

## 平成 25 年度 共同利用・共同研究報告書

公立大学法人和歌山県立医科大学  
みらい医療推進センター長 様

平成 26 年 3 月 31 日

研究代表者(申請者)：安田亨平

所属機関：日本身体障害者陸上競技連盟

職 名：強化委員会委員長

連絡先(電話)：06-6465-8200

e-mail：Japan-jimukyokul@jaafd.org



承認番号【 2013-3 】の研究計画を終了しましたので以下のとおり報告いたします。

1. 研究名：胸髄損傷対麻痺者におけるトレッドミル上での競技用車いすの駆動技術の解析
2. 期 間： 26年 2月25日 ～ 26年 3月31日
3. 今年度の研究の実施状況（該当項目にチェックを入れてください） <input checked="" type="checkbox"/> 承認された研究計画書どおりに研究を実施した <input type="checkbox"/> 経過中、変更または追加研究計画の承認を受けて実施した 変更内容： 変更理由：
4. 参加者に対する危険又は不利益の発生状況（該当項目にチェックを入れてください） <input checked="" type="checkbox"/> 発生なし <input type="checkbox"/> 発生した 発生状況： 対応状況：

## 5. 利用した設備・資料・試料など

- 1、ハイスピードカメラ (Phantom Miro)
- 2、2次元ビデオ動作解析システム Frame-DIAS IV
- 3、筋電計 バイキングセレクト
- 4、大型トレッドミル

利用機器の不具合などの発生状況

発生なし

発生した

発生状況：

対応状況：

## 6. 研究結果・研究成果の要約

### 【背景および目的】

脊髄損傷は、その傷害部位により残存する身体機能が大きく異なる。そのため脊髄損傷者に対するスポーツ推進には、競技特性だけでなく、障害に応じた技術やトレーニングの開発が必要である。しかし、これらのスポーツ選手に関する医科学、生体力学的な研究報告は国際的にも少ないのが現状である。今回我々は、上位胸髄損傷者の車いすマラソン選手の科学的トレーニング開発に向けた解析を目的として、上位胸髄損傷者の中で競技能力が異なる3選手の競技用車いす駆動中の残存筋の筋活動、駆動動作を比較、検討した。

### 【対象】

パラリンピックに出場している車いすマラソン選手、胸髄 3-6 損傷レベル、男性 3 名。選手 A (神経残存レベル T6、競技能力：800m 世界ランキング 5 位、年齢 41 歳)、選手 B (神経残存レベル T5、競技能力：800m 世界ランキング 11 位、年齢 39 歳)、選手 C (神経残存レベル T6、競技能力：800m 世界ランキング外)

### 【方法】

ハイスピードカメラにより矢状面の駆動動作を撮影し、2次元ビデオ動作解析システム Frame-DIAS IV を用いて動作解析した。駆動動作は、Contact 期 (ハンドリムに手が触れてから離れるまで) と Non-contact 期 (ハンドリムに手が触れていない時期) に大きく分け、Non-contact 期はさらに、ハンドリムより手が離れてから手部最大拳上位になるまでの Post-Contact 期、手部最大拳上位からハンドリムに手が触れるまでの Pre-Contact 期の 2 期に分類し、1 駆動サイクルおよび各期の時間、対応する筋活動を解析した。

筋活動は筋電計 (バイキングセレクト) を使用し、右体側の僧帽筋、腕橈骨筋、橈側手根伸筋、上腕三頭筋外側頭、上腕三頭筋内側頭、広背筋、三角筋後部線維、およびネガティブコントロールとして麻痺筋である傍脊柱筋、腹直筋に電極を装着した。

測定時の走行は、競技用車いすトレーニング用の傾斜 1% の大型トレッドミル上で、20km/h でウォーミングアップを 10 分行った後に、①25km/h で 8 秒間、②30km/h で 8 秒間、③最大駆動速度 8 秒間の測定を行った。各測定の間にはそれぞれ 3 分間の休息を設定した。

今回の動作解析の比較は主に③最大速度での駆動動作および筋活動を検討した。

#### 【結果】

1%傾斜トレッドミル上での最大駆動速度は、選手 A : 44km/h、選手 B : 40km/h、選手 C : 36km/hであった。

1 駆動サイクル時間は選手 A : 0.51 秒、選手 B : 0.44 秒、選手 C : 0.48 秒で、選手 B が最も速いサイクルを示した。Contact 期の時間はそれぞれ 0.1 秒、0.11 秒、0.13 秒と差がなかったが、Post-Contact 期は 0.3 秒、0.22 秒、0.2 秒、Pre-Contact 期は 0.11 秒、0.11 秒、0.15 秒と個人差を認めた。

選手 A の筋活動は、Pre-Contact 期で上腕三頭筋の強い活動を認め Contact 期の初期まで続いた。Contact 期から Post-Contact 期にかけて三角筋後部線維、広背筋、僧帽筋上部線維、前鋸筋に活動を、Post-Contact 期の後半で橈側手根伸筋、腕橈骨筋の活動を認めた。それぞれの筋は、活動期以外はほぼ休止していた。

選手 B の筋活動は、Pre-Contact 期で三角筋後部線維、広背筋、僧帽筋、前鋸筋、腕橈骨筋に強い活動と、橈側手根伸筋、上腕三頭筋に活動を認めた。Contact 期にかけて三角筋後部線維、前鋸筋の活動が弱まりながら継続し、Post-Contact 期ではどの筋も活動がわずかな波形を示し、橈側手根伸筋、上腕三頭筋が再び強い活動を示し、他の筋も弱い活動を示していた。

選手 C の筋活動は、Pre-Contact 期から Contact 期を通して上腕三頭筋、前鋸筋、三角筋後部線維に大きい活動を認め、Post-Contact 期にも弱い活動が継続していた。腕橈骨筋、橈側手根伸筋は全期に渡り強い活動を示した。

#### 【考察】

推進力となる Contact 期の時間には選手間で差がなく、大きな相違点は筋活動にあった。

トップレベルの選手 A は、全期に渡り活動する筋はなく、Pre-Contact 期に上腕三頭筋が大きく活動し、Contact 期には三角筋後部線維、広背筋へと主動筋が移行している。車いすマラソン選手では、レース成果に上腕の筋力が重要であること (Ide M, 1994)、エリート選手と未熟な選手との上腕三頭筋の筋力の比較では、筋力は類似するもエリート選手は持久性が高いこと (Umezu, 2003) が報告されている。また、Contact 期の継続的なエネルギー伝達が車輪速度の上昇に重要であるという知見 (未報告) を得ており、選手 A の結果からは、①収縮を持続しない、つまり弛緩期があることで血流の維持、駆動サイクルの持久性に貢献している、②上腕三頭筋の運動力学的な役割は、Pre-Contact 期に大きいことから大きなトルクでハンドリムに接触するための加速の役割を果たしている、③肘伸筋の力を三角筋後部線維、広背筋、僧帽筋上部線維、前鋸筋といった、より中枢部、肩甲骨と体幹を連結する体幹の筋へと主動作筋の移行が生体エネルギー消費の効率化、持久力の高さに貢献している可能性がある。

一方で、最大速度は選手 A に近い能力がある選手 B については、上腕三頭筋は Post-Contact 期から活動、広背筋は Pre-Contact 期からと、筋活動の開始時期がと選手 A よりも早く活動時間が長いことから、推進に重要な Contact 期に活動が弱まってしまう可能性が考えられる。短時間の最大速度での駆動成績が良好な理由は、駆動 1 サイクルの速さで補完している可能性がある。

未熟な選手 C については、Pre-Contact 期の時間が最も長く加速が不十分である可能性、多く

の筋活動が継続していること、中枢でなく末梢の腕橈骨筋、橈側手根伸筋に依存した駆動を行っていることがレース成果、最大速度の低さの要因と考えられた。

筋活動の差は、姿勢や関節運動の違いでもあるため、今後は詳細な動作解析を進め、関節の位置、運動方向など運動力学的解析を加えていく必要がある。

**【結語】**

これまでの先行研究 (H. Okawa ら, 1999) で報告されている、ハンドリム駆動の長さは加速に関与せず、大きな加速と持久力は、コンタクト後の加速度と筋活動の弛緩が影響を持っていると考えられる。今後は更に長時間での駆動回数を測定することで更に筋活動量との関係が明確になると考えられる。

**7. 本研究に関する学会、論文などの発表実績** (拠点事業経費による研究であることが謝辞に示されている論文には\*印を付けてください)

特になし

**8. その他に報告すべき事項がある場合は記入してください。**