

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：53301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22500602

研究課題名(和文) 野球選手の投球速度を向上させる体力要素およびトレーニング法の検討

研究課題名(英文) Examination of the physical fitness factors and the training method to increase pitching speed in baseball

研究代表者

北田 耕司 (KITADA, Koji)

石川工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：70280378

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：野球の投球速度と様々な体力要素との関係を検証した。その結果、相関がみられたものはスクワットや握力といった筋力要素のみであり、相関性も高いものではなかった。投球動作で上半身の回転運動が制限されると投球速度に差がみられなかったこと、投球速度とバッティングの打球速度では高い相関がみられたことから、投球速度は体幹の回転パワーとそれを伝達する上肢の振りが大きく影響しているものと考えられた。さらに体幹の回転パワーと投球速度に相関がみられなかったことから、投球速度は体幹のパワー発揮要素よりも、パワーを連動する動作効率によるところが大きいと考えられた。球速向上に重要な要素は、体幹と上肢の連動性と考えられた。

研究成果の概要(英文)：This study examined the relationship between baseball pitching velocity and various fitness factors. Positive correlations were found only with muscular strengths, such as squat strength and grip strength, while they were not high. There was no significant difference among the velocities when the range of torso rotation was restricted during the pitching delivery. On the other hand, a high correlation was observed between the pitching and the batted ball velocities. These results suggest that the coordinated effort of trunk rotation and the upper extremity exerts a great influence on the pitching speed. Furthermore, since there was no correlation with trunk rotation strength, the pitching speed depends more on a sequence of body movements than on exertion of power output ability. In short, the important factor to increase pitch velocity is the effective linkage of the trunk and the upper extremity.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 スポーツ科学

キーワード：野球 投球速度 体力要素 トレーニング 投球動作

1. 研究開始当初の背景

野球では、投手はもちろん野手においても速いボールを投げられることが一つの武器であり、選手の誰もが望むところである。そのため野球の投球動作に関する研究は多い。近年の投球動作の分析は画像分析法によるものが主流であり、身体各部分の動きを分析するキネマティクスの観点から多くの知見が得られている。しかし、現場では知見で得られた理想的な動きをいかに習得するかが問題となる。理想的な動きが出来ない原因として筋力、平衡感覚、柔軟性、調整力など体力要素の不足が予想される。また、投球動作は一連の流れがあるため、次の動作へとうまく繋がれないことも考えられる(運動性の欠如)。ところが、体力特性と球速の関係を検証した研究は少なく不明な点が多い。これは投球動作が複数の体力要素で構成され、それらが複雑に関与し、球速との関係が把握しにくいと考えられる。

体力特性と球速との関係が明らかになれば、球速を向上させる効果的なトレーニング指導、および理想的な投球動作の実現が可能になると考えられる。

2. 研究の目的

過去の研究により理想的な投球動作が判ってきた現在、いかにその動作が出来るようになるかが重要課題である。本研究では、球速と様々な体力要素との関係を検証し、球速に関連した体力特性を明らかにすること、球速に関連した体力特性から、球速を向上させるトレーニングメニューについて考案し、検証することを主たる目的とし、研究期間中に4つの課題を実施した。

(1) 球速と体力要素の関係

様々な体力テスト項目と野球の投球速度の関係を検証し、球速に影響する体力特性について検討を加えた。

(2) 動作制限法による投球動作に影響する動作の検討

野球の投球動作は、投球方向への並進運動、腰・上体・肩へと連動する体幹の回転運動、その過程で生じたパワーをボールに伝える腕の振りへと連続的に行われる。これらの動作は一連の流れであり、球速に影響を与える動作を明確化することは難しい。そこで、動作制限法により4種類の投球動作を設定し、それぞれの球速を観察することにより、球速に影響を与える投球動作過程について検討を加えた。

(3) 投球動作の指導方法の違いが球速に与える影響

野球の投球動作を指導する上で、一般的に下半身の強化や動作を中心に指導されることが多い。筆者のこれまでの研究において、球速が130km/h程度を越えない選手

では下半身からのパワー発揮よりも、骨盤からボールリリースに関わる上半身の動作効率が球速に大きな影響を与えている可能性が考察されている。本研究では、投球動作について下半身を中心に指導をした場合と上半身を中心に指導をした場合の効果の違いを観察し、球速に影響を与える動作について検討を加えた。

(4) 投球速度とバットスイング速度の関係

複合的な体力・動作要素および柔軟性についての検証が足りないことから、さらに要素を増やして観察し、投球速度を向上させる要素について考察を行なった。特に複合的な動作要素として、バットスイング速度に着目して検証した。

3. 研究の方法

(1) 球速と体力要素の関係

高等専門学校に在籍する野球部員34名(投球速度 111.29 ± 7.98 km/h)を対象とし、実験を行なった。ボールは硬式野球ボールを使用した。投球速度はドップラー方式のスピードガン(Stalker Pro, ACI社製, USA)を捕手の真後ろに設置して計測した。

投球方法は、投手と同様マウンドから投球する通常投球(NT)、身体正面を捕手に正対させた状態からのノーステップ投球(NST)、椅子に座り腰を固定した状態からの椅座位投球(CT)とした。

体力テストは、メディシンボール投げ(スクープスロー・オーバーヘッドスロー・サイドスロー)、跳躍種目(立幅跳・立三段跳・片脚立幅跳等)、筋力・筋パワー種目(握力・スクワット1RM・最大無酸素パワー)、硬式野球ボールによる遠投を行なった。

(2) 動作制限法による投球動作に影響

被験者は高等専門学校野球部員37名(投球速度 114.73 ± 6.91 km/h)であった。ボールは硬式野球ボールを用いた。投球動作は通常のオーバーハンドスロー(NT)、軸足をプレート、踏み出し足を捕手方向に配置した状態での投球(NSTS)、捕手に対して正面を向き、足の踏み出しを行わない投球(NSTF)、椅子座位姿勢で骨盤の回転が制限された投球(CT)、椅子座位姿勢で胸部固定した状態での投球(CTFC)、CTFCの姿勢に更に頭部を固定した状態での投球(CTFH)の6種類であり、スピードガン(Stalker Pro, ACI社製)により球速を測定した。また、バーベルシャフト(9kg, 10kg)を肩に担いだ状態で体幹を捻転させた時の時間を計測することにより、体幹の回転パワーを求めた。

(3) 投球動作の指導方法の違いが球速に与える影響

被験者は高等専門学校野球部員36名(トレーニング前の投球速度 113.56 ± 7.28 km/h)であった。ボールは硬式野球ボールを用い、

球速はスピードガン(Stalker Pro, ACI社製)により測定した。被験者を下半身動作トレーニング群(L群, n=13), 上半身動作トレーニング群(U群, n=13), コントロール群(C群, n=10)に分け, それぞれの指導を行なった。下半身動作トレーニングは軸足から踏み出し足への重心の落下と移動を目的としたドリル2種類, 股関節の割れを抑えることを目的としたドリル1種類の計3種類であった。上半身動作トレーニングは体幹の回転とそれに連動した腕の振りを目指したドリルが3種類。L群, U群とも3種類のドリルを実施するのに15分程度であった。トレーニングは毎日行なった。トレーニング1週間後, 2週間後, 3週間後の球速を測定した。2週間後からの1週間はL群, U群ともに, 上半身および下半身動作トレーニングの両方を行なった。投球時の動作を側方および前方からビデオカメラ(HDR-CX7, SONY社製)で撮影し, 動作の違いを確認し, 検討を加えた。

(4) 投球速度とバットスイング速度の関係

被験者は高等専門学校の野球部員29名(投球速度 114.59 ± 7.54 km/h)とした。測定項目は投種目, 筋力種目, パワー種目, 柔軟性, 打撃の5項目から各数種類の測定を行なった。投種目では投球速度, 遠投, ハンドボール投げの3種目を実施した。筋力種目はスクワット1RMと握力を, パワー種目では立幅跳と50m走を, 柔軟性種目は背中指間距離, 肩甲帯伸展角度, 長座体前屈, 仰臥位開脚角度の4種目について測定した。打撃種目はティーバッティング時のスイングおよび打球速度を打者後方よりスピード計測器(MST-200, SSK社製)を用いて同時に計測した。

4. 研究成果

(1) 球速と体力要素の関係

球速と相関関係が認められた体力要素を表1に示した。NTと最も相関が高かったのは, 遠投($r=0.863$)であり, 続いてNST($r=0.816$), CT($r=0.647$)となった。いずれも投球動作項目であった。投球動作項目以外で相関が高かったのはスクワット($r=0.454$), 握力($r=0.422$)といった筋力系種目であった。メディンボールのオーバーヘッドスロー($r=0.414$), 体重($r=0.339$), 立幅跳($r=0.326$)で相関に有意性がみられたが, 高い相関ではなかった。下半身のパワーまたは全身パワーを反映する跳躍系(立三段, 片脚立三段)およびメディンボール投げなどほとんどの項目で相関性はみられなかった。重回帰分析により, 投球速度の最適説明変数を求めるとNSTと遠投が選択された。投球系の測定項目を除いて重回帰分析を行なったが, 補正R2, t値, P値のいずれもが妥当ではないことから, 投球速度を体力要素で表わすことはできなかった。以上のことから, 130km/h程度までの球速は, 体力要素よりも投球の動作効率によるところが大きいと考

えられた。

表1 球速と相関関係が認められた体力要素

項目	単位	平均値	S.D.	相関係数
1 遠投	[m]	76.71	8.91	.863 **
2 ノーステップ投球	[km/h]	94.24	6.87	.816 **
3 椅座位投球	[km/h]	80.35	6.93	.647 **
4 スクワット	[N]	947.17	187.57	.454 **
5 握力	[N]	441.78	66.93	.422 **
6 オーバーヘッドスロー	[m]	6.55	1.08	.414 *
7 体重	[kg]	62.15	5.51	.339 *
8 立幅跳	[cm]	233.18	13.99	.326 *

*P < 0.05, **P < 0.01 N=34

(2) 動作制限法による投球動作に影響する動作の検討

NTの球速と各制限投球法での球速の関係を表2に示した。NTに対してNST S($r=0.828$), NST F($r=0.771$)およびCT($r=0.729$)において有意な相関関係がみられたが, CTF CおよびCTF Hにおいて相関関係はみられなかった。これは上体の回転運動がなくなると, 球速に差がみられないことを示しており, 球速は体幹の回転パワーとそれを伝達する上肢の振りに大きく影響されている可能性が推察された。さらにシャフトを用いた体幹の回転パワーと球速の関係については, 有意な相関がみられなかった。これらの結果から, 球速の決定要因は体幹のパワー発揮要素よりもパワーを連動する動作効率によるところが大きいと考えられた。

表2 通常投球の球速と各投球法の球速の相関係数

	NT	NST S	NST F	CT	CTF C
ノーステップ(横向): NST S	.828**				
ノーステップ(正面): NST F	.771**	.834**			
椅座位投球: CT	.729**	.799**	.754**		
椅座位胸部固定: CTF C	-.0159	.175	.231	.397*	
椅座位頭部固定: CTF H	.112	.280	.323	.346*	.766**

*P < 0.05, **P < 0.01 N=37

(3) 投球動作の指導方法の違いが球速に与える影響

L群, U群ともに球速に有意な増加がみられたが, 両トレーニングの効果の違いに差はみられなかった(L群:3.86%, U群:3.89%の増加)。トレーニング効果は1週間後にみられたが, 2週間後以降は見られなかった。投球フォーム改善の変化はL群の方が, U群よりも明確であった。以上のことから, 動きの改善により球速が上がったことから即効性があるものと考えられた。更なる動きの改善は体力要素の関わりが大きいものと推察された。投球フォームの改善はL群の変化が大きく, わかりやすかったことから, 下半身を中心とした指導が多くなる一要因と考えられた。

表3 各トレーニングにおける球速の変化

項目	下半身動作 Tr.	上半身動作 Tr.	有意差
平均 [km/h]	4.38	4.23	NS
平均%PRE [%]	3.86	3.89	NS
最高値 [km/h]	10	6	NS
最低値 [km/h]	0	1	NS

(4) 投球速度とバットスイング速度の関係
球速との相関がみられた体力・動作要素は筋力系 [スクワット 1RM ($r=0.472$), 握力 ($r=0.461$)], 打撃系 [スイング速度 ($r=0.641$), 打球速度 ($r=0.720$)] (表4参照), 投球系 [遠投 ($r=0.731$), ハンドボール投げ ($r=0.440$)] の6種目であった。また, パワー系, 柔軟性についてはいずれの種目についても有意な関係がみられなかった。

投球動作と打撃動作の関連性が示唆された。打撃における体幹の回転パワーが投球速度に反映している可能性が考えられる。しかし, (2) の実験において体幹の回転パワーが必ずしも球速に反映されないこと, また打球速度の方がスイング速度よりも高い相関が得られていることから, パワーそのものより, 体幹と腕の操作性, 力を入れるタイミングを反映しているものと推察された。これらのことから投球速度と打球速度の相関は, 体幹の回転パワーよりも末端へのパワー伝達効率を反映している可能性が考えられた。

表4 スイング速度, 打球速度の記録と球速との相関

種目	記録	球速との相関係数
スイング速度 [km/h]	117.97 ± 7.90	0.641**
打球速度 [km/h]	119.69 ± 8.24	0.720**

** P < 0.01 N=29

これらの結果をまとめると, 球速に関連した体力要素はスクワットや握力といった筋力要素のみであった。また, 相関性も高いものではなかった。

動作制限法の実験より, 上半身の回転運動が制限されると球速に差がみられないことから, 球速は体幹の回転パワーとそれを伝達する上肢の振りが大きく影響しているものと考えられた。

体幹の回転パワーと球速の関係が認められなかったことから, 球速は体幹のパワー発揮要素よりも, パワーを連動する動作効率によるところが大きいと考えられた。

肩・股関節の柔軟性と球速には相関がみられなかったことから, 130km/h 程度の球速では, 柔軟性は影響しないと考えられた。

球速とスイング速度および打球速度の相関は高かった。また, 打球速度の方がスィ

ング速度よりも高い相関が得られたことから, パワーより, 体幹と腕の操作性, 力を入れるタイミングなどが球速に大きな影響を与えているものと考えられた。

以上のことから球速と関連した体力要素としては, 脚筋力と握力ではあるが, 球速向上に最も大切な要素は, 体幹と上腕の運動性であると考えられた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計1件)

小森 康加, 北田 耕司, 榎本 至, 高校男子水球選手を対象とした投球速度改善サポート, 日本水泳水中運動科学, 査読無, 16巻(1), 2013, 17-19
https://www.jstage.jst.go.jp/article/swe/x/16/1/16_17/_pdf

[学会発表] (計8件)

北田 耕司, 岩竹 淳, 小森 康加, 與谷 謙吾, 田巻 弘之, 野球の投球速度に影響する体力・運動能力要素の検討-投球速度とバットスイングの関係-, 日本体育学会第64回大会, 8月28日-30日2013, 滋賀.

岩竹 淳, 北田 耕司, 関子 浩二, 疾走能力の改善をねらいとした持続的プライオメトリックトレーニングの妥当性, 日本体育学会第64回大会, 8月28日-30日2013, 滋賀.

北田 耕司, 小森 康加, 與谷 謙吾, 田巻 弘之, 投球動作の指導方法の違いが球速に与える影響について, 日本体育学会第63回大会 8月22日-24日2012, 神奈川.

北田 耕司, 岩竹 淳, 小森 康加, 與谷 謙吾, 田巻 弘之, 動作制限法による投球速度に影響する動作の検討, 日本体育学会第62回大会, 8月25日-27日2011, 鹿児島.

岩竹 淳, 北田 耕司, 関子 浩二, 疾走能力の違いからみたバウンディング遂行能力の比較, 日本体育学会第62回大会, 8月25日-27日2011, 鹿児島.

與谷 謙吾, 田巻 弘之, 幸 篤武, 北田 耕司, 荻田 太, 反応トレーニングに伴う視覚-運動関連時間の変化が上肢筋電図反応時間に与える影響-, 日本体育学会第62回大会 8月25日-27日2011, 鹿児島.

北田 耕司, 岩竹 淳, 小森 康加, 與谷 謙吾, 桐本 光, 田巻 弘之, 野球の投球動作に影響する体力・運動能力要

素の検討,第65回日本体力医学会大会,
9月16日-18日2010,千葉.

小森 康加,坂井 智明,中村 康雄,
高橋 琴美,北田 耕司,河野 一郎,
水球競技における投球速度と立ち泳ぎ
による推進力との関係,第65回日本体
力医学会大会,9月16日-18日2010,
千葉.

6. 研究組織

(1)研究代表者

北田 耕司(KITADA, Koji)
石川工業高等専門学校・その他部局等・
教授
研究者番号:70280378

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

小森 康加(KOMORI, Yasuka)
大阪国際大学・人間科学部・准教授
研究者番号:90296773

岩竹 淳(IWATAKE, Jun)
石川工業高等専門学校・その他部局等・
准教授
研究者番号:10342487

與谷 謙吾(YOTANI, Kengo)
鹿屋体育大学・体育学部・講師
研究者番号:10581142

桐本 光(KIRIMOTO, Hikari)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・講師
研究者番号:40406260

田巻 弘之(TAMAKI, Hiroyuki)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授
研究者番号:40253926