

# 法國雙枚貝類中諾羅病毒之風險評估

黃乃芸<sup>1</sup> 楊澄慧<sup>1</sup> 吳宗熹<sup>2</sup> 潘志寬<sup>2</sup>

<sup>1</sup>暉凱國際檢驗科技股份有限公司 <sup>2</sup>食品藥物管理署食品組

## 摘要

諾羅病毒(Norovirus)常造成各國規模不等之疫情，遭感染之患者常出現嘔吐與腹瀉等急性腸胃炎之症狀，感染源通常與食用未煮熟之雙枚貝類或海鮮類有關，法國進口生蠔為我國常見生蠔來源，但國內相關之高風險水產品輸入之風險評估資料闕如。本研究以我國食品藥物管理署邊境數據與歐盟RASFF通報系統中數據進行風險評估。由於檢體檢出之數值僅以有檢出(陽性)與未檢出(陰性)表示，因此本研究以100、1,000和10,000基因組複製數(copies per gram, cpg)分別進行估算，並以蒙地卡羅(Monte Carlo)進行十萬次模擬運算，評估國人食用法國雙枚貝類感染諾羅病毒之風險。結果顯示假設於流行季節冬季時(10-3月期間)，邊境檢出諾羅病毒為每克含有100、1,000或10,000 cpg，國內小於18歲族群生食而感染諾羅病毒機率之中位數分別為16.59、54.02和60.65%，若能加熱至全熟則可降低風險至0.03、0.27與2.63%，顯示食用法國雙枚貝類時若能加熱至全熟可大幅減少感染諾羅病毒之風險。

**關鍵詞：**諾羅病毒、雙枚貝類、風險評估

## 前言

諾羅病毒(Norovirus)引起急性腸胃炎，為常見食品中毒的因子之一，台灣於2012年發生某知名連鎖自助式餐廳約有200人腹瀉，肇因為食用受諾羅病毒感染的進口生蠔；2015年2月於台中渡假村爆發大規模諾羅病毒疫情，約一百多名旅客感染，肇因廚工罹病而污染食物所致；同年2015年5月於綠島發生多起因諾羅病毒感染之腹瀉群聚事件，調查感染源為韓國進口之生蠔等。根據美國疾病控制與預防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)預估每年約有1,900 - 2,000萬人罹患急性腸胃炎，其中約16%為諾羅病毒所引起，另外美國政府在相關的醫療與食品安全

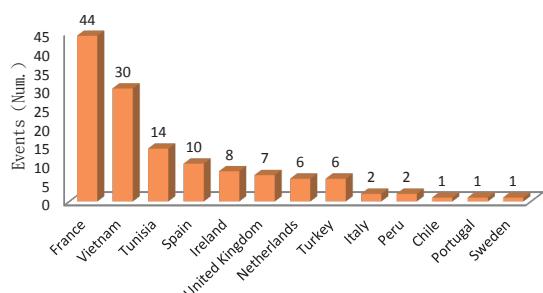
所花費之費用，每年高達2億美金。2013年，美國發生818件食因性疾病爆發案例，造成13,360人發病，其中605件(74%)為單一病因所造成的食品中毒事件。諾羅病毒為最常見之單一病因物質，共計造成154件(25%)食品中毒事件和3,758件(40%)感染病例<sup>(1)</sup>。

諾羅病毒比起一般食源性病毒更容易感染人體，諾羅病毒由於不具套膜，因此不會被胃液破壞，並能夠入侵小腸絨毛細胞，導致小腸絨毛細胞無法正常吸收養份與水份，因此造成嘔吐或腹瀉的症狀<sup>(2)</sup>，案例中又以食用雙枚貝類(Bivalve Molluscs)為大宗<sup>(3)</sup>，Le Guyader, et al. (2006)指出，牡蠣、蛤或蜆等雙枚貝類屬於濾食性攝食動物，諾羅病毒顆粒會經由攝食行為一同進入並與消化管道的中腸上相似於人

類HBGAs (histo-blood group antigens)分子的地方結合，更容易將污染水源中的諾羅病毒匯集於雙枚貝類的消化系統中，因此生食牡蠣等雙枚貝類感染諾羅病毒之機率遠高於其他農產品<sup>(4)</sup>，並會依其生長的季節、地點而發生不同程度的污染，例如諾羅病毒的感染容易發生在冬季勝於夏季。

歐盟地區以從事雙枚貝類生產為大宗，其中又以法國為主要生產國<sup>(5)</sup>。然而法國同時為感染諾羅病毒而發布通報案件數最多之國家<sup>(6)</sup>。根據歐盟食品與飼料快速通報系統(The Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF)中，可知法國被通報之案件數以44件遠高於其他國家(圖一)。

近年來有關諾羅病毒案例有逐年增加之趨勢，然而我國目前鮮有輸入雙枚貝類風險評估之相關研究，本篇目的為針對法國雙枚貝類此類高風險輸入水產品進行風險評估，以作為相關單位採行風險管理之參考依據。



圖一、歐盟通報各國雙枚貝類中含有諾羅病毒不合格之通報數(2007 - 2016.7)

## 材料與方法

依據美國國家科學院風險評估框架(National Academy risk assessment framework)採用定量微生物風險評估模式(Quantitative Microbial Risk Assessments, QMRA)進行風險評估<sup>(7)</sup>：

## 一、評估目的與範圍

本報告為針對由歐洲進口之雙枚貝類為對象，在評估過程中，無可避免面臨數據不完整或感染機制未明確之情形，因此評估原則上，將採用高估風險之假設，或選用高估風險的數據，以期實際風險落在評估的機率分佈範圍內或比評估的機率分佈範圍更低。

## 二、危害鑑定 (Hazard Identification)

諾羅病毒(Norovirus)為單鏈RNA的人類杯狀病毒(Caliciviruses)，直徑約27-32 nm，屬小圓型病毒(Small Round Structured Virus, SRSV)的一種，特徵與Norwalk Virus相似，也被稱為類諾瓦克病毒(Norwalk-like Virus, NLV)。目前已知有六種基因組(genogroup, G)，GI、GII和GIV三種會感染人體，其中GII造成高達90%的臨床通報案例；另外10%病毒性腸胃炎案例多為GI感染，GIV之感染案例則較為少見<sup>(8)</sup>。

諾羅病毒潛伏期約為12至48小時，初期會造成腸胃炎、輕中度的腸胃道感染症，後期會產生噁心、嘔吐、腹痛、腹瀉，甚至發燒、痠痛、脫水等症狀，並約持續24至72小時。諾羅病毒傳染性強，可感染所有年齡層，傳染途徑多以生食或食用到受污染之食物或飲用水，加上後續的糞口傳染與人對人的直接傳染，造成嚴重的集體爆發<sup>(9)</sup>。目前並無疫苗亦無治療之特效藥，僅能以補充電解質等緩和性療法為主，或藉由將食材食用前經高溫烹煮殺菌來降低感染風險，大多數發病患者於發病後1至3天內會自行漸漸全癒，但是對於老年人、嬰兒或身體孱弱抵抗力較低者，可能因脫水而加重病情。

## 三、暴露評估 (Exposure Assessment)

在雙枚貝類中預估病毒的暴露風險模式則參考Pintó, *et al.* (2009)：

$$\text{dose} = P \times C \times 1/R \times I \times PR \times W$$

- dose：在單次飲食中感染病毒之數量  
 P：盛行率(%)，受諾羅病毒感染之盛行率(Prevalence)  
 C：病毒污染濃度，在食物供應鏈中特定食材發生污染之病毒濃度，單位為每克所含基因組複製數(copies per gram, cpg)  
 R：檢測方法的回收率  
 I：病毒的感染力，計算方式為諾羅病毒之可感染顆粒/所有諾羅病毒顆粒之比值  
 PR：在食用前的生產、運輸或準備等過程中，病毒數量減少之比率(%)  
 W：每餐(per serving)的食用量(g)

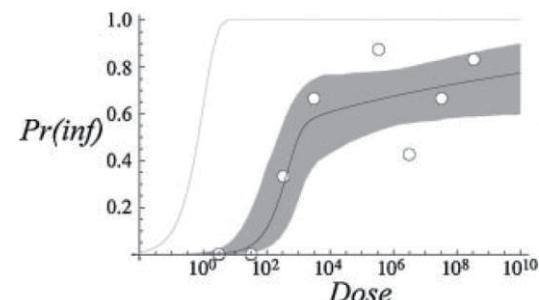
食品藥物管理署於105年6月到9月間以反轉錄聚合酶鏈鎖反應(Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction, RT-PCR)進行諾羅病毒監測，檢驗結果以有檢出(陽性)與未檢出(陰性)作為檢驗結果，並非進行定量檢驗，與歐盟RASFF亦以有檢出(陽性)與未檢出(陰性)作為檢驗結果類同，均無法準確估計其暴露機率，因此於此報告中，將分區預估可能檢出之諾羅病毒數量範圍以進一步估算可能感染機率。

Le Guyader, *et al.* (2003)指出，若要引起諾羅病毒的爆發或傳染，一般病毒數量需要1,000 cpg<sup>(3)</sup>，而在雙枚貝類中利用RT-PCR評估有檢出(陽性)與未檢出(陰性)之標準，能偵測之範圍為10至100 cpg<sup>(11, 12)</sup>，因此本文中假設以較低靈敏度PCR儀器僅能偵測到100 cpg計算，以100 cpg為最小值帶入公式中C，若實際儀器偵測出有檢出(陽性)之實際值小於100 cpg，則評估風險機率將會小於評估值，即符合高估風險原則；R回收率假設為100%，因為各檢測單位可自行藉由校正計算出其萃取過程或儀器之損失；I為諾羅病毒之可感染顆粒除以所有諾羅病毒顆粒的比率，其值為0.49<sup>(13)</sup>；若生食雙枚貝類，且在食用前生產、運輸或

準備等過程中並無病毒數量減少比率(%)即設定PR為1；W為則估算台灣國民每人每餐食用量，由於法國雙枚貝類進口量以年為單位，為了增加評估之可靠性，最終換算為每年平均國人攝食量。

#### 四、劑量效應評估(Dose Response Assessment)

劑量效應評估需考量病毒攝食量及感染率之關係，Teunis, *et al.* (2008)以自願者進行試驗，接種不同劑量的諾羅病毒，調查感染(Infestation)的試驗者數量，檢驗試驗者的排泄物中有無病毒或血清抗體轉換(seroconversion)現象，試驗者接種後可能產生腹瀉、嘔吐、肚子痛、肌肉酸痛、疲乏、感到寒冷和頭痛等症狀。從數據繪製成感染諾羅病毒之劑量反應模式圖(圖二)中，可知在高劑量下，感染機率仍保持在低於1.0的數值，顯示即使在高劑量的病毒下，仍有部份人體可以免疫感染諾羅病毒<sup>(13, 14)</sup>。



圖二、感染諾羅病毒之劑量反應模式圖<sup>(13)</sup>。其中灰色地區代表95%信賴區間(confidence intervals, CI)，灰線代表完全感染性病毒之劑量反應模式，圓圈代表離散之數據

經由統計分析可從中試算出感染率，根據Teunis, *et al.* (2008)與Van Abel, *et al.* (2016)諾羅病毒感染率計算公式如下：

$$P_{\text{inf}}(\text{dose}, a, \alpha, \beta) = 1 - F_1(\alpha, \text{dose} \times (1 - a) / a, \alpha + \beta; -a / (1 - a))$$

dose：諾羅病毒濃度

a：超級何機率分布參數( $0 \leq a \leq 1$ )

$\alpha$ 和 $\beta$ ：傳染參數

${}_2F_1$ ：超幾何機率分佈函數

參數之數值a為0.9997<sup>(14)</sup>； $\alpha$ 和 $\beta$ 分別為分別為0.04與0.055<sup>(13, 14)</sup>； ${}_2F_1$ 超幾何機率分佈函數使用Mathematica軟體計算

## 五、風險特徵描述 (Risk Characterization)

評估法國進口雙枚貝類的輸入量，根據國立台灣大學公共衛生學院健康風險及政策評估中心編撰台灣一般民眾暴露參數彙編(Compilation of Exposure Factors)中，估算台灣貝類水產品之國內生產量為65.6公噸，國際貿易之進口量為40.2公噸，扣除損耗量5.2公噸，其中進口比例為38.43%；根據食藥署資料分析報告中統計104年1月1日至105年3月21日各國貝類輸入情形，總輸入量為11,465.68公噸，其中歐盟地區輸入量為141.48公噸。RASFF中法國之通報發生率最嚴重為2013年，每公噸有近0.017 %的通報比例。依據相關文獻指出一般諾羅病毒若引起人體感染，其檢出數量多介於100至1,000 cpg，若引起大規模感染，則檢出數量大多約為1,000 cpg，因此本計畫中以食用法國進口雙枚貝類之有檢出(陽性)為假設前提，分別以100、1,000與10,000 cpg為有檢出(陽性)之初始諾羅病毒帶原濃度進行估算，其他評估參數則參考表一。

根據Pintó, *et al.* (2009)可計算出實際可能食用入人體之諾羅病毒基因組複製數，其中攝食量帶入農委會公布之糧食平衡表，不同年齡層擁有不同之攝食量，分為小於18歲、18至65歲與大於65歲三個年齡層，估算各年齡層之每日平均攝食量分別為13.61公克、16.07公克與13.87公克，進一步可換算成各年齡層每年平均攝食量，同樣從農委會統計資料庫中可查詢到進口量為40.2公噸，占國內總消費量

38.43%，其中由法國進口為139,985公斤，占總進口量1.22%(資料由食藥署提供)，並依季節分成非流行季節夏季(4至9月)與流行季節冬季(10至3月)分別估算風險，其感染諾羅病毒盛行率之相關係數分別為0.624與0.9<sup>(15)</sup>，不同年齡層諾羅病毒盛行率分別為15.97、6.19與10.43%<sup>(16)</sup>，並以高估風險原則，假設若從法國進口之雙枚貝類為由RASFF通報之來源輸入至台灣，根據Teunis, *et al.* (2008)與Van Abel, *et al.* (2016)諾羅病毒感染率計算公式，可估算出平均一年食用法國雙枚貝類可能得諾羅病毒之機率。

表一、各項風險評估使用參數與說明

參數	說明
P 盛行率(%)	受諾羅病毒感染之盛行率(Prevalence)(%)
C 諾羅病毒帶原濃度(copies per gram, cpg)	在食物供應鏈中特定食材發生污染之病毒濃度，即檢驗其中每克所含有諾羅病毒基因體複製數(copies per gram, cpg)
R 檢驗方法回收率(%)	檢驗方法回收率(%)。利用已知濃度做試驗來校正檢驗方法和實際上諾羅病毒數量的誤差
I 病毒的感染力(%)	諾羅病毒之可感染顆粒/所有諾羅病毒顆粒的比值
PR 烹煮後病毒減少比率(%)	烹煮後最終的病毒感染濃度之預測，包括輕度烹煮的雙枚貝類感染的病毒濃度減少99.46%、完全烹煮的雙枚貝類感染的病毒濃度減少99.86%(完全烹煮指雙枚貝類於烹煮時雙殼打開後5分鐘以上)
W 攝食量(g)	消費者每年平均攝食量

## 結果

### 一、食用法國進口雙枚貝類的健康風險評估

## 法國雙枚貝類中諾羅病毒之風險評估

表二、國人平均年攝食從法國進口雙枚貝類若生食、於食用前烹煮至半熟或全熟而感染諾羅病毒之機率

時 間	年 齡	生食(%)			半熟 <sup>a</sup> (%)			全熟 <sup>b</sup> (%)		
		100 cpg	1,000 cpg	10,000 cpg	100 cpg	1,000 cpg	10,000 cpg	100 cpg	1,000 cpg	10,000 cpg
Summer (4-9月)	<18歲	12.28	50.94	60.63	0.08	0.75	7.02	0.02	0.19	1.92
	18-65歲	6.01	37.60	59.03	0.03	0.34	3.34	0.01	0.09	0.89
	>65歲	8.53	44.76	59.84	0.05	0.50	4.79	0.01	0.13	1.28
Winter (10-3月)	<18歲	16.78	54.57	61.28	0.11	1.07	9.83	0.03	0.28	2.74
	18-65歲	8.46	44.61	59.83	0.05	0.49	4.74	0.01	0.13	1.27
	>65歲	11.85	50.43	60.55	0.07	0.72	6.76	0.02	0.19	1.84

a. 半熟：定義為雙殼打開後即停止加熱

b. 全熟：定義為經完全烹煮加熱至雙枚貝類雙殼打開後5分鐘以上

從結果中可知，若生食法國進口雙枚貝類於流行季節冬季(10至3月)較非流行季節夏季(4至9月)感染機率高，隨著檢體諾羅病毒數量之增加感染機率相對增加，於三個不同年齡層中，攝食量的不同與感染係數不同因此造成之感染機率不同，其中感染機率最高為於流行季節冬季(10至3月)諾羅病毒10,000 cpg小於18歲之族群，感染機率為61.28%；依次為非流行季節夏季(4至9月) 諾羅病毒10,000 cpg小於18歲之族群，感染機率為60.63%；接續為於流行季節冬季(10至3月)諾羅病毒10,000 cpg大於65歲之族群，感染機率為60.55%。顯示在此三個年齡層之族中，雖然以18至65歲之攝食量最高，但是由於小於18歲與大於65歲族群感染諾羅病毒之盛行率較高，因此各種參數計算後之感染機率相對較18至65歲族群高(表二)。

若經由加熱之熟煮方式，不論加熱至半熟或全熟皆大幅降低諾羅病毒感染之風險，於檢驗諾羅病毒若為100 cpg，則加熱至半熟可將原本風險範圍為6.01%到16.78%降低至0.03%到0.11%，若加熱至全熟則可降低至0.01%到0.03%。加熱至半熟之最高風險出現在非流行季節冬季中小於18歲10,000 cpg，其感染機率為9.83%，若加熱至全熟則可降低至2.74%(表二)。

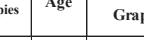
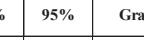
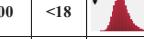
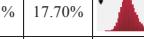
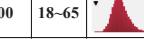
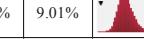
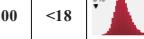
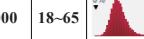
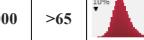
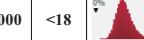
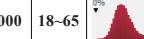
## 二、使用蒙地卡羅評估不確定性結果

對於參數不確定性以蒙地卡羅法進行100,000次模擬，評估生食法國進口雙枚貝類可能潛在之風險。從表三結果顯示，若於流行季節冬季生食法國進口雙枚貝類若檢測值為10,000 cpg，於18至65歲，則感染諾羅毒風險機率之第五十百分位數(50%)(即中位數)為59.03%，第百分之九十五信賴區間上限為88.91%，表示超過88.91%的機率感染諾羅之可能性將亦不到5%。

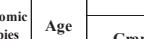
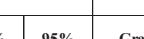
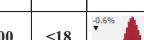
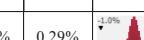
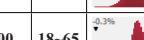
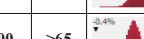
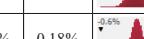
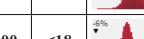
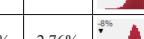
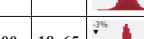
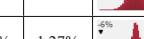
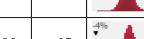
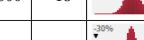
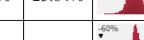
若將法國進口雙枚貝類烹煮至半熟，在諾羅病毒檢體若為100 cpg時，則中位數最高不超過0.11%，百分之九十五信賴上限則不超過0.40%；當檢體為1,000 cpg時，則中位數不超過1.03%，百分之九十五信賴上限則不超過3.91%；當檢體為10,000 cpg時，則中位數最高為9.43%，百分之九十五信賴上限最高為36.07%(表四)。

若熟煮至全熟，在諾羅病毒檢體若為100 cpg時，則中位數不超過0.03%，則百分之九十五信賴上限則不超過0.07%；當檢體為1,000 cpg時，則中位數不超過0.27%，百分之九十五信賴上限則不超過0.66%；當檢體為10,000 cpg時，則中位數最高為2.63%，百分之九十五信賴上限最高為6.48%(表五)。

表三、以蒙地卡羅估算法國進口雙枚貝類感染諾羅病毒之不確定性。數據包含最小值(Min)、平均值(Mean)、最大值(Max)、第五百分位數(5%)、第五十百分位數(50%)(即中位數)與第九十五百分位數(95%)

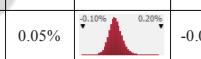
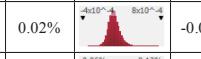
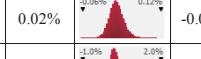
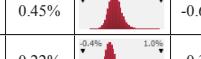
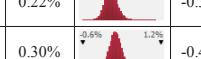
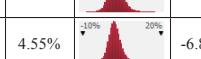
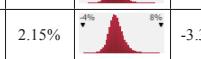
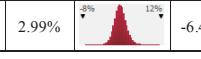
Genomic copies	Age	Summer							Winter						
		Graph	Min	Mean	Max	5%	50%	95%	Graph	Min	Mean	Max	5%	50%	95%
100	<18		3.84%	12.41%	32.49%	8.09%	12.12%	17.70%		4.54%	16.95%	43.12%	11.27%	16.59%	23.82%
100	18~65		0.64%	6.07%	16.45%	3.67%	5.92%	9.01%		0.34%	8.55%	23.84%	5.23%	8.35%	12.55%
100	>65		3.23%	8.62%	19.46%	5.99%	8.45%	11.81%		5.14%	11.97%	27.48%	8.49%	11.78%	16.14%
1000	<18		16.06%	51.47%	136.44%	33.52%	50.31%	73.39%		18.47%	55.13%	132.02%	36.64%	54.02%	77.60%
1000	18~65		4.45%	37.99%	105.58%	22.89%	36.97%	56.58%		5.56%	45.07%	114.80%	27.54%	44.03%	66.24%
1000	>65		16.43%	45.23%	104.26%	31.41%	44.36%	62.01%		19.91%	50.94%	117.53%	36.20%	50.07%	68.62%
10000	<18		15.75%	61.25%	154.51%	39.98%	59.83%	87.24%		19.43%	61.92%	157.32%	41.10%	60.65%	86.96%
10000	18~65		9.65%	59.64%	154.29%	35.94%	58.22%	88.61%		10.36%	60.46%	160.00%	36.99%	59.03%	88.91%
10000	>65		24.78%	60.46%	135.97%	41.92%	59.33%	82.69%		24.98%	61.17%	144.57%	43.35%	60.10%	82.45%

表四、以蒙地卡羅估算法國進口雙枚貝類若加熱至半熟感染諾羅病毒之不確定性

Genomic copies	Age	Summer							Winter						
		Graph	Min	Mean	Max	5%	50%	95%	Graph	Min	Mean	Max	5%	50%	95%
100	<18		-0.55%	0.08%	0.79%	-0.12%	0.08%	0.29%		-0.91%	0.11%	1.24%	-0.16%	0.11%	0.40%
100	18~65		-0.24%	0.03%	0.30%	-0.04%	0.03%	0.11%		-0.36%	0.05%	0.55%	-0.07%	0.05%	0.19%
100	>65		-0.34%	0.05%	0.46%	-0.07%	0.05%	0.18%		-0.47%	0.07%	0.64%	-0.10%	0.07%	0.25%
1000	<18		-4.93%	0.76%	8.45%	-1.10%	0.72%	2.76%		-7.40%	1.08%	11.30%	-1.59%	1.03%	3.91%
1000	18~65		-2.53%	0.34%	4.41%	-0.50%	0.32%	1.27%		-4.32%	0.50%	6.55%	-0.73%	0.46%	1.82%
1000	>65		-3.84%	0.51%	5.69%	-0.74%	0.48%	1.82%		-5.31%	0.73%	7.12%	-1.06%	0.70%	2.62%
10000	<18		-55.96%	7.09%	77.37%	-10.34%	6.73%	25.84%		-70.27%	9.92%	102.89%	-14.44%	9.43%	36.07%
10000	18~65		-25.39%	3.37%	38.57%	-4.93%	3.12%	12.43%		-40.39%	4.79%	61.11%	-7.00%	4.47%	17.60%
10000	>65		-40.52%	4.84%	48.75%	-7.10%	4.64%	17.42%		-47.23%	6.83%	64.84%	-10.04%	6.57%	24.54%

## 法國雙枚貝類中諾羅病毒之風險評估

表五、以蒙地卡羅估算法國進口雙枚貝類若加熱至全熟感染諾羅病毒之不確定性

Genomic copies	Age	Summer							Winter						
		Graph	Min	Mean	Max	5%	50%	95%	Graph	Min	Mean	Max	5%	50%	95%
100	<18		-0.05%	0.02%	0.13%	0.00%	0.02%	0.05%		-0.09%	0.03%	0.19%	-0.01%	0.03%	0.07%
100	18-65		-0.03%	0.01%	0.07%	0.00%	0.01%	0.02%		-0.03%	0.01%	0.07%	0.00%	0.01%	0.02%
100	>65		-0.02%	0.01%	0.06%	0.00%	0.01%	0.02%		-0.06%	0.02%	0.11%	0.00%	0.02%	0.05%
1000	<18		-0.42%	0.19%	1.23%	-0.03%	0.18%	0.45%		-0.60%	0.28%	1.88%	-0.05%	0.27%	0.66%
1000	18-65		-0.22%	0.09%	0.62%	-0.02%	0.09%	0.22%		-0.34%	0.13%	0.88%	-0.02%	0.12%	0.31%
1000	>65		-0.33%	0.13%	0.71%	-0.02%	0.13%	0.30%		-0.45%	0.19%	1.03%	-0.03%	0.19%	0.44%
10000	<18		-5.14%	1.94%	12.00%	-0.34%	1.84%	4.55%		-6.80%	2.77%	17.13%	-0.49%	2.63%	6.48%
10000	18-65		-3.15%	0.90%	6.12%	-0.15%	0.84%	2.15%		-3.34%	1.28%	7.55%	-0.22%	1.20%	3.05%
10000	>65		-3.54%	1.29%	7.34%	-0.23%	1.24%	2.99%		-6.46%	1.86%	11.06%	-0.33%	1.79%	4.28%

## 討 論

鮮少文獻針對可能含有諾羅病毒之高風險水產品進行風險評估，因此報告採用美國國家科學院風險評估框架進行風險評估，並藉由蒙地卡羅進行100,000次模擬估算各參數之不確定性，由於在抽樣過程中會產生極端值，會影響到平均值在評估上之準確性，而中位數如同平均值可以表示數值集中之趨勢，但並不會受到極端值之影響，因此本研究同時列出中位數以作為評估依據，除了中位數外，在風險評估中亦常使用百分之九十五信賴上限作為參考依據，以減少少數人可能遭遇之風險與維護大多數人之健康，並增加評估數值之可信度。

此評估模式易將風險高估，其高估之原因一來為使用參數具有不確定性，故採用高估風險原則，二來由於我們使用前提為假設來自法國之雙枚貝類為由RASFF通報已檢出，其可能含有之諾羅病毒數量未檢測具體之數值，故於本報告中針對其可能潛在數量100、1,000與10,000 cpg來分別預估。然而在一般與諾羅病毒相關文獻中，平均檢出之諾羅病毒數量大

多落在小於1,000 cpg之範圍內，根據英國政府級單位之英國環境漁業及海洋科學協會(Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, CEFAS)中統計2008年至2011年間檢驗諾羅病毒之牡蠣樣品中，小於1,000 cpg內占總樣品數85.4%，而介於1,000至10,000 cpg占13.5%，大於10,000 cpg占1.1%，顯示出約有八成五之樣品中諾羅病毒小於1,000 cpg<sup>(15)</sup>。

本報告為國人食用法國雙枚貝類可能得諾羅病毒之潛在風險進行評估，未來如能針對國人雙枚貝類飲食習慣、雙枚貝類中諾羅病毒定性與定量檢測、各國雙枚貝類來源之追溯與追蹤等狀況進行相關研究調查，取得更詳細之評估數值，風險評估結果將能更為精準與貼近現實之情況。

## 結 論

本報告以QMRA進行風險評估，並藉由蒙地卡羅進行100,000次模擬估算各參數之不確定性，從結果可知，若於流行季節冬季小於18歲族群生食法國雙枚貝類感染諾羅病毒之

機率若檢體分別為100、1,000和10,000 cpg，則其中位數為16.59、54.02和60.65%，百分之九十五信賴上限為23.82、77.60和86.96%。若能於食用前加熱至全熟，則其中位數為0.03、0.27和2.63%，百分之九十五信賴上限為0.07、0.66和6.48%，可大幅降低諾羅病毒感染之風險，因此建議對於法國進口雙枚貝類可能含有高風險之諾羅病毒應於加熱完全後再食用，以維護國人的健康與安全。

## 參考文獻

1. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2016. Norovirus. [<https://www.cdc.gov/norovirus/index.html>].
2. Karst, S. M. 2010. Pathogenesis of Noroviruses, emerging RNA viruses. *Viruses*. 2 (3): 748-781.
3. Food Safety Authority of Ireland. 2013. Opinion by the Food Safety Authority of Ireland Scientific Committee.
4. Guyader, F. S. L., Loisy, F., Atmar, R. L., Hutson, A. M. and *et al.* 2006. Norwalk virus-specific binding to oyster digestive tissues. *Emerging Infectious Diseases*. 12 (6): 931-936.
5. European Parliament. 2016. European fisheries in figures. [[http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/en/displayFtu.html?ftuId=FTU\\_5.3.9.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/en/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.3.9.html)].
6. European Commission. 2016. 2007-2016 The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). [<https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchForm&cleanSearch=1#>].
7. Health Protection Agency. 2004. Microbiological risk assessment for norovirus infection - contribution to the overall burden afforded by foodborne infections. [<http://tna.europarchive.org/20140406074237/http://food.gov.uk/science/research/foodborneillness/microriskresearch/b12programme/B12projlist/b12001/>].
8. Schaeffer, J., Le Saux, J.C., Lora, M., Atmar, R. L. and *et al.* 2013. Norovirus contamination on French marketed oysters. *International journal of food microbiology*. 166 (2): 244-248.
9. 張素徽、魏嵩璽、吳芳姿等。2015。2015年2月臺中市某農場諾羅病毒群聚感染事件。*疫情報導*，31(22): 566-574。
10. Pintó, R. M., Costafreda, M. I. and Bosch, A. 2009. Risk assessment in shellfish-borne outbreaks of Hepatitis A. *Applied and Environmental Microbiology*. 75 (23): 7350-7355.
11. Le Guyader, F. S., Neill, F. H., Dubois, E., Bon, F. and *et al.* 2003. A semiquantitative approach to estimate Norwalk-like virus contamination of oysters implicated in an outbreak. *International Journal of Food Microbiology*. 87 (1-2): 107-112.
12. Atmar, R. L., Neill, F. H., Romalde, J. L., Le Guyader, F. and *et al.* 1995. Detection of Norwalk virus and hepatitis A virus in shellfish tissues with the PCR. *Applied and Environmental Microbiology*. 61 (8): 3014-3018.
13. Teunis, P. F. M., Moe, C. L., Liu, P., E. Miller, S. and *et al.* 2008. Norwalk virus: How infectious is it? *Journal of Medical Virology*. 80 (8): 1468-1476.
14. Van Abel, N., Schoen, M. E., Kissel, J. C. and Meschke, J. S. 2016. Comparison of risk predicted by multiple norovirus dose-response models and implications for quantitative microbial risk assessment. *Risk Analysis*. pp. 1-18.

15. Food Standards Agency (FSA). 2015. Investigation into the prevalence, distribution and levels of norovirus titre in oyster. Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (Cefas).
16. Lopman, B. A., Hall, A. J., Curns, A. T. and Parashar, U. D. 2011. Increasing rates of gastroenteritis hospital discharges in us adults and the contribution of norovirus, 1996-2007. Clinical Infectious Diseases. 52 (4): 466-474.

## Risk Assessment of Norovirus in French Bivalve Molluscs

NAI-YUN HUANG<sup>1</sup>, CHUNG-PING HO<sup>1</sup>, CHENG-HUI YANG<sup>1</sup>,  
TSUNG-HSI WU<sup>2</sup> AND JYH-QUAN PAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Food Safety Institute International Ltd. Co.; <sup>2</sup>Division of Food Safety, TFDA

### ABSTRACT

Norovirus often causes varying scale of outbreaks in different countries. Vomiting, diarrhea and other symptoms of acute gastroenteritis often appear in infected patients. The source of infection is usually associated with the consumption of uncooked bivalve molluscs or seafood. French oysters are commonly seen in the domestic dining environments; however, there is a lack of risk assessment data for the high-risk aquatic products. This study used Taiwan Food and Drug Administration border inspection program data and the information from the EU RASFF notification system to conduct a risk assessment of norovirus infection from the consumption of French bivalve molluscs. The number of norovirus in the sample affects the results of risk assessment but the testing results are expressed only as positive and negative. Therefore, the estimated number of 100, 1,000 and 10,000 genomic copies per gram (cpg) norovirus are used in the study. Based on the relative parameters of the domestic consumption of French bivalve molluscs to evaluate the uncertainty, the @RISK software is used to perform a Monte Carlo simulation of 100,000 iterations to assess the potential health risks. The results showed that if the norovirus concentration of border detection in winter is 100, 1,000 or 10,000 cpg, the medians of norovirus infection probability would be 16.59, 54.02 and 60.65%, respectively in domestic population of younger than 18 years old group. If the product is fully cooked, it may reduce the infection risk to 0.03, 0.27 and 2.63% respectively. It shows that when consuming French bivalve molluscs, the risk of norovirus infection can be greatly reduced by fully cooking it.

Key words: norovirus, bivalve molluscs, risk assessment