

学 位 論 文 題 名

ステップテストを用いた乳酸性作業閾値の  
簡易評価法の開発

学位論文内容の要旨

本研究は、ステップテストを用いた健康づくりの現場でも利用可能な乳酸性作業閾値（LT）の簡易判定方法を開発するために、LTに対する生理学的パラメータの縦断的調査、一定の血中乳酸濃度（LA）を用いたLT判定法の開発ならびに高齢者におけるその具体的なプロトコールを提案する事を目的として行われた。

第一には、LTの簡易判定法を開発するための基礎的な研究として、LTに対する心拍数（HR）、主観的尺度（RPE）およびLAの個人内および個人間の変動を明らかにするために、37名の高齢者について、12週間のトレーニング前後でのLTに対するHR、RPEおよびLAの変動を検討した。その結果、20名のトレーニング群では、運動群のLTに相当する運動強度とHRは、トレーニングにより有意に上昇した。一方、運動群のLTに相当するLAとRPEは、トレーニング前後で有意な差が認められなかった。また、対照群の全ての測定値は、トレーニング前後で有意な差が認められなかった。これらの事から、各個人に適した安全で効果的な運動処方、HRよりもRPEまたLAを用いる事が望ましい事を示唆する。ただし、高齢者のLTおよびRPEに再現性が十分でない事が予測出来るため、LAを測定する事が望ましく、その一般化を意図したLTの簡易判定法を開発する必要がある。

第二には、高齢者を対象として一定濃度のLAからLTの簡易評価法を開発する事を目的とし、携帯型乳酸測定器を用いて2から4段階ステップテストのLAによってLTを決定する方法を検討した。この研究は、計52名の高齢者に対し、ステップテストを施行し、各対象者について、LTおよび一定濃度のLAに対する運動強度を算出した。その結果、LAが2 mmol/l前後の二つのサンプルから決

定した安静時から 0.1mmol/l 上昇した運動強度（簡易法）と LTの間には有意な差が認められなかった。また、この簡易法と LT との間の差は、 $0.0 \pm 0.3$  METs であり、一致度が  $0.0 \pm 0.6$  METs であった。また、6 METs のステップテストに対する LA からの LT の推定誤差（標準誤差）は 0.46 METs であった。これらの事から、LA が 2 mmol/l 前後の二つのサンプルから安静時濃度+0.1 mmol/l の LA に相当する運動強度を決定する LT の簡易判定法は、LT を  $0.0 \pm 0.6$  METs の誤差範囲で推定可能であり、高齢者を対象とした LT の簡易決定法として有効であると考えられた。また、更なる簡易法として、6 METs のステップテストに対する LA からも LT を 1 METs 以内の誤差範囲で推定出来ると思われた。

第三には、この簡易判定法の妥当性を 32 名の若年者について検討した。その結果、LT の簡易判定法は、若年者においても、高齢者と同様に LT の判定法として有用である事を明らかにした。

最後には、高齢者を対象として LT の簡易評価法の運動負荷試験としての利便性向上を目指し、安静時から 0.1mmol/l 増加した LA に相当する運動強度を効率良く判定するために妥当な運動強度を明らかにする事を目的とした。本研究は、209 名の高齢男女を対象にステップテストを施行し、LA が 2mmol/l を超える運動強度の分布を検討した。その結果、これらの 90%以上の対象者については、4 から 7 METs の強度のステップテストにより、2 mmol/l 未満および 2 mmol/l 以上の LA が測定可能であった。これらの事から、自立高齢者を対象とした際の LT の簡易判定法の運動負荷プロトコールは、高さ 20cm の踏み台を用い、15、20、25 および 30 回/分の昇降回数でのステップテスト（3-7METs のステップテスト）が、妥当であると考えられた。

これまで、LT は、その健康づくりの現場における有用性が広く認められているにも関わらず、その複雑な判定方法が原因して、これまで一般化されるまでに至っていなかった。そこでこれまでも、その LT 測定の利便性を向上させるために、一定濃度の LA を用いて LT を簡便に評価する試みがなされてきた。しかしそれらは、いずれも LT の代用方法として、十分なコンセンサスを得るまでに至っていなかった。そこで本研究では、新たな LT の簡便評価方法を開発した。すなわち、2 mmol/l を終了負荷とする運動負荷により、安静時から 0.1 mmol/l 上昇した LA に相当する運動強度にて LT を代用できる事を明らかにし、その妥当性を高齢者と若年者で確認した。また、その為の運動プロトコールは、高齢

者の場合、高さ 20cm の踏み台にて 15、20、25 および 30 回／分の昇降速度での  
ステップテストを推奨する。

# 学位論文審査の要旨

主 査 助 教 授 石 井 好 二 郎  
副 査 教 授 須 田 力  
副 査 教 授 河 口 明 人  
副 査 教 授 田 中 宏 暁

(福岡大学スポーツ科学部)

## 学 位 論 文 題 名

# ステップテストを用いた乳酸性作業閾値の 簡易評価法の開発

本論文は、健康づくりの現場でも利用可能なステップテストを用いた乳酸性作業閾値(LT)の簡易判定方法を開発することを目的として LT に対する生理学的パラメータの縦断的調査、一定の血中乳酸濃度(LA)を用いた LT 判定法の開発を行い、さらに、高齢者におけるその具体的なプロトコールを提案する一連の研究成果である。

第1章では、有酸素性作業能の向上が生活習慣病の予防・改善に有効であるとのエビデンスから有酸素性作業能の評価法としてのLTの有効性を示しながらも、煩雑な測定方法ゆえに必ずしもLTの測定が一般化されていない問題を提起している。さらに運動負荷試験法として安価で、日常的な運動様式であるステップテストのメリットを述べ、健康づくりの現場での活用を目的として、ステップテストを用いたLT判定法を作成する意義を展開している。

第2章では、LTの簡易判定法を開発するための基礎的な研究として、37名の高齢者について、12週間のトレーニング前後でのLTに対する心拍数(HR)、主観的尺度(RPE)およびLAの個人内および個人間の変動を検討している。その結果、各個人に適した安全で効果的な運動処方、HRよりもRPEまたLAを用いる事が望ましい事を示しつつ、先行研究より高齢者のLTおよびRPEに再現性が十分でない事が予測出来るため、LAを測定する事が望ましく、その一般化を意図したLTの簡易判定法を開発する必要を提示している。

第3章では、高齢者を対象として一定濃度のLAからLTの簡易評価法を開発する事を目的とし、

携帯型乳酸測定器を用いて2から4段階ステップテストのLAによってLTを決定する方法を検討している。その結果、LAが2 mmol/l前後の二つのサンプルから安静時濃度+0.1 mmol/lのLAに相当する運動強度を決定するLTの簡易判定法は、LTを $0.0 \pm 0.6$  METsの誤差範囲で推定可能であり、高齢者を対象としたLTの簡易決定法として有効であるという知見を得た。また、更なる簡易法として、6 METsのステップテストに対するLAからもLTを $\pm 1$  METs以内の誤差範囲で推定出来ることを示した。

第4章では、第3章で開発したLTの簡易判定法が高齢者に比較して高い有酸素能を有する若年者にも適応できることを検証し、第5章では、高齢者を対象としてLTの簡易評価法の運動負荷試験としての利便性向上を目指し、これまでの研究結果を基盤に、さらに209名の高齢男女を対象にステップテストを施行させた。その結果、自立高齢者を対象とした際のLTの簡易判定法の運動負荷プロトコールは、高さ20cmの踏み台を用い、15、20、25および30回/分の昇降回数でのステップテスト(3-7METsのステップテスト)が、妥当であることを最終的に提案している。

昨今、我が国は、高齢者人口の増大に伴う医療費増大に加えて食生活の欧米化や日常生活の省力化などが原因して若年層での肥満や生活習慣病の蔓延も危惧されており、全人口的に運動による健康づくりの必要性が説かれている。本研究は、このような状況的ニーズにマッチした研究である。すなわち、前述した社会状況から、運動の需要が拡大する。その際には、健康づくりの現場で利用可能な簡便かつ精度高く有酸素能を判定する手法である。

これまで、健康づくりの現場においては、HRを用いる方法が主流であった。この方法は、非観血的で利便性に優れるという利点があるが、高齢者での精度が疑問視されていた。一方、本研究で開発された方法は、観血的であるものの侵襲性を著しく軽減し、なおかつ、高齢者のみならず若年者でもLT判定の妥当性を確認し、特に高齢者の運動処方作成に必要な有酸素能力判定のための具体的な手法を明文化している

よって、筆者を北海道大学博士(教育学)の学位を授与される資格があるものと認める。