

下肢屈伸運動の機械的効率

小島 武次*

The Mechanical Efficiency of the Exercise Consisting of Repetitive Half Knee Bendings

by

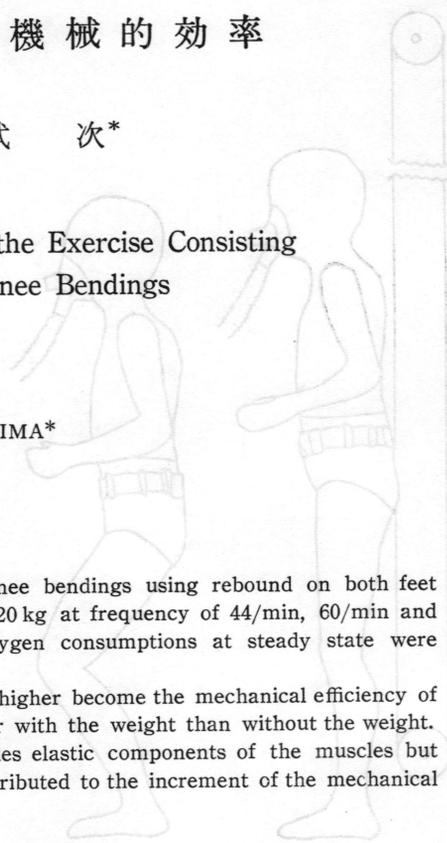
TAKEJI KOJIMA*

Abstract

In the exercise consisting of repetitive half knee bendings using rebound on both feet without a weight or with the weight of 10 kg or 20 kg at frequency of 44/min, 60/min and 76/min, the mechanical works performed and oxygen consumptions at steady state were measured.

The higher the frequency of the exercise, the higher become the mechanical efficiency of the exercise. The mechanical efficiency was higher with the weight than without the weight.

These results suggested that not only the series elastic components of the muscles but also the contractile components of the muscles contributed to the increment of the mechanical efficiency of the exercise.



緒言

活動筋の直列弾性要素に一時的に貯えられた機械的エネルギーが、それに続く短縮において利用される可能性について、すでに多くの研究がなされている。Cavagna²⁾は、筋の1回収縮における仕事量の多少の面からその利用の可能性を検討している。彼らによれば、筋の強制伸長後の短縮における仕事量 (W') は、等尺性筋収縮後の短縮における仕事量 (W) よりも大きく、さらに、その比 (W'/W) については速度が大きくなるにつれて大きくなった。そして彼らはこれを、筋弾性エネルギー利用率が増したためとしている。

一方、反復動作における筋の直列弾性要素のエネルギーの利用の可能性について機械的効率の面

からみた研究が Thys³⁾や Asmussen⁴⁾によってなされており、いずれの場合も反動動作を用いた運動の方が機械的効率が高かった。しかしこれらの研究に用いられた動作速度は、同じ動作ではそれぞれ一定であった。本研究の目的は、反動を用いた下肢の反復屈伸運動において動作速度を変化させ、その際の機械的効率を求め、筋の弾性要素エネルギー利用の可能性についてみようとするのである。

方法

被検者は健康な成人男子2名である。実験に用いた運動は直立位からの膝関節の反復屈伸運動である。その運動は身体重心を約10 cmから13 cm上下させるものであり、テンポは1分間に44回、60回、76回の3種類である。また被検者は、図1

* 東京大学教養学部体育研究室 (Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo)

下肢屈伸運動の機械的効率の結果

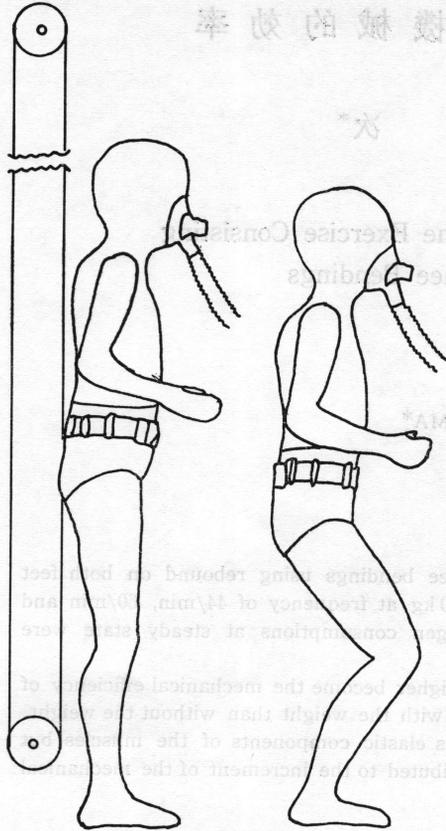


図 1

のように 0 kg, 10 kg, 20 kg のおもりを荷物として腰に取り付け、各テンポについてメトロノームに合わせて運動を行なった。その運動の仕事量の算出についてはまず図1に示すように、腰の上下動を垂直方向のヒモの動きとしてとらえ、ポテンシオメーターを用いてそれを記録した。次に同時に行なった映画撮影から松井⁴⁾の方法により直立している時と脚を屈曲している時の身体重心の位置を求めた。そして腰の移動距離と身体重心の移動距離の比を求め、それにより得られた係数を、ポテンシオメーターを用いて測定された腰の移動距離に乘じ、さらにその値に体重を乗ずることにより運動の仕事量を求めた。一方、エネルギー消費量は運動開始後5分から7分の呼気ガスを1分毎にダグラスバッグ法で採気し、その分析を三栄測器製瞬時ガス分析器 (1H01 型) で行なうことにより求めた。

表1に被検者の年齢、身長、体重を示す。

運動のテンポと機械的効率の関係を表2に示す。これを横軸にテンポ、縦軸に機械的効率をとり、プロットしたものが図2である。

被検者 T.K. については3回の平均、右の図被検者 H.Y. については2回の平均をそれぞれプロットした。図から判るように、両者とも負荷の有無にかかわらず、テンポが増すにつれ機械的効率が高くなっている。

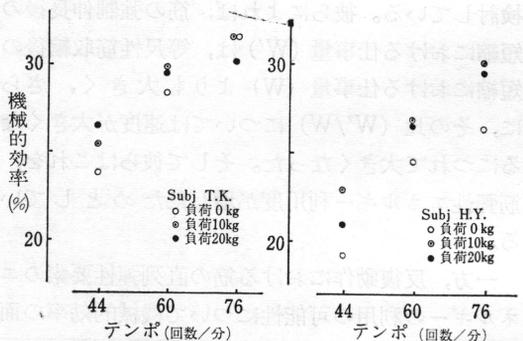
負荷をかけた場合をみても、左の図の被検者 T.K. の場合、機械的効率は負荷 10 kg では負荷ゼロに対し、テンポ44・60で約 1.5% 増し、テ

表 1

	年 齢	身 長	体 重
T.K.	28 才	168 cm	74.0 kg
H.Y.	30 才	172 cm	60.0 kg

表 2 テンポ及び負荷の変化に伴う機械的効率 (%)

被検者	テンポ	負荷 0 kg	負荷10 kg	負荷20 kg
H.Y.	44回/分	19.2	22.9	21.0
	60	24.4	26.7	26.4
	76	26.2	29.9	29.3
T.K.	44回/分	23.8	25.4	26.4
	60	28.3	29.8	29.4
	76	31.6	31.6	30.1



下肢屈伸運動におけるテンポ及び負荷の変化に伴う機械的効率の変化

図 2