

# 反動動作が肘関節伸展のパワー-負荷関係に及ぼす影響

## Effect of counter-movement on elbow joint extension power-load relationship

1K05A218

安永 昌弘

指導教員

主査 矢内利政先生

副査 彼末一之先生

### 【緒言】

ヒトの動的な動作では、反動を用いた時に発揮される関節パワーは、反動を用いない時に発揮される関節パワーより大きい。この発揮パワーの増加はヒト生体研究において実証されている (Bosco ら, 1981; Cavagna ら, 1971; Takarada ら, 1997; Thys ら, 1972)。しかし、負荷強度が反動動作による発揮パワーの増加に与える影響については明らかになっていない。そこで、本研究は、反動を用いた動作におけるパワー発揮特性は反動を用いない動作におけるパワー発揮特性とは、異なるという仮説を立て、肘関節伸展動作における反動動作の有無によるパワー発揮特性(負荷-パワー関係)について調べることを目的とした。

### 【方法】

成人男子 8 名が仰向けで横たわり、肩関節 90 度の状態で左腕上腕を金属プレートに固定する。被験者の前腕は回外位と回内位の間で固定した。力は手首の位置に取り付けられたロードセル(LUR-A-2KNSAI1,共和電業)で測定した。筋電図は、上腕三頭筋外側頭(Triceps brachii lateral head: TBlat)、上腕三頭筋長頭(Triceps brachii long head: TBlong)および上腕二頭筋(Biceps brachii: BB)の筋腹部から、表面電極により双極誘導にて導出した。被験者は、手首部に設置された種々な負荷(0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0kg)に対して、最大努力による肘関節伸展動作を行った。肘関節伸展動作は、反動を用いた動作と反動を用いない動作の2種類とした。反動なし条件では、被験者はまず、肘関節角度

を75°(完全伸展位を180°とする)に維持し、その後最大努力により、レバーアームが衝撃緩衝材に到達するまで肘関節伸展動作を行った。反動あり条件では、被験者の前腕はまず、肘関節角度を約145°の位置にストッパーで維持した。その後、ストッパーを開放し重力により肘関節は受動的に屈曲する。被験者には肘関節角度75°で素早く切り返し、最大努力で肘関節伸展動作を行うように指示した。

### 【結果】

2 元配置の分散分析により、負荷×条件には有意な交互作用があり( $P < 0.01$ 、統計パワー = 0.977)負荷と条件にはそれぞれ有意な主効果が認められた(負荷:  $P < 0.01$ 、統計パワー = 1.00、条件:  $P < 0.01$ )。その後の分析より、0kg 以外のすべての負荷で関節パワーは反動なし条件より反動あり条件で有意に大きかった。関節パワーは、反動あり条件で 7.5kg の時、反動なし条件では 5.0kg の時に最大になった。それぞれの筋の筋電活動には、負荷と条件の主効果、および負荷×条件の相互作用は見られなかった。つまり TBlat、TBlong、および BB の筋活動は反動あり条件と反動なし条件、負荷強度の違いに関わらず同じであったと言える。

### 【考察】

本研究において、平均肘関節パワーは 0kg 以外のすべての負荷において反動動作で、より増強した。CM 条件で増強したパワーの少なくとも一部は、肘関節伸展フェイズに先立つ肘関節屈曲

フェイズ中に蓄えられた弾性エネルギーの利用によるものであると考えられる(Aura と Komi, 1979; Bosco ら, 1981; Cavagna ら, 1965; Komi と Gollhoffer, 1997)。Kawakami ら(2002)は、反動を用いた、足底屈動作のエキセントリックフェイズ中では内側腓腹筋の筋繊維は等尺性収縮を行い、反動動作によって増強されたパワーは、腱組織に蓄えられた弾性エネルギーの再利用によるものであると示した。そのようなメカニズムは本研究における CM 条件の動作にも起こり、肘屈曲フェイズ中に骨格筋(筋腱複合体)によって吸収されたネガティブワーク(負の仕事量)の一部が、弾性

エネルギーという形で直列弾性要素に蓄えられたと考えられる。本研究では、関節パワーが最大になる負荷強度は、NOCM 条件では等尺性最大随意筋力の 30%CM 条件では 43%であった。したがって、反動動作を用いた運動課題において関節パワーを増加させるためのトレーニング負荷は、等尺性最大随意筋力の 30%ではないかもしれない。本研究で得られた知見は、反動動作が含まれる運動にて関節パワーを改善させるには、より一層重い負荷を用いた方が効果的であることを示唆している。