

食用美國進口帶骨牛肉罹患新型庫賈氏病之風險現況 研析

莊育權¹ 邢化萱¹ 連怡甄¹ 許瀨尤¹ 陳俞伶² 李佩芸² 吳宗熹² 潘志寬²

¹國立臺灣大學 ²食品藥物管理署食品組

摘 要

國際間認為人類的新型庫賈氏病(variant CJD, vCJD)與牛的牛海綿狀腦病(Bovine Spongiform Encephalopathy, BSE)是互有相關之疾病，BSE又稱狂牛症是一種對牛隻具神經毒性且致命的腦部疾病，研究指出BSE的致病普恩蛋白(Protease-resistant PrP)有人畜共通的傳染機制，因此評估國人食用進口牛肉而感染vCJD之健康風險為食品安全之重要議題，本研究依據高估風險的原則，分別考慮人種易感性基因型、受感染牛隻的牛肉與牛血含有微量感染物質等的參數差異，並依最新之國人食用牛肉與相關產品攝取量與歷年美國牛隻進口量等參數，使用Crystal ball軟體，進行50,000次蒙特卡羅模擬運算以評估食用進口牛肉的潛在健康風險，並利用拔靴法估算模擬結果的信賴區間。評估之結果顯示，國內牛肉消費者每天食用美國帶骨牛肉的終生風險中位數為 9.29×10^{-10} ，95%信賴區間上限為 9.86×10^{-10} 。本研究風險評估研究探討國人食用BSE國家進口之帶骨牛肉之健康風險現況，可作為風險溝通與管理之參考。

關鍵詞：牛海綿狀腦病、健康風險評估、蒙特卡羅法、美國進口帶骨牛肉、牛肉進口量

前 言

新變異型庫賈氏病(New variant CJD, vCJD)在1996年英國首度診斷出人類第一例，新變異型庫賈氏症的患者在剛開始時會出現一些精神方面的症狀，如憂鬱、焦慮、及幻覺。慢慢地會出現走路不穩、行動困難、以及出現一些無法自主的肢體動作，最後終致智力衰退，精神障礙等癡呆症狀，多數患者在發病後一年內死亡。BSE可能是牛飼料添加之肉骨粉中含有大量的羊搔癢症病原所致，一旦牛隻發病便會在幾個星期內死亡，患病的牛隻會先後出現驚恐、易被激怒行為、行動困難、虛弱、

死亡^(1, 2)。原本科學家認為BSE應該不會傳染至人類，但在vCJD病例發生後則產生了跨物種感染的關聯性。目前vCJD並無藥物治療方式，故預防是最重要的管理措施。

1989年開始，美國農業部動植物衛生檢驗局(USDA Animal and Plant Health Inspection Service, APHIS)禁止從已知有BSE風險地區進口活體反芻動物。1990年開始，美國針對BSE持續進行監測計畫。此計畫的目標牛群為BSE高風險牛群，例如：30個月以上牛隻，與BSE病例牛有相似中樞神經症狀的牛隻，無法行走等牛隻⁽³⁾。1997年12月12日APHIS禁止進口歐洲各地的反芻動物肉類，肉骨粉，內臟

及腺體等等。同年美國食藥署(Food and Drug Administration, FDA)為了防範BSE疾病傳播，實施飼料禁令，禁止以反芻類(牛、羊)動物製成之肉骨粉，餵養反芻類動物。2004年1月美國FDA提出額外的保護措施：(1)包含人類食物以及動物飼料需排除年老動物的腦、脊髓、腸以及眼睛。(2)寵物食品亦需有相關訊息標籤。(3)為了防範飼料廠中飼料與飼料之間交叉污染，亦增加其他控制措施。2008年美國FDA禁止任何動物食物中含有特定風險物質(30個月以上牛隻的大腦以及脊髓)。此外，在2008年相關法規中亦規定供人食用的牛隻必須小於30個月，並且已去除大腦及脊髓等易感染物質⁽⁴⁾。

美國2003年發現第一起狂牛症病例，臺灣於2003年12月24日起暫停美國牛肉進口；經專家學者評估後，於2005年4月16日有條件開放30月齡以下不帶骨牛肉進口。但2005年德州發現美國第二起狂牛症病例，臺灣再次全面禁止美國牛肉進口。2006年1月25日依據世界動物衛生組織(OIE)之國際認定標準，臺灣再度有條件開放美國30月齡以下不帶骨牛肉進口，同年阿拉巴馬州發現第三起狂牛症病例，由於此案例屬零星散發型，臺灣當時未禁止美國牛肉輸入。2007年OIE修正陸生動物衛生法典，依狂牛病風險等級將各國分為3類，美國為BSE風險已控制國家(現為BSE風險可忽略國家)，美國向臺灣提出全面解除牛肉禁令。

2009年10月22日臺灣與美國簽訂「臺美牛

肉議定書」，放寬美國牛肉進口品項，開放美國帶骨牛肉輸入⁽⁵⁾，同年公告「修正美國牛肉及其產品之進口規定」⁽⁶⁾及研訂「進口牛肉檢疫及查驗管理辦法」⁽⁷⁾，提出三大因應措施：第一，管源頭：農委會與衛生署派員赴美展開大規模實地查廠。第二，管邊境：逐批查驗，嚴格檢查是否摻雜特定風險物質(Specified risk materials, SRMs)，禁止美國牛隻頭骨、腦、眼、脊髓、內臟、絞肉、肉骨粉以及牛骨來源明膠輸入。第三，管市場：加強市場標示稽查，明確揭露產地資訊。2010年食安法修正明定頭骨、腦、眼睛、脊髓、絞肉、內臟不得進口，並發布修正「美國牛肉及其產品之進口規定」，該規定經數次修正，臺灣對美國輸臺牛肉要求包括：

- (一)不可以是來自於罹患或疑似罹患牛海綿狀腦病的牛隻
- (二)必須是來自30個月齡以下的牛隻。
- (三)必須於屠宰時去除所有「特定風險物質」(SRMs)。
- (四)必須是合格輸臺工廠所生產。
- (五)必須每一批產品都在輸出國官方獸醫師監督下生產，確認產品符合輸臺規定。
- (六)必須每一批產品都檢附官方獸醫師簽發之衛生證明文件。
- (七)輸入時須依我國規定進行邊境查驗。

美國共計發生6起BSE案例(表一)，近2年美國阿拉巴馬州及佛羅里達州分別發現第5及第6起狂牛症案例，均為肉牛感染非典型牛海

表一、美國BSE案例彙整表

案例	確診時間	地點	牛齡	牛種	出生時間	典型/非典型	備註
1	2003.12.06	華盛頓州	6歲8個月	乳用荷蘭牛	1997.6	典型	自加拿大輸入
2	2005.06.12	德州	12歲	肉用母牛	1993	H型非典型	
3	2006.03.10	阿拉巴馬州	10歲	肉用母牛	1996	H型非典型	
4	2012.04.23	加州	10歲7個月	乳用荷蘭牛	2001	L型非典型	
5	2017.07.18	阿拉巴馬州	11歲	肉用母牛	2006	L型非典型	
6	2018.08.29	佛羅里達州	6歲	肉用母牛		H型非典型	

綿狀腦病變。食藥署第一時間向美方要求儘速提供相關資料，完善輸臺牛肉源頭管理，並持續密切注意OIE對此案之評判以及各國因應及處理方式，因美國牛肉管理未遭OIE降等，故食藥署未調整美國牛肉進口管理作業，持續年度赴美查核。

目前臺灣牛肉來源仰賴進口為主，依據食藥署邊境查驗自動化管理資訊系統之統計資料顯示，2014年至2018年之生鮮冷藏冷凍牛肉進口總量每年平均達10萬公噸，其中美國的年進口量佔總量33.7% - 45.8%，可見美國牛肉佔市場消費之大宗，各年美國牛進口量及其所佔比例如表二。由於近年來食品安全受到國人重視，引起社會對於BSE的關注；為確保消費者的健康，本研究將建構進口牛肉之健康風險評估模式，以BSE發生國家(美國)進口的全月齡帶骨牛肉做為對象，評估國人罹患vCJD之風險。

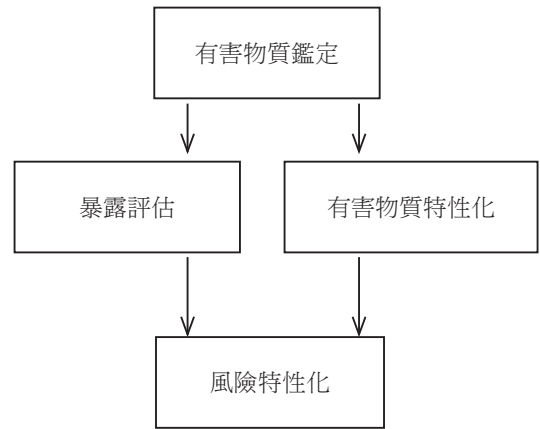
評估模式應用歐洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)推薦之機率分析法(蒙地卡羅法)進行模擬估算，原則上採用高估風險的假設或數據之健康風險評估模式，假設國內牛肉消費者每天攝取進口帶骨牛肉的情境下，萬一吃到帶有PrP^{Res}的產品之消費者，其終生可能罹患vCJD的機率。

材料與方法

本研究參考微生物量化風險評估架構⁽⁸⁾建

表二、2014年至2018年之牛肉進口及其所佔比例

輸入年份	總淨重 (公噸)	美國進口量 (公噸)	占總淨重之比例(%)
2014	99434.7	33475.9	33.7
2015	96226.5	35536.1	36.9
2016	113310.6	43102.0	38.0
2017	112999.0	45026.9	39.8
2018	125279.4	57354.0	45.8



圖一、微生物健康風險評估架構

構進口牛肉之健康風險評估模式，評估架構如圖一所示，依照評估架構的步驟將風險評估模式針對評估目標、對象與情境等資料逐一建構並如下依序說明：

一、有害物質鑑定

SRMs在屠宰過程中會被移除。因此30個月齡以上帶骨牛肉所含的PrP^{Res}有可能的來源有：(一)牛肉中含極微量的PrP^{Res}、(二)骨髓帶有微量的PrP^{Res}(假設與血液所含的量相同)、(三)SRMs的污染，因此估算暴露劑量時需考慮以上要素。

二、有害物質特性化

研究資料指出，若將狂牛病的牛隻腦漿直接注射處理小白鼠腦部的實驗數據，外插估算百萬分之一風險的劑量，可得一百萬隻小白鼠中，有一隻小白鼠腦部組織的PrP^{Res}劑量達到1 ImID₅₀(直接注射處理小白鼠腦部導致半數小白鼠致病之牛腦組織劑量；簡寫為ImID₅₀)，會有0.69隻小白鼠產生臨床症狀⁽¹²⁾，低劑量下，劑量和風險的比值為0.69接近1，基於高估風險的原則將此風險係數取1。

文獻中可得CSB算數平均數為26.7，此一數據可為Gale利用人群對PrP^{Res}不同敏感性的

分佈估算而得⁽¹³⁾。臺灣發表的文獻指出臺灣居民約有98%的人帶Methionine/ Methionine (M/M)同質性基因型，韓國與日本約有94%的人帶有此基因型⁽¹⁴⁻¹⁶⁾，而西方人僅有約40-50%的人帶有此基因型。由於0.5-15歲的孩童對vCJD的敏感度較高⁽¹⁶⁾，在選取跨物種障礙數值時，特別考慮人種間差異與年齡分佈，額外採用不確定因子10。在執行評估過程中，所使用CSB的平均值為2.7、範圍為1-10³。

另外，經口食入的PrP^{Res}由腸胃道吸收再進入腦部的效率比牛腦漿直接注入腦部的效率低10⁵倍，所以一單位牛的CoID₅₀ (藉由牛隻食入感染組織而導致半數牛隻致病之牛腦組織劑量；簡寫為bID₅₀)相當於1/CSB × 10⁻⁵在人腦內的ID₅₀ (藉由食入感染組織而導致半數人類致病之人腦組織劑量；簡寫為IhID₅₀)。

三、暴露評估

(一)國內牛肉消費者牛肉攝取量估計

健康風險評估對象是針對國內食用牛肉及其相關食品的人口，考慮不食用牛肉者的額外風險為零，因此未列為評估對象。國內牛肉消費者對牛肉的攝取量資料如表三所示，其假設牛肉攝取量為對數常態分佈並以男性攝食統計資料來代表全國牛肉消費者之攝食量。

牛肉攝取量係根據國家攝食資料庫公告之106年度-Consumer only食物細項攝食量計算結果⁽¹⁰⁾。

(二)暴露計量估算

使用方程式估算如下：

$$E[Q(t)] = \lambda E[q(S)](e^{kt} - 1)/k \quad \text{式(1)}$$

表三、國內牛肉消費者之牛肉攝取量統計分佈

項目	性別	樣本數(人)	平均數(克)	標準差
牛肉	男	94	170.78	241.10
	女	50	122.92	111.64

其中，λ代表國內牛肉消費者每天食用美國進口帶骨牛肉而攝取PrP^{Res}的機率，相當於估算每天進入食物鏈的受感染牛隻數除以每天屠宰的牛隻數量，加上吃到受SRMs污染的機率(假設不同天重複吃到同一頭牛帶有PrP^{Res}組織的機率非常小)。q(S)為吃到帶有PrP^{Res}的組織時，可能攝取PrP^{Res}的劑量。t代表吃到含有PrP^{Res}組織後的時間；k為單位變換後的反應速率常數。

(三)各部位組織的感染力濃度

動物各部位組織的感染力濃度(PrP^{Res}的含量)可因對牛隻的感染力定義不同而有不同數值，此報告根據1999年12月10日歐盟公佈的牛隻各部位感染力濃度數據⁽¹¹⁾以估算國內消費者的攝取劑量。

(四)估算吃到具感染力組織的機率

本報告參考食藥署104年度美國進口牛肉相關產品健康風險評估報告中，美國飼養牛隻、感染狂牛病盛行率來計算病牛頭數。

(五)估算平均一次PrP^{Res}攝取量(q(S))：帶骨牛肉

依據高估風險之原則，根據國內男性牛肉消費者每天攝取之新鮮牛肉均為帶骨牛肉的重量為170.78克，又一頭牛平均重539公斤，屠宰過程去除頭顱、三叉神經節、脊椎、脊神經節、扁桃腺與迴腸末段等，平均剩餘340公斤；其中牛骨重量約佔13%，所剩不帶骨牛肉平均為296公斤⁽⁸⁾。假設牛肉PrP^{Res}含量為牛腦的1 × 10⁻⁷，骨髓PrP^{Res}含量與血液相同，為牛腦的1 × 10⁻⁵；另假設牛肉可能受SRMs污染，其污染率為5 %⁽¹³⁾，每次污染平均有20克神經組織，最多可連續污染後續屠宰的10頭牛。

四、風險特定化

表四、美國帶骨牛肉及其相關食品風險評估之參數

參數	平均值 ± 標準差 (分布)	最小值	最大值
牛隻重量 (公斤)	539 ± 53.9 (LN) ^a	4×10^2	7×10^2
跨物種障礙	2.7 ± 10 (LN)	1	1.1×10^2
受感染牛隻 數目(頭)	1(P) ^b	0	2
污染機率	$5 \times 10^{-2} \pm 5 \times 10^{-3}$ (LN)	2×10^{-2}	8×10^{-2}
污染重量(克)	20 ± 2 (LN)	15	25
帶骨牛肉攝 取量(克)	170.78 ± 241.1 (LN)	4.23	925.45

^aLN：代表對數常態分佈，^bP：代表Poisson分佈

評估美國進口帶骨牛肉所輸入的基本參數如表四，其參數均假設為機率分布函數並以機率分析模擬。

五、分析工具

本研究以蒙地卡羅法進行機率分析，上述

評估模式以及參數機率分布函數建構於Crystal ball軟體(軟體由甲骨文股份有限公司代理，版本為11.1.2.3.850)，並隨機抽樣50,000次估算模擬國內牛肉消費者食用美國進口帶骨牛肉的健康風險，同時探討評估參數之敏感度。

結 果

一、暴露評估

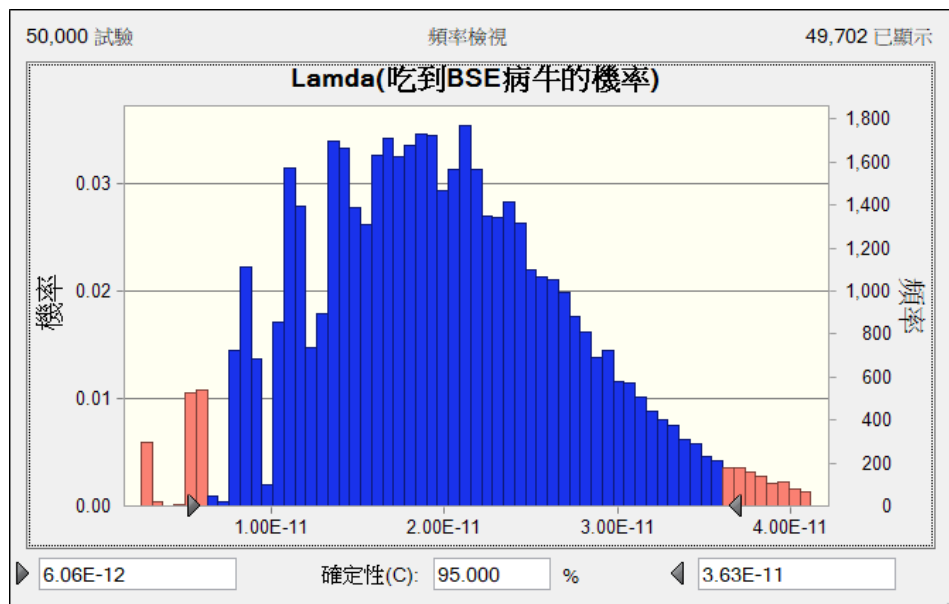
(一)估算吃到具感染力組織的機率

消費者每天食用美國進口的牛肉食品具有感染力組織的機率(平均值)為 $\lambda = 1.99 \times 10^{-11} (\text{day}^{-1})$ ，其機率分布如圖二所示。

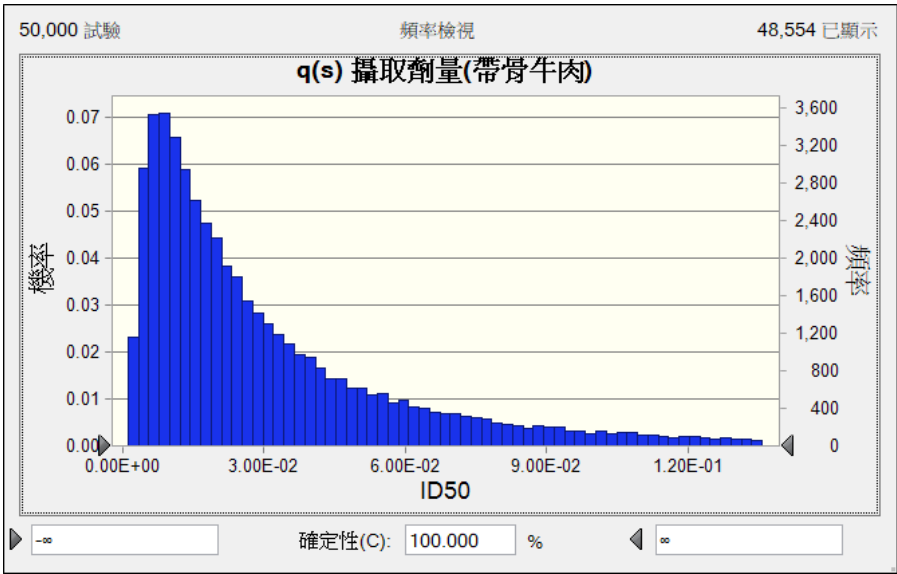
(二)攝食帶骨牛肉之 PrP^{Res} 攝取量

美國進口之帶骨牛肉的 $q(S)$ 之估算結果平均值為 $3.41 \times 10^{-2} \text{ID}_{50}$ ，其機率密度函數如圖三。

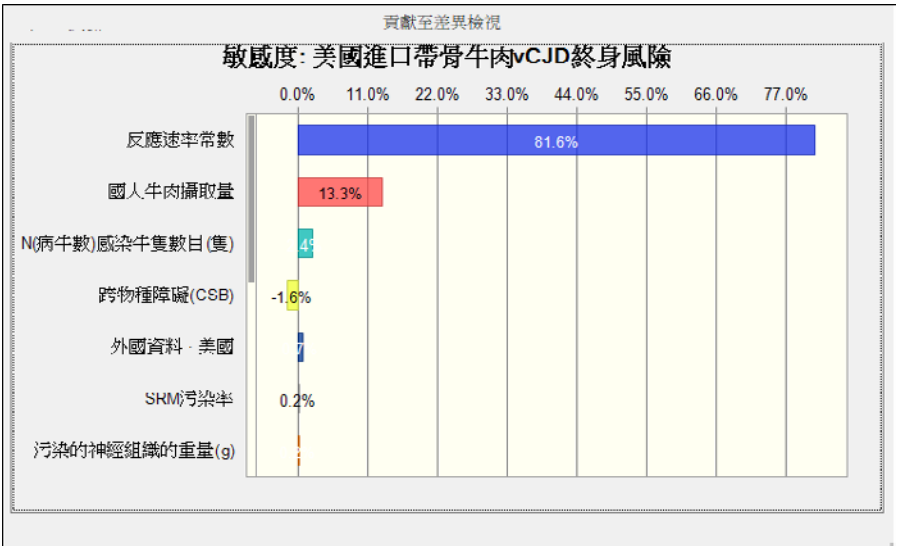
二、量化風險與敏感度分析



圖二、美國進口牛肉中具有BSE感染力組織的機率分佈圖



圖三、食用美國進口帶骨牛肉之PrP^{RES}攝取劑量機率分佈圖



圖四、帶骨牛肉敏感度分析

國內牛肉消費者每天食用美國帶骨牛肉的終生風險中位數為 9.29×10^{-10} ，95%信賴區間上限為 9.86×10^{-10} 。如圖四之結果顯示影響食用美國帶骨牛肉風險的因素，主要為反應速率常數，次之為國人帶骨牛肉攝取量，再來為病牛數，其他參數相對影響比較小。而風險之

主要敏感參數為病牛數和反應速率常數，其他參數影響均低於1%。其中跨物種障礙為負相關，代表跨物種障礙值愈大，則風險愈小，其他參數都為正相關，代表參數敏感度愈大則風險模擬結果差異越明顯，且風險值會隨參數值愈大而增加。

評估參數中病牛數為進口牛肉中PrP^{Res}的主要來源亦為vCJD風險的致病來源。根據美國的BSE案例將病牛數(Poisson分佈)的區間設定為[0,2]，當蒙地卡羅法模擬時病牛數會依Poisson分佈隨機由0至2進行模擬，若病牛數為0時其vCJD終生風險結果也會為0，不受其他暴露參數的變異性影響，反之病牛數為1或2時則還需整合其他暴露參數的差異，因此美國vCJD終生風險的評估模式中病牛數有最大的敏感度。

評估模式中，國人牛肉攝取量是敏感度最大的本土參數，在假設每日攝食進口牛肉的情境下，國人牛肉攝取量主要會影響模式中PrP^{Res}的暴露劑量，因而與vCJD終生風險有正相關的趨勢。而國人牛肉攝取量之敏感度主要來自攝食資料的變異性，又其變異性代表了國內牛肉消費者食用牛肉習慣不同所造成之不確定性。因此為了降低其不確定性，故以國內最有代表性之攝食資料作為國人牛肉攝取量之評估數據。

討 論

重新評估美國進口帶骨牛肉之終生健康風險，其中更新了國人攝取量之評估參數並且新增進口牛肉量作為評估參數，其評估美國進口帶骨牛肉與牛內臟健康風險評估結果均較先前2015年之評估結果低(如表五所示)。

比較評估結果顯示攝取量資料僅有牛肉部

分有少許的差異，而主要2018年評估結果較2015年低之影響因子，是來自於考量進口牛肉量的參數。而納入進口牛肉量會影響評估時牛肉消費者的暴露情境，2015年評估結果，是假設當牛肉消費者攝食牛肉產品時，均食用美國進口牛肉，而本研究在是假設牛肉消費者攝食進口牛肉產品，並不挑選進口牛肉來源的情境，因此其暴露到美國進口之牛肉產品的機率，相對過去評估之情境較低。由於以證據為基礎之健康風險，是依現有資料持續精進的評估工作，而本研究納入進口牛肉量的優點，是以國內進口牛肉消費市場的資料反映消費者實際攝食習慣，因此結果顯示更貼近消費情境之終生風險也相對降低。

一般食用的牛肉部分是否不含有PrP^{Res}，或者是因含量過少偵測不到所致，此部分仍有爭議，尚未有確切數據能證明感染牛隻的牛肉與血液是否含PrP^{Res}，本報告中採用牛肉所含的PrP^{Res}量與腦部組織的PrP^{Res}含量比值為 1×10^{-7} ，是用一般免疫化學分析方法的偵測極限來表示，未來如有更好的偵測方法，進一步證實感染牛隻牛肉中所含PrP^{Res}的量，將可降低評估結果的不確定性。

回顧近十年國際間vCJD之風險評估資料，發現目前文獻均著重在輸血途徑下感染vCJD之研究，因此由攝食暴露導致vCJD致病之研究資料已無更新的資料。過去文獻中與本研究最相似的資料是2001年Det Norske Veritas (DVN)公司為愛爾蘭食品安全局的評估報告，

表五、美國進口牛肉評估參數比較表

年度	國人攝取量	進口牛肉比例	吃到具感染力組織機率	評估品項	終身風險(中位數)
2015 ^a	牛肉-168.35 g	無	$2.39 \times 10^{-11} \pm 9.24 \times 10^{-12}$	帶骨牛肉	1.04×10^{-9}
	牛內臟-90.47 g			牛內臟	8.52×10^{-9}
2018 ^b	牛肉-170.78 g	39.8%	$1.99 \times 10^{-11} \pm 7.59 \times 10^{-12}$	帶骨牛肉	9.29×10^{-10}
	牛內臟-90.47 g			牛內臟	2.71×10^{-9}

a. 2005-2008年營養調查

b. 106年度-Consumer only食物細項攝食量計算結果

其中是以當時愛爾蘭當地的數據資料評估帶骨與不帶骨牛肉之風險，評估方式則以機率分析之蒙地卡羅法進行模擬，其模擬結果以風險區間[第5百分位數,第95百分位數]作為風險特性化之結果呈現，不帶骨牛肉與帶骨牛肉之風險分別為 $[1 \times 10^{-9}, 4 \times 10^{-5}]$ 和 $[4 \times 10^{-8}, 1 \times 10^{-3}]$ 。有別於過去文獻，本研究在評估模式中以國內消費者之暴露情境作為主要考量，納入了牛肉進口的管理情境、牛肉進口比例以及PrP^{Res}於人體之反應機制，因此能夠應用現有科學證據以評估國內消費者之健康風險。

結 論

利用本研究室所建立的模式，以蒙地卡羅法模擬運算，估算出食用美國進口牛肉的健康風險。結果顯示國內牛肉消費者每天食用美國帶骨牛肉的終生風險中位數為 9.29×10^{-10} ，95%信賴區間上限為 9.86×10^{-10} 。將上述結果用於溝通時的闡述，可說明了政府若開放美國牛肉進口後之現況，國人每天且終生食用牛肉並且專吃美國進口牛肉的情境下，國內1百億位牛肉消費者中會有1人因暴露PrP^{Res}而罹患vCJD。本研究結果可提供管理單位了解開放美國牛肉進口後，國內牛肉消費者可能必須接受之額外健康風險，做為對該議題進行溝通之參考。

參考文獻

1. Bosque P.J. 2002. Bovine spongiform encephalopathy, chronic wasting disease, scrapie, and the threat to humans from prion disease epizootics. *Curr Neurol Neurosci Rep*; 2 (6): 488-495.
2. Espinosa J.C., Morales M., Castilla J., Rogers M. and *et al.* 2007. Progression of prion infectivity in asymptomatic cattle after oral bovine spongiform encephalopathy challenge. *J Gen Virol.* 88 (4): 1379-1383.
3. U.S. Food and Drug Administration. 2004. Federal Measures To Mitigate BSE Risks. [<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2004-07-14/html/04-15882.htm>].
4. U.S. Food and Drug Administration. 2008. Substances prohibited from use in animal food or feed. [<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2008-04-25/html/08-1180.htm>].
5. 行政院衛生署。2009。美國及加拿大牛肉及其產品之進口規定。98.11.2衛署食字第0980462389號公告。[<https://www.fda.gov.tw/tc/includes/GetFile.ashx?id=f636694156500637611>].
6. 行政院衛生署。2009。修正美國牛肉及其產品之進口規定。99.2.9衛署授食字第0991300410號公告。[<http://www.fda.gov.tw/TC/newsContent.aspx?cid=3&id=4317>].
7. 行政院衛生署。2009。進口牛肉檢疫及查驗管理辦法。98.11.21衛署食字第0980462415號公告。[<https://www.fda.gov.tw/tc/includes/GetFile.ashx?id=f636694202879814069>]。
8. Hass C., Rose J.B. and Gerba C.P. 1999. Quantitative microbial risk assessment. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ, USA.
9. 行政院衛生署。2009。96年度消費者食用加拿大牛肉之風險評估報告。[<https://www.fda.gov.tw/tc/includes/GetFile.ashx?mid=133&id=226&t=s>]。
10. 衛生福利部食品藥物管理署。2018。國家攝食資料庫。[<http://tnfcds.cmu.edu.tw/index.php?action=download&p=5>]。
11. European Union Scientific Steering Committee. 1999. Opinion on the Human Exposure Risk (HER) via food with respect to BSE. [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_ssc_out67_en.pdf].

12. Gale P. 1998. Quantitative BSE risk assessment: relating exposures to risk. *Letters in Applied Microbiology*. 27 (5): 239-242.
13. 行政院衛生署。2009。96年度美國進口帶骨牛肉與其相關食品健康風險評估報告。 [<https://www.fda.gov.tw/tc/includes/GetFile.ashx?id=f636694543564380841>]。
14. Jeong B.H., Nam J.H., Lee Y.J., Lee K.H. and *et al.* 2004. Polymorphisms of the prion protein gene (PRNP) in a Korean population. *J Hum Genet.* 49(6): 319-324.
15. Yu S.L., Jin L., Sy M.S., Mei F.H. and *et al.* 2004. Polymorphisms of the PRNP gene in Chinese populations and the identification of a novel insertion mutation. *European J Hum Genet.* 12(10): 867-870.
16. Ohkubo T., Sakasegawa Y., Asada T., Kinoshita T. and *et al.* 2003. Absence of association between codon 129/219 polymorphisms of the prion protein gene and Alzheimer's disease in Japan. *Annals of Neurology*. 54(4): 553-554.
17. Valleron A.J., Boelle P.Y., Will R. and Cesbron J.Y. 2001. Estimation of epidemic size and incubation time based on age characteristics of vCJD in the United Kingdom. *Science*. 294(5547): 1726-1728.
18. Bosque P.J., Ryou C., Telling G., Peretz D. and *et al.* 2002. Prions in skeletal muscle. *Proc Natl Acad Sci USA*. 99(6): 3812-3817.

Analysis on the Current Situation of the Risk of Variant Creutzfeldt-Jakob Disease from American Imported Boned Beef

YU-CHUAN CHUANG¹, HUA-HSUAN HSING¹, YI-ZHEN LIAN¹,
JING-YOU XU¹, YU-LING CHEN², PEI-YUN LEE², TSUNG-HIS WU²,
AND JYH-QUAN PAN²

¹ Institute of Occupational Medicine and Industrial Hygiene, NTU

² Division of Food Safety, TFDA

ABSTRACT

The Variant Creutzfeldt-Jakob disease (vCJD) and Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) are interrelated diseases. BSE, also known as mad cow disease, is neurotoxic and caused deadly brain disease on cattle. Studies have shown that BSE's disease-resistant PrP has a common mechanism of infection between humans and animals. Therefore, assessing the health risks of vCJD infection among the national population that consume imported beef is an important food safety issue. This study adopted the precautionary principle that overestimated the risks and considered the difference in the susceptibility genotype of the human race, the beef of the infected cattle, and the trace amount of infectious substances in the bovine blood. Moreover, Crystal ball software analyzed the latest data the amount of beef consumption and related products, as well as the amount of imported beef from the U.S. over the years, and 50,000 Monte Carlo simulations were performed to assess the potential health risks of imported beef. The confidence interval of the simulation results was estimated with the bootstrap method. The results of the evaluation showed that the median risk of domestic beef consumers eating American boned beef per day was 9.29×10^{-10} , and the upper limit of 95% confidence interval was 9.86×10^{-10} . This study's risk assessment study explores the current state of health risks of public consuming beef imported from BSE countries and serves as a reference for risk communication and management.

Key words: bovine spongiform encephalopathy, health risk assessment, Monte Carlo simulations, American imported boned beef, amount of imported beef