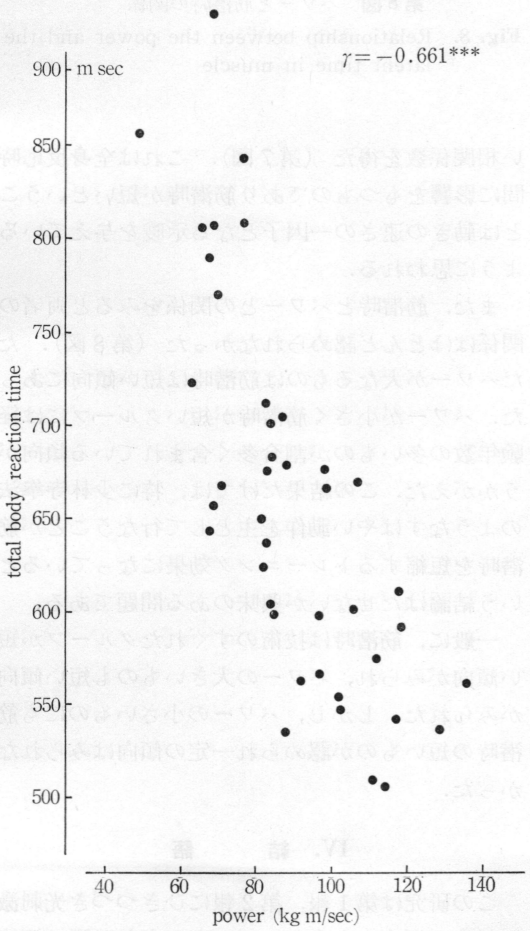
第5図　パワーと動作時間の関係

Fig. 5. Relationship between the power and the movement time

きの良否はこの点に大きく依存していることを報告している．いわば動作時間は筋収縮時間であり，筋パワーの発生と関係が深い．そこで，動作時間を跳躍高と体重から算出したパワー (kgm/sec) との関連から検討すると次のようである．

まず，動作時間と同時に発揮したパワーはA群がやや劣るが，一般にA，B，C群はすぐれ，D，E群が劣る傾向が認められた（第4図）．つまり，技術のすぐれているものが比較的パワーはすぐれ，技術の劣るものはパワーも低いと考えてよく，これは動作時間と類似した傾向であった．

次に動作時間とパワーの関係を検討すると $r=-0.787$（0.1% 水準で有意）でやや高い相関係数が得られた（第5図）．つまり，動作時間の短いものはパワーが大きく，技術がすぐれたA，B群並びにC群が多い．動作時間が長く，パワーが小さいものは技術の劣ったD，E群が多かった．



第6図　パワーと全身反応時間の関係

Fig. 6. Relationship between the power and total body reaction time

また，光刺激を受けてから動作が終了するまでの時間，つまり全身反応時間（この場合は速さだけではなく高さも要求されているので沈込み動作が大きく，したがって数値は大きい）とパワーの関係をみると $r=-0.661$（0.1% 水準で有意）でやや高い相関係数が得られた（第6図）．つまり，技術のすぐれているグループは全身反応時間，パワーともすぐれ，技術の劣っているグループはいずれも低いレベルにあるといえよう．この結果は動作時間とパワーの関係とほぼ同様の傾向であり，神経性の反応時間を考慮に入れてもなおパワーの影響が大きいことを意味している．

このように技術水準が低くなるにつれ動作時間が長くなることが認められたが，すでに報告したようにその原因は筋パワーであると考えられる．そこでさらに測定台にかかる垂直方向への force (kg) について検討してみた．force の大きさは跳躍時のキックの強さを意味し，強いキックは跳躍高に大きな影響があることについてはよく知られている[8]．この実験では各群の平均が 136.7kg から 181.0kg でA，B群はすぐれ，以下C，D，E群の順で小さい値を示した（第4図）．この結果は筋パワーが動きの速さの一因子として大きな影響をもつことをなおはっきり裏づけているように考えて良いようである．

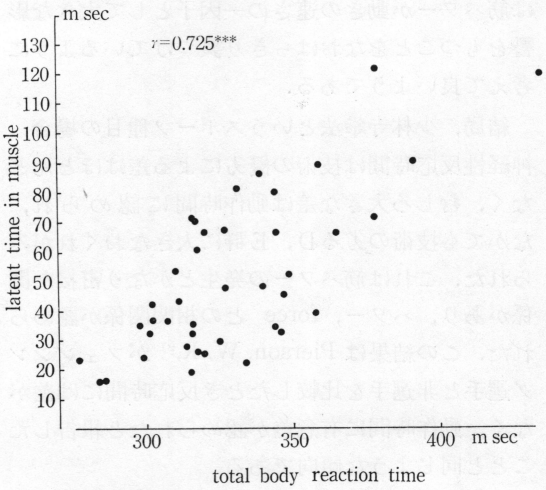
結局，少林寺拳法というスポーツ種目の場合，神経性反応時間は技術の優劣による差はほとんどなく，むしろ大きな差は動作時間に認められ，なかでも技術の劣るD，E群に大きなおくれがみられた．これは筋パワーの発生とかなり密接な関係があり，パワー，force との相関関係が認められた．この結果は Pierson, W. R.[9] がフェンシング選手と非選手を比較したとき反応時間には差がなく，動作時間に有意差が認められたと報告したことと同じような傾向である．

猪飼[10]は筋放電開始時間と反応開始時間の time lag を筋潜時といい，筋の収縮があらわれるために必要な時間であるといっている．つまり，

人体では筋肉に骨がつき，骨は他の骨と連絡し，さらに他の筋肉をつけているから，何本かの筋肉線維の収縮がおこっても手や足がただちに運動するわけではない．筋潜時に関する研究は少ないが，浅見[11]は反射と反応に関する基礎的研究の中で運動開始時間から筋放電開始時間を引いたものを筋肉反応時間(筋肉要素)としスポーツの練習後では反射とやや相関があり，またトレーニングにより短縮する傾向があることを報告している．著者らは筋潜時には個人差がみられ，スポーツ種目による差が若干あるようであり，少林寺拳法はサッカー，パワーリフティングより短い傾向がみられると報告した．また，猪飼の報告によれば筋潜時はトレーニングを積むことにより短縮されるという．

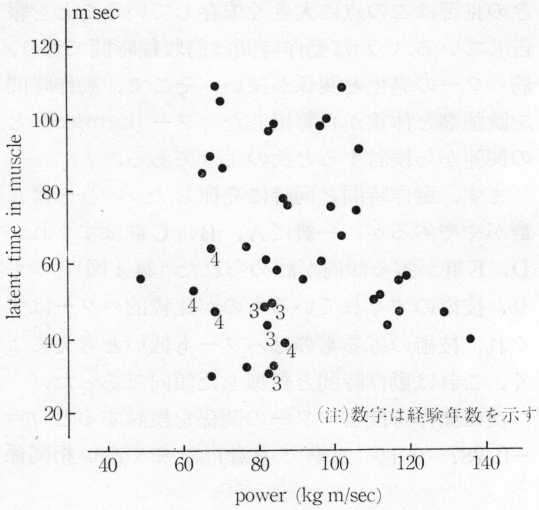
この実験では筋潜時の個人差を技術の優劣との関係で検討しようというものであるが，結果は61 m sec から 72 m sec で分布巾は 11 m sec であった（第4図）．群間の差はA，B，C群に比しD，E群がおそい傾向を示した．また，「速く」では「速く高く」よりやや値は小さく 37 m sec から 62 m sec，分布巾は 11 m sec で，群間の差は同様にD，E群がおそい傾向を示した．

特に「速く」の結果と全身反応時間の関係をみると $r=0.725$（0.1%水準で有意）というやや高



第7図　全身反応時間と筋潜時の関係

Fig. 7. Relationship between the total body reaction time and the latent time in muscle



第8図　パワーと筋潜時の関係

Fig. 8. Relationship between the power and the latent time in muscle

い相関係数を得た（第7図）．これは全身反応時間に影響をもつものであり筋潜時が短いということは動きの速さの一因子となる示唆を与えているように思われる．

また，筋潜時とパワーとの関係をみると両者の関係はほとんど認められなかった（第8図）．ただパワーが大なるものは筋潜時は短い傾向にあった．パワーが小さく筋潜時が短いグループには経験年数の多いものが割合多く含まれている傾向がうかがえた．この結果だけでは，特に少林寺拳法のようなすばやい動作を主として行なうことが筋潜時を短縮するトレーニング効果になっているという結論はだせないが興味のある問題である．

一般に，筋潜時は技術のすぐれたグループが短い傾向がみられ，パワーの大きいものも短い傾向がみられた．しかし，パワーの小さいものにも筋潜時の短いものが認められ一定の傾向はみられなかった．

IV. 結　　語

この研究は第1報，第2報にひきつづき光刺激に対する反応を全身のパワーをともなう型で測定し，反応時間と動作時間について検討した．第3報では特に少林寺拳法をとりあげ，技術の優劣と

動きの速さにパワーがいかに関連しているかを検討，また，筋潜時についても詳細に解明しようとした．その結果

1）筋放電開始時間，反応開始時間などの神経性反応時間は技術の劣るグループがごくわずかにおそい傾向を示すが，一般に技術の優劣による差は小さいと考えられる．

2）技術水準が低くなるにつれ動作時間が長くなる傾向が認められたが，この傾向はパワー，force などとの相関がみられ，筋パワーの発生と密接な関係があると考えられる．

3）筋潜時は技術のすぐれたグループに短い傾向がみられた．パワーとの関係でみると一定の傾向はなかったが，パワーの大なるものは筋潜時も短かかった．

本研究に対し御協力下さった東京大学教養学部体育科佐野裕司教官，篠沢保研究生に心から感謝の意を表します．

文　　献

1) Smith, L. E.: Relationship between individual difference in static strength and "strength" in action. 体育学研究，17 (2)，97-103，1972.

2) 戸苅晴彦他：パワーの発揮をともなう運動と反応時間について．東京大学教養学部　体育学紀要，7，61-67，1973.

3) 戸苅晴彦他：パワーをともなう運動と反応時間について（第2報）——スポーツ種目間の比較——．東京大学教養学部体育学紀要，8，27-33，1974.

4) Keller, L. F.: The relation of 'quickness of bodily movements' to success in athletics. Res. Quart., 13, 146-55, 1942.

5) Burley, L. R.: A study of the reaction time of Physically trained men. Res. Quart., 15, 232-39, 1944.

6) Youngen, L.: A comparison of reaction and movement times of women athletes and non-athletes. Res. Quart., 30 (3), 349-55, 1959.

7) Beise, D. and Peaseley, V.: The relation of reaction time, speed, and agility of big muscle group to certain sport skills. Res. Quart., 8, 133-42, 1937.

8) 金原　勇：跳躍時における基礎的技術について．体育の科学，14 (11)，619-22，1964.

9) Pierson, W. R.: Comparison of fencers and nonfencers by psychomotor, space perception and anthropometric measures. Res. Quart., 27 (1), 90-96, 1955.

10) 猪飼道夫他：全身反応時間とその応用．OLYMPIA, 2 (4), 18-27, 1961.

11) 浅見高明：反射と反応に関する基礎的研究．東京教育大学体育学部スポーツ研究所報，9，31-42，1971.