

臺灣地區捐血中心篩檢愛滋病毒第一型及第二型之成本效益分析

姚權 郭旭崧 陳宜民

臺灣地區捐血中心除現行的愛滋病毒第一型 (HIV-1) 篩檢外，亦考慮增加篩檢愛滋病毒第二型 (HIV-2)，但對篩檢的成本效益尚未評估。因此，本研究評估篩檢HIV-1的成本效益，以及增加篩檢HIV-2的附加成本效益。我們採用社會的觀點進行分析，以人力資本法換算生命的價值。所採用的折現率是3%。除了進行敏感性分析外，也計算各參數的彈性。研究結果顯示臺灣地區捐血中心1993年篩檢HIV-1，總成本估計為\$97,894,950元。篩檢共發現21袋HIV-1陽性的血液，43個受血者因而得以避免發生愛滋病，總效益是\$133,663,077元。效益成本比是1.37。每一個血袋的HIV-1篩檢產生\$29元的淨效益。對HIV-1篩檢之效益成本比影響最大的參數是HIV-1篩檢方法之特異性。估計捐血中心將現有的HIV-1篩檢，改成HIV-1/HIV-2混合試劑篩檢，一年所必須增加的總成本約為\$13,433,120元。當改用HIV-1/HIV-2混合試劑進行篩檢時，在全部血袋中至少必須有11個HIV-2陽性血袋，附加效益成本比才會達到平衡點。(中華衛誌 1996；15(5)：483-496)

關鍵字：成本效益分析，愛滋病，愛滋病毒第一型，愛滋病毒第二型，篩檢，捐血中心，輸血。

前言

愛滋病是目前全世界最嚴重的公共衛生問題之一，對醫療經濟也有相當程度的影響[1,2]。愛滋病毒有兩型，即愛滋病毒第一型(HIV-1)與愛滋病毒第二型(HIV-2)。自1981年愛滋病被發現以後，HIV-1很快的蔓延到全世界的每一個國家。在1986年，HIV-2於西非首先被發現，隨後在世界上其他國家，亦陸續

有許多報告[3]。在地理分佈上，HIV-2主要流行於從綠角群島(Cape Verde Islands)到貝寧(Benin)的西非地區，並散播到西歐一些與西非有關連的國家，其中以葡萄牙、法國、及德國有較多的HIV-2的病例報告。亞洲目前在印度及泰國有HIV-2的病例報告[4]。

為了杜絕受血者經由輸血而感染愛滋病毒，臺灣地區捐血中心自民國七十七年起，對所有的血液標本都進行HIV-1抗體篩檢，但對其成本效性/效益 (cost-effectiveness/benefit) 卻未加以探討。最近，由於HIV-2在全世界的蔓延，對於是否應該進一步篩檢HIV-2抗體，亦引起見仁見智的不同看法[5]。以美國為例，美國食品藥物管理局血液成份諮詢委員會，在1990年曾建議美國食品藥物管理局不必要求捐血中心做HIV-2的篩檢[6]。但在

國立陽明大學公共衛生研究所
聯絡人：陳宜民
聯絡地址：台北市立農街155號
聯絡電話：(02)826-7193
傳真：(02)821-0514
接受日期：85年5月

1992年六月份，美國食品藥物管理局已經要求所有捐血中心都必須做HIV-2的篩檢[3]。目前HIV-2抗體篩檢已是所有美國血庫的例行工作。在歐洲，英國的血庫從1990年起就採用HIV-1/HIV-2 混和的試劑來進行篩檢了[7]。那麼，臺灣地區的捐血中心是否現在就應該做加做HIV-2的篩檢呢？或者我們要問，什麼時候是臺灣地區捐血中心開始篩檢HIV-2最適當的時機呢？

臺灣目前尚未發現HIV-2帶原者或病人，捐血中心對HIV-2亦未有任何篩檢措施，不過，這是否意謂著HIV-2的篩檢的重要性可被忽略呢？在尚未完全確知與預防的情形下，HIV-2對輸血安全仍然是一個潛在的威脅。但是，增加HIV-2篩檢必然會提高血液的成本。捐血中心若冒然實施HIV-2篩檢，可能造成醫療資源的不合理使用。因此，我們必須在下列諸層面中求得一個平衡點，使病人有安全保障，醫療費用不致過度上漲，合於法律規範，並避免道德上的缺憾。本研究將踏出第一步，從經濟的角度來探討增加篩檢HIV-2的問題。因此，本研究之目的為(1)估算在不同的折現率(discount rate)假設條件下，以及當捐血人的HIV-1盛行率有所不同的時候，臺灣地區捐血中心目前實施的HIV-1篩檢的成本效性/效益如何？又那些因素對篩檢成本效性/效益的影響最大？(2)如果臺灣地區捐血中心改用HIV-1加上HIV-2的混合試劑來做檢驗，則其所增加的成本效性/效益如何？(3)如果前述分析傾向於臺灣地區捐血中心目前不必增加對HIV-2的篩檢，則何時需要？

材料與方法

本研究採用社會的觀點(societal perspective)來考量成本與效益。本研究之計算工作，均以Excel 5.0中文版套裝電腦軟體之工作表(spreadsheet)處理。未來任何數字需要修正時，可隨時代換而迅速得知結果。

1. HIV-1

輸血感染的愛滋病的自然史

依據Selik等人對截至1992年6月為止，所有在美國因輸血而發生愛滋病的病人(transfusion-acquired AIDS, TA-AIDS)所作的分析，結果顯示TA-AIDS的年齡中位數是53歲[8]。如果HIV-1愛滋病的潛伏期中位數(median incubation period)是十年，則Selik的研究意謂著美國受血者的年齡中位數為43歲。

我們採用Selik的研究，對於因輸血而感染愛滋病的自然史建立一個模式，以利本研究的進行。即受血者在輸血後，經過十年的潛伏期，發展成愛滋病而被診斷出來時，其年齡為53歲[9]。所以，其薪資損失為12(65-53)年。在發展為愛滋病以後，經過兩年終告不治死亡[10]。

為便於比較，本研究對於臺灣地區捐血中心篩檢HIV-1的經濟分析，採用1986年Eisenstaedt等人在美國所進行的「對捐血者篩檢愛滋病毒抗體：成本效益分析」的研究架構[11]。亦即，捐血中心篩檢HIV-1的效益包括兩項：1.愛滋病直接造成的醫療費用損失。2.受血者接受含有HIV-1的血液而罹患愛滋病，間接造成的薪資損失。捐血中心篩檢HIV-1抗體的成本則包括四類：1. 檢驗本身的成本，包括試劑、設備、人員、行政費用，以及保存檢驗記錄的成本。2. 處理廢棄的血液的成本。3. 為了補充因為篩檢所丟棄而減少的血液的成本。4. 對HIV-1陽性的捐血人進行醫療評估與諮商的費用。

本研究所選擇的折現率是百分之三。所有的效益與成本的值都調整為1993年的幣值。研究結果以成本效性比(cost-effectiveness ratio, C/E ratio)及效益成本比(benefit-cost ratio, B/C ratio)來顯示。效益成本比大於1，表示以金錢來量化的效益大於成本。

效 益

臺灣地區HIV-1疾病的終生醫療成本

由於臺灣沒有感染HIV-1之終生醫療成本的文獻，因此，我們由台北榮民總醫院愛滋病人的帳目資料進行分析。我們依據臺北

榮民總醫院愛滋病人在1994年的住院費用，參酌教科書對HIV陽性的病人之免疫功能監測及藥物治療的建議等，對臺灣地區一個人從感染HIV-1到死亡的終生醫療成本進行估計。此部份詳述於參考文獻[12]，估計台灣地區在1994年HIV-1疾病的終生醫療成本總計是\$846,138元。用1993-1994年的醫療費用上漲率向下調整5%，成為1993年HIV-1疾病的終生醫療成本。由於HIV-1疾病從輸血到發病間，有十年的潛伏期，故對於1993年罹患愛滋病者，於十年後可能發生之終生醫療成本須以74.4%（即每年3%，共十年）折算為1993年的現值。

與篩檢HIV-1之成本效益分析有關的參數列於表一。

HIV-1抗體的盛行率

截至1994年4月為止，臺灣地區正式報告到衛生署的愛滋病毒帶原者有597位，其中106例已發展為愛滋病患，在106例愛滋病患中，68例已經死亡，4例離境[13]。但公共衛生的專家估計實際上帶原者的數目至少有5000人。由於高危險群大多數都不再捐血，故全人口的HIV-1抗體盛行率，並不代表在捐血者的盛行率。

如果把西方墨點法 (Western blot, WB) 陽性就當做是真陽性，則依照中華血液基金會的報告，在1993年臺灣地區的捐血袋中，HIV-1抗體的盛行率是0.002% (21 / 1,242,535)。如果第一次酵素免疫吸附法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 的敏感度只有98%，則篩檢將會遺漏0.4袋血。在計算成本與效益時，這0.4袋血既不列入檢驗成本計算，也不列入效益計算。

表一 捐血中心篩檢愛滋病毒第一型(HIV-1)成本效益分析模式之參數

參數	最可能的情況	資料來源
血袋中HIV-1的盛行率	0.002%	中華血液基金會八十二年年報
血袋中HIV-1酵素免疫法 呈重覆陽性的比率	0.37%	中華血液基金會八十二年年報
酵素免疫法的成本	\$70	綜合評估
西方墨點法的成本	\$1,000	綜合評估
酵素免疫法的敏感度	98%	保健科技公司
酵素免疫法的特異性	99%	保健科技公司
西方墨點法的特異性	100%	假設
廢棄血液的成本	\$1,000	估計
追蹤帶原者之費用	\$4,000	估計
HIV-1陽性的輸血造成 HIV-1感染的機率	90%	Donegan E. Transfusion 1990;30:851-854
血液成份製品數:分離袋數	2.3 : 1	中華血液基金會八十二年年報
TA-AIDS發病年齡	53歲	Ref. 8
受血者之年薪	\$324,456	
每月薪資	\$27,038	臺灣區人力運用調查報告
薪資上漲率	10%	臺灣區人力運用調查報告
折現率	3%	

TA-AIDS : transfusion-acquired AIDS
所有金額皆已調整為1993年的數值

檢驗的敏感度 (sensitivity)

本研究中，ELISA的敏感度，是採用製造廠商所提供的資料。ELISA的製造廠商估計其產品的敏感度至少有98%。本研究即採用98%計算。

檢驗的特異性 (specificity)

由於沒有黃金標準 (golden standard) 可資比較，實際上不可能預測愛滋病毒抗體檢驗的特異性。流行病學的資料顯示ELISA呈陽性但西方墨點法呈陰性者，大多數是假陽性[14]。

因此，首次ELISA的特異性以99%來計算。重覆兩次的ELISA的特異性會稍低一些。一個檢體如ELISA有兩次陽性，西方墨點法又呈陽性，則特異性認定為100%。

1993年捐血中心篩檢HIV-1避免TA-AIDS的件數

篩檢的效益端視其能避免幾個受血者因輸血而感染愛滋病 (TA-AIDS) 而定。臺灣地區各捐血中心在1993年共捐得血液1,242,535袋，其中共發現21袋為HIV-1陽性。另一方面，在1,242,535袋血液中有80%經分離後製成血液成份，血液成份製品數與分離袋數之比率為2.3：1[15]。因此，這21袋HIV-1陽性血液，如在未篩檢的情況下，將會輸給48位受血者。如果接受HIV-1陽性血液的輸血後，得到感染的比率為90%，則上述48位受血者中的43位將因而感染HIV-1。這43位不幸的受血者，最後都會變成TA-AIDS。

篩檢HIV-1之效益

本研究以人力資本法 (human capital method) 將受血者因罹患愛滋病而減少的生命損失換算為金錢。依照行政院主計處的調查報告，八十一年五月臺灣地區受雇者平均每月薪資為\$24,580元[16]，由於最近五年受雇者每年薪資上漲率均超過百分之十，因此，八十二年臺灣地區受雇者平均每月薪資應為\$27,038元 ($24,580 \times 1.10$) 以上。我們將受血

者的月薪以\$27,038元計算，而得到受血者的年薪估計值為\$324,456元。因此，每個受血者12年的薪資損失總額為\$2,475,247元。

$$\{324456 \div (1.03)^{10} + 324456 \div (1.03)^{11} + \dots + 324456 \div (1.03)^{21}\} = 2475247$$

研究假設

- (一) 在愛滋病的潛伏期時，工作能力及薪資不受任何影響。
- (二) 一旦發病，即無法再工作。亦即，發病後即損失全部的薪資。因此，所損失的終身薪資為自發病 (年齡中位數為53歲) 起，到65歲止。
- (三) 薪資損失採用經濟部的受雇者各年齡層平均薪資來計算，其假設將人在每一個年齡的生產力及薪資視為相等。此外，由於臺灣地區的失業率很低 (不到2%)，且為了便於與國外同類的研究比較，本研究未對就業率或勞動參與率這兩個參數進行調整。
- (四) 計算過程中假設受血者不會死於其他疾病，亦即沒有競爭死因。也就是說，假設感染HIV-1以後，發病的比率為百分之一百 (如果時間夠長)。

成本

目前各醫院ELISA及西方墨點法的收費差距很大。以臺北榮民總醫院為例，篩檢HIV-1的ELISA是\$350元，西方墨點法高達\$5,000元。由於捐血中心的檢驗數量龐大，不論試藥及人工成本均較一般醫院低。我們估計，捐血中心以ELISA篩檢HIV-1抗體的資源成本 (resource cost)，每個檢驗為\$70元；每個西方墨點法的資源成本為\$1,000元。此二估計值已包含試劑、設備、人員、行政費用，以及保存檢驗記錄的成本。

所有ELISA重覆陽性的血液都必須丟棄。處理廢棄的血液的成本及對於篩檢不合格而廢棄的血液進行補充的成本，估計每袋血為\$1,000元。但是，只有西方墨點法確認為

陽性的血液，捐血中心才會通知衛生署，由衛生署對捐血人進行追蹤與評估；這部份費用的多寡取決於追蹤的內容（例如採用電話追蹤或訪員訪視）與頻數。由於缺少追蹤內容的資料，故僅略估為每位帶原者\$4,000元。

敏感度分析

在計算成本效益時，有很多參數可以採用不同的數值。本研究將對下列參數採用不同的數值來計算。(1) HIV-1抗體的盛行率。(2) TA-AIDS發病年齡（此與潛伏期的長短息息相關）：以目前的年齡（53歲），加減五年來重算。(3) 折現率：為了順應不同的時間偏好，採用6%及不做折現（0%）做重算。

我們也計算各參數的「彈性」(elasticity)。彈性的定義是“當某一個參數變動1%時，效益成本比變動之百分比”。以篩檢方法的特異性為例，其「彈性」的算法，是將特異性以99.99%計算（即增加1%）求得的效益成本比，除以特異性為99%的效益成本比，即可得到效益成本比增加之百分比。

2. 對捐血中心增加HIV-2篩檢之附加成本效

益分析(marginal cost- benefit analysis)

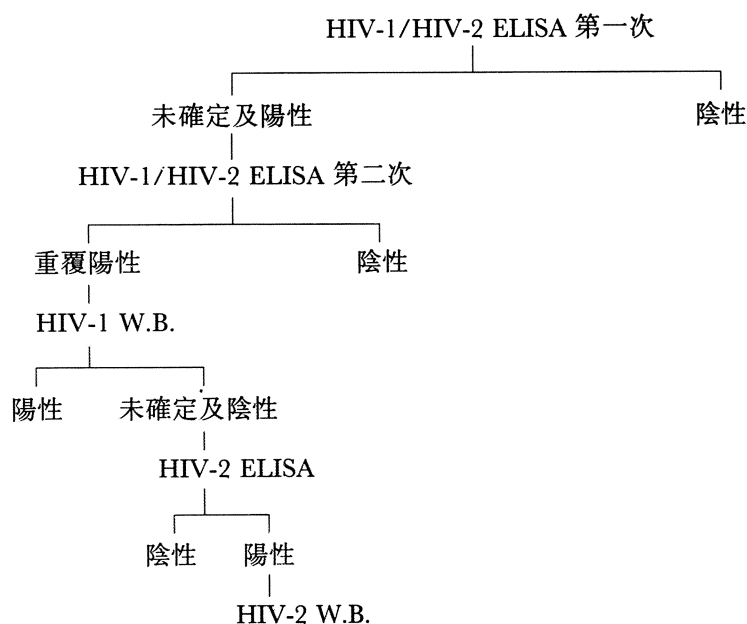
捐血中心增加HIV-2篩檢的做法，是以HIV-1/HIV-2混合的酵素免疫吸附法（HIV-1/HIV-2 mixed ELISA），取代目前使用的HIV-1酵素免疫吸附法（HIV-1 ELISA）。

茲簡述美國血庫自1992年6月增加對HIV-2的篩檢起，採用迄今的篩檢策略流程如后：以HIV-1/HIV-2 mixed ELISA對全部血袋做第一次篩檢；對第一次篩檢呈不確定及陽性的血袋，進行第二次HIV-1/HIV-2 mixed ELISA檢驗，如仍有反應，該血袋歸類為不合格血袋，並進行HIV-1 西方墨點法。對HIV-1 西方墨點法呈不確定及陰性反應的檢體，先做HIV-2 ELISA，如有反應，則進行HIV-2西方墨點法檢查（圖一）。

在增加對HIV-2篩檢時，不同的篩檢策略就會有不同的成本。由於未來台灣地區捐血中心增加HIV-2篩檢時，極可能採用美國的篩檢策略。因此，本研究假設台灣地區捐血中心改採如同上述美國目前所用的篩檢策略，來計算增加HIV-2篩檢時所增加的成本。

與增加篩檢HIV-2之附加成本效益分析有關的參數列於表二。研究結果以附加成本

圖一 捐血中心同時篩檢 HIV-1/HIV-2 之策略



效性比(marginal cost-effectiveness ratio, $\Delta C/\Delta E$ ratio) 及附加效益成本比(marginal benefit-cost ratio, $\Delta B/\Delta C$ ratio)來顯示。附加效益成本比大於一，表示增加的效益大於增加的成本。

篩檢HIV-2所增加之成本

參酌各公司提供之篩檢試劑價格，我們估計捐血中心以HIV-1/HIV-2 mixed ELISA進行篩檢的成本為80元(亦即比HIV-1 ELISA高出10元)。我們並估計HIV-2 ELISA的成本為85元。HIV-2西方墨點法的成本為1100元。

依照中華血液基金會估計，如以HIV-1/HIV-2 mixed ELISA 進行篩檢，第一次篩檢陽性率為1.5%，第二次陽性率為0.4%。

篩檢HIV-2所增加之效益

由於在高危險群所做的HIV-1/HIV-2合併篩檢，皆尚未發現HIV-2的帶原者或病人[17-19]，一般相信台灣目前尚無HIV-2的帶原者。就我們所知，文獻上沒有關於接受HIV-2陽性的輸血後，感染HIV-2機率的研究。由於一般相信HIV-2的感染力及致病力皆較HIV-1弱[20]，為了配合目前對HIV-2的瞭解，故我們假定接受HIV-2陽性的輸血後，有75%的機會成為HIV-2帶原者。

研究顯示，HIV-2愛滋病的潛伏期較HIV-1長[21,22]。本研究將HIV-2愛滋病的潛伏期以15年來計算(Anderson RM, oral communication)。因此，當受血者的平均年齡沒有變化時，受血者發生HIV-2愛滋病的年齡為58歲(HIV-1為53歲)。所以，每位HIV-2陽性輸血之受血者實際薪資損失平均為7年(65-58=7)。以每年薪資\$324,456元計算，採

表二 捐血中心篩檢愛滋病毒第二型(HIV-2)成本效益分析模式之參數

參數	最可能的情況	資料來源
血袋中HIV-2的盛行率	0.000%	綜合評估
血袋中HIV-1/HIV-2 mixed ELISA 第一次呈陽性的比率	1.5%	中華血液基金會估計
血袋中HIV-1/HIV-2 mixed ELISA 第二次呈陽性的比率	0.4%	中華血液基金會估計
HIV-1/HIV-2 mixed ELISA的成本	\$80	綜合評估
HIV-1西方墨點法的成本	\$1,000	綜合評估
HIV-2 ELISA 的成本	\$85	綜合評估
HIV-2西方墨點法的成本	\$1,100	綜合評估
HIV-1/HIV-2 ELISA的敏感度	98%	假設與HIV-1ELISA相等
HIV-1/HIV-2 ELISA的特異性	99%	假設與HIV-1ELISA相等
HIV-1西方墨點法的特異性	100%	假設
HIV-2西方墨點法的特異性	100%	假設
廢棄血液的成本	\$1,000	估計
追蹤帶原者之費用	\$4,000	估計
HIV-2陽性的輸血造成 HIV-2 感染的機率	75%	假設
每袋全血會被分成幾袋成份血	2.3	中華血液基金會八十二年年報
HIV-2 愛滋病之潛伏期	15年	Anderson RM (oral communication)
TA-AIDS(HIV-2)發病年齡	58歲	綜合評估
受血者之年薪	\$324,456	臺灣區人力運用調查報告
每月薪資	\$27,038	臺灣區人力運用調查報告
折現率	3%	

所有金額皆已調整為1993年的數值

用每年3%的折現率，則此7年的總薪資損失為\$1,259,702元。

另一方面，本研究假設HIV-2感染的終生醫療花費與HIV-1相等。但此一終生醫療費用必須經過15年的向下折現(每年3%)。

增加篩檢HIV-2的假設

對於採用HIV-1/HIV-2 mixed ELISA的篩檢，原則上採用與HIV-1 ELISA相同的假設。但由於HIV-2疾病與HIV-1疾病的病程有所不同，故對增加HIV-2篩檢，須增加一些假設。

- (一) 感染HIV-2以後，發病的比率為百分之一百(如果時間夠長)。
- (二) 我們知道，由於HIV-2與HIV-1有交互反應性，有一部份HIV-2陽性的血液在做HIV-1篩檢時即會被剔除。但為了便於討論，我們暫時做作一個與事實相反的假設：假設原來HIV-1篩檢，無法發現HIV-2的血袋。

結 果

對臺灣地區捐血中心在1993年HIV-1篩檢計劃的成本效益分析

在1993年，1,242,535單位的血液以ELISA進行HIV-1篩檢。其中有1%的血袋為初次篩檢陽性，而需再做兩次ELISA，結果共有4,547單位的血液為重覆陽性，而必須以西方墨點法做確認。凡是ELISA篩檢呈重複陽性的血袋最後都被丟棄。最後有21單位的血經西方墨點法確認為HIV-1陽性。捐血中心把這21位捐血人的資料報告到衛生署，由衛生署做追蹤及評估。

以我們的假設及模式為基礎，即可求出總成本。由表三可見，1993年捐血中心篩檢HIV-1的總成本為\$97,894,950元。

表三中的終生醫療費用及薪資損失是折算為1993年以後的數值。由表三可見，捐血中心在1993年因篩檢HIV-1，避免了43位TA-

表三 篩檢 HIV-1之成本效益分析

成 本	血 袋 數	單 價	總 價
總血袋數	1,242,535	\$70/ELISA	\$86,977,450
ELISA初次陽性(1%)	12,425	\$140/ELISA _{x2}	\$1,739,500
ELISA重覆陽性(0.37%)	4,547	\$1,000/WB	\$4,547,000
		\$1,000/mr*	\$4,547,000
WB陽性(0.00169%)	21	\$4,000/追蹤帶原者	\$84,000
總成本			\$97,894,950
效 益	避免的TA-AIDS人數	效 益	總 價
	43	\$599,588/b _{mc} @	\$26,064,090
		\$2,475,247/b _{cl} \$	\$107,598,987
總效益			\$133,663,077
	淨效益		\$35,768,127
	淨效益/血液單位		\$29
	成本/避免一個TA-AIDS		\$2,252,012
	成本效性比		\$187,668
	效益成本比		1.37

*處理(manage)廢棄的血液及補充(recruit)血液的成本

@醫療照護(medical care)的效益

\$薪資損失(earnings loss)的效益



AIDS的發生，其總效益為\$133,663,077元。因此，淨效益是\$35,768,127元。

因此，每單位血液的淨效益為新臺幣29元。避免一個因輸血而感染的愛滋病人的成本為\$2,252,012元。延長一年有生產力的生命的成本(即成本效益比, C/E ratio) 是\$187,668元。效益成本比為1.37。

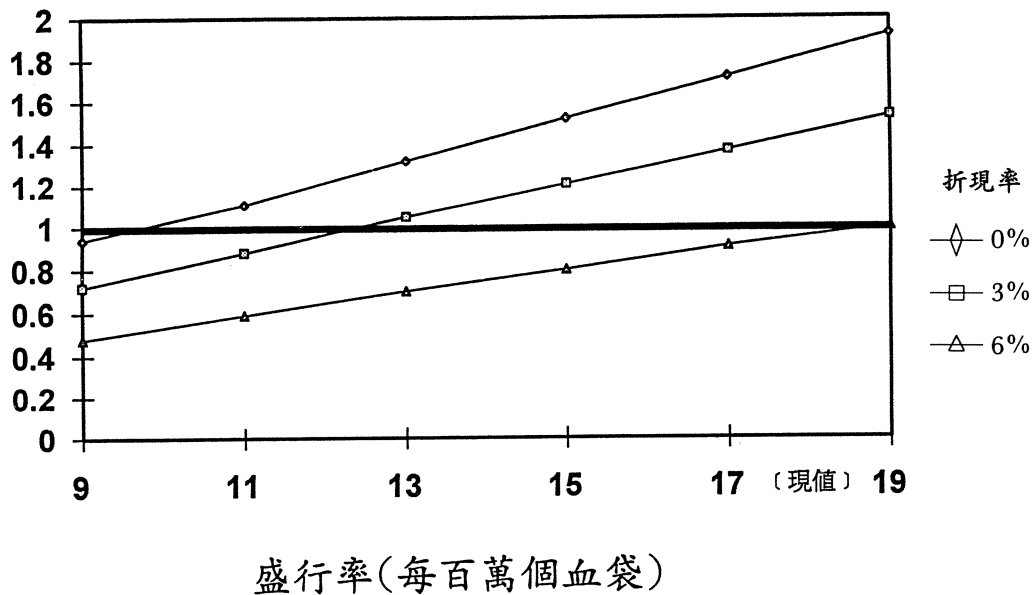
圖二同時顯示盛行率及折現率對效益成本比的影響。血袋中愛滋病毒的盛行率的改變對結果的影響。1993年的盛行率是每一百萬個血袋中有17個血袋是HIV-1抗體陽性。如折現率採用6%，雖然效益成本比降低到0.91。但當HIV-1抗體盛行率由百萬分之17增

高到百萬分之19，效益與成本就會達到平衡點 (break-even point)。

不同的TA-AIDS發病年齡就代表不同的薪資損失年數。受血者如在48歲就發生TA-AIDS，其薪資損失為17年，在盛行率不變的情形下，效益成本比是1.72。如在58歲才發生TA-AIDS，則薪資損失僅有7年，效益成本比是0.95。(表四)

在受血者的年齡沒有改變的情形下，愛滋病的潛伏期是TA-AIDS的年齡之主要決定因子。因此，TA-AIDS潛伏期對成本效益有影響，亦即，如潛伏期較長時，效益成本比會降低。

效益成本比



圖二 盛行率對效益成本比的影響

表四 TA-AIDS之診斷年齡對捐血中心篩檢 HIV-1之成本效益的影響

TA-AIDS診斷年齡(薪資損失之年數)	效益成本比	淨效益(元)/血液單位
53歲(12年)	1.37	29
48歲(17年)	1.72	57
58歲(7年)	0.95	-4

TA-AIDS : transfusion-acquired AIDS

各參數的數值有微小變化時，對效益成本比的改變，有不同的相對影響力。當一個獨立參數的數值變動1%時，效益成本比改變的百分比，稱為此參數的彈性 (elasticity)。效益成本比受特異性的影響最大，當特異性增加1%時，效益成本比增加16.3%。(表五)

如果潛伏期由10年延長到14.2年，效益降低至與成本平衡。當ELISA的敏感度增加1%時，效益成本比增加0.95%。(表五)

由於篩檢成本中，以ELISA佔的比重最高；因此，當ELISA的單位成本由70元增加到100元時，效益降低至與成本平衡。在整個成本結構裡面，西方墨點法與追蹤帶原者的成本佔的比重很小。因此，即使每個西方墨點法的成本上漲到40,000元，效益尚能與成本平衡。(表五)

由於在總成本中，醫療費用佔的比例並不高，因此，即使愛滋病人完全沒有醫療花費，由於其薪資損失仍然很大，效益成本比仍稍大於1。(表五)

對捐血中心增加HIV-2篩檢之附加成本效益分析

依照假設及對參數的估計(表二)，我們

估算在1993年，捐血中心如以HIV-1/HIV-2 mixed ELISA代替HIV-1 ELISA，篩檢總計1,242,535袋的血液，總成本為\$111,328,070元(表六)。故增加的總成本為\$13,433,120元。

依照人力資本法的原則，我們算出預防一名HIV-2的愛滋病人的總效益為\$1,776,944元(1,259,702 + 517,242)。

目前台灣沒有HIV-2的帶原者，因此，預期因篩檢而增加之總效益為0。假設台灣地區捐血者在某一年出現第一個HIV-2帶原者，則該年因而避免1.7 ($1 \times 2.3 \times 75\%$) 個TA-AIDS的發生，增加的總效益為\$3,020,805 ($1,776,944 \times 1.7$) 元。此時，附加效益成本比為0.24，表示每增加1元的成本，僅增加0.24元的效益，亦即有0.76元的淨成本。

因此，當篩檢HIV-2預防7.6 ($13,433,120 \div 1,776,944$) 個HIV-2的TA-AIDS病人時，增加之總成本 (ΔC_T) 與增加之總效益 (ΔB_T) 相等。如果按照本研究模式及對感染率的假設，那麼1993年的1,242,535個血袋中，必須有4.4個血袋為HIV-2陽性，總成本與總效益才達到平衡點。($4.4 \times 2.3 \times 75\% = 7.6$) (表七)

表五 各參數的彈性 (elasticity)

參數	目前數值	平衡點(break-even point)(B/C=1)	增加1%會使效益成本比增加的%
HIV-1 抗體之盛行率	0.0017%	0.0012%	0.95
潛伏期	10年	14.2年	-0.9
敏感性：ELISA	98%	68%	0.95
特異性：ELISA	99%	96%	16.3
血液成份製品數：分離袋數	2.3	1.6	1.0
成本			
ELISA	\$70	\$100	-0.89
西方墨點法	\$1,000	\$40,000	-0.05
追蹤帶原者	\$4,000	\$1,700,000	-0.009
效益			
醫療費用	\$599,588	\$-225,675	0.19
薪資	\$2,475,247	\$1,670,000	0.80

表六 採用 HIV-1/HIV-2 mixed ELISA 進行篩檢之總成本

	血袋數	單位成本/	品名	總價
總血袋數	1,242,535	\$80/	mixed ELISA	\$99,402,800
HIV-1/HIV-2 mixed ELISA 第一次陽性 (1.5%)	18,638	\$80/	mixed ELISA	\$1,491,040
HIV-1/HIV-2 mixed ELISA 第二次陽性 (0.4%)	4,970	\$1,000/	HIV-1 WB	\$4,970,000
		\$1,000/	mr*	\$4,970,000
HIV-1WB陽性 (0.00169%)	21	\$4,000/	追蹤帶原者	\$84,000
HIV-1WB陰性或不確定	4,949	\$85/	HIV-2 ELISA	\$420,665
HIV-2 ELISA陽性	5	\$1,100/	HIV-2 WB	\$5,500
HIV-2 WB陽性	0	\$4,000/	追蹤帶原者	\$0
總成本				\$111,328,070

*處理(manage)廢棄的血液及補充(recruit)血液的成本

表七 對捐血中心篩檢 HIV-2 之附加成本效益分析

HIV-2陽 性血袋數	預期避免 TA-AIDS	增加之總成 本(ΔC_T)	增加之總效 益(ΔB_T)	增加之 淨效益	附加淨效益 /血袋	附加效益成 本比(ΔR)	附加成本效益比 ($\Delta C/\Delta E$ ratio)
0	0	\$13,433,120	0	\$-13433120	\$-10.8	0	∞
1	1.7	~\$13,433,120	\$3020805	\$-10412315	\$-8.4	0.22	\$1580367
2	3.5	~\$13,433,120	\$6219304	\$-7213816	\$-5.8	0.45	\$767607
3	5.2	~\$13,433,120	\$9040109	\$-4193011	\$-2.6	0.68	\$516658
4	6.9	~\$13,433,120	\$12260914	\$-1172206	\$-0.8	0.91	\$389366
5	8.6	~\$13,433,120	\$15281718	\$1848598	\$1.5	1.14	\$312398
6	10.4	~\$13,433,120	\$18480218	\$5047098	\$3.3	1.38	\$258329
7	12.1	~\$13,433,120	\$21501022	\$8067902	\$5.3	1.60	\$222035

討 論

對捐血者篩檢 HIV-1 及 HIV-2 抗體，可以有效的避免受血者感染 HIV-1 或 HIV-2 病毒已是毫無疑問(除非捐血者處於空窗期)。本研究的 programs's effectiveness (亦即 technical effectiveness) 應可以肯定。其他相關的選擇 (alternative programs)，例如篩檢 HIV-1 或 HIV-2 抗原等，目前大多認為仍不值得實際應用。

本研究顯示捐血中心篩檢 HIV-1 的效益成本比是 1.37；但增加 HIV-2 篩檢，必須全部血袋中有 4.4 個是 HIV-2 陽性，增加的效益與增加的成本才能平衡。

本研究的主要限制為：1. 由於真實的成

本有不易計算及不易取得的困難，本研究對於篩檢的成本 (檢驗方法及追蹤帶原者) 採用估計的資料。2. 本研究未計算無形的效益。

在 HIV-1 篩檢的成本效益分析部份，有幾點值得我們注意：

1. 本研究的結果顯示，捐血中心篩檢 HIV-1 有良好的成本效益。以下兩個理由顯示每個血袋有 29 元的淨效益仍屬低估。第一：本研究未計算受血者可能將愛滋病毒傳染給其伴侶及子女的額外效益；第二：本研究未計算罹患愛滋病的精神成本。如果採用願付額法 (the willingness to pay approach) 來計算，由於願付額法賦予生命的價值遠比人力資本法高 [23]，則本研究

的效益會比僅計算醫療照護及薪資損失高很多。

2. 由於經濟部對受雇者的薪資調查，僅限於主要勞動薪資所得，並未包括副業的收入。因此，對於受血者的薪資採用經濟部調查的受雇者平均薪資，也會對效益造成低估。如果考慮雇主、自營工作者的薪酬可能遠較受雇者為高，本研究低估薪資的情況可能更大。
3. 輸血作業近年來積極推廣成份血的治療，一單位的全血可以分成數種成份（紅血球，白血球，血小板，血漿），輸給不同的受血者。這樣的方式較經濟，也有許多醫學上的好處，但從傳染疾病的觀點，這樣的方式也會使一袋帶有致病物質的血傳染給一個以上的受血者，因此篩檢工作更為重要。本研究採用的模式裡面將此一參數包括進來，因此，這樣的計算方法使得本研究的預期效益較高，效益成本比達到1.37。美國在1986年作的研究尚未考慮此一因子，因此，雖然其HIV-1盛行率較高(31/100,000 donors)，但效益成本比則僅達1.20[11]。
4. 除了HIV-1檢驗的直接成本以外，捐血中心可能由於檢驗HIV-1而有其他間接成本。此種間接成本在捐血中心由於測試HIV-1而較不容易找到捐血人時就產生了。此種情形在捐血者強烈反對檢驗HIV-1的時候有可能發生。例如，捐血者可能害怕因為HIV-1而喪失人壽保險的利益。有些捐血者可能寧願不知道自己是否已感染HIV-1。由台灣地區捐血人數持續成長看來，這樣的考量尚不足為慮。

在增加HIV-2篩檢之附加成本效益分析部份

前面對篩檢HIV-1的討論，對HIV-2篩檢仍然適用。此外，還有以下兩點值得注意。

1. 由於HIV-2與HIV-1之間有交互反應性(cross-reactivity)，在未做HIV-2篩檢時仍有60-80%的HIV-2陽性血袋可被HIV-1 ELISA篩檢出來。因此，就HIV-2篩檢之效益部份而論，本研究有高估的情形。假設原本HIV-1篩檢無法發現HIV-2的血袋，

當HIV-2篩檢計畫發現4.4個HIV-2陽性血袋時，「增加的總效益」與「增加的總成本」達到平衡點。因此，在原本HIV-1篩檢即可發現60-80%的HIV-2陽性血袋的情形下，全部血袋中必須有11-22個HIV-2陽性，「增加的總效益」才會與「增加的總成本」達到平衡點。

2. 本研究的結果顯示在目前的情況下，增加HIV-2篩檢的附加效益成本比很低。雖然我們也同時發現，增加的總成本之數額並不是十分龐大，但如果純由經濟分析的觀點來說，本研究結果並不支持在目前增加HIV-2篩檢。

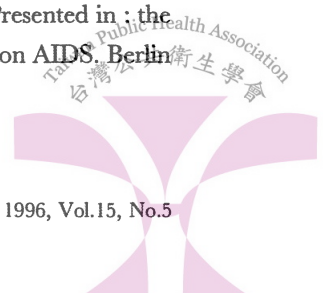
單純抱著「人命無價」「不怕一萬，只怕萬一」的想法，以為增加HIV-2篩檢是讓輸血安全多一層保障，因此要求捐血中心不計代價地儘早開始全面篩檢HIV-2，顯然是對HIV-2感染流行病學和篩檢目的認知偏差。因為畢竟醫療資源有限，如果將醫療資源用在效益較差的計劃，就沒有資源發展較具效益的其他計劃。

無論如何，為了預防HIV-2將來可能突然在臺灣流行起來，我們必須有對HIV-2流行的早期監控系統。這樣的監控系統必須建立在盛行率較高的高危險群才會有較高的效益成本比。由過去的經驗看來，對性病病人及性工作者的篩檢，以及對監所犯人的篩檢，發現較高比例的愛滋病帶原者。我們相信，在這些高危險群的篩檢，應可有效地偵測到HIV-2在整個臺灣地區出現與流行的訊息，提供捐血中心何時應增加HIV-2篩檢的流病資料，何況其花費也較低。

成本效益分析，屬於經濟層面的分析，是制訂公共政策重要的一環，但不是唯一的考量因素。所以，本研究建議衛生主管機關：(1) 將目前對高危險群的HIV-1篩檢，全面改成以HIV-1/HIV-2混合試劑篩檢的模式，以監控HIV-2的流行。(2) 參考本研究成本效益分析的結果、HIV-2的流行病學，以及醫學倫理、輸血政策、社會道德等各個層面，以便選擇適當的時機再開始全面在捐血中心進行HIV-2篩檢。

參考文獻

1. The cost of AIDS care and prevention. In AIDS in the World. By Mann J, Tarantola D, Netter TW. (Editors) Chapter eleven. Harvard University Press, Massachusetts. 1992.
2. Diesfeld HJ. Social and economic aspects of AIDS, the implications of AIDS and the resulting priorities in the field of development cooperation. Tropical medical parasitology 1993; **44**:137-141.
3. Markovitz DM. Infection with the human immunodeficiency virus type 2. Annals of Internal Medicine 1993; **118**:211-218.
4. 莊哲彥。東南亞異性戀者間之災害。醫學繼續教育1994年4卷3期:264-266。
5. 行政院衛生署後天免疫缺乏症候群諮詢委員會八十三年第一次會議。
6. Anonymous. HIV-2 testing in blood banks [news] American Family Physician 1990; **42**(1):236.
7. Infectious agents transmitted by transfusion. In: Blood Transfusion in Clinical Medicine 9th edition Chap 16. By: Mollison PL, Engelfriet CP, and Contreras M (Editors). Blackwell scientific publication, London, 1993
8. Selik RM, Ward JW, Buehler JW. Trends in transfusion-associated acquired immune deficiency syndrome in the United States, 1982 through 1991. Transfusion 1993; **33**: 890-893.
9. 模式中最好的選擇，應是以臺灣地區受血者的年齡來計算。但是遍查國內外文獻，都沒有受血者的年齡分佈的正式發表的資料。理論上(機率上)，Selik的"受輸血而感染HIV-1的病人的年齡"與"全部受血者的年齡"相等。
10. Satten GA, Longini I, Clark WS. Estimating the incidence of HIV infection using cross-sectional Markov surveys. Presented at the Eighth International Conference on AIDS; July 21, 1992; Amsterdam, the Netherlands. Abstract PoB 3894.
11. Eisenstaedt RS, Getzen TE. Screening blood donors for human immunodeficiency virus antibody: cost-benefit analysis. American Journal of Public Health 1988; **78**:450-454.
12. Yao C. Economic analysis on the blood screening programs for HIV-1 and combined HIV-1 and combined HIV-1/HIV-2 in the blood donation centers in Taiwan. (Master thesis) Institute of Public Health, National Yang-Ming University, Taiwan. June 1994.
13. 行政院衛生署。疫情報導。第十卷第四期。第97頁。中華民國八十三年四月二十五日。
14. Centers for Disease Control: Update: Sero-logic testing for antibody to human immunodeficiency virus. MMWR 1988; **36**:833.
15. 中華血液基金會八十二年年報：頁14。
16. 台灣地區人力運用調查報告八十一年五月，頁30-35。編印者：行政院經濟建設委員會及行政院主計處。
17. Ko YC, Pan BJ, Yu HS et al. Epidemiological surveillance of human immunodeficiency virus infection in southern Taiwan. Kaohsiung Journal of Medical Science 1988; **4**:667-676.
18. Thou MJ, Chen HJ, Lin HC and Lin CC. Application of a procedure starting with an HIV-1/HIV-2 mixed EIA. Chinese Journal of Microbiology and Immunology 1990; **23**: 291-301.
19. Lin HC. Prevalence of HIV-1 and HIV-2 in STD patients in Taipei. Presented in: the IX international conference on AIDS, Berlin June 6-11, 1993.



20. Marlink R. The biology and epidemiology of HIV-2. in: AIDS in Africa. Essex M, Mboup S, Kanki PJ and Kalengayi MR (editors). Raven Press, Ltd., New York 1994.
21. Ancelle R, Blettry O, Baglin AC, Brun Vezinet F, Rey MA, Godeau P. Long incubation period for HIV-2 infection. Lancet 1987; 1:688-689.
22. Kanki PJ. Biologic features of HIV-2 An update. AIDS Clinical Review. 1991;17-38.
23. 郭旭崧。生命何價－為甚麼美國人命最貴。醫望第二期，1994年6月。原文摘自英國經濟學人報（The Economist December 4th 1993.）

COST-BENEFIT ANALYSES OF THE HIV-1 OR COMBINED HIV-1/HIV-2 SCREENING PROGRAM IN BLOOD DONATION CENTERS IN TAIWAN

CHUAN YAO, HSU SUNG KO, YI-MING A. CHEN

Societal perspective was used to analyze the cost and benefit of the current HIV-1 screening program in national blood donation centers in Taiwan. In addition, incremental cost-benefit analysis was performed to evaluate the combined HIV-1/HIV-2 screening program which may be implemented in the near future. The costs of the following items were estimated: enzyme immunoassay (EIA), confirmatory Western blot assay, disposal of the contaminated blood, marginal blood donor recruitment and follow-up of the HIV-1/AIDS cases found in the screening program. The benefits of the screening program included the saves of the following two aspects: cost of the medical care and the earnings loss of the transfusion-acquired HIV-1/AIDS patients. The discount rate of the benefit was set at 3% per year. The results showed that the total cost of HIV-1 screening in the national blood dona-

tion centers in Taiwan was NT\$ 97,894,950 for 1,242,535 blood units in 1993. Since the screening program will prevent 43 cases of transfusion-acquired HIV/AIDS case, the total benefit was NT\$ 133,663,077. Therefore, the benefit-cost ratio of HIV-1 blood screening program in blood donation centers in Taiwan was 1.37. The sensitivity and elasticity analyses showed that the most important factor affecting the projection is the specificity of the screening test. Finally, if the blood donation centers change their current screening test to combined HIV-1/HIV-2 EIA, the total incremental cost will be NT\$ 13,433,120. To reach the break-even point of the incremental benefit-cost ratio, it requires at least 11 HIV-2 seropositive blood units found in the combined HIV-1/HIV-2 screening program. (*Chin J Public Health (Taipei)*: 1996; 15(5): 483-496)

Key words: Cost-benefit analysis, HIV-1, HIV-2, Screening, Blood bank.

Institute of Public Health, National Yang-Ming University, Taipei.