

嫌気性代謝閾値を予測する簡易式を用いた運動処方について —安全で効果的な運動処方を行うためにどうすればよいか—

田中 聖文, 矢田 有梨奈, 原谷 祐也, 伊豆 周剛, 山崎 健次, 松浦 邦樹, 高橋 賢一, 北出 貴則

医療法人 誠佑記念病院 リハビリテーション室

キーワード: 嫌気性代謝閾値・心拍処方・自覚的運動強度

はじめに

運動処方における運動強度の決定には心肺運動負荷試験(CPX)に基づく嫌気性代謝域値(AT)での処方が推奨され, 呼吸ガス分析装置を用いた AT 評価が理想とされる。しかし, 臨床場面においては CPX を実施せず簡易な心拍処方や自覚的運動強度を用いることが多い。

そこで日本循環器学会のガイドラインにも記載され簡便な方法として提唱されている Karvonen 法(係数 0.2~0.6)安静時心拍数からの簡易式(安静時心拍数+10, 20, 30)自覚症状による Borg 指数の安全性について検討し, 効果的な運動処方をどのように行えばよいかを考察した。

方法

当院にて心臓リハビリテーションを行い, 呼吸ガス分析装置を用いて CPX を実施した 10 名(男性 6 名, 女性 4 名, 平均年齢 59.7±9.8 歳)を対象とした。

対象者の内訳は急性心筋梗塞(AMI)発症後, 経皮的冠動脈形成術(PCI)を施行した患者 6 名, 冠動脈バイパス移植術(CABG)を施行した患者 3 名, 狭心症患者 1 名で, PCI および CABG は施行後 3 週間以上が経過した症例である。

方法として, まず始めに対象者 10 名の安静時心拍数を測定し, 次に呼吸ガス分析装置を併用した CPX を行い, 自転車エルゴメータを用いた直線的な漸増負荷(ramp 負荷)法にて AT を測定し, AT 時に Borg 指数を聴取した。そして CPX により得られた安静時心拍数, AT 時心拍数, Borg 指数を基に以下の項目について後方視的に調査した。

- 1) 簡易式による心拍処方が AT 時心拍数を超える割合
- 2) AT 時に聴取した Borg 指数の分布, AT 相当(指数:11~13)を示す割合

説明と同意

本研究はヘルシンキ宣言に基づき, 全ての対象者に研究目的を説明し同意が得られた後に実施した。

結果

CPX 測定データの各平均値は, 安静時心拍数が 81.3±12.0, AT 時心拍数が 105.0±9.6, AT 時酸素摂取量が 10.4±2.1, AT 時中枢 Borg 指数が 12.0±1.3, AT 時末梢 Borg 指数が 11.6±1.2 であった。

簡易式による心拍処方が AT 時心拍数を超える割合について, Karvonen 法で運動処方した場合の目標心拍数の平均値は, 係数 0.2 が 97.1±10.3, 係数 0.3 が 105.0±9.6, 係数 0.4 が 113.0±9.1, 係数 0.5 が 120.8±8.7, 係数 0.6 が 128.7±8.5 であった。また, AT 時心拍数を超える割合は係数 0.2 から順に 0%, 50%, 90%, 係数 0.5 および 0.6 は 100% であった。

安静時心拍数からの簡易式で運動処方した場合の目標心拍数の平均値は安静時心拍数+10 が 91.3±12.0, 安静時心拍数+20 が 101.3±12.0, 安静時心拍数+30 が 111.3±12.0 であった。また, AT 時心拍数を超える割合は安静時心拍数+10 から順に 0%, 30%, 80% であった。

AT 時 Borg 指数が 11~13 を示した割合は, 中枢末梢ともに全体の 90% であり, 14~17 を示した割合が全体の 10% であった。内訳として中枢は Borg 指数 11 が 50%, 指数 12 が 20%, 指数 13 が 20%, 指数 15 が 10% であった。末梢は Borg 指数 11 が 70%, 指数 12 が 20%, 指数 15 が 10% であった。

考察

AT とは 1964 年に Wassermann らが提唱した概念で, 漸増負荷運動に伴い活動筋への酸素供給が不足してくると嫌気性代謝域値が亢進し血中の乳酸値が安静時を超えて上昇する。この乳酸の上昇による代謝性アシドーシスおよびそれに伴う二酸化炭素排出量ならびに換気量の増加が起こる運動強度, あるいは酸素摂取量が AT と定義されている。

したがって, AT を基に運動処方することで①疲労物質である乳酸の持続的上昇がない, ②長時間の運動が持続可能である, ③アシドーシスが生じない, ④血中カテコラミンの著しい上昇がない, ⑤運動強度の増加に対する心収縮能の応答が保たれている³⁾。といったメリットがあり, 運動処方における運動

強度は個人の AT を測定し、その結果を基に決定することが最も安全で高い効果が期待されると言われている。しかし、CPX を施行するには呼吸ガス分析装置など高価な設備やスタッフが必要であり、また被検者への負担も大きいことから全症例に実施することは困難である。

今回、CPX 以外による運動処方の方法として Karvonen 法および安静時心拍数を用いた簡易式による心拍処方、Borg 指数を用いた自覚的運動強度の安全性について後方視的に調査を行ったが、虚血性心疾患の回復期における運動処方では Karvonen 法を用いる場合は、係数 0.2 が最も安全であるが目標心拍数が AT 時心拍数を大きく下回る結果を示しており、負荷が軽すぎる傾向にあったことから、安全性に加え高い運動療法効果を期待するのであれば、目標心拍数(平均値)が AT 時心拍数(平均値)と一致する係数 0.3 を用いることが望ましいと考える。また、安静時心拍数からの簡易式を用いる場合も同様に、安静時心拍数+10 が最も安全であるが、これも負荷が軽すぎる傾向にあり、安全性に加え効果的な運動療法を実施するのであれば、安静時心拍数+20 を用いることが望ましいと考える。なお、AT 時心拍数と心拍処方では統計学的処理を行い Karvonen 法係数 0.3、安静時心拍数+20 での比較も試みたが、実測値と計算値で有意差がないことを証明することは困難であった。Borg 指数を用いた自覚的運動強度については、多くの文献が示す通り AT 相当と言われている 11~13 と合致しており、特に 11(楽である)を指標に運動処方することが安全だと考える。また、Borg 指数は、その指数を 10 倍すると、その症状時の心拍数に相当するとされているため、運動療法を実施する際に併せて確認することが望ましいと考える。

以上のことから CPX 以外による運動処方では、Karvonen 法および安静時心拍数を用いた簡易式による心拍処方、Borg 指数を用いた自覚的運動強度で運動処方する場合、Karvonen 法であれば係数 0.3、安静時心拍数を用いた簡易式であれば安静時心拍数+20、これに加え Borg 指数 11 を指標にすることで、他の方法よりも安全で効果的な運動療法が実施できると考える。また、一般的に虚血性心疾患における回復期の運動処方は Karvonen 法で係数 0.5~0.7 を用いることが多いといわれているが、今回の調査では係数 0.3 と大きく下回る結果となり、このことから全症例の運動耐容能の低下と心臓リハビリテーションによる適切な運動療法が必要であることが示唆された。このため、長期的で包括的な心臓リハビリとして、薬物療法、食事療法、患者教育、カウンセリングに加えて、退院後も外来リハビリなどによる適切な運動処方が運動耐容能を改善し、ADL の自立と社会復帰、冠動脈硬化など冠循環の改善や冠危険因子の是正、生命予後の改善や機能予後の改善に成果をもたらすと考える。

理学療法研究としての意義

本研究は心臓リハビリテーションにおける運動処方 CPX が実施できない病院施設においても安全で効果的な運動療法を行うための一助となりうる。

文献

- 1) 循環器病の診断と治療に関するガイドライン(2011 年度合同研究班報告)：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン(2012 年改訂版)
- 2) 循環器病の診断と治療に関するガイドライン(2012 年度合同研究班報告)：ST 上昇型急性心筋梗塞の治療に関するガイドライン(2013 年改訂版)
- 3) 上月正博・他：現場の疑問に答える徹底攻略 Q&A 2010. 119-124.
- 4) 上嶋健治・他：運動負荷試験 Q&A110 2006. 2-21. 149.
- 5) 増田卓・他：循環器理学療法の理論と技術 2011. 154-164.
- 6) 特定非営利活動法人 日本心臓リハビリテーション学会：日本心臓リハビリテーション学会誌 Vol14. No1. 2009. 94-97
高橋和代・他：運動処方における安静時心拍数からの簡易式の妥当性
- 7) 安達仁：心臓リハビリテーション mini 2009. 122-135.