

レギュラーシーズンにおけるトレーニングが女子ソフトボール選手の筋力, 筋パワー, 敏捷性能力に及ぼす影響

Effects of the regular-season training for muscular strength, muscle power and agility of collegiate softball players

中谷 敏昭¹⁾・灘本 雅一²⁾

Toshiaki NAKATANI¹, Masakazu NADAMOTO²

Abstract

This study investigated the effect of a softball training for muscular strength, muscle power and agility of collegiate softball players during the regular season. Nine female softball players volunteered to participate in this program 4 times a week for 16 weeks. Grip strength, back strength, isometric force of knee extension, isokinetic arm and leg extension power, whole-body reaction time, simple reaction time, and specific bat swing reaction time were measured before and after 16 weeks of training. The training significantly increased isometric force of knee extension (24.0%, $P < 0.05$), isokinetic arm extension power at 80 cm/sec (27.2%, $P < 0.05$), isokinetic leg extension power at 120 cm/sec (22.1%, $P < 0.05$) and bat swing choice reaction time (9.4%, $P < 0.05$). On the other hand, grip strength, back strength, arm extension power at 20 cm/sec and 120 cm/sec, leg extension power at 20 cm/sec and 80 cm/sec, and whole-body and simple reaction time were unchanged significantly. These results indicate that the regular-season softball training was effective for isometric knee extension strength, isokinetic arm extension power at 80 cm/sec and leg extension power at 120 cm/sec, and bat swing choice reaction time.

Key words : softball player, trainability, regular season, muscular strength and muscle power, reaction time

はじめに

ソフトボールは、バットとボールを使いフィールドで攻守交代を制限イニング繰り返す球技系のスポーツである。ソフトボールの特徴として、野球に比べダイヤモンドの塁間距離が短い、ピッチャーズプレート（投手板）からホームベースまでの投本間（投手板から本塁間）距離が短い、フィールドが狭い、ボールが大きいなどがあげられる。打撃においては、塁間距離が短いためバントやスラップという動き出しながらバッティングするソフトボール独特の打法も広く用いられている。従って、ソフトボールではその競技的特徴から素早いゲーム展開が魅力とされている。

ソフトボールの試合では、ピッチャーズプレート（一

般女子の投本間距離は13.11 m) から100 ~ 110 km/hの速度で投げられたボールを重さ700 ~ 800 g前後のバットで打ち返す能力が重要な体力要素となる。ソフトボールでは、ピッチング動作において軸足（後ろの脚）が地面から離れないかぎりホームベース方向への蹴りだしが許されていることから、打者が感じるボールスピードはさらに速い。このような競技特性を有するソフトボールでは、バットを素早くスイングするための上肢の筋力、筋パワー、敏捷性能力などの体力要素向上が打撃におけるパフォーマンス改善につながる。また、実践場面ではストライクとボールを見極める必要があることから、単に早くスイングする能力だけではなく、ストライクあるいはボールを選択することや、スピードのある投球に対してはバットを短く持って対応することも必要とされている。

1) 天理大学体育学部 *Department of Sport and Health Studies, Tenri University*

2) 天理大学 *Career Planning and Placement Section, Tenri University*

これまで、ソフトボール選手を対象に等速性筋力や敏捷性などの体力とソフトボール投げやベースランニング走などのパフォーマンスとの関係についてわずかながら報告がみられる^{14,15)}。しかし、同様な競技形態である野球選手を対象とした報告^{2,8-11)}に比べて先行研究の数は少ない。そこで本研究では、大学女子ソフトボール選手を対象にレギュラーシーズンにおけるソフトボールのトレーニングが上肢および下肢の筋力、筋パワー、全身および単純反応時間に及ぼす影響を検討するとともに、我々が新しく開発したバットスイングを用いた反応時間への影響についても検討を加える。

方法

被検者

被検者は週4回定期的にソフトボールのトレーニングを行っているT大学ソフトボール同好会の女子選手9名(20.2 ± 1.3歳)とした。選手は関西学生ソフトボール連盟主催の春季および秋季リーグ戦、西日本大学ソフトボール選手権大会等へレギュラーとして出場し、本研究開始前の春季リーグ戦では11位(15チーム中)、本研究終了時点の秋季リーグ戦では10位(16チーム中)の成績であった。被検者の競技年数は2~12年(平均6.0年)で、すべて右投げであった。被検者には口頭および文書にて本研究の趣旨を説明し、参加することへの同意を得ている。被検者の身体的特性を表1に示した。

測定項目と内容

体格

被検者の体格として身長、体重、体脂肪率を測定した。体脂肪率はBody Fat Analyzer (TBF-551:タニタ)を用いて両脚によるインピーダンス法にて測定した。

筋力

筋力として握力(左右)、背筋力、膝伸展力を測定した。握力は握力計(グリッパA:T.K.K.5001:竹井機器)を用い、背筋力は背筋力計(バックD:T.K.K.5402:竹井機器)を用いて旧文部省スポーツテストの方法¹⁷⁾に準じて測定した。握力は左右2回ずつ、背筋力は2回測定して良い方の記録を用いた。膝伸展力は特別に製造した膝伸展力測定装置(竹井機器)を用いて、中谷たちの方法¹³⁾に従って座位姿勢における両脚での等尺性最大筋力を3回測定した。各測定間は筋疲労が十分回復するように2~3分休息をとらせた。測定値は3回の試行の中で最大値を記録した。

等速性腕伸展パワーおよび脚伸展パワー

等速性腕伸展パワーはチェストフォース(T.K.K.3101c:竹井機器)を用いて両腕で前方にバーを押し出した際に発揮される動的な機械的パワーを測定した。腕伸展運動はグリップの高さを乳頭部として肘関節がほぼ90度になる位置からスタートさせた。等速性脚伸展パワーはキックフォース(T.K.K.3103c:竹井機器)を用い、踏み板を両脚で前方に蹴りだす際に発揮される動的な機械的パワーを測定した。脚伸展運動は膝関節角度がほぼ90度になる位置からスタートさせた。両パワーとも中谷

表1 被検者の身体的特性

被検者	年齢 (years)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI	体脂肪率 (%)	除脂肪体重 (kg)	競技歴 (years)	打・投	ポジション
H.R.	18	153.2	46.0	19.6	14.7	39.2	4	左・右	三塁手
K.M.	19	169.5	62.6	21.8	19.1	50.6	7	右・右	投手・左翼手
T.S.	20	160.5	58.4	22.7	22.9	45.0	9	右・右	投手・左翼手
F.Y.	20	157.8	49.0	19.7	16.6	40.9	3	右・右	中堅手・捕手
N.Y.	20	176.0	62.6	20.2	21.9	48.9	2	右・右	二塁手
R.Y.	20	165.0	58.0	21.3	16.5	48.4	2	右・右	捕手
F.N.	21	150.0	47.0	20.9	17.4	38.8	12	右・右	遊撃手
F.T.	22	160.2	61.8	24.1	19.4	49.8	9	左・右	右翼手
O.M.	22	163.0	46.8	17.6	14.9	39.8	6	左・右	左翼手・右翼手
平均	20.2	161.7	54.7	20.9	18.2	44.6	6.0		
標準偏差	1.3	8.0	7.3	1.9	2.9	4.9	3.5		

BMI: body mass index

たちの方法¹²⁾に従って80 cm/sec (中速), 20 cm/sec (低速), 120 cm/sec (高速)の負荷順にそれぞれ6回測定し, 最大値を記録した。なお, 各測定間の休息は5分間とした。この装置を用いた腕伸展パワーの信頼性係数は $r=0.93$ (未発表データ), 脚伸展パワーの信頼性係数は $r=0.96$ であった¹²⁾。

敏捷性

全身反応時間および単純反応時間

光刺激による全身反応時間, 両手および両脚の単純反応時間を測定した。全身反応時間は全身反応測定器 (リアクション: T.K.K.5108: 竹井機器)を用いた。両手および両脚の反応時間はマットスイッチの代わりに特別に製造した微重反応台 (竹井機器)を用い, 刺激後に反応台から両手あるいは両脚が離れるまでの時間を計測した。それぞれの測定時における刺激は赤色光とし, 5回ずつ試技を行わせ, 最大値および最小値を除いた3回の平均値を用いた。

バットスイング反応時間

バットスイング反応時間は灘本たちの方法¹¹⁾に従い, 光刺激によるバットスイングからセンサーを横切るまでの時間を計測した (写真を参照)。測定には全身反応測定器 (全身反応測定器 型: T.K.K.1264b: 竹井機器)の光刺激装置とデジタイマー (T.K.K.315: 竹井機器)を用いた。測定方法を簡単に説明すると, 打者の前方3 mの位置の目の高さに刺激装置を置き, 刺激によるバットスイング反応時間を測定するために, 前方 (投手方向)の膝関節の位置に赤外線センサーを設置した。打者には「用意」の合図でバックスイングの最後部の位置までテイクバックをとらせ, 光刺激 (青色) が呈示されたら素早くスイングするように指示した。スイングはできるだけ実践に近づけさせるため, 単に当てるようなスイングではなく, センター返しを意識したフルスイングとした。また, 青色の光刺激なら打て (ストライクと仮定), 赤色の光刺激なら打つな (ボールと仮定), という選択条件を加えたバットスイング選択反応時間を測定した。バットは長さが84 cmで重量が740 gのソフトボール協会公認バット (テックファイア: ミズノ)を用い, グリップエンドいっぱい握らせる試技と握りこぶしひとつ分短く握らせる試技に分けて行わせた。つまり, バットスイング反応時間は刺激条件を変化させた2条件 (単純および選択)と, グリップの握りを変化させた2条件の計4条件であった。それぞれの測定とも十分に練習させた後に5回試技を行わせ, 最大値と最小値を除いた3回の平均値を用いた。なお, 選択条件における刺激の呈示は10

回とし, 青色あるいは赤色刺激は無作為 (各5回)とした。トレーニング前後とも同一の検者が測定を行った。



レギュラーシーズンとソフトボールのトレーニング内容

大学選手におけるソフトボール競技のレギュラーシーズンは4月~10月であり, 11月~2月がオフシーズン, 3月がプレシーズンとされている。一般的に, オフシーズンでは基礎的体力の向上とレギュラーシーズンに備えた専門的スキルを向上させるための技術練習が中心であるが, プレシーズンとレギュラーシーズンでは試合を想定した実践的なトレーニングが繰り返し行われている。本研究の被検者は, レギュラーシーズンでは週に4回, およそ3~4時間の定期的なソフトボールのトレーニングを行っている。なお, 4~5月の春季リーグ戦, 8月初旬の西日本大会, 9~10月の秋季リーグ戦に参加した。これらの試合を含めた期間に行っている主な1日の練習内容は, キャッチボール (約30分), トスバッティング (約100本), フリー打撃などの打撃練習 (20分), ノック形式の守備練習 (約30分), 走塁練習 (約15分), 投手は別に投球練習 (300球/日), 個人練習 (トスバッティングやティーバッティング) からなる。本研究におけるトレーニング期間は7~10月の4ヶ月間とし, その前後2週間以内に各パラメータの評価を行った。

統計的検定

測定値はすべて平均値±標準偏差で示した。トレーニング前後の各パラメータの比較にはデータ数が少数であることを考慮して測定値を順序尺度化して検定するウィルコクソンのTテストを行った。 $P<0.05$ を有意水準とした。

結 果

トレーニング前後における筋力の変化を表2に示した。左右の握力および背筋力はトレーニングによる変化はなかった。等尺性膝伸展力はトレーニング後におよそ24.0%有意な増大を示した ($P<0.05$)。

トレーニング前後の等速性腕伸展パワーと脚伸展パワーの変化を表3および4に示した。腕伸展パワーでは、20 cm/secの負荷(低速)において絶対値および体重あたりの相対値(以後、相対値とする)ともおよそ20%の低下が認められたものの有意な差には至らなかった ($P=0.06$)。80 cm/secの負荷(中速)ではトレーニング後に絶対値で26.0%、相対値で27.2%の有意な増大が認

められた ($P<0.05$)。120 cm/secの負荷(高速)においてはトレーニング前後で変化がなかった。他方、脚伸展パワーは20 cm/secと80 cm/secの負荷ではトレーニングによる影響がなかったが、120 cm/secの負荷においては絶対値で21.6%、相対値で22.1%の有意な増大が認められた ($P<0.05$)。

全身反応時間、両手および両脚による単純反応時間にはソフトボールのトレーニングによる影響はなかった。

打撃時のスイングを用いた光刺激によるバットスイング反応時間の結果を表6に示した。バットスイング単純反応時間はトレーニングによる影響はなかった。また、青色と赤色の光刺激による選択条件を設けた場合では、バットスイング選択反応時間はトレーニング後に9.4%の有意な改善が認められ ($P<0.05$)、握りこぶしひとつ

表2 ソフトボールのトレーニングにおける筋力の変化

	トレーニング前	トレーニング後	変化率(%)
握力(右), kg	33.6 ± 5.9	31.8 ± 5.2	-5.4
握力(左), kg	30.1 ± 5.1	29.5 ± 5.4	-2.4
背筋力, kg	110.6 ± 24.0	108.3 ± 23.2	-2.1
膝伸展力, kg	58.9 ± 24.0	73.0 ± 14.4	24.0*

平均値 ± SD. * $P<0.05$, vs. トレーニング前

表3 ソフトボールのトレーニングにおける腕伸展パワーの変化

	トレーニング前	トレーニング後	変化率(%)
20 cm/sec (絶対値), watt	104.3 ± 42.6	82.1 ± 13.8	-21.2
20 cm/sec (相対値), watt/kg	1.9 ± 0.9	1.5 ± 0.2	-21.0
80 cm/sec (絶対値), watt	180.3 ± 70.2	227.3 ± 29.8	26.0*
80 cm/sec (相対値), watt/kg	3.3 ± 1.3	4.2 ± 0.5	27.2*
120 cm/sec (絶対値), watt	208.9 ± 47.2	217.2 ± 31.1	4.0
120 cm/sec (相対値), watt/kg	3.8 ± 0.7	4.0 ± 0.5	5.3

平均値 ± SD. * $P<0.05$, vs. トレーニング前

表4 ソフトボールのトレーニングにおける脚伸展パワーの変化

	トレーニング前	トレーニング後	変化率(%)
20 cm/sec (絶対値), watt	315.8 ± 90.6	314.1 ± 68.7	-0.5
20 cm/sec (相対値), watt/kg	5.9 ± 2.0	5.7 ± 1.0	-3.4
80 cm/sec (絶対値), watt	719.3 ± 274.7	831.3 ± 173.5	15.6
80 cm/sec (相対値), watt/kg	13.0 ± 4.8	15.2 ± 2.5	16.9
120 cm/sec (絶対値), watt	823.2 ± 305.1	1001.4 ± 206.1	21.6*
120 cm/sec (相対値), watt/kg	14.9 ± 4.9	18.2 ± 2.5	22.1*

平均値 ± SD. * $P<0.05$, vs. トレーニング前

表5 ソフトボールのトレーニングにおける全身および単純反応時間の変化

	トレーニング前	トレーニング後	変化率(%)
全身反応時間, msec	314.4 ± 41.8	299.4 ± 26.2	-4.8
単純反応時間 (両手), msec	205.8 ± 20.8	193.9 ± 25.1	-5.8
単純反応時間 (両脚), msec	229.9 ± 20.4	224.6 ± 26.8	-2.3

平均値 ± SD.

表6 ソフトボールのトレーニングにおけるバットスイング反応時間の変化

	トレーニング前	トレーニング後	変化率(%)
スイング単純反応時間, msec	509.0 ± 32.0	477.2 ± 44.1	-6.3
スイング単純反応時間 (短), msec	487.0 ± 28.0	443.8 ± 45.6	-8.8
スイング選択反応時間, msec	533.0 ± 44.0	484.8 ± 45.6	-9.4*
スイング選択反応時間 (短), msec	498.0 ± 37.0	478.3 ± 52.0	-4.0

平均値 ± SD. (短)は握りこぶしひとつ分短く握らせた際の反応時間. * $P < 0.05$, vs. トレーニング前

分短く持たせた反応時間 (単純および選択条件) には有意な変化はなかった。

考 察

ソフトボール選手の体力については男女学生を対象とした報告¹⁴⁾や中年の女子選手を対象とした報告¹⁹⁾がみられる。小川たち¹⁴⁾は、大学男女ソフトボール選手の膝伸展時および屈曲時の等速性筋力と体力およびパフォーマンスに男女差が認められるものの、等速性筋力と体力およびパフォーマンスとの関係は認められなかったと報告している。さらに、小川たち¹⁵⁾の最近の研究では、男女ソフトボール選手の体格、体力およびパフォーマンスについて、男子選手の体格が大きく、筋力、敏捷性、全身持久性などの体力やソフトボール投げおよびベースランニング走も女子選手より優れていることを報告している。また、ソフトボール選手の技術や技能については投球時の筋電図や動作解析を用いた報告がなされている^{16,20)}。ソフトボール選手を対象にしたトレーニングに関する研究については、女子学生を対象としてweightedボールを用いたトレーニングが投球速度、手関節筋力、握力に及ぼす結果¹⁾や、プレシーズンのコンディショニングが中年女子選手の無氣的パワー、身体組成、筋力などに及ぼす結果¹⁹⁾が報告されている。また、オフシーズンのトレーニングに関する報告³⁾も認められるが、レギュラーシーズンにおけるソフトボールのトレーニングが選手の筋力や敏捷性能力へ及ぼす影響について検討した

報告はみあたらない。

本研究では、レギュラーシーズンにおけるソフトボールのトレーニングが上肢および下肢の筋力、筋パワー、全身および単純反応時間、実打撃をシュミレートしたバットスイング反応時間について検討した。筋力については、バットやボールを握る動作に必要な握力と打撃および守備の場面で要求される体幹の筋力 (背筋力) にはトレーニングの影響は認められなかった。レギュラーシーズンでは、オフシーズンに比べて打撃や守備練習でボールを用いた実践的なプログラムが多く、これらの筋力を改善するトレーニングを行う機会が少なかったことが影響しているものと思われる。他方、等尺性運動時の膝伸展力はトレーニング後に24.0%の有意な増大を示した。このことは、レギュラーシーズンにおけるトレーニングの中でも守備と走塁時の蹴り出しや踏ん張り、全力の走動作における膝伸展筋群への刺激の繰り返しが筋力の改善につながったものと考えられる。

等速性腕伸展パワーは中速のパワー発揮においてトレーニング後に有意な改善を示した。腕伸展パワーは送 (投) 球時やバッティング時に必要とされる能力であるが、ソフトボール選手を対象として腕伸展パワーに及ぼすトレーニングの影響についての報告はない。競技形態が類似している野球においては、灘本たち⁹⁾がオフシーズンのトレーニングでは中速度の負荷における腕伸展パワーが有意に改善したと報告しているが、レギュラーシーズンのトレーニングでは逆に低下することを明らかにしている¹⁰⁾。シーズン時期の違いによるトレーニング効果の相違として、その時期でのトレーニング目標と負荷

の設定が異なることが考えられる。つまり、オフシーズンでは実践的な練習よりもレギュラーシーズンに向けて基礎的な筋力やパワーなどの能力を改善することが主な課題となるが、レギュラーシーズンでは実戦練習や試合が多いために素早い動きづくりのような技術を中心としたトレーニングが多く行われる。ソフトボールにおいては野球と同様な練習形態をとることから、本研究の被検者における低速の負荷での腕伸展パワーが低下傾向を示していたのは、先行研究の結果とほぼ同じであった¹⁰⁾。高松たち¹⁸⁾は、筋パワーを「力型」と「スピード型」に分類し、競技種目特性によって発揮される筋パワーは異なることを報告している。本研究で用いた等速性筋パワー測定装置（チェストフォースおよびキックフォース）は、負荷強度として20 cm/sec, 80 cm/sec, 120 cm/secの3速度で評価し、20 cm/secの負荷が「力型のパワー」、120 cm/secが「スピード型のパワー」、80 cm/secを「中間型のパワー」と考えることができる⁸⁾。本研究におけるレギュラーシーズンのトレーニングは、「力型のパワー」および「スピード型のパワー」への影響はなく、腕伸展運動時における「中間型のパワー」についてのみ改善させるものと思われる。しかし、今回用いた腕伸展運動は、ソフトボールの打撃時におけるスイング動作とは大きく異なり、今後より詳細な検討が必要であろう。

本研究において、等速性脚伸展パワーへの影響については低速や中速の負荷では変化がなく、高速の負荷では有意な改善を示した。野球におけるレギュラーシーズンのトレーニングでは、脚伸展パワーの3つの負荷すべてに有意な変化は認められていない¹⁰⁾。他方、オフシーズンのトレーニングでは中速および高速の負荷において改善が報告されている⁹⁾。レギュラーシーズンのトレーニングにおいて、本研究と先行研究との相違は練習内容や課題、対象とする選手の年齢やレベルが異なることによるものと思われるが、詳細は不明である。

次に、敏捷性能力の指標となる反応時間について検討を加えたい。本研究では、全身反応時間と両手および両脚による単純反応時間はトレーニングによる変化は認められなかった。ソフトボールでは、打撃時にボールの軌道を見極め、素早くバットを打撃ポイントにスイングするための能力や、守備場面における素早いゴロおよびフライの捕球などに俊敏な動きは必要である。敏捷性能力には刺激に対する反応の素早さだけでなく、場面に応じた予測能力も加味されることから、本研究の単純な動作における反応時間を改善させるには実践的な練習やトレーニング期間が16週間では短かったものと思われる。

バットスイング反応時間は、刺激が発せられてからフ

ォワードスイングを行い打撃ポイント付近の膝関節部に設置したセンサーを横切るまでの時間として評価するシステムである¹¹⁾。このシステムを用いて、動作条件を単純な刺激に対するバットスイングと、ストライクおよびボールの判断を無作為に行わせて、ストライクのみスイングするという選択条件、これらにバットの握り位置を変化させた場合のバットスイング反応時間への影響を検討した。本研究では、トレーニング後に選択条件におけるスイング反応時間は有意に改善した。これまで、野球選手を対象として打者のスイング時における反応時間を検討した報告がみられる^{5,6)}。しかし、これらの研究では、糸でつるしたボールを落とす条件におけるスイング反応時間を評価しているものの、実践場面をシュミレートしたとは言い難い。これらの点を考慮し、より実践に近づけたバットスイングを用いた反応時間を評価したことは本研究のオリジナルである。ソフトボールにおける打撃では、投手から放たれたボールに対して振り遅れることなくスイングし、ボールへの衝突エネルギーを高めることが打撃成績の向上につながる。打撃に必要な能力としてはバットを素早くかつ力強くスイングする筋力やパワー、反応時間の早さ、正確にバットを打撃ポイントに運ぶ調整力、ボールのコースを見極める視覚や情報処理能力など総合的な能力が要求される^{4,7)}。これらの能力の中でもバットスイング反応時間が早くなれば、打つ動作をはじめから打撃するまでの時間が短くなりボールをより手前まで見極めることが可能となる。本研究では、バットを握るグリップ位置を短くしたとしてもトレーニングによる影響は認められなかったが、ストライクとボールを見極める選択条件では有意な改善が認められた。このことはレギュラーシーズンにおいて、実践に近づけた練習や試合を繰り返すことによって単純に早くスイングする能力よりも、打つボールを選択した上で素早くスイングする能力が改善したものと思われる。今後は、さらに実践場面に近づけたバットスイング条件の設定や、さまざまなパフォーマンスとの関係についてトレーニングの影響を明らかにしていきたい。

まとめ

本研究では、大学女子ソフトボール選手を対象にレギュラーシーズンにおけるソフトボールのトレーニングが筋力、筋パワー、敏捷性能力に及ぼす影響を検討した。結果は以下のとおりである。

1. ソフトボールのトレーニングは握力と背筋力に影響

響を及ぼさなかったが、等尺性運動時の膝伸展力を有意に改善した。

2. 腕伸展パワーは、20 cm/secと120 cm/secの負荷でトレーニングの影響はなかったが、80cm/secの負荷では有意な改善が認められた。脚伸展パワーは、20 cm/secと80 cm/secの負荷でトレーニングの影響はなかったが、120 cm/secの負荷では有意な改善が認められた。
3. 全身反応時間、両手および両脚における単純反応時間にはトレーニングの影響はなかった。
4. バットスイング反応時間では、単純な光刺激条件においては有意な変化はなかった。ストライクとボールを見極める選択条件ではトレーニング後に有意な改善を示した。バットのグリップ位置を変化させた場合への影響はなかった。

以上のことから、大学女子ソフトボール選手を対象としたレギュラーシーズンにおけるソフトボールのトレーニングは、膝伸展力、腕伸展時における「中間型のパワー」、脚伸展時における「スピード型のパワー」、バットスイング選択反応時間を改善するものと思われる。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり天理大学ソフトボール同好会の選手と天理大学体育学部体力学研究室の学生諸兄に感謝いたします。データ解析作業にご協力いただきました奥村幸子氏に感謝いたします。

文 献

- 1) Brylinsky, J., Moore, J.C., and Frosch, M. (1992) The effect of using a weighted ball on pitching velocity, wrist strength and handgrip. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 6 : 170-173.
- 2) DeRenne, C., Heltzler, R.K., Buxton, B.P., and Ho, K.W. (1996) Effects of training frequency on strength maintenance in pubescent baseball players. *J. Strength. Cond. Res.* 10 : 8-14.
- 3) Glasser, J., Caterisano, A., and Brown, W. (1999) Off-season training for women's softball. *Strength Cond. J.* 21 : 54-59.
- 4) 平野裕一 (1993) 当てる打撃と運ぶ打撃. *J. J. Sports Sci.* 12 : 340-345.
- 5) 平野裕一 (1999) 競技力向上のために野球のバッティングを検討する. *体育の科学* 49 : 800-804.
- 6) 石田和之, 中井良平, 平野裕一 (2000) 野球打者の打撃の意志決定とバットの運動調節に関する実験的研究. *バイオメカニクス研究* 4 : 172-178.
- 7) 前田 明 (1999) 打撃運動と視覚. *バイオメカニクス研究* 3 : 294-299.
- 8) 灘本雅一, 中谷敏昭, 新田泰士, 三村寛一 (2000) 高校野球選手における筋力とパフォーマンス - レギュラー選手と非レギュラー選手の比較 -. *日本体育学会測定評価専門分科会 Circular* 61 : 49-56.
- 9) 灘本雅一, 中谷敏昭, 新田泰士, 三村寛一 (2001) 高校野球選手におけるオフシーズンのトレーニングが筋パワーと骨強度に与える影響. *天理大学学報* 197 : 25-35.
- 10) 灘本雅一, 中谷敏昭, 新田泰士, 三村寛一 (2002) 高校野球選手におけるレギュラーシーズントレーニングが筋パワーと骨強度に及ぼす影響. *天理大学学報* 200 : 1-10.
- 11) 灘本雅一, 中谷敏昭, 新田泰士, 三村寛一 (2002) 中学生野球選手におけるバットスイング反応時間に関する研究. *天理大学学報* 203 (in press).
- 12) 中谷敏昭, 川田裕樹, 灘本雅一 (2002) 若年者の下肢筋パワーを簡便に評価する30秒椅子立ち上がりテスト (CS-30テスト) の有効性. *体育の科学* 52 (8) : 65-69.
- 13) 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一, 伊藤 稔 (2002) 日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する30秒椅子立ち上がりテストの妥当性. *体育学研究* 47 : 451-461.
- 14) 小川幸三, 大貫克英, 松田章太郎, 長谷川健, 菅田真里, 清田 寛, 大和 眞 (1999) ソフトボール選手の等速性筋力とperformanceに関する研究. *日本体育大学紀要* 29 : 57-64.
- 15) 小川幸三, 田中徹治, 中野昭一, 菅田真里, 清田寛, 大和 眞, 載 鶴峰, 武田基一, 岩井由香里 (2001) 男女ソフトボール選手の頸部および体肢の動脈直径と体格, 体力の比較. *日本体育大学体育研究雑誌* 26 : 81-86.
- 16) 奥野暢通, 後藤幸弘, 島田三千男 (1991) ウィンドミル投法の筋電図的分析 - 競技レベルによる相違とボール速度の変化を中心にして -. *体育学研究* 36 : 141-155.
- 17) 体育科教育研究会編 (1986) 体育学実験・演習概説 (第6版). 大修館書店: pp. 188-189.
- 18) 高松 薫, 佐藤芳弘, 宮坂雅昭, 高森秀蔵 (1989)

- 無氣的パワーにおける力型とスピード型のタイプから
みたラグビー選手の特性．体育学研究34：81-88．
- 19) Terbizan, D.J., Waldera, M., Seljevold, P., and
Schweigert, D.J. (1996) Physiological characteristics
masters women fastpitch softball players . J. Strength
Cond. Res. 10 : 157-160 .
- 20) 山本英弘, 北川 薫, 松岡弘記, 藤松 博 (1981)
ウインドミル投法の動作分析的研究．中京体育学研究
21 : 114-121 .