

# 102年度研究成果報告

## 食品及血液中戴奧辛調查研究與風險評估

### 中文摘要

戴奧辛是目前環境中持久性有機污染物中最受矚目的污染物質，國際癌症研究機構已於 1997 年將 2,3,7,8-TCDD 歸類為已知人類致癌物。許多國家如德國、西班牙、希臘、芬蘭、澳洲、紐西蘭、日本已經建立一般居民血液中戴奧辛含量背景值資料。台灣衛生福利部在民國 90-101 年間建立了台灣六個地區(台北、新竹、台中、台南、高雄、花蓮地區)18-65 歲自願者血液中戴奧辛含量調查。同時於民國 90-101 年間進行食品中戴奧辛含量調查計畫，前期僅針對高脂肪食品進行監測，逐年加入國人攝入量較高之穀物及蔬果類食品，及已被歐盟納入戴奧辛管制標準的各類加工食品等。為能整合食品及人體血液中戴奧辛背景調查計畫資料，以解釋國人攝食食物與血液中戴奧辛含量的相關。102 年度整併二個計畫的研究設計，規劃逐年建立國內七大地區(北部地區、竹苗地區、中部地區、雲嘉南地區、高屏地區、宜蘭地區、花東地區)的食品及人體血液中多氯戴奧辛/呔喃及戴奧辛類多氯聯苯背景值含量，並以研究規劃及採樣設計，希冀建立二者之相關性，以瞭解居民體內戴奧辛負荷量中來自食物攝取之比例，供未來施政管理之參考。本年度計畫選擇北部地區(基隆市、台北市、新北市及桃園縣)為採樣地區，基隆市因人口數較低，所以將其併入新北市共同計算。挑選台北市、新北市(含基隆市)、桃園縣三縣市人口數最高的行政區(鄉鎮)，並於各區/鄉鎮挑選人口數最高的里為居民血液中戴奧辛含量調查的採樣區域。本年度最終挑選台北市大安區龍淵里、新北市板橋區溪福里及桃園縣桃園市大興里為本計畫招募受試者之區域。招募方式為透過各行政區的衛生局之公告系統寄送或發送招募文宣及宣傳海報，同時尋求里長之協助，招募自願者參與本研究。分析的食品種類參考衛生福利部設置的國家攝食資料庫之國人各類食品的攝食量資料及本中心 93-101 年度食品中戴奧辛含量調查執行成果，挑選攝食量最高的前 90 類食物細項進行採樣，並且根據居民血液中戴奧辛含量調查之問卷調查結果，挑選居民購買食物頻率最高的市場為食物採樣地點。整合食品及人體血液中戴奧辛含量資料探討食品攝入對人體血液中多氯戴奧辛/呔喃及戴奧

辛類多氯聯苯之影響，並提出管理政策建議。

本中心於今年 6 月 22 日、7 月 6 日及 7 月 7 日假大安區龍淵里里長辦公室、板橋區溪福里活動中心及桃園市大興里里長辦公室分別針對上述三里里民進行血液一般臨床生化檢查、血液中多氯戴奧辛/呔喃與戴奧辛類多氯聯苯等生物指標之量測及健康、飲食問卷調查；在血液採樣部份，本年度分析對象主要為曾居住當地 5 年以上，年齡層分為 18~25，26~35，36~45，46~55，56~65 歲之男女各 15 位居民，截至 102 年 7 月 7 日止，共完成 30 位居民血液採樣、健康及飲食問卷調查、血液一般臨床生化檢查。血液中多氯戴奧辛/呔喃及戴奧辛類多氯聯苯樣本分析部份，皆完成 30 位居民血液分析。男性及女性居民各佔 50.0%。居民的平均年齡，男性為 39.9 歲(18.0-65.0 歲)，女性為 41.0 歲(18.0-59.0 歲)。居民的 BMI 平均值，男性為 24.9 (20.0-30.3)，女性為 25.7 (18.9-37.6)，男性的體脂百分比平均值為 22.0%，低於女性的 31.9%。居民居住於當地之平均年數為 24.0 年。血壓方面，男性收縮壓為 120.8 (97.0-134.0) mmHg，女性收縮壓為 116.4 (98.0-142.0) mmHg，兩者平均值均符合標準，在舒張壓部份，男性舒張壓為 76.9 (67.0-87.0) mmHg，女性舒張壓為 74.7 (62.0-98.0) mmHg，兩者平均值均符合標準。居民中抽菸者的比例佔 20.0%，平均抽菸年數為 18 年 (1.0-34.0 年)，每天平均抽菸量 20.0 支(5.0- 40.0 支)，受到二手菸暴露者佔 23.3%。有喝酒習慣的人(一週一次以上)佔 10.0%，平均喝酒年數為 18.7 年(15.0-24.0 年)，每週平均喝酒量 2.9 升(0.3-8.0 升)。居民健康狀況分布方面，本研究居民皆無罹患眼部相關疾病方面；耳鼻喉相關疾病方面，僅 1 人(3.3%)罹患慢性中耳炎。呼吸系統相關疾病方面，罹患氣喘者最多，總計為 2 人(6.7%)，其次為肺部疾病 1 人(3.3%)，而塵肺病及結核病(肺癆)則皆無人罹患。心臟血管系統相關疾病方面，罹患高血壓者有 3 人(10.0%)罹患，心律不整及其他心臟病皆僅 1 人(3.3%)罹患。皮膚系統相關疾病方面，僅 1 人(3.3%)罹患皮膚過敏，手掌或腳底角質化及皮膚黴症則皆無人罹患。骨骼肌肉相關疾病方面，以骨折 2 人(6.7%)為最高，其次為痛風及椎間盤突出皆 1 人(3.3%)，而類風濕性疾病、坐骨神經痛及其他關節炎則無人罹患。消化系統相關疾病方面，以罹患胃、十二指腸潰瘍 2

人(6.7%)最高，肝臟疾病、肝炎、肝、膽結石、肝硬化及胰臟炎則皆無人罹患。泌尿系統相關疾病方面，僅 1 人(3.3%)罹患尿道發炎，腎臟病變、膀胱炎、疝氣及尿酸過高則皆無人罹患。血液系統相關疾病方面，僅貧血有 1 人(3.3%)罹患，再生不良性貧血、顆粒性白血球增多症及紫斑症皆無人罹患。神經系統相關疾病方面，僅偏頭痛有 1 人(1.7%)罹患，多發性神經炎、癲癇及帕金森氏症候群則無人罹患。內分泌系統相關疾病方面，最高為糖尿病 2 人(6.7%)，甲狀腺素機能過高、過低及甲狀腺腫大皆無人罹患。

30 位調查對象血液中 17 種多氯戴奧辛/呔喃(17 PCDD/Fs)中位數為 7.31 pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>DF</sub>/g lipid，介於 1.73-21.4 pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F</sub>/g lipid。30 位調查對象血液中 12 種戴奧辛類多氯聯苯(12 DL-PCBs)濃度中位數為 2.64 pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCB</sub>/g lipid，介於 0.56-11.2 pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCB</sub>/g lipid。血液中戴奧辛類化合物(17 PCDD/Fs+12 DL-PCBs)濃度之中位數為 10.4 pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g lipid，介於 2.29-30.6 pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g lipid；其中 12 種戴奧辛類多氯聯苯(12 DL-PCBs)之毒性當量濃度佔戴奧辛類化合物總毒性當量濃度之比例介於 13.6%~49.8%間，中位數為 29.3%。以本計畫 30 位北部地區居民血液中 17 PCDD/Fs 及 12 DL-PCBs 濃度與台灣或各國一般居民濃度比較並無較高之趨勢。

本年度食品的採樣地點參考受試者的飲食問卷調查結果，選取各里居民購買頻率最高的傳統市場或超級市場為採樣地點。90 種食物分別在台北市、新北市、桃園縣的市場各採 1 件樣品，再將相同食物的 3 件樣品均質成 1 件混合食物樣品，以此混合食物樣品代表整個北部地區的食物樣品。本計畫共完成 90 件混合食物樣品 17 種多氯戴奧辛/呔喃及 12 種戴奧辛類多氯聯苯總毒性當量濃度，各類食品之脂重濃度平均值(範圍)由高至低分別為其他蛋白質類 0.531 (0.172-0.907) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fat > 五穀雜糧乾豆類 0.194 (0.108-0.363) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fat > 家禽類及其製品類 0.187 (0.136, 0.239) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fat > 家畜類及其製品類 0.175 (0.075-0.466) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fat > 其他類 0.174 (0.123-0.300) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fat >

調味料類 0.134 (單一樣品) > 油脂類 0.042 (0.019, 0.064) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fat。依總重濃度平均值排列則是魚、水產類 0.215 (0.011-0.970) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight > 油脂類 0.037 (0.010, 0.064) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight > 其他蛋白質類 0.028 (0.004-0.080) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight > 家禽類及其製品類 0.023 (0.023, 0.023) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight > 家畜類及其製品類 0.021 (0.005-0.049) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight > 蔬菜類 0.014 (0.001-0.117) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight > 其他類 0.011 (0.005-0.024) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight > 五穀雜糧乾豆類 0.010 (0.002-0.030) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight 及調味料類 0.010 (0.002-0.019) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight > 水果類 0.003 (0.001-0.004) pg WHO<sub>05</sub>-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/g fresh weight。比較本中心過去(93-101年)食品中多氯戴奧辛/呔喃含量背景值調查結果，發現本年度各類食品中戴奧辛平均含量均低於 93-101 年度背景調查計畫之檢測值，未出現極端值之個案。各類食品中 17 種多氯戴奧辛/呔喃及 12 種戴奧辛類多氯聯苯濃度佔總濃度之比例中，魚、水產類(95.8%) 之 DL-PCBs 濃度所佔比例最高，蔬果類(蔬菜類及水果類) (94.9%) 次之，除油脂類外，各類食品之 DL-PCBs 濃度所佔比例平均在 80%以上；若依毒性當量濃度來看，則只有魚、水產類 (56.5%) 之 DL-PCBs 毒性當量平均濃度佔總毒性當量濃度一半以上，所佔比例明顯較其他各類食品高 (7.0%-26.7%)。

藉由國家攝食資料庫取得北部第一層(台北縣、台北市、基隆市)19-64 歲之攝食量資料及體重資料，配合本計畫所調查北部地區各類食物中戴奧辛類化合物之毒性當量濃度資料，推估北部地區 19-64 歲居民經由食品攝入之多氯戴奧辛/呔喃及戴奧辛類多氯聯苯之平均日暴露劑量 (ADD)，結果發現北部地區 19-64 歲全體的平均日暴露劑量為 0.246 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day，19-64 歲男性的平均日暴露劑量為 0.250 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day，19-64 歲女性的平均日暴露劑量為 0.244 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day 均符合世界衛生組織之每日容許劑量 1~4 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day。將本中心過

去檢測之各種食品中戴奧辛類物質濃度搭配北部第一層各類食品攝食量及 19-64 歲的體重等參數後利用蒙地卡羅模擬法(Monte Carlo Method)進行 10,000 筆隨機模擬的推估結果,北部地區 19-64 歲全體的第 95 分位的平均日暴露劑量為 0.497 pg WHO-TEQ/kg BW/day, 19-64 歲男性的第 95 分位的平均日暴露劑量為 0.492 pg WHO-TEQ/kg BW/day, 19-64 歲女性的第 95 分位的平均日暴露劑量為 0.476 pg WHO-TEQ/kg BW/day, 均符合世界衛生組織之每日容許劑量 1~4 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day。本研究依 DeVito et al.(1995)及 USEPA 之估算假設食物中戴奧辛之吸收率為 50%, 在穩定狀態(steady-state)下身軀之負荷量(body burden)小於 2 ng/kg 時, 若終生平均暴露量為 1 pg/kg/day 時, 血液中多氯戴奧辛/呔喃之濃度界於 7-8 pg TEQ/g lipid。依上述數據, 本研究以居民實際檢測之血液中戴奧辛毒性當量濃度推估其終生平均日暴露劑量介於 0.3 至 3.8 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day 之間, 平均為 1.5 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 男性為 0.3 至 3.2 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day 之間, 平均為 1.3 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 女性為 0.5 至 3.8 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day 之間, 平均為 1.6 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day。本研究進一步利用蒙地卡羅模擬法進行 10,000 筆隨機模擬血液中戴奧辛毒性當量濃度及暴露劑量, 並假設其分布為對數常態分佈(lognormal distribution), 全體居民其終生平均日暴露劑量平均值 1.4 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 中位數為 1.2 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 第 95 分位為 2.8 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 男性平均值為 1.2 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 中位數為 1.1 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 第 95 分位為 2.4 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day; 女性平均值為 1.6 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 中位數為 1.4 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day, 第 95 分位為 3.0 pg WHO-TEQ<sub>PCDD/F+PCB</sub>/kg BW/day。本研究以居民經由食品攝入之多氯戴奧辛/呔喃及戴奧辛類多氯聯苯之平均日暴露劑量 (ADD 食入) 除以居民體內戴奧辛負荷量 (ADD 血液) 以獲得由食入途徑暴露戴奧辛之比例, 並分為實際量測部分, 及蒙地卡羅模擬部份, 結果顯示, 在實測部分, 全體居民食入途徑暴露戴奧辛之比例為 6%至 82%,

平均 16%，男性居民食入途徑暴露戴奧辛之比例為 8%至 83%，平均 19%，女性居民食入途徑暴露戴奧辛之比例為 6%至 49%，平均 15%，蒙地卡羅模擬部分，全體居民食入途徑暴露戴奧辛之比例為 8%至 100%，平均 17%，男性居民食入途徑暴露戴奧辛之比例為 10%至 100%，平均 20%，女性居民食入途徑暴露戴奧辛之比例為 8%至 95%，平均 14%。本研究以居民經由食品攝入戴奧辛之平均日暴露劑量（ADD 食入）除以居民體內戴奧辛負荷量（ADD 血液）以獲得由食入途徑暴露戴奧辛之比例，此方法較無法反應受試者經年累月由食入途徑暴露戴奧辛後逐漸累積至體內的情形，文獻記載影響血液戴奧辛濃度因子眾多，如食物、年齡、性別、抽菸及體脂肪等，因此建議持續收集居民血液戴奧辛樣本，待樣本數足夠時，以複迴歸模式分析及校正各因子對血液戴奧辛濃度的貢獻。

關鍵詞：多氯戴奧辛/呔喃、戴奧辛類多氯聯苯、背景值、食物、血液、暴露  
風險評估