

中山醫學大學醫學研究所碩士論文

Master Thesis, Institute of Medicine,

Chung Shan Medical University

探討小兒加護病房病童之 SpO₂ 與 SaO₂ 的關係

Detection of Relationship between SpO₂ and SaO₂

in Pediatric Intensive Care Unit

指導教授：郭碧照 副教授 Bih-Jaw Kuo, RN, MS.

研究生：林豫亭 Yu-Ting Lin

中華民國九十二年七月

July, 2003

目 錄

目錄.....	2
圖表目錄.....	5
中文摘要.....	6
英文摘要.....	7
第一章 緒論	
第一節 研究背景及動機.....	8
第二節 對護理的重要性.....	10
第三節 研究目的.....	11
第四節 名詞界定.....	11
第二章 文獻查證	
第一節 細胞氧合代謝作用與脈動式氧合測量器的關係.....	12
第二節 脈動式氧合測量器的原理.....	13
第三節 脈動式氧合測量器的限制.....	16
第四節 脈動式氧合測量器之使用部位及適應症.....	17
第五節 脈動式氧合測量器的使用方法.....	19
第六節 影響 SpO ₂ 測量值準確性的因素.....	20

第三章 研究方法

第一節 研究設計.....	27
第二節 研究的母群體與樣本.....	27
第三節 資料收集步驟.....	27
第四節 資料分析.....	28

第四章 研究結果

第一節 研究對象之人口學資料.....	29
第二節 SpO ₂ 測量值與 SaO ₂ 檢驗值的差異性.....	31
第三節 SpO ₂ 測量值與 SaO ₂ 檢驗值的偏差值.....	36
第四節 影響 SpO ₂ 測量值正確性之相關因素.....	38
第五節 探討影響 SpO ₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性.....	41
第六節 SpO ₂ 測量值與 SaO ₂ 檢驗值之相關程度.....	45
第七節 以 SpO ₂ 測量值預測 SaO ₂ 檢驗值.....	51
第八節 SpO ₂ 測量值的警戒線.....	52

第五章 討論

第一節 SpO ₂ 測量值和 SaO ₂ 檢驗值的差異性與相關性.....	54
第二節 影響 SpO ₂ 測量值正確性之相關因素.....	55

第三節	動脈血氧 (PaO ₂) 濃度對 SpO ₂ 值與 SaO ₂ 值之相關程度的影響.....	56
第四節	脈動式氧合測量器置放的部位.....	57
第五節	SpO ₂ 測量值的警戒線.....	58
第六章	結論	
第一節	結論.....	61
第二節	於臨床護理上的應用.....	63
第三節	研究限制.....	64
參考文獻.....		65
附錄		
附表一	研究資料收集表.....	73

圖 表 目 錄

圖一	血紅素及去氧血紅素對光譜的吸收係數變化.....	14
圖二	SaO ₂ 檢驗值和 SpO ₂ 測量值的偏差值.....	37
圖三	SpO ₂ 測量值與 SaO ₂ 檢驗值兩變項的變動關係.....	51
圖四	SpO ₂ 為 91% 時各個案 PaO ₂ 值的分布情形.....	52
圖五	SpO ₂ 為 92% 時各個案 PaO ₂ 值的分布情形.....	53
圖六	SpO ₂ 為 93% 時各個案 PaO ₂ 值的分布情形.....	53
表 1	研究對象之人口學資料分析.....	30
表 2-1	研究對象在不同臨床狀況下其 SpO ₂ 測量值與 SaO ₂ 檢驗值的差異.....	34
表 2-2	研究對象在不同臨床狀況下其 SpO ₂ 測量值與 SaO ₂ 檢驗值的差異.....	35
表 3-1	研究對象在不同臨床狀況下與 SpO ₂ 測量值正確性之相關性.....	39
表 3-2	研究對象在不同臨床狀況下與 SpO ₂ 測量值正確性之相關性.....	40
表 4-1	影響 SpO ₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性.....	43
表 4-2	影響 SpO ₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性.....	44
表 5-1	研究對象在不同臨床狀況下其 SpO ₂ 測量值與 SaO ₂ 檢驗值之相關程度...	49
表 5-2	研究對象在不同臨床狀況下其 SpO ₂ 測量值與 SaO ₂ 檢驗值之相關程度...	50

中文摘要

加護病房中的病童多以脈動式氧合測量器監測氧氣飽和度(SpO₂)，但在臨床上有 SpO₂ 值與 SaO₂ 值相差甚遠的情形存在。因此，本研究目的探討：一、SpO₂ 值與 SaO₂ 值是否有差異？二、SpO₂ 值的正確性受到那些因素的影響？三、SpO₂ 值與 SaO₂ 值相關程度為多少？四、是否能以 SpO₂ 值預測 SaO₂ 值？五、臨床上 SpO₂ 值的警戒線為何？本研究採橫斷面描述型的調查研究法。以中部某醫學中心小兒心臟加護病房的病童為可及母群體，記錄 SpO₂ 值及 SaO₂ 值，且收集記錄病童臨床病況，共收集 46 名個案，458 筆資料。將收集的資料針對 SpO₂ 值與 SaO₂ 值進行統計分析，其結果為：本研究樣本的 SpO₂ 值與 SaO₂ 值有差異性存在，但兩者相關性高；SpO₂ 值之正確性與病患的血球容積、膽紅素值、動脈血中的酸鹼度、動脈血中二氧化碳濃度、動脈血中氧濃度、是否靜脈注射冠狀動脈擴張劑 (NTG) 及是否靜脈滴注 PGE1 等變項間有關，而與病患的體溫、脈動式氧合測量器置放的部位、血中鈣離子濃度、血紅素濃度及是否靜脈輸注血管收縮劑等變項與 SpO₂ 值之正確性之間無關；以 SpO₂ 值能夠有效預測 SaO₂ 值，所得的迴歸方程式為： $SaO_2 \text{ 檢驗值} = -9.029 + 1.085 \text{ SpO}_2 \text{ 測量值}$ ；當脈動式氧合測量器的測量值小於 93% 時，臨床工作人員需密切注意病患是否出現缺氧的徵象。由本研究可了解醫護人員在使用脈動式氧合測量器時，需對其系統之原理、使用限制和適應症有所了解，才能更有效預測病人的病況，進而促進護理品質。

關鍵詞：脈動式氧合測量器、SpO₂ 值、SaO₂ 值。

Abstract

Pulse oximetry is widely used as a monitoring technology in operation room, intensive care unit, and other areas. This method is noninvasive, simple to operate, and adaptable to various patient population. But, some clinical limitations of pulse oximetry had been highlighted. The aim of the study was to detect relationship between SpO₂ and SaO₂.

This was a descriptive study. There were 46 pediatric patients with congenital heart disease (CHD), whom were studied in pediatric intensive care unit (PICU). We collected patients' conditions, SpO₂ values, and SaO₂ values. Noninvasive SpO₂ was determined by a pulse oximetry (N-25; Nellor Oxisensor II N-25), was compared with direct arterial blood oxygen saturation (SaO₂) measured by a cooximetry (GEM-PREMIER: blood gas/ electrolyte analyzer, model 5300).

SpO₂ values and SaO₂ values were compared using paired t-test, a significant difference was found ($t=5.984$, $p<0.01$). Pearson correlation coefficients between pulse oximetry (SpO₂) and direct blood oxygen saturation (SaO₂) measurement was 0.920 ($p<0.01$). For SpO₂ values and SaO₂ values, there was significant correlation between hematocrit (Hct), bilirubin level, arterial oxygen partial pressure (PaO₂), arterial carbon dioxide partial pressure (PaCO₂), arterial blood of acid-base level (PH), NTG use, and PGE1 use. For SpO₂ values and SaO₂ values, there was no significant correlation between patient's temperature, calcium level, position of pulse oximetry, and vasoconstrictor use. The linear regression equation for predicting SaO₂ values from SpO₂ values was found to be $Y = -9.029 + 1.085X$. Bland and Altman method was applied. The difference between the two methods (arterial oxygen saturation, determined noninvasively by pulse oximetry of SpO₂, and in vitro analysis of SaO₂), was -1.70%, with SpO₂ values higher than SaO₂ values, and limits of agreement (mean \pm 2SD) ranged from -10.07% to 6.67%.

The ability of pulse oximetry to reliably predict change in SaO₂ based on change in pulse oximetry was limited. We recommend measurement PaO₂ or SaO₂ for important clinical decisions. Nursing care based on knowledge of these limitations and controversial factors associated with the device will enhance the quality of clinical care.

Key words: Pulse oximetry, SpO₂ value, SaO₂ value.

第一章 緒論

第一節 研究背景及動機

對生命而言，氧氣於組織內的供給、運送是否適當，非常重要。因此，加護病房病童照顧的首要目標為維持適當的氧氣供應及組織灌注。避免心、腦、腎、肝及腸道等重要內臟器官因缺氧而受到傷害。

評估病童是否缺氧，臨床上可觀察病童的呼吸速率、型態、病童皮膚顏色(發紺程度)、意識程度和其他臨床徵象進行研判(Gramlich, 1992)，但醫師很少依據呼吸速率的變化，改變治療方針，因為呼吸速率對心肺疾病及氣體交換障礙，不具鑑別性(Mower, Sachs, Nickli, & Baraff, 1997)，因此須有客觀的數值來確認病童的病況。

在加護病房中，常抽取動脈血做分析檢查，因為動脈血氧分析(ABG)是監測氧合情形的黃金準則(gold standard)(Schnapp & Cohen, 1990; Stoneham, Saville, & Wilson, 1994)。動脈血氧分析(ABG)可直接測量動脈血液中的含氧量 (PaO_2) 及氧氣飽和 (SaO_2) 的情形，可藉由客觀的數值了解氧氣供應及組織灌注是否適當，在病人的監測照護上極有意義。但此法在手續上較為繁瑣費時，且具有侵入性會對病人生理及心理上造成壓力，亦有可能造成感染(Boxer, Gottesfeld, Singh, Lacorte, Parnell, & Walker, 1987; Gibson, 1996; Schnapp & Cohen, 1990; Tobin, 1990; Woodrow, 1999; Yelderman & New, 1983)，再加上其是提供點的監測氧氣濃

度，無法連續性監測(Brodsky, Jhulman, Swan, & Mark, 1985; Carroll, 1997)，因此在臨床上常無法立即給予適當的措施，所以發展出脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)以利監測病患氧合情形(Boxer et al., 1987; Jensen & Onyskiw, 1998; Logan, Kerby, & Pingleton, 1998; Stausholm, Adamsen, Edvardsen, Kehlet, & Rosenberg, 1997)。

自 1980 年代中期，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)即成為新生兒加護病房、小兒加護病房監測病嬰及病童生命徵象的基本配備(Luttkus, Friedmann, Luttkus, & Dudenhausen, 1998; Seguin et al., 2000; Sobel, 1992)。且在兒科的照護領域中，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的量測值(SpO_2)被稱為第五種生命徵象(Mower, Sachs, Nickli, & Baraff, 1997; Grieve, McIntosh, & Laing, 1997)。而非侵入性(Non-invasive)的脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)監測氧氣飽和度，不僅裝置、操作簡便、可提供長期監測，並能立刻顯示量測結果(Bowes III, Corke, & Hulka, 1989; Brockway & Hay, 1998; Brodsky et al., 1985; Chapman, Wiu, Watson, & Rebunk, 1986; Fanconi, Doherty, Edmonds, Barker, & Bohn, 1985; Fanconi, 1988; Kagle, Alexander, Berko, Giuffre, & Gross, 1987; Odell, Doran, Erickson, Zeilinger, & Covle, 1994; Volsko, Chatbum, & Kallstrom, 1996; Welch, DeCesare, & Hess, 1990; Woodrow, 1999)，且根據 Jensen 和 Onyskiw (1998)分析 1976 年至 1994 年，共 247 篇文章、150 篇研究後指出： SpO_2 測量值與 SaO_2 檢驗值其相關性 (correlation) 最高達 0.957，最低為 0.760，其相關性頗高，所以藉由 SpO_2 的測

量至少能讓醫護人員了解 SaO₂ 是否已發生問題，增加醫護人員判斷病童情況的資訊(Mower, Sachs, Nickli, & Baraff, 1997; Woodrow, 1999)，對病童體內氧合情況的監測而言是一大突破。

但臨床上常出現 SpO₂ 測量值突然下降或突然增高，使得脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)之監測發出警告，但經臨床人員抽取動脈血發現 SaO₂ 檢驗值與 SpO₂ 測量值相差甚遠；而且經由研究(Adams, Inman, Abreu, Zabaleta, & Sackner, 1995; Hay et al., 2002)發現：臨床上脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)是最常發生假警告的監測儀器，因此引發研究動機：欲探討 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的關係，及脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)於臨床應用的原理及限制。

第二節 對護理的重要性

期藉本研究的成果能幫助臨床護理人員在使用脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)監測氧氣飽和度時，能瞭解脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的使用限制，能更審慎地判讀 SpO₂ 的資料，正確地追蹤掌握病童病情的變化，使醫護人員能即時採取適當的醫療措施，提供病童完善的醫療照護 (Comer, 1992)。

第三節 研究目的

本研究目的在於探討：

- (一) SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值是否有差異？
- (二) SpO₂ 測量值的正確性受到那些因素的影響？
- (三) SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值相關程度為多少？
- (四) 是否能以 SpO₂ 測量值預測 SaO₂ 檢驗值？
- (五) 臨床上 SpO₂ 測量值的警戒線為何？

第四節 名詞界定

- (一) SpO₂：以脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)監測氧氣飽和度，所測得的動脈氧氣飽和度的測量值。
- (二) SaO₂：由動脈抽取血液進行氣體分析(arterial blood gas;ABG)檢查，所得的氧氣飽和濃度檢驗值。

第二章 文獻查證

生命的維持是依靠細胞的氧合代謝作用，因此了解細胞氧合代謝作用，並予以適當的監測是非常重要的。

現今臨床上普遍使用脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)監測病患氧合情形，因此臨床護理人員在使用脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)時需了解細胞氧合作用的重要性，以及脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的原理、使用限制、適應症、使用方法和影響 SpO₂ 測量值準確性的因素等等，才能對 SpO₂ 測量值做出正確的判讀，進而對病童進行合宜的醫療照護措施。

第一節 細胞氧合代謝作用與脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的關係

對生命而言維持組織細胞穩定合宜的氧合狀態是一件非常重要的事(Welch, DeCesare, & Hess, 1990)。而影響氧合狀態的因素為：血紅素的量、血紅素的氧氣飽和度及組織的灌流(Woodrow, 1999)。在正常情況下，氧氣中有 97% 是先與血紅素以化學的方式結合後，再由血液循環運送至組織；剩餘的 3% 則是以溶解在血漿與血球成分的溶解態，運送至各組織細胞。因此，在正常情形下，氧氣幾乎是由血紅素攜入組織細胞中，所以有足夠的血紅素、血氧飽和濃度再加上適當的組織灌流，可使含氧的血紅素進入人體組織細胞內，進行有氧代謝，產生能量。但若人體發生缺氧情形，則組織會進入無氧代謝，以獲取能量。但人類的腦部組織及心臟組織完全無法以無氧代謝獲得能量，且人體其他組織行無氧代謝後，除

獲取能量外，亦會產生酸性物質(Lactic acid)，若其濃度過高，即可能導致細胞壞死，對人體造成傷害(Carroll, 1997; Casey, 2002; Comer, 1992; Lefkoeitz, 2002; Mc Namara & Dildy III, 1999)。

因此，現今臨床上普遍使用一種生理監測器：脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry) 監測病患氧合情形，期能及早得知病患發生缺氧的情形，以儘速做出適當的處置，避免傷害產生(Casey, 2002)。

第二節 脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的原理

於 1936 年 Matthes 利用貝耳-朗伯定律(Beer- Lambert's Law)發明第一個脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)，至今所有的脈動式氧合測量器，其量測原理都是以此定律為基礎發展出來的 (Jensen & Onyskiw ,1998; Mc Namara & Dildy III, 1999; Schnapp & Cohen, 1990; Welch et al., 1990; Yelderman & New, 1983)。

貝耳-朗伯定律(Beer- Lambert's Law)指出：在其溶液中，若某波長之光線會被溶解物吸收，則該光的強度會隨溶液濃度與光穿透距離的乘積成指數衰減，其數學式為： $I_{\tau} = I_0 e^{-\epsilon cd}$

其中： I_0 ：為波長的入射光強度。

I_{τ} ：穿透光的強度。

ϵ ：溶解物分子對光的光吸收係數。

c ：溶解液的濃度。

d：光在溶液中經過的距離。

(Mc Namara & Dildy III, 1999; Schnapp & Cohen, 1990; Welch et al., 1990)

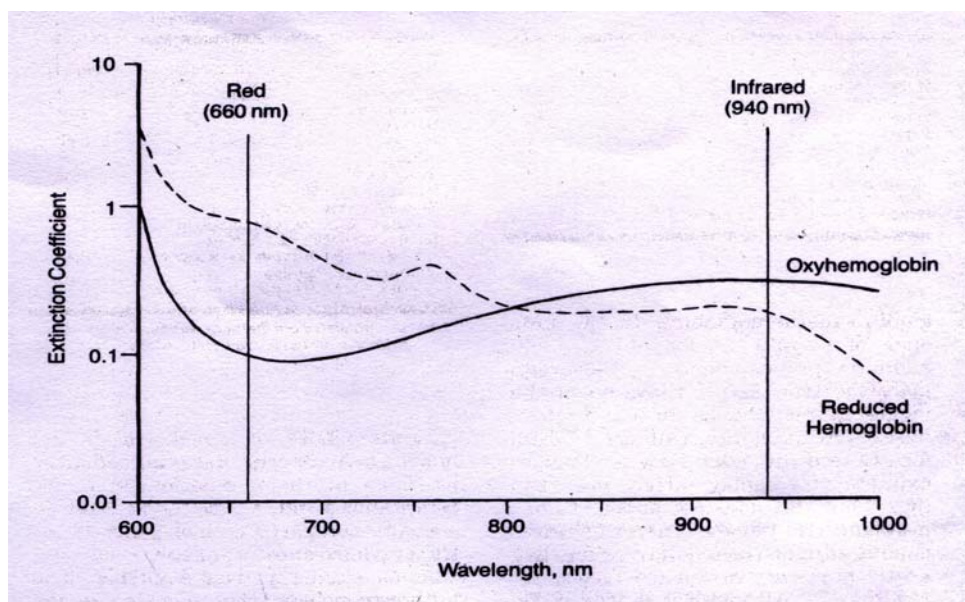
臨床上脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)是用來量測人體血液中血紅素帶氧情況的一種醫療儀器。其測量原理與血氧濃度(帶氧血紅素及去氧血紅素的濃度)有關，根據定義，血氧濃度的數學式表示如下：

$$SaO_2 = \frac{[HbO_2]}{[HbO_2]+[Hb]} \times 100\%$$

(Bosque, 1995; Hess & Kacmarek, 1993; Mc Namara & Dildy III, 1999;

Schnapp & Cohen, 1990; Tobin, 1990; Woodrow, 1999; Yelderman & New, 1983)

由於帶氧血紅素及去氧血紅素分子結構不同，因此兩者對光的吸收係數也自然相異 (Bosque, 1995; Odell et al., 1994; Schnapp & Cohen, 1990; Tobin, 1990)，經臨床實驗發現帶氧血紅素及去氧血紅素對光的吸收係數變化如圖一所示。



圖一：血紅素及去氧血紅素對光譜的吸收係數變化(Tobin, 1990)

一般而言，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)採用之兩光源波長，分別為660nm(紅光)及940nm(紅外光) (Bowes et al., 1989; Brodsky et al., 1985; Chiappini, Fuso, & Pistelli, 1998; Comer, 1992; Fanconi et al., 1985; Goldstein, 1999; Hess & Kacmarek, 1993; Mc Namara & Dildy III, 1999; Russell & Graybeal, 1995; Schnapp & Cohen, 1990; Tobin, 1990)，而選用此兩波長的理由有二：一是能夠發出此兩波長的發光元件，就品質及價格而言已不成問題，並且相當普遍，二是在此兩波長處之帶氧血紅素與去氧血紅素的光吸收係數，彼此相對差異較為均衡 (Hay et al., 2002; Stoneham, Saville, & Wilson, 1994)。

若我們僅將血液視為帶氧血紅素及去氧血紅素的合成溶液，並使用波長660nm 及 940nm 的兩束光線照射人體中血管密集的組織，那麼依據貝耳-朗伯定律(Beer- Lambert's Law)量測得到其各個入射光及穿透光的強度，似乎已經可以計量到人體的血氧濃度大小，但事實上並非如此，因為當光源照射人體組織時，有大部份之光強度被人體的肌肉、脂肪、骨骼、靜脈血液及皮膚色素所吸收(Bowes et al., 1989; Deckardt & Steward, 1984; Goldstein, 1999; Odell et al., 1994; Schnapp & Cohen, 1990; Tobin, 1990)，且其吸收量呈一定值，會在血氧濃度計探頭的感光器上造成一相當大的直流抵補訊號，而真正由帶氧血紅素或去氧血紅素的濃度所造成的吸收變化，在感光器上僅引起一小量的交流訊號，因此帶氧血紅素或去氧血紅素濃度的光密度應分別修正，才可計算出適切的血氧濃度值；但經實驗證實光密度計算過程和兩光源的入射強度無關，也因此致使脈動式氧合測量器(Pulse

Oximetry)的設計及製作難度得以降低而為可行(Chiappini et al., 1998; Russell & Graybeal, 1995)。

進一步簡單說明脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量方式：其利用非侵入性的光調變技術 (Modulation)，藉由兩束能分別被人體帶氧血紅素及去氧血紅素吸收的特定波長光源，照射人體血管密集的組織，例如耳垂、手指等處，依據穿透光的強度變化會隨帶氧血紅素及去氧血紅素濃度調變的物理現象，擷取人體血液中帶氧血紅素及去氧血紅素個別的濃度變化訊號，利用一個發射光線的兩極真空管(diodes)和測光儀(photodetector)，脈動式氧合測量計之探針(probe)決定脈動部分對紅光和紅外線之吸收，並和由非脈動部分測得之吸收量相比，得到 R。並使用光電轉換技術取得電壓型態訊號，配合脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)系統主控單元中微處理器程式 (此程式是由健康志願者吸不同濃度之氧氣，抽血直接測氧飽和度，與由上述方式所求得之 R，做出一校正曲線)，執行血氧濃度定義算式，計算出血氧濃度值，其值即為動脈氧之飽和度，以 SpO₂ 表示(Hay, 2002; Hess & Kacmarek, 1993; Schnapp & Cohen, 1990; Stoneham et al., 1994)。

第三節 脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的限制

因脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值 (SpO₂) 只能測量動脈氧之飽和度，而無法測出動脈血中氧氣濃度的數值 (即無法得知 PaO₂ 值)，因此在臨床

使用時會出現一些盲點。但藉由氧與血紅素解離曲線（oxygen-hemoglobin dissociation curve）得知：當 PaO_2 小於 60mmHg（或 SaO_2 小於 90%）之後，動脈血中的血氧飽和濃度將快速下降，因此當脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值小於 90% 時需特別注意（Carroll, 1997; Durand & Ramanathan, 1986; Schnapp & Cohen, 1990; Tobin, 1990）；接著進一步對氧與血紅素解離曲線（oxygen-hemoglobin dissociation curve）上端的 PaO_2 值進行探討，則發現當 PaO_2 值大於 100mmHg 後，即使 PaO_2 值變化很大， SaO_2 值卻依然沒有變化（ SaO_2 值維持 100%），因此脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)不適用於高血氧狀態，因其無法監測氧中毒的發生(Carroll, 1997; Comer, 1992; Goldstein, 1999; Jensen & Onyskiw, 1998; Volsko et al., 1996; Woodrow, 1999)。

第四節 脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)之使用部位及適應症 (indication)

脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)可用來監測的部位為人體血管密集的組織，如：手指、腳趾、鼻部及耳朵（Bowes et al., 1989; Brodsky et al., 1985; Carroll, 1997; Comer, 1992; Jensen & Onyskiw, 1998; Russell & Graybeal, 1995; Yelderman & New, 1983）。其適應症為：接受氧氣治療的患者（Bosque, 1995; Shrake et al., 1991; Welch et al., 1990; Yelderman & New, 1983）；接受機械性換氣的患者（Bosque, 1995; Carroll, 1997; Jensen & Onyskiw, 1998; Ogino, 2002; Salyer, Burton, Lynch, Ballard, & Keenan, 1993; Schnapp & Cohen, 1990）；呼吸疾患，如：

氣胸、呼吸窘迫、呼吸短促及呼吸暫停等 (Jensen & Onyskiw, 1998; Underhill, 1999); 心臟疾患:鬱血性心衰竭及開心手術術後的病患 (Bosque, 1995); 使用鎮靜麻醉藥物者 (Carroll, 1997; Chiappini et al., 1998; Ogino, 2002; Schnapp & Cohen, 1990; Yelderman & New, 1983); 醫院於運送病人的路程中 (Carroll, 1997; Jensen & Onyskiw, 1998; Ogino, 2002; Woodrow, 1999); 病人正實行心肺復甦術時 (Odell et al., 1994; Ogino, 2002); 於產房 (Luttus, Fengler, Friedmann, & Duaenhausen, 1995; Ogino, 2002)、手術房、麻醉恢復室、加護病房及急診室等單位使用 (Adams et al., 1995; Bowes et al., 1989; Carroll et al., 1997; Chiappini, 1998; Davison & Hosie, 1993; Deckardt & Steward, 1984; Jensen & Onyskiw, 1998; Jubran & Tobin, 1990; Mc Namara & Dildy III, 1999; Odell et al., 1994; Salyer et al., 1993; Schnapp & Cohen, 1990; Sobel, 1992; Stoneham et al., 1994; Tobin, 1990; Underhill, 1999; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999); 亦用於居家及長期照護的病人 (Carroll, 1997; Jensen & Onyskiw, 1998; Shrake et al., 1991; Woodrow, 1999); 當病患進行運動測試時可以其監測生命徵象 (Bosque, 1995; Carroll, 1997; Loggan et al., 1998; Underhill, 1999); 當病人進行侵入性治療時亦使用其監測生命徵象 (Schnapp & Cohen, 1990; Underhill, 1999; Welch et al., 1990); 甚至可作為一般身體檢查、評估時常規的使用 (Ogino, 2002)。

第五節 脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的使用方法

首先設定脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)警告值的上限及下限(Shrake et al., 1991)，但儘量避免 SpO₂ 的警告值設定低於 85% (Woodrow, 1999)。接著和使用其他生理監視器一樣，使用脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的焦點是病人不是機器，因此，將脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)放置於血管密集處，如：手指、腳趾或小嬰兒的腳掌旁側(Gramlich, 1992)之後須注意：病人裝置脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)是否會感到不舒適，且脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的大小是否適合病人(Shrake et al., 1991; Underhill, 1999; Woodrow, 1999)。雖然使用脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的感染率很低，但使用前仍需做清潔的動作(Underhill, 1999)。

現今臨床上的脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)可同時監測心跳數值、週邊脈搏搏動次數及 SpO₂ 值(Sobel, 1992)。而根據許多研究(Bosque, 1995; Gramlich, 1992; Shrake et al., 1991)指出：不論在成人、小孩或嬰兒，當脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的脈動次數和心臟電氣生理監測器(EKG)的心跳次數相等時，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)測出的 SpO₂ 值和動脈血氧(ABG)分析的 SaO₂ 檢驗值會相等。

臨床上讀取脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的數值 (SpO₂ 值) 非常容易，但臨床護理人員需一併注意：病患心輸出量的情形、病童呼吸代謝氧合情形(如：呼吸速率是否正常？是否使用呼吸輔助肌？是否有發紺、心跳加速等等)、病患

的活動度、吸入氧氣的濃度、傳送氧氣的方法、脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的型號及其放置的位置、動脈血氧分析的結果(如:PH、PaO₂、PaCO₂、SaO₂)、病童的血紅素值等等情形,才能對脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的數據,做出正確的「判讀」(Casey, 2002; Shrake et al., 1991)。

第六節 影響 SpO₂ 測量值準確性的因素

(一) 體溫過低 (hypothermia)

體溫過低會使用周邊血管收縮,引起周邊血液灌流不足,末梢脈搏減弱,導致脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)無法準確監測到每一個脈搏跳動,進而使SpO₂測量值出現誤差(Adams, Murfin, Gullikson, & Hansen, 1994; Bowes et al., 1989; Carroll, 1997; Deckardt & Steward, 1984; Gibson, 1996; Gramlich, 1992; Jensen & Onyskiw, 1998; Ogino, 2002; Schnapp & Cohen, 1990; Stausholm et al., 1997; Tobin, 1990; Yelderman & New, 1983)。

(二) 貧血 (anemia)

氧氣飽和濃度的測量,須足夠的血紅素才能達到準確性。但據許多文獻所述:脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)對血紅素值有很大的容許範圍,除非很嚴重的貧血,才會導致脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)測量不準確(Adams et al., 1994; Bosque, 1995; Bowes et al., 1989; Gibson, 1996; Hess & Kacmarek, 1993;

Jensen & Onyskiw, 1998; Schnapp & Cohen, 1990; Woodrow, 1999)。

(三) 變性血紅素 (dyshemoglobinemias) 值升高

COHb 及 MetHb 的吸收光譜和 Hb·O₂Hb 相似，導致脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)無法分辨出 COHb 及 MetHb。因此當一氧化碳 (CO) 中毒時，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)測量值會偏高，而若血液中有 MetHb 則會使脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)測量值偏低 (Adams et al., 1994; Bowes et al., 1989; Carroll, 1997; Chapman et al., 1986; Goldstein, 1999; Gramlich, 1992; Hess & Kacmarek, 1993; Ogino, 2002; Schnapp & Cohen, 1990; Shrake et al., 1991; Sobel, 1992; Stoneham et al., 1994; Tobin, 1990; Underhill, 1999; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999; Yelderman & New, 1983)。

(四) 靜脈注射顯影劑(intravascular dyes)

若血液中含有 Methylene blue, indigocarmine, indocyanine green 等三種顯影劑，因其吸收光譜接近 660nm，所以會造成脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值下降，尤其以甲基藍 (Methylene blue) 最為明顯 (Bowes et al., 1989; Bucher, Keel, Wolf, Siebenthal, & Duc, 1994; Comer, 1992; Goldstein, 1999; Gramlich, 1992; Jensen & Onyskiw, 1998; Schnapp & Cohen, 1990; Shrake et al., 1991; Sobel, 1992; Tobin, 1990; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999)。

(五) 膽紅素過高(hyperbilirubinemia)

人體膽紅素的代謝需依靠血基質 (heme)，當膽紅素和血基質結合數量過多時，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)會誤認其為血紅素，造成測量值不準確 (Bowes et al., 1989; Chapman et al., 1986; Gibson, 1996; Hess & Kacmarek, 1993; Jensen & Onyskiw, 1998; Schnapp & Cohen, 1990; Stoneham et al., 1994; Tobin, 1990; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999)。

(六) 高碳酸血症 (hypercapnia)

CO₂Hb 不會干擾脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的吸收光譜，但是高碳酸血症會引起呼吸性酸中毒。當血液中二氧化碳升高，血液偏酸性時，會造成氧與血紅素解離曲線右移，使得 SaO₂ 下降，但脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值(SpO₂)不變，因此會有假性氧氣飽合度升高的情形 (Adams et al., 1994; Bucher et al., 1994; Carroll, 1997; Jensen & Onyskiw, 1998; Woodrow, 1999)。

(七) 末梢血循不足(low peripheral perfusion states)

脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)需放置在人體血管密集的組織，才能準確監測 SpO₂ 值，若因低血容積 (hypovolemia)、低血壓 (hypotension)、週邊水腫 (peripheral edema) 等因素造成末梢血循不足，導致脈搏搏動訊號微弱，即會使 SpO₂ 值不準確。(Bowes et al., 1989; Bucher et al., 1994; Carroll, 1997; Deckardt &

Steward, 1984; Durand & Ramanathan, 1986; Fanconi et al., 1985; Gibson, 1996; Gramlich, 1992; Hess & Kacmarek, 1993; Jensen & Onyskiw, 1998; Rao & Ramji, 2002; Schnapp & Cohen, 1990; Shrake et al., 1991; Sobel, 1992; Stausholm et al., 1997; Stoneham et al., 1994; Tobin, 1990; Underhill, 1999; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999; Yelderman & New, 1983)。此時，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)放置於耳朵所得的測量值，比放置於手指所得的測量值，更可信賴 (Carroll, 1997)。

(八) 靜脈滴注血管收縮劑(inotropic agents)

靜脈滴注血管收縮劑會使用周邊血液灌流量減少，造成末梢血循不足，導致脈搏搏動訊號微弱，使得脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值 (SpO₂) 不準確 (Gibson, 1996; Jensen & Onyskiw, 1998; Schnapp & Cohen, 1990; Yelderman & New, 1983)。

(九) 其它光源干擾(ambient light)

其他光源 (如：螢光燈) 的照射會誤導脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的光譜測量訊號，進而導致脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)測量值 (SpO₂) 不準確 (Adams et al., 1994; Bucher et al., 1994; Carroll, 1997; Comer, 1992; Goldstein, 1999; Gramlich, 1992; Hess & Kacmarek, 1993; Jensen & Onyskiw, 1998; Schnapp

& Cohen, 1990; Shrake et al., 1991; Sobel, 1992; Stoneham et al., 1994; Tobin, 1990; Underhill, 1999; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999)。

(十) 感應器的置放不正確或置放感應器的肢體移動(motion artifact)

脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)是探測動脈血液的脈動，任何影響脈動訊號的因素皆會導致脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)測量值的錯誤。因此，若病人置放脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的肢體移動，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)會感應到錯誤的脈動，使得 SpO₂ 測量值發生錯誤。(Avant, Lowe, & Torres, 1997; Bowes et al., 1989; Bucher et al., 1994; Carroll, 1997; Comer, 1992; Gramlich, 1992; Hess & Kacmarek, 1993; Jensen & Onyskiw, 1998; Ogino, 2002; Rao & Ramji, 2002; Schnapp & Cohen, 1990; Shrake et al., 1991; Sobel, 1992; Stausholm et al., 1997; Stoneham et al., 1994; Tobin, 1990; Underhill, 1999; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999)。

(十一) 病患膚色較深或置放感應器部位有色素沉著(skin pigmentation)

病患膚色較深或置放感應器部位有色素沉著會影響脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)光譜的吸收，進而導致 SpO₂ 測量值 (SpO₂) 不準確 (Bowes et al., 1989; Bucher et al., 1994; Chapman et al., 1986; Fanconi et al., 1985; Goldstein, 1999; Gramlich, 1992; Hess & Kacmarek, 1993; Jensen & Onyskiw, 1998; Jubran & Tobin,

1990; Loggan et al., 1998; Schnapp & Cohen, 1990; Shrake et al., 1991; Tobin, 1990; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999)。

(十二) 指甲油的塗抹(nail polish)

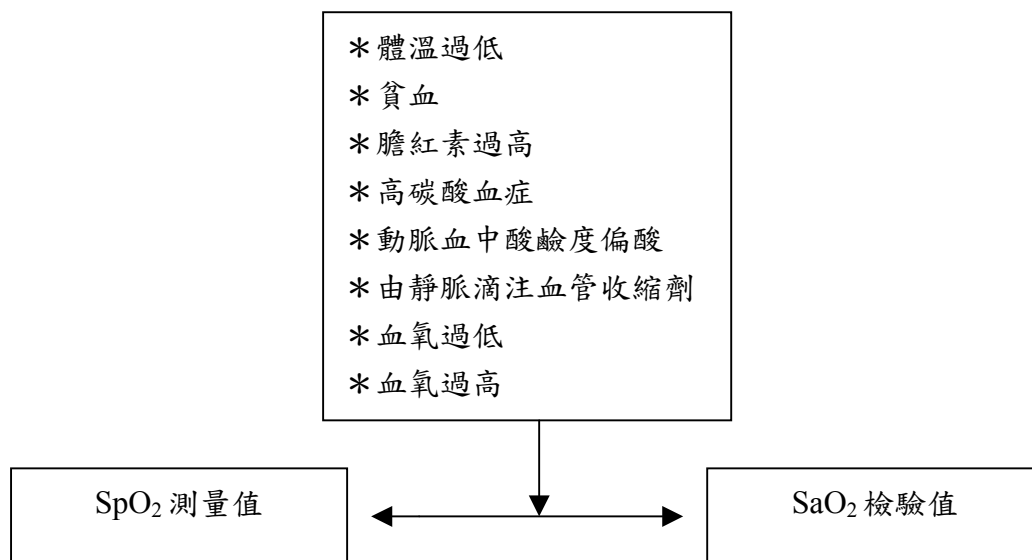
使用指(趾)型的脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)測量 SpO_2 ，病患不可塗抹指甲油，因塗抹指甲油會干擾脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)吸收光譜的測量，造成脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值 (SpO_2) 不準確，尤其是黑色、綠色、藍色的指甲油，會導致脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值 (SpO_2) 下降。(Bowes et al., 1989; Carroll, 1997; Goldstein, 1999; Gramlich, 1992; Hess & Kacmarek, 1993; Jensen & Onyskiw, 1998; Jubran & Tobin, 1990; Loggan et al., 1998; Shrake et al., 1991; Sobel, 1992; Stoneham et al., 1994; Tobin, 1990; Welch et al., 1990; Woodrow, 1999)。

(十三) 血氧過低或血氧過高 (hypoxemia or hyperoxemia)

Chiappini 等(1998)發現當 SaO_2 低於 82% 時， SpO_2 測量值就較不準確，而且當氧飽和度下降低於 70% 時， SpO_2 測量值的準確度會大幅下降，因此當病人血氧過低時，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值是不準確的。接著經由氧與血紅素解離曲線 (oxygen-hemoglobin dissociation curve) 可了解：當病人血氧 (PaO_2) 超過 100mmHg 後，在解離曲線上端， PaO_2 值可能變化很大，但 SaO_2

值卻沒什麼變化，由此可知：使用脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)無法測量出病患是否處於血氧過高的狀態 (Carroll, 1997)。

統合上述文獻 (影響 SpO₂ 測量值準確性的因素)，可推論出影響 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之關係的因素，其概念架構圖如下：



第三章 研究方法

第一節 研究設計

本研究採橫斷面描述型的調查研究法。

第二節 研究的母群體與樣本

以中部某醫學中心小兒心臟加護病房的病童為可及母群體。收集資料的期間為91年9月1日至92年2月28日，在收案期間共127名病患入院，但基於倫理考量，僅收集臨床上需設置動脈導管監測動脈血氧分析的病患為樣本，且排除脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的脈動次數和心臟電氣生理監測器(EKG)的心跳次數不相等的病患，故收案46名病患，共紀錄458筆資料。

第三節 資料收集步驟

研究者在進行研究時，僅對病童臨床常規檢查及例行紀錄做資料收集，未操縱病童行為，且未對病童構成壓力，故資料收集符合研究倫理的規範。

資料收集步驟為：首先使用脈動式氧合測量器：N-25 (Pulse Oximetry: Nellor Oxisensor II N-25)監測病患氧氣飽和度 (SpO_2)，並紀錄其測量值，但需注意：脈動式氧合測量器所測出的脈動值需和心電圖的心跳值相等。並以血液氣體及電解質分析儀 (GEM-PREMIER: blood gas /electrolyte analyzer, model 5300) 進行動脈氣體分析，且記錄檢驗值 (PH、 PaO_2 、 $PaCO_2$ 、 SaO_2 、 HCO_3^- 、 TCO_2 、BE、

Hct、iCa)，並收集、記錄病童的基本資料（包括：病歷號、性別、年齡、體重、臨床診斷）及臨床病況（包括：脈動式氧合測量器的放置位置及脈動次數、心跳次數、體溫、血壓、血紅素值、氧氣吸入的濃度(FiO₂)、週邊肢體是否有水腫、是否有高膽紅素血症、病患膚色是否較深或置放感應器部位是否有色素沉著、血管擴張劑使用情形、是否靜脈注射 PGE1 以及血管收縮劑(Dopamine、Dobutamine)使用的情形等等)於資料收集表(附表一)內。

第四節 資料分析

本研究收集的資料以 SPSS 8.0 套裝軟體進行統計分析。所採用的方法為：人口學特徵資料的分析以頻率 (frequency)、百分比 (percent)、平均值 (mean)、中位數 (median)、標準差 (standard deviation) 等方法；SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的差異性以配對 t 檢定 (pair t-test) 做檢驗；以 Bland and Altman method (Bland & Altman, 1986) 計算 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的偏差值；以卡方檢定 (chi-square test) 檢驗本研究樣本 SpO₂ 測量值之正確性與病患臨床病況間之相關性；以邏輯斯迴歸 (Logistic regression) 模式進行分析，並計算其相對危險比 (Odds ratio)，用以評估影響 SpO₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性；以皮爾森相關係數 (Pearson correlation coefficient) 表達本研究樣本在不同臨床病況下，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相關程度；以線性迴歸 (linear regression) 分析：SpO₂ 測量值預測 SaO₂ 檢驗值的迴歸方程式。

第四章 研究結果

第一節 研究對象之人口學資料

表 1 呈現本研究共收集 46 名個案。其中男生 20 人(43.5%)，女生 26 人(56.5%)；有 41 人(89.1%)行心血管手術；其平均年齡為 2.76 歲(標準差 3.83 歲)，平均體重為 11.40 公斤(標準差 10.03 公斤)；疾病診斷以心室中膈缺損(VSD)為 16 人(34.8%)居多，而心房中膈缺損(ASD)為 7 人(15.2%)、法洛氏四合症(TOF)為 6 人(13.0%)居次，其他尚有動脈幹(truncus)、血管環(vascular ring)等先天性心臟疾病。

表 1 研究對象之人口學資料分析

變項	平均值	中位數	標準差	人數(%)
病患年齡(月)	33.11	9.50	46.20	
病患體重(公斤)	11.40	7.90	10.03	
病患性別				
男				20 (43.5)
女				26 (56.5)
進行手術與否				
是				41 (89.1)
否				5 (10.9)
病患疾病診斷類別				
心室中膈缺損(VSD)				16(34.8)
心房中膈缺損(ASD)				7(15.2)
開放性動脈導管(PDA)				1(2.2)
心內膜墊缺損(ECD)				1(2.2)
法洛式四合症(TOF)				6(10.9)
主動脈弓離斷(IAA)				1(2.2)
血管環(vascular ring)				2(4.3)
右心室雙出口及肺動脈狹窄(DORV+PS)				2(4.3)
動脈幹(truncus)				2(4.3)
肺動脈閉鎖及心室中膈完整(PA+IVS)				1(2.2)
心室中膈缺損及肺動脈狹窄(VSD+PS)				1(2.2)
法洛式四合症及肺動脈閉鎖(TOF+PA)				1(2.2)
心房中膈缺損及心室中膈缺損(ASD+VSD)				1(2.2)
心房中膈缺損、開放性動脈導管及部份肺靜脈回流異常 (ASD+PDA+PAPVR)				1(2.2)
開放性動脈導管、右心室雙出口、完全肺靜脈回流異常及單一心室 (PDA+DORV+TAPVR+SV)				1(2.2)
Holme's heart				1(2.2)
病患總計				46(100)

註：VSD: ventricular septal defect; ASD: atrial septal defect; PDA: patent ductus arteriosus; ECD: endocardial cushion defect; TOF: tetralogy of Fallot; IAA: interruption of aortic arch; DORV: double outlet right ventricle; PS: pulmonic stenosis; PA: pulmonary atresia; IVS: intact ventricular septum; PAPVR: partial anomalous pulmonary venous return; TAPVR: total anomalous pulmonary venous return; SV: single ventricle.

第二節 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的差異性

表 2 列出了 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值以配對 t 檢驗 (pair t test) 檢定後的統計結果。就所有研究對象共 46 人、458 筆資料進行統計得知：SpO₂ 測量值的平均為 92.10% ，標準差為 8.87% ；SaO₂ 檢驗值的平均值為 90.93% ，標準差為 10.47% ，t 值為 5.984 (p<0.01)，達統計上顯著差異，由此顯示本研究樣本的 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值有顯著差異，且由樣本平均數大小可看出，SpO₂ 測量值大於 SaO₂ 檢驗值。

再進一步對病患臨床情形做分析發現：當病人體溫小於 37°C 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異，當病人體溫大於 37°C 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上亦有顯著差異。當病人血紅素小於 10gm/dl 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上沒有顯著差異，但當病人血紅素大於 10gm/dl 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異。不論病人血比容積 (Hct) 值小於 35% 、介於 35% 至 45% 或大於 45% ，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上皆出現顯著差異。而病人血中鈣離子濃度不論過低或正常，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上亦皆出現顯著差異。就病患的膽紅素值而論，不論其值正常或過高，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異。

由病患的動脈血氧 (ABG) 分析之檢驗資料來看，當病患動脈血中酸鹼度 (PH) 小於 7.35 或介於 7.35 至 7.45 之間時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異；但當病患動脈血中酸鹼度 (PH) 大於 7.45 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上未出現顯著差異。當病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂)

小於 35mmHg 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上沒有顯著差異；若病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂) 介於 35mmHg 至 45mmHg 或大於 45mmHg 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異；但若將病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂) 小於 35mmHg 及二氧化碳濃度 (PaCO₂) 介於 35mmHg 至 45mmHg 等二項樣本數合併後再進行統計，則發現當病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂) 小於 45mmHg 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值出現顯著差異。就病患動脈血中氧濃度 (PaO₂) 而言，不論病患的動脈血中氧濃度 (PaO₂) 小於 75mmHg，介於 75mmHg 至 100mmHg 或大於 100mmHg，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上皆有顯著差異。以病患動脈血中鹼基 (BE) 值而言，不論病患動脈血中鹼基 (BE) 值小於 -2meq/l 或介於 -2meq/l 至 2meq/l，亦或大於 2meq/l，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上亦皆出現顯著差異。

接下來就病患靜脈所輸注的藥物而論：當病患由靜脈輸注 NTG 或 PGE1 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上無顯著差異，但當病患未輸注 NTG 或 PGE1 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上出現顯著差異；當病患未使用 Dopamine 或使用低劑量的 Dopamine (1-5 μ g/kg) 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異；當病人未使用 Dobutamine 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異出現，當病人使用 Dobutamine 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上無顯著差異出現；但僅就病患是否輸注血管收縮劑而言，不論是否輸注 Dopamine 或 Dobutamine 等血管收縮劑，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上皆

出現顯著差異。

最後就脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的放置部位做討論，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)不論放置於手指或腳趾，其 SpO_2 測量值與 SaO_2 檢驗值於統計上皆出現顯著差異。

表 2-1 研究對象在不同臨床狀況下其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的差異

項目	樣本數 (人次)	SpO ₂		SaO ₂		t 值
		M	SD	M	SD	
所有研究對象 (46 人)	458	92.10	8.87	90.93	10.47	5.984**
體溫						
體溫小於 37.0°C	247	90.89	9.59	90.12	11.27	2.648**
體溫大於 37.0°C	211	93.52	7.74	91.88	9.40	6.530**
血紅素						
血紅素小於 10gm/dl	27	95.41	6.93	96.07	5.70	-0.615
血紅素大於 10gm/dl	265	92.32	8.55	91.24	9.89	4.267**
血球容積(Hct)						
血球容積(Hct)值小於 35%	63	95.11	6.65	93.51	8.74	3.173**
血球容積(Hct)值 35% -45%	304	92.39	8.96	91.49	10.42	3.768**
血球容積(Hct)值大於 45%	91	89.05	9.13	87.29	10.94	3.916**
血中游離鈣離子濃度						
血中游離鈣離子濃度過低	185	92.25	8.07	91.25	9.82	3.578**
血中游離鈣離子濃度正常	273	92.00	9.39	90.71	10.90	4.796**
膽紅素						
膽紅素值大於 15mg/dl	12	89.17	4.51	84.75	5.21	4.215**
膽紅素值小於 15mg/dl	446	92.18	8.95	91.10	10.53	5.487**
動脈血中酸鹼度						
PH 值小於 7.35	57	85.58	10.83	81.49	14.21	4.798**
PH 值 7.35-7.45	216	90.91	9.44	89.68	10.73	4.214**
PH 值大於 7.45	185	95.50	5.42	95.30	5.28	1.145
動脈血中二氧化碳濃度						
PaCO ₂ 值小於 35mmHg	125	95.98	5.47	95.56	5.76	1.467
PaCO ₂ 值 35-45mmHg	222	92.75	8.59	91.77	9.46	4.158**
PaCO ₂ 值大於 45mmHg	111	86.42	9.73	84.04	12.84	4.317**
PaCO ₂ 小於 45mmHg	347	93.92	7.76	93.14	8.51	4.249*

*p<.05 **p<.01

表 2-2 研究對象在不同臨床狀況下其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的差異

項目	樣本數 (人次)	SpO ₂		SaO ₂		t 值
		M	SD	M	SD	
動脈血中氧濃度						
PaO ₂ 值小於 75mmHg	185	83.90	8.50	81.12	10.31	7.139**
PaO ₂ 值 75-100mmHg	170	97.42	1.86	96.68	1.28	5.469**
PaO ₂ 值大於 100mmHg	103	98.04	3.84	99.07	0.80	-2.934**
動脈血中鹼基 (BE) 值						
鹼基 (BE) 值小於 -2meq/l	114	91.47	10.18	90.04	12.15	3.238**
鹼基 (BE) 值 -2 至 +2 meq/l	137	92.15	9.17	90.37	11.15	5.734**
鹼基 (BE) 值大於 +2 meq/l	207	92.41	7.88	91.79	8.88	2.145*
冠狀動脈擴張劑 (NTG)						
無靜脈滴注冠狀動脈擴張劑	324	92.14	9.22	90.80	10.66	5.957**
靜脈滴注冠狀動脈擴張劑	134	92.00	8.00	91.25	10.03	1.942
靜脈滴注 PGE1						
無靜脈滴注 PGE1	428	92.09	8.84	90.86	10.46	5.935**
靜脈滴注 PGE1	30	92.30	9.55	91.97	10.84	0.812
Dopamine 使用劑量						
未使用 Dopamine	243	91.59	9.77	90.07	11.53	5.318**
Dopamine 使用 1-5 μ g/kg	202	92.36	7.82	91.52	9.22	9.095**
Dopamine 使用 5-15 μ g/kg	13	97.62	2.93	97.92	1.71	-0.365
Dobutamine 使用劑量						
未使用 Dobutamine	372	91.34	9.43	89.99	11.14	6.202**
Dobutamine 使用 1-8 μ g/kg	61	94.92	4.41	94.21	5.86	1.770
Dobutamine 使用 8-16 μ g/kg	25	96.60	4.97	96.92	2.56	-0.271
血管收縮劑						
無靜脈滴注血管收縮劑	240	91.51	9.80	89.95	11.55	5.360**
靜脈滴注血管收縮劑	218	92.75	7.69	92.00	9.05	2.917**
pulse oximetry 位置						
手指	228	91.44	9.18	90.56	10.59	3.438**
腳趾	230	92.76	8.53	91.30	10.37	4.944**

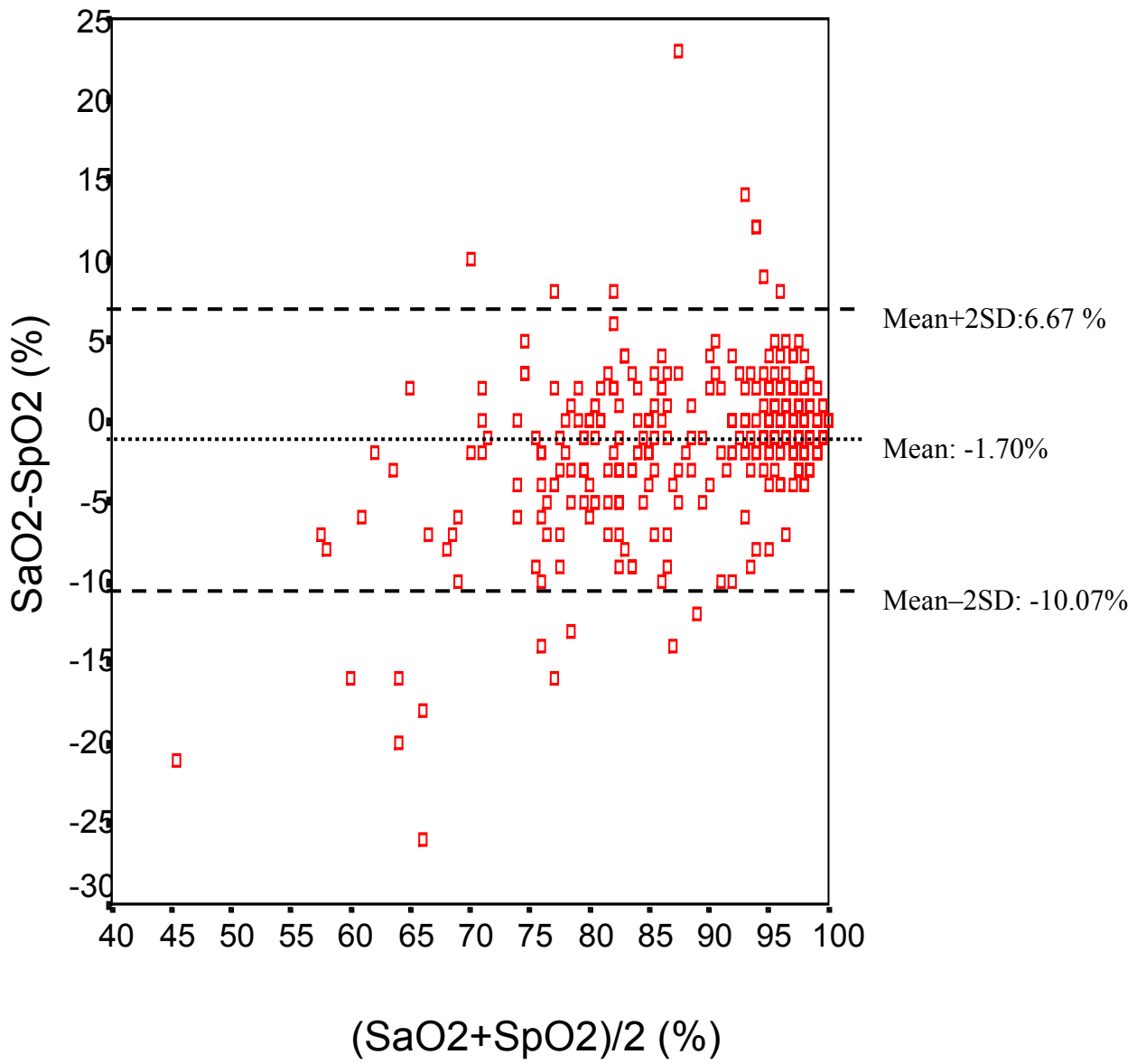
*p<.05 **p<.01

第三節 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的偏差值

所有研究對象共 46 人、458 筆（對）SaO₂ 檢驗值和 SpO₂ 測量值的資料，以 Bland and Altman method(Bland & Altman, 1986)分析使用脈動式氧合測量器 (Pulse Oximetry)及動脈血液氣體 (ABG) 分析等兩種方法於監測病患氧和情形的偏差有多少。

Bland and Altman method 為：將每一對 SaO₂ 檢驗值和 SpO₂ 測量值的資料，以 (SaO₂ 值 + SpO₂ 值) ÷ 2 後所得的值為 X 軸；以 SaO₂ 值 - SpO₂ 值後所得的值為 Y 軸；每一對資料有兩個變數 (X,Y)，接著將兩個變數做雙變項散佈圖，在雙變項散佈圖中可看出：大多數的點會聚集在一起，且近似於一條線，之後利用計算方法(計算 458 筆 SaO₂ 值減 SpO₂ 值之差的總平均值)將其迴歸 (regression) 成一條垂直於 Y 軸的直線，此直線即為兩種測量方法的偏差值 (mean difference; bias) - Mean，而 limits of agreement 為：Mean - 2SD 至 Mean + 2SD。

將本研究資料以 Bland and Altman method 進行統計分析後得知：SaO₂ 檢驗值和 SpO₂ 測量值的偏差 (mean difference; bias) 為 -1.70% (limits of agreement : -10.07% ~ 6.67%) (圖二)。



圖二 SaO₂ 檢驗值和 SpO₂ 測量值的偏差值

第四節 影響 SpO₂ 測量值正確性之相關因素

依據 Avant 等人(1997)及 Gramlich(1992)的研究發現：當 SpO₂ 介於 70% 至 100% 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值相差為±2%。因此，本研究設定 SpO₂ 介於 70% 至 100%，且其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相差數值為±2% 之內的樣本，視為 SpO₂ 測量值是正確的數據(可藉由 SpO₂ 測量值做為臨床病況判斷之參考依據)，經此設定(限制)後，病童血紅素的數據資料，由 292 筆減為 289 筆，而其他研究資料，由 458 筆減為 449 筆進行卡方檢定分析。

以卡方檢定(chi-square test)檢驗本研究樣本之 SpO₂ 值介於 70% 至 100% 時，SpO₂ 測量值之正確性與病患的體溫、脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)置放的部位、血中鈣離子濃度、血紅素濃度、血球容積(Hct)、膽紅素值、動脈血中的酸鹼度、動脈血中二氧化碳濃度、動脈血中氧濃度、是否靜脈輸注血管收縮劑(Dopamine、Dobutamine)、是否靜脈注射冠狀動脈擴張劑(NTG)及是否靜脈滴注 PGE1 等變項間之相關性。研究結果(見表 3)發現：血球容積(Hct)、膽紅素值、動脈血中的酸鹼度、動脈血中二氧化碳濃度、動脈血中氧濃度、是否靜脈注射冠狀動脈擴張劑(NTG)及是否靜脈滴注 PGE1 等與 SpO₂ 測量值之正確性之間有關，且具有統計上的意義(p<0.05)。而其他變項如：病患的體溫、脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)置放的部位、血中鈣離子濃度、血紅素濃度及是否靜脈輸注血管收縮劑(Dopamine、Dobutamine)等變項與 SpO₂ 測量值之正確性之間無關。

表 3-1 研究對象在不同臨床狀況下與 SpO₂ 測量值正確性之相關性

項目	SpO ₂ -SaO ₂ 值±2%	是 人次 (%)	否 人次 (%)	總計(n=449) 人次 (%)	χ ² 值
體溫					
	體溫小於 37.0°C	157(65.4)	83(34.6)	240(53.5)	2.421
	體溫大於 37.0°C	151(72.2)	58(27.8)	209(46.5)	
pulse oximetry 位置					
	上肢	158(70.2)	67(29.8)	225(50.1)	0.553
	下肢	150(67.0)	74(33.0)	224(50.1)	
血中游離鈣離子濃度					
	血中游離鈣離子濃度過低	126(68.9)	57(31.1)	183(40.8)	0.009
	血中游離鈣離子濃度正常	182(68.4)	84(31.6)	266(59.2)	
血紅素					
	血紅素小於 10gm/dl	21(77.8)	6(22.2)	27(9.3)	0.952
	血紅素大於 10gm/dl	180(68.7)	82(31.3)	262(90.7)	
血球容積(Hct)					
	血球容積(Hct)值小於 35%	47(74.6)	16(25.4)	63(14.0)	7.760*
	血球容積(Hct)值 35% -45%	210(70.9)	86(29.1)	296(66.0)	
	血球容積(Hct)值大於 45%	51(56.7)	39(43.3)	90(20.0)	
膽紅素					
	膽紅素值大於 15mg/dl	4(33.3)	8(66.7)	12(2.7)	5.536*
	膽紅素值小於 15mg/dl	304(69.6)	133(30.4)	437(97.3)	
動脈血中酸鹼度					
	PH 值小於 7.35	19(36.5)	33(63.5)	52(11.6)	34.088**
	PH 值 7.35-7.45	143(67.5)	69(32.5)	212(47.2)	
	PH 值大於 7.45	146(78.9)	39(21.1)	185(41.2)	
血液中的二氧化碳					
	PaCO ₂ 小於 45mmHg	252(73.5)	91(26.5)	343(76.4)	16.13**
	PaCO ₂ 大於 45 mmHg	56(52.8)	50(47.2)	106(23.6)	

*p<.05 **p<.01

表 3-2 研究對象在不同臨床狀況下與 SpO₂ 測量值正確性之相關性

項目	SpO ₂ -SaO ₂ 值±2%	是 人次 (%)	否 人次 (%)	總計(n=449) 人次 (%)	χ ² 值
動脈血中二氧化碳濃度					
PaCO ₂ 值小於 35 mmHg		106(84.8)	19(15.2)	125(27.8)	27.734**
PaCO ₂ 值 35-45 mmHg		146(67.0)	72(33.0)	218(48.6)	
PaCO ₂ 值大於 45mmHg		56(52.8)	50(47.2)	106(23.6)	
動脈血中氧濃度					
PaO ₂ 值小於 75mmHg		81(46.0)	95(54.0)	172(39.2)	68.878**
PaO ₂ 值 75-100mmHg		139(81.8)	31(18.2)	170(37.9)	
PaO ₂ 值大於 100mmHg		88(85.4)	15(14.6)	103(22.9)	
Dopamine 使用劑量					
未使用 Dopamine		161(67.9)	76(32.1)	237(52.8)	0.473
Dopamine 使用 1-5 μg/kg		137(68.8)	62(31.2)	199(44.3)	
Dopamine 使用 5-15 μg/kg		10(76.9)	3(23.1)	13(2.9)	
Dobutamine 使用劑量					
未使用 Dobutamine		247(68.0)	116(32.0)	363(80.8)	0.288
Dobutamine 使用 1-8 μg/kg		43(70.5)	18(29.5)	61(13.6)	
Dobutamine 使用 8-16 μg/kg		18(72.0)	7(28.0)	25(5.6)	
血管收縮劑					
無靜脈滴注血管收縮劑		149(69.3)	66(30.7)	215(47.9)	0.095
靜脈滴注血管收縮劑		159(67.9)	75(32.1)	234(52.1)	
冠狀動脈擴張劑 (NTG)					
無靜脈滴注冠狀動脈擴張劑		228(71.9)	89(28.1)	317(70.6)	5.542*
靜脈滴注冠狀動脈擴張劑		80(60.6)	52(39.4)	132(29.4)	
靜脈滴注 PGE1					
無靜脈滴注 PGE1		281(66.9)	139(33.1)	420(93.5)	7.470**
靜脈滴注 PGE1		27(93.1)	2(6.9)	29(6.5)	

*p<.05 **p<.01

第五節 探討影響 SpO₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性

依據 Avant 等人(1997)及 Gramlich(1992)的研究發現：當 SpO₂ 介於 70% 至 100% ，且其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相差數值為±2% 之內的樣本，視為 SpO₂ 測量值是正確的數據。

因此，本研究設定 SpO₂ 介於 70% 至 100% ，但 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相差數值大於 2% 或小於 2% 的樣本，視為 SpO₂ 測量值為不正確的數據，經此設定（限制）後，將本研究資料以邏輯斯迴歸（Logistic regression）模式進行分析，並計算其相對危險比（Odds ratio），以評估影響 SpO₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性。

經由統計結果（表 4）得知：當膽紅素值過高（膽紅素值大於 15mg/dl）時，相對於膽紅素值正常的病患而言，其相對危險比為 4.571，且具有統計上的顯著意義（ $p < 0.05$ ）；由上述結果得知：膽紅素值過高（膽紅素值大於 15mg/dl）是個危險因子，當病患膽紅素過高時，SpO₂ 測量值的不正確率是病患膽紅素正常時的 4.571 倍。而當病患靜脈滴注冠狀動脈擴張劑時，相對於無靜脈滴注冠狀動脈擴張劑的病患而言，其相對危險比為 1.665，且具有統計上的顯著意義（ $p < 0.05$ ）；由上述結果得知：病患靜脈滴注冠狀動脈擴張劑是個危險因子，當病患靜脈滴注冠狀動脈擴張劑時，SpO₂ 測量值的不正確率是病患無病患靜脈滴注冠狀動脈擴張劑時的 1.665 倍。

而當病患動脈血中的酸鹼度偏酸（PH 值小於 7.35）時，相對於病患動脈血

中的酸鹼度正常的情形而言，其相對危險比為 3.600，且具有統計上的顯著意義 ($p < 0.01$)；即病患動脈血中的酸鹼度偏酸 (PH 值小於 7.35) 是個危險因子，當病患動脈血中的酸鹼度偏酸 (PH 值小於 7.35) 時， SpO_2 測量值的不正確率是病患動脈血中的酸鹼度正常時的 3.600 倍。而當病患動脈血中的二氧化碳濃度大於 45mmHg 時，相對於病患動脈血中的二氧化碳濃度小於 45mmHg 的情形而言，其相對危險比為 2.473，且具有統計上的顯著意義 ($p < 0.01$)；即病患動脈血中的二氧化碳濃度大於 45mmHg 是個危險因子，當病患動脈血中的二氧化碳濃度大於 45mmHg 時， SpO_2 測量值的不正確率是病患動脈血中的二氧化碳濃度小於 45mmHg 時的 2.473 倍。接著當病患動脈血中的氧濃度小於 75mmHg 時，相對於病患動脈血中的氧濃度為 75mmHg 至 100mmHg 的情形而言，其相對危險比為 5.259，且具有統計上的顯著意義 ($p < 0.01$)；即病患動脈血中的氧濃度小於 75mmHg 是個危險因子，當病患動脈血中的氧濃度小於 75mmHg 時， SpO_2 測量值的不正確率是病患動脈血中的氧濃度為 75mmHg 至 100mmHg 時的 5.259 倍。

而當病患體溫小於 $37^{\circ}C$ 時，相對於病患體溫大於 $37^{\circ}C$ 的情形而言，其相對危險比為 1.376，但不具統計上的顯著意義 ($p > 0.05$)；因此病患體溫小於 $37^{\circ}C$ 不是危險因子。接著當病患血中游離鈣離子濃度過低、血紅素小於 10gm/dl 及無靜脈注射血管收縮劑等情形時，其相對危險比分別為 0.980、0.627 及 1.065，因它們的相對危險比值小於 1 及接近 1，且不具統計上的顯著意義 ($p > 0.05$)，因此它們都不是導致 SpO_2 測量值不正確的危險因子。

表 4-1 影響 SpO₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性

項目	SpO ₂ 測量值不正確			
	參數	標準誤	勝算比(OR)	95%信賴區間(95%CI)
體溫				
體溫小於 37.0°C	0.319	0.206	1.376	(0.920, 2.059)
體溫大於 37.0°C	B	B	1	
pulse oximetry 位置				
上肢	-0.151	0.204	0.860	(0.577, 1.281)
下肢	B	B	1	
血中游離鈣離子濃度				
血中游離鈣離子濃度過低	0.020	0.207	0.980	(0.653, 1.471)
血中游離鈣離子濃度正常	B	B	1	
血紅素				
血紅素小於 10gm/dl	-0.467	0.482	0.627	(0.244, 1.612)
血紅素大於 10gm/dl	B	B	1	
膽紅素				
膽紅素值大於 15mg/dl	1.520	0.621	4.571*	(1.353, 15.444)
膽紅素值小於 15mg/dl	B	B	1	
動脈血中酸鹼度				
PH 值小於 7.35	1.281	0.323	3.600**	(1.911, 6.781)
PH 值 7.35-7.45	B	B	1	
PH 值大於 7.45	-0.591	0.232	0.554*	(0.351, 0.873)
血液中的二氧化碳				
PaCO ₂ 小於 45mmHg	B	B	1	
PaCO ₂ 大於 45 mmHg	0.905	0.230	2.473**	(1.576, 3.879)
動脈血中二氧化碳濃度				
PaCO ₂ 值小於 35 mmHg	-1.012	0.288	0.363**	(0.207, 0.639)
PaCO ₂ 值 35-45 mmHg	B	B	1	
PaCO ₂ 值大於 45mmHg	0.594	0.242	1.811**	(1.127, 2.910)

註：B：base（基底）；*p<.05 **p<.01

表 4-2 影響 SpO₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性

項目	參數	標準誤	SpO ₂ 測量值不正確	
			勝算比 (OR)	95%信賴區間 (95%CI)
動脈血中氧濃度				
PaO ₂ 值小於 75mmHg	1.660	0.250	5.259**	(3.224, 8.578)
PaO ₂ 值 75-100mmHg	B	B	1	
PaO ₂ 值大於 100mmHg	-0.269	0.343	0.764	(0.390, 1.496)
Dopamine 使用劑量				
未使用 Dopamine	B	B	1	
Dopamine 使用 1-5 μ g/kg	-0.042	0.207	0.959	(0.639, 1.438)
Dopamine 使用 5-15 μ g/kg	-0.453	0.673	0.636	(0.170, 2.376)
Dobutamine 使用劑量				
未使用 Dobutamine	B	B	1	
Dobutamine 使用 1-8 μ g/kg	-0.115	0.302	0.891	(0.493, 1.612)
Dobutamine 使用 8-16 μ g/kg	-0.189	0.459	0.828	(0.337, 2.038)
血管收縮劑				
無靜脈滴注血管收縮劑	B	B	1	
靜脈滴注血管收縮劑	0.062	0.204	1.065	(0.714, 1.587)
冠狀動脈擴張劑 (NTG)				
無靜脈滴注冠狀動脈擴張劑	B	B	1	
靜脈滴注冠狀動脈擴張劑	0.510	0.218	1.665	(1.087, 2.551)

註：B：base (基底)；*p<.05 **p<.01

第六節 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之相關程度

表 5 敘述了 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值以皮爾森相關係數(Pearson correlation coefficient) 統計的結果。就所有研究對象共 46 人、458 筆資料進行統計檢定後得知：SpO₂ 測量值的平均為 92.10% ，SaO₂ 檢驗值的平均值為 90.93% ，其 r 值為 0.920 (p<0.01)，達統計顯著意義，故 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值具有高度正相關。

就病患的體溫狀況而言，當病患體溫小於 36.0°C 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值達 0.763 (p<0.01)，可知其具有顯著的高度正相關；當病患體溫為 36.0°C 至 37.0°C 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.934 (p<0.01)，可知其亦具有顯著的高度相關；當病患體溫大於 37.0°C 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值達 0.927 (p<0.01)，可知其亦具有顯著的高度相關；由此可知，不論病患的體溫值過低、正常或過高，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值皆呈現高度正相關，但病患體溫小於 36.0°C 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相關性相對地較低。

當病人血紅素小於 10gm/dl 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.618 (p<0.01)，於統計上呈現中度正相關，而當病人血紅素大於 10gm/dl 時，以 Pearson's r 計算 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相關性，得到 r 值為 0.910 (p<0.01)，於統計上呈現高度正相關。當病患血比容積 (Hct) 值小於 35%、介於 35% 至 45% 或大於 45% 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值分別為 0.899 (p<0.01)、0.918 (p<0.01)、0.923 (p<0.01)，於統計上皆出現顯著的高度正相

關，但相較之下病患血比容積（Hct）值小於 35% 時，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相關性較低。

當病人血中游離鈣離子濃度正常時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值達 0.915 (p<0.01)，當病人血中游離鈣離子濃度過低時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.929 (p<0.01)，因此不論病人血中游離鈣離子濃度是正常或過低的情形，SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值皆呈現顯著的高度正相關。

就病患的膽紅素值而論，若病患膽紅素值過高時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值達 0.730 (p<0.01)，可知其具有高度正相關，若病患膽紅素值正常時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值達 0.921 (p<0.01)，可知其亦具有高度正相關，但相關性以病患膽紅素值正常時為高。

由病患的動脈血氧（ABG）分析之檢驗資料來看，當病患動脈血中酸鹼度（PH）小於 7.35、介於 7.35 至 7.45 之間及大於 7.45 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值分別達 0.903 (p<0.01)、0.918 (p<0.01) 及 0.896 (p<0.01)，可知不論病患動脈血中酸鹼度(PH)小於 7.35 或介於 7.35 至 7.45 之間亦或大於 7.45，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上具有顯著的高度正相關，且其中以病患動脈血中酸鹼度（PH）介於 7.35 至 7.45 之間時其相關性相對較高。當病患動脈血中二氧化碳濃度（PaCO₂）小於 35mmHg、介於 35mmHg 至 45mmHg 及大於 45mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值分別達 0.836 (p<0.01)、0.928 (p<0.01) 及 0.903 (p<0.01)，由統計結果可知當病患動脈血中二氧化碳濃度

(PaCO₂) 小於 35mmHg 或介於 35mmHg 至 45mmHg 亦或大於 45mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上皆呈現顯著的高度正相關，且其中以病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂) 介於 35mmHg 至 45mmHg 時，其相關性最高，而病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂) 小於 35mmHg 時，其相關性最低。但若將病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂) 小於 35mmHg 及二氧化碳濃度 (PaCO₂) 介於 35mmHg 至 45mmHg 等二項樣本數合併後再進行統計，則發現當病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂) 小於 45mmHg 時的 r 值達 0.915 (p<0.01)，較高於病患動脈血中二氧化碳濃度 (PaCO₂) 大於 45mmHg 時的 r 值 0.903 (p<0.01)。

就病患動脈血中氧濃度 (PaO₂) 而言，當病患的動脈血中氧濃度 (PaO₂) 大於 100mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.027 (p=0.784) 其相關性微弱；當病患的動脈血中氧濃度 (PaO₂) 為 40mmHg 至 100mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值達 0.941 (p<0.01)，於統計上呈現顯著的高度正相關；當病患的動脈血中氧濃度 (PaO₂) 小於 40mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值達 0.695 (p<0.01)，其相關性於統計上具有顯著意義。但當病患的動脈血中氧濃度 (PaO₂) 小於 35mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值為 0.298 (p=0.404)，其相關性於統計上不具顯著意義。以病患動脈血中鹼基(BE)值而言，不論病患動脈血中鹼基(BE)值小於-2meq/l 或介於-2meq/l 至 2meq/l，亦或大於 2meq/l，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值分別為 0.925、0.955、0.844 (p 值皆小於 0.001)，其相關性於統計上具有顯著的高度正相關。

就病患動脈血中氧氣飽和濃度 (SaO₂) 而言，當病患的動脈血中氧氣飽和濃度 (SaO₂) 大於 60%、70%、75% 及 80% 以上時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值分別為 0.917、0.906、0.892 及 0.844 (p 值皆小於 0.001)，其相關性於統計上具有顯著的高度正相關。

就病患靜脈所輸注的藥物而言，若病患無靜脈輸注 Dopamine、Dobutamine、NTG、PGE1 等藥物，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值分別為 0.925、0.930、0.926、0.915 (p 值皆小於 0.001)，其相關性於統計上皆具有顯著的高度正相關。若病患由靜脈輸注 NTG、PGE1、低劑量的 Dopamine 或低劑量的 Dobutamine 等藥物，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值分別為 0.902、0.984、0.911、0.853 (p 值皆小於 0.001)，其相關性於統計上皆呈現高度的正相關。

最後就脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的放置部位做討論，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)不論放置於手指或腳趾，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值分為達 0.934 (p<0.01) 及 0.906 (p<0.01)，此結果於統計上呈現顯著的高度正相關。

表 5-1 研究對象在不同臨床狀況下其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之相關程度

項目	樣本數 (人次)	r 值	p 值
所有研究對象 (46 人)	458	0.920	<0.001
體溫			
體溫小於 36.0°C	12	0.763	0.004
體溫 36.0°C-37.0°C	235	0.934	<0.001
體溫大於 37.0°C	211	0.927	<0.001
血紅素			
血紅素小於 10gm/dl	27	0.618	0.001
血紅素大於 10gm/dl	265	0.910	<0.001
血球容積(Hct)			
血球容積(Hct)值小於 35%	63	0.899	<0.001
血球容積(Hct)值 35% -45%	304	0.918	<0.001
血球容積(Hct)值大於 45%	91	0.923	<0.001
血中游離鈣離子濃度			
血中游離鈣離子濃度過低	185	0.929	<0.001
血中游離鈣離子濃度正常	273	0.915	<0.001
膽紅素			
膽紅素值大於 15mg/dl	12	0.730	0.007
膽紅素值小於 15mg/dl	446	0.921	<0.001
動脈血中酸鹼度			
PH 值小於 7.35	57	0.903	<0.001
PH 值 7.35-7.45	216	0.918	<0.001
PH 值大於 7.45	185	0.896	<0.001
動脈血中二氧化碳濃度			
PaCO ₂ 值小於 35mmHg	125	0.836	<0.001
PaCO ₂ 值 35-45mmHg	222	0.928	<0.001
PaCO ₂ 值大於 45mmHg	111	0.903	<0.001
PaCO ₂ 小於 45mmHg	347	0.915	<0.001
動脈血中氧濃度			
PaO ₂ 值小於 35mmHg	10	0.298	0.404
PaO ₂ 值小於 40mmHg	29	0.695	<0.001
PaO ₂ 值 40-100mmHg	326	0.941	<0.001
PaO ₂ 值大於 100mmHg	103	0.027	0.784

表 5-2 研究對象在不同臨床狀況下其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之相關程度

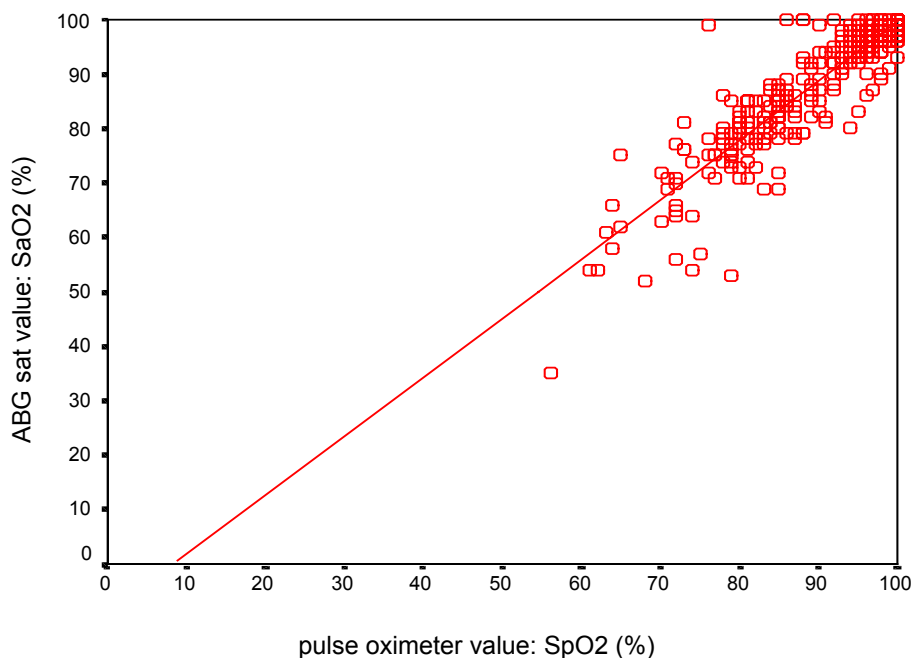
項目	樣本數 (人次)	r 值	p 值
動脈血中鹼基 (BE) 值			
鹼基 (BE) 值小於-2meq/l	114	0.925	<0.001
鹼基 (BE) 值-2 至+2 meq/l	137	0.955	<0.001
鹼基 (BE) 值大於+2 meq/l	207	0.884	<0.001
動脈血中氧氣飽和濃度 (SaO ₂) 值			
SaO ₂ 值大於 60%	449	0.917	<0.001
SaO ₂ 值大於 70%	438	0.906	<0.001
SaO ₂ 值大於 75%	422	0.892	<0.001
SaO ₂ 值大於 80%	387	0.844	<0.001
冠狀動脈擴張劑 (NTG)			
無靜脈滴注冠狀動脈擴張劑	324	0.926	<0.001
靜脈滴注冠狀動脈擴張劑	134	0.902	<0.001
靜脈滴注 PGE1			
無靜脈滴注 PGE1	428	0.915	<0.001
靜脈滴注 PGE1	30	0.984	<0.001
Dopamine 使用劑量			
未使用 Dopamine	243	0.925	<0.001
Dopamine 使用 1-5 μ g/kg	202	0.911	<0.001
Dopamine 使用 5-15 μ g/kg	13	0.227	0.456
Dobutamine 使用劑量			
未使用 Dobutamine	372	0.930	<0.001
Dobutamine 使用 1-8 μ g/kg	61	0.853	<0.001
Dobutamine 使用 8-16 μ g/kg	25	-0.140	0.505
血管收縮劑			
無靜脈滴注血管收縮劑	240	0.924	<0.001
靜脈滴注血管收縮劑	218	0.910	<0.001
pulse oximetry 位置			
上肢	228	0.934	<0.001
下肢	230	0.906	<0.001

第七節 以 SpO₂ 測量值預測 SaO₂ 檢驗值

由圖三可了解：SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值兩變項的變動關係，且知以 SpO₂ 測量值預測 SaO₂ 檢驗值為一簡單線性迴歸（linear regression）分析。就本研究對象共 46 人、458 筆資料進行統計得知：Beta 分配值為 0.920，且達顯著水準。R² 為 0.845，顯示以 SpO₂ 測量值預測 SaO₂ 檢驗值具有 84.5% 的解釋力，F_(1,456)=2496.063，p<0.001，顯示該解釋力具有統計意義。係數估計的結果指出，SpO₂ 測量值能夠有效預測 SaO₂ 檢驗值，Beta 係數達 0.920（t=49.961，p<0.001），表示 SpO₂ 測量值愈高，SaO₂ 檢驗值亦愈高。

由以上所述可得下列迴歸方程式：

$$\text{SaO}_2\text{檢驗值} = -9.029 + 1.085 \text{ SpO}_2\text{測量值}$$

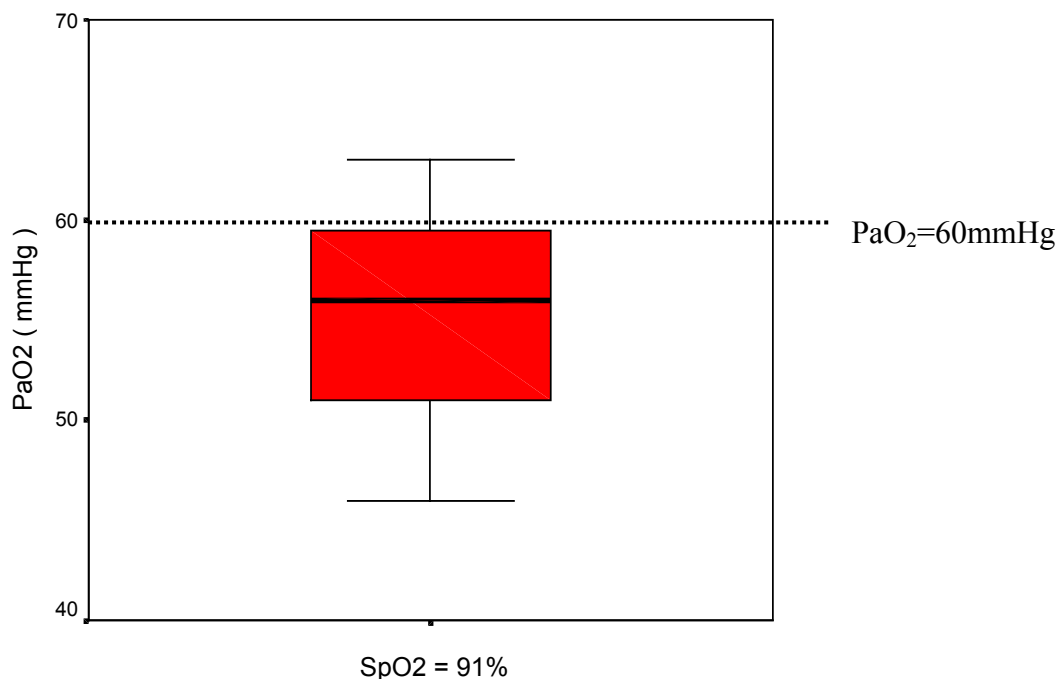


圖三 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值兩變項的變動關係

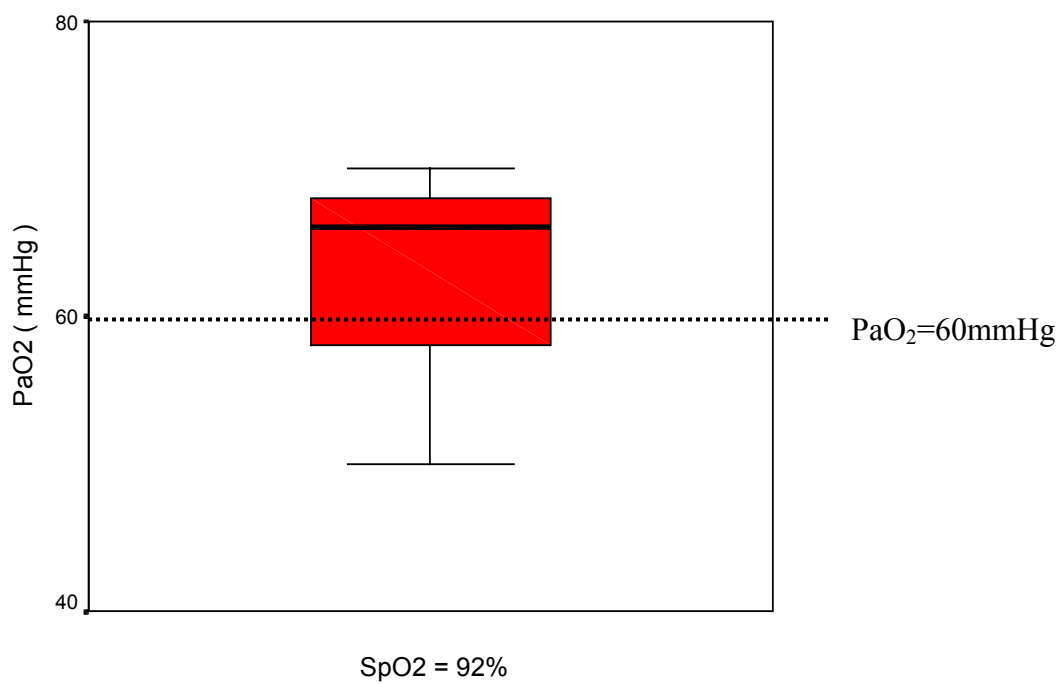
第八節 SpO₂ 測量值的警戒線

經由氧與血紅素解離曲線 (oxygen-hemoglobin dissociation curve) 可了解：當 PaO₂ 小於 60mmHg (或 SaO₂ 小於 90%) 之後，動脈血中的血氧飽和濃度將快速下降，可能會導致體內細胞發生缺氧情形，對人體造成傷害 (Carroll, 1997)。

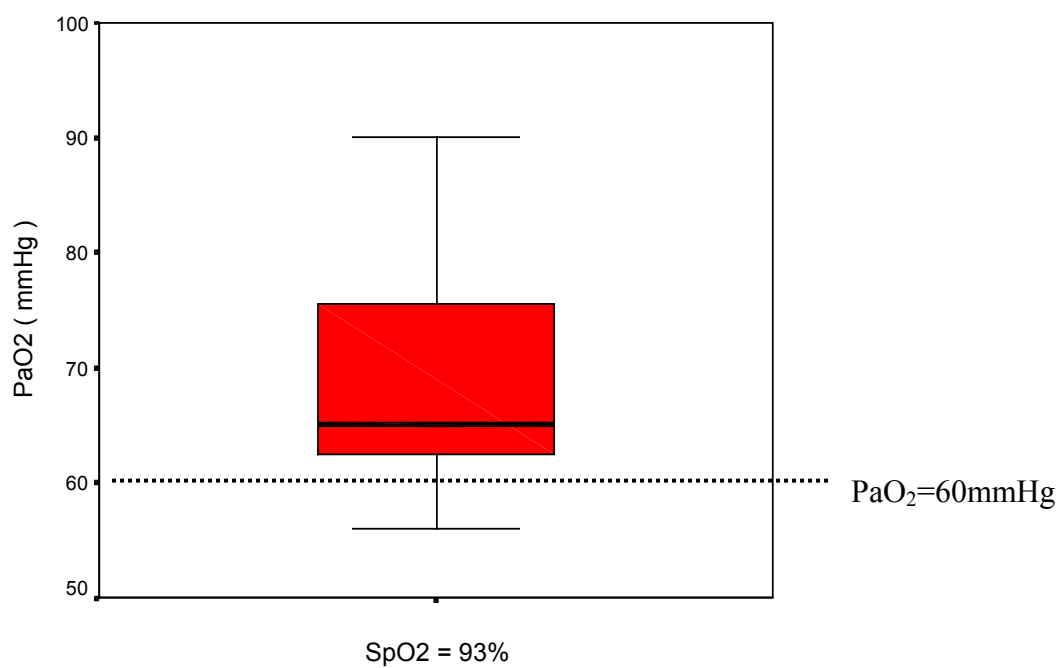
因此，本研究針對不同的 SpO₂ 值為主體，討論其 PaO₂ 值大於 60mmHg 的個案數目之變化，其結果由圖四可了解：當 SpO₂=91% 時，PaO₂ 超過 60mmHg 的人數，不到全部個案數的 25% ；再由圖五得知：當 SpO₂=92% 時，PaO₂ 超過 60mmHg 的人數，已超過全部個案數的 50% 以上；接著由圖六可知：當 SpO₂=93% 時，PaO₂ 超過 60mmHg 的人數，超過全部個案數的 75% 。因此根據以上所述可推論：本研究中當脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值小於 93% 時，臨床工作人員對病患的病況需特別提高警覺，以防範病患發生缺氧的情形。



圖四 SpO₂ 為 91% 時各個案 PaO₂ 值的分布情形



圖五 SpO₂為92% 時各個案PaO₂值的分布情形



圖六 SpO₂為93% 時各個案 PaO₂ 值的分布情形

第五章 討論

第一節 SpO₂ 測量值和 SaO₂ 檢驗值的差異性與相關性

本研究樣本的 SpO₂ 測量值和 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異，此結果和 Chiappini 等人 (1998) 研究 100 名成年患者的 SpO₂ 測量值和 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異 ($t=11.78, p<0.05$) 相同。

雖然 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值於統計上有顯著差異存在，但根據 Boxer 等人 (1987) 研究 32 名發紺型的先天性心臟病的病童 (108 筆資料)，SpO₂ 與 SaO₂ 的相關性 $r = 0.95$ ；Chiappini 等人 (1998) 研究 100 名成年患者，SpO₂ 與 SaO₂ 的相關性， r 值為 0.97；Yelderman 及 New (1983) 研究五名健康的成人 (79 個樣本)，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.98；Brodsky 等人 (1985) 於手術中對 19 名單一肺部通氣的病人 (35 個樣本) 進行研究：其結果為 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值為 0.93；Chapman 等人 (1986) 研究 8 名健康的成人 (117 個樣本)，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值為 0.96；Kagle 等 (1987) 研究 8 名健康的成人 (120 個樣本)，其 SaO₂ 檢驗值 60%-98%，而 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值為 0.99 ($p<0.05$)；Fanconi 等專家 (1985) 研究 40 名小兒科的病患後指出：SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.95；Fanconi (1988) 獨自研究 20 個病嬰 (SaO₂ 檢驗值皆小於 65%)，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.91 ($p<0.05$)。Mok 等人 (1986) 收集 19 名先天性心臟病病嬰的檢驗資料發現：SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值為 0.84；Durand 和 Ramanathan (1986) 研究 54 名急性疾病的病

嬰：其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.86，而另 19 名慢性疾病的病嬰：其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.91。統合以上 10 篇研究發現：SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值以皮爾森相關係數(Pearson correlation coefficient)統計後，其 r 值為 0.84 - 0.99(p< 0.05)，呈高度正相關；但身體健康的人其 r 值相對較高，而病情較危急的病人其 r 值相對較低。

而本研究共 46 名先天性心臟病病童，以 458 筆 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的資料進行皮爾森相關係數 (Pearson correlation coefficient) 統計分析，統計結果為：本研究之 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.92 (p< 0.01)，達統計顯著意義，呈現高度正相關，且本研究結果與前述 10 篇研究結果近似。

因此，可推論 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值雖然有差異，但因兩者呈現高度正相關，所以 SpO₂ 測量值於臨床評估病人氧合情形仍具有參考價值 (Durand & Ramanathan, 1986; Fanconi et al., 1985; Mok et al., 1986)。

第二節 影響 SpO₂ 測量值正確性之相關因素

針對影響 SpO₂ 測量值正確性之相關因素作討論發現：本研究中的動脈血中二氧化碳濃度及動脈血中酸鹼度與 SpO₂ 測量值之正確性之間有關，此與 Davidson 和 Hosie(1993)研究指出在動脈血氧濃度正常的情形下，若動脈血中二氧化碳濃度上升或血液中酸鹼值下降，SpO₂ 測量值即不準確的研究結果相同。

接著根據 Fanconi 等學者(1985)及 Gibson(1996)的研究發現：高膽紅素值會

影響 SpO₂ 測量值之正確性，此發現與本研究結果相同。但根據 Shrake 等人(1991) 所述高膽紅素值並不會影響 SpO₂ 測量值之正確性，但 Shrake 等人(1991)的文章為論述性質，並無實際數據證實其論述，因此對其論述採保留態度。

接下來討論 SpO₂ 測量值之正確性與血紅素濃度關係，就本研究結果顯示 SpO₂ 測量值之正確性與血紅素濃度無關，此與 Hess 和 Kacmarek(1993)及 Schnapp 和 Cohen (1990)的研究結果 (SpO₂ 測量值之正確性與血紅素濃度有關) 不同。深究其原因可能是本研究依據 Woodrow(1999)的觀點，定義血紅素值低於 10gm/dl 為貧血，而 Hess 和 Kacmarek(1993)定義貧血為血紅素小於 8gm/dl；Schnapp 和 Cohen (1990) 定義貧血為血紅素小於 5gm/dl；因各研究對貧血的定義不同，所以研究結果出現了差異。但因現今對開心手術後病人的生理情況維持趨於精準確實，本研究樣本中並無血紅素小於 8 gm/dl 的病人，故無法探討在血紅素小於 8 gm/dl 的情形下，是否影響 SpO₂ 測量值之正確性。

在本研究樣本中無變性血紅素值升高、靜脈注射顯影劑、塗抹指甲油、一氧化碳中毒、皮膚顏色較深等特徵的病患，因此對其是否會影響 SpO₂ 測量值之正確性，無法做更進一步的探討。

第三節 動脈血氧 (PaO₂) 濃度對 SpO₂ 值與 SaO₂ 值之相關程度的影響

本研究結果顯示：當病患的動脈血中氧濃度 (PaO₂) 低至 35mmHg 以下時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之相關性 r 值為 0.298 (p=0.404)，呈現低度正相

關，且其相關性於統計上不具顯著意義；當病患的動脈血中氧濃度（PaO₂）為 40mmHg 至 100mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之 r 值達 0.941（p< 0.01），於統計上呈現顯著的高度正相關；當病患的動脈血中氧濃度（PaO₂）大於 100mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的 r 值為 0.027（p=0.784）其相關性微弱，且其相關性於統計上不具顯著意義，由以上結果可推論 SpO₂ 測量值對低血氧的反應比高血氧好（Mok et al., 1986），且如同 Rao 及 Ramji (2002) 的研究指出：脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)僅能幫助臨床工作人員了解病患動脈血中的飽和氧濃度及是否有低血氧情形，對於高血氧的情形卻無法監測。但臨床上對病患低血氧及高血氧的監測視為同等重要(Grieve et al., 1997)，因此在 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之相關程度低的情況下，無法利用非侵入性的脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的偵測值--SpO₂，來判斷病患的病況；此時必須以侵入性的動脈血液氣體（ABG）分析資料（如：SaO₂ 值）來判斷病患的氧合情況（Gibson, 1996），因為動脈血氧分析(ABG)是監測病患氧合情形的黃金準則(gold standard)(Schnapp & Cohen, 1990; Stoneham et al., 1994)。

第四節 脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)置放的部位

Mattice (1998) 曾提出脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)依其敏感度由高至低而言，置放位置的順序為手指、腳指、耳朵及鼻樑；Hoke 等人(2002)研究指出：先天性心臟病中左心阻塞型的病患，其 SpO₂ 測量值於上下肢出現差異。而在本

研究樣本中僅一名先天性心臟病中左心阻塞型的病患（病患診斷為主動脈弓離斷；IAA），因此研究結果與 Hoke 等人(2002)的研究結果不同。

本研究結果發現：脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)放置於上肢或下肢，對 SpO₂ 測量值之正確性的沒有影響，且根據皮爾森相關係數統計結果，當脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)置放於上肢時，其 r 值為 0.934 (p<0.01)；其置放於下肢時，其 r 值為 0.906(p<0.01)。因此本研究樣本的脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)不論置放於上肢或置放於下肢，其 r 值皆呈現高度正相關，且於統計上具顯著意義。

因此本研究推論：不管脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)置放於上肢或下肢，只要安置得宜，且排除影響 SpO₂ 測量值正確性的因素後，其 SpO₂ 測量值即可作為臨床工作人員判別病患病況的參考依據。

第五節 SpO₂測量值的警戒線

許多專家（Carroll, 1997; Hess & Kacmarek, 1993; Avant et al., 1997; Carter et al., 1998）認為 SpO₂ 值在 80%至 100%時，其值可信賴；而 Underhill (1999) 更指出如果 SpO₂ 的值在 95% 以上，則不需抽動脈血氧(ABG)分析檢驗病患的氧合情形。但經由氧與血紅素解離曲線（oxygen-hemoglobin dissociation curve）可了解：當 PaO₂ 小於 60mmHg（或 SaO₂ 小於 90%）之後，動脈血中的血氧飽和濃度將快速下降，可能會導致體內細胞發生缺氧情形，對人體造成傷害。所以找出

當 PaO₂ 為 60mmHg 或 SaO₂ 檢驗值為 90% 時，SpO₂ 測量值為何？是一件極為重要的事。

首先針對 SaO₂ 檢驗值作討論，Chiappini 等人 (1998) 的研究資料，以 Bland and Altman method 計算 SaO₂ 檢驗值和 SpO₂ 測量值的偏差為 1.56% (limits of agreement: -1.08% ~4.20%)，即當其研究樣本的 SaO₂ 檢驗值為 90% 時，其 SpO₂ 測量值為 88.44% (監視器上的 SpO₂ 測量值將顯示為 88%)。而 Seguin 等人(2000) 的兩組研究資料指出：第一組的 SaO₂ 檢驗值和 SpO₂ 測量值之偏差為-1.90% (limits of agreement: -5.6% ~1.76%)，即當其研究樣本的 SaO₂ 檢驗值為 90% 時，其 SpO₂ 測量值為 91.9% (監視器上的 SpO₂ 測量值將顯示為 92%)；而第二組的 SaO₂ 檢驗值和 SpO₂ 測量值之偏差為-2.49% (limits of agreement: -6.62% ~1.64%)。而本研究資料亦以 Bland and Altman method 進行統計得知：SaO₂ 檢驗值和 SpO₂ 測量值的偏差為-1.70% (limits of agreement: -10.07% ~6.67%)，即推論本研究樣本的 SaO₂ 檢驗值為 90% 時，其 SpO₂ 測量值為 91.7% (監視器上的 SpO₂ 測量值將顯示為 92%)。

接著對 PaO₂ 檢驗值作討論，於 1990 年時，Jubran 及 Tobin 兩位專家的研究指出：白種人脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值達 92% 時，其 PaO₂ 值大於 60mmHg 的個案數超過 80%；而黑人脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值需達 95% 時，其 PaO₂ 值大於 60mmHg 的個案數才會超過 80%；而本研究個案為黃種人，其結果顯示：當 SpO₂ 為 92% 時，PaO₂ 值超過 60mmHg 的人

數，超過全部個案數的 50% 以上；當 SpO_2 為 93% 時， PaO_2 值超過 60mmHg 的人數，超過全部個案數的 75% 以上，因此推論本研究樣本的 PaO_2 檢驗值大於 60mmHg 時，其 SpO_2 測量值需達 93% 。

綜合以上所述可了解：當脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的測量值小於 93% 時，病患的 PaO_2 值可能未達 60mmHg，所以臨床工作人員需密切注意病患是否出現缺氧的徵象。

第六章 結論

第一節 結論

自 1980 年代中期，脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)就已成為加護病房照護病人的基本配備(Seguin et al., 2000)，其能以非侵入性的方式持續性地監測病患的生理氧合狀態，以幫助臨床醫護同仁對病患病理生理上的了解，做出正確的診斷疾病，且提供適當的醫療方向。其亦可在病人情況突變時，提供警報，使醫護人員能及時採取適當甚至可救命之措施。由此可知：這種生理監測儀器--脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)，已對現代醫療行為起了很大的影響。

因此本研究探討在不同臨床情況下，病患 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的關係。首先進行 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的差異檢驗，並找出 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的偏差值，再分析病患在不同臨床情形下與 SpO₂ 測量值正確性之相關性，並探討影響 SpO₂ 測量值不正確之相關危險因子的相對重要性。再分析病患在不同臨床情形下，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之相關程度，並以 SpO₂ 測量值預測 SaO₂ 檢驗值，最後歸納出 SpO₂ 測量值的警戒線。

本研究結果發現：本研究樣本的 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值有差異性 ($t=5.984$, $p<0.01$) 存在，但兩者相關性高 ($r=0.920$, $p<0.01$)；接著進一步探討病患在不同臨床情形下，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值之相關程度，本研究發現：當病患體溫小於 36.0°C、血紅素小於 10gm/dl 及膽紅素值過高（膽紅素值大於 15mg/dl）時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相關性相對地較低；而當病患的

動脈血中氧濃度 (PaO₂) 低至 35mmHg 以下及動脈血中氧濃度 (PaO₂) 大於 100mmHg 時，其 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的相關性很低，且不據統計上的意義；SpO₂ 測量值之正確性與病患的血球容積(Hct)、膽紅素值、動脈血中的酸鹼度、動脈血中二氧化碳濃度、動脈血中氧濃度、是否靜脈注射冠狀動脈擴張劑 (NTG) 及是否靜脈滴注 PGE1 等變項間有關，而與病患的體溫、脈動式氧合測量器置放的部位、血中鈣離子濃度、血紅素濃度及是否靜脈輸注血管收縮劑等變項與 SpO₂ 測量值之正確性之間無關；以 SpO₂ 測量值能夠有效預測 SaO₂ 檢驗值，所得的迴歸方程式為： $SaO_2 \text{ 檢驗值} = -9.029 + 1.085 \text{ SpO}_2 \text{ 測量值}$ ；當脈動式氧合測量器的測量值小於 93% 時，臨床工作人員需密切注意病患是否出現缺氧的徵象。

藉由研究結果可了解醫護人員在使用脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry) 時，需配合臨床病情，審慎的判讀資料，因為脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry) 使用的目的只是為了提供照護的方針，它並不能治療疾病。且臨床醫護人員的工作是在療護病患，而不是在療護數據資料，因此醫護人員應將更多的時間、精力投注在病人身上，配合臨床病情，審慎的判讀資料。唯有醫護人員對所使用的脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)之原理、使用限制和適應症皆有所了解，病人才可能蒙受其利，否則反而會適獲其害。

誠如 Ford (1990) 所言：護理人員若太執著電腦科技監測系統，會使護理工作趨於負向；但若能了解其限制，並多思考其原理，將更能有效預測病人的病

況，並促進護理品質，使護理工作趨於正向。

第二節 於臨床護理上的應用

加護病房的護理人員照護重症病患的首要目標為維持適當的氧氣供應及組織灌流，因此護理人員觀察病患組織氧合作用是否適當，對照護重症病患的安全及預後而言，是非常有意義且重要的。但臨床上血氧的些微變化僅用肉眼觀察較不易發覺且不可靠，因此，大多數的加護單位皆仰賴脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)監測病患的氧合作用是否合宜，尤其對小兒科的重症單位而言，動脈血液氣體(ABG)分析的抽血技術難度高且易造成病童疼痛的感覺，若使用非侵入性的脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)監測病童的氧合情形，不但可減少病童心理的恐懼、傷害感，且可快速得知病童氧合情形的數據資料，有利於醫護人員在短時間內建立治療方向，並可針對其醫護措施的效果做出評估，但若判讀錯誤，將導致錯誤的療護，甚至降低病童生存的機會。因此本研究的成果期能幫助臨床護理人員在使用脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)監測氧氣飽和度時，能更進一步瞭解脈動式氧合測量器(Pulse Oximetry)的原理、使用限制和適應症，當其判讀 SpO_2 的資料時能審慎小心，正確地追蹤掌握病童病情的變化，提供病童完善的醫療照護。

第三節 研究限制

本研究因倫理考量僅收集臨床上需設置動脈導管監測動脈血氧分析的病患為樣本，且由於時間及人力限制，僅收集 46 名病患，紀錄 458 筆資料作為研究樣本，因此對於 SpO₂ 測量值與 SaO₂ 檢驗值的關係在某一些臨床病況下（如：病童體溫低於 36.0°C，使用較高劑量的 Dopamine、Dobutamine 等），出現研究資料數量不足的情形。且雖然在文獻查證時發現：若病患有變性血紅素值升高、靜脈注射顯影劑、塗抹指甲油、一氧化碳中毒及皮膚顏色較深等等的特徵出現時，會影響 SpO₂ 測量值的準確性，但在本研究樣本中並無上述特徵的患者，因此希望日後能有機會對其是否會影響 SpO₂ 測量值之正確性，做更進一步的探討。

參考文獻

Adams, J. A., Inman, I. M., Abreu, S. A., Zabaleta, I. A., & Sackner, M. A. (1995). A computer algorithm for differentiating valid from distorted pulse oximeter waveforms in neonates. Pediatric Pulmonology, *19*, 307-311.

Adams, J. M., Murfin, K., Mort, J., Gullikson, M., & Hansen, T. N. (1994). Detection of hyperoxemia in neonates by a new pulse oximeter. Neonatal Intensive Care, *7*(3), 42-45.

Avant, M. G., Lowe, N., & Torres, A. Jr. (1997). Comparison of accuracy and signal consistency of two reusable pulse oximeter probes in critically ill children. Respiratory care, *42*(7), 698-704.

Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet, *i*, 307-310.

Bosque, E. M. (1995). Symbiosis of nurse and machine through fuzzy logic: Improved specificity of a neonatal pulse oximeter alarm. Advances in Nursing Science, *18*(2), 67-75.

Bowes III, W. A., Corke, B. C., & Hulka, J. (1989). Pulse oximetry: a review of the theory, accuracy, and clinical applications. Obstetrics and Gynecology, *74*, 541-546.

Boxer, R. Gottesfeld, I., Singh, S., Lacorte, M. A., Parnell, V. A., & Walker, P.

(1987). Noninvasive pulse oximetry in children with cyanotic congenital heart disease.

Critical care medicine, 15, 1062-1064.

Brockway, J., & Hay, W. W. (1998). Prediction of arterial partial pressure of oxygen with pulse oxygen saturation measurement. Journal of Pediatrics, 133, 63-66.

Brodsky, J., Jhulman, M. S., Swan, M., & Mark, J. B. D. (1985). Pulse oximetry during one-lung ventilation. Anesthesiology, 63, 212-214.

Bucher, H. U., Keel, M., Wolf, M., Siebenthal, K., & Duc, G. (1994). Artfactual pulse-oximetry estimation in neonates. Lancet, 343, 1135-1136.

Carroll, P. (1997). Pulse oximetry at your fingertips. RN, 60(2), 22-27.

Carter, B. G., Carlin, J. B., Tibballs, J., Mead, H., Hochmann, M., & Osborne, A. (1998). Accuracy of two pulse oximeters at low arterial hemoglobin-oxygen saturation. Critical care medicine, 26(6), 1128-1133.

Casey, G. (2002). Oxygen transport and the use of pulse oximetry. Nursing Standard, 15(47), 46-53.

Chapman, K. R., Wiu, F. L. W., Watson, R. M., & Rebunk, A. S. (1986). Range of accuracy of two wavelength oximetry. Chest, 4, 540-542.

Chiappini, F., Fuso, L., & Pistelli, R. (1998). Accuracy of a pulse oximeter in the measurement of the oxyhaemoglobin saturation. European respiratory journal, 11, 716-719.

Comer, D. M. (1992). Pulse oximetry implications for practice. JOGNN, 21(1), 35-41.

Davison, J. A. H. & Hosie, H. E. (1993). Limitations of pulse oximetry; respiratory insufficiency- a failure of detection. British Medical Journal, 307(6900), 372-373.

Deckardt, R., & Steward, D. J. (1984). Noninvasive arterial hemoglobin oxygen saturation versus transcutaneous oxygen tension monitoring in the preterm infant. Critical care medicine, 12(11), 935-939.

Durand, M., & Ramanathan, R. (1986). Pulse oximetry for continuous oxygen monitoring in sick newborn infants. Journal of Pediatrics, 109(6), 1052-1056.

Fanconi, S., Doherty, P., Edmonds, J. F., Barker, G. A., & Bohn, D. J. (1985). Pulse oximetry in pediatric intensive care: Comparison with measured saturations and transcutaneous oxygen tension. Journal of pediatrics, 107, 362-366.

Fanconi, S. (1988). Reliability of pulse oximetry in hypoxic infants. Journal of pediatrics, 112(3), 424-427.

Ford, J. (1990). Computers and nursing: possibilities for transforming nursing. Computer in Nursing, 8(4), 160-164.

Gibson, L. Y. (1996). Pulse oximeter in the neonatal ICU: a correlational analysis. Pediatric Nursing, 22(6), 511-515.

Goldstein, M. R. (1999). Left heart hypoplasia a life saved with the use of a new pulse oximeter technology. Neonatal Intensive Care, 12(1), 14-17.

Gramlich, T. (1992). Pulse oximetry. Emergency, 24, 25-27.

Grieve, S. H., McIntosh, N., & Laing, I. A. (1997). Comparison of two different pulse oximeters in monitoring preterm infants. Critical care medicine, 25(12), 2051-2054.

Hay, Jr. W. W., Rodden, D. J., Collins, S. M., Melara, D. L., Hale, K. A., & Fashaw, L. M. (2002). Reliability of conventional and new pulse oximetry in neonatal patients. Journal of perinatology, 22, 360-366.

Hess, D., & Kacmarek, R. M. (1993). Techniques and devices for monitoring oxygenation. Respiratory care, 38(6), 646-671.

Hoke, T. R., Donohue, P. K., Bawa, P. K., Mitchell, R. D., Pathak, A., Rowe, P. C., & Byne, B. J. (2002). Oxygen saturation as a screening test for critical congenital heart disease: a preliminary study. Pediatric Cardiology, 23, 403-409.

Jensen, L. A., & Onyskiw, J. E. (1998). Meta-analysis of arterial oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in adults. Heart & Lung: Journal of Acute & Critical Care, 27(6), 387-408.

Jubran, A., & Tobin, M. J. (1990). Reliability of pulse oximetry in titrating supplemental oxygen therapy in ventilator-dependent patients. Chest, 97, 1420-1425.

Kagle, D., Alexander, C. M., Berko, R. S., Giuffre, M., & Gross, J. B. (1987). Evaluation of the Ohmeda 3700 pulse oximeter: Steady-state and transient response characteristics. Anesthesiology, *66*, 376-380.

Lefkoeitz, W. (2002). Oxygen and resuscitation: Beyond and Myth. Pediatrics, *109*(3), 517-519.

Loggan, M., Kerby, G. R., & Pingleton, S. K. (1998). Is routine assessment of arterial oxygen saturation in pulmonary outpatients indicated? Chest, *94*, 242-244.

Luttus, A., Fengler, T. W., Friedmann, W., & Duaenhausen, J. W. (1995). Continuous monitoring of fetal oxygen saturation by pulse oximetry. Obstetrics and Gynecology, *85*(2), 183-186.

Luttkus, A. K., Friedmann, W., Luttkus, C. H., & Dudenhausen, J. W. (1998). Correlation of fetal oxygen saturation to fetal heart rate patterns. Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica, *77*, 307-312.

Mattice, C. (1998). The best place to stick a pulse Ox sensor. RN, *61*(5), 63-65.

Mc Namara, H. M., & Dildy III, G. A. (1999). Continuous intrapartum PH, PO₂, PCO₂, and SpO₂ monitoring. Obstetrics and gynecology clinics of north America, *26*(4), 671-693.

Mok, J., Pintar, M., Benson, L., Mc Laughlin, F. J., & Levison, H. (1986). Evaluation of noninvasive measurements of oxygenation in stable infants. Critical

care medicine, 14(11), 960-963.

Mower, W. R., Sachs, C., Nickli, E. L., & Baraff, L. J. (1997). Pulse oximetry as a fifth pediatric vital sign. Pediatrics, 99(5), 681-686.

Odell, R. M., Doran, R. M., Erickson, R. C., Zeilinger, T. C., & Covle, M. G. (1994). Use of pulse oximetry to monitor venous saturation during extracorporeal life support. Critical care medicine, 22(4), 626-632.

Ogino, M. T. (2002). The advantages of a new technology pulse oximeter in neonatal care. Neonatal Intensive Care, 15(1), 24-27.

Rao, R., & Ramji, S. (2002). Pulse oximetry in asphyxiated newborns in the delivery room. Neonatal Intensive Care, 15(4), 37-38.

Russell, G. B., & Graybeal, J. M. (1995). Accuracy of laminated disposable pulse-oximeter sensors. Respiratory care, 40(7), 728-733.

Salyer, J. W., Burton, K., Lynch, J., Ballard, J., & Keenan, J. (1993). Adventures in recycling: The reuse of disposable pulse oximeter probes. Respiratory care, 38, 1072-1076.

Schnapp, L. M., & Cohen, N. H. (1990). Pulse oximetry: uses and sbuses. Chest, 98, 1244-1250.

Seguin, P., Rouzo, A. L., Tanguy, M., Guillou, Y. M., Feuillu, A., & Malledant, Y. (2000). Evidence for the need of bedside accuracy of pulse oximetry in an intensive

care unit. Critical care medicine, 28(3), 703-706.

Shrake, K., Blonshine, S., Brown, R., Crapo, R., Martineau, R., & Ruppell, G., et al. (1991). AARC clinical practice guideline pulse oximetry. Respiratory care, 36(12), 1406-1409.

Sobel, D. B. (1992). Burning of a neonate due to a pulse oximeter: arterial saturation monitoring. Pediatrics, 89(1), 154-155.

Stausholm, K., Adamsen, S. R., Edvardsen, L., Kehlet, H., & Rosenberg, J. (1997). Validation of pulse oximetry for monitoring of hypoxaemic episodes in the late postoperative period. British Journal Anaesthesia, 78, 86-87.

Stoneham, M. D., Saville, G. M., & Wilson, I. H. (1994). Knowledge about pulse oximetry among medical and nursing staff. Lancet, 344, 1339-1342.

Tobin, M. J. (1990). Respiratory monitoring. JAMA, 264, 244-251.

Underhill, D. (1999). The uses of pulse oximetry. Nursing Standard, 14(7), 45.

Volsko, T. A., Chatbum, R. L., & Kallstrom, T. J. (1996). Evaluation of a commercial standard for checking pulse oximeter performance. Respiratory Care, 41(2), 100-104.

Welch, J. P., DeCesare, R., & Hess, D. (1990). Pulse oximetry: instrumentation and clinical applications. Respiratory care, 35(6), 584-601.

Woodrow, P. (1999). Pulse oximetry. Nursing Standard, 13(42), 42-46.

Yelderman, M., & New, W. Jr. (1983). Evaluation of pulse oximetry.

Anesthesiology, 59, 349-352.

附錄

附表一 研究資料收集表

code							
病歷號							
性別							
OP							
診斷							
Age							
BW							
BT							
BP							
PO position							
Position edema							
PO 次數							
HR							
SpO ₂							
SaO ₂							
FiO ₂							
PH							
PaCO ₂							
PaO ₂							
HCO ₃ ⁻							
TCO ₂							
BE							
HCT							
CA							
Hb							
Bil T/D							
Hyperalimeatation							
Inotropic agents Dopamine(Dose)							
Inotropic agents Dobutamine(Dose)							
NTG							
pigmented skin							