

令和元年 7月10日現在

機関番号：34536

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K13201

研究課題名(和文)アーチェリー選手の肩関節痛と射的動作中の「腕のふるえ」の発生機序の解明

研究課題名(英文)Elucidation of the mechanism of shoulder pain in archers and the occurrence of "arm tremor" during shooting motion

研究代表者

篠原 博 (Shinohara, Hiroshi)

宝塚医療大学・保健医療学部・講師

研究者番号：30785506

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：先行研究ではアーチェリー動作中に生じる「腕のふるえ」はパフォーマンス低下や肩甲骨の安定性を減弱させる要因と指摘している。この「ふるえ」は障害の原因にもなると考えられるため、軽減させる必要がある。我々は表面筋電計および加速度計を使用し、「腕のふるえ」のパワーを解析することや、筋活動を周波数解析することで「腕のふるえ」を引き起こす原因を解明することに取り組んだ。腕のふるえと相関関係を示す筋の活動を分析し、またその筋に対するトレーニング方法を考案した。そのトレーニングを実施した際にどの程度「腕のふるえ」が軽減するのかを検証し、実際に軽減することを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アーチェリー競技は生涯スポーツともいわれ、幅広い世代で楽しめるスポーツである。オリンピック種目でもあり、日本では学生を中心として盛んに行われているスポーツである。しかしながらアーチェリー競技の研究は少なく、外傷や障害予防に関する報告は不十分である。またトレーニングに関して確立できていないことが挙げられる。本研究では障害予防、パフォーマンス向上という点からトレーニングの考案を行っている。得られた本研究の結果はアーチェリー選手の中でも特に初心者の障害予防、上級者のパフォーマンス向上という点において一助になると考える。

研究成果の概要(英文)：Previous research has pointed out that "arm tremor" that occurs during archery movement is a factor that reduces performance and stability of the scapula. This "arm tremor" is considered to be the cause of the disorder, so it needs to be improved. We use surface electromyographs and accelerometers to analyze the power of "arm tremor" and to analyze the cause of "arm tremor" by frequency analysis of muscle activity. It is. We also analyzed the activity of the muscle that was correlated with the tremor of the arm, and devised a training method for that muscle. We examined whether "arm tremors" would be reduced when the training was conducted and confirmed that it would improve.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：アーチェリー 腕のふるえ 周波数解析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

アーチェリーはオリンピック競技でもあり、日本国内でも全国的に行われている競技である。生涯スポーツと言われ、高齢になっても楽しむことが可能な点や、車椅子が必要な競技者も健全者と同様にオリンピックに出場できる稀有なスポーツといわれ、年代や性別を問わず多くの人が楽しむことができるスポーツである。

先行研究ではアーチェリー選手の押し手(弓を持つ手)肩関節においても疼痛が出現すると報告されている。また、アーチェリー動作中に押し手側の「腕のふるえ」(生理的な震戦)についてパフォーマンス低下や肩甲骨の安定性を減弱させる要因と指摘されている。この「腕のふるえ」はアーチェリーの射的動作中の Sighting phase で出現しやすい(図1参照)。原因としては肩甲骨の安定性が低下することや数秒間弦を引いた状態で狙いを定める際、筋が疲労することにより出現すると考えられる。肩甲骨の安定性低下は当然、肩関節障害に影響することが予測される。

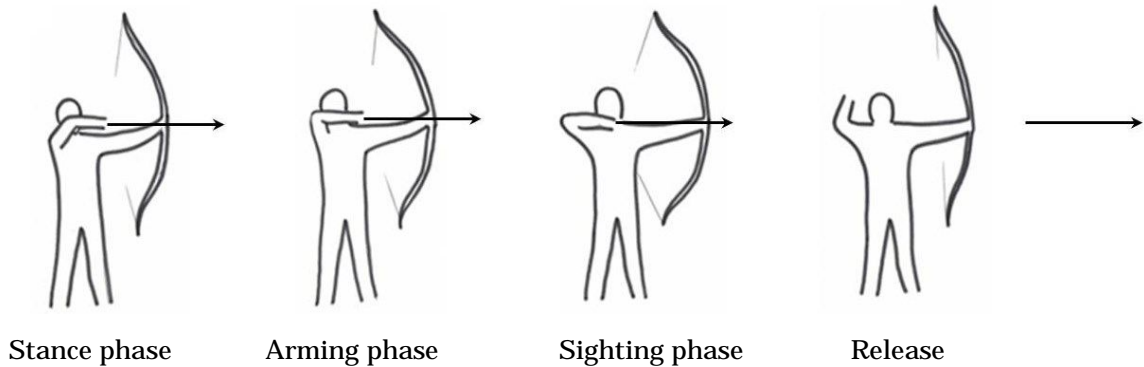


図1 アーチェリー射的動作の説明

2. 研究の目的

肩関節周囲筋の筋活動の周波数を解析し、アーチェリー実施の際の「腕のふるえ」(生理的な震戦)に影響する因子を調べる。特に図1の Sighting phase を中心に分析する。

「腕のふるえ」に影響する因子を分析した後、その筋線維タイプに適したトレーニング方法を検証する。

で選出されたトレーニングを用いて介入を行い、その後のアーチェリー動作時の「腕のふるえ」に影響をおよぼすのかを調べる。

上記3点を確認することで、アーチェリーの肩関節痛に影響する因子を筋活動がどのように関与しているのかを明らかにすることができる。さらに「腕のふるえ」と筋活動の関係性が詳細になれば今後の障害予防のトレーニングやパフォーマンス向上のプログラム立案などへの臨床応用へと展開していくことができる。

3. 研究の方法

研究

先行研究ではアーチェリー動作中に押し手側の「腕のふるえ」(生理的な震戦)についてパフォーマンス低下や肩甲骨の安定性を減弱させる要因と指摘されており、障害発生とも関連する要因であると考えられる。本研究はこの「腕のふるえ」を「弓のふるえ」とし、ふるえを減少させる方法を検証した。

アーチェリー未経験者の対象者10名(全て男性)とし、弓のふるえと筋活動との関連性を確認する。弓はサミックポラリス社製の木製弓を使用し、22ポンドの張力であった。表面筋電計(OE-WES1261、追坂電子機器)を、三角筋中部線維、前鋸筋、僧帽筋上部・下部線維(押し手側)、僧帽筋下部線維(引き手側)に貼付する。また弓にも同機器を貼付し、加速度データを抽出する。サンプリング周波数は1000Hzとして10秒間のアーチェリー射的動作(Sighting phaseのみ)を実施する。貼付した筋電計から筋活動と加速度を抽出し、周波数解析し、弓のふるえのパワーと各筋の筋活動の周波数から分析したパワーの相関を検証する。具体的には高速フーリエ変換を用い、得られた値をパワースペクトル分析することにより弓のふるえおよび、筋活動の周波数からパワーを分析する。解析はオープンソースソフトウェア「Python」を使用してプログラミングを行う。

得られた弓のふるえのパワーに対して各筋の筋活動のパワーとの相関関係を分析する。ピアソンの相関係数を用い、危険率5%未満を有意として統計学的解析を行った。

研究

アーチェリー射的動作中のふるえを軽減させるエクササイズとして4種類のサイドブリッジ

を検証した。体幹が垂直に対して 20° (条件 1) 40° (条件 2) 60° (条件 3) 80° (条件 4) 傾斜した肢位でサイドブリッジを実施する。図 2 では体幹は垂直に対して約 40 度傾斜するサイドブリッジである。肩関節は外転 90° 位とし、それぞれの姿勢で 15 秒間のサイドブリッジを実施した。表面筋電計 (OE-WES1261、追坂電子機器) を、三角筋中部線維、前鋸筋、僧帽筋上部・下部線維 (押し手側) に貼付する。また弓の代わりに前腕にも同機器を貼付し、加速度データを算出する。サンプリング周波数は 1000Hz として 15 秒間のサイドブリッジ動作を実施し、前後 2.5 秒間を削除した 10 秒間のデータを分析に使用した。

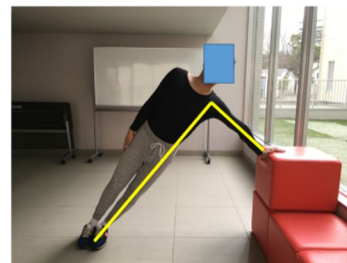


図 2 サイドブリッジ

解析はオープンソースソフトウェア「Python」を使用してプログラミングを行う。

研究

研究にて「ふるえ」を軽減させるために良いと考えられるエクササイズである条件 2 (図 2) を採用し、10 名に対して 1 カ月間の介入トレーニングを実施し、介入前後でのふるえについて比較検討した。弓に取り付けた加速度計のサンプリング周波数は 1000Hz として 10 秒間のアーチェリー射的動作 (Sighting phase のみ) を実施する。1 から 10Hz の周波数帯域を解析し、弓のふるえのパワーと各筋の筋活動の周波数から分析したパワーの相関を検証する。具体的には高速フーリエ変換を用い、得られた値から中央周波数を算出することにより筋活動の周波数を分析した。また弓のふるえは 1 から 10Hz 帯域の周波数を高速フーリエ変換を用い、得られた値をパワースペクトル分析することによりパワーを算出した。

統計学的分析はトレーニング期間である 1 カ月前後での弓のふるえとして算出される各筋のパワーを対応のある t 検定にて比較した。危険率は 5% 未満を有意とした。

4. 研究成果

研究

三角筋中部線維の活動のパワーを周波数解析すると 335.0 ± 33.4 W/Hz、前鋸筋の活動のパワーを周波数解析すると 87802.8 ± 5401.5 W/Hz、僧帽筋上部の活動のパワーを周波数解析すると 3459.0 ± 232.0 W/Hz、下部線維 (押し手側) の活動のパワーを周波数解析すると 21909.3 ± 1006.0 W/Hz、僧帽筋下部線維 (引き手側)

表 1 弓のふるえと各筋の相関係数

	三角筋中部線維	僧帽筋上部線維	僧帽筋下部線維	前鋸筋	僧帽筋下部線維 (引手側)
弓のふるえ	0.46*	0.13	0.26*	0.17	0.54*

* : p < 0.05

の活動のパワーを周波数解析すると 12802.2 ± 1206.7 W/Hz であった。弓の加速度のパワーを周波数解析すると 335.0 ± 33.4 W/Hz であった。弓のパワーと各筋の相関関係を検証すると表 1 のような結果となった。三角筋中部線維、僧帽筋下部線維 (押し手・引き手共) が弓のふるえと有意な相関を示すことが分かった。特に三角筋中部線維との関連が深く、この筋のふるえを減少させる、活動性を低くすることなどが弓のふるえの軽減につながる可能性が示唆された。

特に僧帽筋上部線維 と下部線維 (押し手) は 10 秒間の弓を引く動作の後半にかけて周波数帯域が変化することも確認できた。これはアーチェリーを指導する場面で行われている現象と合致する内容であると思われる。

研究

アーチェリー射的動作中のふるえを軽減させるエクササイズとして 4 種類のサイドブリッジを検証した。条件 1 から条件 4 までの各筋の 10 秒間のふるえのパワーは表 2 のようになった。また前腕のふるえは弓と仮定する。条件 1 ではふるえはほぼ出現していないと仮定すると条件 1 に対して条件 3、4 では有意差を認め、ふるえが強まっていることが分かった。そのため条件 1 と同程度のふるえと捉えることができる条件 2 の角度でのトレーニングが妥当であると考え、研究 を実施した。

表 2 エクササイズ条件によるパワーの違い

	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4
弓	0.0137	0.0556	23.3495	13.5526
三角筋中部	0.0192	0.0152	0.1458	0.0705
僧帽筋上部	0.0018	0.0066	0.0286	0.0342
僧帽筋下部	0.0034	0.0034	0.1065	0.0785
前鋸筋	0.0071	0.0153	0.1279	2.1257

研究

対象者 10 名に対して、腕のふるえが出現しない程度の運動 (サイドブリッジ運動) を 30 秒 3 セット、1 カ月間実施した (合計 20 日間)。その結果、弓のふるえが有意に減少した (2948.68 W/Hz から 1753.831 W/Hz) ($p < 0.05$)。しかし、筋活動の中央周波数は全ての筋において有意な差を認めなかった。本研究結果から対象としている筋以外にふるえに関して影響を及ぼす筋が他に存在する可能性がある。しかし、図のように筋活動のパワーを経時的に確認するとアーチェリー射

的動作において時間が経過すると三角筋中部線維と僧帽筋下部線維は低い周波数帯域において増加し、高い周波数帯域では減少している様子もある。つまり遅筋線維の活動が高まったのではないかと考察するが、あくまでも推測の域を脱しない。また僧帽筋上部線維に示すようにトレーニング前において図の右側に向かうにつれて赤色の部分が増えていく。この図は縦軸が周波数帯域を示し（上方が低周波）、横軸が時間を示している。赤色であればパワーが高く、青色であればパワーが低いことを示している。つまり僧帽筋上部線維は時間がたつにつれ低い帯域の周波数のパワーが強くなる（ふるえが強くなる）。これらの結果からふるえは経時的な変化を見ていく必要があると考える。

研究をまとめると本研究の結果から筋活動の周波数帯域を考慮したトレーニングにより、「ふるえ」は軽減できることが示された。しかし、原因を追究するには経時的な変化なども含めて引き続き検討を進める必要があると思われる。またこの結果はアーチェリー選手の障害予防、パフォーマンス向上への一助となると考える。

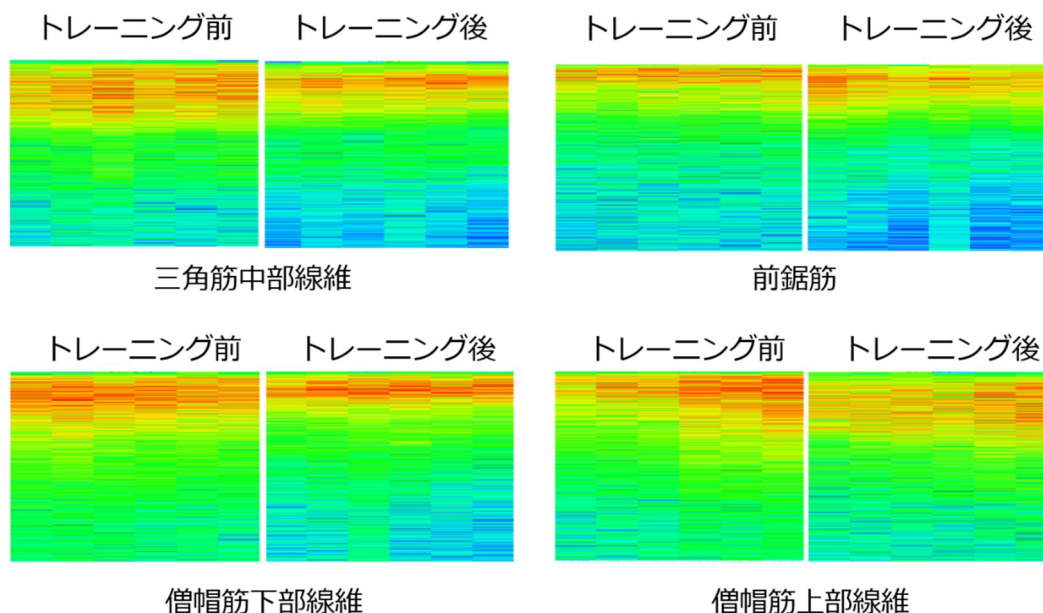


図3 トレーニング介入前後のアーチェリー射的動作時のふるえの強さに関する図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Hiroshi Shinohara, Yukio Urabe, Analysis of muscular activity in archery: a comparison of skill level, The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, vol.58, No.12, 2018, doi: 10.23736/S0022-4707.17.07826-4.

〔学会発表〕(計 4 件)

篠原博、日本のリハビリテーション教育の現状、台安リハビリテーションフォーラム（招待講演）2018年

細見亮太、篠原博、山本汐音、小幡太志、小林茂、浦辺幸夫、アーチェリー動作の経時的な「腕のふるえ」と肩関節周囲筋活動との関連について、第98回理学療法科学学会学術大会、2018年

篠原博、細見亮太、山本汐音、小林茂、浦辺幸夫、アーチェリー動作の経時的な「腕のふるえ」と肩関節周囲筋活動との関係について、第73回日本体力医学会大会、2018年

篠原博、アーチェリー選手の障害予防、スポーツ選手のためのリハビリテーション研究会第36回研修会、2019年

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。