

# オフシーズン中のエアフリッパーを用いた ローテーターカフ強化のエクササイズが投能力に及ぼす影響

## Effects of a Rotator Cuff Strengthening Exercise Using an Air Flipper during the Off-season on Throwing Ability

中澤 依未<sup>1)</sup>, 金高 宏文<sup>2)</sup>, 加賀谷善教<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 鹿屋体育大学体育学部

<sup>2)</sup> 鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

<sup>3)</sup> 昭和大学保健医療学部理学療法学科

Emi Nakazawa<sup>1)</sup>, Hirofumi Kintaka<sup>1)</sup>, Yoshinori Kagaya<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

<sup>2)</sup> Department of Nursing and Rehabilitation Sciences, Showa University

### Abstract

In the present study, we investigated the immediate (Study 1) and short-term (Study 2) effects of air flipper exercise (AF exercise) during the off-season on throwing ability.

Study 1: Subjects included four collegiate baseball players who were classified into group T, which performed AF exercise, and group C, which did not perform the exercise. Throwing speed, shoulder joint range of motion, and shoulder joint strength were measured before and immediately after AF exercise. Study 2: Subjects included 10 members of the fire department softball team who were classified into group T (n=5), which performed AF exercise, and group C (n=5), which did not perform the exercise. Throwing speed, throwing distance, shoulder joint range of motion, and shoulder joint strength were measured before and after one month of training.

In Study 1, group T had a significant increase ( $p<0.05$ ) in the muscle strength of external rotation at throwing position but no significant changes in throwing speed or shoulder joint range of motion, while group C showed no significant changes in any parameter. On the other hand, in Study 2, throwing speed and throwing distance significantly decreased ( $p<0.05$ ) in group C but not in group T. In addition, regarding shoulder joint strength, the muscle strength of internal rotation at throwing position significantly increased ( $p<0.05$ ) in group T, while external rotation strength significantly decreased ( $p<0.05$ ) in group C.

These findings indicate that AF exercise immediately enhances the muscle strength of external rotation at throwing position but not throwing ability, and that it contributes to maintenance of throwing ability as well as alleviation and prevention of ball-thrower's shoulder injury in the short-term through maintenance and enhancement of rotator cuff strength.

Key words: throwing speed, throwing distance, external rotation strength, internal rotation strength, ball-thrower's shoulder injury

キーワード：投球速度，遠投距離，外旋筋力，内旋筋力，投球障害肩

## I. 緒 言

投能力の向上や肩関節の障害予防には、肩甲下筋・棘下筋・棘上筋・小円筋からなるローテーターカフ（図1）の機能改善や強化が有効とされている<sup>3)</sup>。ローテーターカフは、肩甲上腕関節（以後、肩関節とする）における回旋（Rotation）、下制（Depression）、圧迫（Approximation）の3つ役割を果たしており<sup>14)5)</sup>、ローテーターカフの役割によって、自由度が高く不安定な肩関節の動的安定性が確保されている。

ローテーターカフの機能改善及び強化エクササイズとしては、負荷として一般的にチューブやダンベルが用いられている（図2）。しかし、両者とも一動作方向の負荷で、チューブはゴム製であるため伸張の程度により抵抗力が決定されるといった欠点がある。ダンベルでは三角筋・僧帽筋・広背筋・大胸筋等のアウターマッスルの関与が大きく、負荷がダンベルの重量だけでなく運動速度に依存するといった欠点が指摘されている<sup>8)9)</sup>。

しかし、2004年にこれらの欠点を解消すべく空気抵抗を負荷とする団扇状の「エアフリッパー」（ミズノ社製：図2）が開発、市販された。このエアフリッパーの特徴は、1）空気抵抗を利用したこと

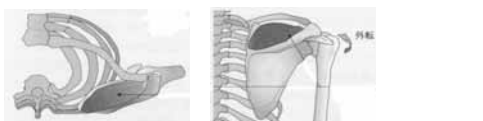
2）内旋筋群と外旋筋群交互に負荷を加えられること 3）運動可動域全域で均一な負荷をかけられることが挙げられている<sup>8)9)</sup>。このエアフリッパーを用いた研究は、エアフリッパーエクササイズ実施直後の肩関節可動域や肩関節筋力の変化を調べたものが多く、実施直後は肩関節可動域が拡大すること<sup>1)</sup>や、肩関節外転挙上筋力が上昇すること<sup>12)</sup>が報告されている。しかし、エアフリッパーを用いたエクササイズの即時的及び1ヶ月間の短期的エクササイズが、投能力や肩関節可動域、肩関節筋力にどのような影響を及ぼすかを検討している研究は見受けられない。

一方、トレーニングの現場ではオフシーズン中に筋力が低下すると言われている。このことはローテーターカフを構成する筋群においても同様のことが予想される。オフシーズンで筋力が低下したままシーズンに入ることによって、シーズンにおける投球障害肩の発生や投能力の低下に結びつくことは容易に考えられる。オフシーズン中にローテーターカフの筋力を維持することは、シーズンにおける投球障害発生リスクの減少や投能力の維持につながるのではないだろうか<sup>10)</sup>。従って、オフシーズン中のエアフリッパーを用いたローテーターカフ強化のエクササイズ（以後、AFエクササイズとする）が、投能力や肩関節可動域、肩関節筋力にどのような影響を与えるかを明らかにすることは有益なことと言えよう。

そこで、本研究はオフシーズン中のAFエクササイズが投能力に及ぼす影響について、即時的、短期的変化から検討を行うこととした。

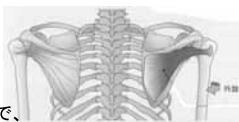
### < 棘上筋 Supraspinatus >

起始…肩甲骨棘上窩の内側2/3  
停止…上腕骨大結節の上端  
機能…肩関節外転の補助、上腕骨を関節窩に近づけての安定



### < 棘下筋 Infraspinatus >

起始…肩甲骨後面の棘下窩内側  
停止…上腕骨大結節の後部  
機能…肩関節の外旋、水平伸展  
\* 上腕骨の外旋筋としては最も強力で、肩関節の後方の安定化にとって重要



### < 肩甲下筋 Subscapularis >

起始…肩甲骨前面の肩甲下窩前面  
停止…上腕骨小結節  
機能…肩関節の内旋、内転、伸展



### < 小円筋 Teres minor >

起始…肩甲骨外側縁の中部後面  
停止…上腕骨大結節の後部  
機能…肩関節の外旋、伸展、水平伸展  
\* 棘下筋の働きを助け、棘下筋と同時に働く



図1. ローテーターカフを構成する4つの筋の概要（肉単（株式会社NTS, 2004）より作成）




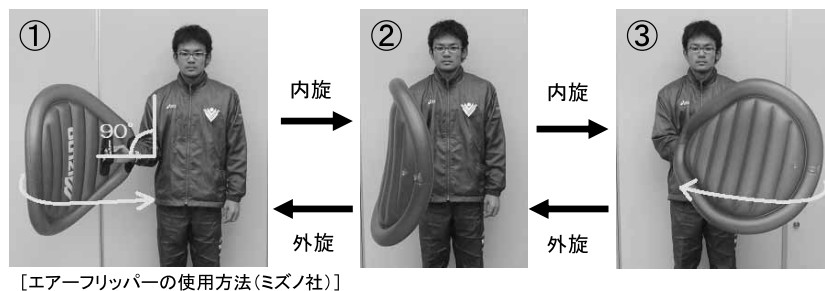
	エアフリッパー	チューブ	ダンベル
器具			
負荷の様式	空気抵抗 (480g)	ゴムの張力	ダンベルの重さ (1~3kg)
負荷の方向性	両方向	一方向	一方向
特徴	・アウターマッスルの関与が少ない ・運動範囲全域に渡り筋を刺激できる	・アウターマッスルの関与が少ない ・普及している ・持ち運びに便利	・負荷量がはっきりと分かる
欠点	・安全に使用できるスペースの確保が必要	・最終域ほど抵抗が大きくなる	・アウターマッスルの関与が比較的多い

図2. ローテーターカフ強化のエクササイズで用いられる器具とその特性



- ・肘を90度に曲げた状態で固定し、水平方向に90°程度を目安に無理がない範囲で団扇をあおぐように動かす
- ・肘を体に付けて脇があかないようにして動かす
- ・動かす速度は、1秒間に1往復する程度
- ・トレーニングの目安は1日3回(朝・昼・晩を目安)1回あたり30往復

図3. エアフリッパーを用いたローテーターカフ強化のエクササイズの実施方法

## II. 方 法

### A. AFエクササイズの即時的な影響の検討(実験1)

ここでは、AFエクササイズの即時的な影響について投球速度、肩関節可動域、肩関節筋力の面から検討するために以下の測定を実施した。

#### 1. 被験者

被験者は、研究の趣旨に同意した本学野球部投手4名(年齢 $20.5 \pm 1.0$ 歳, 身長 $177.5 \pm 7.1$ cm, 体重 $71.9 \pm 5.3$ kg)とし、AFエクササイズを行う場合をT試技群, 5分間の休息のみで何も行わない場合をC試技群とし、日をずらして測定を行った。実験を開始するにあたり、全ての被験者に対して本研究の目的, 方法, 危険性などを十分に説明し、いかなるときでも実験への参加を取りやめることができるという条件の下で参加の同意を得た。

#### 2. 即時的なエクササイズ内容

AFエクササイズを行う試技(T試技)の測定試技は、ミズノ社が規定するエアフリッパーの使用方法に基づき肘を90度に曲げた状態で固定し、水平方向に90度程度を目安に無理がない範囲で団扇をあおぐように動かすというもので、1秒間に1往復のテンポで30往復とした(図3)。そして、試技前後で以下の各測定項目を測定した。

一方、5分間の休息のみで何も行わないC試技は、5分間の休息前後で以下の各測定項目を測定した。

#### 3. 測定項目

① 投球速度：助走なしの全力投球時のボール速度をコードレススピードガン(BMS5 ZEET社製)で測定した。使用球は軟式A号野球ボール(ダイワマルエス株式会社製)とし、測定値は、2回試技の平均値とした。

#### ② 肩関節可動域

Nancyら<sup>4)</sup>の方法に従って、以下の肩関節可動域を測定した(図4)。

a) 内旋可動域：仰臥位にて肩関節90度外転, 肘関節90度屈曲, 前腕回内位での他動による内旋可動域を東大式角度計で測定した。なお, 肩甲骨がテーブルから上がらないように注意し測定した。

b) 外旋可動域：仰臥位にて肩関節90度外転, 肘関節90度屈曲, 前腕回内位での他動による外旋可動域を東大式角度計で測定した。なお, 肩甲骨がテーブルから上がらないように注意し測定した。

#### ③ 肩関節筋力

等尺性徒手筋力計(アニマ社製 $\mu$ TasF-1)で以下ローテーターカフに関連する筋力のピークトルク値を測定した(図4)。なお, ピークトルク値はそれぞれ最大努力で3秒間の筋力発揮を行わせ, 測定値は2回試技の平均値を体重(kg)で除し, 100倍したものとした。

#### a) 外転筋力

長谷川<sup>6)</sup>の方法に従って、座位にて肩甲骨面



図4. 肩関節可動域, 肩関節筋力の測定方法

において肩関節外転45度, 内旋位での挙上筋力とした。等尺性徒手筋力計は, 前腕部尺骨茎状突起近位縁に位置するように置き同一験者により測定した。

b) 外旋筋力

長谷川<sup>6)</sup>の方法に従って, 座位上肢下垂位, 肩関節回旋中間位, 肘関節90度屈曲位, 前腕中間位における外旋筋力とした。等尺性徒手筋力計は, 前腕尺骨茎状突起近位縁に位置するように置き同一験者により測定した。

c) 内旋筋力

座位上肢下垂位, 肩関節回旋中間位, 肘関節90度屈曲位, 前腕中間位における内旋筋力とした。等尺性徒手筋力計は, 前腕尺骨茎状突起近位縁に位置するように置き同一験者により測定した。

d) 投動作近似位における外旋筋力(投げ外旋筋力)

山口ら<sup>11)</sup>の方法に従って, 腹臥位肘立て位で, 肩甲棘を基準として誘導した。最大外旋位に保持させ, 内旋方向へ抵抗を加えた等尺性外旋筋力を測定した。等尺性徒手筋力計は, 前腕部尺骨茎状突起付近に位置するように置き同一験者により測定した。

e) 投動作近似位における内旋筋力(投げ内旋筋力)

腹臥位肘立て位で, 肩甲棘を基準として誘導

した。最大外旋位に保持させ, 外旋方向へ抵抗を加えた等尺性内旋筋力を測定した。等尺性徒手筋力計は, 前腕部尺骨茎状突起付近に位置するように置き同一験者により測定した。

④ アンケート

T 試技及び C 試技の各試技において, 投球時の肩関節の痛みや違和感, 投球動作における感覚の変化についてのアンケートを全ての測定終了後行った。

B. AFエクササイズの短期的なトレーニング効果の検討(実験2)

ここでは, オフシーズン中における1ヶ月間のAFエクササイズを行った場合の短期的なトレーニングの影響について, 投能力, 肩関節可動域, 肩関節筋力の変化から検討するために以下のトレーニング実験を行った。

なお, 投能力の指標として遠投距離も新たに加えた。

1. 被験者

被験者は, 研究の趣旨に同意した野球・ソフトボールを愛好する健康な男性消防ソフトボール部員10名とし, 1ヶ月間のAFエクササイズを行うトレーニング群5名(T群)と, 何も行わないコントロール群5名(C群)とした。各群の被験者の特性は表1に示す通りである。なお, 実験を開始するにあたり,



全ての被験者に対して本研究の目的, 方法, 危険性など十分に説明し, いかなるときでも実験への参加を取りやめることができるという条件の下で参加の同意を得た。

表 1. 実験 2 の被験者の特性

	T群	C群
人数(人)	5	5
年齢(歳)	30. 4(5. 1)	25. 6(2. 3)
身長(cm)	172. 1(6. 7)	170. 2(1. 0)
体重(kg)	71. 4(8. 5)	62. 2(2. 5)

※値は、平均値(標準偏差)を示す

## 2. トレーニング実験の内容

トレーニング期間はチーム練習を行わないオフシーズンの1ヶ月間とした。T群は、AFエクササイズを1ヵ月間1日3回原則として朝昼夜1回当たり30往復, 1秒間に1往復のテンポのAFエクササイズ(上腕を体側につけた上腕の内外旋運動)を行うこととした。C群は, チューブ等を使用したローテーターカフのトレーニングや, 上肢のトレーニングを期間中行わないこととした。

なお, T群のAFエクササイズはミズノ社が規定する方法(図3)であり, 実施方法は, 肘を90度に曲げた状態で固定し, 水平方向に90度程度を目安に無理がない範囲で団扇を仰ぐ様に動かすというものである。このときの注意事項としては, 1) 肘を体につけて脇があかないようにして動かす(本研究では, 反対側の手を脇に挟むことで対応した) 2) 本体面を動かす方向に対して常に水平になるように動かす 3) 体の軸が回らないように動かすことがあった。T群に対しては, トレーニング開始前にエアフリッパーの使用方法について十分に指導を行った。

## 3. 測定項目

1ヶ月間のトレーニング実験の前後でT群, C群とも以下の4項目について測定を行った。

- 1) 投球速度: 実験1と同様な方法で実施した。
- 2) 遠投距離: 助走なしの遠投距離をレーザー式距離測定器で測定した。使用球はソフトボール(ゴ

ム製3号球)とした。測定値は, 2回試技の平均値とした。

- 3) 肩関節可動域(図4): 実験1と同様な方法で実施した。
- 4) 肩関節筋力(図4): 内旋筋力を除き, 実験1と同様な方法で実施した。
- 5) アンケート: 投球時の肩関節の痛みや違和感, 投球動作における感覚の変化についてのアンケートを行った。

## C. 統計処理

統計処理は, 各測定項目において平均値と標準偏差を求め, 同試技群及び同群間のPREとPOSTの比較は対応のあるT検定をデータの差を利用する方法で行い, T試技とC試技間, T群とC群間の比較は対応のないT検定を行った<sup>5)</sup>。なお, 本研究では全ての検定において, 統計的有意水準を5%とした。

## Ⅲ. 結 果

### A. AFエクササイズの即時的な影響(実験1, 表1)

- 1) 投球速度  
両試技とも有意な変化が見られなかった。
- 2) 肩関節可動域  
内旋可動域及び外旋可動域は, 両試技とも有意な変化が見られなかった。
- 3) 肩関節筋力  
投げ外旋筋力は, T試技において有意に増加した( $P < 0.05$ )が, その他の筋力は両試技とも有意な変化が見られなかった。

### B. AFエクササイズの短期的なトレーニング効果(実験2, 表2)

- 1) 投球速度  
投球速度は, T群で有意な変化が見られず, C群では有意に低下していた( $P < 0.05$ )。
- 2) 遠投距離  
遠投距離は, T群で有意な変化が見られず, C群では有意に低下していた( $P < 0.05$ )。
- 3) 肩関節可動域  
内旋可動域及び外旋可動域は, 両群とも有意な変化が見られなかった。

表 2. AFエクササイズの影響 (実験 1)

測定項目	試技前	試技後	有意差		
投球速度 (km/h)	T試技	112.4(10.9)	111.5(11.7)		
	C試技	113.6(12.1)	114.0(11.9)		
肩関節可動域 (°)	内旋	T試技	41.8(9.2)	39.5(4.7)	
		C試技	44.8(8.8)	47.3(8.0)	
	外旋	T試技	89.0(4.3)	92.8(1.9)	
	C試技	87.3(7.6)	89.3(7.8)		
肩関節筋力 (kgf/kg × 100)	外転筋力	T試技	10.1(1.3)	9.9(1.4)	
		C試技	11.9(0.8)	11.3(1.6)	
	外旋筋力	T試技	12.0(1.8)	12.2(1.3)	
	C試技	12.2(1.9)	13.0(2.2)		
内旋筋力	T試技	13.2(1.7)	13.9(1.4)		
	C試技	14.8(2.1)	15.1(1.8)		
投げ内旋	T試技	9.7(0.2)	10.7(1.0)		
	C試技	10.4(0.5)	12.6(1.3)		
投げ外旋	T試技	9.8(0.3)	11.2(0.5)	*	
	C試技	10.0(1.2)	9.7(1.5)		

※値は平均値(標準偏差)を示す \* : P<0.05

表 3. AFエクササイズの影響 (実験 2)

測定項目		PRE	POST	有意差	
投球速度 (km/h)	T群	100.2(9.6)	98.4(10.0)		
	C群	100.0(8.6)	95.5(10.4)	*	
遠投距離 (m)	T群	58.6(8.3)	57.8(10.2)		
	C群	57.7(11.1)	53.7(11.8)	*	
肩関節可動域 (°)	内旋	T群	51.8(14.2)	49.6(11.2)	
		C群	56.6(10.1)	57.8(5.0)	
	外旋	T群	84.6(7.4)	80.4(4.3)	
	C群	88.8(7.0)	81.8(15.0)		
肩関節筋力 (kgf/kg × 100)	外転筋力	T群	13.3(1.2)	13.7(1.7)	
		C群	15.4(2.0)	13.4(1.8)	
	外旋筋力	T群	14.1(2.4)	14.2(1.2)	
	C群	16.0(1.9)	13.4(0.7)	*	
投げ内旋	T群	10.8(2.1)	14.6(1.6)	*	
	C群	16.3(2.4)	17.6(3.8)		
投げ外旋	T群	14.5(2.7)	14.5(3.3)		
	C群	17.4(1.9)	15.0(2.1)		

※値は平均値(標準偏差)を示す \* : P<0.05

#### 4) 肩関節筋力

外旋筋力は、T群で有意な変化が見られず、C群では有意に低下していた (P<0.05)。投げ内旋筋力は、T群で有意に増加し (P<0.05)、C群では有意な変化が見られなかった。外転筋力及び投げ外旋筋力は、両群とも有意な変化が見られなかった。

### IV. 考 察

本研究は、オフシーズン中のエアフリッパーを用いたローテーターカフ強化のエクササイズ (AFエクササイズ) が投能力に及ぼす影響について即時的 (実験 1) 及び短期的 (実験 2) な変化から検討した。

#### 1. AFエクササイズの影響

AFエクササイズの影響として、投げ外旋筋力が有意に増加した (P<0.05)。しかし、実験後のアンケートからAFエクササイズ直後の投球では「腕の振りが遅く、肩関節後方の筋がだるい感じがある」という回答を4人中2人の被験者より得た。この投球時の違和感は、AFエクササイズにより即時的に投げ外旋筋力が増加したため、普段の投球動作よりも肩関節の外旋筋力が強く働いたことによるものと考えられた。投げ外旋筋力の発揮で賦活する棘

下筋・小円筋は、解剖学的な知見<sup>14)</sup> や筋電図を用いた研究<sup>2)12)</sup> によると投球動作において後期コッキング期の肩関節の外旋及びフォロースルー期の肩関節の安定化や腕の減速に関与するとされている。したがって、これらの筋の活動を賦活させるAFエクササイズは即時的に投げ外旋筋力を増加させ、実施直後の投球動作において後期コッキング期での普段以上の外旋筋群の筋力発揮をさせたと考えられた。そして、肩関節の外旋が増大し、その後の加速期における肩関節の内旋も増大したと考えられた。この加速期における肩関節内旋の増大は、その後のフォロースルー期において外旋筋群の過度な伸縮性収縮を引き起こし、このことがAFエクササイズ実施直後の投球動作における違和感につながったと考えられた。

以上のことから、AFエクササイズは即時的には投げ外旋筋力の発揮が高まるものの、投球速度を向上させることにはつながらないことが示唆された。しかも、普段の投球動作よりも肩関節の外旋筋力が強く働くことで、後期コッキング期やフォロースルー期での違和感につながり、AFエクササイズ直後の投能力に対するプラスの効果はあまり期待できないと考えられた。

なお、予備的な追実験として2人の被験者にてAFエクササイズ実施前・実施直後・実施30分後・実施

60分後の投球速度と投球時の肩関節の違和感を調べた結果、投球速度に有意な変化は見られなかったが、実施30分後・実施60分後の投球においては、肩関節の違和感が消失したとの回答を得た。それ故、AFエクササイズ実施後の投球練習は使用方法(ミズノ社)や原<sup>7)</sup>が提唱するように、30分程間隔をおいて行うことが良いと考えられた。

## 2. オフシーズン中におけるAFエクササイズの短期的なトレーニング効果

オフシーズン中におけるAFエクササイズの短期的なトレーニング効果として、T群は投球速度及び遠投距離が有意に低下しなかったが、C群では投球速度及び遠投距離が有意に低下していた( $P<0.05$ )。また、肩関節筋力においてT群は投げ内旋筋力が有意に増加し( $P<0.05$ )、その他の外旋筋力等も維持されていた。一方、C群では内旋筋力等に変化は見られず、外旋筋力が有意に低下していた( $P<0.05$ )。このことから、オフシーズン中何も行わないと特に外旋筋力が低下し、投球に関与する筋力を維持できないことが考えられた。

外旋筋力である棘下筋・小円筋は、投球動作において後期コッキング期での肩関節の外旋及びフォロースルー期での肩関節の安定化や腕の減速に関与し、投げ内旋筋力である肩甲下筋は、投球動作において加速期での肩関節の内旋に関与し、腕のしなりを生み出すことに寄与しているとされている<sup>3)</sup>。また、肩関節筋力は投能力だけでなく投球障害肩にも関与している<sup>13)</sup>。実験終了時のアンケートからトレーニング前後の投球時の肩関節の痛みについて、T群は「投球時の肩関節の痛みが軽減した、もしくは変わらない」という回答を得たのに対し、C群では「投球時の肩関節の痛みが増し、痛みのため腕が思い切り振り切れない」という回答を得た。このことは、外旋筋力が低下したC群において投球障害肩の危険性が高いことを示しているといえよう。

以上のことから、オフシーズン中のAFエクササイズはローテーターカフである肩関節外旋・内旋両筋群を鍛え、投能力の維持につながるだけでなく、投球障害肩を予防・軽減できる可能性があることが考えられた。

なお、肩関節可動域については、AFエクササイズ直後に肩関節可動域が拡大するという報告がある<sup>1)</sup>が、1ヶ月間の短期的なAFエクササイズを行った本実験では、両群とも有意な変化が見られなかった。このことから、AFエクササイズは即時的に肩関節可動域を拡大させる可能性があるが、その効果は継続的ではないと考えられ、短期的なAFエクササイズは肩関節可動域に影響を与えないものと考えられた。

以上のことから、オフシーズン中にAFエクササイズを行うことにより肩関節外旋、内旋両筋群が鍛えられ投能力を維持できることが明らかとなった。一方、オフシーズン中何も行わないと特に外旋筋力が低下し、投能力を維持できないと言えよう。従って、オフシーズン中にAFエクササイズを実施することは投能力の維持に極めて効果的なことと考えられた。

しかし、AFエクササイズ直後の投球練習は、投球動作時の違和感につながるためAFエクササイズ直後の投球練習は行わず、30分程間隔をおいて行うことが望ましいと言えよう。なお、本研究より示唆された効果的なAFエクササイズの活用法を表4に示した。

表4. 効果的なAFエクササイズの活用法

- 
- 1) AFエクササイズ実施直後の投球練習は、肩関節に違和感を生じさせないためにも行わず、実施後30分程間隔をおいて投球練習を行うこと。
  - 2) オフシーズン中における投球時の肩関節痛の解消、投能力維持のためにもAFエクササイズは少なくとも1ヵ月以上、1日3回(1回につき30往復)継続して行うこと。
- 

## V. 結 論

本研究は、オフシーズン中のエアーフリッパーを用いたローテーターカフ強化のエクササイズ(AFエクササイズ)が投能力に及ぼす影響について即時的(実験1)及び短期的(実験2)な変化から検討することを目的とした。

実験1) 被験者は、本学野球部4名とし、AFエク

ササイズ直後の投球速度, 肩関節可動域, 肩関節筋力についてAFエクササイズを実施する T 試技群と実施しない C 試技群に分け測定した。実験 2) 被験者は, 野球・ソフトボールを愛好する健康な消防ソフトボール部員10名とし, AFエクササイズを行う T 群 5 名, 行わない C 群 5 名に分け, 1 ヶ月間のトレーニング前後の投球速度, 遠投距離, 肩関節可動域, 肩関節筋力, を測定した。なお, AFエクササイズは 1 回につき30往復を 1 日 3 回行うものとした。

その結果, 実験 1 の即時的な影響として, T 試技群は投げ外旋筋力が有意に増加した ( $P < 0.05$ ) が, 投球速度及び肩関節可動域については有意な変化が見られなかった。また, AFエクササイズ実施直後の投球では, 半数の被験者が肩関節に違和感を感じた。なお, C 試技群では全ての測定項目で有意な変化は見られなかった。実験 2 の短期的なトレーニング効果として, T 群は投球速度及び遠投距離が有意に低下しなかったが, C 群では投球速度及び遠投距離が有意に低下していた ( $P < 0.05$ )。また, 肩関節筋力において T 群は投げ内旋筋力が有意に増加し ( $P < 0.05$ ), その他外旋筋力等も維持されていたが, C 群では内旋筋力等に変化は見られず, 外旋筋力が有意に低下していた ( $P < 0.05$ )。なお, 肩関節可動域については両群とも有意な変化は見られなかった。

以上のことから, AFエクササイズは即時的に投げ外旋筋力が賦活するものの投能力を向上させるには至らない。しかし, オフシーズン中 1 ヶ月間の短期的なトレーニングでは, 何もしない場合に比べてローテーターカフである肩関節外旋, 内旋両筋群の筋力増強や維持により投能力の維持や投球時の肩関節痛が解消・軽減されることが明らかとなった。

## 引用文献

- 1) 江口孝義, 山田捻晃, 石原祐司, 道喜昭弘, 宮ノ原章吾, 浦辺幸男, 原正文, 福嶺紀明: 腱板機能エクササイズが及ぼす肩関節可動域への影響, 九州・山口スポーツ医・科学研究会誌, 14: 62-68, 2002.
- 2) 金子文成, 車谷洋, 増田正, 村上恒二, 山根雅仁: 投球動作における肩関節周囲筋筋電図の連続

- 時系列変化に関する分析, 理学療法学, 32(3):115-122, 2005.
- 3) 河合良訓, 原島広至: 肉単一ギリシャ語・ラテン語 (語源から覚える解剖学英単語集 (筋肉編)) - , 初版, 株式会社NTS, 東京, 2004.
- 4) 立花龍司: ベースボールプレーヤーズTCA理論 [肩編], 初版, 日刊スポーツ出版社, 東京, pp. 8-28, 1995.
- 5) 出村慎一, 小林秀紹, 山次俊介: Excelによる健康・スポーツのためのデータ解析入門, 初版, 株式会社大修館書店, 東京, pp.106-110, 2001.
- 6) Nancy Berryman Reese, William D. Bandy, 奈良勲: 関節可動域・筋長検査法, 初版, 医歯薬出版社, 東京, pp.62-65, 2005.
- 7) 日本臨床スポーツ医学会整形外科学術部会: 野球障害肩予防ガイドライン, 第 2 版, 株式会社文精堂, 東京, pp.29-55, pp.153-187, 1998.
- 8) 長谷川伸: 野球選手の投球側に見られる回旋腱板筋 (Rotator cuff muscles) の形態および筋力特性, 早稲田大学博士 (人間科学) 学位論文, p.27, 2005.
- 9) 原正文: 久恒病院でのインナーマッスル訓練メソッド, コーチングクリニック, 20(1): 9-13, 2006.
- 10) 道喜昭弘, 山田捻晃, 山本淳史, 石原祐司, 宮ノ原章吾, 浦辺幸男, 原正文, 堀内統, 江副正光, 村山修司: 空気抵抗による腱板機能訓練機の試作, 九州・山口スポーツ医・科学研究会誌, 13: 66-70, 2001.
- 11) 道喜昭弘, 山田捻晃, 石原祐司, 宮ノ原章吾, 江口孝義, 浦辺幸男, 原正文, 福嶺紀明, 村山修司: 空気抵抗による腱板機能訓練機の試作 (第 2 報), 九州・山口スポーツ医・科学研究会誌, 14: 56-61, 2002.
- 12) 宮ノ原章吾, 山田捻晃, 石原祐司, 道喜昭弘, 江口孝義, 浦辺幸男, 原正文, 福嶺紀明: 投球障害肩における肩回旋筋力の評価, 九州・山口スポーツ医・科学研究会誌, 14: 69-74, 2002.
- 13) 柳沢修, 新津守: 投球動作における肩関節回旋筋群の動員について - MRI による評価 -, 日本臨床スポーツ医学会誌, 10(3): 529-533, 2002.
- 14) 山口光國, 筒井廣明: 投球障害肩におけるゼロ



ポジション外旋筋力評価の意義ーボール投げ上げ動作に見られる特徴との関連ー, 肩関節, 28(3): 611-614, 2004.

- 15) 山田捻晃, 長谷川益巳, 松本遵也, 浦辺幸男, 原正文: 投球肩の棘下筋厚に関する考察, 理学療法学, 23: 140, 1996.
- 16) 山田捻晃, 道喜昭弘, 宮ノ原章吾, 江口孝義, 甲斐義浩, 遠山恵美子, 倉元友恵, 石原祐司, 村上陽司, 原正文: 腱板訓練が上肢挙上筋力に及ぼす影響, 九州・山口スポーツ医・科学研究会誌, 15: 104-107, 2003.
- 17) 渡會公治, 小黒賢二, 竹田秀明, 奥野達朗, 中田豊, 稲波和彦: 投げ方の指導による成長期の野球肩・野球肘の治療, 臨床スポーツ医学, 12(9): 981-989, 1995.
- 18) 渡部賢一: ローテーターカフ及び肩甲骨周囲筋の強化エクササイズ, コーチングクリニック, 20(1): 14-17, 2006.