

醫院血庫經濟訂購量模式之建立 ——個案研究

蘇 喜¹ 莊逸洲² 孫建峰² 林曉薇²

本研究為採用存貨理論中的經濟訂購量模式來建立醫院血庫血液存貨管理模式。由79、80年年平均使用量資料分析，血液年持有成本為9,763,977元，年訂購成本為121,600元，每次訂購成本為468元。以各血型平均年使用量乘以各血品容積作為分攤持有成本的依據，各血品再依其平均用量比率估算分擔之持有成本，而得經濟訂購量結果與訂購次數。成本資料由長庚醫院配合提出。為配合實際情況，以血品或血型來區分、合併分組方式來規劃。運輸時間為捐血中心考量運輸成本時的一大變項，如何將時間變項合理考量進而納入運輸模型中，為後續研究方向之一。（中華衛誌 1995；14（5）：446-454）

關鍵詞：血液經濟訂購量，血液管理系統，血液持有成本，血液訂購成本，全血／成分血。

前 言

台灣地區的醫療市場，在公保、勞保及農保陸續開辦後，保險醫療給付之收入，漸漸成為各醫療院所的主要收入來源，甚至在全民健保開辦後，各醫療院所的收入絕大部分是來自保險醫療給付。但在保險體系中，保險給付並非立即，此種支付方式與過去可向病患立即收取費用，有很大不同，造成各醫療院所管理者在經營醫療院所時需採行更有效率之管理技術，使醫療院所能因應保險體系的給付方式，不至因資金週轉困難，而影響其營運。所採行之新管理技術包括存貨管理、財務管理、醫院資訊系統等。存貨管理技術可使醫院存貨降至適當水準，提升醫院的流動資金水準，增加醫院經營的彈性。

本研究之目的乃針對醫院的血庫血液存貨加以研究，以建立血庫存貨模型，提供醫院在血庫營運管理上的參考。本研究將採用

存貨理論中的經濟訂購量模式來建立此血庫之存貨管理模式。

在建立一個有效率的存貨管理模式，需要對各項有關成本(如持有成本，包括血庫空間成本、保費、血庫人員薪資，及訂購成本等)資料進行蒐集。由於長庚醫院在該院的營運成本分析上，有較詳盡記載，因此比其他醫院有更完整的血庫成本資料，可供本研究參考用。本研究將採個案方式，以長庚醫院為例，進行血庫存貨模式的研究。

研究方法

一、血庫存貨成本分析

一般「存貨管理」理論在醫療上之應用，是對醫院藥品、醫材、物材及其他供應品的庫存管理，以適當的存貨規模及訂購方法，來提供醫院維持正常營運之用。建立有效率之存貨管理系統首先需對各項成本有明確的界定。存貨成本(Inventory Cost)應包括持有成本(Carrying Cost)、訂購成本(Ordering Cost)及短缺成本(Shortage

¹國立台灣大學醫療機構管理研究所

²長庚紀念醫院

投稿日期：83年9月

接受日期：84年6月

Cost)^[1]。然而，在醫院血庫存貨管理系統中由於短缺了血液以至無法順利救一條人命所造成的短缺成本為多少，至今仍很難估算。因此本研究的存貨成本以持有成本及訂購成本為探討範圍^[2]；持有成本及訂購成本界定如下^[3]：

1. 持有成本(Carrying Costs)：

為持有存貨所產生的成本，當存貨多時，此成本就上升。包括庫存空間成本(Warehousing Cost)、保費(Insurance Premium)及利息費用、庫房管理人員薪資、儲存設備折舊費用、損壞過期等成本。

以下分別就各項持有成本討論：

- (1) 庫存空間成本：以醫院建築設備之年折舊費用(T)按照血庫對全院之總樓板面積比(R)分攤而得到庫存空間成本。

$$\text{庫存空間成本} = T \cdot R$$

- (2) 水電費用：以現有臨床檢驗科每年水電費用(E)，按血庫佔全科樓板面積比率計算。

- (3) 保險費：在存貨成本中保險費應是專對存貨保險而言，若保險費無法如此精細估算時，可按樓板面積比來攤銷全院保險費(N)。

$$\text{保險費分攤} = N \cdot R$$

- (4) 過期損壞成本：每一種血品都有其保存期限，超過期限而仍未使用之血液就必須以報廢處理。如果全血一年的過期損壞量為 H_i ($i = A, B, O, AB$)，則各血型每年之過期損壞成本即為過期損壞量與單位價格(B)之乘積。(A, B, O, AB型血液之單位價格皆相同)

$$\text{破損成本} = H_i \cdot B (i = A, B, O, AB)$$

- (5) 倉儲人事成本：為處理血液存貨倉儲作業的人事成本。在無法獲得詳細人事資料時，可以血庫人事總成本，乘上處理存貨倉儲作業相關的人事比例。設血庫之人事總成本為P，處理存貨所需人事成本佔總成本之 α ，則倉儲存貨人事成本 =

$$P \cdot \alpha$$

- (6) 儲存設備折舊費用：儲存設備乃因存貨需要而產生，因此必需計入持有成本。對醫院血庫則因不同血品的儲存環境不同而有不同的庫存設備，必需對不同儲存環境的血品分別計算其庫存設備折舊。在此我們採直線折值為I，直接除以使用年限即為每年之儲存設備折舊。

$$\text{儲存設備折舊} = I/N, N = \text{使用年限}$$

- (7) 財務費用：為持有存貨所造成之機會成本，以取得存貨之資金成本乘上利息年利率來計算。

2. 訂購成本(Ordering Costs)

包括訂購費(Ordering Fee)、運送費(Delivery Fee)、進貨驗收、列入存貨等成本。

- (1) 運送費：捐血中心輸送血液至大型醫院之成本由捐血中心承擔，並不直接向醫院收取，所以運送費用為零。在中小型醫院並非由捐血中心運送，仍有運送成本之負擔。

- (2) 訂購人事成本：將血庫在血液訂購方面所佔用的人事成本分攤出來，做為訂購人事成本。分攤的方法是計算血液訂購所佔之時數，再分攤出應有之薪資成本。設每月用於血液訂購業務之時數佔個人每月總工時之 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ (若有n名人員投入部份時間於血液訂購業務)，其各別之薪資為 $P_1, P_2, \dots, P_n$ ，則訂購人事成本應為各別之乘積加總。

$$\text{訂購人事成本} = \sum P_i \cdot \lambda_i (i = 1 \dots n)$$

- (3) 訂購通訊成本：由血庫在血液訂購通訊佔血庫總通訊成本之比例可推求訂購通訊成本。設全院之通訊成本為C，血庫之通訊成本佔全院通訊成本之 ε ，血液訂購通訊佔血庫總通訊成本之 β 。

$$\text{訂購通訊成本} = C \cdot \varepsilon \cdot \beta$$

二、經濟訂購量(E.O.Q.)模式

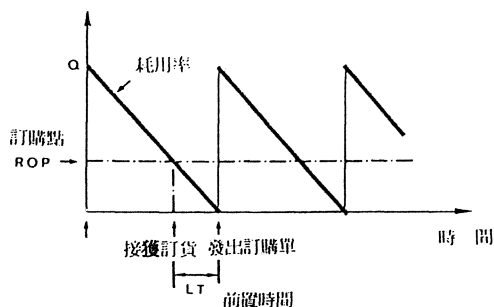
此模式為F.W.Harris在1915年首創^[4]。

在年持有存貨成本與年訂購成本之和最小化下，求取最佳訂購量。此模式未將商品的單位購價列入總成本，因為除非有數量折扣情況，此單位成本並不因訂購批量多少而不同；而在數量折扣情形下，另有模式可解釋。以下僅就基本的經濟訂購量模式加以探討。

基本經濟訂購量模式的假設如下：

- 僅包含一項產品
- 每次訂購數量不受限制
- 訂購成本不因訂購量多寡而有變動
- 前置時間為固定且為已知
- 耗用(需求)率固定且為已知
- 不准缺貨情形發生，即在一特定時間點上，存貨的補充率無限大

存貨週期〔圖一〕首先以收到 Q 單位訂購量開始，而存貨以固定速率減少。當手邊持有存貨恰可滿足前置時間內的需求量時，則是再次訂購 Q 單位之時。由於假設存貨耗用率與前置時間皆固定，所以手邊存貨降至零時，訂貨恰運達。



圖一 存貨週期圖

經濟訂購量之基本形式為每年之總存貨成本，是年總持有成本(Total annual carrying cost)與年總訂購成本(Total annual ordering cost)之和。年持有成本是將持有之平均存貨量乘上每單位每年持有成本，平均存貨是訂購量的一半，所以年持有成本為 $(Q/2) \cdot H$ 。全年訂購次數為年需求量除以每次之訂購量 (D/Q) ，因訂購成本不受訂購量的影響而為一定值，年訂購成本即為年訂購次數乘以每次訂

購成本 $[(D/Q) \cdot S]$ 。

$$TC = \frac{Q}{2} \cdot H + \frac{D}{Q} \cdot S$$

其中TC：總存貨成本

Q：每次之訂購量

H：每年每單位持有成本

D：年需求量

S：每次之訂購成本

欲使總成本最小，將此式對 Q 微分，令微分式為0，即可求得最佳經濟訂購量為：

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

藉由經濟訂購量模型的計算，可以得到最佳訂購週期(Economic Order Interval)、最佳訂購金額、最佳訂購次數或最佳訂購量(Economic Order Quantity)；其中各單位最期望獲得的應是最佳訂購量。

結 果

利用問卷、電話聯繫及當面訪談，獲得長庚紀念醫院血庫之各項初步資料如下：

一、年平均使用量(D_i , $i=A, B, O, AB$)

各血型全血的平均使用量由79、80年之年用量平均而得，A型為8,536袋，B型為7,476袋，O型為13,053袋，AB型為1,696袋。全血各血型每單位(250C.C.)之基本費均為500元。

二、持有成本

1. 庫存空間成本：根據長庚紀念醫院血庫所提供之資料，長庚紀念醫院營建成本為1,352,303,700元，以三十年外加殘值一年共計三十一年平攤折舊，每年之建築設備折舊費用為43,622,700元。全區樓板面積36,316坪，血庫佔25坪，故庫存空間成本為每年30,030元。

$$(43,622,700/36,316) \cdot 25 = 30,030(\text{元})$$

2. 水電費用：根據長庚紀念醫院血庫所提供之資料，以現有臨床檢驗科每年水電費用為3,518,400元(293,200元/月 $\cdot$ 12月)，依血庫樓板面積25坪，佔

全科625坪樓板面積比率計算，水電費用為每年140,736元。

$$(3,518,400/625) \cdot 25 = 140,736(\text{元})$$

3. 保險費用：長庚醫院血庫屬於臨床病理科，而現有臨床病理科全年保險費用為2,521元，以血庫樓板面積25坪佔全科625坪樓板面積比率計算，保險費用為每年101元。

$$(2,521/625) \cdot 25 = 101(\text{元})$$

4. 過期損壞成本：長庚紀念醫院血庫79年各血型全血之報廢量為A型147袋，B型85袋，O型159袋，AB型28袋。由於此處之報廢量絕大部份為寄存報廢，即病患購買之血液送出血庫後因沒有使用而列為報廢，此一部份之成本因由病患負擔，所以實際上醫院血庫的血液過期損壞成本可視為零。

5. 倉儲人事成本：根據長庚紀念醫院血庫所提供之資料，血庫現有人數19人，每年人事成本為11,987,256元(998,938元/月·12月)，實際參與倉儲作業者8人，故倉儲人事成本為每年5,047,266元。

$$(11,987,256/19) \cdot 8 = 5,047,266(\text{元})$$

6. 儲存設備折舊費用：長庚紀念醫院血庫庫存全血血品所需之設備表列如表1，每項設備均以五年外加一年殘值平均攤提，得到每年庫存全血血品之儲存設備折舊為219,100元。

7. 財務費用：依長庚醫院所提供之取得存貨(包括全血及各種成分血)之資金成本54,084,300元，按定存年利率8%計算，財務費用為4,326,744元。

$$54,084,300 \cdot 8\% = 4,326,744(\text{元})$$

表1：長庚紀念醫院血庫庫存全血血品所需之設備一覽表

庫存設備	購入原價	購入日期	折舊
1冷藏庫	714,000	80/01/06	119,000
2冷藏庫	525,000	80/01/06	87,500
3三門式冰箱	75,600	76/11/16	12,600
合計	1,314,600		219,100

三、訂購成本

1. 血液訂購人事成本：根據長庚紀念醫院血庫所提供之資料，血庫每月血液訂購業務合計約30小時，佔月工作時數之0.17(λ)，負責人員薪資每月約40,000元(P)。所以一年之訂購人事成本為81,600元。

$$40,000 \cdot 0.17 \cdot 12 = 81,600(\text{元})$$

2. 血液訂購通訊成本：根據長庚紀念醫院血庫所提供之資料，血庫每月用於血液訂購之通訊成本(包括電話、傳真、郵遞等各項)約為40,000元。根據以上之各項成本定義及計算方法，長庚醫院血庫之持有成本及訂購成本如表2所示。

3. 每次訂購成本(S)：假設每次訂購之成本不因訂購量大小而有不同，以總訂購成本除以研究期間內總訂購次數(約260次)，即可得到每次訂購成本為468元(121,600元/260次)。

表2：長庚紀念醫院血庫之持有成本及訂購成本

項	目	成本(台幣，元)
一、持有成本：		
(1)	庫存空間成本	30,030
(2)	水電費用	140,736
(3)	保險費	101
(4)	倉儲人事費用	5,047,266
(5)	儲存設備折舊	219,100
(6)	財務費用	4,326,744
小	計	9,763,977
二、訂購成本：		
(1)	訂購人事成本	81,600
(2)	訂購通訊成本	40,000
小	計	121,600
合	計	10,007,177

四、經濟訂購量模式之建立

本研究中，由於各血品血型需求量不

同，故將之視為不同之貨品，各項持有成本必須分別分攤。由表2可計算出長庚紀念醫院血庫各血品總持有成本為9,763,977元，粗略的以各血品79、80年的平均年使用量乘以各血品的容積作為分攤持有成本的依據(見表3)；如全血(WB)年平均使用量乘以其每單位容積得總容積為7,690,000C.C.，占所有血品之容積百分比為30.20%，故其分攤總持有

成本之30.20%，即2,948,721元(9,763,977 • 30.20%)。各種血品再依其各血型79、80年度之平均用量比率(A型27.75%、B型24.30%、O型42.43%、AB型5.52%)估算各血型應分擔之持有成本，如A型全血分攤全血總持有成本之27.75%，即818,270元(2,948,721 • 27.75%)；其他各類血品之不同血型算法相同(見表4-A~4-E)。

表3：各血品之持有成本分析

血品*	年平均 使用量(單位)	每單位 容積(C.C.)	總容積	百分比	持有成本分攤
WB	30760	250	7,690,000	30.20%	2,948,721
RBC	41344	130	5,374,720	21.11%	2,061,176
WRBC	436	130	56,680	0.22%	21,481
WBC-Con	1118	30	33,540	0.13%	12,693
Pla-Con	16872	300	5,061,600	19.88%	1,941,079
FFP	47530	125	5,941,250	23.34%	2,278,912
FP	10191	125	1,273,875	5.00%	488,199
Cryo.	1406	20	28,120	0.11%	10,740
合 計			25,459,785		9,763,977

*血品名稱：WB，全血；RBC，紅血球濃厚液；WRBC，洗滌紅血球；WBC-Con，白血球濃厚液；Pla-CoN，血小板濃厚液；FFP，新鮮冷凍血漿；FP，冷凍血漿；Cryo，冷凍沉澱品。

表4-A：全血(WB)各血型每單位所分擔之持有成本估算

血型	平均使用量 Di(袋) (1)	百分比 (2)	分攤總持有 成本(3) =(a) • (2)	單位持有 成本Hi(4) =(3)/(1)
A	8536	27.75%	818270	95.86
B	7475	24.30%	716539	95.86
O	13053	42.43%	1251142	95.86
AB	1696	5.52%	162769	95.86
合計	30760	100.00%	2948721(a)	95.86

表4-B：紅血球濃厚液(RBC)各血型每單位所分擔之持有成本估算

血型	平均使用量 Di(袋) (1)	百分比 (2)	分攤總持有 成本(3) = (b) • (2)	單位持有 成本Hi(4) = (3)/(1)
A	11473	27.75%	571976	49.85
B	10047	24.30%	500866	49.85
O	17542	42.43%	874557	49.85
AB	2282	5.53%	113777	49.85
合計	41344	100.00%	2061176(b)	49.85

表4-C：血小板濃厚液(PLA-CON)各血型每單位所分擔之持有成本估算

血型	平均使用量 Di(袋) (1)	百分比 (2)	分攤總持有 成本(3) = (c) • (2)	單位持有 成本Hi(4) = (3)/(1)
A	4682	27.75%	538649	115.05
B	4100	24.30%	471682	115.05
O	7159	42.43%	823600	115.05
AB	931	5.53%	107148	115.05
合計	16872	100.00%	1941079(c)	115.05

表4-D：新鮮冷凍血漿(FFP)各血型每單位所分擔之持有成本估算

血型	平均使用量 Di(袋) (1)	百分比 (2)	分攤總持有 成本(3) = (d) • (2)	單位持有 成本Hi(4) = (3)/(1)
A	13190	27.75%	632398	47.95
B	11550	24.30%	553776	47.95
O	20167	42.43%	966942	47.95
AB	2624	5.53%	125796	47.95
合計	47530	100.00%	2278912(d)	47.95

表4-E：冷凍血漿(FP)各血型每單位所分擔之持有成本估算

血型	平均使用量 Di(袋) (1)	百分比 (2)	分攤總持有 成本(3) = (e) • (2)	單位持有 成本Hi(4) = (3)/(1)
A	2828	27.75%	135475	47.90
B	2476	24.30%	118632	47.90
O	4324	42.43%	207143	47.90
AB	563	5.53%	26949	47.90
合計	10191	100.00%	488199(e)	47.90

經由上述各血品之各類血型持有成本資料之分析，及每次訂購成本之估算，代入如下之經濟訂購量模式，得結果如表5。

$$EOQ(i) = \sqrt{\frac{2D_i \cdot S}{H_i}}$$

D_i ：年用量Annual consumption (no. of units)，

$i = A, B, O, AB$

S ：每次訂購成本Ordering price per order

H_i ：每年每單位持有成本unit carrying cost，

$i = A, B, O, AB$

表5：各血品各血型之經濟訂購量及訂購次數

血品		需求量(袋)	單位持有成本	訂購成本	EOQ(袋)	訂購次數	
						次/年	次/月
WB	A	8536	95.86	468	289	30	2.5
	B	7475	95.86	468	270	28	2.3
	O	13053	95.86	468	357	37	3.0
	AB	1696	95.86	468	129	13	1.1
RBC	A	11473	49.85	468	464	25	2.1
	B	10047	49.85	468	434	23	1.9
	O	17542	49.85	468	574	31	2.5
	AB	2282	49.85	468	207	11	0.9
PLA-CON	A	4682	115.05	468	195	24	2.0
	B	4100	115.05	468	183	22	1.9
	O	7159	115.05	468	241	30	2.5
	AB	931	115.05	468	87	11	0.9
FFP	A	13190	47.95	468	507	26	2.2
	B	11550	47.95	468	475	24	2.0
	O	20167	47.95	468	627	32	2.7
	AB	2624	47.95	468	226	12	1.0
FP	A	2828	47.90	468	235	12	1.0
	B	2476	47.90	468	220	11	0.9
	O	4324	47.90	468	291	15	1.2
	AB	563	47.90	468	105	5	0.4

討 論

為建立一全國血液供輸的試驗性模型，及各捐血中心對該負責醫療區域內醫院間血液供輸之最有效率網路，首需建立捐血中心及同一醫療區內各醫院間血液供輸資料之資料庫，進而利用成本分析的方法算出醫院內每單位血品所引發(或所該分擔)之持有成本

(Carrying Cost)及每次訂購血液所需花費之訂購成本(Ordering Cost)，以求得各醫院之經濟訂購模式。以所建立之各醫院經濟訂購模式再統合捐血中心的運輸成本，方得以規畫最適當的血液運輸網路。

本研究之成本資料乃由長庚醫院配合提出，其他醫院或願意配合，但卻無明確之成本資料，所以存貨模型的建立現階段僅適用

於長庚醫院，無法外推至其他醫院。為配合實際情況，對於各血品及血型之訂購量與訂購週期，可有下列層面考量：

1. 各血品與各血型分別作為一個獨立之訂購項目。依表5所列各血品、血型不同之訂購量與訂購次數、週期，分別訂購。此法因過於瑣碎，宜加以整理歸納出更簡便之訂購法。
2. 以血品來區分，各血型中只要有一血型的存量下降至再訂購點，即所有血型皆補足到經濟訂購的量。而於同一血品中，若訂購次數相差太大者，可作一分組(grouping)。例如WB血品中，A型、B型每年訂購次數相近，可同時訂購；而O型與AB型最佳訂購次數差異頗大，可各別自成一組。建議訂購方式如表6。
3. 以血型來區分，同一血型之不同血品來作合併分組：如同為A型血，其紅血球、血小板濃厚液及新鮮冷凍血漿之最佳訂購次數相近，可併為一組；以其中最小之訂購週期作為再訂購的基準，其他則補充至以此最小訂購週期所換算出之經濟訂購量。建議訂購方式如表7。
4. 考慮實務上需求，採取更簡化的訂購方式，以10天訂購一次，一個月訂購兩次、或一星期訂購一次為原則，建議訂購方式如表8。

表6：以血品分類之訂購分組

血品	第一組	第二組	第三組*
WB	O型	A型、B型	AB型
RBC	O型	A型、B型	AB型
PLA-CON	O型	A型、B型	AB型
FFP	O型	A型、B型	AB型
FP	O型	A型、B型	AB型

*第三組之訂購次數約為第一組之1/3，所以第一組每訂購三次，可一起訂購第三組。

表7：以血型分類之訂購分組

血型	第一組	第二組	第三組
A	WB	RBC、PLA-CON、FFP	FP
B	WB	RBC、PLA-CON、FFP	FP
O	WB	RBC、PLA-CON、FFP	FP
AB	WB	RBC、PLA-CON、FFP	FP

*以最小訂購週期(p')為基準時，換算經濟訂購量(EOQ')之方法為：

$$EOQ' = (P'/P) \cdot EOQ$$

P' ：最小訂購週期
 P ：原訂購週期
 EOQ' ：換算後之經濟訂購量
 EOQ ：原經濟訂購量

表8：簡化訂購方式

血品/血型	A	B	O	AB
WB	10天1次	15天1次	10天1次	30天1次
RBC	15天1次	15天1次	10天1次	30天1次
PLA-CON	15天1次	15天1次	10天1次	30天1次
FFP	15天1次	15天1次	10天1次	30天1次
FP	30天1次	30天1次	30天1次	60天1次

為了使捐血中心及各需求醫院彼此能減少不必要的開支及浪費以及使現有的資源能有效地運用，因此本研究未來擬結合經濟訂購模式與運輸模型，建立一符合經濟訂購模式之運輸模型，以長庚醫院為例，雖知其經濟訂購點及經濟訂購量，但實際上為了配合捐血中心運輸的時間表，往往集中在一星期中的某二天訂購，無法確實應用本模式。因此若能將經濟訂購模式與運輸模型做適當的結合，於最適狀況下提出訂購，定有很大助益。

參考文獻

1. Hughes TF. Objectives of and effective inventory control system. Am J Hosp Pharm Oct. 1984;41: 2079-85.
2. Kwak NK, Elizabeth Durbin, Diane Stanley. An inventory model for optimizing purchasing of intra-

- venous fluids for hospitals; A case study. Journal of Medical Systems 1991;**15**(2):171-81.
3. Ron Ballentine, Ravin RL, Gillbert JR. ABC inventory analysis and economic order quantity concept in hospital pharmacy purchasing. Am J Hosp Pharm Jun. 1976;**33**:552-5.
4. William J. Stevenson著，方世榮譯，生產管理。台北，曉園出版社，1992。

THE ECONOMIC ORDER QUANTITY MODEL BUILDING FOR A HOSPITAL BLOOD BANK

SYI SU¹, YI-CHOU CHUANG², CHIEN-FENG SUN², HSIAO-WEI LIN²

The research is conducted to establish an economic order of quantity (E.O.Q.) of whole blood (WB), Red Blood Cell concentrated (RBC), platelet concentrated (PC), frozen fresh plasma (FFP) and frozen plasma (FP) from hospitals' perspective. Using the information of patients demand, incorporated with the carrying cost, ordering cost and investment cost incurred to the

hospital, the economic order of quantity (E.O.Q.) for whole blood and above mentioned popularly used component blood can be developed. The E.O.Q. models can lend themselves to blood ordering decision making, and as the base data for national blood demand/supply transportation network. (*Chin J Public Health (Taipei)* ; 1995 :**14**(5) : 446- 454)

Key words : *Blood Economic Order of Quantity, Blood Management System, Blood Carrying Cost, Blood Ordering Cost, Whole Blood/Component Blood*

¹ Institute of Health Care Organization Administration, National Taiwan University

² Chang-Gung Memorial Hospital