

生活飲食習慣與壬基苯酚暴露— 夫婦樣本的觀察結果

陳志郎^{1,2,*} 呂宗烟¹ 童寶玲³
楊友仕³ 馬一中¹

目標：壬基苯酚(nonylphenol, NP)是一種廣流布在環境中的內分泌干擾物，人體暴露深受關切。本研究以橫斷式研究探究不孕治療之夫婦的飲食和生活習慣與尿液壬基苯酚暴露的相關。**方法：**經由婦產科對53對就診夫婦進行調查，每名應允參加者均填答一份問卷提供人口、社經、生活與飲食習慣等資料，41位男士和49位女士提供了尿樣。**結果：**男士年齡較大，身體質量指數較大，也較多抽菸和飲酒，但尿樣的壬基苯酚含量平均值並無男女差別(分別為 1.26 ± 0.39 對 $1.28 \pm 0.31 \mu\text{g/g creatinine}$ ， $p = .821$ ；Pearson correlation相關係數 $r = .31$ ， $p = .012$)。比較所有人口，社經及生活型態、食物變項，只發現多服食保健食品者的含量明顯高(1.35 ± 0.34 對 $1.16 \pm 0.34 \mu\text{g/g creatinine}$) ($p = .012$)。多喝高脂奶者亦有較高的含量，但不顯著。**結論：**此為首次以共同生活的夫婦樣本為對象，討論生活飲食習慣與人體壬基苯酚暴露濃度的關聯的論文，男性與女性的尿液壬基苯酚含量無顯著差別，多服食保健食品者的尿液壬基苯酚含量較高，其餘生活飲食習慣與尿液壬基苯酚含量無明顯關聯。(台灣衛誌 2012；31(5)：425-434)

關鍵詞：壬基苯酚、夫婦、飲食、尿液

前 言

壬基苯酚是界面活性劑烷基苯酚聚乙氧基醇類(alkylphenol polyethoxylate, APEO)的有機成分，並不會直接被排放到環境中。環境中的壬基苯酚主要是透過壬基苯酚聚乙氧基醇類化合物之代謝產物經由微生物的好氧與厭氧分解所形成[1,2]。在分解的過程中，壬基苯酚聚乙氧基醇類化合物的聚乙氧基醇，因分解而逐漸縮短，最後形成不具乙基

醇基的壬基苯酚[3,4]。由於缺乏聚乙氧基醇的親水基端，壬基苯酚的水溶性極低($K_{ow} = 4.5$)，因此被排放到環境中不易被微生物分解，在許多國家的河川檢測中都有發現此類物質的存在[3-7]。壬基苯酚具生物蓄積性，本身的毒性並不高，然而其結構與雌性激素(estrogen)類似，類雌激素化合物是環境激素(environmental hormones)的主要組成部分，具有弱的雌激素作用[8-11]。

壬基苯酚為親脂性，對水中生物的生物累積性明顯。Servos於瑞士Glatt河及其支流Chiesbach採集藻類、水生植物、魚類及水鴨樣本，並測定其體內壬基苯酚濃度，結果顯示水中壬基苯酚平均濃度為 $3.9 \mu\text{g/L}$ ，藻類濃度為 $2.5-4.2 \text{ mg/kg dry wt}$ ，魚肉濃度為 $0.15-0.38 \text{ mg/kg dry wt}$ ，水鴨肌肉濃度為 1.2 mg/kg dry wt [12]。Snyder等人的研究顯示壬

¹ 國立台灣大學公共衛生學院環境衛生研究所

² 元培科技大學環境工程衛生系

³ 國立台灣大學醫學院婦產科

* 通訊作者：陳志郎

聯絡地址：新竹市香山區元培街306號

E-mail: jlchen@mail.ypu.edu.tw

投稿日期：101年5月8日

接受日期：101年7月27日

基苯酚在Pimephales promelas魚體內的生物濃縮係數(bioconcentration factors, BCFs)為245-380，魚肉的平均濃度達0.184 $\mu\text{g/g}$ wet wt[6]。由於壬基苯酚具有生物累積性，可能經由食物鏈流佈至生物體內，甚至最後進入人體而累積於人體內[1,7]。亦即，飲食極可能是人體暴露於壬基苯酚的重要管道。

關於壬基苯酚類環境荷爾蒙的生物效應研究已經獲得證實[13]，但討論飲食與人體壬基苯酚濃度關聯性的論文並不算多。國內陽明大學的歷年研究認為食物是攝取主要來源[14-16]。不過，之前的研究樣本未特別採用共同生活的個體，本研究試圖以另一種樣本—共同生活的夫婦(共同生活者的生活與飲食因子暴露相近的可能性較高)，觀察生活飲食習慣是否與壬基苯酚暴露有關。藉由和台大醫院婦產科合作，分析門診就診婦女及其配偶尿液的壬基苯酚含量，探討影響壬基苯酚內在暴露量的生活飲食因子。

材料與方法

本橫斷式研究經倫理委員會審核，以台大醫院婦產科門診就診婦女為研究對象，分別對前去求診的婦女及其配偶進行研究說明，徵求願意參與此研究之夫妻，收集孕婦及其丈夫經八小時空腹後的尿液樣本1杯。運送過程中，尿液樣本以4°C保存，並於1-2小時內送至實驗室。儘速分析尿液中壬基苯酚內在暴露濃度，結合問卷資料進行資料建檔及統計分析。

壬基苯酚濃度分析

取10 mL尿液樣本置於20 mL玻璃瓶中，先以醋酸調至 $\text{PH} = 5.5$ ，加入1 mL 1M醋酸鉍緩衝液($\text{PH} = 5.3$)及125 μL β -glucuronidase/arylsulfatase (0.65U/0.26U)均勻混合，將樣本置於37°C水浴槽中震盪15小時後，以37%氯化氫將尿液樣本酸化至 $\text{PH} = 3$ 後備用。將此尿液樣本加入經10 mL甲醇清洗及經3 mL $\text{PH} = 3$ 的去離子水調理的Varian PH固相萃取管中，以5 mL去離子水清洗固相萃取管後，加入3 mL甲醇沖

提樣本中的壬基苯酚。收集之甲醇和一系列濃度為1.0、3.0、5.0、7.0、10.0、50.0、100.0 $\mu\text{g/L}$ 的標準品分別置於2mL的樣品瓶中，注入附有螢光偵測器的高效能液相層析儀(high performance liquid chromatography)進行層析。自動注入裝置設定注射20 μL 樣本，進入Supelco 5 μm C18 150 \times 4.6 mm管柱中進行分離，移動相為氰化甲烷和去離子水，比例為70:30，流速為1.0 mL/min。利用螢光偵測器定量樣本中壬基苯酚：設定激發波長280 nm，發射波長305 nm。將一系列標準品分析結果和濃度作圖建立檢量線後，將尿液樣本分析結果代入線性迴歸方程式，回推尿液樣本中壬基苯酚的濃度。檢量線線性範圍為0.01-1 $\mu\text{g/mL}$ ，相關係數 $r = 0.9998$ ，以最低點濃度0.01 $\mu\text{g/mL}$ 七重覆測量，並求7次測定值之標準偏差(SD)，(方法偵測極限 $\text{MDL} = t(n-1, 1-\alpha=0.99) \times \text{SD}$ ， $t(n-1, 1-\alpha=0.99)$ 為當自由度為 $n-1$ ，可信度為99%之students't value， $n=7$ 時)， MDL 為 $3 \times \text{SD} = 1.37 \text{ ng/mL}$ ，樣本精確性經重複5次實驗計算其回收率為 $95.38 \pm 4.26\%$ (平均值 \pm 標準差)，CV值4.82%。由於一般正常健康者每日creatinine之排出量穩定，男性0.8-1.8 g/day，女性0.6-1.6 g/day，因此以creatinine為內標進行校正以減少代謝物因受測者每日飲水量變化而造成之稀釋作用，所有尿液樣本分析後所得之壬基苯酚濃度均需經尿中creatinine校正後呈現。

資料分析

除檢體收集外，本研究以問卷訪視收集參與者之人口基本資料及可能影響人體壬基苯酚內在暴露量之資料，包括：身體質量指數、抽菸、喝酒、用藥等生活習慣以及澱粉、肉類、奶類、海鮮等食物攝取習慣。所有資料收集後逐件編號，以Excel建檔，經SPSS 17.0版進行頻數分析及異常數值分析，排除可疑資料後，先以 χ^2 檢驗男女性的人口學基本特質、生活習慣與飲食習慣的差異，再比較不同生活習慣、飲食習慣者的尿液壬基苯酚濃度是否不同，特別是魚和

紅白肉攝取跟尿液壬基苯酚濃度的關聯。我們將年齡依人數分4階層，身體質量指數依人數分二等階層。因尿液壬基苯酚的濃度分布非常態，不符合使用t-test與ANOVA的前提假設，故先將其進行對數轉換，以t-test檢定抽菸、喝酒、嚼檳榔、服食保健食品、服用藥物等習慣、有殼海鮮、魚肉(海水魚、淡水魚)攝食頻率以及空腹時間(上次吃飯幾小時前、上次吃麵幾小時前)等二分類變項與尿液壬基苯酚的關係，以單因子變異數分析(one-way ANOVA)檢定其他屬三分類性質的生活與飲食習慣變項與尿液壬基苯酚的關係。

結 果

本研究共收集53對前往台大醫院婦產科門診求診婦女及其配偶之社會經濟、生活型態、飲食習慣資料，共有49名女性和41名男性提供尿液樣本。比較男女受訪者的基本特質，教育程度的分佈情形在男女性之間相似，男性的年齡和身體質量指數分布均較女性偏高(表一)，生活習慣的部分，男性有較高比例的運動者，常抽菸、喝酒的比例也都

明顯高於女性，但女性則有較高比例的人有服藥習慣(表二)。至於飲食習慣，除男性較女性常吃羊肉外，其餘未達統計上的顯著差異(表三)。

生活和飲食習慣與壬基苯酚內在暴露量的關係

依表四，研究樣本的性別、年齡、教育程度與身體質量指數，與尿液壬基苯酚對數濃度的高低無顯著關聯。

有服用保健食品者的尿液中的壬基苯酚對數濃度明顯高於沒有服用者(1.35對1.16 $\mu\text{g/g creatinine}$, $p=.012$)，但抽菸、喝酒、嚼檳榔和服用藥物均和尿液中的壬基苯酚對數濃度無顯著相關(表五)。

表六顯示出距離上次吃飯或吃麵時間較短者相較於較長者有較高的尿中壬基苯酚濃度，但未達統計上顯著差異。將攝取牛肉和豬肉習慣分成不吃或很少吃、偶爾吃和常常吃三組，隨著攝取頻率的增加，尿液中的壬基苯酚對數濃度有下降的趨勢，同樣未達統計上顯著差異。將喝奶習慣分成不喝、很少喝和偶爾或常常喝三組，偶爾或常常喝全脂奶的受訪者相對於很少喝和不喝者則有

表一 男女性樣本的基本特質比較

變項	樣本數		男性		女性	p值
	N (%)		n (%)		n (%)	
年齡(歲)	106		53		53	0.005**
≤ 31	29 (27.4)		7 (13.2)		22 (41.5)	
32-35	25 (23.6)		12 (22.6)		13 (24.5)	
36-39	26 (24.5)		16 (30.2)		10 (18.9)	
> 39	26 (24.5)		18 (34.0)		8 (15.1)	
身體質量指數(kg/m^2)	103		52		51	$<0.001^{***}$
≤ 20.83	35 (34.0)		2 (3.8)		33 (64.7)	
20.84-23.53	34 (33.0)		20 (38.5)		14 (27.5)	
> 23.53	34 (33.0)		30 (57.7)		4 (7.8)	
教育程度	106		53		53	0.108
高中以下	15 (14.2)		6 (11.3)		9 (17.0)	
專科	30 (28.3)		11 (20.8)		19 (35.8)	
大學	36 (34.0)		19 (35.8)		17 (32.1)	
研究所以上	25 (23.6)		17 (32.1)		8 (15.1)	

註1：*** $p<0.001$; ** $p<0.01$

註2：本表的p值為 χ^2 檢定的結果。

表二 男女性樣本的生活習慣比較

變項	樣本數	男性	女性	p值
	N (%)	n (%)	n (%)	
劇烈運動習慣	106	53	53	0.047*
幾乎沒有	79 (74.5)	35 (66.0)	44 (83.0)	
每週2次以下	23 (21.7)	14 (26.4)	9 (17.0)	
每週2次以上	4 (3.8)	4 (7.5)	0 (0.0)	
抽菸習慣	106	53	53	<0.001***
不抽	81 (76.4)	32 (60.4)	49 (92.5)	
已經戒菸	4 (3.8)	3 (5.7)	1 (1.9)	
現在仍在抽	21 (19.8)	18 (34.0)	3 (5.7)	
喝酒習慣	103	50	53	0.007**
不喝	90 (87.4)	39 (78.0)	51 (96.2)	
偶爾或常常喝	13 (12.6)	11 (22.0)	2 (3.8)	
嚼檳榔習慣	106	53	53	0.118
不嚼	102 (96.2)	49 (92.5)	53 (100)	
偶爾嚼	4 (3.8)	4 (7.5)	0	
喝咖啡習慣	106	53	53	0.150
不喝	39 (36.8)	15 (28.3)	24 (45.3)	
很少	29 (27.4)	15 (28.3)	14 (26.4)	
偶爾或常常	38 (35.8)	23 (43.4)	15 (28.3)	
喝茶葉習慣	106	53	53	0.283
不喝	25 (23.6)	11 (20.8)	14 (26.4)	
很少	39 (36.8)	17 (32.1)	22 (41.5)	
偶爾或常常	42 (39.6)	25 (47.2)	17 (32.1)	
服食保健食品習慣	106	53	53	0.844
幾乎沒有	45 (42.4)	23 (43.4)	22 (41.5)	
有	61 (57.6)	30 (56.6)	31 (58.5)	
服用藥物習慣	106	53	53	0.017*
幾乎沒有	77 (72.6)	44 (83.0)	33 (62.3)	
有	29 (27.4)	9 (17.0)	20 (37.7)	

註1：***p<0.001; **p<0.01; *p<0.05

註2：本表的p值為 χ^2 檢定的結果。

較高的尿液中的壬基苯酚對數濃度(分別為1.32, 1.25和1.29 $\mu\text{g/g creatinine}$)但不具統計顯著性。依喝脫脂奶的頻率分組的情形亦無顯著差異, 偶爾或常常、很少喝和不喝脫脂奶之受訪者的尿中壬基苯酚對數濃度分別為1.22, 1.34和1.22 $\mu\text{g/g creatinine}$ 。

將吃魚肉習慣分成不吃或很少吃、偶爾吃和常常吃三組, 不論是海水魚或淡水魚, 常吃或偶爾吃者相對於不吃或很少吃者有較低的尿中壬基苯酚對數濃度; 此外, 偶爾或常常吃有殼海鮮類者的尿中壬基苯酚對數濃

度略高於不吃或很少吃者, 但上述海產的攝取與尿液壬基苯酚濃度的關係均未達統計上顯著差異。

討 論

本研究樣本的尿液壬基苯酚對數濃度約1.27 $\mu\text{g/g creatinine}$, 與Chen等人2009年檢出的小學五、六年級與初中一、二年級的學生尿中NP濃度相近[16], 但低於陽明大學團隊的研究結果。該團隊的研究顯示, 國人的攝取

表三 男女性樣本的飲食習慣比較

變項	樣本數		男性		女性		p值
	N (%)		n (%)		n (%)		
澱粉攝取							
每週吃幾碗飯	103		50		53		0.063
≤7碗	43	(41.7)	15	(30.0)	28	(52.8)	
8-15碗	38	(36.9)	22	(44.0)	16	(30.2)	
≥16碗	22	(21.4)	13	(26.0)	9	(17.0)	
每週吃幾碗麵	85		40		45		0.576
≤2碗	25	(29.4)	11	(27.5)	14	(31.1)	
3-7碗	55	(64.7)	26	(65.0)	29	(64.4)	
≥7碗	5	(5.88)	3	(7.5)	2	(4.4)	
上次吃飯幾小時前	82		38		44		0.209
≤10小時	27	(32.9)	14	(36.8)	13	(29.5)	
11-16小時	23	(28.0)	13	(34.2)	10	(22.7)	
≥16小時	32	(39.0)	11	(28.9)	21	(47.7)	
上次吃麵幾小時前	60		27		33		0.723
≤10小時	19	(31.7)	9	(33.3)	10	(30.3)	
11-20小時	20	(33.3)	10	(37.0)	10	(30.3)	
≥20小時	21	(35.0)	8	(29.6)	13	(39.4)	
其他食物攝取頻率							
牛肉	106		53		53		0.060
不吃或很少	41	(38.7)	16	(30.2)	25	(47.2)	
偶爾	56	(52.8)	31	(58.5)	25	(47.2)	
常常	9	(8.49)	6	(11.3)	3	(5.7)	
豬肉	106		53		53		0.469
不吃或很少	12	(11.3)	4	(7.6)	8	(15.1)	
偶爾	58	(54.7)	30	(56.6)	28	(52.8)	
常常	36	(34.0)	19	(35.8)	17	(32.1)	
羊肉	106		53		53		0.008**
不吃	29	(27.4)	8	(15.1)	21	(39.6)	
很少	54	(50.9)	29	(54.7)	25	(47.2)	
偶爾	23	(21.7)	16	(30.2)	7	(13.2)	
雞鴨鵝肉	106		53		53		0.955
不吃或很少	23	(21.7)	11	(20.8)	12	(22.6)	
偶爾	62	(58.5)	31	(58.5)	31	(58.5)	
常常	21	(19.8)	11	(20.8)	10	(18.9)	
全脂奶(牛奶或羊奶)	99		49		50		0.524
不喝	33	(33.3)	19	(38.8)	14	(28.0)	
很少	33	(33.3)	15	(30.6)	18	(36.0)	
偶爾或常常	33	(33.3)	15	(30.6)	18	(36.0)	
脫脂奶(牛奶或羊奶)	102		50		52		0.594
不喝	32	(31.4)	18	(36.0)	14	(26.9)	
很少	36	(35.3)	17	(34.0)	19	(36.5)	
偶爾或常常	34	(33.3)	15	(30.0)	19	(36.5)	
魚肉(淡水魚)	105		52		53		0.556
不吃或很少	44	(41.9)	20	(38.5)	24	(45.3)	
偶爾	50	(47.6)	25	(48.1)	25	(47.2)	
常常	11	(10.5)	7	(13.5)	4	(7.6)	

表三 男女性樣本的飲食習慣比較(續)

變項	樣本數	男性	女性	p值
	N (%)	n (%)	n (%)	
魚肉(海水魚)	105	52	53	0.485
不吃或很少	35 (33.3)	17 (32.7)	18 (34.0)	
偶爾	56 (33.3)	26 (50.0)	30 (56.6)	
常常	14 (13.3)	9 (17.3)	5 (9.4)	
有殼海鮮類	106	53	53	0.696
不吃或很少	48 (45.3)	25 (47.2)	23 (43.4)	
偶爾或常常	58 (54.7)	28 (52.8)	30 (56.6)	
內臟類	106	53	53	0.882
不吃	20 (18.9)	11 (20.8)	9 (17.0)	
很少	57 (53.8)	28 (52.8)	29 (54.7)	
偶爾或常常	29 (27.4)	14 (26.4)	15 (28.3)	
蛋	106	53	53	0.552
不吃或很少	15 (14.2)	9 (17.0)	6 (11.3)	
偶爾	63 (59.4)	32 (60.4)	31 (58.5)	
常常	28 (26.4)	12 (22.6)	16 (30.2)	
酸味水果	106	53	53	0.158
不吃或很少	31 (29.2)	20 (37.7)	11 (20.8)	
偶爾	59 (55.7)	26 (49.1)	33 (62.3)	
常常	16 (15.1)	7 (13.2)	9 (17.0)	

註1：** p<0.01

註2：本表的p值為 χ^2 檢定的結果。

表四 樣本基本特質與尿液壬基苯酚對數濃度

變項	樣本數(%)	壬基苯酚(ng/g creatinine)	p值
		Log Mean (S.D.)	
性別	90		0.821
男	41 (45.6)	1.26 (0.39)	
女	49 (54.4)	1.28 (0.31)	
年齡(歲)	90		0.802
≤31	23 (25.6)	1.29 (0.29)	
32-35	23 (25.6)	1.30 (0.38)	
36-39	22 (24.4)	1.21 (0.35)	
>39	22 (24.4)	1.29 (0.39)	
身體質量指數(kg/m ²)	90		0.547
≤20.70	28 (31.1)	1.26 (0.33)	
20.71-23.41	32 (25.6)	1.23 (0.38)	
>23.41	30 (33.3)	1.32 (0.34)	
教育程度	90		0.926
高中以下	15 (16.7)	1.25 (0.26)	
專科	25 (27.8)	1.24 (0.36)	
大學	31 (34.4)	1.30 (0.36)	
研究所以上	19 (21.1)	1.29 (0.40)	

註：檢定性別與尿液壬基苯酚濃度的關係採t-test；其餘採one-way ANOVA。

表五 生活習慣與尿液壬基苯酚對數濃度

變項	樣本數(%)	壬基苯酚(ng/g creatinine) Log Mean (S.D.)	p值
劇烈運動習慣	90		0.918
幾乎沒有	69 (76.7)	1.27 (0.31)	
每週2次以下	18 (20.0)	1.25 (0.48)	
每週2次以上	3 (3.3)	1.32 (0.40)	
抽菸習慣	90		0.173
不抽或戒菸	73 (81.1)	1.29 (0.36)	
現在仍在抽	17 (18.9)	1.17 (0.28)	
喝酒習慣	88		0.771
沒有喝	78 (88.6)	1.28 (0.34)	
偶爾或常常喝	10 (11.4)	1.25 (0.44)	
嚼檳榔習慣	90		0.437
從來不嚼	86 (95.6)	1.28 (0.35)	
偶爾嚼	4 (4.44)	1.14 (0.14)	
喝咖啡習慣	90		0.258
不喝	32 (35.6)	1.27 (0.33)	
很少	27 (30.0)	1.35 (0.37)	
偶爾或常常	31 (34.4)	1.20 (0.35)	
喝茶葉習慣	90		0.509
不喝	20 (22.2)	1.20 (0.36)	
很少	33 (36.7)	1.31 (0.33)	
偶爾或常常	37 (41.1)	1.27 (0.36)	
服食保健食品習慣	90		0.012*
幾乎沒服用	38 (42.2)	1.16 (0.34)	
有服用	52 (57.8)	1.35 (0.34)	
服用藥物習慣	90		0.546
幾乎沒服用	66 (73.3)	1.28 (0.36)	
有服用	24 (26.7)	1.23 (0.32)	

註1：*p<0.05

註2：檢定劇烈運動習慣、喝咖啡習慣、喝茶葉習慣與尿液壬基苯酚濃度的關係採one-way ANOVA；其餘採t-test。

表六 飲食習慣與尿液壬基苯酚對數濃度

變項	樣本數(%)	壬基苯酚(ng/g creatinine) Log Mean (S.D.)	p值
每週吃幾碗飯	89		0.560
≤7碗	39 (43.8)	1.30 (0.34)	
8-15碗	32 (36.0)	1.29 (0.35)	
≥16碗	18 (20.2)	1.19 (0.38)	
每週吃幾碗麵	79		0.651
≤2碗	23 (29.1)	1.22 (0.27)	
3-7碗	51 (64.6)	1.31 (0.40)	
≥7碗	5 (6.3)	1.21 (0.19)	
上次吃飯幾小時前	75		0.205
≤12小時	37 (49.3)	1.29 (0.36)	
>12小時	38 (50.7)	1.19 (0.31)	

表六 飲食習慣與尿液壬基苯酚對數濃度(續)

變項	樣本數(%)	壬基苯酚(ng/g creatinine) Log Mean (S.D.)	p值
上次吃麵幾小時前	58		0.222
≤16小時	30 (51.7)	1.34 (0.38)	
>16小時	28 (48.3)	1.23 (0.34)	
吃牛肉的頻率	90		0.807
不吃或很少吃	34 (37.8)	1.30 (0.39)	
偶爾吃	48 (53.3)	1.26 (0.34)	
常常吃	8 (8.9)	1.22 (0.25)	
吃豬肉的頻率	90		0.362
不吃或很少吃	10 (11.1)	1.38 (0.52)	
偶爾吃	49 (54.4)	1.29 (0.30)	
常常吃	31 (34.4)	1.21 (0.35)	
吃雞鴨鵝肉的頻率	90		0.939
不吃或很少吃	18 (20.0)	1.25 (0.46)	
偶爾吃	52 (57.8)	1.28 (0.31)	
常常吃	20 (22.2)	1.27 (0.36)	
喝全脂牛、羊奶的頻率	84		0.762
不喝	24 (28.6)	1.29 (0.40)	
很少喝	30 (35.7)	1.25 (0.33)	
偶爾或常常喝	30 (35.7)	1.32 (0.30)	
喝脫脂牛、羊奶的頻率	86		0.339
不喝	26 (30.2)	1.22 (0.32)	
很少喝	33 (38.4)	1.34 (0.31)	
偶爾或常常喝	27 (31.4)	1.22 (0.41)	
吃魚肉(淡水魚)的頻率	89		0.586
不吃或很少吃	40 (44.9)	1.30 (0.35)	
偶爾或常常吃	49 (55.1)	1.26 (0.34)	
吃魚肉(海水魚)的頻率	89		0.728
不吃或很少吃	32 (36.0)	1.29 (0.38)	
偶爾或常常吃	57 (64.0)	1.26 (0.33)	
吃有殼海鮮類的頻率	90		0.635
不吃或很少	39 (43.3)	1.25 (0.35)	
偶爾或常常	51 (56.7)	1.29 (0.35)	
吃內臟類的頻率	90		0.481
不吃不喝	15 (16.7)	1.26 (0.38)	
很少	49 (54.4)	1.31 (0.35)	
偶爾或常常	26 (28.9)	1.20 (0.33)	
吃蛋的頻率	90		0.734
不吃不喝或很少	13 (14.4)	1.27 (0.37)	
偶爾	49 (54.4)	1.29 (0.36)	
常常	28 (31.1)	1.23 (0.34)	
吃酸味水果的頻率	90		0.864
不吃不喝或很少	28 (31.1)	1.28 (0.36)	
偶爾	52 (57.8)	1.28 (0.35)	
常常	10 (11.1)	1.21 (0.34)	

註1：檢定上次吃飯幾小時前、上次吃麵幾小時前與尿液壬基苯酚濃度的關係採t-test；其餘採one-way ANOVA。

註2：檢定魚肉(海水魚、淡水魚)、有殼海鮮類攝食頻率與尿液壬基苯酚濃度的關係採t-test；其餘採one-way ANOVA。

量為德國和紐西蘭等的四倍或五倍[14,15]。

本研究在生活習慣與壬基苯酚內在暴露量的關係上，僅發現服用保健食品者較沒有服用者明顯有較高的尿液壬基苯酚對數濃度。因壬基苯酚的親脂性特性，藥物動力學認為含有脂肪的食物如：奶類、肉類、魚類、有殼海鮮等，較容易蓄積壬基苯酚，因此，經常攝取這些食物，可能存在較高的壬基苯酚暴露風險。過去國內研究曾指出：食物中烏魚子、炸雞腿、高麗菜等之壬基苯酚含量較高，但針對攝取後體內壬基苯酚濃度是否較高則無探討[14]。本研究則未發現這類飲食的攝取與尿液壬基苯酚有關，即便是尿液壬基苯酚對數濃度有隨著全脂奶的攝取頻率越高而越高的趨向，亦未達統計上的顯著差異，此結果或許是本研究樣本的飲食習慣同質性較高所致。

本研究因檢體的取得涉及人體試驗，樣本資料需嚴密保存，加上樣本取得極為不易，樣本數雖較過去研究略有增加，但仍偏低，致使本研究解釋力略顯不足。但首次以共同生活的夫婦為對象，提供了與過去研究不同角度的觀察結果。未來的研究可尋求產前健檢門診醫生的合作，以得到適合的對照組和更多的樣本數。此外，未來研究宜增列職業變項，尤其是可能暴露於壬基苯酚環境的職業，以探討職業暴露是否影響壬基苯酚的內在暴露量。

問卷調查內容某些類別除頻率外仍有攝食量(如麵食類之每餐食用幾碗)，但無法確認每人對碗的定量是否相同，故難以確切推估總攝食量是為研究限制之一。另因尿液樣本之收集必須委託門診護理人員在產婦到院檢查治療時代為收取，而在不孕治療門診對治療之孕產婦已明確要求其要空腹八小時到院進行治療，故本研究只收空腹八小時後之尿液樣本，後續研究擬設法取得每日飲食後2小時內之尿液樣本，並比較與空腹八小時後之差異。

參考文獻

1. Ahel M, Giger W. Partitioning of alkylphenols and alkylphenol polyethoxylates between water and

- organic solvents. *Chemosphere* 1993;**26**:1471-8.
2. Giger W, Brunner PH, Schaffner C. 4-nonylphenol in sewage sludge: accumulation of toxic metabolites from nonionic surfactants. *Science* 1984;**225**:623-5.
3. Writer JH, Ryan JN, Keefe SH, Barber LB. Fate of 4-nonylphenol and 17 β -estradiol in the Redwood River of Minnesota. *Environ Sci Technol* 2012;**46**:860-8.
4. Bennie DT, Sullivan CA, Lee HB, Peart TE, Maguire RJ. Occurrence of alkylphenols and alkylphenol mono- and diethoxylates in natural waters of the Laurentian Great Lakes and the upper St. Lawrence River. *Sci Total Environ* 1997;**193**:263-75.
5. Vajda AM, Barber LB, Gray JL, et al. Demasculinization of male fish by wastewater treatment plant effluent. *Aquat Toxicol* 2011;**103**:213-21.
6. Snyder SA, Keith TL, Pierens SL, Snyder EM, Giesy JP. Bioconcentration of nonylphenol in fathead minnow (*Pimephales promelas*). *Chemosphere* 2001;**44**:1697-702.
7. Ekelund R, Bergman A, Granmo A, Berggren M. Bioaccumulation of 4-nonylphenol in marine animals--a re-evaluation. *Environ Pollut* 1990;**64**:107-20.
8. Han XD, Tu ZG, Gong Y, et al. The toxic effects of nonylphenol on the reproductive system of male rats. *Reprod Toxicol* 2004;**19**:215-21.
9. Helmut AG. The endocrine and reproductive system: adverse effects of hormonally active substances? *Pediatrics* 2004;**113**:1070-5.
10. de Jager C, Bornman MS, van der Horst G. The effect of p-nonylphenol, an environmental toxicant with oestrogenic properties, on fertility parameters in adult male rats. *Andrologia* 1999;**31**:99-106.
11. de Jager C, Bornman MS, Oosthuizen JMC. The effect of p-nonylphenol on the fertility potential of male rats after gestational, lactational and direct exposure. *Andrologia* 1999;**31**:107-13.
12. Servos MR. Review of the aquatic toxicity, estrogenic responses accumulation of alkylphenol polyethoxylates. *Water Qual Res J Canada* 1993;**34**:123-77.
13. Toppari J, Larsen JC, Christiansen P, et al. Male reproductive health and environmental xenoestrogens. *Environ Health Perspect* 1996;**104**:741-803.
14. Lu YY, Chen ML, Sung FC, Wang SG, Mao IF. Daily intake of 4-nonylphenol in Taiwanese. *Environ Int* 2007;**33**:903-10.
15. Chen ML, Chang CC, Shen YJ, et al. Quantification of prenatal exposure and maternal-fetal transfer of nonylphenol. *Chemosphere* 2008;**73**:S239-45.
16. Chen ML, Lee HY, Chuang HY, Guo BR, Mao IF. Association between nonylphenol exposure and development of secondary sexual characteristics. *Chemosphere* 2009;**76**:927-31.

Nonylphenol exposure in married couples as measured by urinalysis

JYH-LARNG CHEN^{1,2,*}, CHUNG-YEN LU¹, PAO-LING TORNG³,
YU-SHIH YANG³, YEE-CHUNG MA¹

Objectives: Nonylphenol (NP) is an endocrine disrupter with wide distribution in the environment, particularly in foodstuffs and polluted water. Human exposure to NP has been of concern. This study evaluated the NP levels in couples with infertility, by using urinary 4-nonylphenol (4-NP) as a biomarker. **Methods:** Subjects were 53 married couples who were visiting the obstetrics and gynecology clinic. Of these, 41 men and 49 women provided urine samples. Each participant also completed a self-reported questionnaire to provide information about sociodemographic status and life style including diet. **Results:** Men were older, had a higher body mass index and were more likely to smoke, drink and use betel nut; however, the mean urinary NP levels were similar in men and women, 1.26 (SD 0.39) vs. 1.28 (SD 0.31) $\mu\text{g/g}$ creatinine ($p = .821$; Pearson correlation $r = .31$, $p = .012$). Among all measured sociodemographic and life style factors, only those individuals who had consumed more healthy food had significantly higher urinary NP levels than did subjects who had consumed less or did not consume healthy food at all. (1.35 (SD 0.34) vs. 1.16 (SD 0.34)) $\mu\text{g/g}$ creatinine ($p = .012$). Those who consumed more whole milk also had higher mean urinary NP levels, but this finding was not statistically significant. **Conclusions:** Our findings demonstrated that married couples had similar exposure to NP from the consumption of foodstuffs. Eating healthy food was associated with higher urinary nonylphenol levels. Other eating habits showed no significant correlation. (*Taiwan J Public Health*. 2012;31(5):425-434)

Key Words: nonylphenol, married couple, foodstuffs, urine

¹ Institute of Environmental Health, College of Public Health, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

² Department of Environment Engineering and Health, Yuanpei University, No.306, Yuanpei St., Xiangshan Dist., HsinChu, Taiwan, R.O.C.

³ Department of Obstetric and Gynecology, College of Medicine, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author. E-mail: jlchen@mail.ypu.edu.tw

Received: May 8, 2012 Accepted: Jul 27, 2012

評論：生活飲食習慣與壬基苯酚暴露－夫婦樣本的觀察結果

在暴露評估與健康影響研究中，研究者經常希望能瞭解生活及飲食習慣對暴露劑量間之相關性，也認為若有相似生活及飲食習慣之相似暴露族群，其暴露劑量應具有一致性。本研究試圖以共同生活的夫婦(作者認為共同生活者的生活與飲食因子暴露相近的可能性較高)，探討生活飲食習慣與壬基酚內在暴露量之相關性。在暴露評估研究中，若擬探討某特定暴露途徑對內在暴露劑量之貢獻時，常需先排除其他途徑之暴露，就本研究而言，職業暴露途徑需先排除，才能進一步探討生活飲食習慣與壬基酚內在暴露量之相關性。亦即就生活及飲食習慣而言，夫妻之間是否具相似性，需經調查及檢定，尤其本研究自不孕症門診招募志願者參與，顯見本研究受試者多屬40歲以下年輕族群，尿

國立成功大學工業衛生學科暨環境醫學研究所
李俊璋

E-mail: cclee@mail.ncku.edu.tw

聯絡地址：台南市東區大學路1號

液採集前一日夫妻之間三餐是否食用相同食物應確認。此外，就過去國民營養調查之研究結果顯示，男、女性之飲食頻率、各種食物每次攝取量均有差異，因此當計算每日單位體重之攝入量時，亦顯示有頗大之差異。本研究僅以各種食物之攝取頻率與壬基酚內在暴露量進行統計分析，可能造成偏差。

在內在暴露劑量研究中應考量污染物之代謝半衰期，以選擇最適當之檢體採樣時間。NP在人體之代謝半衰期約為2-3小時，本研究尿液採樣需空腹八小時，如此前一晚之飲食暴露之影響應反映在睡覺前之最後一泡尿液或早上起床後第一泡尿。而空腹八小時後所採得之尿液，在食物暴露對尿液中NP濃度之影響變小，因此是否足以說明食物暴露之代表性亦有疑問。

本研究在暴露評估上雖有缺憾，但目前針對夫妻間污染物暴露之研究頗為稀少，本研究仍有相當之參考價值，未來若有類似研究宜在暴露評估上多加鑽研及思考，其結論將具充分之參考性。

作者回覆：生活飲食習慣與壬基苯酚暴露－夫婦樣本的觀察結果

誠如評論者所述，在暴露評估研究中擬探討特定暴露途徑之Dose-Response，須排除可能之職業暴露，因此本研究進行孕產婦夫妻問卷調查時有考慮此因素，已排除有NP職業暴露可能性之對象。

本研究之對象為適齡孕產婦，高於四十歲以上之夫妻不多，較難依本研究推論高齡夫妻間飲食習慣與NP暴露是否與四十歲以下年輕夫妻一致。雖然NP在人體之代謝半衰期約為2-3小時，但本研究採空腹八小時

而非飯後兩小時內第一泡尿或起床後第一泡尿之樣本，旨在觀察人體基本內在暴露量，而非可能受前一餐飲食攝取造成短時間NP劑量變動影響之尿液樣本。

本研究為NP暴露與人體健康效應之多年期調查研究之一部分，本次發表為針對北台灣樣本階段性部分結果，與後續於中台灣與南台灣之調查研究獲致相似結論。顯示空腹八小時尿液樣本在食物暴露對尿液中NP濃度之影響仍具有一定意義。