

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* ***** ***** *
* 計 畫 *
* : 不同消毒劑於非生物性固體表面消毒效能評估 *
* 名 稱 *
* ***** ***** *

執行計畫學生： 郭怡琳
學生計畫編號： NSC 100-2815-C-041-003-E
研究期間： 100年07月01日至101年02月28日止，計8個月
指導教授： 許菁珊

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 嘉南藥理科技大學環境資源管理系

中華民國 101年03月31日

目錄

摘要	03
第一章緒論	04
1-1 前言	04
1-2 研究動機	04
第二章文獻探討	05
2-1 二氧化氯	05
2-2 漂白水	05
2-3 乙醇-(酒精)	06
2-4 奈米無機抗菌劑	06
2-4-1 二氧化鈦	07
第三章實驗方法與材料	08
3-1 研究方法概述	08
3-2 實驗步驟	09
3-3 實驗環境消毒方式規劃	09
3-4 實驗消毒濃度	10
3-5 實驗藥品與儀器	10
第四章結果與討論	11
4-1 三種消毒劑及三種抗菌劑消毒四種材質桌面之總菌落數殺菌結果	11

4-2 三種消毒劑及三種抗菌劑消毒四種材質桌面之大腸桿菌殺菌結果.....	12
4-3 三種消毒劑及三種抗菌劑消毒四種材質桌面之平均殺菌率.....	13
4-4 雙變數分析(Person)	14
第五章結論.....	18
第六章誌謝.....	19
參考文獻.....	20

摘要

一般生活中有許多會接觸到的非生物體表面，如：手術台、餐桌、書櫃以及茶杯，而其中桌面是生活中不可或缺的非生物表面的物品之一，不管是公共場所或私人領域都隨處可見到它的蹤跡，桌面擁有各種不同材質，如：木質桌面、壓克力玻璃桌面等各式各樣不同的材質，為了能更加瞭解在生活中不可或缺的這些材質之衛生品質對於環境衛生是否有所影響，本研究針對市面上所廣泛使用之消毒劑來進行不同材質桌面的消毒，並在消毒過後使用奈米無機抗菌劑以維持抗菌狀態之評估。

本研究將會有以下這三種消毒劑進行消毒：(1)二氧化氯 (2)75%之酒精 (3)市面上販售之漂白水(0.05%)，以及以下三種奈米無機抗菌劑維持抗菌狀態：(1)氧化鋅 (2)二氧化鈦 (3)氧化銀。有以下四種材質桌面來探討消毒情況：(1)金屬桌面 (2)木質桌面 (3)壓克力玻璃桌面 (4)美耐板桌面，針對三種消毒劑以及三種奈米抗菌劑對於四種材質桌面的消毒效果、作用速度以及殺菌之持久性來進行比較，並檢測空氣中細菌濃度、懸浮微粒、濕度及溫度，並使用 SPSS 統計軟體統計出環境因子與空氣及桌面之相關性，以得知環境因子是否影響桌面之微生物。

木質桌面擁有特有的木頭紋路，使得細菌藏於紋路中，導致每隔一段時間細菌量會不穩定；美耐板桌面比金屬及壓克力桌面容易擁有刮痕，較深的刮痕會藏匿大量的細菌，因此刮痕的深淺會決定細菌量。二氧化鈦屬於光催化，隨著時間的增加，接觸光線的時間也增加，而增進二氧化鈦的功效，將二氧化鈦擦拭於桌面，會隨時間而增強殺菌效用，導致殺菌效果持久，因此殺菌其持久性以二氧化鈦最佳。濕度與懸浮微粒有相關性，濕度的高低會影響到空氣中的懸浮微粒，桌面與空氣中的細菌量會互相影響，其中木質及美耐板易藏匿細菌的材質會在短時間釋放大量的細菌。溫度高低會決定細菌的生長量，因此溫度的控制是環境中的一大因素。

二氧化鈦在消毒四種不同材質桌面平均都有 99%的殺菌效果，說明二氧化鈦能有效地消毒金屬、木質、壓克力及美耐板四種不同桌面，因此在整體性上以二氧化鈦為較好的選擇。

關鍵詞：二氧化氯、漂白水、酒精、奈米無機抗菌劑、消毒

一、緒論

1-1 前言

在現在醫療發達及商業繁榮社會，民眾經常性地進出醫院及商店，在這過程中就極有可能頻繁性地接觸醫院、診所以及商店裡的非生物體表面之物體。且在醫院病人在與醫生問診時可能會接觸的問診桌或是進行手術的手術台，甚至醫護人員在拿取病歷資料時會因各醫院及診所不同而使用不同材質的書櫃，這些都可能導致細菌的傳播，因此環境衛生受到一般民眾的重視，桌面是重要的非生物體表面之一，不管是用餐、辦公、孩童上學時或各個空間都需要用到桌子，而為了配合室內設計的美觀及損壞度，桌面擁有各種不同的材質，如：木質桌面、壓克力玻璃桌面等各式各樣不同的材質，甚至在一個空間內可見到兩種或兩種以上的材質桌面，這些材質不只應用在桌面上，如：書櫃最常見的就擁有金屬及木質這兩種材質可見這些材質在生活中的使用非常大量，但也就由於人們必須經常性的使用，這些材質所攜帶的細菌量就萬萬不可小看。桌面對於環境衛生品質十分重要，尤其在用餐期間更是需要注意，如何有效的清除並控制微生物乃是清潔環境衛生的第一要務。

漂白水及酒精為民眾最常做為消毒使用也最容易取得之消毒劑，二氧化氯則為快速消毒的消毒劑並可應用於水的消毒，因此研究中使用這三種消毒劑進行桌面之消毒。現在市面上已有、奈米鋅作為消毒試劑，說明奈米技術是可運用在消毒、抗菌方面上，而研究中選用氧化鋅、氧化銀以及二氧化鈦三種奈米無機抗菌劑來作為桌面之抗菌。

1-2 研究動機

中國衛生部的《衛生技術規範》(2002年版)規定：其殺菌率用數值表示，及一般情況下試驗菌殺菌對數值 ≥ 3.00 或自然菌殺菌時數值 ≥ 1.00 ，就可判定消毒合格。消毒的目的在於切斷傳染病的傳播途徑，不同的病原體，在外界所能存活的時間也不同，某些病原微生物一旦條件適宜，會造成大量生長繁殖，將可能導致疾病的傳播與蔓延，對人體健康產生危害，因此，對這些有明顯傳染原存在而被污染的物件都必須進行消毒[1]。

而在2004年5月，第57屆世界衛生大會，同意成立以提升病人安全為全球問題的國際聯盟，於是世界病人安全聯盟（World Alliance for Patient Safety）就在2004年10月正式創立[2]。

大腸桿菌是最常見的微生物之一，在自然界以及動物體內都有其存在，它具有易培養、生長快、易變異的特點，於1982年由美國學者發現的腸出血性大腸桿菌O157:H7在北美引起出血性腸炎，腸出血性大腸桿菌O157:H7 (enterohemorrhagic E. coli, EHEC)是大腸桿菌的一個變種，曾在多個國家暴發流行，目前在美國以及加拿大也出現了耐藥性的新變種，導致多人死亡，感染主要以腹瀉、出血性結腸炎(hemorrhagic, HC)，並經常伴發溶血性尿毒綜合症(hemolytic uremic syndrome, HUS)，嚴重危害到人民的健康，流行病學研究表示，在所有腸出血性大腸桿菌所引起的感染中，20%-50%是由非O157血清型引起的，這些血清也能引起血樣便和溶血性尿毒綜合症，比較常見的對人致病的非O157血清型有：O26：H11、O103：H22、O111：NM、O113：H21[3]。

二、文獻探討

2-1 二氧化氯

從 2004 年世界衛生組織的第三版實驗室生物安全指引(Laboratory biosafety manual)所推薦的生物消毒劑：0.1-0.5% 次氯酸鈉溶液(NaOCl)、0.1-0.5 % 二氯異尿酸鈉(NaDCC) 、2 % 氯胺(Chloramine) 、0.05 % 二氧化氯(Chlorine dioxide)、5 % 甲醛(Formaldehyde)、70 % 乙醇(Ethyl alcohol) 與3 % 過氧化氫(Hydrogen peroxide) ，以及美國環保署(US.EPA.)所推薦[10]可用於處理炭疽桿菌的消毒劑：二氧化氯(ClO₂)、環氧乙烷(Ethylene Oxide)、漂白水(Bleach)、甲醛、過氧化氫、溴化甲烷(Methyl Bromide)與汽化過氧化氫(Vaporized Hydrogen Peroxide)中可得知，具有氣體熏蒸消毒能力的為二氧化氯、甲醛、環氧乙烷與汽化過氧化氫，其中甲醛有致癌性，環氧乙烷與汽化過氧化氫具有易燃易爆性，相較之下，二氧化氯應較適用為室內空氣消毒劑[4]，但具有強烈的刺激性和易爆性，在陽光直射、60°C 以上時均易發生爆炸[1]。

二氧化氯是一種高效、普遍、快速的消毒劑，發現其殺菌作用已有一百多年歷史，最早只用於水的消毒，可以殺滅各種微生物，包括各種細菌繁殖體、芽孢、真菌、病毒甚至原蟲等。其殺滅微生物之作用機制為對微生物細胞壁有較強的吸附穿透能力，可有效的氧化細胞內含巰基的酶，還可快速抑制微生物蛋白質的合成而破壞微生物[5-6]。

近幾年，固體二原包裝的二氧化氯製劑出現，使得應用越來越廣泛。2002年美國健康與人類服務部門(HHS)所作的『二氧化氯與氯酸鹽毒物學剖析報告』中指出，目前為止，並沒有任何毒理研究顯示口服二氧化氯能導致人類致死或致癌，也沒有報告顯示人類皮膚接觸二氧化氯會致癌及致死[6]。目前二氧化氯使用化學消毒劑中最理想的消毒劑，其消毒殺菌效果是一般消毒水的5-10 倍，並具有高效、無殘留等特性與優點，故被稱為『綠色消毒劑』，不致對環境造成危害，已被國際上先進國家廣泛應用[6]。

2-2 漂白水

氯系漂白水氧化效果較強所造成漂白效果好，且市售價格便宜，為大眾經常使用。但往往因其易受熱和光分解，且易與其他物質產生化學反應。假若不當使用漂白水則影響其殺菌功能，甚至造成環境危害並威脅人體健康。[7]

市面上目前所販售的漂白水成分為「次氯酸鈉(sodium hypochlorite)」，主要作為居家清洗洗衣物的漂白使用外，另外可做為消毒劑使用。氯系漂白水主要成分為次氯酸鈉(NaOCl; Sodium hypochlorite)屬弱鹼性，pH 值一般在9-12，市售濃度約為3-16%。主要以傳統漂白色衣物和殺菌所用。氧系漂白水主要成分為過氧化氫(H₂O₂; Hydrogen Peroxide)，可以保護衣物色彩、同時增豔，但漂白水會刺激黏膜、皮膚和呼吸道，且會在光或熱下分解，並容易與其他化學物質起反應，因此使用漂白水必須小心[7]。

次氯酸鈉被廣泛的使用在家庭、學校、醫院、游泳池水、飲用水、自來水、廢污水之消毒處理及淨化，以及醫院物品較難處理表面和外科手術的器材等之消毒。特別是在開發中的國家，常被使用為防治霍亂、痢疾、傷寒和其他水媒微生物所造成的疾病。在 Institut Pasteur 對於熱帶性疾病所做出來的研究論文報告中，便指出近來在拉丁美洲及

加勒比海群島所爆發的霍亂，因得力於次氯酸鈉之有效消毒，而阻止其發生；並使疾病感染率及死亡率降至最低[7]。

臺北市環境保護局表示，市售漂白水以一比一二〇之比率稀釋成為消毒水(0.05%)，環保局所公佈的稀釋濃度與醫院用於隔離病房環境清潔使用濃度相同。短時間大量漂白水進入馬桶或排水管道，會讓化糞池或承受排水的局部區域中的微生物死亡或受到抑制，而無法幫助分解有機物，可能因此增加河川污染的負擔[4]。

2-3 乙醇(酒精)

Pricr(1950)報告，60%酒精殺滅大腸桿菌暴露 5分鐘；70%或80%酒精，5分鐘內可殺滅金黃色葡萄球菌，然而，任何的酒精10分鐘都不能殺滅表皮葡萄球菌。[1]。桃園縣財政處公佈，用酒精擦拭雙手是預防病毒的最佳方法。民眾除了隨時保持雙手清潔外，可使用酒精含量70%的酒精擦拭雙手，並可使用某些清潔消毒劑為住所消毒。酒精的濃度除了關係其殺菌效果，關係溶解的速度，100%的酒精雖然殺菌效果較好，但其溶解的速度太快，反而對在內部的細菌造成保護；而70%-75%的酒精其溶解速度較慢，反能深入內部將細菌殺死。而酒精揮發性高，宜用於擦拭，不適宜密閉空間大量噴灑使用，且稀釋酒精作用時間須達一分鐘以上才具完全消毒作用[8]。

2-4 奈米無機抗菌劑

抗菌劑除了具有抗菌作用外還要考慮以下問題(1)具有抗菌持久性(2)無毒副作用，不會引起皮膚過敏或感染(3)與其他功能性抗菌劑具有較好的相容性(4)不影響物品原有的性能(5)不含重金屬、甲醛、酚和有機鹵素等，對環境無污染。

金屬類無機抗菌劑是以含有抗菌性金屬離子的試劑為主流，如銀、鋅等金屬離子，抗菌性最強的是銀離子，而且銀離子對人體的危害最小[9]。但是銀系抗菌劑用在織物上有顯色反應，並且銀系抗菌劑的造價較高，還有一點不足之處是與天然或人工合成的高分子化合物親和、相容性差，且一般殺菌作用較慢[6]。在選擇抗菌劑方面必須選有人體內擁有之微量元素金離子，並注意不可使用過量而造成人體上的危害。

1996年，齊藤一等人經實驗證明，奈米具有分解病原菌和毒素的作用。一般抗菌劑只有殺菌作用，不能分解毒素。奈米對綠膿桿菌、大腸桿菌、金黃色葡萄球菌、沙門氏菌、芽枝菌和麴黴等具有很強的殺滅能力[10]。

無機抗菌劑通過將無機抗菌成分與載體結合而製得。所採用的抗菌成分主要有銀、鈣、鋅及其化合物，尤其以銀及其化合物用得最多。無機抗菌劑的優點是具有安全性、耐熱性、耐久性、持續性，是纖維、塑膠、建材等生活製品最適宜的抗菌劑[11]。

無機抗菌劑的作用原理是依靠自然界的一些金屬離子，如銀離子、鈣離子等，在濃度很低的條件下即能破壞細菌的細胞膜或細胞原生質活性酶的活性，達到殺菌的效果。根據殺菌機理的不同，抗菌可分為接觸性抗菌和光催化抗菌，金屬及其離子的抗菌作用屬於接觸性抗菌。不少金屬和金屬離子都具有抗菌作用，其殺菌和抑制病原體的能力有以下順序： $Ag > Hg > Cu > Cd > Cr > Ni > Pd > Co > Zn > Fe$ 。銀系抗菌劑因具有較強的抗菌效果，而在無機抗菌劑中占主導地位[12-13]，因此，銀化合物無機抗菌劑不論是在研究中還是在商業應用中都很普遍。

先前研究顯示[14]將奈米銀顆粒整理在無紡布上，30分鐘後對金黃色葡萄球菌和大腸桿菌的抑菌率都大於99%，並且證明抑菌率與奈米銀顆粒的大小有關。Nakashima.T.[15]等研究了將Cu離子和Zn離子整理在無紡布織物上，取得了良好的結果。

2-4-1 二氧化鈦

二氧化鈦是一種優良的光催化劑，光催化類抗菌劑大都屬於寬禁帶的型半導體氧化物，中大多數易發生化學或光化學腐蝕，而奈米粒子不僅具有很高的光催化活性，而且耐酸、耐鹼、耐光化學腐蝕、成本低、無毒等，使它成為最有應用潛力的一種光催化劑[16]。

Mistuning等人認為奈米二氧化鈦光催化反應引起了易變的過氧化態反應的發生，使細胞中CoA被直接氧化抑制了細胞呼吸作用而引起細胞死亡，這就是第一種殺菌模式。這種模式強調在二氧化鈦和目的細胞之間的直接接觸而使細胞成分的直接氧化[17]。

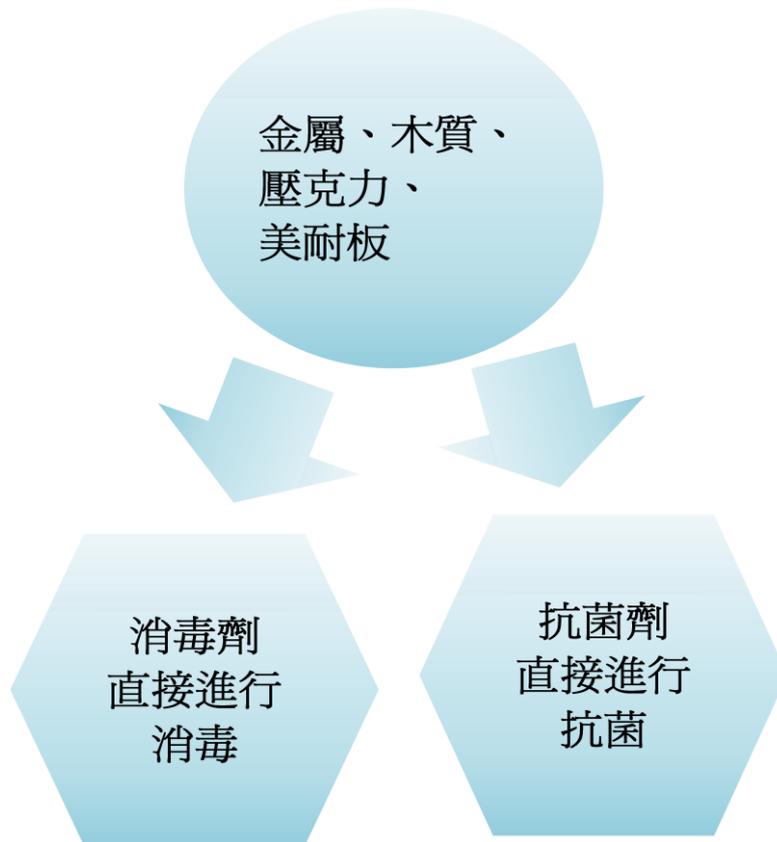
本研究以不同材質桌面針對不同消毒劑及不同抗菌劑進行採樣，採樣項目為桌面上是否有無大腸桿菌群及細菌群，一般評估微生物暴露量是以培養基培養環境中微生物，經培養後，計數培養皿上的菌落數，並以空氣中細菌濃度檢測方法(NIEA E301.11C)定量分析採樣時環境中微生物之含量以及檢測懸浮微粒、濕度、溫度，得知測試區域之微生物污染情形後，根據得到結果來探討何者消毒劑、抗菌劑效果最快、作用最快、殺菌力最持久，而總體來說，即以上消毒劑、抗菌劑何者為一般民眾最佳合適方式。

三、研究方法與材料

3-1 研究方法概述

本研究利用不同材質之桌面為採樣部位，並利用環檢所公告之水中總菌落數檢測方法(NIEA.E204.54B)及水中大腸桿菌群檢測方法(NIEA.E202.53B)。定量分析金屬、木質、壓克力玻璃、美耐板材質桌面中微生物含量，經培養後，計數培養皿上的菌落數，並以空氣中細菌濃度檢測方法(NIEA E301.11C)定量分析採樣時環境中微生物之含量以及檢測懸浮微粒、濕度、溫度，得以監控測試區域的微生物污染程度。研究中，將使用二氧化氯、漂白水(0.05%)、75%酒精，以三種不同消毒劑進行消毒，以及直接使用氧化鋅、氧化銀以及二氧化鈦這三種奈米抗菌劑進行消毒，探討不同材質桌面使用不同消毒劑、抗菌劑進行不同消毒方式的效果比較以及是否能同時消毒空氣中之細菌，如圖一所示。

- (1) 使用二氧化氯、漂白水(0.05%)、75%酒精三種消毒劑，對金屬、木質、壓克力玻璃、美耐板四種材質桌面進行消毒，測試市售漂白水、二氧化氯以及 75%酒精對微生物殺菌效果。
- (2) 直接使用氧化鋅、氧化銀、二氧化鈦三種奈米抗菌劑分別擦拭於金屬、木質、壓克力玻璃、美耐板四種材質桌面，測試奈米抗菌劑直接對微生物抗菌效果。
- (3) 以空氣中細菌濃度檢測方法(NIEA E301.11C)定量分析採樣時環境中微生物之含量以及檢測懸浮微粒、濕度、溫度，並使用 SPSS 統計軟體統計出環境因子與空氣及桌面之相關性，以得知環境因子是否影響桌面之微生物。



圖一、實驗方法架構圖

3-2 實驗步驟

基於前述之研究方法，本研究之實驗步驟其細節分別說明之：

- (1) 使用不同消毒劑及不同奈米抗菌劑於採樣點，採樣點以金屬、木質、壓克力玻璃、美耐板材質桌面為採樣對象，於桌面上取3個以5cm × 5cm方格進行擦拭法試驗。其採樣方法如下：
 - a. 使用自製二氧化氯加入濕紙巾中製成含消毒劑濕紙巾，以不同材質桌面為採樣點，將濕紙巾均勻擦拭於桌面，觀察使用二氧化氯消毒方式對不同材質桌面之微生物消毒情形。
 - b. 使用自製二氧化氯加入濕紙巾中製成含消毒劑濕紙巾，以不同材質桌面為採樣點，將濕紙巾均勻擦拭於桌面，觀察使用二氧化氯消毒方式對不同材質桌面之微生物消毒情形。
 - c. 使用市售酒精，以不同材質桌面為採樣點，將市售95%酒精稀釋至75%酒精，直接噴灑於桌面上再均勻擦拭，觀察使用75%酒精消毒方式對不同材質桌面之微生物消毒情形。
- (2) 使用不同奈米無機抗菌劑於採樣點，採樣點以金屬、木質、壓克力玻璃、美耐板材質桌面為採樣對象，於桌面上取3個以5cm × 5cm方格進行擦拭法試驗。其採樣方法如下：
 - a. 採樣時以不同材質桌面為採樣點，直接使用氧化鋅奈米抗菌劑均勻擦拭於桌面上，觀察使用氧化鋅奈米抗菌劑直接擦拭於不同材質桌面之微生物抗菌情形。
 - b. 採樣時以不同材質桌面為採樣點，直接使用氧化銀奈米抗菌劑均勻擦拭於桌面上，觀察使用氧化銀奈米抗菌劑直接擦拭於不同材質桌面之微生物抗菌情形。
 - c. 採樣時以不同材質桌面為採樣點，直接使用二氧化矽奈米抗菌劑均勻擦拭於桌面上，觀察使用二氧化鈦奈米抗菌劑直接擦拭於不同材質桌面之微生物抗菌情形。
- (3) 以空氣中細菌濃度檢測方法(NIEA E301.11C)定量分析採樣時環境中微生物之含量以及檢測懸浮微粒、濕度、溫度，並使用 SPSS 統計軟體統計出環境因子與空氣及桌面之相關性，以得知環境因子是否影響桌面之微生物。
- (4) 採樣時間：

在於金屬、木質、壓克力玻璃、美耐板桌面未消毒前建立背景值，在經過二氧化氯、漂白水(0.05%)、75%酒精三種消毒劑消毒以及直接擦拭氧化鋅、氧化銀、二氧化鈦三種奈米抗菌劑消毒，各以30分鐘、1小時、2小時、3小時、4小時為採樣時間，其採樣時間依桌面微生物經培養後，計算培養皿上的菌落數在30-300之間的範圍而定，測得浮菌數亦稱之總菌數 (CFU/m³)，即可比較出測試區域微生物污染程度。

得知測試區域之微生物污染情形後，探討之二氧化氯、漂白水(0.05%)、75%酒精以及氧化鋅、氧化銀、二氧化鈦對金屬、木質、壓克力、美耐板四種材質桌面的消毒效果、作用速度以及殺菌之持久性之比較。

3-3 實驗環境消毒方式規劃

研究中，濕紙巾是選用20cm×20cm的擦拭紙，添加16mL之250 mg/L二氧化氯稀釋溶液製成濕紙巾，符合美國所公告之安全範圍內，擦拭於金屬、木質、壓克力玻璃、美

耐板桌面上待藥劑揮發後進行採樣。在未消毒前建立四種材質桌面菌落數之背景值，經過30分鐘、1小時、2小時、3小時、4小時分別進行金屬、木質、壓克力玻璃、美耐板桌面消毒後採樣，觀察以上四種材質桌面微生物的消毒情形。

3-4 實驗消毒濃度

以上所使用消毒劑與抗菌劑均在時量平均容許濃度，每次取16ml，每一桌面為30cm x35cm：

- (1) 二氧化氯用於物體表面消毒濃度應在500mg/L以下，本實驗所使用濃度為250mg/L，塗抹於桌面劑量為0.004mg/cm²。
- (2) 本實驗使用漂白水消毒劑濃度為環保署規範用於環境消毒為5000mg/L(0.05%)，塗抹於桌面劑量為0.08mg/cm²。
- (3) 酒精有效消毒濃度為68%-75%之間，本實驗所使用濃度為75%，塗抹於桌面劑量為0.01mg/cm²。
- (4) 鋅為人體必要的微元素之一每天需攝取4-10mg，本實驗使用氧化鋅濃度為5.0mg/L，塗抹於桌面劑量為0.00008mg/cm²。
- (5) 銀的有效殺菌濃度為12.5mg/L，使用安全範圍為5-300mg/L，本實驗使用氧化銀濃度為200mg/L，塗抹於桌面劑量為0.003mg/cm²。
- (6) 二氧化鈦有效濃度為60000mg/L，本實驗使用二氧化鈦濃度為300mg/L，塗抹於桌面劑量為0.004mg/cm²。

3-5 實驗藥品與儀器

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. 抽氣櫃 | 15. Tryptic-Soy-Agar(MERCK) |
| 2. 精秤天平 | 16. Malt-Extract-Agar(MERCK) |
| 3. 無菌操作台 | 17. 酒精 |
| 4. 菌落計數器 | 18. 玻璃棒 |
| 5. 高溫高壓殺菌釜 | 19. 培養皿 |
| 6. 二氧化氯，(knowhow) | 20. 錐形瓶 |
| 8. 次氯酸鈉 | 21. MAS-100 採樣器 |
| 9. 98%乙醇 | 22. 粒子技術氣 |
| 10. 氧化鋅 | 23. TSI室內空氣品質監測儀 |
| 11. 氧化銀 | 24. 二段水 |
| 12. 二氧化鈦 | 25. 試管震盪器 |
| 13. 恆溫培養箱 (35±2°C) | 26. 酒精燈 |
| 14. Plate-Count-Agar(MERCK) | 27. 棉花及棉花棒 |

三、結果與討論

3.1 三種消毒劑及三種抗菌劑消毒四種材質桌面之總菌落數殺菌結果

使用三種消毒劑及三種抗菌劑進行消毒四種材質桌面，從表一可得知漂白水、75%酒精、氧化鋅、氧化銀及二氧化鈦在消毒金屬桌面0.5小時後就有大約100%的殺菌效果，一直持續至4小時都有98%殺菌率，其中氧化鋅及氧化銀消毒金屬桌面為佳，平均都有99%的消毒效果。

漂白水與75%酒精雖然在消毒木質桌面0.5小時就有大約100%的消毒效果但在3、4小時殺菌率大幅下降，說明此兩種消毒劑在消毒細菌上雖作用時間快但殺菌效果無法持久，只能持續兩、三個小時的時間，三種消毒劑消毒效果都並不穩定，木質桌面擁有特有的木頭紋路，使得細菌藏於紋路中，無法完全消毒，因此細菌量在一定時間內增加或減少，導致每隔一段時間細菌量會不穩定。三種抗菌劑在消毒0.5小時後都均有大約100%的抗菌效果，氧化鋅在消毒4小時會達到100%的殺菌率，氧化銀消毒4小時平均有99%殺菌效果，二氧化鈦則是維持至3小時後才慢慢地下降。

二氧化氯消毒壓克力桌面的作用時間慢，在消毒4小時才有70%的殺菌效果，而漂白水及75%酒精則都有90%左右的殺菌率，其中以漂白水消毒效果較75%酒精

消毒效果為佳，三種抗菌劑在消毒壓克力桌面0.5小時，均有達到98%的殺菌效果，殺菌效果一直持續至4小時。

三種消毒劑在消毒美耐板桌面0.5小時都有80%以上的殺菌率，其中以漂白水殺菌效果較好，但三種消毒劑的消毒效果都不穩定；美耐板桌面雖然沒有木質桌面的紋路問題，但比金屬及壓克力桌面容易擁有刮痕，而刮痕比木質紋路更易藏匿細菌，較深的刮痕會藏匿大量的細菌，因此刮痕的深淺會決定細菌量，進而導致美耐板桌面之消毒效果會比木質桌面更不穩定，消毒效果也比其他三種材質桌面較差。氧化鋅及氧化銀雖殺菌效果也不穩定，但殺菌效果比二氧化氯及75%酒精要好，而二氧化鈦則4小時都維持在100%的殺菌率，說明二氧化鈦更能消毒藏匿於刮痕中的細菌。

表一、消毒四種材質桌面之總菌落數消毒效果

項目	殺菌率%						
	二氧化氯	漂白水	75%酒精	氧化鋅	氧化銀	二氧化鈦	
0.5	金屬	63.8	100	99.9	99.9	100	98.9
	木質	66.1	100	100	99.5	100	100
	壓克力	49.1	100	89.4	98.8	97.7	100
	美耐板	79.7	93.9	97.2	96.7	82.3	100
1	金屬	68.2	82.6	98.8	100	99.9	100
	木質	58.7	85.4	100	98.7	95.5	99.9
	壓克力	56.6	94.6	90.3	99.6	100	100
	美耐板	57.4	99.7	55.0	70.5	70.0	100
2	金屬	77.7	97.3	98.2	100	96.6	100
	木質	65.0	96.1	99.1	99.9	100	100
	壓克力	56.0	89.2	90.9	96.5	99.3	98.4
	美耐板	59.6	86.6	77.5	96.7	95.4	100
3	金屬	73.6	75.2	97.2	99.1	100	97.9
	木質	52.3	84.7	98.7	99.5	100	99.8
	壓克力	62.4	96.7	94.6	99.2	95.4	100
	美耐板	66.0	98.8	76.7	84.8	99.0	100
4	金屬	79.7	98.0	99.8	97.3	100	98.6
	木質	65.3	52.4	57.8	100	100	98.3
	壓克力	71.6	93.3	89.5	98.6	99.6	98.6
	美耐板	77.7	96.9	77.8	99.8	100	100

消毒時間(小時)

3.2 三種消毒劑及三種抗菌劑消毒四種材質桌面之大腸桿菌殺菌結果

使用三種消毒劑及三種抗菌劑進行消毒四種材質桌面，漂白水、75%酒精、氧化鋅及二氧化鈦作用時間快，在消毒0.5小時就有100%的殺菌效果，一直維持至4小時都還有步錯的殺菌效果，二氧化氯則是在消毒2小時後效果逐漸降低。

二氧化氯及75%酒精在消毒木質桌面與總菌落數相同，殺菌效果不穩定，漂白水、氧化鋅、氧化銀及二氧化鈦都維持很好的殺菌結果，其中以氧化銀及二氧化鈦殺菌效果最好，壓克力玻璃材質屬於光滑桌面，沒有木質桌面有細菌藏於紋路中的問題，因此消毒效果會較於木質桌面來得好。

二氧化氯雖在消毒壓克力桌面之大腸桿菌較細菌好，但其殺菌效果不穩定，漂白水消毒大腸桿菌在4小時後也還有86%的殺菌效果；，而二氧化鈦雖在消毒1小時後消毒效果有稍微下降，但在2小時至4小時就一直維持在100%。

漂白水及75%酒精消毒美耐板桌面雖在0.5小時即可達到100%的殺菌率，但與二氧化氯相同，其殺菌效果並不穩定，二氧化鈦則在消毒0.5小時至4小時後都一直維持在

100%的殺菌率，說明二氧化鈦在消毒美耐板上具有很好的殺菌效果。

表二、消毒四種材質桌面之大腸桿菌消毒效果

項目	殺菌率%						
	二氧化氯	漂白水	75%酒精	氧化鋅	氧化銀	二氧化鈦	
0.5	金屬	86.4	100	100	100	96.8	100
	木質	86.7	93.6	100	99.9	99.6	99.7
	壓克力	88.2	90.5	98.3	-	-	87.5
	美耐板	59.3	100	100	-	-	100
1	金屬	90.9	96.9	99.8	99.9	96.8	100
	木質	83.7	100	25.6	95.5	99.9	99.7
	壓克力	70.6	97.6	57.4	-	-	77.0
	美耐板	57.4	99.7	53.8	-	-	100
2	金屬	72.7	100	99.8	100	99.6	100
	木質	80.0	97.3	87.9	96.8	100	100
	壓克力	100	100	80.1	-	-	100
	美耐板	88.9	65.4	85.8	-	-	100
3	金屬	59.1	95.3	100	100	99.6	97.9
	木質	50.0	99.2	90.6	99.9	100	100
	壓克力	62.4	93.8	92.3	-	-	100
	美耐板	63.0	73.0	58.8	-	-	100
4	金屬	45.5	96.9	100	100	100	100
	木質	86.7	97.9	89.0	100	100	100
	壓克力	73.5	86.4	98.6	-	-	100
	美耐板	77.7	100	94.1	-	-	100

消毒時間(小時)

3.3 三種消毒劑及三種抗菌劑消毒四種材質桌面之平均殺菌率

由表三可得知在總菌落數方面，消毒金屬桌面以75%酒精、氧化鋅、氧化銀及二氧化鈦較好，其中75%酒精消毒效果最好；消毒木質桌面、壓克力桌面三種抗菌劑均有99%以上的殺菌率，以二氧化鈦效果為佳；消毒美耐板桌面以漂白水及二氧化鈦效果較好，其中二氧化鈦最好；二氧化鈦屬於光催化，隨著時間的增加，接觸光線的時間也增加，而增進二氧化鈦的功效，因此二氧化鈦在消毒四種桌面才具有很好的消毒作用。

表三、消毒四種材質桌面之總菌落數每小時平均殺菌率

項目	每小時平均殺菌率%					
	二氧化氯	漂白水	75%酒精	氧化鋅	氧化銀	二氧化鈦
金屬	72.6	90.6	98.8	99.3	99.3	99.1
木質	61.5	83.7	93.1	99.5	99.1	99.6
壓克力	59.1	94.8	90.9	98.5	98.4	99.4
美耐板	68.1	95.2	76.9	89.7	89.3	100

由表四得知消毒大腸桿菌方面，消毒金屬桌面，75%酒精、氧化鋅及二氧化鈦殺菌效果較好，以氧化鋅銷果達100%殺菌率為佳；消毒木質桌面則以氧化銀及二氧化鈦效果最好；消毒壓克力、美耐板桌面屬漂白水及二氧化鈦效果較佳，壓克力為漂白水為佳，美耐板為二氧化鈦為佳。

表四、消毒四種材質桌面之大腸桿菌每小時平均殺菌率

項目	每小時平均殺菌率%					
	二氧化氯	漂白水	75%酒精	氧化鋅	氧化銀	二氧化鈦
金屬	70.9	97.8	99.9	100	98.6	99.6
木質	77.4	97.6	78.6	98.4	99.9	99.9
壓克力	78.9	93.7	85.3	-	-	92.9
美耐板	69.3	87.6	78.5	-	-	100

3.4 雙變數分析(Person)

利用SPSS 12 雙變數 (Person)，分析關聯性如表五，而具有極佳顯著性的參數為

- (1) 溫度與消毒劑及濕度與消毒劑($p < 0.01$)，說明在使用消毒劑時，消毒劑在揮發作用的過程中會影響到環境中的溫度及濕度。
- (2) 濕度與懸浮微粒($p < 0.01$)，可得知濕度的高低會影響到空氣中的懸浮微粒，濕度越高空氣中的懸浮微粒越高，因此保持空氣中低溼度即可降低懸浮微粒的含量，如圖二所示。
- (3) 桌面與空氣細菌($p < 0.01$)，得知桌面與空氣中的細菌量會互相影響，桌面所附著之細菌會釋出於空氣中，而空氣中之細菌也會沉降至桌面上，其中木質及美耐板易藏匿細菌的材質會在短時間釋放大量的細菌。
- (4) 溫度與桌面細菌($p < 0.01$)，溫度高低會決定細菌的生長量，由此可說明溫度的高低會決定桌面細菌量的趨勢，隨著溫度的增高，細菌也會慢慢增加，因此溫度的控制是環境中的一大因素之一。
- (5) 懸浮微粒PM1與桌面($p < 0.05$)，說明粒徑 $\leq 1.0\mu m$ 的懸浮微粒會藏匿於桌面中，進而影響到空氣中的懸浮微粒PM1。

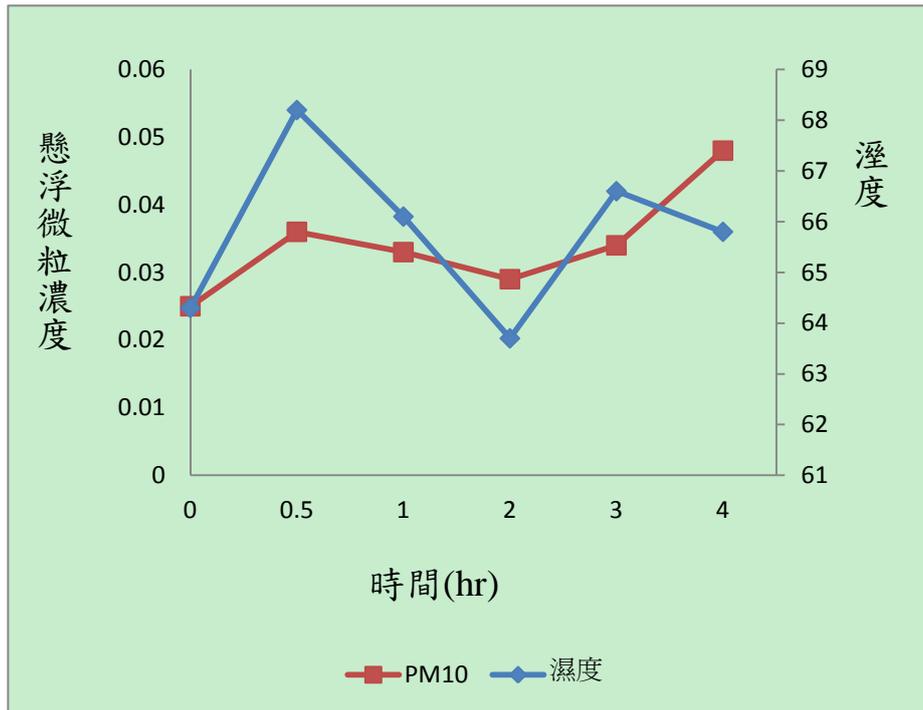
表五、以顯著值敘述環境因子與細菌、真菌濃度關係

項目	桌面	消毒劑	溫度	濕度	空氣細菌	桌面細菌	
桌面	Pearson 相關	1	.000	-.003	-.078	-.541**	.123
	顯著性 (雙尾)		1.000	.988	.718	.006	.567
	個數	24	24	24	24	24	24
消毒劑	Pearson 相關	.000	1	.663**	-.573*	.137	.494*
	顯著性 (雙尾)	1.000		.000	.003	.523	.014
	個數	24	24	24	24	24	24
溫度	Pearson 相關	-.003	.663**	1	-.224	.055	.553**
	顯著性 (雙尾)	.988	.000		.293	.799	.005
	個數	24	24	24	24	24	24
濕度	Pearson 相關	-.078	-.573**	-.224	1	.072	-.163
	顯著性 (雙尾)	.718	.003	.293		.739	.446
	個數	24	24	24	24	24	24
PM1	Pearson 相關	-.408*	-.198	.231	.568**	.354	-.098
	顯著性 (雙尾)	.048	.355	.278	.004	.090	.649
	個數	24	24	24	24	24	24
PM2.5	Pearson 相關	-.297	-.192	.317	.625**	.282	.076
	顯著性 (雙尾)	.159	.370	.131	.001	.183	.722
	個數	24	24	24	24	24	24
PM7	Pearson 相關	-.277	-.168	.379	.603**	.264	.174
	顯著性 (雙尾)	.189	.434	.068	.002	.213	.416
	個數	24	24	24	24	24	24
PM10	Pearson 相關	-.286	-.137	.406*	.579**	.263	.204
	顯著性 (雙尾)	.176	.525	.049	.003	.215	.338
	個數	24	24	24	24	24	24
TSP	Pearson 相關	-.308	-.107	.425*	.562**	.264	.203
	顯著性 (雙尾)	.143	.620	.039	.004	.212	.341
	個數	24	24	24	24	24	24
空氣 細菌	Pearson 相關	-.541**	.137	.055	.072	1	.095
	顯著性 (雙尾)	.006	.523	.799	.739		.659
	個數	24	24	24	24	24	24
桌面 細菌	Pearson 相關	.123	.494*	.553**	-.163	.095	1
	顯著性 (雙尾)	.567	.014	.005	.446	.659	
	個數	24	24	24	24	24	24

項目		PM1	PM2.5	PM7	PM10	TSP
桌面	Pearson 相關	-.408*	-.297	-.277	-.286	-.308
	顯著性(雙尾)	.048	.159	.189	.176	.143
	個數	24	24	24	24	24
消毒劑	Pearson 相關	-.198	-.192	-.168	-.137	-.107
	顯著性(雙尾)	.355	.370	.434	.525	.620
	個數	24	24	24	24	24
溫度	Pearson 相關	.231	.317	.379	.406*	.425*
	顯著性(雙尾)	.278	.131	.068	.049	.039
	個數	24	24	24	24	24
濕度	Pearson 相關	.568**	.625**	.603**	.579**	.562**
	顯著性(雙尾)	.004	.001	.002	.003	.004
	個數	24	24	24	24	24
PM1	Pearson 相關	1	.956**	.916**	.905**	.904**
	顯著性(雙尾)		.000	.000	.000	.000
	個數	24	24	24	24	24
PM2.5	Pearson 相關	.956**	1	.988**	.980**	.973**
	顯著性(雙尾)	.000		.000	.000	.000
	個數	24	24	24	24	24
PM7	Pearson 相關	.916**	.988**	1	.998**	.993**
	顯著性(雙尾)	.000	.000		.000	.000
	個數	24	24	24	24	24
PM10	Pearson 相關	.905**	.980**	.998**	1	.997**
	顯著性(雙尾)	.000	.000	.000		.000
	個數	24	24	24	24	24
TSP	Pearson 相關	.904**	.973**	.993**	.997**	1
	顯著性(雙尾)	.000	.000	.000	.000	
	個數	24	24	24	24	24
空氣	Pearson 相關	.354	.282	.264	.263	.264
	顯著性(雙尾)	.090	.183	.213	.215	.212
	個數	24	24	24	24	24
細菌	Pearson 相關	-.098	.076	.174	.204	.203
	顯著性(雙尾)	.649	.722	.416	.338	.341
	個數	24	24	24	24	24

* 在顯著水準為0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

** 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。



圖二、懸浮微粒與濕度生長關係(溼度為副座標值)

四、結論

本研究針對不同消毒劑及抗菌劑消毒不同材質桌面進行評估，在使用二氧化氯、漂白水及75%酒精三種消毒劑與氧化鋅、氧化銀及二氧化鈦三種奈米抗菌劑消毒金屬、木質、壓克力及美耐板四種不同材質桌面，研究顯示：

- (1) 木質桌面擁有特有的木頭紋路，使得細菌藏於紋路中，無法完全消毒，因此細菌量在一定時間內增加或減少，導致每隔一段時間細菌量會不穩定；以及美耐板桌面比金屬及壓克力桌面容易擁有刮痕，而刮痕比木質紋路更易藏匿細菌，較深的刮痕會藏匿大量的細菌，因此刮痕的深淺會決定細菌量，進而導致美耐板桌面之消毒效果會比木質桌面更不穩定，消毒效果也比其他三種材質桌面較差。
- (2) 三種消毒劑最好為漂白水，平均殺菌率有91.1%；三種抗菌劑最好為二氧化鈦，平均殺菌率有99.5%；但漂白水擁有刺鼻的消毒味，聞久後會引起頭痛、暈眩，甚至嚴重者會產生嘔吐的現象，因此不適用於餐桌、書桌及長時間使用之桌面。
- (3) 二氧化鈦屬於光催化，隨著時間的增加，接觸光線的時間也增加，而增進二氧化鈦的功效，將二氧化鈦擦拭於桌面，會隨時間而增強殺菌效用，導致殺菌效果持久，因此殺菌其持久性以二氧化鈦最佳。
- (4) 美耐板的刮痕及木質的紋路導致細菌量不穩定，而實驗顯示二氧化鈦能有效地滲入美耐板桌面的刮痕及木質桌面的紋路中，加上隨著接觸光線而增強功效，使得細菌至刮痕或紋路中再度釋出時，即被二氧化鈦殺死，因此二氧化鈦能有效消毒殘留於刮痕中的細菌。
- (5) 二氧化鈦在消毒四種不同材質桌面平均都有99%的殺菌效果，說明二氧化鈦能有效地消毒金屬、木質、壓克力及美耐板四種不同桌面，因此在整體性上以二氧化鈦為較好的選擇。
- (6) 濕度與懸浮微粒有相關性，濕度的高低會影響到空氣中的懸浮微粒，濕度越高空氣中的懸浮微粒越高，因此保持空氣中低溼度即可降低懸浮微粒的含量。而桌面與空氣中的細菌量會互相影響，桌面所附著之細菌會釋出於空氣中，而空氣中之細菌也會沉降至桌面上，其中木質及美耐板易藏匿細菌的材質會在短時間釋放大量的細菌。
- (7) 溫度高低會決定細菌的生長量，由此可說明溫度的高低會決定桌面細菌量的趨勢，隨著溫度的增高，細菌也會慢慢增加，因此溫度的控制是環境中的一大因素之一。

五、誌謝

本研究謝謝國家科學發展委員會給予機會，通過大專生申請計畫，過程中非常感謝許菁珊老師的指導和C401 實驗室夥伴們無怨無悔的付出，以及E603的學姊耐心教導使用SPSS統計軟體，讓此份計畫結案報告書得以順利如期完成。僅此謝忱。

郭怡琳 101/03/31

六、參考文獻

- [1] 岳木生、吳風波、梁建生、聶紹發，消毒與有害生物防治技術。湖北科學技術出版社，2005年。
- [2] 手部衛生指引，WHO GUIDELINES ON HAND HYGIENE IN HEALTH CARE (ADVANCED DRAFT)：A SUMMARY, WHO.2005.
- [3] 徐君怡、曹際娟、鄭秋月、劉淑艷、徐揚，變性高效液相色譜檢測沙門氏菌、空腸彎麴菌和腸出血性大腸桿菌。生物技術通報，2009年。
- [4] 宋肇棠、施曉芳，纖維的抗菌防臭及制菌加工進展，印染助劑，(5)，17，2000年
- [5] Franke DL, Cole EC, Leese KE. Cleaning for improved indoor air quality and initial assessment of effectiveness. *Indoor Air*. 7(1). 41. 1997.
- [6] Southwell B. The use of chlorine dioxide as a mold treatment and its effect on paper acidity: A case study. *The journal of academic librarianship*. November. 28(6). 400-405. 2002.。
- [7] 何志軒、楊禎祿，混合市售漂白水與有機染料RB-19之化學反應動力特性。大漢技術學院，大漢學報，第22期，2007年。
- [8] 賴政國，生化消毒劑之淺談比較。桃園陸軍化學兵學校，核生化防護學術半年刊，76，51-62，2003。
- [9] 曹雲娜，鞋用非織造布的抗菌性研究，天津工業大學，碩士論文，2007年12月。
- [10] T.Saito、T.Iwase、T.Horie、A.Moriok、J.Photochem.Photobiol.B: Biol.14.369-379.1992.
- [11] 耿亮、姚海偉、藍海嘯，抗菌防臭紡織品，陝西紡織，(2)，43-44，2006。
- [12] 劉吉平，田軍編紡織科學中的納米技術，北京紡織工業出版社，2003年。
- [13] 石宏亮，利用納米技術開發抗菌纖維的探討，產業用紡織品，(6)，13-15，2001年。
- [14] Lee HJ、Jeong SH. Bacteriostasis of nanosized colloidal silver on polyester nonwovens. *Textile Research Journal*. 74(5). 442-447. 2004年.
- [15] Nakashima.T. and Matsno.M., Relationship between Antimicrobial Activity and Deodorant Efficacy for Coteon Socks Treated with Metal, *Biocontrol*, 6.1-8. 2001.
- [16] 于琴琴、王庶、白榮獻梅、付名、李光興 Zn-Al 水滑石催化碳酸二甲醋苯酚醋交換的研究，高等學校化學學報，26，1502-1506，2005年。
- [17] Lchikawa Yoshio. Coating Composition and Textile Material. JP 92255767. 1991年.
- [18] 方建龍，兩種消毒因數空氣消毒效果及其影響因素研究。中國疾病預防控制中心碩士學位論文，2007年。
- [19] 王馨以、郭怡琳、盧明俊、許菁珊，以不同清潔方式進行手部消毒效能評估。中華民國環境工程學會2009公安衛/防災研討會，2009年。
- [20] 沈明來，試驗設計學，九州圖書文物有限公司，第二版。
- [21] 李彥頤，辦公空間室內空氣品質管制策略之研究。國立成功大學建築學研究所博士

論文，2004年。

- [22] 許啟詮，葉至遠，許菁珊，盧明俊，電動升降梯內空氣品質評估與消毒。中華民國環境工程學會 2009空氣污染控制技術研討會，2009年。
- [23] 許菁珊、盧明俊、黃沛育、黃靖方，”學校餐廳生物氣膠污染現況之調查”。第三屆兩岸四地環境論壇，先進環保技術與兩岸四地之環保市場，2007 年。
- [24] 王蘭萍，”校園空氣微生物污染的監測與分析”，中國衛生檢驗雜誌，15(11)，1354-1355，2005年。