

砲丸投げ選手における体幹トレーニングが投擲記録に及ぼす影響

The effects of body trunk training on throwing records in shot-putters

白井 裕紀子*, 上村 孝司**, 岡田 雅次***
角田 直也*, 青山 利春*

Yukiko SHIRAI*, Takashi KAMIMURA**, Masaji OKADA***
Naoya TSUNODA* and Toshiharu AOYAMA*

要 約

本研究では、女子砲丸投げ選手を対象に下肢からのエネルギーを上肢へ効果的に伝達するために必要な体幹の起こしを意識するトレーニングを取り入れ、その即時効果について検討することを目的とした。大学及び実業団に在籍する砲丸投げ選手4名を対象にして、体幹トレーニング前後の各選手の平均記録、最大記録および投動作について3次元動作解析を行なった。なお、投擲動作の分析区間については、右足接地 (R-on) からリリース (Release) までの局面とし解析を行なった。その結果は、投擲平均記録及び最大投擲記録はトレーニング前 (Pre) とトレーニング後 (Post) とを比較すると全選手の記録が上昇する傾向を示した。投射時の右体幹部の角度、角速度がPreとPostを比較すると上昇する傾向を示した。

これらのことから、体幹トレーニングによって体幹筋群への筋刺激を与え、投擲動作時間が短縮された結果、砲丸の初速度が増加し、平均記録、最大記録の増大に影響したものと推察され、体幹トレーニングの有効性が示唆されたものである。

I. 緒 言

砲丸投げのグライド投法とは、直径2.135mのサークルの中から重さ4kg (成人女子の場合) の鉄の球を、地面からの反力を下肢から上肢、上肢から投擲物へと効率的に伝え、飛距離を競う競技である。現在の世界記録が22m63、アジア記録が21m76、日本記録が18m22であり、日本記録と海外記録とを比較すると4mほどの差が生じている。先行研究では、世界レベル競技者と日本国内レベルの競技者との相違点を、一連のグライド動作、身体各部位の貢献といった視点から報告している⁵⁻⁸⁾。田内ほか⁶⁾は、世界レベル競技者と日本国内レベル競技者の砲丸速度に対する身体各部位の貢献および砲丸-上肢系のエネルギー変化を比較している。その結果、世界一流選手は体幹を大きな出力源とし、一方、日本選手は上肢を大きな出力源としていることを報告している。このことは、世界一流選手は体幹から上肢へ流入したエネルギー量が圧倒的に多いことを意味するものである。すなわちグライド投法でありながら、突き出し局面では回転投法に類似した突き出し動作を行うことによって、大きな出力源である体幹の貢

* 国士館大学大学院スポーツ・システム研究科 (Graduate School of Sport System, Kokushikan University)

** 健康科学大学健康科学部理学療法学科 (Department of Physical Therapy, Health Sciences University)

*** 国士館大学体育学部体育学科 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

献を大きくしており、体幹から上肢へ伝達されるエネルギーを増大させることにつながっているものと考えられる。また、橋本ほか²⁾も脚部や体幹の働きが砲丸の加速に重要であることを指摘している。これらのことから、日本選手の競技力向上には、体幹部位の筋力増加や体幹部の使い方の改善が必要であろうことが考えられる。

日本では、身体を捻るトレーニング種目が極めて少なく、動作が限られている。しかし、立体的な身体の捻りのトレーニングこそが、砲丸投げ種目に近い動作で体幹を強化することができ、記録向上につながるのではないかと考えられる。そこで本研究では、バーベルシャフトを地面に対して平行（横）（トレーニングによるツイスト動作）に使うのではなく、主として垂直（縦）に使うことにより、下肢からのエネルギーを上肢へ効果的に伝達するために必要な体幹の起こしを意識できるトレーニングを取り入れ、その即時効果について検討することを目的とした。

Ⅱ. 研究方法

1. 被験者

被験者は、大学及び実業団に在籍する砲丸投げ選手4名とした。被験者の身体的特徴は表1に示した。被験者には事前に十分な説明を行い参加の同意を得た。

2. 測定試技及びトレーニング方法

日本陸上競技連盟競技規則に則り、各被験者とも体幹トレーニング前（Pre）、トレーニング後（Post）に6投擲ずつ実施し記録を計測した。被験者には、試合同様のパフォーマンスが発揮できるよう十分なウォーミングアップを行なわせた。また、身体がサークルから大きく出た試技に関しては分析対象から除外した。

体幹トレーニング方法としては、両足を地面にしっかりと固定し、腰部も動くことがないように心がけた姿勢をとらせ、その後、シャフトを両肩の上に担ぎ、左右のシャフトの先端が8の字を描くように上体を回旋、回転させる。この動きを前後10回ずつ、1分間の休息を取り入れながら3セット行なわせた（図1）。



図1 体幹トレーニング方法

表1 被験者の身体的特徴

| 年齢 | 身長 | 体重 | BMI | 体幹筋量 |
|--------|-----------|----------|----------------------|----------|
| (歳) | (cm) | (kg) | (kg/m ²) | (kg) |
| 24±5.4 | 166.4±4.3 | 77.1±2.9 | 27.9±2.3 | 22.7±2.0 |

n=4

3. 測定方法

すべての試技をサークル後方および右側方に設置した2台のビデオカメラを用いて毎秒30コマ、シャッタースピード1/4000秒で撮影した。試技開始前にサークル前方の投動作付近に3次元座標を算出するために1m四方のキューブ型のキャリブレーションを実施し、各2台のカメラで撮影し、キャリブレーションを行った。

各被験者の右足関節外果、膝関節、大転子、体幹中央部、肩峰、肘関節中心、茎状突起、頭頂部にマーカーを取り付け分析点とした。ビデオカメラで撮影した画像データは、同期して得られた2次元座標を用いてDLT法により3次元座標を算出した。3次元座標系については、田内ほか⁵⁾が示した局面分けを参考に、右足接地から左足接地(R-L)を経て、リリース(L-Release)までを分析区間とした。動作全体、R-L及びL-Releaseまでの動作時間を求めた。また、本研究では、体幹中央部、大転子、肩峰のなす角度を右体幹角度と定義し、RからRelease時までの角度と角速度を算出した。

Ⅲ. 結 果

投擲平均記録を図2に、投擲最大記録を図3に示した。その結果、投擲平均記録はPreが12m84(±1.29)、Postが13m39(±1.33)であった。ト

レーニング後には約55cm(±22.7)の記録向上が確認された。投擲最大記録はPreとPostを比較するとPreが13m17(±1.25) Postが13m70(±1.31)であった。トレーニング後には約54cm(±27.1)の記録向上が確認された。4人の被験者全員が記録の向上を示す結果となった。

右体幹部の角度、角速度を図4に示した。投射

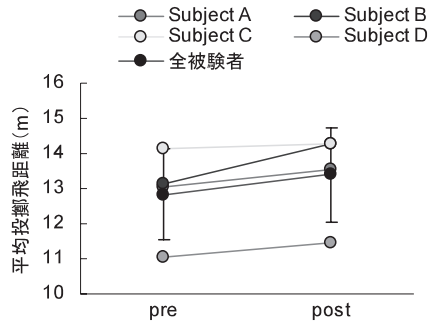


図2 平均投擲記録の比較

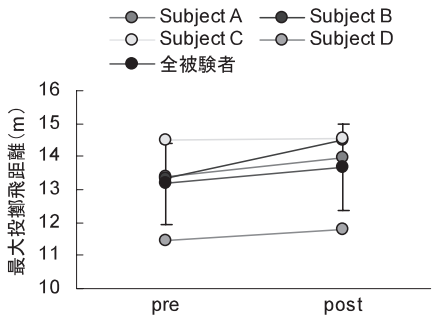


図3 最大投擲記録の比較

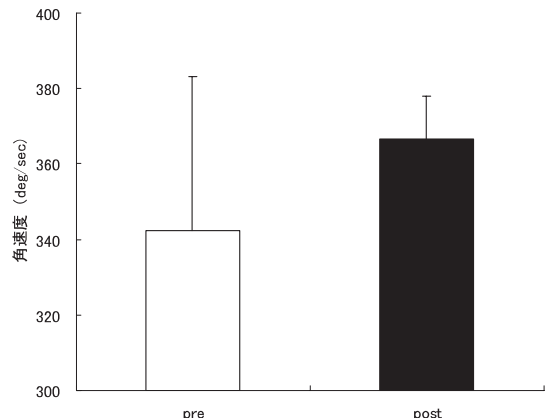
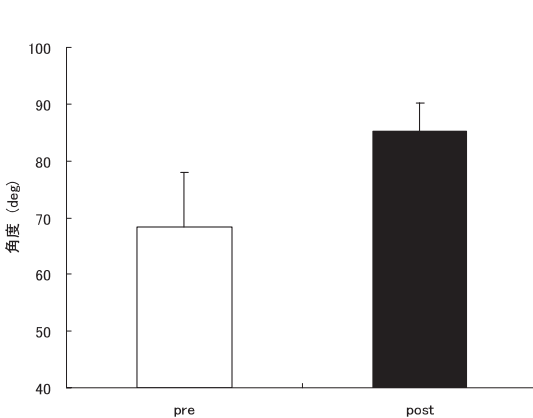


図4 体幹の角度および角速度の比較

表2 各局面での動作時間

| | 全体 | R-L | L-Release |
|----------|-------------|-------------|-------------|
| Pre (s) | 4.246±0.703 | 1.998±0.385 | 2.248±0.319 |
| Post (s) | 3.996±0.544 | 1.998±0.272 | 1.998±0.272 |

時の右体幹部の角度はpreと比較してpostは上昇する結果となった。同様に、角速度においてもpreと比較してpostは上昇する傾向を示した。次に各局面の動作時間を表2に示した。全体局面と第2局面では、Post時において動作速度が速くなる傾向を示した。

IV. 考 察

砲丸投げ種目において海外選手と日本選手とを比較した際に、海外選手は体幹を大きな出力源とし、一方、日本選手は上肢を大きな出力源としていることが報告されている⁶⁾。大きな出力源である体幹の貢献を大きくすることは、体幹から上肢へ伝達されるエネルギー量を増大させることにつながっているものと考えられる。そこで本研究では、下肢からのエネルギーを上肢へ効果的に伝達するために必要な体幹の起こしを意識できるトレーニングを取り入れることで、どのように記録が変化するのか、その即時効果について明らかにするために、体幹トレーニング前後の投擲距離を測定した。

本研究では、投擲平均記録、投擲最大記録及びグライド移動後、右足接地からリリースまでの右体幹部を中心とした角度、角速度の分析を行なった。体幹部に着目したのは、脚部や体幹の働きが砲丸の加速に重要であることが指摘されており²⁾、記録向上の要因の一つとして考えられたためである。PreとPostにおける投擲平均記録、最大記録を比較した結果、各被験者は向上していた。また、

角度及び角速度において全被験者の平均値は上昇する傾向を示した。投擲動作において、投射への力は、右脚から腰へ、次いで胸、肩へと移動していくことが指摘されている³⁾。また、記録の優れた選手は体幹のひねりの動作が使えることにより、十分な「ため」を作ってリリース動作に移行することができる¹⁾とされている¹⁾。体幹屈曲筋群の一つである腹斜筋は、体幹屈曲や回旋に使われる筋であり³⁾、投擲動作時において体幹の起こしや回旋動作を担う筋として活動するものと考えられる。また、腹直筋や背筋群は体幹の起こし動作時に活動し、大胸筋は砲丸の突き出し局面で主働的に活動するものと考えられる。これらのことを考慮すると、本研究の体幹トレーニングによって体幹筋群への筋刺激が与えられたことで、右体幹部の角度、角速度が増加し、体幹の起こし動作が変化したものと考えられる。このことは、投擲動作時間が全被験者でトレーニング後は、約0.35秒短縮されていたことから推察できる。これらのことが作用した結果、平均記録、最大記録の増大に影響したものと推察される。

また、今後は、被験者の追加や体幹トレーニング時と投擲動作時の筋の活動について測定することによって更なる検討を加えていきたい。

V. 総 括

本研究では、女子砲丸投げ選手を対象に下肢からのエネルギーを上肢へ効果的に伝達するために必要な体幹の起こしを意識するトレーニングを取

り入れ、その即時効果について検討した。その結果以下のような知見が得られた。

1. 投擲平均記録はPreが12m84 (± 1.29)、Postが13m39 (± 1.33)であった。トレーニング後には約55cm (± 22.7)の記録向上が確認された。
2. 投擲最大記録はPreとPostを比較するとPreが13m17 (± 1.25) Postが13 m 70 (± 1.31)であった。トレーニング後には約54cm (± 27.1)の記録向上が確認された。
3. 投射時の右体幹部の角度はpreと比較してpostは上昇する結果となった。同様に、角速度においてもpreと比較してpostは上昇する傾向を示した。

これらのことから、体幹トレーニングによって体幹筋群への筋刺激を与え、投擲動作時間が短縮された結果、砲丸の初速度が増加し、平均記録、最大記録の増大に影響したものと推察され、体幹トレーニングの有効性が示唆された。

引用・参考文献

- 1) 赤峰俊彦：砲丸投げ初級者の記録向上の背景にある投動作変容に関する研究, 129-132, 筑波大学体育研究科 研究論文集 第22巻 2000
- 2) 橋本勲、池上康男、桜井伸二、室伏重信、安藤好郎：砲丸投げにおけるエネルギー発揮に関する研究, 73-79, J.J.SPORTS SCI 1991
- 3) 金原勇：陸上競技のコーチング(Ⅱ) フィールド編, 295, 大修館書店, 1996
- 4) 中村隆一、齋藤宏、長崎浩：基礎運動学 第6版, 280-283, 医歯薬出版, 2003
- 5) 田内健二、村上雅俊、高松潤二、阿江通良：砲丸投げにおける砲丸速度に対する身体各部位の貢献, 65-73, 陸上競技研究紀要 第2巻, 2006
- 6) 田内健二：砲丸投げの競技特性と世界レベルに対する日本選手の課題, 95-99, 陸上競技学会誌 特集号, 2007
- 7) 田内健二、持田尚、榎本靖士、阿江通良：女子砲丸投げのグライド投法における世界レベル競技者と日本国内レベル競技者との相違, 36-44, 陸上競技研究紀要 第1巻, 2006
- 8) 田内健二：2003年スーパー陸上 女子砲丸投げの技術分析, 129-136, 陸上競技の医科学サポート研究report, 2004