

### 簡介

在運動訓練及比賽中, 透過了解運動員的血乳酸值可估計運動強度。這應用在生理學實驗室及運動場上十分普及<sup>[1-3]</sup>。分析血乳酸值可用於定制個人化訓練計劃和有助了解運動員對某訓練的生理反應<sup>[4]</sup>。而使攜式的血乳酸測試儀更可以在非實驗室及運動場上即時揭示運動測試及訓練的強度。是次研究目的以評估一款便攜式血乳酸測試儀 Nova (Lactate Plus, Nova Biomedical, USA) 為主。首先, 我們會將 Nova 與兩款達科研水平的實驗室血乳酸測試儀作可靠性及有效性比較。實驗室血乳酸測試儀器分別是 EKF (Biosen C-line Sport, EKF Diagnostics, Germany) 及 YSI (YSI 1500, Yellow Springs Instrument Company, USA); 其次, 我們亦會比較 Nova 與另三款便攜式血乳酸測試儀的表現。它們分別是 Lactate Scout (LS, EKF Diagnostics, Germany), Lactate Pro I (LP, Arkray KDK, Japan) 及 Lactate Pro II (LP2, Arkray KDK, Japan)。透過以上兩種分析, 便能夠得知 Nova 便攜式血乳酸測試儀的可重複性和有效性, 以及了解它在不同運動強度時的血乳酸值與實驗室血乳酸測試儀的血乳酸值之間的關係。

### 研究方法

#### 研究對象

研究測試對象為 51 位香港體育學院的精英運動員及職員。所有測試對象已簽署經由香港體育學院批核的同意書。

#### 研究設計

血液樣本會在漸增性測試及最大攝氧量測試中抽取。運動強度範圍覆蓋休息時至盡最大努力程度 (血乳酸 0.5mM 至 22mM)<sup>[5-7]</sup>。我們從測試對象的手指抽取血液樣本, 並放入一支 300  $\mu$ L 試管中<sup>[3,6,8]</sup>, 然後以隨機次序的形式將血液樣本分配到不同的血乳酸測試儀中進行分析。Nova 便攜式血乳酸測試儀會與兩款實驗室血乳酸測試儀 (EKF 及 YSI) 及另三款便攜式血乳酸測試儀 (LP, LP2 及 LS) 進行比較。

#### 數據分析

是次研究採用了皮爾遜積差相關分析及配對 t 檢定分析來作血乳酸測試儀之間的比較。為減少相依變數及獨立變數的線性迴歸 95% 信賴區間偏差, 我們以最小乘積迴歸分析取代最小平方迴歸分析。Nova 便攜式血乳酸測試儀的可信性會與實驗室血乳酸測試儀器 EKF, YSI 比較作評估。而 Nova 的有效性測試會透過與上述兩款實驗室血乳酸測試儀器 (EKF, YSI) 及另三款可攜式血乳酸測試儀 (LP, LP2 及 LS) 比較作分析。

### 研究結果

#### 可靠性

從測試對象手指同時採集兩組血液樣本, 對 EKF、YSI 和 Nova 進行比較。結果顯示三款血乳酸測試儀均高度相關 ( $r > 0.99$ )。而從配對 t 檢定分析它們之間亦沒有顯著差異 ( $p > 0.05$ )。

#### 有效性

結果顯示 Nova 和其他五款血乳酸測試儀: EKF、YSI、LS、LP1 及 LP2 均有很強的關係 ( $r > 0.97$ )。配對 t 檢定分析顯示 Nova 和 EKF 及 LS 沒有顯著差異 ( $p$  值分別為 0.42 及 0.92), 但與 YSI、LP1 及 LP2 則有顯著差異 ( $p$  值  $< 0.001$ )。

### 參考文獻

1. Bonaventura JM, Sharpe K, Knight E, Fuller KL, Tanner RK, Gore CJ. (2015). Reliability and accuracy of six hand-held blood lactate analysers.
2. Mc Naughton LR, Thompson D, Phillips G, Backx K, Crickmore L. (2002). A comparison of the Lactate Pro, Accusport, Analox GM7 and Kodak Ektachem lactate analysers in normal, hot and humid conditions. *Int J Sports Med.* 23 (2):130-135.
3. Medbø JJ, Mamen A, Holt Olsen O, Evertsen F. (2000). Examination of four different instruments for measuring blood lactate concentration. *Scand J Clin Lab Invest.* 60 (5):367-380.
4. Pyne DB, Boston T, Martin DT, Logan A. (2000). Evaluation of the Lactate Pro blood lactate analyser. *Eur J Appl Physiol.* 82(1-2):112-116.
5. Hart S, Drevelts K, Alford M, Salacinski A, Hunt BE. (2013). A method-comparison study regarding the validity and reliability of the Lactate Plus analyzer. *BMJ Open.* 3 (2).
6. McLean SR, Smith DJ. (2004). Comparison of the Lactate Pro and the YSI 1500 Sport blood lactate analysers. *Int J Appl Sports Sci.* 2004 (2):22-30.
7. White R, Yeager D, Stavrianeas S. Determination of blood lactate concentration: reliability and validity of a lactate oxidase-based method. In: *International Journal of Exercise Science.* University of Chicago Press: 83-93.
8. Tanner RK, Fuller KL, Ross MLR. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *Eur J Appl Physiol.* 109 (3):551-559.

最小乘積迴歸分析 (圖表 1) 顯示 Nova 和 LP 及 Nova 和 LP2 之間出現比例偏差 (分別為斜率 = 0.85, 95% 信賴區間 = 0.8 - 0.9, 及斜率 = 1.16, 95% 信賴區間 = 1.12 - 1.21); 輕微的固定偏差出現於 Nova 和 LS 之間 ( $y$  截距 = -0.55, 95% 信賴區間 = -1.05 - -0.05), 明顯的固定偏差則出現於 Nova 和 LP 之間 ( $y$  截距 = 0.7, 95% 信賴區間 = 0.35 - 1.05) 及 Nova 和 LP2 之間 ( $y$  截距 = -0.78, 95% 信賴區間 = -1.21 - -0.35)。

表一 Nova 和五款血乳酸測試儀分別的最小乘積迴歸分析方程, 95% 信賴區間,  $y$  截距及斜率

血乳酸測試儀	公式	95% 信賴區間— $y$ 截距	95% 信賴區間—斜率
Nova VS EKF	$y = -0.18 + 1.04x$	(-0.51, 0.15)	(0.96, 1.11)
Nova VS YSI	$y = -0.3 + 1.01x$	(-0.72, 0.13)	(0.92, 1.11)
Nova VS LS	$y = -0.55 + 1.06x$	(-1.05, -0.05) <sup>†</sup>	(0.99, 1.13)
Nova VS LP	$y = 0.7 + 0.85x$	(0.35, 1.05) <sup>†</sup>	(0.8, 0.9)*
Nova VS LP2	$y = -0.78 + 1.16x$	(-1.21, -0.35) <sup>†</sup>	(1.12, 1.21)*

<sup>†</sup> 固定偏差出現當  $y$  截距的 95% 信賴區間不包括數值 0

\* 比例偏差出現當斜率的 95% 信賴區間不包括數值 1

### 結論

是次研究發現 Nova 與 EKF 及 YSI 的血乳酸測試有著很強的關係, 代表 Nova 擁有良好的可靠性。而它們的線性關係更能顯示出 Nova 具不俗的有效性。因此, Nova 便攜式血乳酸測試儀是一款值得信賴及推薦的非實驗室及運動場上的血乳酸監測儀器。

一個有趣的發現是, Nova 和 LS 測試儀的結果在某種程度上是可以互換的 (從回歸變換可見)。在這兩個測試儀進行的測量之間存在細微的固定偏差, 但沒有證據表明存在比例偏差 (表一)。這可能意味著 Nova 和 LS 測量的乳酸值比 Nova 和 LP 以及 Nova 和 LP2 測量的乳酸值更近。所以, 若在生理學測試中以 LP 或 LP2 取代 Nova 時, 需要小心考慮當中會否存在較大比例偏差及固定偏差的可能性。

Nova 與 LS 均適合在外間進行血乳酸測試, 然而要比較兩者哪個更可取的話, 可比較樣本所需量及分析時間。Nova 需要抽取 0.7 $\mu$ L 的血液樣本及以 13 秒來進行分析, 而 LS 需要抽取 0.5 $\mu$ L 及 10 秒來進行分析<sup>[1]</sup>。每一組的 LS 測試試紙需要一個獨立的校準碼, 而 Nova 則不需要<sup>[8]</sup>。兩款血乳酸測試儀需求的血液樣本和分析時間差別不大, 但因節省校準的時間能大大減低出現實時誤差的機會, 因此 Nova 比 LS 較合適作外間應用。

總括而言, Nova 是一款可靠及有效性高的便攜式血乳酸測試儀。它與達科研水平的實驗室血乳酸測試儀 EKF 或 YSI 的血乳酸測試有著很強的關係, 加上 Nova 只需要很短的時間便可得出結果, 因此 Nova 是一款適合在外間應用的血乳酸測試儀。

### 謝辭

感謝香港體育學院運動員及職員參與是次研究及提供測試數據及血液樣本。亦感謝香港體育學院體能科學訓練中心運動科學測試團隊進行是次測試。