

## 階段昇時における疲労度の比較

石川県立金沢泉丘高等学校理数科2年  
4班 池野 好 島上 顕太郎 清水 椰葵 橋本 幸奈 平野 巧人

### 研究要旨

階段を楽に上る方法を研究することで、少しでも運動に前向きになってもらい、日常生活に運動を取り入れてもらうことが我々の目的である。そのために1回目の実験では手足の動かし方、2回目では、カバンを持つ位置、3 回目及び 4 回目では目線の方向を変えることでの疲労度の変化を比較して、その際の重心の動きや身体の動かし方に着目して考察を立てた。

### 1. 研究背景

少子高齢化が進む現代では健康寿命の伸長が重要な課題の1つである。健康寿命を伸ばす上で重要となる要素の1つとして「運動」が挙げられる。ランニングなどの強度の高い運動をせずとも、実生活の中で階段を使うだけでも十分な運動になる。しかし、その階段を忌避する人も少なくない。そこで、体への負担が少ない上り方を提案することで、少しでも階段に対する悪い印象を軽減し運動の第1歩として階段を活用することができたらと考える。

### 2. 先行研究や仮説

背荷物の位置が階段歩行中の下肢生体内力に及ぼす影響を調べていた。下半身の筋肉の筋電位を測定すると、それぞれの筋肉にかかる最大筋張力が荷物位置によらずほぼ一定であった。<sup>1)</sup>結果として荷物位置が下半身の筋肉に及ぼす影響は少ないことが分かっている。

ここで荷物位置による疲労度の変化には、筋肉に及ぼす影響以外に、我々の生体内に及ぼす影響(心拍数増加など)があるのではないかと考えた。

### 3. 本研究で明らかにしたいこと

より疲労度の小さい階段の上り方を、身体の重心や動かし方に着目し明らかにする。

### 4. 実験方法

#### 《実験1》

(実験器具・使用施設や場所)

心拍センサー1台、ストップウォッチ1台、メトロノーム、学校の階段

(ねらい)

手の振り方を変えることで、疲労度(ここでは目標心拍数に達する時間とする)の変化を出した。

(実験手順)

①安静な状態で心拍数を測定する。

②手の振り方を変えて 100bpm を指定したメトロノームに合わせて階段を上り、心拍数が最初の心拍数+40bpm になるまでの時間を計測する。手の振り方は、「手を、前に出す足と互い違いに振る」「手と足を左右それぞれ同時に出す」「手を全く振らない」の3通りで行った。

(予想される結果)

「手足同時」の上り方が1番疲労度が小さくなると思った。同じ側の手足を出すことで重心が左右のどちらかに集中し、重心移動が簡単になると考えたからだ。

《実験2》

(実験器具・使用施設や場所)

心拍センサー1台、カバン1個、ストップウォッチ1台、メトロノーム、学校の階段

(ねらい)

カバンの位置とそれによる体勢の変化が階段を登るときに及ぼす影響をみた。

(実験手順)

①「後ろ」「後ろのぼし」

「前」「前のぼし」の4つの方法でカバンを担いだ。

(図1)

②安静な状態で心拍数を測定した。

③100bpm を指定した

メトロノームに合わせて階段を上り、心拍数

が最初の\*+50bpm になるまでの時間を計測した。

\*実験1より目標心拍数を 10bpm 増やしたのは、カバン

を担いだことによる負荷の増加があるため。



図1 カバンの4通りの担ぎ方

(予想される結果)

重心の理想的な位置と軌跡は、前かつ下に安定的に存在するものと予想した。重心が下にあると体が安定し、体勢をキープするための力が軽減し、進行方向と同じ位置に重心があることになり進みやすくなると考えた。



図2 実験で使用した心拍センサー



図3 実験3の様子

《実験3》

(実験器具・使用施設や場所)

心拍センサー1台、カバン1個、ストップウォッチ1台、メトロノーム、学校の階段  
(ねらい)

階段を上る時の目線の方向を変えることで、疲労度の変化を出した。

(実験手順)

- ①安静の状態で心拍数を測定した。
- ②目線の方向を変えて100bpmを指定したメトロノームに合わせて階段を上り、心拍数が最初の+50bpmになるまでの時間を計測した。このとき「一段先の階段に目線を落とす」ことを「下」、「階段の傾斜と平行に目線を上げる」ことを「上」と定義して、目線の向きを「上」、「下」、「下」、「上」の順で計測し、これを1回と数えることとした。

(予想される結果)

「一段先の階段に目線を落とす」時の疲労度は「階段の傾斜と並行に目線を上げる」時の疲労度より小さくなると考えた。実験2より適度な前傾姿勢は疲労度を小さくするという結果を得られたため、前傾姿勢が保たれる姿勢である「一段先の階段に目線を落とす」ことで疲労度が軽減されると考えたためだ。

《実験4》

(実験器具・使用施設や場所)

心拍センサー1台、カバン1個、ストップウォッチ1台、メトロノーム、学校の階段

(ねらい)

脳の疲労が階段を登る際に疲労度にどう影響するかを調べた。

(実験手順)

- ①片足立ちを3回行って倒れるまでの時間を測り、その平均を取った。
- ②100bpmを指定したメトロノームに合わせて目線の方向を「階段の傾斜と平行に目線を上げる」
- 「一段先の階段に視線を落とす」の2通りで心拍数が最初の+50bpmになるまで階段を上った。
- ③再度①を行い、平均の差を求めた。

(予想される結果)

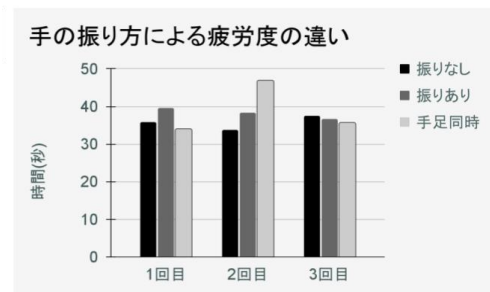
脳の疲労が大きくなると片足立ちをしていられる時間が短くなる。一段先の階段に視線を落としていると階段が上から下に流れていき、動的な視界になるのに対し、階段の傾斜と並行に目線を上げていると前の景色を見ているため静的な視界となるから、脳の疲労が小さくなると考えられるため

「階段の傾斜と平行に目線を上げる」ときのほうが片足立ちしていられる平均の差は小さくなると予想した。

## 5.実験結果

《実験1》

図4 実験1の結果



どの方法も疲労度のばらつきが大きく、手の振り方のよし悪しの判断ができない。

《実験2》

[後ろのばし]よりは[後ろ]の方が、[前]よりは[前のばし]の方が疲労度が小さくなった。平均では[後ろ]の方が[前のばし]より疲労度が小さくなった。

## 荷物の担ぎ方による疲労度の違い

■ 後ろ ■ 後ろのばし ■ 前 ■ 前のばし

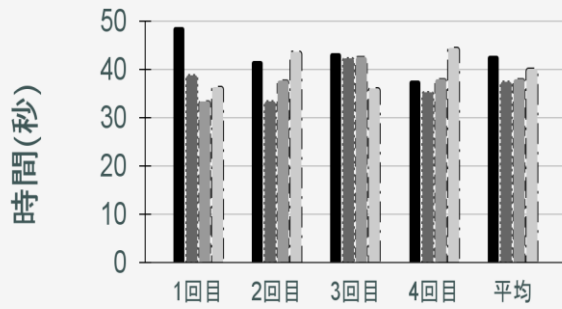


図5 実験2の結果

### <疲労度の大きさ>

- ・後ろ < 後ろのばし
- ・前のばし < 前
- ・平均に着目
- 後ろ < 前のばし

《実験3》

### 目線の方向による疲労度の違い

■ 上 ■ 下 ■ 下 ■ 上

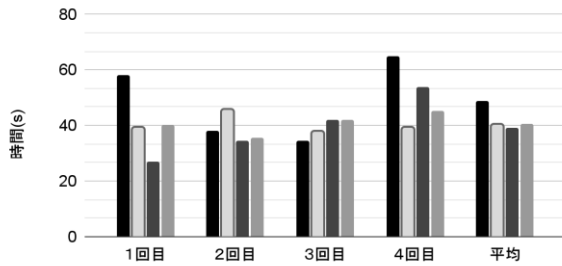


図6 実験3の結果

1回目から4回目までの実験で同じような傾向は見られず、平均においても有意な差は得られなかった。

《実験4》

### 平均差と目線(1人目)

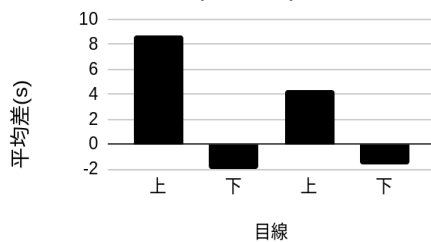


図7 実験4一人目の結果

### 平均差と目線(2人目)

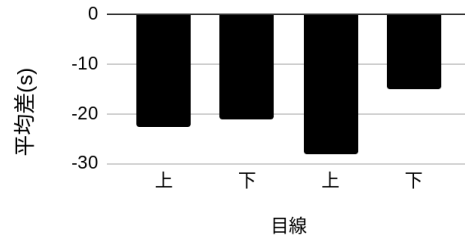


図8 実験4二人目の結果

1人目では目線が下のときに片足立ちを保つことができた時間は減った。一方、2人目にはそのような傾向は見られなく、逆に目線が上を向いていたほうが平均差が大きくなった。

そのため、まだ我々の予想が正しいというには弱い結果であった。

## 6. 結果・考察

手の振り方と疲労度の増加には関係がないことが分かった。関係性が得られなかった要因として運動の負担が小さく疲労度に差異が得られなかったことが考えられる。

また、肩紐を短くした背荷物を後ろに担ぐ方法が特に疲労が溜まりにくいことが分かった。

[後ろのばし]が[後ろ]より疲労が溜まりやすかったのは、[後ろのばし]は重心が後ろに動き、重心を前に動かすのにかかる負荷が大きくなるからだと考えた。

[前]が[前のばし]より疲労が溜まりやすかったのは、[前のばし]は重心が前かつ下、つまり進行方向にあることになり、重心移動を小さい負荷で行えるからだと考えた。

また、なぜ[後ろ]の方が[前のばし]より疲労度が小さいのかを考えた。ここで我々が着目したのが背骨の形だ。<sup>2)</sup>人間は猫背気味である方が背骨が緩やかなS字の形になり、重力を分散できる。しかし前にカバンを持つと釣り合いを取ろうと後傾になり、背筋のS字カーブを利用できなくなる。逆に後ろにカバンを持つと釣り合いを取ろうと前傾気味になり、背骨のS字が生まれ、分散できるようになると考えた。

実験3、4において、目線の向きと心拍数との相関は見られなかったものの、脳の疲労とは相関がある可能性があり、異なる属性の人で同じ実験を行い、精度を高めていく必要がある。

## 7. 今後の課題

実験中の疲労の蓄積が結果に影響を与えてしまうので、重心の動きを視覚化出来ていないことが挙げられる。今後は階段を上っているところの写真をとり、体の部位ごとに分解して重心の位置を視覚化して実験結

果との比較を行ったり、実験4を異なる性別、体力の人で行い、実験精度を高めていきたい。

## 8. 参考文献

1) 松枝千尋、宮川健、早田剛、阿部竜士、山口英峰、小野寺昇(2001)「背荷物が階段歩行中の下肢生体内力に及ぼす影響」

日本体育学会大会号、52回

2) 多くの人が誤解している「正しい立ち方」。100歳まで元気に歩くため今できることを教わった。

<https://kaigo.homes.co.jp/tayorini/report/experience/005/>