

談檢驗室的感染與其預防方法

林金絲 邱亦文*

三軍總醫院 院內感染管制委員會 *臨床病理科細菌組

前 言

檢驗室工作人員可能得到的感染，是值得相關單位重視的課題，同時亦是醫院感染管制重要的一環。他們經常暴露在具有高度傳染性物質的環境中，特別是在收集、攜送、處理及分析病人的臨床檢體時。而且在分離及培養微生物過程當中，更有可能產生大量的致病性物質，有些可經由飛沫傳染，因此對工作人員的健康造成很大的威脅。本文就檢驗室工作人員可能得到的感染，以及其預防方法做較深入的介紹。

發生率、原因及成本

根據Jacobson等人於1985年所做的調查顯示，臨床檢驗室感染的年發生率是每一千個員工就有3個。而Vesley於1988年針對檢驗室人員所做的調查，其發生率每一千個有3.5個。不過最近的調查則顯示，由於員工注射B型肝炎病毒疫苗的比例增加，以及醫院相關單位採用全面性防護措施(universal precaution)的緣故，使得整體的發生率有下降的趨勢。

由Pike的研究調查報告得知，臨床檢

驗室工作人員常見的感染有布魯氏菌症(brucellosis)、Q熱、傷寒、B型肝炎、土勒病(tularemia)和結核病。惟最近的調查結果則以B型肝炎、志賀氏菌症、結核病、沙門氏菌症和腦膜炎球菌血症為主。因為臨床檢驗室感染的發生率並無精確的數據，因此它所造成的社會成本也就無法精確計算。根據Vesley於1988年所做的調查，每一個臨床檢驗室感染大概造成檢驗室損失1.2個工作天。至於造成醫院財務上的損失，則需進一步評估。在1981年和1991年分別有兩個檢驗室工作人員因得到沙門氏菌症及腦膜炎球菌血症而導致死亡的個案。另外，根據Williams等人於1989年所做的調查顯示每年有200至300個醫院工作人員因慢性B型肝炎而死亡的個案，而檢驗室工作人員暴露於B型肝炎病毒的危險程度較其他人高，因此，看起來應有相當的死亡人數是屬於檢驗室的工作人員。曾有調查報告檢驗室人員因工作疏忽而得到人類免疫缺乏病毒的感染。由此可見，檢驗室的感染潛在威脅極大，對醫院、社會及個人的損失超乎想像。

感染來源

根據Pike等人的調查統計結果發現，在所有檢驗室感染的已確定或可能來源，前五名依序為操作具感染性物質（佔21.1%）、意外事件（17.9%）、動物或節肢動物（16.8%）、煙霧質（aerosols）或飛沫（droplets）傳染（13.3%）和病人檢體（7.3%）。惟不明原因或其他卻佔了20%。因此，有半數以上的檢驗室感染，其可能原因是可以確定的，例如已找到真正感染源，操作過程不當，器材破損等。在所有檢驗室感染個案當中，屬於意外事件項目者又以溢潑或濺潑（spill or spatter）所佔比例最高（26.7%），其餘依序為針刺（25.2%）、破損玻璃割傷（15.9%）、咬傷或抓傷（13.5%）和用口吸量管（13.1%）。

在檢驗室與暴露於具傳染性物質有關的意外事件尚包括因操作過程濺出而產生煙霧質、皮膚傷口的暴露（例如割傷、擦傷、潰瘍、皮膚炎等），結膜或黏膜的暴露，意外的吸入或吞入，以及創傷性植入等等。針頭扎傷、玻璃割傷和其他尖銳物品所傷幾乎佔了所有感染個案的一半以上。值得注意的是，尚有幾篇報導檢驗室人員因用口操作吸管而意外吞入或吸入具傳染性的物質，這個舉動在所有的檢驗室應該完全被禁止。

含水滴的煙霧質，通常均帶有傳染性物質，很容易污染環境及器物表面。一般煙霧質直徑小於5微米則可經由人體吸入而直接到肺泡。許多檢驗室操作過程均可能產生直徑5微米以下的煙霧質，例如肺結核桿菌和其他非結核性分枝桿菌，即可經由吸入煙霧質這個途徑而得到感染。

檢驗室工作人員也是針扎傷害的高危

險群。大部份針扎傷害事件發生於丟棄廢針頭、組合或分解靜脈注射裝置、靜脈注射或治療、分裝血液、套回針頭、或是處理廢棄針頭。其中針頭套回就佔了20%。根據調查統計，發生於檢驗室工作人員的針扎事件最常見的原因則是套回針頭和處理廢棄針頭時。為了安全起見，檢驗室工作人員應該儘量避免套回針頭這個動作，即抽血後可以不必將蓋子蓋回，而直接將其丟入金屬等堅固容器內，此舉可以大幅減少針扎傷害事件。

檢驗室感染的預防

每家醫院的檢驗室都必須訂定有關檢驗室工作安全須知和檢驗室感染的預防與處理政策，以便相關人員隨時查閱。相關單位有必要透過在職教育和訓練告知如何營造一個安全的工作環境，以及如何加強預防注射以減少得到意外感染的危險性，例如注射B型肝炎病毒疫苗。即使工作人員不慎遇到意外事件，也務必告知相關單位詳細發生經過，並做好一切防範措施。

生物安全等級與操作箱

美國疾病管制中心和國家衛生院（National Institute of Health），依據各種微生物所潛在的危險性予以分成四種等級。第一級是指不具危險性的微生物或是在一般正常處理情況下其危險性是最低的。第二級是指有一些具潛在性危險的微生物，特別是一旦造成檢驗室意外感染時可能導致不同嚴重程度的疾病。第三級是指一些對檢驗室工作人員具特殊危險性的微生物。而第四級則指一些對檢驗室工作

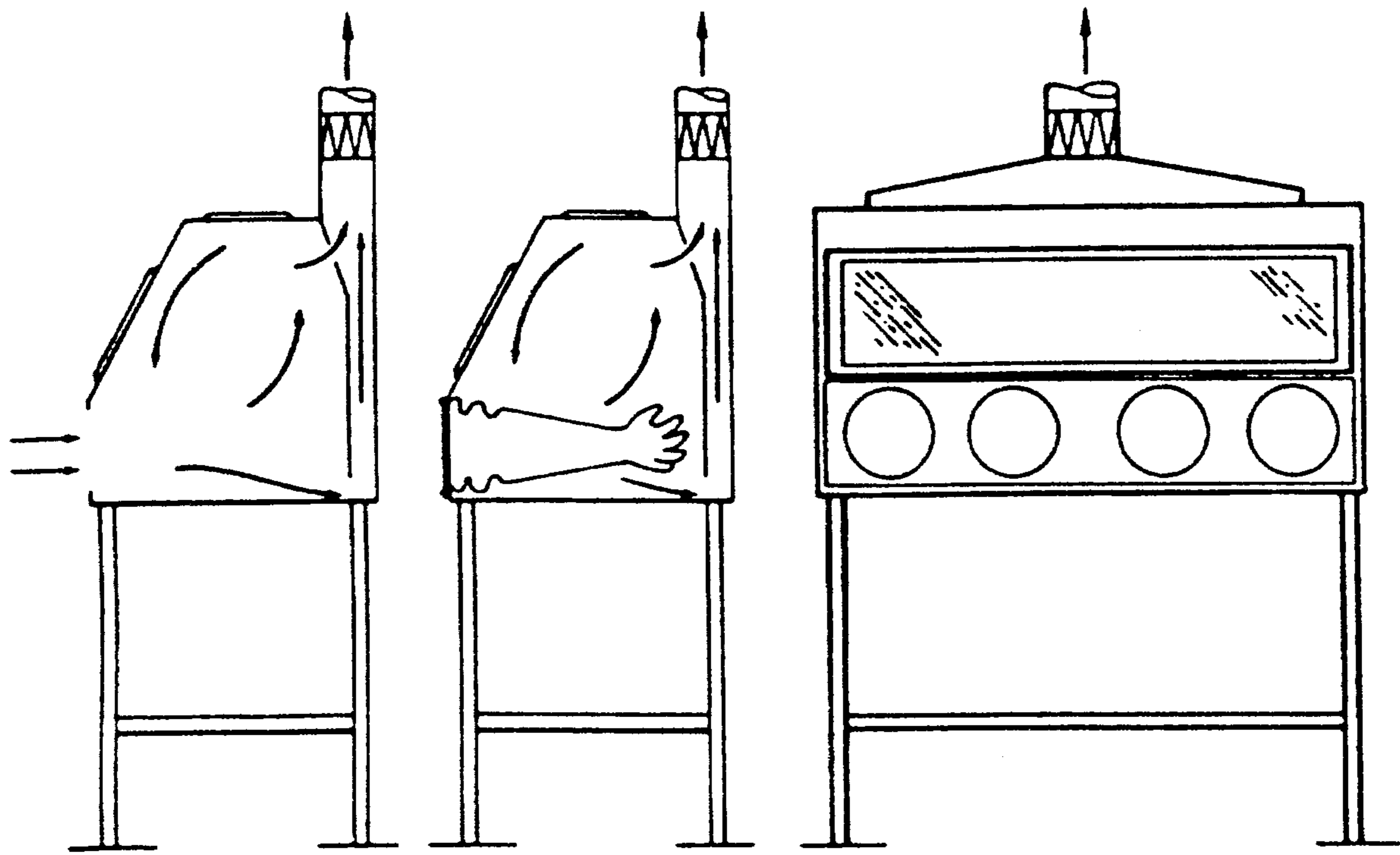
人員具極度危險性的微生物，且可能引發更多嚴重的群突發事件。惟各國對各種微生物之危險程度分類仍然有一些不同，詳細歸類參閱表一。

生物安全操作箱因設計不同而功能就有所差異。第一類的生物安全操作箱是操作箱正前方有一個開口，所有的空氣可經由高效能粒子(high efficiency particulate

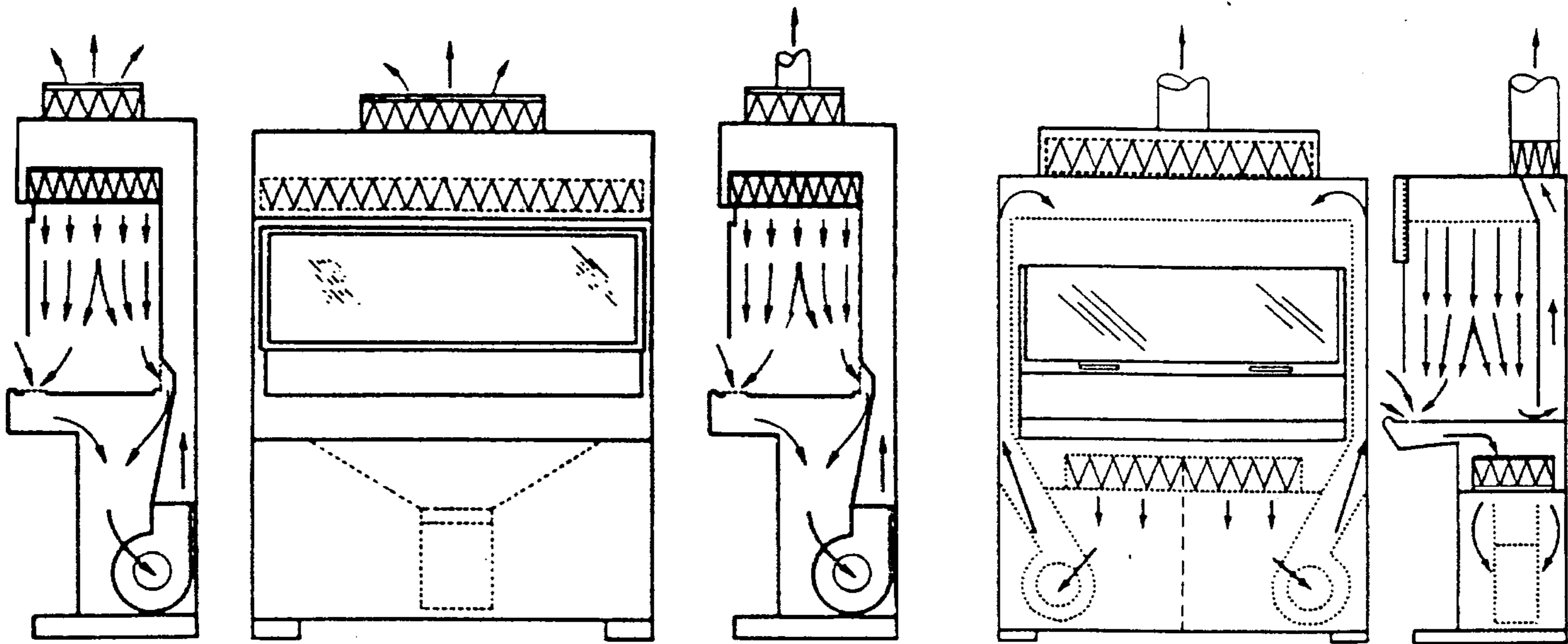
表一 世界各國對微生物之生物危險性分級比較表

	英國	德國	荷蘭	法國	歐洲*	美國	加拿大	澳洲
<i>Bacillus anthracis</i>	3	2	2	3	3	2	3	3
<i>Bartonella moniliformis</i>	2	3	3	2	2	3	2	2
<i>Brucella</i> spp.	3	2	3	3	3	3	3	3
<i>Mycobacterium</i>								
<i>avium</i>	3	2	2	2	2	3	3	—
<i>bovis</i>	3	2	3	3	3	3	3	3
<i>intracellulare</i>	3	—	2	3	2	—	2	—
<i>kansasii</i>	3	—	2	3	3	—	2	—
<i>leprae</i>	3	2	—	3	3	—	2	—
<i>malmoense</i>	3	—	2	3	3	—	2	—
<i>scrofulaceum</i>	3	—	2	2	2	—	2	—
<i>simiae</i>	3	—	2	3	3	—	2	—
<i>szulgai</i>	3	—	2	3	3	—	2	—
<i>tuberculosis</i>	3	2	3	3	3	3	3	3
<i>xenopi</i>	3	—	2	3	3	—	2	—
<i>Pseudomonas pseudomallei</i>	3	2	3	3	3	—	3	3
<i>Shigella dysenteriae</i>	3	—	2	2	3	2	2	2
<i>Rickettsia</i> spp.	3	2	3	3	3	3	3	3
<i>Blastomyces dermatitidis</i>	3	2	2	3	3	2	3	3
<i>Paracoccidioides brasiliensis</i>	3	2	2	3	3	2	3	3
<i>Echinococcus</i>	3	2	2	3	3	—	—	2
<i>Leishmania</i> spp.	3	2	2	3	3	2	2	2
<i>Naegleria fowleri</i>	3	2	3	3	3	—	2	2
<i>Schistosoma mansoni</i>	3	2	2	2	2	2	2	2
<i>Toxoplasma gondii</i>	3	2	2	3	3	2	2	2
<i>Trypanosoma cruzi</i>	3	2	3	3	3	2	2	2
CJD agent	2	2	2	3	2	—	3	2
Dengue virus	2	3	—	3	—	3	2	2
Hantaan virus	3	—	—	3	4	3	3	3
Hepatitis								
A virus	2	2	2	2	3	2	—	2
B virus	3	2	2	3	3	2	2	2
C virus	2	2	2	3	3	2	—	—
Japanese B virus	3	3	4	3	3	—	3	3
Korean HF virus	3	—	—	3	4	—	3	—
LCM virus	3	3	2	3	3	3	3	3
Louping ill virus	3	2	—	3	3	—	—	—
Rabies virus								
(fixed)	3	2	—	3	3	2	2	—
(street)	3	2	—	3	3	3	3	—
Scrapie agent	2	2	2	3	—	—	2	2
St Louis virus	3	3	4	3	3	—	3	3
Tick-borne enceph. viruses	4	3	4	4	4	4	3/4	3
Venezuelan enceph. virus	3	3	4	3	4	3	3	3

*：指European Community, “—” 為未說明分級。



圖一 第一類生物安全操作箱簡圖。



圖二 第二類生物安全操作箱簡圖，左邊為甲型，右邊為乙型。

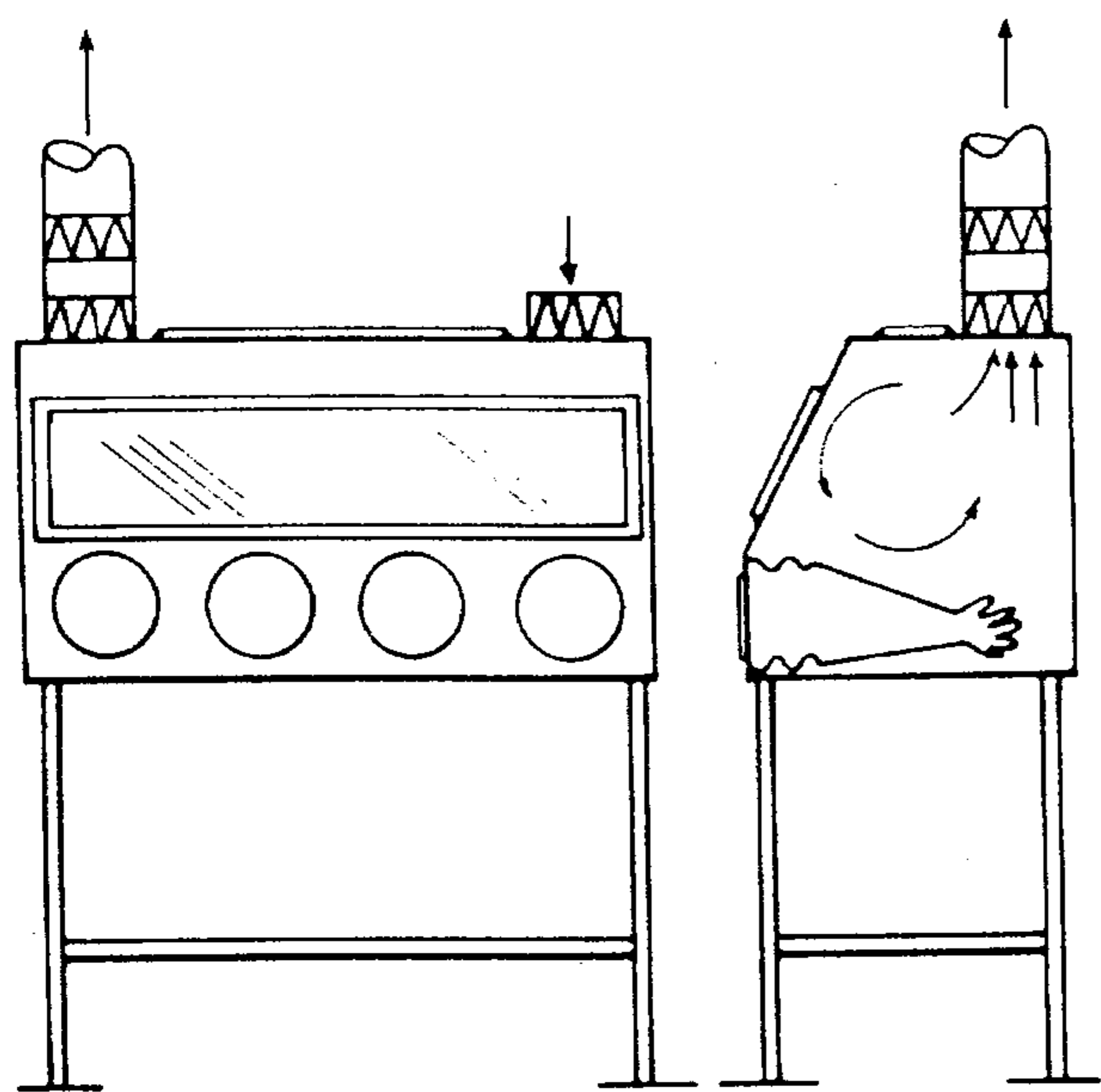
air, HEPA) 過濾網排出箱外。雖然此類操作箱可保護使用者免於暴露於微生物，但卻無法保護操作箱內的用物免受污染，如圖一。因此，此類操作箱並不適用於臨床微生物檢驗室。第二類的生物安全操作箱在正前方也有一個開口，操作箱內的空氣經由HEPA過濾網過濾後，又回到箱內循環使用，因此過濾後的空氣可用來保護臨床

檢體和培養免於污染。此類操作箱有兩種型式，如圖二所示。甲型是最常被檢驗室採用，而且適於含第二級或第三級危險性的微生物檢體處理。乙型功能與甲型相同，惟乙型操作箱較昂貴及維修費用亦較高。第三類操作箱可以提供檢驗室工作人員最大的保護，但其使用常侷限於具高度致病性的微生物，特別是歸類於具第四級

危險性的微生物。此類操作箱設計如圖三。

各醫院相關單位可藉以上分級清楚辨識何種臨床檢體處理時，需要何種分類的生物安全操作箱，以確保工作人員操作時不會發生感染。一般來說，大部份臨床常見的病原菌必須在第二類的生物安全操作箱內操作。如果檢體中預期含有布魯氏菌屬，土倫法蘭瑟斯菌 (*Francisella tularensis*)，結核桿菌，莢膜組織胞漿菌 (*Histoplasma capsulatum*)，厭酷孢子菌 (*Coccidioides immitis*) 和皮炎芽生菌 (*Blastomyces dermatitidis*)，亦應在第三類的生物安全操作箱內操作。

檢驗室工作人員必須謹記以上三類的生物安全操作箱，不可當作化學性煙霧物質操作箱，如具有害、毒性或易燃性的化學物質均不得在這三類的操作箱內處理，其主要原因是這些化學物質會損壞箱內裝置和過濾網。這三類的生物安全操作箱必須經由合格的人員來裝置、測試和維護。檢驗室工作人員嚴守使用規則並正確使用



圖三 第三類生物安全操作箱簡圖。

之，對於控制煙霧質的一些限制亦應該完全遵守。若要在操作箱內使用一些儀器，則需先告知製造商或維修人員以評估其是否會影響安全性。最後，操作箱內的排氣系統應隨時保持正常運轉，以及定期更換所有的過濾網。

全面性防護措施

無論病患是否為血液傳染的疾病，所有病患之血液及特定體液皆視為具有人類免疫缺乏病毒、B型肝炎病毒、C型肝炎病毒及其它血液傳染的病原體，工作人員應採取適當的防護措施。全面性防護措施之目的是避免工作人員被感染。可是在檢驗室許多血液及體液檢體並沒有貼上當心感染的標籤，檢驗人員很容易忽視，造成在處理時不戴手套。Handfield等人於1987年調查發現在473個沒有特別標示之檢體中，有5.7%檢體含人類免疫缺乏病毒抗體或B型肝炎病毒表面抗原。因此檢驗室應全面實施並嚴守各項全面性防護措施。與檢驗室有關的全面性防護措施有下列幾項：

1. 所有血液和體液的檢體皆必須用堅固且有安全蓋子的容器裝載，收集檢體時應避免污染容器外緣。

2. 處理血液和體液檢體時，特別是在打開蓋子時，應戴手套。若預期會被檢體濺到眼睛、鼻腔或口腔黏膜時，則應戴口罩及護目鏡或面罩。在處理檢體完畢後，手套予以更換並立即洗手。

3. 一般的例行性步驟，例如組織病理的研究或微生物培養，則不需在生物安全箱內操作。若預期檢體可能具潛在性的感染源，而且會在操作時產生飛沫，則需用

第一級或第二級的生物安全操作箱，特別是在進行檢體混合或振盪時。

4. 在操作所有液狀檢體時，應用機械性吸管執行，嚴禁用口吸取任何溶液或檢體。

5. 檢驗人員應避免被尖銳物品扎傷。針頭、尖銳器械、刀片等應小心妥當處置，丟入硬殼容器。針頭不應套回、彎曲或與針筒分開。

6. 若有液狀檢體濺至工作檯面，應迅速使用消毒劑消毒並擦淨。

7. 所有具感染性的檢體或物品需經高壓滅菌後方能丟棄。

8. 儀器一旦遭受血液或其他體液污染，則需加以消毒。送維修前，亦須先加以清洗。

9. 所有工作人員在離開檢驗室前，應謹記洗手及換掉工作服。

標準微生物常規

檢驗室工作人員應嚴格執行標準微生物常規，以防範一切意外事件的發生。對每一個人而言，這些常規事項必須牢記在心，不能有任何疏失。

1. 檢驗室出入

在平時，只有受過訓練的工作人員方能進出檢驗室。維修、運送檢體和訪客等人員必須由檢驗室工作人員親自帶領以防止不必要的暴露。另外在檢驗室實習的學生和醫師或其他人員要進出，也需要有工作人員監督。小孩是絕對禁止進入檢驗室。

2. 人事管理

所有的檢驗室工作人員必須接受嚴謹

的職前和在職教育。建議的課程包括全面性防護措施，無菌技術與操作，個人衛生和儀器維修，第一至第四級生物安全標準，第一至第三級生物安全操作箱的有效使用，去污染、消毒和滅菌，生物危險性廢棄物的處理、包裝和丟棄，以及意外事件的報告。每一個檢驗人員都必須接受適當且適量的在職教育和訓練，以確保工作安全。雇員的工作評鑑應包括在處理檢體時的動作、技術或其他行為。特別是這些錯誤可能導致工作人員過度暴露於危險性物質，同時也可藉此來勸導或再予以在職教育和訓練。

3. 檢驗室設備

檢驗室應特別規劃檢體收集站，最好是設在入口處，以減少不必要的人員於檢驗室中走動。檢驗室的裝璜傢俱應堅固且容易清洗。各種儀器及設備應排列整齊並加強維修和清洗。在檢驗室出口處提供足夠的洗手設備，最好是採用腳、膝蓋或肘開關的水龍頭。Grist建議為了確保工作人員的安全，檢驗設施應符合生物安全標準之要求與設計。

4. 工作人員的個人衛生

在檢驗室內絕對禁止飲食、抽煙和化妝。所有工作人員也須穿上鈕扣的白色長袖工作服，此工作服不能穿出檢驗室。所有人員在離開檢驗室前需用消毒劑洗手。任何食物或其他個人物品不應該置於檢驗室內的冰箱或冷凍庫，因為那是用來儲存臨床檢體或保存菌種。

5. 臨床檢體

所有檢體需清楚標示病人的詳細姓名、病歷號碼、以及採檢部位和時間等資

料。一旦發現檢體有破裂、損壞或污染則應立即丟入滅菌袋，通知相關人員重新採檢。

6. 微生物操作技術

在檢驗室內是絕對禁止用口吸取 (mouth pipetting) 任何溶液或檢體，務必使用機械性的吸取器。所有的實驗步驟應小心操作以免產生煙霧質，遇有會產生煙霧質的步驟則可在生物安全箱內執行。為了防止因燃燒接種環或刺針而可能產生的煙霧質，最好使用圓筒狀的電動燃燒器以取代傳統的酒精燈。針頭或吸管絕對不可使用燃燒法加以滅菌，因為它會產生大量的煙霧質，可以直接置於硬殼容器內予以處理。燃燒後的接種環或刺針應予以冷卻後方能接觸培養基或菌種。工作檯面每天必須使用消毒劑擦拭。在工作當中，若有任何檢體濺至桌面，則應迅速用消毒劑消毒並擦淨。所有病人的檢體或感染性廢棄物丟棄前均應加以滅菌。

7. 安全操作手冊

每個檢驗室應具備一本安全操作手冊，而且必須定期予以修正，其內容應包括下列幾點：醫院員工安全衛生部門應例行為檢驗室工作同仁舉行生物危險性安全課程等相關在職教育與訓練，讓大家明瞭一旦發生意外事件或暴露於有害感染性物質後，可以立刻與該單位聯繫並得到緊急救援。所有相關政策條文簡明易懂，且實際可行，同時也應該包括全面性防護措施在內的感染管制。此外，手冊內應清楚記載緊急用物和清洗裝備的所在地及使用說明。對於生物安全操作箱、離心機、高壓滅菌鍋之有效使用也必須詳述。當然，尚

包括員工預防注射政策和結核菌素皮膚試驗步驟，最後就是有關暴露後的治療、預防和諮詢。

暴露後的治療與預防

檢驗室工作人員一旦暴露於特殊感染性物質，醫院相關單位應立即提供有效的治療、預防和諮詢服務。以上政策之擬定必須先徵詢醫院感染管制委員會。當工作人員不慎被針頭或尖銳物品扎傷時，應立即施予B型肝炎免疫球蛋白。如果本身沒有抗體或抗原，也未注射過疫苗，則需在24小時內注射B型肝炎免疫球蛋白並接受B型肝炎病毒疫苗注射。若本身無任何抗體或抗原，又已完成疫苗注射而尚未產生抗體者，仍然需要在24小時內注射B型肝炎免疫球蛋白並補一劑疫苗。

檢驗人員若暴露於病人的血液標本，特別是皮下扎傷，則有可能感染人類免疫缺乏病毒。若病患人類免疫缺乏病毒抗體為陽性，工作人員應抽血檢驗人類免疫缺乏病毒抗體，可先服用Zidovudine，扎傷後六週、三個月、六個月、一年定期追蹤人類免疫缺乏病毒抗體。

在結核桿菌檢驗室工作的人員，受雇前應先接受結核菌素皮膚試驗(PPD)，如果此項試驗為陽性，則應定期接受胸部X光檢查。

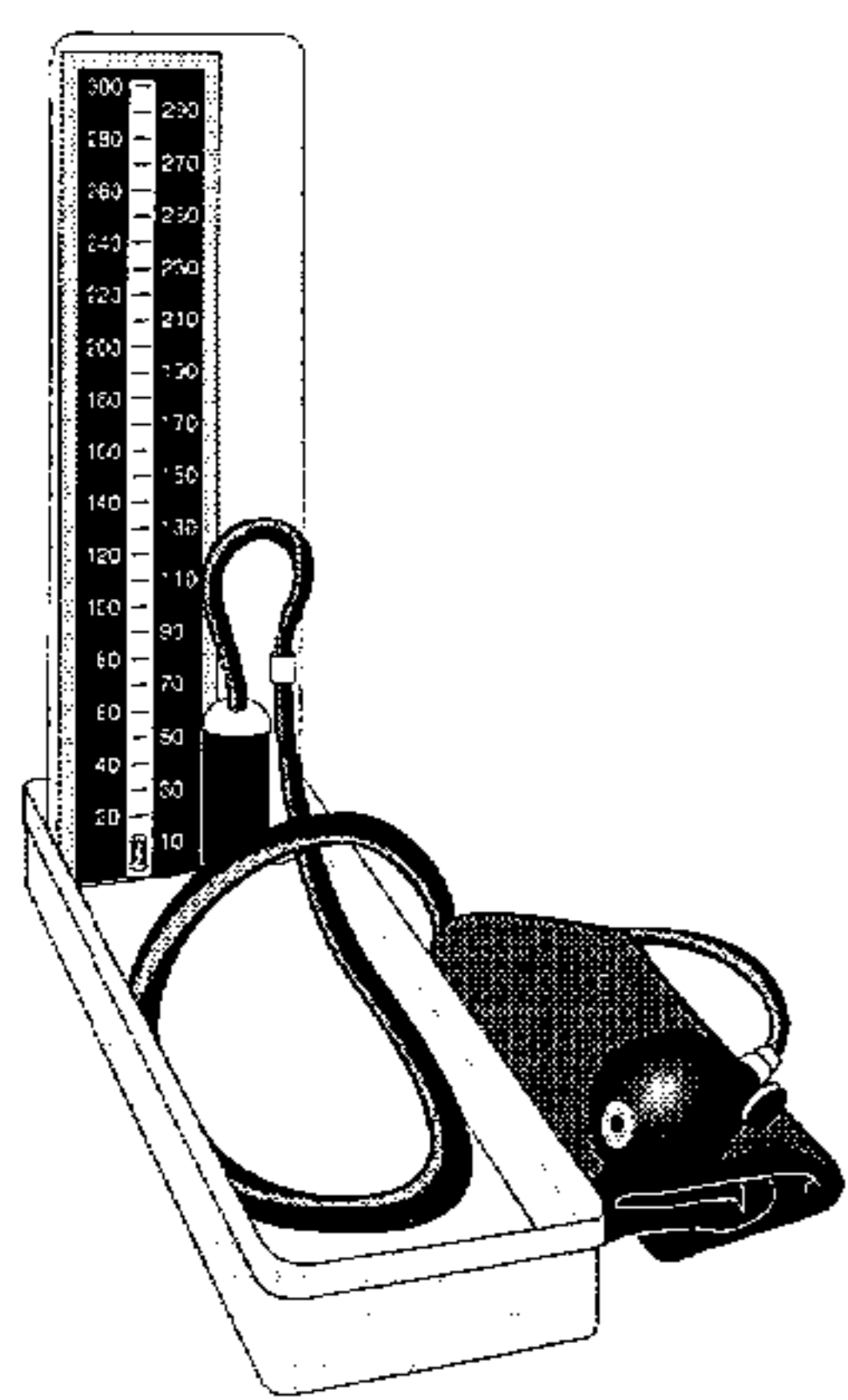
結 論

雖然國外有關檢驗室的感染發生率有下降趨勢，但是此問題仍然存在，而且根據調查這些感染可以造成有意義的罹患率和死亡率。同時值得注意的是B型肝炎病

毒和人類免疫缺乏病毒，檢驗室工作人員應該嚴格遵循相關安全政策，嚴守相關單位所訂定的一切標準操作步驟及管制措施，特別是全面性防護措施，以將工作環境所可能引發的危險降到最低。國內檢驗室應加強員工安全操作手冊的修訂，並定期予以在職教育和訓練，同時相關單位應提供足夠的急救設備，以防一旦發生可迅速將傷害降到最低。另外，對儀器及設備務必定期維修，以免發生意外事件。

參考文獻

1. Evans MR, Henderson DK, Bennett JE: Potential for laboratory exposures to biohazardous agents found in blood. *Am J Public Health* 1990;80:423-7.
2. Centers for Disease Control: Laboratory-acquired meningococccemia-California and Massachusetts. *MMWR* 1991;40:46-50.
3. Centers for Disease Control: Guidelines for prevention of transmission of human immunodeficiency virus and hepatitis B virus to health-care and public-safety workers. *MMWR* 1989;38(S-6):3-9.
4. Blaser MH, Lefgren JP: Fatal salmonellosis originating in a clinical microbiology laboratory. *J Clin Microbiol* 1981;13:855-9.
5. Centers for Disease Control: Update: Acquired immunodeficiency virus infection among health-care workers. *MMWR* 1988;37:229-34.
6. Centers for Disease Control: Update: Universal precautions for prevention of transmission of human immunodeficiency virus, hepatitis B virus and other bloodborne pathogens in health care settings. *MMWR* 1988;37:377-12.
7. Anderson RA, Woodfield DG: Hepatitis B virus infections in laboratory staff. *N Z Med J* 1982;95:69-73.
8. Bhatti AR, DiNinno VL, Ashton FE, et al: A laboratory-acquired infection with *Neisseria meningitidis*. *J Infect* 1982;4:247-51.
9. Jacobson JT, Orlob RB, Clayton JL: Infections acquired in clinical laboratories in Utah. *J Clin Microbiol* 1985;21:486-11.
10. Pike RM: Laboratory-associated infections: incidence, fatalities, causes, and prevention. *Annu Rev Microbiol* 1979;33:41-5.
11. Pike RM: Laboratory-associated infections: summary and analysis of 3921 cases. *Health Lab Sci* 1976;13:105-9.
12. Williams WW, Preblud SR, Reichelderfer PS, et al: Vaccines of importance in the hospital setting. Problems and development. *Infect Dis Clin North Am* 1989;3:701-6.



透析單位之感染管制(I)

顏慕庸

高雄榮民總醫院感染管制委員會

前言

透析單位，即一般所謂之「洗腎室」，是院內感染管制中非常特殊的一環，其重要性由下可見一斑：醫院環境中唯一

需要定期接受微生物學之偵測者，其一為滅菌系統之監測，另一項即為透析用水之菌落數監測。究其原因，「液態、潮濕」原本就是院內革蘭氏陰性桿菌滋生的溫床，而「水」，卻正是透析單位的基本要