

Overhand Pitching における Wrist action の研究

*藤 墳 規 明・**竹 内 伸 也・**竹 村 和 子

A Study of Wrist Action in the Overhand Pitching

by

*N. FUJITSUKA **S. TAKEUCHI and **K. TAKEMURA

はじめに

Ban は¹「投げるといふ動作は、power を作りあげることと、それを ball に伝えることである」と述べているが、野球の pitching はその代表的な運動技術である。

pitching の様式は、over hand. side hand そして under hand の三つに分類することができるが、Cooper²等は「over hand pitching において、ball に加える力を作り出す主要な動作は、wrist action と shoulder medial rotation である」と述べている。一般に投げにおける wrist action をスナップ (snap) と表現しているが、その働きについてはまだじゅう分に解明されていない。そこで、本研究では、pitching 時の wrist action を力学的、筋電図学的に考察し、手関節の働きが ball の加速にどのようなかわりをもつかを究明しようとした。

方 法

- 1 被験者
プロ野球中日球団一軍投手 2 名 (鈴木, 稲葉) 未熟練者 1 名 (N・F) の 3 名である。
- 2 投球条件
投球距離は正規の 18m44cm とし、標的 (縦 20cm 横, 10cm) に当てることを要求した。投球 form は over hand throw とし、稲葉と N・F には全力投, 鈴木には ball の初速度を順次増大させた。
- 3 筋電図の導出と記録
筋の action potential は、各筋腹皮膚表面から双極誘導法により導出し記録した。導出筋は、手根伸筋群, 手根屈筋群, 上腕二頭筋, 上腕三頭筋の 4 カ所である。
- 4 手関節および肘関節の角度変化の記録

*名古屋女子大学

**愛知教育大学

手関節および肘関節の角度変化は、electrogonio meter を使用し、それぞれの関節に固定した。

5 ball が手からはなれた瞬間の記録。

ball の release point の記録は、switch 回路方式による接点の切れを利用した。

6 映画の撮影

動作の記録と ball の変位 (displacement) Y と、速度 (velocity) V, ball に加える力 (force) F を算出するため、高速度カメラ (1000 f-p-s) で投球動作を直角方向から撮影した。

3~6の記録は全て同時記録とし、3~5の記録は三栄測器製 16ch ポリグラフを使用した。

結 果

1 ball の変位、速度および ball に加えられる力

被験者3名が全力投をした時の ball の変位、それともなう速度と、ball に加えられる力をフィルムから motion analyser により分析し、算出した。図1 (鈴木) 図2 (稲葉) 図3 (N・F) にその結果を示した。図中に同一タイミングで投球動作を示した。

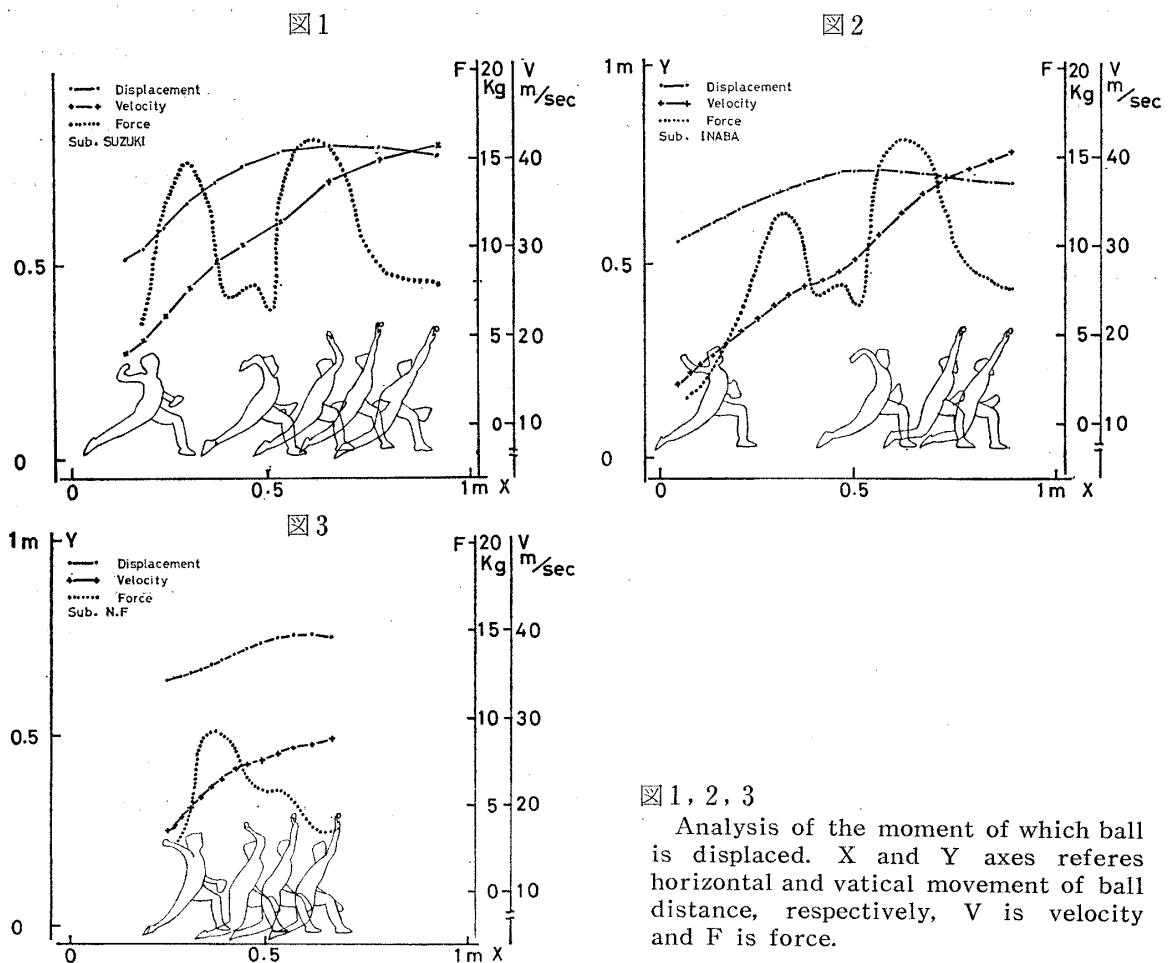


図 1, 2, 3

Analysis of the moment of which ball is displaced. X and Y axes refers horizontal and vatical movement of ball distance, respectively, V is velocity and F is force.

鈴木について、図1より、ballの初速度は41.17m/secである。ballに加えられる力の最大値は約16kgであり、肘関節の伸展時と上体のひねりの動作時に得ている。

ball release直前のballに加えられる力は約8kgである。力曲線はball releaseに向かって下降する。

稲葉について、図2より、ballの初速度は40.69m/secである。ballに加えられる力の最大値は約16kgである。その値は、肘関節の伸展時と上体のひねりの動作時に得ている。ball release直前のballに加えられる力は約7kgである。力曲線は鈴木と同様、ball releaseに向かって下降する。

N・Fについて、図3より、ballの初速度は27.82m/secである。ballに加えられる力の最大値は約9kgである。ball release直前のballに加えられる力は約4kgである。力曲線はball release直前にわずかではあるが上昇する。被験者3名のballに加えられる力曲線を比較すると、鈴木と稲葉のpatternは類似しているが、N・Fのpatternは類似していない。

2 筋電図とgoniogram

被験者3名が全力投をした時の筋電図とgoniogramの記録結果を図4(鈴木) 図5(稲葉) 図6(N・F)に示した。

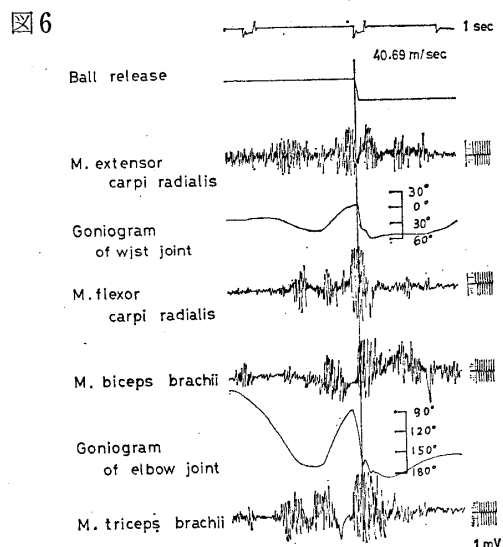
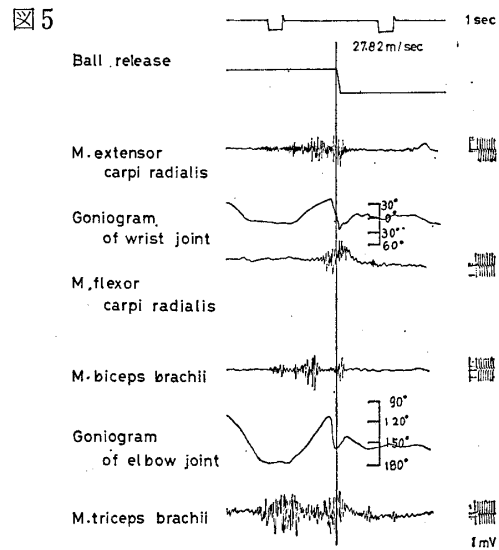
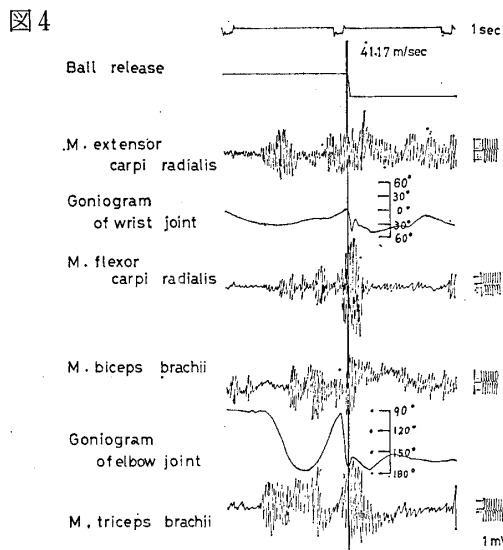


図4, 5, 6
Electromyograph of muscular activities and goniogram of wrist and elbow joints.

図456は、上から time mark (50mm/sec), ball release の瞬間, 手根伸筋群, 手関節 goniogram, 手根屈筋群, 上腕二頭筋・肘関節 goniogram, 上腕三頭筋を示す。手関節の goniogram は上方への変化が背屈, 下方への変化が掌屈を示し, 肘関節の goniogram は上方への変化が屈曲, 下方への変化が伸展を示す。

鈴木について, 図4より, 手関節の筋の働きをみると, 手根屈筋群の放電ピークは ball release 直後にみられる。ball release 直前の放電は, 等尺性の筋収縮様式を示している。goniogram から手関節の角度変化をみると, 肘関節が最大に屈曲したのち伸展を開始する時点から, 手関節は伸展位 (0°) を保持し, ball release 直後に掌屈している。

稲葉について, 図5から, 手関節の筋の働きをみると, 手根屈筋群の放電ピークは ball release 後にみられ, ball release 直前の放電は等尺性の筋収縮様式を示している。goniogram から手関節の角度変化をみると, 手根屈筋群の放電ピークは ball release 後にみられ, ball release 直前の放電は等尺性の筋収縮様式を示している。

goniogram から手関節の角度変化をみると, 肘関節が最大に屈曲した後, 伸展を開始する時点から, 手関節は伸展 (0°) した状態の角度を保持し, ball release 直後に掌屈している。

N・Fについて, 図6から, 手関節の筋の働きをみると, 手根屈筋群の放電ピークは, ball release 直前にみられる。goniogram から手関節の角度変化をみると, 肘関節が屈曲するにともなって, 手関節は背屈(30°)し, 肘関節が伸展する時点から掌屈する。ball release 時点の手関節角度は背屈位 0°~10° である。掌屈時の角速度 (角速度測定にあたっては, paper speed を 250mm/sec とした) は, 約 12rad/sec である。被験者3名が全力投をしたときの筋電図と goniogram の結果をまとめると, 鈴木と稲葉の手関節の動きは, ball release 直前から固定され, ball release 直後に掌屈しているのに対して, N・F の場合は, ball release 直前に急激な掌屈動作をしている。

3 ball の初速度と wrist action の関係

(a) 鈴木について, ball の初速度が 16.58m/sec, 27.67m/sec, 41.17/sec 時の ball の変位, それにともなう速度と ball に加えられる力の曲線を図7-1, 図7-2, 図7-3に示した。また ball の初速度と ball release 直前に ball に加えられる力との関係を図8に示した。図7-1・図7-2から, ball に加えられる力曲線は, ball

図7-1

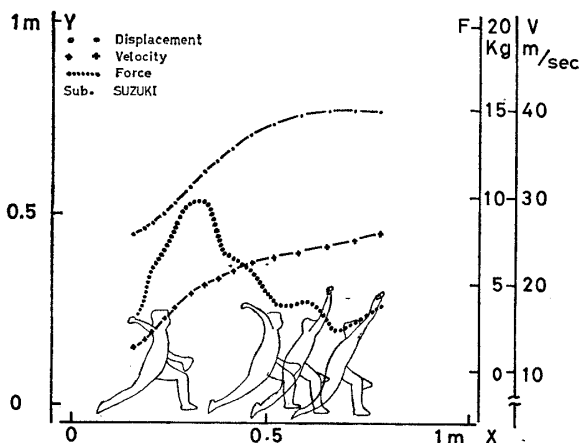


図7-2

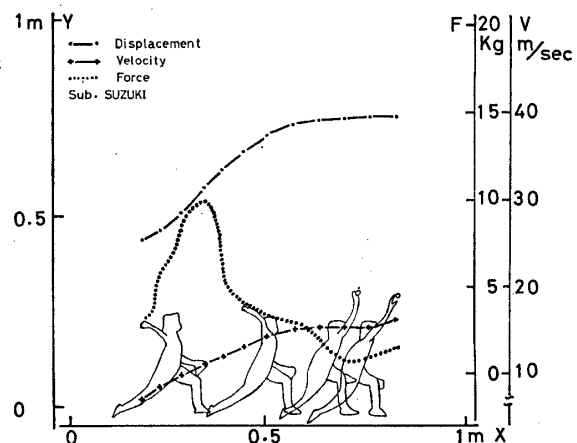


図7-3

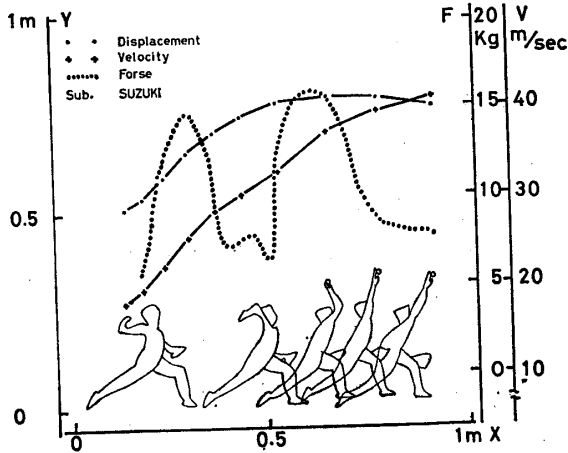


図7-1・7-2・7-3

Analysis of the moment of which ball is displaced in different initial velocity. X and Y axes referes horizontal and vatical movement of ball distance, respectively, X is velocity and F is force.

図8

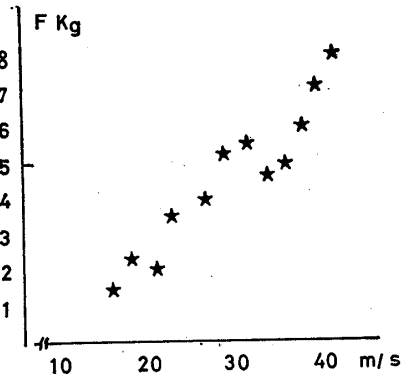


図8

Relation between velocity and force in the release point.

release 直前にわずかではあるが上昇しているのに対し 41.17m/sec 時には下降している。

図7-2の力曲線の pattern と図3のN・Fの力曲線の pattern はよく類似している。図8から, ball の初速度と ball に加えられる力との関係を見ると, ball の初速度が増すにともなって, ball release 直前に加えられる力は, 直線的に増加する。

(b) 鈴木について, ball の初速度が 16.58m/sec, 27.07m/sec, 41.17m/sec 時の筋電図と goniogram の記録結果を図9に示した。また ball の初速度と手関節の角速度との関係を図10に示した。

図9

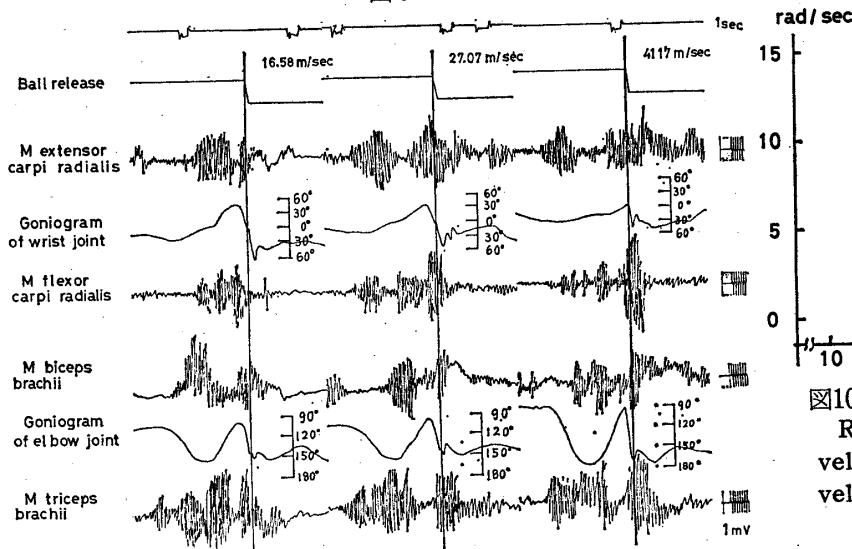


図9

Relation between initial velocity of ball and electro myograph of muscular activites and goniogram of wrist and elbow joints.

図10

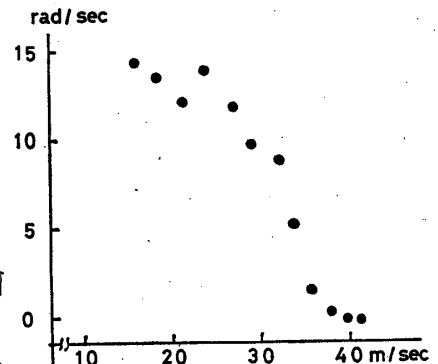


図10

Relation between initial velocity of ball and angular velocity of wrist joint.

図9から、手関節の筋の働きについてみると、手根屈筋群の放電ピークは、ballの初速度が16.58m/secの時にball release前、27.07m/secの時にball release直前、41.17m/secの時にball release直後にみられる。ballの初速度が増すにともない。手根屈筋群の放電ピークはball release前から直後へとタイミングが推移する。また、goniogramから手関節の角度変化をみると、ballの初速度が16.58m/secの時、肘関節の屈曲にともなって手関節は50°位まで背屈し、肘関節の伸展にともなって掌屈している。ballの初速度が27.07m/secの時にも、肘関節の屈伸動作にともなって手関節は30°位背屈し、ball releaseに向かって掌屈している。しかし、ballの初速度が41.17m/sec時の手関節の角度変化はball release直前に伸展(0°)した状態で固定し、ball release直後に掌屈している。

ballの初速度が27.07m/sec時の筋の働きと手関節の角度変化は、図6に示したN・Fの記録結果によく類似している。

図10から、ballの初速度が増すにともなって手関節の角速度がどのように変化するかについてみると、手関節の角速度は、ballの初速度が増すにともなって減少し、ballの初速度が90%ぐらいになると手関節の角速度は非常に小さな値となる。したがってballの初速度が増すにともなって手関節の可動範囲と手関節の角速度は減少し、ballの初速度が最大の値を示した時には、手関節のball release直前の急激な掌屈動作は認められない。

考 察

ballをreleaseする直前にballに加えられる力は、鈴木と稲葉の場合7~8kgである。手関節の運動経過を筋電図とgoniogramからみると、鈴木と稲葉の場合、ballをreleaseする直前まで、ballに力を加えるような掌屈動作は行なっていない。しかしN・Fの場合、手関節はball release直前に急激な掌屈動作を行なっているが、ball release直前のballに加えられる力は約4kgである。また、ballの初速度が大きくなると手関節の可動範囲は制限され角速度は0 rad/secに近づく。鈴木の場合、ballの初速度が27.07m/sec時の力曲線、筋の働き、goniogramのpatternとN・Fのそれらのpatternとはよく類似している。これらの結果から考えられることは、鈴木や稲葉の場合、最大のball speedを得る時には、上体や腰の回転によって作り出される力を、手関節を固定しballを握持した手指と共働して、ballに有効に伝える働きをするものであり、N・Fの場合には、肩、肘、手関節を軸とする回転運動のみを使った未熟なpitching動作にみられるものである。したがって、野球の内野手の送球技術の一つであるスナップ(snap)・スローのような、腕、特に手関節の動作だけでballを速く送球しようとする時のwrist actionとpitchingのような最大のball speedを得ようとするときのwrist actionとは、本質的に異なったものであると考えられる。

植屋³等は「スナップは、物体の加速のために、それ以前の動作時より大きな力を加えるということではなく、スナップの段階で加速しているのは10kg以下である」と報告している。この研究の中で、手関節の掌屈動作が8kg程度の力をballに加えていると述べている点については支持することはできないが、ballに加えられる力の値は、被験者のballの初速度を考慮すると、本研究結果とさほど大きな違いはないものと言えるであろう。しかし、K. Meinel⁴は「質量の大きな物体が質量の小さな物体に作用するとき、質量の小さな物体は速い速度をも

つようになる。力の伝導 (Übertragung) が体の中心から末端に向かう運動形式では、末端の小関節は非常に速い速度で回転する。投げはその代表的な例である」と述べている。このことは、投げにおける手関節の掌屈動作が ball の加速に大きく貢献しているであろうことを暗示している。また Cooper⁵ 等は「over hand pitching での wrist flexion は全体の ball speed の約60%を生み出している」と報告している。しかし、本研究の結果から考えて、K.

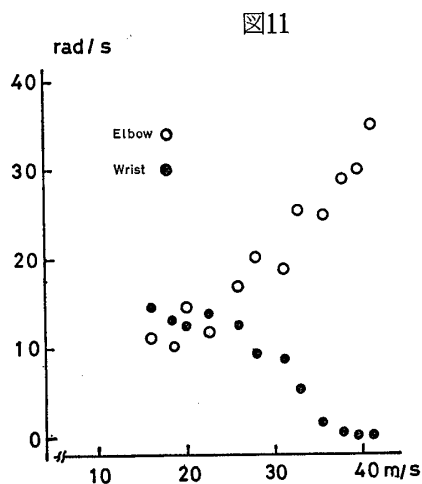


図11 Relation between initial velocity of ball and angular velocity of wrist and elbow joints.

Meinel や Cooper 等の研究結果に相当するような働きは、手関節には認めがたい。しかし、肘関節の角速度を本研究の測定結果から算出し、ball の初速度と肘関節、手関節の角速度との関係を見ると一図11に示した一ball の初速度が増大すると、肘関節の角速度は急激に増大する。肘関節の能動的な伸展角速度は約 16rad/sec であるという報告⁶があるが、この報告結果と鈴木⁶の ball の初速度が 41.17m/sec 時の肘関節の角速度が約 35rad/sec であることと、上腕二頭筋、上腕三頭筋の放電 pattern から考えて、肘関節の回転運動には K. Meinel の述べているような力の伝導現象があるものと推測される。高島⁷等は「ball speed と手関節の屈曲力との関係について研究した結果、手関節の屈曲力の大きな者が、速い speed の ball を投げることができるということはない」という報告

をしているが、これは、本研究の結果を支持するものであると考えられる。

ま と め

プロ野球の速球投手を被験者に選び、over hand pitching における wrist action について、力学的、筋電図学的に分析し考察を加えた結果、wrist action は、作り出された power を ball release 直前に手関節を固定することにより ball に有効に伝える働きをすることがわかった。

引 用 文 献

- 1 Ban, F. J. : Scientific principle of Coaching. 142, Prentice-Hall Inc. in USA. 1955.
- 2 Cooper, T. M. and Glassow, R. B. : Kinesiology. 74, The C. V. Mosby Company 1963.
- 3 植屋清見 渋川侃二 吉本 修 他6名: 投げにおけるスナップの力学的考察. 体育学研究, 15-5, 48, 122, 1964.
- 4 Meinel, K. : Bewegungslehre. 183, Volkund Wissen volkseigener verlag Berlin, 1971.
- 5 Cooper, T. M. and Glassow, R. B. : Kinesiology. 28-29, The C. V. Mosby Company, 1963.
- 6 豊島進太郎, 星川 保, 後藤サヨ子, 妹尾 朗: 投球動作におけるボールスピードに及ぼす身体各部の役割. 5-1-9 日本体育学会24回大会, 実験的デモンストレーションによる研究発表論文集, 1973.
- 7 高島 列, 宮崎頭一郎, 高沢 淳, 三浦睦夫, 今石利幸: ハンドボールの投球分析. 体育学研究 VI-I, 55, 1960.