

## ○平成18年度奨励研究

# 「脊髄損傷者の有酸素運動における自覚的運動強度と生理学的運動強度の関係—脊髄損傷版RPE (RPE\_SCI)の作成とRPE\_SCIによるMETsの推定—」

作業療法学科 助教授 池田 恭敏

### 1. 研究目的

有酸素運動における運動強度指標には、心拍数(HR)、酸素摂取量( $\dot{V}O_2$ )、血中乳酸濃度、代謝当量(METs)、自覚的運動強度(rating of perceived exertion:RPE)などが用いられる。中でもBorgの開発したRPEは運動実施者が実際に感じた運動の強さを6から20までの15段階スケールで評価するものであり<sup>1)</sup>、特別な機器を用いずに測定できる。また、RPEは、生理学的運動強度や物理学運動的強度と相関し<sup>2) 3)</sup>、RPEの10倍がHRに近似するように作成されており<sup>1)</sup>、健常者のみならず生活習慣病などの有患者の強度設定としても汎用されている<sup>4)</sup>。脊髄損傷者においてもRPEを指標とした運動強度の設定が可能であれば、運動プログラムの主体的な自己管理や設備の整わない施設での運動処方に活用でき、その意義は大きいと考える。しかし、呼吸・循環・代謝の生理学的反応や運動様式が健常者と異なる脊髄損傷者において、RPEの適用を検討した研究はない。

本研究の目的は、脊髄損傷者の有酸素運動におけるHRとRPEの関係を検討し、脊髄損傷版RPE (RPE\_SCI)を作成するとともに、RPE\_SCIによるMETsの推定について検討することである。

### 2. 研究方法

#### 1) 対象者

家庭復帰1年以上を経過し、運動禁忌疾患のない車いすを常用する脊髄損傷男性14名を対象とした(表1)。

表1. 対象者の身体的特性

	年齢 (歳)	受傷後期間 (月)	損傷高位	Frankel分類	体重 (kg)	指極 (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
上位損傷群(n=3)	34.0±3.0	150.6±74.8	T3-T4;3名	A;3名	68.1±8.6	166.6±2.3	24.6±3.7
下位損傷群(n=11)	42.0±12.7	185.7±123.6	T5;1名 T12-L3;10名	A;8名 C;3名	68.7±10.0	164.6±4.1	25.4±3.6
BMIの算出には指極を代用							Mean±SD

#### 2) 測定方法

対象者に呼吸代謝測定装置(Aeromonitor AE-280S, ミナト医科学社)、心電計(Life Scope 6, 日本光電社)を装着し、アームエルゴメータ(WLP-300H, Lode社)を用いて最大運動負荷テストを実施した。また、最大運動負荷テストから約1週間後に、5つの異なる負荷ステージでの間歇的定常運動負荷テストを実施した。

最大運動負荷テストは、漸増率10W/min、回転速度60r/minのRamp負荷法とし、運動負荷終了直後にRPEを聴取した。運動負荷終了の目安は、対象者が筋疲労や呼吸苦などにより負荷の終了を申し出た場合、あるいは回転速度に10rpmの遅れが生じた場合とした。

間歇的定常運動負荷テストは、最大運動負荷テストにおける最大仕事率の10、30、50、70、90%の負荷ステージで各々3分間(回転速度60r/min)の定常運動とし、各負荷ステージの終了直後にRPEを聴取した。負荷ステージの実施順序は、対象者ごとにくじ引きによりランダムに選択した。なお、負荷ステージ間の休憩は、対象者のHRが概ね安静状態に戻るまでとした。

### 3. 研究結果

#### 1) 最大運動負荷テストの生理学的変数諸値

最大運動負荷テストの生理学的変数諸値は上位損傷群と下位損傷群の間に有意な差はなかった(表2)。

表2. 最大運動負荷テストの生理学的変数諸値

	$\dot{V}O_2$ peak (ml/min)	$\dot{V}O_2$ peak (ml/kg/min)	METs	HR peak (beats/min)	%HR max (%)	RPE
全 体(n=14)	1159.1±471.3	23.0±7.2	6.6±2.1	167.9±18.1	94.0±13.6	17.0±2.1
上位損傷群(n=3)	1121.3±279.6	16.5±4.2	4.7±1.2	160.7±20.0	86.4±11.2	16.0±1.7
下位損傷群(n=11)	1678.5±447.2	24.8±6.9	7.1±2.0	169.8±18.1	96.1±13.8	17.3±2.2
Mean±SD						

#### 2) 間歇的定常運動負荷テストのHRとRPEの関係

図1は、間歇的定常運動負荷テストにおけるHR/10とRPEの変化である。HR/10、RPEともに仕事率の増加に伴い、直線的に増加した。しかし、運動強度が低いほどHR/10とRPEの差は大きかった。

図2は、対象者毎のRPEとHR/10の回帰分析である。全ての対象者で有意な一次回帰式が得られ、寄与率の最小値は $R^2=0.622$ 、最大値は $R^2=0.992$ 、平均値は $R^2=0.865\pm0.104$ (n=14)であった。

図3は、損傷群別に各負荷ステージのRPEとHR/10の平均値を求め、回帰分析を行った結果である。両群とも有意な相関を示し( $p<0.001$ )、一次回帰式は上位損傷群 $HR/10=0.657*RPE+5.105$ ( $R^2=0.992$ )、下位損傷群 $HR/10=0.812*RPE+3.984$ ( $R^2=0.998$ )であった。

### 3) 脊髄損傷版RPE (RPE\_SCI) の作成

RPEとHR/10の一次回帰式から脊髄損傷版RPE (RPE\_SCI)を作成したところ、上位損傷群で9から18までの10段階スケール、下位損傷群で9から20までの12段階スケールとなった(図4)。

### 4) RPE\_SCIからのMETsの推定

間歇的定常運動負荷テストにおける各負荷ステージのRPE\_SCIとMETsを求め、回帰分析したところ、両群とも有意な正の相関を示した( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ , 上位損傷群 $R^2=0.883$ , 下位損傷群 $R^2=0.979$ )(図5)。得られた一次回帰式からRPE\_SCIに対応する推定METs(pred METs)を算出したところ、図6に示すノモグラムを得た。

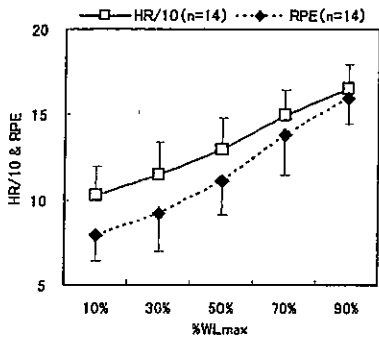


図1. 運動負荷テストのHR/10とRPE

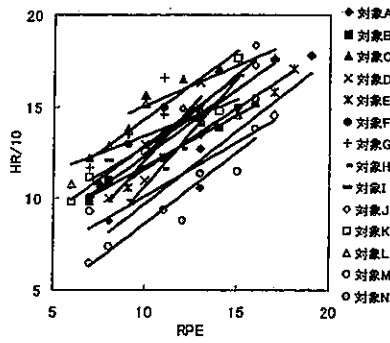


図2. 対象者別のRPEとHR/10

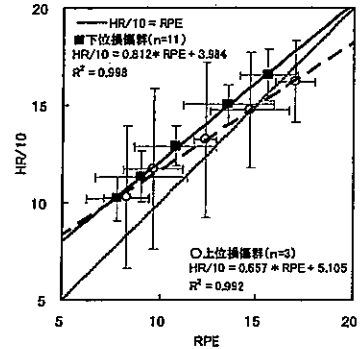


図3. 損傷群別のRPEとHR/10

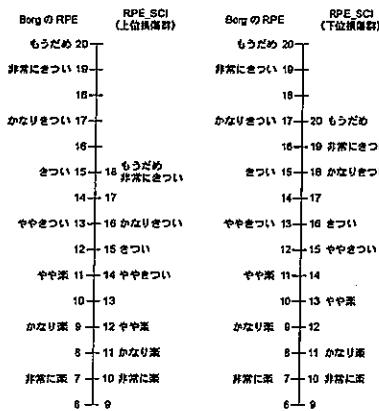


図4. RPE\_SCI

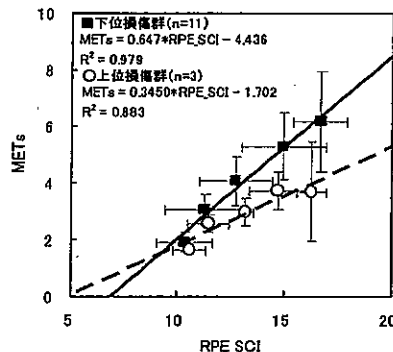


図5. RPE\_SCIとMETsの回帰分析



図6. RPE\_SCIとpred METs

## 4. 考察(結論)

本研究の結果、脊髄損傷者の上肢を使った有酸素運動においても、生理学的運動強度と自覚的運動強度(RPE)との間に、正比例の関係が成立することが確認された。このことは、運動の強さに対する自己の主観的な感覚を利用した強度設定が脊髄損傷者においても可能であることを意味する。しかし、脊髄損傷者では、Borgの $HR \approx 10 * RPE$ に近似しなかった。RPEの利便性は $HR \approx 10 * RPE$ にあることから、RPE\_SCIを作成したところ、図4に示すノモグラムを得た。BorgのRPEとRPE\_SCIの相違は、運動様式の差異や運動時間の長さなどが理由として考えられる。また、上位損傷群と下位損傷群で異なるRPE\_SCIとなった理由として、T5より上位の脊髄損傷者では副交感神経優位となり、運動強度に応じたHRの上昇が少ないことが考えられる。

$\dot{V}O_2$ をMETsに換算し、RPEとMETsの対応関係が明確になれば、RPEから求まるMETsを用いて運動で消費したエネルギー量を推定でき、RPEの利便性はさらに高まる。そこでRPE\_SCIとMETsとの関係を検討した結果、図6に示すノモグラムを得た。上位損傷群と下位損傷群でRPE\_SCIに対応するpred METsが大きく異なった理由は、損傷高位に起因する呼吸・循環・代謝の違いが影響していると考えられる。

## 5. 成果の発表(学会・論文等、予定を含む)

池田恭敏, 越路佳央里. 脊髄損傷者への自覚的運動強度の適用に関する研究: 脊髄損傷版RPE (RPE\_SCI) の作成とRPE\_SCIによるMETsの推定. 障害者体力科学研究所研究紀要(投稿中).

## 6. 参考文献

- 1) Borg G. A. Perceived exertion: a note on "history" and methods. Med Sci Sports. 5(2):90-93, 1973.
- 2) Noble B. J. et al. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. Med Sci Sports Exerc. 15(6):523-528, 1983.
- 3) 小野寺孝一 他. 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性. 体育学研究. 21(4):191-204, 1976.
- 4) アメリカスポーツ医学会編集, 運動処方指針 原著第6版. 南江堂, 東京, 164-216, 2004.