



勞工安全衛生研究報告

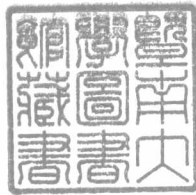
奈米微粒作業人員健康危害流行病學研究(IV)

Epidemiology of Health Hazards Among Engineered
Nanoparticles Manufacturing Workers(IV)

IOSH101-M321

奈米微粒作業人員健康危害流行病學研究(IV)

Epidemiology of Health Hazards Among Engineered Nanoparticles Manufacturing Workers(IV)



研究主持人：何俊傑、劉紹興

計畫主辦單位：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

計畫研究單位：國家衛生研究院環職組

研究期間：中華民國 101 年 01 月至 101 年 12 月 31 日

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所
中華民國 102 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

奈米微粒作業人員健康危害流行病學研究. IV / 何
俊傑, 劉紹興研究主持. -- 1版. -- 新北市 :
勞委會勞安所, 民102.04
面 ; 公分
ISBN 978-986-03-6678-5(平裝)

1. 勞工衛生

412.53

102007557

奈米微粒作業人員健康危害流行病學研究(IV)

著(編、譯)者: 何俊傑、劉紹興

出版機關: 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

221 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號

電話: 02-26607600 <http://www.iosh.gov.tw/>

出版年月: 中華民國 102 年 4 月

版(刷)次: 1 版 1 刷

定價: 400 元

展售處:

五南文化廣場

台中市區中山路 6 號

電話: 04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話: 02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」, 網址為
http://www.iosh.gov.tw/Book/Report_Publish.aspx
- 本所保留所有權利。欲利用本書全部或部分內容者, 須徵求行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所同意或書面授權。

【版權所有, 翻印必究】

ISBN: 978-986-03-6678-5

GPN:1010200797

¥130

摘要

「奈米科技」被公認為現今這一個世紀最重要的產業之一，從民生消費性產業到尖端的高科技領域，都能找到與奈米科技相關的應用。雖然「奈米科技」具有許多優點，但是伴隨而來亦有其潛在之風險。隨著奈米微粒運用日益漸增，但是對其所在職場會造成職業安全衛生之效應卻少被關注；另外，在現有之奈米微粒所引起之危害，文獻資料絕大部分是細胞或動物試驗資料，有關流行病學之資料相當缺乏，因而引發本研究之探討動機。

本研究於98至101年度「奈米微粒作業人員健康危害流行病學研究」計畫中，以橫斷性與縱貫性研究法利用個人問卷以及受試者之血液、尿液、肺功能與呼氣濃縮物(EBC)檢體的收集，探討奈米作業人員之氧化壓力傷害、發炎反應、肺功能、心血管疾病，抗氧化酵素活性、腎上腺固醇類荷爾蒙恆定以及神經反應之健康效應，並且利用Paik所提出之Control Banding理論，將奈米暴露受試者依照接觸的奈米物質危害(Severity)，分為S1(score:0-25分)與S2(score:26-50分)以及依據奈米作業人員暴露奈米之可能性(Probability)分為P1(分數：0-50分)與P2(分數：51-100分)，另外考量危害(Severity)與可能性(Probability)，將奈米暴露危害風險區分為風險等級RL1(Risk level 1)、風險等級RL2(Risk level 2)與風險等級RL3(Risk level 3)，但因RL3人數太少，因此在分析中合併RL2與RL3。

98-101 年共有 15 家事業單位 496 位人員參與本計畫，其中對照組 213 人，暴露組 283 人(RL1:150 人、RL2:133 人；S1:27 人、S2:256 人；P1:138 人、P2:145 人)，暴露組在男性或是學歷在研究所以上較對照組占有較高的比例，而吸菸習慣、喝酒習慣、心絞痛或是感覺到前胸疼痛是突然的，持續時間約 15-30 分鐘，且無法藉休息緩解之症狀則是在 RL2 以及 P2 中較對照組有較高的比例，但是過敏性皮膚炎僅發現在 P2 中較對照組有較高的比例。

利用 GEE 分析，了解奈米作業人員之健康追蹤情況，結果並沒有發現任何

變項在暴露等級與時間(次數)之交互作用項上呈現符合預期(健康指標數值變差)的顯著差異，不論是依據風險等級(Risk Level)、危害(Severity)或是可能性(Probability)來當作奈米暴露之指標皆是如此，此結果顯示奈米作業人員在目前的暴露狀況下，並不會因奈米暴露而造成健康上的影響。

最後在動物實驗中，利用插管方式使豬暴露於奈米銀 6 小時後，採取其不同時間點之血液與尿液，結果發現在奈米銀暴露後的 48 小時血中銀濃度達到最高，而尿液排出的濃度則相對低許多。進一步推估奈米銀從肺部到血液的轉移率，得知血液轉移率由 4 小時的 0.013%，到 48 小時達到最高 0.122%，而 96 小時後則降為 0.103%。藉由動物之急性暴露實驗，我們初步了解奈米物質會進入血液之中，然後在慢性之暴露後會造成什麼樣的健康影響，將是我們在未來的研究中需要去探討與釐清的部分。

關鍵字：流行病學研究、奈米微粒作業人員、氧化壓力傷害、發炎反應、肺功能、心血管疾病，抗氧化酵素活性、腎上腺固醇類荷爾蒙恆定

Abstract

Nanotechnology is regarded as a highly important technology today; it is overwhelmingly affecting every aspect of our daily lives, from packaged consumer goods to high-tech products. Nanotechnology is now being applied to a wide range of fields; however, the potential risks associated with the use of nanoparticles (NPs) are often neglected, especially in terms of their effects on occupational safety and health in the workplace. Most of the literature that has been published so far about the health impairment effects of NPs is concentrated on animal or cell culture studies, and only a few epidemiological studies have been carried out. This study aims to address that deficiency.

Over the past three years, this project collected information extracted from questionnaires and the results of analyses of blood, urine, and exhaled breath concentrate (EBC) samples using both cross-sectional and longitudinal studies, and used that information to investigate the pulmonary function, oxidative stress, inflammation response, cardiovascular disease (CVD), anti-oxidative enzyme activity, adrenal steroid hormone homeostasis, and neural response of nanotech workers. Based on the control banding theory proposed by Samuel Paik, the exposed group was subdivided into S1 (score: 0-25) and S2 (score: 26-50) subgroups according to the severity of nanomaterial (NM) contact and into P1 (score: 0-50) and P2 (score: 51-100) subgroups according to the probability of exposure to NMs. Further, in consideration of severity and probability, the entire exposed cohort was divided into three different risk levels (RLs): RL1, RL2, and RL3. The RL3 subgroup contained too few people, however, and so was merged it with the RL2 subgroup.

A total of 496 people from 15 different factories were recruited for this study, which was carried out from 2009 to 2012. Of the total, 213 persons were in the control group and the remainder in the exposed group (RL1: 150, RL2: 133; S1: 27, S2: 256; P1: 138, P2: 145). According to demographic data, the exposed group had a higher percentage of males and university graduates than the control group. Compared with the control group, the RL2 and P2 subgroups had more people with smoking habits, drinking habits, angina, and sudden pain in the chest which lasted for 15-30 minutes and could not be alleviated by rest. Only people in the P2 subgroup had a higher percentage of people with allergic contact dermatitis than did the control group.

Using the generalized estimating equations (GEE) analysis strategy to trace the health status of nanoparticle-manufacturing workers, we could not find any significant variation in interaction terms between exposure level and time (frequency) that complied with our expectations, whether in terms of risk level, severity, or probability indexes. This indicates that the current exposure of nanotech workers has no influence on their health.

Finally, we established an animal model based on mini-pigs to mimic the exposure environment of workers, and by tracheal intubation the pigs were exposed to nano-silver (n-Ag) solely by the route of inhalation. The accumulated silver concentration reached its maximum 48 hours after a six-hour exposure, but the concentration in the excretory urine of the pigs was relatively much lower. In further evaluating the transfer of n-Ag from the lungs into the blood, it was found that the transfer rate was 0.0013% at 4 hours, 0.122% at 48 hours, and 0.103% at 96 hours. From the information gained by the acute exposure experiment, we gained a preliminary understanding that NP can be transferred from the lungs into the blood; however, the health effects of chronic exposure await further study.

Keywords : Epidemiology, Engineered nanoparticles manufacturing workers, Oxidative stress, Inflammation response, Cardiovascular disease, Anti-oxidative enzyme activity, Adrenal steroid hormone homeostasis.

目錄

摘要.....	i
Abstract.....	iii
目錄.....	xi
圖目錄.....	xi
表目錄.....	xi
第一章 研究背景.....	1
第二章 文獻回顧.....	2
第一節 微米級粒徑之粒狀污染物的研究緣起以及可以作為奈米微粒暴露研究之借鏡.....	2
第二節 奈米微粒的製造及其毒性.....	4
第三節 暴露途徑.....	10
第四節 動物實驗之效應.....	11
第五節 細和超細微粒暴露的流行病學研究.....	16
第六節 從動物和流行病學研究提出的假設.....	17
第三章 研究目的.....	20
第四章 研究方法及步驟.....	27
第一節 研究設計.....	27
第二節 奈米廠商資料之取得以及研究對象之招募.....	28
第三節 研究方法與工具.....	29
第四節 資料的收集及品質管制步驟.....	51
第五節 資料處理與統計分析.....	52
第五章 結果與討論.....	53
第一節 奈米微粒作業人員之問卷內容.....	59
第二節 縱貫性研究結果.....	211
第三節 動物實驗結果.....	442
第六章 結論與建議.....	454
第一節 結論.....	454
第二節 建議.....	456
誌謝.....	457
參考文獻.....	458

圖目錄

圖 1 吸入奈米微粒對於肺部和心血管之假設/推論的影響	8
圖 2. IOSH-DEHOM NanoStudy	27
圖 3 NObreath [®] Quick Start Guide	31
圖 4 General strategy for preparing recombinant adenovirus by	34
圖 5 NF-kB(Serum)檢量線	35
圖 6 NF-kB(EBC)檢量線	35
圖 7 SOD standard curve	39
圖 8 Myeloperoxidase(MPO) 檢量線	40
圖 9 Interleukin-6(IL-6) 檢量線	42
圖 10 Interleukin-6 soluble Receptor(IL-6sR)檢量線	43
圖 11 Inter Cellular Adhesion Molecule 檢量線	44
圖 12 Vascular Cellular Adhesion Molecule 檢量線	45
圖 13 Cortisol 檢量線	48
圖 14 testosterone 檢量線	48
圖 15 Control Banding	49
圖 16 動物實驗之血液、尿液呼吸濃縮物採樣時間點	50
圖 17 98-101 年受試者參與情形	54
圖 18 NO 在不同 Risk Level 之重複測量情形	212
圖 19 NO 在不同 Severity 等級之重複測量情形	213
圖 20 NO 在不同 Probability 等級之重複測量情形	214
圖 21 CC16 在不同 Risk Level 之重複測量情形	215
圖 22 CC16 在不同 Severity 等級之重複測量情形	217
圖 23 CC16 在不同 Probability 等級之重複測量情形	219
圖 24 NF-kB(serum)在不同 Risk Level 之重複測量情形	222
圖 25 NF-kB(serum)在不同 Severity 等級之重複測量情形	224
圖 26 NF-kB(serum)在不同 Probability 等級之重複測量情形	225
圖 27 NF-kB(EBC)在不同 Risk Level 之重複測量情形	227
圖 28 NF-kB(EBC)在不同 Severity 等級之重複測量情形	228
圖 29 NF-kB(EBC)在不同 Probability 等級之重複測量情形	229
圖 30 IL-6 在不同 Risk Level 之重複測量情形	231
圖 31 IL-6 在不同 Severity 等級之重複測量情形	234
圖 32 IL-6 在不同 Probability 等級之重複測量情形	236
圖 33 IL-6sR 在不同 Risk Level 之重複測量情形	238
圖 34 IL-6sR 在不同 Severity 等級之重複測量情形	240
圖 35 IL-6sR 在不同 Probability 等級之重複測量情形	243
圖 36 8-OHdG (urine)在不同 Risk Level 之重複測量情形	244

圖 37 8-OHdG (urine)在不同 Severity 等級之重複測量情形	245
圖 38 8-OHdG (urine)在不同 Probability 等級之重複測量情形	246
圖 39 8-OHdG/creatinine (urine)在不同 Risk Level 之重複測量情形	248
圖 40 8-OHdG/creatinine (urine)在不同 Severity 等級之重複測量情形	250
圖 41 8-OHdG/creatinine (urine)在不同 Probability 等級之重複測量情形	251
圖 42 8-OHdG(plasma)在不同 Risk Level 之重複測量情形	253
圖 43 8-OHdG(plasma)在不同 Severity 等級之重複測量情形	254
圖 44 8-OHdG(plasma)在不同 Probability 等級之重複測量情形	255
圖 45 8-isoPGF _{2α} 在不同 Risk Level 之重複測量情形	257
圖 46 8-isoPGF _{2α} 在不同 Severity 等級之重複測量情形	258
圖 47 8-isoPGF _{2α} 在不同 Probability 等級之重複測量情形	259
圖 48 N7-MedG 在不同 Risk Level 之重複測量情形	260
圖 49 N7-MedG 在不同 Severity 等級之重複測量情形	261
圖 50 N7-MedG 在不同 Probability 等級之重複測量情形	262
圖 51 N7-MedG/creatinine 在不同 Risk Level 之重複測量情形	264
圖 52 N7-MedG/creatinine 在不同 Severity 等級之重複測量情形	265
圖 53 N7-MedG/creatinine 在不同 Probability 等級之重複測量情形	266
圖 54 MPO 在不同 Risk Level 之重複測量情形	268
圖 55 MPO 在不同 Severity 等級之重複測量情形	271
圖 56 MPO 在不同 Probability 等級之重複測量情形	273
圖 57 SOD 在不同 Risk Level 之重複測量情形	275
圖 58 SOD 在不同 Severity 等級之重複測量情形	277
圖 59 SOD 在不同 Probability 等級之重複測量情形	278
圖 60 GPx 在不同 Risk Level 之重複測量情形	281
圖 61 GPx 在不同 Severity 等級之重複測量情形	282
圖 62 GPx 在不同 Probability 等級之重複測量情形	283
圖 63 paraoxonase 在不同 Risk Level 之重複測量情形	286
圖 64 paraoxonase 在不同 Severity 等級之重複測量情形	287
圖 65 paraoxonase 在不同 Probability 等級之重複測量情形	288
圖 66 Fibrinogen 在不同 Risk Level 之重複測量情形	290
圖 67 Fibrinogen 在不同 Severity 等級之重複測量情形	292
圖 68 Fibrinogen 在不同 Probability 等級之重複測量情形	295
圖 69 VCAM 在不同 Risk Level 之重複測量情形	297
圖 70 VCAM 在不同 Severity 等級之重複測量情形	299
圖 71 VCAM 在不同 Probability 等級之重複測量情形	301
圖 72 ICAM 在不同 Risk Level 之重複測量情形	303
圖 73 ICAM 在不同 Severity 等級之重複測量情形	305
圖 74 ICAM 在不同 Probability 等級之重複測量情形	307

圖 75 HsCRP 在不同 Risk Level 之重複測量情形309

圖 76 HsCRP 在不同 Severity 等級之重複測量情形310

圖 77 HsCRP 在不同 Probability 等級之重複測量情形.....311

圖 78 SDNN 在不同 Risk Level 之重複測量情形314

圖 79 SDNN 在不同 Severity 等級之重複測量情形315

圖 80 SDNN 在不同 Probability 等級之重複測量情形.....317

圖 81 RMSSD 在不同 Risk Level 之重複測量情形.....319

圖 82 RMSSD 在不同 Severity 等級之重複測量情形.....321

圖 83 RMSSD 在不同 Probability 等級之重複測量情形322

圖 84 VLF 在不同 Risk Level 之重複測量情形.....325

圖 85 VLF 在不同 Severity 等級之重複測量情形.....326

圖 86 VLF 在不同 Probability 等級之重複測量情形327

圖 87 LF 在不同 Risk Level 之重複測量情形329

圖 88 LF 在不同 Severity 等級之重複測量情形.....330

圖 89 LF 在不同 Probability 等級之重複測量情形332

圖 90 HF 在不同 Risk Level 之重複測量情形.....334

圖 91 HF 在不同 Severity 等級之重複測量情形336

圖 92 HF 在不同 Probability 等級之重複測量情形.....337

圖 93 LF/HF 在不同 Risk Level 之重複測量情形339

圖 94 LF/HF 在不同 Severity 等級之重複測量情形340

圖 95 LF/HF 在不同 Probability 等級之重複測量情形.....341

圖 96 PSI 在不同 Risk Level 之重複測量情形343

圖 97 PSI 在不同 Severity 等級之重複測量情形345

圖 98 PSI 在不同 Probability 等級之重複測量情形.....346

圖 99 TP 在不同 Risk Level 之重複測量情形349

圖 100 TP 在不同 Severity 等級之重複測量情形.....350

圖 101 TP 在不同 Probability 等級之重複測量情形352

圖 102 BA 在不同 Risk Level 之重複測量情形.....354

圖 103 BA 在不同 Severity 等級之重複測量情形.....355

圖 104 BA 在不同 Probability 等級之重複測量情形357

圖 105 SI 在不同 Risk Level 之重複測量情形.....358

圖 106 SI 在不同 Severity 等級之重複測量情形.....360

圖 107 SI 在不同 Probability 等級之重複測量情形361

圖 108 SPO₂ 在不同 Risk Level 之重複測量情形.....363

圖 109 SPO₂ 在不同 Severity 等級之重複測量情形.....364

圖 110 SPO₂ 在不同 Probability 等級之重複測量情形.....366

圖 111 RI 在不同 Risk Level 之重複測量情形367

圖 112 RI 在不同 Severity 等級之重複測量情形368

圖 113 RI 在不同 Probability 等級之重複測量情形	369
圖 114 %DNA in Tail 在不同 Risk Level 之重複測量情形	371
圖 115 %DNA in Tail 在不同 Severity 等級之重複測量情形	373
圖 116 %DNA in Tail 在不同 Probability 等級之重複測量情形	374
圖 117 Tail Moment 在不同 Risk Level 之重複測量情形	376
圖 118 Tail Moment 在不同 Severity 等級之重複測量情形	378
圖 119 Tail Moment 在不同 Probability 等級之重複測量情形	379
圖 120 Olive Moment 在不同 Risk Level 之重複測量情形	381
圖 121 Olive Moment 在不同 Severity 等級之重複測量情形	383
圖 122 Olive Moment 在不同 Probability 等級之重複測量情形	384
圖 123 L/H 頭尾比例在不同 Risk Level 之重複測量情形	387
圖 124 L/H 頭尾比例在不同 Severity 等級之重複測量情形	388
圖 125 L/H 頭尾比例在不同 Probability 等級之重複測量情形	389
圖 126 cortisol 在不同 Severity 等級之重複測量情形	390
圖 127 cortisol 在不同 Severity 等級之重複測量情形	391
圖 128 cortisol 在不同 Probability 等級之重複測量情形	392
圖 129 Testosterone 在不同 Risk Level 之重複測量情形	393
圖 130 Testosterone 在不同 Severity 等級之重複測量情形	394
圖 131 Testosterone 在不同 Probability 等級之重複測量情形	396
圖 132 Progesterone 在不同 Risk Level 之重複測量情形	397
圖 133 Progesterone 在不同 Severity 等級之重複測量情形	398
圖 134 Progesterone 在不同 Probability 等級之重複測量情形	399
圖 135 FEV1/FVC 在不同 Risk Level 之重複測量情形	401
圖 136 FEV1/FVC 在不同 Severity 等級之重複測量情形	402
圖 137 FEV1/FVC 在不同 Probability 等級之重複測量情形	404
圖 138 FVC%) 在不同 Risk Level 等級之重複測量情形	406
圖 139 FVC%) 在不同 Severity 等級之重複測量情形	407
圖 140 FVC%) 在不同 Probability 等級之重複測量情形	408
圖 141 PEFr(%) 在不同 Risk Level 之重複測量情形	410
圖 142 PEFr(%) 在不同 Severity 等級之重複測量情形	411
圖 143 PEFr(%) 在不同 Probability 等級之重複測量情形	412
圖 144 MMF(%) 在不同 Risk Level 之重複測量情形	414
圖 145 MMF(%) 在不同 Severity 等級之重複測量情形	415
圖 146 MMF(%) 在不同 Probability 等級之重複測量情形	416
圖 147 FEF25(%) 在不同 Risk Level 之重複測量情形	418
圖 148 FEF25(%) 在不同 Severity 等級之重複測量情形	419
圖 149 FEF25(%) 在不同 Probability 等級之重複測量情形	420
圖 150 FEF50(%) 在不同 Risk Level 之重複測量情形	421

圖 151 FEF50(%)在不同 Severity 等級之重複測量情形	422
圖 152 FEF50(%)在不同 Probability 等級之重複測量情形	423
圖 153 FEF75(%)在不同 Risk Level 之重複測量情形	425
圖 154 FEF75(%)在不同 Severity 等級之重複測量情形	426
圖 155 FEF75(%)在不同 Probability 等級之重複測量情形	428
圖 156 神經反應在不同 Risk level 等級之重複測量情形	430
圖 157 神經反應在不同 Severity 等級之重複測量情形	432
圖 158 神經反應在不同 Probability 等級之重複測量情形	433
圖 159 豬隻動物實驗奈米銀產生粒徑與濃度分布情形	443
圖 160 豬隻動物實驗暴露奈米銀後血液與尿液中銀濃度變化情形	443
圖 161 豬隻動物實驗暴露奈米銀後血中銀與 FBG(serum)濃度變化情形	444
圖 162 豬隻動物實驗暴露奈米銀後血中銀與 NF-kB(serum)濃度變化情形	444

表目錄

表 1 奈米碳管之動物實驗文獻探討.....	6
表 2 Inflammatory Response Reporter Array	32
表 3 引子序列與限制酶名稱.....	38
表 4 98-101 年度各廠受試者之 Risk Level 分組情形.....	55
表 5 受試者參與次數之分布情形-以 Risk Level 等級分	56
表 6 受試者與參與次數之分布情形-以 Severity 等級分	57
表 7 受試者與參與次數之分布情形-以 Probability 等級分	57
表 8 受試者與參與次數之分布情形(98-101 年).....	57
表 9 346 位受試者之暴露情形.....	58
表 10 基本人口學特性與健康行為在不同 Risk Level 之分布情形	59
表 11 基本人口學特性與健康行為在不同 Severity 分級下之分布情形	61
表 12 基本人口學特性與健康行為在不同 Probability 分級下之分布情形.....	62
表 13 疾病狀況在不同 Risk Level 之分布情形	63
表 14 疾病狀況在不同 Severity 等級下之分布情形	64
表 15 疾病狀況在不同 Probability 分級下之分布情形.....	65
表 16 受試者在不同 Risk Level 下之之自覺症狀分布情形	67
表 17 受試者之自覺症狀在不同 Severity 等級下之分布情形	68
表 18 受試者在不同 Probability 等級下之自覺症狀分布情形.....	69
表 19 NO(ppb)在不同暴露分組下之分布情形	70
表 20 NO (ppb)在不同生活習慣下之分布情形	71
表 21 NO (ppb)在不同疾病狀況下之分布情形	72
表 22 CC16 在不同暴露分組下之分布情形	73
表 23 CC16 在不同生活習慣下之分布情形	74
表 24 CC16 在不同疾病狀況下之分布情形	75
表 25 NF-kB(Serum)在不同暴露分組下之分布情形	76
表 26 NF-kB(Serum)在不同生活習慣下之分布情形	77
表 27 NF-kB(Serum)在不同疾病狀況下之分布情形	78
表 28 NF-kB(EBC)在不同暴露分組下之分布情形	79
表 29 NF-kB(EBC)在不同生活習慣下之分布情形	80
表 30 NF-kB(EBC)在不同疾病狀況下之分布情形	81
表 31 IL-6 在不同暴露分組下之分布情形	83
表 32 IL-6 在不同生活習慣下之分布情形	84
表 33 IL-6 在不同疾病狀況下之分布情形	85
表 34 IL-6 sR 在不同暴露分組下之分布情形	87
表 35 IL-6 sR 在不同生活習慣下之分布情形	87
表 36 IL-6 sR 在不同疾病狀況下之分布情形	88

表 37 8-OHdG(urine) 在不同暴露分組下之分布情形.....89

表 38 8-OHdG(urine) 在不同生活習慣下之分布情形.....90

表 39 8-OHdG(urine) 在不同疾病狀況下之分布情形.....91

表 40 8-OHdG/ creatinine (ng/mg)在不同暴露分組下之分布情形.....92

表 41 8-OHdG/ creatinine (ng/mg e)在不同生活習慣下之分布情形.....93

表 42 8-OHdG/ creatinine (ng/mg)在不同疾病狀況下之分布情形.....94

表 43 8-OHdG(plasma) 在不同暴露分組下之分布情形.....95

表 44 8-OHdG(plasma) 在不同生活習慣下之分布情形.....96

表 45 8-OHdG 在不同疾病狀況下之分布情形.....97

表 46 8-isoPGF2(EBC) 在不同暴露分組下之分布情形.....98

表 47 8-isoPGF2α(EBC)在不同生活習慣下之分布情形.....99

表 48 EBC 8-isoPGF2 在不同疾病狀況下之分布情形100

表 49 N7-MthG(urine) 在不同暴露分組下之分布情形.....101

表 50 N7-MthG 在不同生活習慣下之分布情形.....102

表 51 N7-MthG 在不同疾病狀況下之分布情形.....103

表 52 N7-MthG 在不同暴露分組下之分布情形.....104

表 53 N7-MthG 在不同生活習慣下之分布情形.....105

表 54 N7-MthG 在不同疾病狀況下之分布情形.....106

表 55 MPO 在不同暴露分組下之分布情形.....108

表 56 MPO 在不同生活習慣下之分布情形.....109

表 57 MPO 在不同疾病狀況下之分布情形.....110

表 58 SOD 活性在不同暴露分組下之分布情形.....111

表 59 SOD 活性在不同生活習慣下之分布情形.....112

表 60 SOD 活性在不同疾病狀況下之分布情形.....113

表 61 GPx 活性(nmol/min/ml)在不同暴露分組下之分布情形.....114

表 62 GPx 活性(nmol/min/ml)在不同生活習慣下之分布情形.....115

表 63 GPx 活性(nmol/min/ml)在不同疾病狀況下之分布情形.....116

表 64 paraoxonase(unit/ml)在不同暴露分組下之分布情形117

表 65 paraoxonase(unit/ml)在不同生活習慣下之分布情形118

表 66 paraoxonase(unit/ml)在不同疾病狀況下之分布情形119

表 67 Fibrinogen 在不同暴露分組下之分布情形.....121

表 68 Fibrinogen 在不同生活習慣下之分布情形.....122

表 69 Fibrinogen 在不同疾病狀況下之分布情形.....123

表 70 VCAM 在不同暴露分組下之分布情形.....125

表 71 VCAM 在不同生活習慣下之分布情形.....125

表 72 VCAM 在不同疾病狀況下之分布情形.....126

表 73 ICAM 在不同暴露分組下之分布情形128

表 74 ICAM 在不同生活習慣下之分布情形128

表 75 ICAM 在不同疾病狀況下之分布情形 129

表 76 hsCRP 在不同暴露分組下之分布情形 130

表 77 hsCRP 在不同生活習慣下之分布情形 131

表 78 hsCRP 在不同疾病狀況下之分布情形給最小值 132

表 79 SDNN(ms)(心臟功能指數)在不同暴露分組下之分布情形..... 134

表 80 SDNN(ms)(心臟功能指數)在不同生活習慣下之分布情形..... 134

表 81 SDNN(ms)(心臟功能指數)在不同疾病狀況下之分布情形..... 135

表 82 RMSSD(ms)(心臟負荷指數)在不同暴露分組下之分布情形 136

表 83 RMSSD(ms)(心臟負荷指數)在不同生活習慣下之分布情形 137

表 84 RMSSD(ms)(心臟負荷指數)在不同疾病狀況下之分布情形 138

表 85 VLF(ms2)(極低頻)在不同暴露分組下之分布情形 139

表 86 VLF(ms2)(極低頻)在不同生活習慣下之分布情形 140

表 87 VLF(ms2)(極低頻)在不同疾病狀況下之分布情形 141

表 88 LF(ms2)(低頻)在不同暴露分組下之分布情形 142

表 89 LF(ms2)(低頻)在不同生活習慣下之分布情形 143

表 90 LF(ms2)(低頻)在不同疾病狀況下之分布情形 144

表 91 HF(ms2)(高頻)在不同暴露分組下之分布情形 145

表 92 HF(ms2)(高頻)在不同生活習慣下之分布情形 146

表 93 HF(ms2)(高頻)在不同疾病狀況下之分布情形 147

表 94 LF/HF(低高頻功率比)在不同暴露分組下之分布情形 148

表 95 LF/HF(低高頻功率比)在不同生活習慣下之分布情形 149

表 96 LF/HF(低高頻功率比)在不同疾病狀況下之分布情形 150

表 97 PSI(壓力指數)在不同暴露分組下之分布情形 151

表 98 PSI(壓力指數)在不同生活習慣下之分布情形 152

表 99 PSI(壓力指數)在不同疾病狀況下之分布情形 153

表 100 TP(ms2)(總能量)在不同暴露分組下之分布情形 154

表 101 TP(ms2)(總能量)在不同生活習慣下之分布情形 155

表 102 TP(ms2)(總能量)在不同疾病狀況下之分布情形 156

表 103 BA 在不同暴露分組下之分布情形 157

表 104 BA 在不同生活習慣下之分布情形給予最小值 158

表 105 BA 在不同疾病狀況下之分布情形給予最小值 159

表 106 血管硬化指數在不同暴露分組下之分布情形..... 160

表 107 血管硬化指數在不同生活習慣下之分布情形..... 160

表 108 血管硬化指數在不同疾病狀況下之分布情形..... 161

表 109 血氧飽和度(%)在不同暴露分組下之分布情形..... 162

表 110 血氧飽和度(%)在不同生活習慣下之分布情形..... 162

表 111 血氧飽和度(%)在不同疾病狀況下之分布情形..... 163

表 112 血管彈性指數(%)在不同暴露分組下之分布情形..... 164

表 113 血管彈性指數(%)在不同生活習慣下之分布情形.....165

表 114 血管彈性指數(%)在不同疾病狀況下之分布情形.....166

表 115 %DNA in Tail 在不同暴露分組下之分布情形.....167

表 116 %DNA in Tail 在不同生活習慣下之分布情形.....168

表 117 %DNA in Tail 在不同疾病狀況下之分布情形.....169

表 118 Tail Moment 在不同暴露分組下之分布情形.....170

表 119 Tail Moment 在不同生活習慣下之分布情形.....171

表 120 Tail Moment 在不同疾病狀況下之分布情形.....172

表 121 Olive Moment 在不同暴露分組下之分布情形.....173

表 122 Olive Moment 在不同生活習慣下之分布情形.....174

表 123 Olive Moment 在不同疾病狀況下之分布情形.....175

表 124 L/H 頭尾比例在不同暴露分組下之分布情形.....176

表 125 L/H 頭尾比例在不同生活習慣下之分布情形.....177

表 126 L/H 頭尾比例在不同疾病狀況下之分布情形.....178

表 127 cortisol 在不同暴露分組下之分布情形.....179

表 128 cortisol 在不同生活習慣下之分布情形.....180

表 129 cortisol 在不同疾病狀況下之分布情形.....181

表 130 testosterone 在不同暴露分組下之分布情形.....182

表 131 testosterone 在不同生活習慣下之分布情形.....182

表 132 testosterone 在不同疾病狀況下之分布情形.....183

表 133 progesterone 在不同暴露分組下之分布情形.....184

表 134 progesterone 在不同生活習慣下之分布情形.....184

表 135 progesterone 在不同疾病狀況下之分布情形.....185

表 136 FEV1/FVC 在不同暴露分組下之分布情形.....188

表 137 FEV1/FVC 在不同生活習慣下之分布情形.....188

表 138 FEV1/FVC 在不同疾病狀況下之分布情形.....189

表 139 FVC(%)在不同暴露分組下之分布情形.....190

表 140 FVC(%)在不同生活習慣下之分布情形.....191

表 141 FVC(%)在不同疾病狀況下之分布情形.....192

表 142 PEFR(%)在不同暴露分組下之分布情形.....193

表 143 PEFR(%)在不同生活習慣下之分布情形.....194

表 144 PEFR(%)在不同疾病狀況下之分布情形.....195

表 145 MMF(%)在不同暴露分組下之分布情形.....196

表 146 MMF(%)在不同生活習慣下之分布情形.....197

表 147 MMF(%)在不同疾病狀況下之分布情形.....198

表 148 FEF25(%)在不同暴露分組下之分布情形.....199

表 149 FEF25(%)在不同生活習慣下之分布情形.....200

表 150 FEF25(%)在不同疾病狀況下之分布情形.....201