最大酸素摂取量間接推定法に関する文献

綿貫 茂喜¹⁾, 成相 隆之²⁾, 吉良 悟³⁾, 山崎 和彦⁴⁾

1) 九州芸術工科大学人間工学教室

2) 九州健康総合センター

3) 島野工業開発課

4) 防衛庁技術研究本部第2研究所人間工学試験室

Bibliography for Indirect Estimation of Maximal Oxygen Intake

Shigeki WATANUKI¹⁾, Takayuki NARIAI²⁾, Satoru KIRA³⁾ and Kazuhiko YAMASAKI⁴⁾

1) Department of Ergonomics, Kyushu University of Design Sciences, Shiobaru, Minami-ku, Fukuoka, 815 Japan

2) Kyushu Health Research Center, Haruno, Yahatahigashi-ku, Kitakyushu, 805 Japan

3) Technical Division, Shimano Co, Ltd, Oimatsu, Sakai, 590 Japan

4) Department of Ergonomics, The Second Research Center, Institute of Technical Research and Development, Japan Defense Agency, Ikejiri, Setagaya-ku, Tokyo, 154 Japan

有酸素的作業能力の指標である最大酸素摂取量は、最大作業による直接測定によらず、最大下作業中の資料等から間接的に推定することが可能とされている。直接測定が被測定者の測定法への習熟などを含め高い精度の測定結果を得るために多くの問題を有することから、間接推定法の活用はますますその機会を増やすものと思われる。

Astrand & Ryhming (1954) が最初の間接法を確立して以来、今日まで、多数の推定法が発表され、また、それぞれへの検討も進んでいる。近年、加速度的に増加しつつあるこれらの文献を整理することは、この方面の研究に有意義と考え、間接推定法に関する文献リストを作成したので御利用頂ければ幸いと思う。なお、著者らの不勉強の故に、収録洩れの文献があれば御教示頂きたい。

本資料では、今日まで内外において報告された最大酸素摂取量推定に関する文献を集め、I)推定法については開発手法別に、II)推定法の推定精度の検討に関しては主要な影響因子別に分類した。I)について、さらに、1)酸素摂取量と心拍数をはじめとする諸生理的測定値との直線回帰関係に基づく最大酸素摂取量間接推定法、2)身体計測値や呼吸機能測定値等の多変量から

成る最大酸素摂取量間接推定法に分類した。II)については、1)推定方法に関する検討、2)性差の影響に関する検討、3)年齢の影響に関する検討、4)個体の身体活動度の影響に関する検討、5)環境条件の影響に関する検討、に細分した。なお、上記分類において幾つかの項目に関係するものは重複して記載した。記号*は学会報告抄録であることを示す。

文 献

I) 最大酸素摂取量間接推定法

1) 酸素摂取量と心拍数をはじめとする諸生理的測定値との直線回帰関係に基づく最大酸素摂取量間接推定法

Asmussen, E. and I. Hemmingsen, 1958: Determination of maximum working capacity at different ages in work with the legs or with the arms. Scand. J. Clin. & Lab. Investigation, 10: 67-71.

Astrand, P.-O. and I. Ryhming, 1954: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical

- fitness) from pulse rate during submaximal work, *J. Appl. Physiol.*, 7: 218-221.
- Astrand, I., 1960: Aerobic work capacity in men and women with special reference to age, *Acta Physiol. Scand. Suppl.*, 169: 7-92.
- Davies, C.T.M., 1968: Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. *J. Appl. Physiol.*, 24(5): 700-706.
- Fox, E.L., 1973: A simple, accurate technique for predicting maximal aerobic power. *J. Appl. Physiol.*, 35(6): 914-916.
- Issekutz, B. Jr., N.C. Birkhead and K. Rodahl, 1962: Use of respiratory quotients in assessment of aerobic work capacity. *J. Appl. Physiol.*, 17(1): 47-50.
- 石井喜八, 1973: 最大酸素摂取量の間接測定. 猪飼道夫編「身体運動の生理学」pp.370-386. 杏林書院, 東京.
- 石井喜八, 大桑哲男, 西園秀嗣, 1974: *最大酸素摂取量の推定. 第28回日本体力医学会総会報告書: 64.
- Margaria, R., P. Aghemo and E. Rovelli, 1965: Indirect determination of maximal O_2 consumption in man. *J. Appl. Physiol.*, 20(5): 1070-1073.
- Maritz, J.S., J.F. Morrison, J. Peter, N.B. Strydom and C.H. Wyndham, 1961: A practical method of estimating an individual's maximal oxygen intake. *Ergonomics*, 4: 97-122.
- Mocellin, R., H. Lindemann, J. Rutenfranz and W. Sbresny, 1971: Determination of W_{170} and maximal oxygen uptake in children by different methods. *Acta Paediat. Scand. Suppl.*, 217: 13-17.
- 佐藤方彦, 高崎裕治, 坂手照憲, 1976: *環境要素を考慮した身体的作業容量推定ノモグラムの作成(1). 日本人類学会, 日本民族学会連合大会紀事, 84: 81.
- 佐藤方彦, 坂手照憲, 高崎裕治, 1976: 気温20℃, 30℃, および40℃における最大酸素摂取量推定ノモグラムの適用. 人類誌, 84: 121-130.
- 佐藤方彦, 津田隆志, 山崎和彦, 1976: *気温条件を考慮した身体作業容量推定ノモグラム(女性用)の試作. 日本人類学会, 日本民族学会連合大会紀事, 84: 307.
- 佐藤方彦, 山崎和彦, 津田隆志, 1976: 気温20℃, 30℃及び40℃で用いる最大酸素摂取量推定ノモグラム, 人類誌, 84: 259-265.
- 進藤宗洋, 田中宏暁, 志波和美, 山下恵美子, 鉄森郁恵, 徳島了, 西原孝彦, 生田純男, 森山善彦, 1980: トレッドミル走行中の心拍数による最大酸素摂取量推定法の基礎的研究. 福岡大学体育学研究, 19: 201-211.
- Weiner, J.S. and J.A. Lourie, 1969: Indirect measurement of maximum aerobic power. *International Biological Programme Hand Book No. 9*: 220-233.
- 2) 身体計測値や呼吸機能測定値等の多変量からなる最大酸素摂取量間接推定法
- Bruce, R.A., F. Kusumi and D. Hosmer, 1973: Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am. Heart J.*, 85(4): 546-562.
- Cotes, J.E. and C.T. M. Davies, 1969: Factors underlying the capacity for exercise: A study in physiological anthropometry. *Proc. roy. Soc. Med.*, 62: 620-624.
- 原田一, 佐藤方彦, 安河内朗, 1981: *広範囲の気温下で使用可能な最大酸素摂取量推定式の開発. 日本人類学会. 日本民族学会連合大会紀事, 89: 240.
- Hermiston, R.T. and J.A. Faulkner, 1971: Prediction of maximal oxygen uptake by a stepwise regression technique. *J. Appl. Physiol.*, 30(6): 833-837.
- Mastropaolo, J.A., 1970: Prediction of maximal O_2 consumption in middle-aged men by multiple regression. *Med. Sci. Sports*, 2(3): 124-127.
- 佐藤方彦, 1980: 広範囲温度条件で用いる最大酸素摂取量推定式の開発. 昭和54年度科学研究 試験研究(1) 身体的作業容量推定ノモグラムの実用化: 1-7
- Sato, M., A. Yasukouchi and H. Harada, 1980: Prediction of maximal oxygen intake at a wide range of air temperature condition. *J. Human*

- Ergol., 9: 81-89.
- 佐藤方彦, 1981: 最大酸素摂取量推定の標準化—環境温度効果の処理, 昭和55年度科学研究 試験研究(1), 有酸素的最大作業能力推定の標準化: 5-9.
- von Döbeln, W., I. Åstrand and A. Bergström, 1967: An analysis of age and other factors related to maximal oxygen uptake. *J. Appl. Physiol.*, 22(5): 934-938.
- II) 最大酸素摂取量間接推定法の推定精度に関する文献
- 1) 推定方法に関する検討
- Davies, C.T.M., 1968: Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. *J. Appl. Physiol.*, 24(5): 700-706.
- deVries, H.A. and C.E. Klafs, 1965: Prediction of maximal oxygen intake from submaximal tests. *J. Sports Med.*, 5: 207-214.
- Glassford, R.G., G.H.Y. Baycroft, A.W. Sedgwick and R.B.J. Macnab, 1965: Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods. *J. Appl. Physiol.*, 20(3): 509-513.
- Jessup, G.T., C.E. Riggs, J. Lambert and W.D. Miller, 1977: The effect of pedalling speed on the validity of the Åstrand-Ryhming aerobic work capacity test. *J. Sports Med.*, 17: 367-371.
- Jessup, G.T., J.W. Terry and C.W. Landiss, 1975: Prediction of work load for the Åstrand-Ryhming test using stepwise multiple linear regression. *J. Sports Med.*, 15: 37-42.
- 形本静夫, 青木純一郎, 高岡郁夫, 1976: 間接法による $\dot{V}O_{2max}$ 推測の限界, 第31回日本体力医学会総会報告書, 49-50.
- 前嶋考, 石河利寛, 1976: $\dot{V}O_{2max}$ 評価のための ICPFR および IBP 方式の検討. 第31回日本体力医学会総会報告書, 49.
- Maritz, J.S., J.F. Morrison, J. Peter, N.B. Strydom and C.H. Wyndham, 1961: A practical method of estimating an individual's maximal oxygen intake. *Ergonomics*, 4: 97-122.
- 成相隆之, 福場良之, 大箸純也, 泉谷幸宏, 1981: *作業能力と環境温度. 日本人間工学会九州支部第2回大会
- Rowell, L.B., H.L. Taylor and Y. Wang, 1964: Limitations to prediction of maximal oxygen intake. *J. Appl. Physiol.*, 19(5): 919-927.
- Shephard, R.J., 1967: The prediction of 'maximal' oxygen consumption using a new progressive step test. *Ergonomics*, 10: 1-15.
- Teräslinna, P., A.H. Ismail and D.F. MacLeod, 1966: Nomogram by Åstrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake. *J. Appl. Physiol.*, 21(2): 513-515.
- Volkow, N.I., E.A. Shirkovets and V.E. Borilkevich, 1975: Assessment of aerobic and anaerobic capacity of athletes in treadmill running tests. *Euro. J. Appl. Physiol.*, 34: 121-130.
- 綿貫茂喜, 山崎和彦, 神谷幸宏, 原田一, 1982: *異なる曝露条件における $\dot{V}O_{2max}$ 推定法の推定精度について. 日本人類学会. 日本民族学会連合大会紀事, 90: 203.
- Wyndham, C.H., M.B., M.R.C.P.(Lond.), F.R.S.(S. A.), 1967: Submaximal tests for estimating maximum oxygen intake. *Canad. Med. Ass. J.*, 96: 736-742.
- 2) 性差の影響に関する検討
- 成相隆之, 吉良悟, 綿貫茂喜, 山崎和彦, 1981: *最大酸素摂取量の間接推定における性, 年齢, 身体活動性の諸処理方法についての考察. 日本人類学会. 日本民族学会連合大会紀事, 89: 240.
- 坂手照憲, 1976: *温度と身体作業容量. 日本人類学会, 日本民族学会連合大会紀事, 84: 307.
- 坂手照憲, 1977: 日本人女子大学生における最大酸素摂取量の実測値と推定値の比較. *人類誌*, 85: 219-227.
- 田中宏暁, 進藤宗洋, 1973: Åstrand-Ryhming による最大酸素摂取量推定のためのノモグラムの中学生男

- 女への適応の限界. 福岡大学体育学研究, 3 : 205-212.
- Tanaka, H. and M. Shindo, 1974: *The accuracy of the indirect methods of measuring maximal oxygen intake for Japanese adult females. 第28回日本体力医学会総会報告書, 64.
- 3) 年齢の影響に関する検討
- Davies, C.T.M., 1968: Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. *J. Appl. Physiol.*, 24(5): 700-706.
- Hettinger, T., N.C. Birkhead, S.M. Horvath, B. Issekutz and K. Rodahl, 1961: Assessment of physical work capacity. *J. Appl. Physiol.*, 16(1): 153-156.
- Mocellin, R., H. Lindemann, J. Rutenfanz and W. Sbresny, 1971: Determination of W170 and maximal oxygen uptake in children by different methods. *Acta Paediat. Scand. Suppl.*, 217: 13-17.
- 成相隆之, 吉良悟, 綿貫茂喜, 山崎和彦, 1981: *最大酸素摂取量の間接推定における性, 年齢, 身体活動性の諸処理方法についての考察, 日本人類学会 日本民族学会連合大会紀事, 89: 240.
- 坂手照憲, 1981: 男子中学生の最大酸素摂取量推定. 昭和55年度科学研究 試験研究(1) 有酸素的最大作業能力推定の標準化: 43-46.
- Stewart, K.J. and B. Gutin, 1975: The prediction of maximal oxygen uptake before and after physical training in children. *J. Human Ergol.*, 4: 153-162.
- 田中宏暁, 進藤宗洋, 1973: Åstrand-Ryhming による最大酸素摂取量推定のためのノモグラムの中学生男女への適応の限界. 福岡大学体育学研究, 3 : 205-212.
- Taräslinna, P., A.H. Ismail and D.F. MacLeod, 1966: Nomogram by Åstrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake. *J. Appl. Physiol.*, 21(2): 513-515.
- 渡辺孟, 1981: 中高年者および肥満者の最大酸素摂取量について, 昭和55年度科学研究試験研究(1) 有酸素的最大作業能力推定の標準化: 23-28.
- 4) 個体の身体活動度の影響に関する検討
- 菊池安行, 1980: 体組成からみたノモグラムの実用性の検討. 昭和54年度科学研究 試験研究(1) 身体的作業容量推定ノモグラムの実用化: 16-18.
- 吉良悟, 成相隆之, 山崎和彦, 綿貫茂喜, 1981: *最大酸素摂取量間接推定法の比較—被験者の身体活動度を中心として, 人類動態学研究会・西日本地方会第6回大会 会報36: 12-13.
- 成相隆之, 吉良悟, 綿貫茂喜, 山崎和彦, 1981: *最大酸素摂取量の間接推定における性, 年齢, 身体活動性の諸処理方法についての考察, 日本人類学会 日本民族学会連合大会紀事, 89: 240.
- Rowell, L.B., H.L. Taylor and Y. Wang, 1964: Limitations to prediction of maximal oxygen intake. *J. Appl. Physiol.*, 19(5): 919-927.
- 坂手照憲, 1980: 運動経験を主とする被推定者の特性からみたノモグラムの実用性の検討. 昭和54年度科学研究 試験研究(1). 身体的作業容量推定ノモグラムの実用化: 8-15.
- Stewart, K.J. and B. Gutin, 1975: The prediction of maximal oxygen uptake before and after physical training in children. *J. Human Ergol.*, 4: 2153-162.
- 辻秀男, 麻生幸, 1981: 病弱者における最大酸素摂取量について. 昭和55年度科学研究試験研究(1). 有酸素的最大作業能力推定の標準化: 29-34.
- 渡辺孟, 1981: 中高年者および肥満者の最大酸素摂取量について. 昭和55年度科学研究試験研究(1). 有酸素的最大作業能力推定の標準化: 23-28.
- 5) 環境条件の影響に関する検討
- Cotes, J.E. and C.T.M. Davies, 1969: Factors underlying the capacity for exercise: A study in physiological anthropometry. *Proc. roy. Soc. Med.*, 62: 620-624.
- Davies, C.T.M., 1968: Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequen-

- cy measurements. J. Appl. Physiol., 24(5): 700-206.
- 成相隆之, 福場良之, 大箸純也, 泉谷幸宏, 1981: *作業能力と環境温度. 日本人間工学会九州支部第2回大会
- Rowell, L.B., H.L. Taylor and Y. Wang, 1964: Limitations to prediction of maximal oxygen intake. J. Appl. Physiol., 19(5): 919-927.
- 坂手照憲, 佐藤方彦, 菊池安行, 1976: *環境要素を考慮した Physical work capacity 推定ノモグラムの作成(2). 日本人類学会 日本民族学会連合大会紀事, 84: 81.
- 坂手照憲, 1976: *温度と身体作業容量. 日本人類学会 日本民族学会連合大会紀事, 84: 307
- 佐藤方彦, 坂手照憲, 高崎裕治, 1976: 気温20℃, 30℃, 40℃における最大酸素摂取量推定ノモグラムの適用. 人類誌, 84: 121-130.
- 佐藤方彦, 津田隆志, 山崎和彦, 1976: *気温条件を考慮した身体作業容量推定ノモグラム(女性用)の試作. 日本人類学会 日本民族学会連合大会紀事, 84: 307.
- 佐藤方彦, 山崎和彦, 津田隆志, 1976: 気温20℃, 30℃及び40℃で用いる最大酸素摂取量推定ノモグラム. 人類誌, 84: 259-265.
- 綿貫茂喜, 吉良悟, 成相隆之, 山崎和彦, 1980: *種々の最大酸素摂取量推定法の有する諸問題について. 日本人間工学会九州支部第1回大会.
- 綿貫茂喜, 山崎和彦, 原田一, 神谷幸宏, 1981: *種々の最大酸素摂取量推定式に及ぼす気温の影響. 日本人類学会 日本民族学会連合大会紀事, 89: 239
- 綿貫茂喜, 山崎和彦, 神谷幸宏, 原田一, 1981: *環境温が最大酸素摂取量推定法に及ぼす影響. 日本人間工学会第22回大会講演集, 76-77.
- 綿貫茂喜, 山崎和彦, 神谷幸宏, 原田一, 1982: *異なる曝露条件下における $V_{O_2\max}$ 推定法の推定精度について. 日本人類学会 日本民族学会連合大会, 90: 203.

(1983年11月6日受付)