

冠狀動脈繞道手術量與療效關係之實證研究

許碧峰

目標：本文利用2000-2005年全民健保資料庫之冠狀動脈繞道手術(CABG)病患資料，探討醫院手術量與病患療效之關係。二者的關係是因醫院的熟能生巧效果？亦或是各醫院的醫療品質差異？**方法：**本文利用Cox比例危險模型探討病患死亡危險率之影響因素。另外，為考量各醫院因醫療品質差異對病患療效之影響，在病患的存活模型中加入各醫院的個別效果。**結果：**在病患的存活模型中發現每增加1%的醫院手術量將使病患死亡的危險率下降17.5%。但是，若在病患的存活模型中加入各醫院的個別效果，以醫院手術量與病患療效的時間變化量衡量二者關係，將發現二者的關係不再顯著。**結論：**醫院手術量與病患療效的關係主要是反映各醫院醫療品質的差異，並非是熟能生巧效果。當醫院有較佳的醫療品質時，不僅使其病患具有較佳的療效，也因常被選擇與推薦而擁有高手術量，使得手術量與病患療效產生正向關係。(台灣衛誌 2009；28(1)：69-77)

關鍵詞：Cox比例危險模型、醫療品質、醫院手術量

前 言

過去二十多年的臨床醫學實證發現，外科手術量大的醫院(或醫師)比手術量少的醫院(或醫師)更能提供較佳的醫療品質；尤其是在高難度手術，高、低手術量醫院(或醫師)的病患療效差距將更大。手術量與療效間顯著的正向關係，是因為醫術的熟能生巧(practice makes perfect)嗎？由於高難度手術，一年的累積病例並不多，若是醫術可以熟能生巧，學習效果在病例少的高難度手術應遠低於累積病例高的低難度手術。更何況根據經濟理論，在產量成長快的產業才具有明顯的邊做邊學效果，療效差距大怎麼會在手術量不多的高難度手術呢？手術量與療效的關係真的只是因為醫術的熟能生巧嗎？

或者是其他因素同時影響醫院的手術量與病患的療效？本文以2000-2005年接受冠狀動脈繞道手術(coronary artery bypass graft, CABG)病患為研究對象，在考量每家醫院因醫療品質差異的個別影響下，醫院的手術量是否仍與病患的療效呈現正向關係？

臨床醫學為探討手術量對療效的影響，多以療效為被解釋變數，並以該醫院(或醫師)手術量為解釋變數，利用迴歸分析估計二者的關係。Halm等人回顧了135篇文獻，發現即使考慮了疾病複雜度至少有70%的文獻均得到手術量與療效間具有顯著的正相關[1]；尤其是在食道切除手術[2,3]、胰臟癌[4,5]、腹主動脈瘤修補手術等高難度手術，高、低手術量的療效差距大。但相對地，在死亡率低的全膝置換術、接生手術則療效差距較不顯著[6,7]。

雖臨床醫學的文獻證實了手術量與療效的顯著正向關係，而經濟學者卻進一步分析是何種因素導致這樣的結果。早期Litt等人以及Hughes等人利用聯立模型發現手術量與療效是互相影響，因此將二者的互動關係分

義守大學財務金融學系

通訊作者：許碧峰

聯絡地址：高雄縣大樹鄉學城路1段1號

E-mail: hsupf@isu.edu.tw

投稿日期：97年8月19日

接受日期：98年1月20日

為手術量影響療效的熟能生巧效果，以及療效影響手術量的選擇轉介(selective referral)效果。前者的關係來自於該醫院因為手術量高將累積較多的經驗所以有較佳的療效；後者的關係則由於該醫院的病患有較佳的療效，藉由被選擇與推薦而擁有較高的手術量[8,9]。因此手術量與療效的關係是存在熟能生巧和選擇轉介兩種因素的影響。

由於手術量與療效的關係除了反映手術量影響療效的熟能生巧效果外，另一方面，有可能該醫院有較佳的醫療品質，不僅使其病患有好的療效，也因常被選擇與推薦而擁有較高的手術量，使醫院的手術量與病患療效產生正向關係。晚近醫療經濟的實證研究，為考量各醫院因醫療品質差異的個別影響，在病患的存活模型中加入各醫院的虛擬變數，以固定效果衡量各醫院的療效差異[10-12]。實證結果發現，在病患的存活模型中加入各醫院的虛擬變數後，醫院的手術量並不影響病患發生出院的機率，因此否定熟能生巧效果，表示影響手術量與療效關係的主要因素在於醫院間醫療品質的差異。而Gaynor等人利用動態模型分析1983-1999年加州醫院執行冠狀動脈繞道手術的手術量與療效關係，同樣發現前一年的手術量無法影響當期醫院病患的療效，所以否定外科手術具有熟能生巧效果[13]。

綜觀上述，本文利用Cox比例危險模型(proportional hazard model)探討醫院冠狀動脈繞道手術量與其病患的療效關係。由於各醫院因可觀察到的評鑑等級、權屬別等因素，或者是技術效率、醫護人員素質、城鄉差距等不可觀察到因素，都將影響其醫療品質；因此，為考量各醫院因醫療品質差異對病患療效之影響，在病患的存活模型中加入各醫院的個別效果。在考量每家醫院因醫療品質差異的個別影響下，醫院手術量與病患療效的正向關係是否依然存在？

材料與方法

本文利用2000-2005年全民健保資料庫之「住院醫療費用清單明細檔」與「醫事機

構資料庫」，擷取區域級以上醫院之冠狀動脈繞道手術住院病患資料。該資料庫登錄所有的住院病患，而非一抽樣資料庫，使每家醫院有足夠的樣本探討手術量與病患療效之變化。本文選擇冠狀動脈繞道手術病患之原因如下：(1)冠狀動脈手術病患多為急診入院，使得病患選擇就醫的原因主要是因就醫距離的遠近；(2)冠狀動脈繞道手術病患無法事先得知疾病嚴重性，須經檢查或診斷；在此情形下，本文假設病患之未觀察到疾病嚴重性與各醫院之醫療品質無關，避免病患就醫選擇所產生的選擇性偏誤(selection bias)問題。本文假設各醫院病患存活超過t時發生死亡的危險函數為一Cox比例危險模型，將危險函數表示如下：

$$h(t | X, Vol, \epsilon) = h_0(t) \exp(\beta X_i + \gamma Vol_{h(i)} + \epsilon_i) \quad (1)$$

其中， $h(t)$ 為冠狀動脈繞道手術病患的危險函數， $h_0(t)$ 為時間點t時的基本危險函數(baseline hazard function)，表示當解釋變數均為0時的事件機率。 X_i 為可觀察到病患i特質，如性別、年齡、處置等變數； $Vol_{h(i)}$ 則為治療i病患的h醫院手術量，本文以該醫院前一年12個月的總手術量衡量；此外， ϵ_i 為病患i的未觀察到疾病嚴重性。本文以病患的住院期為研究期間，若病患出院目的為治療出院、改門診治療，視為存活；病患於院內死亡、自動出院且退保，則視為死亡。

另一方面，醫院手術量與病患療效的關係，有可能該醫院本來就有較佳的醫療品質，不僅提升病患的療效，也因常被選擇與推薦而使該醫院擁有高手術量。為考量各醫院醫療品質對病患療效的個別影響，將(1)式病患發生死亡之Cox比例危險模型改寫如下：

$$h(t | X, Vol, \theta, \epsilon) = h_0(t) \exp(\beta X_i + \gamma Vol_{h(i)} + \theta_{h(i)} + \epsilon_i) \quad (2)$$

其中， $\theta_{h(i)}$ 為h醫院的醫療品質對病患i療效之個別影響。另外，假設各醫院的醫療品質分別以固定係數形式或隨機變動形式影響病患療效，將(2)式之 $\theta_{h(i)}$ 分別表示為：

固定係數模型： $\theta_{h(i)} = \theta_h$

隨機係數模型： $\theta_{h(i)} = \bar{\theta} + v_h \quad v_h \sim \text{gamma}(1, \sigma_v^2)$

其中，固定係數模型僅以各醫院虛擬變數表示醫療品質的差異，而隨機係數模型則假設各醫院來自醫療品質平均 θ 的母體，各醫院以隨機變數 v_h 產生醫療品質差異。若加入各醫院個別效果後，醫院的手術量與病患的療效不再具有顯著關係，表示手術量與療效的關係主要來自各醫院醫療品質的差異，而非經驗累積的熟能生巧效果。

結 果

本文擷取2000-2005年全民健保資料庫之冠狀動脈繞道手術病患與醫院資料，排除手術量30件以下的醫院，總共有41家醫院與19,908位病患。表一依醫院六年的總手術量分成三組，最低組的手術量為117件以下，最高手術量之組別則為638件以上，每一組有13-14家醫院。由表一可發現，手術量高的醫院有較低的病患死亡率(8.26%)，如同臨床文獻之發現，醫院的手術量與病患的死亡率呈反向關係。但是，手術量與住院天

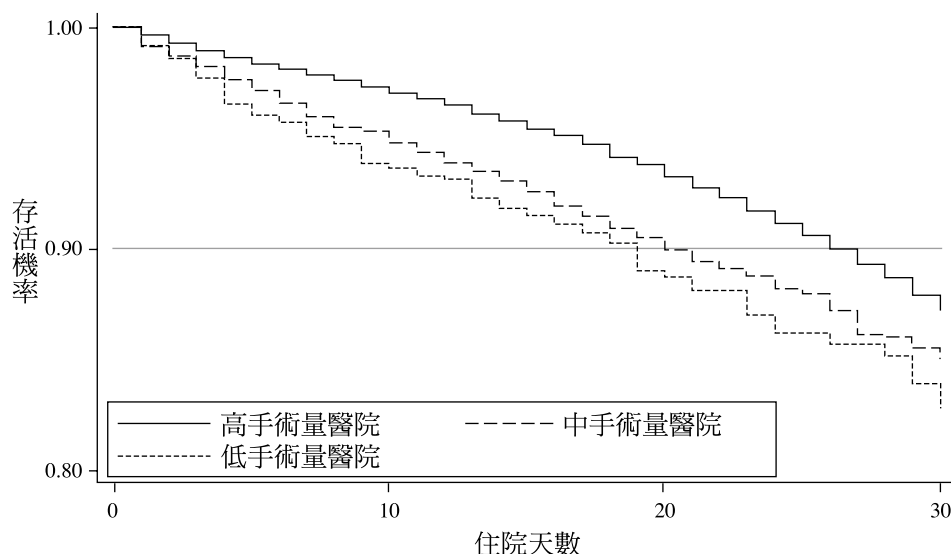
數、平均醫療費用無一致的關係。在高手術量醫院病患的平均住院天數(19.25)最長，平均醫療費用最少(389,123)；而醫院的手術量屬於中組的住院天數則最短(18.10)，但平均醫療費用卻最高(400,765)；其原因可能是住院天數、醫療費用除了受醫術影響外，尚與疾病嚴重程度有關。另外，醫學中心大部分擁有高手術量，而區域醫院主要屬於低手術量組。因此，醫院手術量的高低與評鑑等級具有高度相關。

圖一為醫院手術量高、中、低三組的Kaplan-Meier存活曲線圖。透過圖一可發現，不同手術量醫院之存活函數似乎有差異，尤其是高手術量組與中手術量組之間的差距。採用log-rank檢定不同手術量組之病患存活函數差異，卡方統計量為59，顯著水準p值小於0.001，顯示不同手術量醫院之病患存活函數確實有顯著差異，且以高手術量醫院的存活機率為最大，表示在高手術量醫院有較低的病患死亡率，醫院的手術量與病患的死亡率呈現反向相關。

表一 執行冠狀動脈繞道手術醫院與其病患之基本資料分析

2000-2005年總手術量	638以上	118-638	117以下
醫院家數	13	14	14
私立醫學中心	6	5	---
公立醫學中心	5	1	1
私立區域醫院	2	8	10
公立區域醫院	---	---	3
病患數	14,581	4,426	901
死亡率	8.26%	10.96%	13.32%
醫療費用平均數	389,123	400,765	389,902
醫療費用中位數	352,788	361,505	341,441
醫療費用(Q3-Q1)	133,655	139,052	140,412
醫療費用標準差	(185,669)	(177,786)	(176,585)
住院天數平均數	19.25	18.10	18.69
住院天數中位數	17	15	16
住院天數(Q3-Q1)	11	11	11
住院天數標準差	(10.99)	(11.22)	(11.90)
每年手術量平均數	194.07	62.07	33.25
每年手術量中位數	198	68	24
每年手術量(Q3-Q1)	125	45	20
每年手術量標準差	(71.44)	(28.04)	(24.39)

註：括號內為標準差。



圖一 Kaplan-Meier存活曲線圖

表二為冠狀動脈繞道手術病患之常見處置與次診斷。若以終止住院狀態區分，可發現存活、死亡病患在冠狀動脈繞道條數的分配比例差異不大，因此，冠狀動脈繞道條數可能不太影響死亡事件的發生。另外，死亡病患相較於存活病患有較高的比例在主動脈內氣球幫浦、瓣環成形術等處置。而死亡病患相對存活病患也有相對較高比例出現心顫、急性腎衰竭、沙門氏菌感染、肺炎、急性心肌梗塞、充血性心臟衰竭等次診斷，這些可能是冠狀動脈繞道手術後常見的併發症，並造成病患死亡的原因。另外，若將醫院的手術量依高、中、低分成三組，檢視各組醫院在常見處置、次診斷的分配比例，發現三組的分配比例差異不大，顯示病患的疾病嚴重程度因就醫選擇產生的選擇性偏誤問題並不嚴重。

本文利用Stata軟體以Cox比例危險模型估計病患發生死亡危險率的影響因素。在(1)式模型中，以死亡危險率為被解釋變數，考量病患年齡、疾病嚴重度，以及各醫院手術量之影響。由於病患的處置方式取決於疾病的嚴重程度，所以在病患的存活模型中放入手術方式以反映疾病的嚴重程度。在估計前，本文先利用Schoenfeld殘差項檢

定模型是否滿足Cox比例危險模型之假設，亦即各變數對危險率之影響不隨時間而改變。檢定結果發現，主動脈內氣球幫浦對病患死亡危險率之影響具時間相依性，因此，在估計過程中將主動脈內氣球幫浦乘上時間變項。表三的估計結果顯示病患年齡增加將增加死亡的危險率，每增加1歲其危險率為1.032，亦即危險率增加3.2%。醫院的手術量增加將使病患死亡的危險率下降，每增加1%的手術量其危險率為原來的0.825，亦即使死亡危險率下降17.5%。另外，接受主動脈內氣球幫浦的病患將相較於無此處置的病患，其死亡危險率每住院一天將增加6%，接受瓣環成形術病患相較於無此處置病患的死亡危險率為2.669。

另一方面，醫院手術量與病患療效的正向關係，有可能該醫院本來就有較佳的醫療品質，不僅提升病患的療效，也因常被選擇與推薦而使該醫院擁有高手術量。由於醫院的醫療品質差異除了受評鑑等級、權屬別等已觀察到因素影響外，尚包括醫院技術效率、醫護人員素質、城鄉差距等未觀察到因素的影響。為考量所有已觀察到與未觀察到因素對病患療效之影響，另外以(2)式為估計式，在模型中加入各醫院的個別效果，

表二 冠狀動脈繞道手術病患之常見處置與次診斷

變項	終止住院狀態		醫院六年總手術量		
	存活	死亡	高	中	低
冠狀動脈繞道一條	8.70%	10.29%	9.22%	8.15%	6.26%
冠狀動脈繞道二條	31.60%	27.91%	32.74%	26.81%	29.72%
冠狀動脈繞道三條	39.37%	42.58%	36.64%	47.60%	48.83%
冠狀動脈繞道四條	17.07%	17.50%	18.20%	13.74%	16.03%
內乳動脈繞道手術	49.88%	26.43%	52.18%	37.59%	29.51%
主動脈內氣球幫浦	5.47%	20.76%	7.07%	5.98%	6.05%
瓣環成形術	1.24%	4.32%	1.54%	1.19%	2.34%
體外循環輔助	70.38%	70.55%	70.59%	68.76%	75.05%
冠狀動脈血管X光攝影術	48.90%	43.70%	46.88%	51.87%	56.79%
心導管檢查	50.41%	42.58%	48.56%	51.07%	61.57%
心血管造影	17.68%	8.52%	17.90%	13.99%	14.97%
冠狀動脈氣球擴張術	4.04%	8.69%	4.69%	3.26%	6.05%
葉克膜一體外循環維生系統	0.20%	8.22%	1.03%	0.59%	0.11%
血液透析	1.84%	6.33%	1.98%	2.88%	2.87%
臨時氣管造口術	0.93%	9.40%	1.56%	1.92%	1.80%
呼吸器96小時內	13.97%	5.68%	10.27%	22.82%	14.65%
呼吸器96小時以上	4.28%	16.85%	5.36%	5.29%	5.52%
心顫	4.27%	38.14%	6.98%	7.58%	8.17%
其他肺部疾病	5.32%	33.35%	7.10%	9.42%	9.13%
急性腎衰竭	1.67%	18.21%	3.06%	3.13%	3.18%
沙門氏菌感染	0.92%	18.63%	2.55%	2.01%	2.65%
肺炎	2.48%	11.53%	3.39%	2.67%	3.82%
急性心肌梗塞	16.04%	43.70%	17.95%	18.94%	22.82%
充血性心臟衰竭	10.64%	24.25%	11.79%	11.55%	13.16%
心內膜其他疾病	7.02%	9.82%	7.83%	5.36%	7.43%
心律性節律不整	6.79%	9.40%	6.82%	7.67%	6.79%
冠狀動脈粥樣硬化	97.15%	85.98%	97.20%	95.46%	84.29%
局部缺血性心臟病	12.88%	9.76%	11.00%	15.70%	22.93%
糖尿病	37.42%	27.85%	35.70%	39.16%	38.54%
高血壓	39.76%	10.76%	38.43%	35.60%	27.49%
總病人數	18,217	1,691	14,581	4,426	901

表示各醫院因醫療品質差異對病患療效的影響。

表四為加入各醫院個別效果後，估計病患死亡的危險率之影響因素。第一欄假設醫院的個別效果來自固定係數模型，在病患的存活模型中加入各醫院的虛擬變數。估計結果發現醫院的手術量對病患死亡危險率的影響將不再顯著，醫院虛擬變數係數之聯合卡方檢定量為270.08，具有顯著差異。而模型的解釋能力也因加入了各醫院的固定效果而

大幅提升，AIC (Akaike information criterion) 值由表四的23528下降至14466。另外，在第二欄則假設醫院的個別效果為隨機係數模型，同樣發現醫院的手術量對病患死亡的危險率無顯著的影響，而醫院隨機影響效果之平均值為0.183，聯合卡方檢定量為108.19，表示各醫院的隨機影響效果具有顯著差異。因此，若在病患的存活模型中加入各醫院的個別效果，反映各醫院因醫療品質差異對病患療效的個別影響，將使醫院手術量與病患

表三 冠狀動脈繞道手術病患死亡危險率之影響因素

變項	係數(b)	exp(b)	z值	p值	exp(b)	95%信賴區間
年齡	0.031**	1.032	(10.89)	<0.001	1.026	1.037
性別	-0.088	0.916	-(1.43)	0.152	0.812	1.033
ln(手術量)	-0.193**	0.825	-(6.00)	<0.001	0.774	0.878
冠狀動脈繞道一條(3611)	0.541**	1.718	(3.20)	0.001	1.233	2.393
冠狀動脈繞道二條(3612)	0.244	1.276	(1.49)	0.137	0.925	1.760
冠狀動脈繞道三條(3613)	0.265	1.304	(1.63)	0.102	0.948	1.793
內乳動脈繞道手術	-0.783**	0.457	-(11.70)	<0.001	0.401	0.521
主動脈內氣球幫浦	0.060**	1.060	(20.02)	<0.001	1.050	1.068
瓣環成形術	0.982**	2.669	(7.13)	<0.001	2.038	3.496
體外循環輔助	-0.017	0.983	-(0.28)	0.783	0.868	1.112
AIC	23528					
樣本數	19,908					

註：**表參數估計值在5%統計水準下為顯著。主動脈內氣球幫浦係數為乘上住院時間(t)之估計結果。

表四 加入各醫院個別效果後，死亡危險率之影響因素

變項	固定係數模型			隨機係數模型		
	係數(b)	exp(b)	z值	係數(b)	exp(b)	z值
年齡	0.031**	1.032	(10.70)	0.032**	1.032	(10.82)
性別	-0.050	0.951	-(0.80)	-0.068	0.935	-(1.09)
ln(手術量)	-0.006	0.994	-(0.05)	-0.090	0.914	-(1.38)
冠狀動脈繞道一條	0.497**	1.644	(2.70)	0.506**	1.659	(2.85)
冠狀動脈繞道二條	0.178	1.195	(1.00)	0.182	1.199	(1.05)
冠狀動脈繞道三條	0.200	1.221	(1.13)	0.213	1.237	(1.25)
內乳動脈繞道手術	-0.802**	0.448	-(11.05)	-0.786**	0.456	-(11.00)
主動脈內氣球幫浦	0.060**	1.061	(18.58)	0.058**	1.060	(18.55)
瓣環成形術	1.014**	2.755	(7.08)	0.980**	2.663	(6.95)
體外循環輔助	0.087	1.091	(1.26)	0.072	1.075	(1.06)
隨機係數平均值				0.183**		(3.27)
醫院個別效果之卡方檢定量	270.080	[<0.001]		108.190	[<0.001]	
AIC	14466			23420		
樣本數	19,908			19,908		

註：**表參數估計值在5%統計水準下為顯著，[]內之數值為p值。主動脈內氣球幫浦係數為乘上住院時間(t)之估計結果。固定係數模型扣除一家醫院為基準組後，估計結果包含40家醫院之虛擬變數係數。隨機係數模型之估計結果則包含41家醫院之隨機影響效果。

療效的關係不再存在。根據本文之實證結果，醫院手術量與病患療效的關係主要是來自醫院本身醫療品質的差異，而非該醫院因熟能生巧的累積經驗。

由表四的估計結果得知，若在病患的存活模型中加入各醫院的個別效果，以醫院手術量與病患療效的時間變化量衡量二者關

係，將使手術量不影響病患發生死亡事件的危險率。為檢視醫院的個別效果是否反映了各醫院因醫療品質差異對療效的影響，將表四得到的醫院虛擬變數係數與隨機影響效果依公、私立醫學中心，以及公、私立區域醫院區分計算其平均值。表五發現醫學中心將有相對較低的死亡危險率，而區域醫院則有

表五 醫院個別效果之平均值

變項	家數	固定係數模型			隨機係數模型		
		係數(b)	exp(b)	標準差	係數(b)	exp(b)	標準差
私立醫學中心	11	-0.059	0.943	(0.198)	-0.064	0.938	(0.329)
公立醫學中心	7	-0.187	0.830	(0.153)	-0.075	0.928	(0.184)
私立區域醫院	20	-0.024	0.977	(0.199)	0.071	1.073	(0.506)
公立區域醫院	3	0.005	1.005	(0.145)	0.191	1.210	(0.127)

註：醫院個別效果為表四固定係數模型40家醫院之虛擬變數係數，以及隨機係數模型41家醫院之隨機影響效果。

相對較高的死亡危險率。由於醫學中心對醫護人員素質與設備有較高的要求，使得醫院有相對較佳的醫療品質，降低了病患的死亡危險率。因此，醫院的個別效果反映了各醫院因醫療品質差異對療效的影響，取代了原來手術量與療效的關係，使得手術量不再顯著影響病患死亡的危險率。

討 論

在過去台灣的實證發現，醫院的服務量與病患的療效呈現顯著的正向關係[14,15]。但是，二者的關係是因服務量累積的熟能生巧效果？還是該醫院的醫療品質同時影響病患的療效與醫院的手術量？本文利用Cox比例危險模型估計冠狀動脈繞道手術病患死亡危險率之影響因素。在模型中，考量病患特質、疾病嚴重度後，發現醫院的手術量與病患的療效具有顯著影響。但是，若進一步在病患的存活模型加入各醫院的個別效果，以反映醫院的醫療品質對病患療效的個別影響，發現醫院的手術量與病患的療效將無顯著關係。本文實證結果顯示醫院手術量與病患療效的關係主要是來自各醫院因醫療品質差異的個別效果。

本文產生這樣實證結果的主要原因在於觀察到各醫院的手術量並非是隨機結果，醫療品質好的醫院因被選擇與推薦較可能擁有高手術量，醫療品質不好的醫院則可能成為低手術量醫院。在不考慮各醫院的個別效果下，因各醫院的手術量反映了該醫院的醫療品質，所以實證結果將發現手術量與病患療效呈現正相關。但是，當模型中加入了各醫院的個別效果後，因醫院手術量與反映醫療

品質差異的個別效果高度相關，個別效果取代了原來手術量與療效的關係，而使得手術量對療效的影響不再顯著。

雖然觀察到療效好的醫院均擁有高手術量，並不表示醫院只要靠累積手術量就會造成病患療效的提升。因為在被選擇與推薦的效果下，那些擁有高手術量的醫院本來就比其他醫院有更好的醫療品質，是因高手術量醫院本來就比其他醫院好的醫療品質提升了病患的療效，而非經驗累積影響病患的療效。此結果並不表示經驗累積沒有用，而是各醫院經驗累積的多寡並不會使各醫院病患的療效產生差異。其原因可能是，冠狀動脈繞道手術在臨床上的技術已是非常成熟，多增加手術量的邊際經驗效果趨近於零。所以，醫院僅靠經驗累積以提升病患療效的效果是有限的，藉由醫院設備、技術效率、醫護人員素質等提升醫療品質才是造成病患療效差異的主要關鍵。

致 謝

作者感謝國科會之部份經費補助(計畫編號：NSC96-2415-H-214-001)。

參考文獻

1. Halm EA, Lee C, Chassin MR. Is volume related to outcome in health care? A systematic review and methodologic critique of the literature. *Ann Intern Med* 2002;**137**:511-20.
2. Van Lanschot JJ, Hulscher JB, Buskens CJ, Tilanus HW, ten Kate FJ, Obertop H. Hospital volume and hospital mortality for esophagectomy. *Cancer* 2001;**91**:1574-8.

3. Begg CB, Cramer LD, Hoskins WJ, Brennan MF. Impact of hospital volume on operative mortality for major cancer surgery. *JAMA* 1998;**280**:1747-51.
4. Lieberman MD, Kilburn H, Lindsey M, Brennan MF. Relation of perioperative deaths to hospital volume among patients undergoing pancreatic resection for malignancy. *Ann Surg* 1995;**222**:638-45.
5. Birkmeyer JD, Siewers AE, Finlayson EV, et al. Hospital volume and surgical mortality in the United States. *N Engl J Med* 2002;**346**:1128-37.
6. Kreder HJ, Grosso P, Williams JI, et al. Provider volume and other predictors of outcome following total knee arthroplasty: a population study in Ontario. *Can J Surg* 2003;**46**:15-22.
7. Klein MC, Spence A, Kaczorowski J, Kelly A, Grzybowski S. Does delivery volume of family physicians predict maternal and newborn outcome? *CMAJ* 2002;**166**:1257-63.
8. Luft HS, Hunt SS, Maerki SC. The volume-outcome relationship: practice-makes-perfect or selective referral patterns? *Health Serv Res* 1987;**22**:157-82.
9. Hughes RG, Garnick DW, Luft HS, McPhee SJ, Hunt SS. Hospital volume and patient outcomes: the case of hip fracture patients. *Med Care* 1988;**26**:1057-67.
10. Farley DE, Ozminkowski RJ. Volume-outcome relationships and in-hospital mortality: the effect of changes in volume over time. *Med Care* 1992;**30**:77-94.
11. Hamilton BH, Hamilton VH. Estimating surgical volume-outcome relationships applying survival models: accounting for frailty and hospital fixed effects. *Health Econ* 1997;**6**:383-95.
12. Hamilton BH, Ho V. Does practice make perfect? Examining the relationship between hospital surgical volume and outcomes for hip fracture patients in Quebec. *Med Care* 1998;**36**:892-903.
13. Gaynor MG, Seider H, Vogt WB. The volume-outcome effect, scale economies and learning-by-doing. *Am Econ Rev* 2005;**95**:243-47.
14. 簡麗年、朱慧凡、劉見祥等：醫院、醫師手術量與醫療品質之關聯性探討—以全股(髁)關節置換為例。台灣衛誌2003；**22**：118-26。
15. 王庭荃、楊長興：醫師年資、醫療服務量與消化性潰瘍治療效果之相關研究。台灣衛誌 2008；**27**：57-66。

The volume-outcome relationships in coronary artery bypass graft surgery

PI-FEM HSU

Objectives: To investigate the surgical volume-outcome relationships for patients undergoing coronary artery bypass graft (CABG) surgery. **Methods:** We analyzed the records in Taiwan's National Health Insurance Research Database for CABG patients during the period 2000-2005. Cox proportional hazard was used to identify factors relevant to patient survival. The hospital-specific effects are also included in the model to account for quality differences between hospitals. **Results:** Our initial estimates showed that surgical volume was negatively associated with hazard rate such that a 1% increase in surgical volume was associated with a 17.5% lower probability of dying in the hospital. However, when we re-estimated the model accounting for quality differences between hospitals by including hospital-specific effects, the effect of volume disappeared. **Conclusions:** The volume-outcome relationship for CABG patients appears to reflect quality differences between high- and low-volume hospitals, rather than the principle of "practice makes perfect." (*Taiwan J Public Health*. 2009;28(1):69-77)

Key Words: *Cox proportional hazard model, hospital quality, surgical volume-outcome relationships*

Department of Finance, I-Shou University, No. 1, Sec. 1, Syuecheng Rd., Dashu, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

Correspondence author. E-mail: hsupf@isu.edu.tw

Received: Aug 19, 2008 Accepted: Jan 20, 2009

