

心跳率在跑步訓練上的應用

傅正思¹ 許績勝² 馬君萍³ 王耀聰⁴

¹國立臺東大學體育學系 ²國立臺灣體育運動大學

³僑光科技大學 ⁴國立中興大學體育室

摘要

跑步在近幾年來，已被大眾所普遍接受，如果以投入的時間和所獲的效益做考量，跑步運動可說是一種非常有效率的有氧運動，它對身體健康帶來的好處，讓那些親身經歷過的人，樂此不疲，從近年來所舉辦的路跑賽來看，國內從事跑步的人口，有蓬勃發展的趨勢，如果您還在觀望的話，那不是太可惜了嗎？每位從事跑步運動的人，都有其目標和理想，有的人希望透過跑步運動達成減肥目的，有的希望改善生活品質，有的更希望實現自己所設定之目標，自我挑戰、自我肯定...，不管您的目標為何，本文希望以運動科學的方法，從心跳率的角度切入，提供興趣從事跑步運動愛好者，正確的觀念以及訓練方法。

關鍵詞：配速、運動強度、氧攝取量

國立中興大學 

通訊作者：王耀聰 402台中市南區國光路250號 國立中興大學體育室
電話：04-22840230-201 Email：ytwang@nchu.edu.tw

壹、前言

跑步運動表現，最簡單的測量方法就是距離和配速(Tartaruga et al, 2012)。舉例來說，你今天跑了多少公里，花了多少時間，配速多少。這是衡量跑步運動外在表現的最簡單方法，當你能夠以較短的時間，較快的配速完成相同的距離，那表示你進步了，同樣的，當你沒辦法以相同的配速完成同樣的距離，必須耗費較長的時間完成時，意味著你的跑步運動表現退步了。上述的測量，是以身體的外在表現，作為觀察方法，當我們以身體內在的變化作為測量方法時，則必須考量到血乳酸、氧攝取量或心跳率...的變化情形(林正常，1987)，其中以心跳率的變化情形，來觀測跑步的運動表現，可說是最簡單的方法。

貳、心跳率和運動強度之間的關係

近年來許多從事跑步運動或長時間耐力運動的人，早就將心跳率當成訓練的最佳指標。心跳率是反應運動強度的最佳也是最簡便的指標(Wilmore & Costill, 1995)，當身體面對運動壓力增強時，心跳率會上升(林正常，1987)。每個人的心跳率差異性很大，隨著年齡的增長，最大心跳率會逐漸下降，預估最大心跳率的方法，就是用 220 減掉年齡；舉例來說，40 歲的中年男子，如果用 220 減掉 40，他的最大心跳率為 180，其所代表的意義，就是無論他再如何激烈運動，心跳率最高每分鐘也只能跳到 180。

當我們知道最大心跳率以及心跳率和運動強度之間的關係後，我們便可運用心跳率的變化情形，當作訓練的指標。市面上販售測量心跳率變化的產品很多，較具知名度的以 Polar 為主。Polar 在 1977 年首先發明了無線心跳率測量器(Stephen & Matt, 2010)，它的設備包括一條繫在胸前的感應帶和戴在手上的手錶。胸前的感應帶可以感應到心臟肌肉收縮時所產生的電位活動，然後將感應到的變化，透過無線的方式，傳送到手錶內，手錶再以直接顯示或是將資料輸入到電腦，我們便可清楚的紀錄心跳率在跑步運動過程中的變化情形。

跑者在跑步訓練中常將自己的心跳率設定在一定的閾值，也就是一定的強度，這樣才能達到訓練刺激的效果(Williams & Wilkins, 1995)。心跳率和運動強度呈現高度的相關(Cornelissen et al, 2010)，當運動強度增加時，肌肉必須更快速激烈的收縮，此時心肌會增加心跳率以提供工作肌肉足夠的氧氣參與能量代謝(Kilen et al, 2012)。當我們將心跳率設定在不同的閾值時，就如同訓練有不同的目標一樣，將產生不同的生理適應效果。舉例來說，肌肉使用脂肪做為能量代謝的最佳運動強度，心跳率為 75~80%最大心跳率，如果訓練的目標，是增進肌肉燃燒脂肪的能力，那麼我們可以將最大心跳率的

75~80%事先計算出來，然後在跑步的訓練過程中，盡量讓自己的心跳率，維持在此範圍內，來達成訓練之目標。我們知道，長時間的耐力運動，造成疲勞的主要原因，就是體內的肝醣和葡萄糖耗盡（黃伯超、游素玲，1991）；當我們增加脂肪利用率，以更有效率的方式調節體內能源消耗時，對肝醣和葡萄糖的耗盡，相對的也會減緩許多（Lehninger, Nelson, & Cox, 1993），如此一來，相信對跑步運動表現將有很大的幫助。

參、心率錶的應用

使用心率錶作為訓練的工具，在近幾年來有逐漸流行的趨勢。心率錶的主要功能有下列三種：一、設定訓練之目標心跳率。二、追蹤體適能狀態。三、觀察恢復情形。

一、設定訓練之目標心跳率

維持訓練所設定之目標心跳率是心率錶最常用的功能。跑步訓練過程中，不同的心跳強度它所代表之訓練意義也不同；俗語說，要怎麼收穫，便怎麼栽。訓練時不同目標心跳率所造成之不同生理適應效果與體適能利益(Stephen & Matt, 2010)，如表 1。

表 1
不同心跳率所造成之生理適應效果與體適能利益

最大心跳率百分比	生理上適應	體適能上的利益
60~70	增加肌肉粒線體密度 增加微血管密度 增加有氧酵素活性 增加脂肪氧化能力	增加低強度有氧能力 增加中等強度耐力
71~75	增加肌肉粒線體密度 增加微血管密度 增加有氧酵素活性 增加碳水化合物氧化能力 增加肌肉肝醣儲存量	增加低強度有氧能力 延長中等強度配速衰竭時間
76~80	增加心輸出量 增加肌肉粒線體密度 增加微血管密度 增加有氧酵素活性 增加碳水化合物氧化能力 增加肌肉肝醣儲存量 增加攜帶氧氣能力	增加中強度有氧能力 延長高強度馬拉松配速衰竭時間

(接下頁)

最大心跳率百分比	生理上適應	體適能上的利益
81~90	增加心輸出量 增加攜帶氧氣能力 增加碳水化合物氧化能力 增加神經肌肉協調能力 增加乳酸移動代謝能力	增加中強度有氧能力 增加跑步之經濟性 延長高強度半程馬拉松到 10 公里跑配速衰竭時間
91~100	增加心輸出量 增加快縮肌纖維徵招能力 增加肌肉細胞去極化阻力 增加跨步之動力 增加神經肌肉協調能力	增加高強度有氧能力 增加中等強度無氧能力 增加速度 增加跑步之經濟性 延長高強度 5 公里到 1500 公尺跑配速衰竭時間

上述不同目標心跳率所造成生理上的適應，並不見得適用在每個人身上，因為最大心跳率預估值，會因個別差異與運動項目而有所不同；再者，運動訓練可以增進心肺功能，當運動訓練一段時間達到適應後，如果再以同樣的配速進行訓練，你會覺得此時的感覺和先前的感覺比較起來，輕鬆了許多，所呈現之心跳率也將明顯地降低。

二、追蹤體適能狀態

心跳率的變化也可以用來追蹤自己的體適能狀態，最簡單的方法就是站立測驗(orthostatic testing)(Wieling et al, 1985)。使用站立測驗時，首先讓受試者躺下休息幾分鐘，紀錄每分鐘心跳率，然後請受試者站起來，等待 15 秒鐘後，再次紀錄每分鐘心跳率，最後比較兩次心跳率之間的差異。正常的情况下，站立時每分鐘心跳率要比躺臥時高出 15 到 30 下，如果你的心肺功能因為訓練而增進，兩者之間的差異也將減少，這樣的結果表示你的心臟工作是更有效率的(Sloan et al, 2011)。

另一種利用心跳率追蹤體適能狀態的方法，就是觀測運動恢復期的心跳率變化情形(林正常，1987)。跑步訓練結束後，通常會以慢跑緩和運動作為收操，假設這時候的心跳率為每分鐘 120 下，我們利用這個點開始計時，看看心跳率恢復到每分鐘 100 下時所花的時間，將它記錄下來；當體能狀態進步後，你將發現，同樣的心跳率由每分鐘 120 降至 100 所花的時間，將縮短許多，這表示你的心肺功能進步了。在選擇心跳率由多少降至多少，並沒有一定的限制，你可以選擇自己覺得比較好記的數字作為起點，重點是，在比較自己的體能是否進步時，必須使用同一個範圍做比較，如此一來，所得到的結果才會準確。

第三種心跳率追蹤體適能狀態的方法，則是測量動態訓練時，心跳率的變化情形(林

正常，1987)。當我們選定一定的配速進行訓練時，心跳率也會慢慢的呈現穩定狀態，這時候，我們將心跳率記錄下來，經過一段時間訓練後，再以相同的配速進行跑步訓練，同樣的將心跳率紀錄下來，然後比較兩者之間的差異。當你的體能狀態進步時，你的心跳率會明顯的降低，這表示此時的運動強度對你而言，已因為運動訓練的緣故，相對的降低。另外也可利用心跳率，在運動訓練的過程中，調整配速讓心跳率達到所設定之目標，然後維持這樣心跳率持續跑，並且記錄下此時的配速。當你經過一段時間訓練明顯的進步時，你將發現，如果再以同樣的心跳率作為配速，這時的配速將明顯的比先前快了許多。

當我們使用心跳率的變化，來追蹤體能狀態時，必須特別注意的是，心跳率可能會隨著不同的因素如焦慮、氣候、溫度或睡眠而變化，進而影響到測量的準確性。

三、觀察恢復情形

跑步訓練的過程中，充分適當的生理恢復，對於體能狀態的發展，有很大的幫助 (Grimditch et al, 1981)。中樞神經系統對於生理恢復的調控，扮演著非常重要的角色 (James, 1973)。中樞神經系統包括交感與副交感神經，交感神經在運動過程中活性增加，使心跳加速，以供應身體所需之氧氣；副交感神經則會使心跳變慢，尤其在運動恢復期，當它的活性增加，將使心跳回復到休息狀態 (林正常，1987)。跑步訓練的過程中，如果休息時間太短，或訓練量太多，將使交感神經長期處於活化狀態，導致心跳率在訓練的過程中，容易產生升高的現象。

當我們使用站立測驗，發現心跳率在躺著和站立時的差異變大，而引起的原因，並不是訓練量太高所導致，這時候，你必須好好調整一下自己的休息時間，因為你的身體恢復狀態並不是十分良好。

肆、心跳率在跑步訓練時的限制因素

一般來說，我們在設定目標心跳率強度時，總是希望能夠發揮它的最大效益。但是由於個別差異的因素，有可能讓目標心跳率的設定，產生很大的差異 (林正常，1995)。舉例來說，兩位選手的乳酸閾值心跳率都是 168，其中一位，心跳 168 是他個人最大心跳率的 75%，另一位為 85%。從兩位選手的乳酸閾值心跳率來看，第一位選手在 75% 最大心跳率強度時，能量系統已從有氧進入無氧系統，反觀第二位選手，他可以承受到最大心跳率的 85%，能量系統才趨向無氧系統；當我們將目標心跳率向上調整到每分鐘心跳 175 下的強度進行訓練時，第二位選手將擁有較高的耐受力，承受訓練所做之調整。

瞬間改變運動強度時，心跳率並沒有辦法即時的反應出當時的狀況。心跳率要達到

穩定的狀態，必須一段時間調整，所以當我們使用目標心跳率來設定跑步運動強度，或是利用不同的配速來測量心跳率的反應時，都必須考量到心跳率是否已經呈現穩定狀態，可以充分的反應出當時的實際狀況。

伍、結論

心跳率的變化在跑步訓練上的應用，可說是一種最簡便也最實用的方法。當我們知道目標心跳率所代表的意義、它和運動強度設定之間的關係、它對體適能狀況的評估以及它對恢復狀態所產生的影響時，我們便可好好的利用心跳率特性，擬定個人的最佳訓練計畫，讓跑步運動表現發揮最大之效益。

參考文獻

- 林正常 (1995)。《運動生理學實驗指引/第二版》。師大書苑。
- 林正常(譯) (1987)。《運動生理學—訓練的科學基礎》。健行文化出版事業公司。
- 黃伯超、游素玲 (1991)。《營養學精要》。臺北市：健康文化事業股份有限公司。
- Cornelissen, V. A., Verheyden, B., Aubert, A. E., Fagard, R. H. (2010). Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability. *Journal of Human Hypertension*, 24(3), 175-182.
- Grimditch, G. K., Barnard, R. J., Duncan, H. W. (1981). Effect of exhaustive exercise on myocardial performance. *Journal of Applied Physiology*, 51(5), 1098-1102.
- James, S. L. (1973). Biomechanical and neuromuscular aspects of running. *Exercise and Sport Science Review*, 1, 189-216.
- Kilen, A., Gizzi, L., Jensen, B. R., Farina, D., Nordborg, N. B. (2012). Changes in human muscle oxygen saturation and mean fiber conduction velocity during intense dynamic exercise--effect of muscular training status. *Muscle Nerve*, 46(5), 746-754.
- Lehninger, A. L., Nelson, D. L., & Cox, M. M. (1993). *Principles of biochemistry* (2nd ed.). New York : Worth Publishers.
- Sloan, R. P., Shapiro, P.A., Demeersman, R. E., Bagiella, E., Brondolo, E. N., McKinley, P. S., Crowley, O., Zhao, Y., Schwartz, J. E., Myers, M. M. (2011). Impact of aerobic training on cardiovascular reactivity to and recovery from challenge. *Psychosom Med*, 73(2), 134-141.
- Stephen, J. M., & Matt, F. (2010). *The runner's edge*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Tartaruga, M. P., Brisswalter, J., Peyré-Tartaruga, L. A., Avila, A. O., Alberton, C. L., Coertjens, M., Cadore, E. L., Tiggemann, C. L., Silva, E. M., Krueel, L. F. (2012). The relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(3), 367-375.
- Wieling, W., Borst, C., Karemaker, J. M., Dunning, A. J. (1985). Testing for autonomic neuropathy: initial heart rate response to active and passive changes of posture. *Clinical Physiology*, 5, 23-27.
- Williams & Wilkins (1994). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription*(5th ed.).216-219.
- Wilmore, J. H. & Costill,D.L. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics.

The Application of Heart Rate on Running Training

Cheng-Sze Fu¹, Gi-Sheng Hsu², Chun-Ping Ma³,
Yao-Tsung Wang^{4*} (Corresponding author)

¹National Taitung University, ²National Taiwan College of Physical Education

³Overseas Chinese University, ⁴National Chung-Hsing University

Abstract

Running in recent years, have become more and more popular. If we consider with benefit obtained, running can be regarded as a very efficient aerobic exercise, especially those who already experienced it. There are lots of running race taking place everywhere and more and more running population taking part in the race, if you are still looking around, isn't it too regrettable? Every person have its own ideal and goal, some people hopes to reach the weight-reducing purpose, some hopes to improve the quality of life, even more, some hopes to challenge themselves and to achieve the goal...No matter what your goal is, this text wish to check the methods of sport science and discuss about heart rate. Finally, offer those people who interested in running a right concept and training method.

Keywords: pace, exercise intensity, oxygen consumption



National Chung Hsing University