

# 重錘負荷量が立位での一側上肢挙上に伴う予測的姿勢制御の出現頻度に与える影響

木村文佳<sup>1)</sup>、岩月宏泰<sup>1)</sup>

1) 青森県立保健大学

**Key Words** ①健常者 ②予測的姿勢制御 ③重錘負荷

## I. はじめに

立位で随意的に一側上肢挙上を行う際、主動筋の三角筋 (Deltoid Anterior : 以下、DA) が筋活動を開始する前に、挙上側と同側の大腿二頭筋 (Biceps Femoris : 以下、BF) の筋活動が起こる。この DA に先んじる BF の筋活動は、上肢挙上に伴う身体の外乱を予測し、外乱をあらかじめ緩衝するために生じると考えられている。このように随意運動に先立ち姿勢の安定を図る機構を予測的姿勢制御 (Anticipatory postural adjustments: APA) と呼ぶ。

藤原らは、表面筋電図や足圧中心の測定により、立位で両上肢挙上を行う際、APA として BF が筋活動を発揮するのは、上肢挙上に伴い身体重心が後方に移動するときであることを明らかにした<sup>1)</sup>。また、Aruin AS らによって両上肢を伸展したときには BF の先行的な筋活動が見られなくなることから、APA が BF に出現するのは上肢挙上という運動方向に依存していることが証明されている<sup>2)</sup>。

運動速度が早く、重量が重いほど主動作筋が発揮する力は大きくなる。上肢挙上する際、重錘負荷により挙上側上肢の発揮する力が増え、運動時の身体動揺が増加すると考えられる。身体動揺が増加すると予測される条件下では、身体を安定させようとより APA が出現し、APA 出現頻度が増すと推察する。また、重錘負荷により体性感覚入力 (右肩関節周囲筋や右下肢筋の筋紡錘の興奮増大、右足底の皮膚受容器の興奮増大) が増すことで姿勢の安定が図られると考える。

## II. 目的

健常者において、重錘負荷が立位での右上肢挙上に伴う APA 出現頻度に影響を与えるかを検討した。

## III. 研究方法

### 1. 対象

対象は整形外科疾患や神経疾患の既往がない右利きの健常青年男子 11 名 (年齢  $21.7 \pm 2.1$  歳、身長  $171.5 \pm 6.0$  cm、体重  $68.5 \pm 10.6$  kg) であった。対象者には、研究趣旨の説明を行った後に書面にて同意を得た。なお、本研究は青森県立保健大学研究倫理審査委員会の承認を得た後に実施した (承認番号 : 1701)。

### 2. 方法

多チャンネルテレメーターシステム WEB-1000 (日本光電社製) を使用し、表面筋電図を記録した。筋導出部位は、右 DA、右 BF 及び左 BF の 3 箇所とした (サンプリング周波数は 1000 Hz、周波数帯域は 30~500 Hz)。

課題動作は、両上肢を体側に下ろし足を肩幅に開いた静的立位にて、被験者の肩関節屈曲位  $90^\circ$  の

高さに設定した固視標に向け、任意のタイミングでできる限り素早く右上肢を挙上することであった。無負荷、0.75 kg、1.5 kg、0.5 kg、1.0 kg の重錘負荷の順、全 5 条件で各 10 回運動課題を実施した。

得られた筋電波形は全波整流を行い、平均平滑化処理を行った後、先行研究を踏襲し右 DA の筋活動開始後 50 ms までに右 BF の筋活動を確認できた場合に APA 出現と判断した。統計解析ソフトは SPSS Statistics 24 を使用し、条件間の APA 出現頻度について  $\chi^2$  検定を用いて検討した。

#### IV. 結果

##### 1. 各条件の APA 出現頻度について

全施行（110 回）を対象に APA 出現頻度について検討を行ったところ、APA 出現が確認できたのは無負荷で 93/110 回（84.5 %）、0.5 kg で 104/110 回（94.5 %）、0.75 kg で 108/110 回（98.2 %）、1.0 kg で 106/110 回（96.4 %）、1.5 kg で 110/110 回（100.0 %）であり、条件間で出現頻度に有意な差を認めた（ $\chi^2$  値 32.18, 自由度 4,  $p < 0.01$ ）。

##### 2. 被験者毎の APA 出現頻度について

各条件で被験者毎に 1 条件 10 施行のうち必ず APA が出現した者の割合について検討したところ、APA が必ず出現していた者は無負荷で 4/11 名（36.4 %）、0.5 kg で 7/11 名（63.6 %）、0.75 kg で 9/11 名（81.8 %）、1.0 kg で 8/11 名（72.7 %）、1.5 kg で 11/11 名（100 %）であった（ $\chi^2$  値 11.8, 自由度 4,  $p = 0.02$ ）。1.5 kg の重錘負荷を加えた場合は、対象者全員が 10 施行中全てに APA の出現を認めた。

#### V. 考察

本研究対象者において、無負荷に比べ、重錘負荷を加えた場合に APA 出現頻度が増えていた。したがって、重錘負荷量の増加による主動作筋の力の増加や体性感覚入力の増加が APA 出現に寄与したものと考える。

APA 出現頻度が学習効果により増えたとすれば、1.0 kg の重錘負荷時に最も APA 出現頻度は高くなるはずであるが、APA 出現頻度は 1.5 kg で最も高かった。したがって、重錘負荷量の増加に伴い APA 出現頻度が高くなっていた要因として、トレーニング効果の影響は少ないと言える。

今後は、APA 出現頻度が増えた理由について運動力学的な指標を加えて検討を進めるほか、重錘負荷を加えて運動を行うことが運動前に構えの姿勢を構築することに寄与するかどうかについて検証する必要性が示唆された。

#### VI. 文献

- 1) 藤原勝夫、外山 寛、浅井 仁・他：急速上肢挙上時の立位調節に対する身体重心の前後方向の位置と重量負荷の影響。体力科学、40、355-364、1991.
- 2) Aruin AS, Latash ML: Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements. Exp Brain Res.1995, 103(2).323-332.

#### VII. 発表

口頭発表：2017 年度青森県保健医療福祉研究発表会（木村文佳、岩月宏泰、右手首への重錘負荷が立位での右上肢挙上に伴う予測的姿勢制御に与える影響、2017 年 12 月 16 日）