

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

等速收縮運動對人類血清性類固醇之效應

Effects of Isokinetic Exercise on Serum Sex Steroids in Man

計畫類別：☐個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2413-H-028-001

執行期間：八十八年八月一日至八十九年七月三十一日

主 持 人	：呂欣善	國立臺灣體育學院 體育學系
協同主持人	：陳相榮	國立臺灣體育學院 競技運動學系
參與計畫人員	：李海鷹	國立臺灣體育學院 軍護室
參與計畫人員	：羅友維	國立臺灣體育學院 體育學系

執行單位：國立臺灣體育學院

中華民國九十年四月十三日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

等速收縮運動對人類血清性類固醇之效應

Effects of Isokinetic Exercise on Serum Sex Steroids in Man

計畫編號：NSC 89-2413-H-028-001

執行期間：八十八年八月一日至八十九年七月三十一日

主持人：呂欣善

國立臺灣體育學院 體育學系

協同主持人：陳相榮

國立臺灣體育學院 競技運動學系

參與計畫人員：李海鷹

國立臺灣體育學院 軍護室

參與計畫人員：羅友維

國立臺灣體育學院 體育學系

一、中文摘要

本研究之目的在於探討等速收縮運動對人類血清性類固醇之效應。利用等速收縮器，以體育學院男學生十二名及女學生六名為受測對象隨機進行膝關節伸屈運動，動作速度為 60、120、180 s ，兩腳各收縮三十次之運動。運動前後 0、5、15、30、60 分鐘進行靜脈採血。血樣進行血容比(Hct)、血糖(Glu)、血乳酸(La)檢測而血清睪固酮(T)、助孕酮(P₄)及雌二醇(E₂)則利用酵素免疫法(E.I.A)檢測。利用單因子變異數分析(ANOVA)後以收縮速度 120 s 作為測試(test)引發血清性類固醇上升之運動強度進行間隔 24 小時之再測試(Re-test)及被動式收縮。運動前後 0、5、15、30、60 分鐘進行靜脈採血及血樣檢測。激素濃度與測得血糖及血乳酸，均以平均值 \pm 標準積差表示，再以變異數分析處理(ANOVA)，若呈顯著，則兩組間差異利用當肯式多變域測驗(Duncan's multiple range test)進行兩組顯著性差異考驗。前測驗及再測驗所得樣本進行相關係數分析。統計結果以 p 值小於 0.05 視為統計上顯著標準。結果顯示收縮速度 60 s 及被動式收縮後檢測而男子

血清睪固酮(T)、女子助孕酮(P₄)及雌二醇(E₂)皆無顯著上升。收縮速度 120 s 引發血清性類固醇濃度上升高於 180 s 以 120 s 收縮速度進行測驗及再測驗結果呈顯著相關(r=0.67-0.89)。本研究認為等速抗阻運動可引發人類血清性類固醇變化，而收縮速度是影響運動後性類固醇變化之重要因素。

關鍵字：等速收縮、性類固醇、乳酸

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of isokinetic exercise on serum sex steroids in man. Subjects were male (n=12) and female (n=6) PE college students. Using isokinetic dynamometer, subjects were randomly assigned to performing exercise which consists of 30 knee extension and flexion at speeds of 60, 120, and 180 s . Blood samples were collected before and after 0, 5, 15, 30, and 60 min of the exercise protocol. Hematocrit (Hct), blood glucose (Glu), lactate (La) were assessed and serum testosterone (T), progesterone (P₄), and Estrodiol

(E₂) were assayed by E.I.A. After analysis of variance (ANOVA), the 120 μ s was used as exercise intensity for test-retest study. Subject were performed exercise passively or upon the protocol two times with 24 hours intermission. Blood samples were taken before and after 0, 5, 15, 30, and 60 min of the protocol and in pre and post intermission. All data was expressed as means \pm SE. In some case, the treatment means was tested for homogeneity using an ANOVA, and different between specific means was tested for significant using Duncan's multiple range procedure. Test-retest correlation coefficient was applied to establish reliability of sex steroid. Results showed that no elevation occurred in serum T, P4, E2 following knee extension and flexion at 60 μ s and passive movement. Exercise at 120 μ s was increased sex steroids higher than 180 μ s. Test-retest correlation was $r = 0.67 - 0.89$. It is suggest that isokinetic resistance exercise can induce sex steroid responses and movement speed is an important factor influencing those variations.

Keywords : Isokinetic contraction , Sex Steroids、Lactate

二、緣起與目的

許多研究探討雄雌動物中底下視丘 - 腦下腺 - 性腺軸線對短時間、高強度體能活動反應。這些研究大多以不同運動方式及強度對性類固醇激素之影響為主。性激素不但與動物生殖成長有關，也和運動能力關係密切。許多研究顯示高強度運動增加內生性睪固酮(4,5,7,8,9,10,13,17,18,21,22,27,28)、助孕酮及雌二醇之合成(16,30,32)。Kuoppasalmi et al. (23) 發現當受測者進行 45 及 90 分鐘高強度 (3.3

min/km) 與中強度 (4.3 min/km) 運動後，血漿睪固酮分別上升 7% 及 21% (23)，而當男性進行 30、45、60、75、及 90% 最大攝氧量 (VO₂ max) 運動時，運動強度與血漿睪固酮含量呈正相關 (35)。Fahey et al. (7) 及 Hakkinen et al. (11) 發現重量訓練後血漿游離睪固酮上升與肌力之增加顯著相關。當進行次最大強度 (Sub-maximal) 運動時則發現血漿睪固酮濃度不變 (8) 或下降 (2)。根據這些研究 Kuoppasalmi et al. 指出體能活動之強度 (Intensity)、持續時間 (Duration) 及方式 (Mode) 是影響這些性類固醇分泌之因素 (22)。

先前動物活體 (*in vivo*) 實驗結果顯示十分鐘游泳引發大鼠循環中血糖、血乳酸、睪丸睪固酮 (25)、卵巢助孕酮 (26) 濃度上升。許多研究發現運動血漿性促素濃度增加 (5, 22, 23) 或不變 (8, 35)。Cumming et al. (5) 發現運動後血漿睪固酮顯著增加而黃體性促素則沒有改變。實驗證據顯示黃體性促素變化後 20-30 分鐘時才會影響睪固酮反應 (1, 2, 14, 29, 31, 33)，因此短時間運動雖然刺激前垂體分泌黃體性促素 (5, 22, 23) 但因黃體性促素變化反應比睪固酮慢，表示運動時性類固醇激素之變化並非經由上游前垂體分泌黃體性促素之調控所致 (5)。

近年來，等速收縮器被廣泛應用於運動訓練及復健。大多數研究等速收縮運動探討收縮速度及反覆次數對肌力表現之影響 (3, 6, 19)。以向心收縮 (Concentric contractions) 速度 180 deg/s 進行下 30 反覆等速收縮運動測試一般學生及中長跑選手後，Kouassi et al. (19) 發現乳酸上升 3.96-5.48 mmol/l (19)。

此外，Deschenes et al. (6) 以一日間不同時段實施等速向心收縮速度 1.05、1.57、2.09 rad/s 反覆五次 及 3.14 rad/s 反覆五十次後結果發現心跳率及血乳酸濃度上升。

本研究旨在探討(一) 等速收縮對男大學生血容比、血糖、血乳酸、及血清睪固酮之影響，(二)、等速收縮對女大學生血容比、血糖、血乳酸、及血清助孕酮及雌二醇之影響，(三)、等速收縮前測驗及再測驗對男大學生血容比、血糖、血乳酸、及血清睪固酮之影響，(四)、等速收縮前測驗及再測驗對女大學生血容比、血糖、血乳酸、及血清助孕酮、雌二醇之影響，(五)、被動收縮等速收縮前測驗及再測驗對男大學生血容比、血糖、血乳酸、及血清睪固酮之影響，(六)、被動收縮等速收縮前測驗及再測驗對女大學生血容比、血糖、血乳酸、及血清助孕酮、雌二醇之影響。

三、結果與討論

本研究實驗結果發現以收縮速度 60 s 、120 s 、180 s 進行等速抗阻運動引發血糖、血乳酸 濃度顯著上升 ($p < 0.05$) 而於運動後 30 分鐘回復至安靜值。在 120 s 運動後 0、5、15 分鐘及在 180 s 運動後 5 及 15 分鐘血清睪固酮濃度顯著高於安靜值 ($p < 0.05$)。以 60 s 運動後睪固酮濃度變化未達顯著水準 ($p > 0.05$)。120 s 運動後 0、5、15 分鐘及 15 分鐘血清助孕酮及雌二醇分別顯著上升 ($p < 0.05$)。此外，運動前後血容比不變 ($p > 0.05$)。

Fahey et al. (7) 及 Hakkinen et al. (11) 發現重量訓練後血漿游離睪

固酮上升與肌力之增加顯著相關。當進行次最大強度 (Sub-maximal) 運動時則發現血漿睪固酮濃度不變 (8) 或下降 (2)。根據這些研究 Kuoppasalmi et al. 指出體能活動之強度 (Intensity)、持續時間 (Duration) 及方式 (Mode) 是影響這些性類固醇分泌之因素 (22)。

以向心收縮 (Concentric contractions) 速度 180 s 進行下 30 反覆等速收縮運動測試一般學生及中長跑選手後，Kouassi et al (19) 發現乳酸上升 3.96-5.48 mmol/l (19)。Deschenes et al (6) 以一日間不同時段實施等速向心收縮速度 1.05、1.57、2.09 rad/s 反覆五次、及 3.14 rad/s 反覆五十次後結果發現心跳率及血乳酸濃度上升，而血清睪固酮濃度及皮固酮之濃度變化則出現拮抗效應 (Antagonistic effects) (6)。Virtu 及同僚檢測 89 名男性受測者進行 2 小時腳踏車運動後發現血漿皮固酮濃度上升 56% 至 88% (34)。而 Cumming et al. (5) 則認為皮固酮濃度上升具有直接抑制睪丸分泌睪固酮之效應。

這些結果指出類固醇激素之濃度有相互調控之機制，而實施等速運動之收縮速度及方式可能就是引發血中類固醇激素濃度變化之因素。

以收縮速度 120 s 作為測試引發血清性類固醇上升之運動強度進行間隔 24 小時之再測試 (Retest)。運動前後 0、5、15、30、60 分鐘進行靜脈採血及血樣檢測實驗結果發現前測-再測血清睪固酮、助孕酮、雌二醇濃度相關係數分別為

0.67、0.73、及 0.74。被動式收縮後血糖、血乳酸、血清睪固酮、助孕酮、及雌二醇濃度與安靜值無顯著差異($p>0.05$)。

根據結果，本研究認為膝關節等速伸屈抗阻運動是可以引發人類血清性類固醇變化而收縮速度是影響運動後性類固醇變化之重要因素。

四、成果自評

藉由本研究計劃完成而觀察以等速抗阻運動對人體代謝及類固醇變化之效應。本研究部份實驗結果已在八十九年生物醫學年會發表，其餘結果整理後將向國內外運動生理學相關期刊投稿。

本研究針對膝關節等速向心伸展及屈曲之實驗所得數據比對先前動物活體、離體和人體等速向心收縮之結果使得研究人員更加瞭解離心運動對人類能量代謝及內分泌系統之效應，對特定等速離心收縮刺激之反應程度及運動表現與性激素及皮固酮變化之關係。也由此建立等速離心伸展及屈曲動作之反應做為人體運動之刺激模式而作為後續運動科學相關研究及做為復健師或運動教練進行相關訓練時之參考。

參與實驗之工作人員及學生獲得操作及設定等速收縮器、血樣處理、血容比檢測方法、生化儀器之操作、血液葡萄糖、乳酸及磷酸激之測定、及建立以酵素免疫法檢測血清雌二醇、助孕酮、及睪固酮檢測之經驗，有助於訓練及培養從事後續相關運動科學研究之人才。

五、參考文獻

1. Alford, F. P., H. W. G. Baker, Y. C. Patel, G. C. Rennie, G. Youatt, H. G. Berger, and B. Hudson. Temporal patterns of circulating hormones as assessed by continuous blood sampling. *J. Clin. Endocrinol. Meta.* 36:108-116, 1973.
2. Baker, H. W. G., R. J. Santen, H. G. Berger, D. M. De Kretser, B. Hudson, R. J. Peperell, and C. W. Bardin. Rhythms in the secretion of gonadotropins and gonadal steroids. *J. Steroid Biochem.* 5:793-801, 1975.
3. Bentley, D. J. The effect of endurance exercise on muscle force generating capacity of the lower limbs. *J. Sci. Med. Sport.* 1:179-188, 1998
4. Brisson, G. R., M. A. Volle, M. D. M. Desharnais, and M. Tanaka. Pituitary-gonadal axis in exercising man. *Med. Sci. Sports Exerc.* 9: 47, 1977. (Abstract)
5. Cumming, D. C. L. A. Brunsting, G. Strich, G. Greenberg, A. L. W. Ries, and R. W. Reproductive hormone increase in response acute exercise in men. *Med. Sci. Exerc.* 18: 369-373, 1986.
6. Deschenes, M. R. W. J. Kraemer, J. A. Bush, T. A. Doughty, D. Kim, K. M. Mullen, and K. Y. Ramsey. Biorhythmic influences on functional capacity of human muscle and physiological responses. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:1399-1407, 1998.

7. Fahey, T. D., R. Rolph, P. Moongee, J. Nagel, and S. Mortara. Serum testosterone, body composition, and strength of young adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1:31-34, 1976.
8. Galbo, H., L. Hummer, I. B. Petersen, N. J. Christensen, and N. Bie. Thyroid and testicular hormone responses to graded and prolonged exercise in man. *Eur. J. Appl. Physiol.* 36:101-106, 1977.
9. Gawel, M. J., D. M. Park, J. Alagband-Zadeh, and F. C. Rose. Exercise and normal secretion. *Postgrad. Med. J.* 55:373-376, 1976.
10. Guglielmini, C., A. R. Paolini, and F. Conconi. Variations of serum testosterone concentrations after physical exercises of different duration. *Int. J. Sports Med.* 5:246-249, 1984.
11. Haakinen K., A. Parkarinen, M. Alen, H. Kauhanen, F. Komi. Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *Int. J. Sports Med.* 8:61-65, 1987.
12. Jacobs, I. Blood lactate: Implication for training and sports performance. *Sports Med.* 3:10-25, 1986.
13. Jezova, D., and M. Vigas. Testosterone response to exercise during blockade and stimulation of adrenergic receptors in man. *Am. J. Clin. Nutr.* 33:1010-1018, 1981.
14. Judd, H. L., R. Rebar, G. Vandenberg, and S.S.C. Yen. Effect of luteinizing hormone releasing factor on Leydig cell function. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 38:8-13, 1974.
15. Jurkowski, J. E., N. L. Jones, C. Walker, E. V. Yunglai, and J. R. Sutton. Ovarian hormonal responses to exercise. *J. Appl. Physiol.* 44:109-114, 1978.
16. Kanaley, J. A., R. A. Boileau, J. A. Bahr, J. E. Misner, and R. A. Nelson. Substrate iodation and GH responses to exercise are independent of menstrual phase and status. *Med. Sci. Sports. Exec.* 24:873-880, 1992.
17. Kavonen, J., E. Peltola, J. Saarela, and M. M. Nieminen. Changes in running speed, blood lactic acid concentration and hormone balance during sprint training performed at an altitude of 1860 meters. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 30:122-126, 1990.
18. Kindermann, W., A. Schnabel, W. M. Schmitt, G. Biro, J. Cassens, and F. Weber. Catecholamines, growth hormone, cortisol, insulin and sex hormones in aerobic and anaerobic exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 49:398-399, 1982.
19. Kouassi B. Y. L., A. Duvallat, M. Rieu. Muscle lactate and isokinetic testing: middle-distance runner versus participants in recreational sports. *Iso. Exerc. Sci.* 4:8-12, 1994.

20. Kraemer, W. J. Endocrine responses to resistance exercise and science in sports and exercise (Suppl. 20):S152-S157, 1988.
21. Kraemer, W. J., L. Marchitelli, S. E. Gordon, E. Harman, J. E. Dziados, R. Mello, P. Frykman, D. McCurry, and S. J. Fleck. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocol. *J. Appl. Physiol.* 69:1442-1450, 1990.
22. Kuoppasalmi, K. Plasma testosterone and sex-hormone-binding globulin capacity in physical exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 40:411-418, 1980.
23. Kuoppasalmi, K., H. Naveri, S. Rehunen, M. Harkonen, and H. Adlercreutz. Effect of strength anaerobic running on plasma growth hormone, cortisol, luteinizing hormone, testosterone androstenedione and estrone and estradiol. *J. Steroid Biochem.* 7:823-829, 1976.
24. Kuoppasalmi, K., H. Naveri, M. Harkonen, and H. Aldercreutz. Plasma cortisol, androstenedione, testosterone and luteinizing hormone in running exercise of different intensities. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 40:403-409, 1980.
25. Lu, S. S., C. P. Lau, Y. F. Tung, S. W. Huang, Y. H. Chen, H. C. Shih, S. C. Tasi, C. C. Lu, S. W. Wang, J. J. Chen, P. S. Wang. Effects of swim on hypothalamus-pituitary-testis axis in rats. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29:1048-1054, 1997.
26. Lu, S. S., C. P. Lau, Y. F. Tung, S. W. Huang, Y. H. Chen, H. C. Shih, S. C. Tasi, C. C. Lu, S. W. Wang, J. J. Chen, P. S. Wang. Lactate stimulates progesterone secretion via an increase in cAMP production in exercised female rats. *Am. J. Physiol.* 271:E910-E915, 1996.
27. MacConnie, S. E., A. Barkan, R. M. Lampman, M. A. Schork, and I. Z. Beitins. Decreased hypothalamic gonadotropin releasing hormone secretion in male marathon runners. *N. Engl. J. Med.* 315:411-417, 1986.
28. Maresh, C. M., M. R. Cook, H. D. Cohen, C. Graham, and W. S. Gunn. Exercise testing in the evaluation of human responses to powerline frequency fields. *Aviat. Space Environ. Med.* 59:1139-1145, 1988.
29. Marshall, J. C., D. C. Anderson, T. R. Fraser, and P. Marsoulis. Human luteinizing hormone in man: Studies of metabolism and biological action. *J. Endocrinol* 56:431-439, 1973.
30. Mastrogiacomo, I., D. Toderini, G. Bonanni, and D. Bordin. Gonadotropin decrease induced by prolonged exercise at about as percent of the $VO_{2\max}$ in different phases of the menstrual cycle. *Intl. J. Sports Med.* 11:198-203, 1990.

31. Naftolin, F., H. L. Judd, and S.S.C. Yen. Pulsatile patterns of gonadotropins in man: The effect of clomiphene with and without testosterone. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 36:285-288, 1973.

32. Nicklas, B. J., A. C. Hackney, and R. L. Sharp. The menstrual cycle and exercise: performance, muscle glycogen, and substrate responses. *Int. J. Sports Med.* 10:264-269, 1989.

33. Roth, J. C., M. M. Grumbach, and S. L. Kaplan. Effect of synthetic luteinizing factor on serum testosterone and gonadotropins in prepubertal, pubertal and adult males. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 37:680-686, 1973.

34. Viru, A. K. Karelson, T. Smirnova. Stability and variability in hormonal responses to prolonged exercise. *Int. J. Sports Med.* 13(3):230-235, 1992.

35. Wilkerson, J., S. S. Horvath, and B. Gutin. Plasma testosterone during treadmill exercise. *J. Appl. Physiol.* 49:249253, 1980.