

某區域醫院 COVID-19 專責病房 醫療人員執行個人防護評核之經驗

劉姿吟^{1,2} 林雅媚² 郭欣慧^{3,4} 陳惇杰^{1,3,4,5} 陳彥旭^{4,5,6}

高雄市立大同醫院¹ 感染管制室² 護理部³ 內科部 感染內科

⁴ 高雄醫學大學附設中和紀念醫院 內科部 感染內科

⁵ 高雄醫學大學 醫學院 醫學系

⁶ 國立中山大學 醫學院 學士後醫學系

全球新冠肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 疫情肆虐下，醫療人員擔心照顧病人的同時，自己也有染疫風險，並傳染給家人。因此本研究將 78 名即將進入專責病房之醫療人員進行 1. 以螢光乳劑監測手部衛生執行正確度。2. N95 口罩密合度定性測試。3. 以螢光乳劑監測防護裝備穿脫正確度，結果發現未使用手部衛生七步驟洗手方式螢光乳劑殘留比率達 54%，而依循此步驟洗手，雙手平均螢光乳劑殘留比率為 4.2%。78 名醫療人員執行 N95 口罩密合度測試有 8 人未通過，經調整選擇合適之 N95 口罩，再次測試皆為通過；防護衣脫除由上至下由內向外捲、脫外層防水隔離衣、脫防水性連身型防護衣為脫除步驟錯誤率前三項；醫療人員脫除防護裝備螢光乳劑染污前三項部位：頭（頭髮）(24.4%)，小腿及腳並列第二 (19.2%)，膝蓋第三 (16.7%)；95% 以上的受訓人員皆同意經過訓練有助於提高照顧確診病人時的信心與安心，也減少擔心受感染的心理壓力。個人防護裝備穿脫演練在醫院中列為每年必備的教育課程，但醫療人員面臨突然而來的新興傳染性疾病，仍是會有許多的未知恐懼，因此運用客觀的螢光乳劑工具在手部衛生執行及個人防護裝備穿脫流程的考核，可以讓醫療人員往後可以更加留意，並且減緩照顧病人時的心理壓力。(**感控雜誌 2023:33:17-31**)

關鍵詞： 新冠肺炎、密合度測試、螢光乳劑、個人防護裝備

民國 111 年 9 月 16 日受理
民國 111 年 10 月 25 日修正
民國 112 年 5 月 3 日接受刊載

通訊作者：陳惇杰
通訊地址：高雄市前金區中華三路 68 號
連絡電話：07-291 1101

DOI: 10.6526/ICJ.202306_33(3).0002

中華民國 112 年 6 月第三十三卷三期

前言

2019 年底起全球性因新型冠狀病毒引起的新興傳染性疾病開始流行，世界衛生組織將此疾病命名為 Coronavirus disease 2019 (COVID-19)。國際間疫情持續擴大之際，愈來愈多國家與地區陸續傳出醫療院所機構內群聚感染之疫情，因應此波疫情衝擊，我國衛生福利部疾病管制署責成各縣市區域級以上醫療院所設立專責病房，收治及照護疑似或確診 COVID-19 之病人。然而，醫療人員於專責病房照顧病人期間，除擔心自身染疫外，更擔心可能進而將病毒傳染給家人、朋友、同事，其所產生的焦慮不安、心理壓力等情緒，均足以會影響個人身心健康及照護病人品質 [1,2]。依據衛生福利部疾病管制署發佈之「醫療機構因應 COVID-19 之個人防護裝備使用建議」，內文指出使用適當的個人防護裝備 (personal protective equipment, PPE) 與手部衛生是整體感染管制和預防策略最重要的一道防線，醫療機構應確認工作人員熟知單位內個人防護裝備如何正確使用，此舉除可確保相關人員健康與安全外，同時避免造成環境汙染或其他人受感染 [3]。而在近期一篇來自加拿大的 COVID-19 病房群突發報告中同樣指出，因工作人員脫除個人防護裝備流程不夠確實、與手部衛生遵從性不足，導致後續病房環境與護理工作車受汙染，均為病房 COVID-19

群突發的重要危險因子 [4]。

本研究將運用螢光乳劑監測人員手部衛生落實狀況，藉以提高洗手遵從率及正確率成效，並透過 N95 口罩密合度測試、個人防護裝備穿脫考核，藉由立即監測與回饋，使人員在感染控制策略有效執行情況下，將個人防護裝備效率發揮極大化，以避免疫情下可能造成的健康危害，並期待能降低人員心理層面的壓力。

材料與方法

一、研究對象

2020 年 3 月，南部某區域醫院因應國家防疫政策設立 COVID-19 專責病房，除每年 11 月固定舉辦之全院性實際穿脫隔離衣在職教育訓練課程外，額外於 2020 年 3 月增開訓練場次，對象為因應疫情預計進入專責病房照顧病人之 78 名醫療人員，包含醫師 35 名、護理師 24 名、放射師 19 名，由 1 名感染管制護理師及 1 名感染科病房防護穿脫訓練種子人員護理師進行手部衛生及個人防護裝備穿脫考核，並由職業安全衛生師執行 N95 口罩密合度測試。

二、研究方法

(一) 以螢光乳劑監測手部衛生執行正確度

每位受稽核的醫療人員以兩種不同方式執行濕洗手，觀察醫療人員使用兩種洗手方式的差異性，每種方式

均於手心中擠壓 2 下螢光乳劑，將雙手每個部位均勻塗滿螢光乳劑後，再按壓液態皂 1-2 下，第一種方式先以個人平常在非醫療場所洗手的慣用行為執行濕洗手，以擦手紙將雙手擦乾之後，由感染管制護理師或種子人員使用紫外線手電筒照射受試者雙手，確認是否有殘留之螢光乳劑並加以記錄。醫療人員需再次針對雙手殘留螢光乳劑之部位進行濕洗手，檢測雙手無螢光乳劑部位殘留。再以第二種方式標準手部衛生「內外夾弓大立完」七步驟執行濕洗手，待雙手擦乾之後，同樣以紫外線手電筒照射確認螢光乳劑殘留狀況 [5]。

(二) N95 口罩密合度定性測試

由同位職業安全衛生師針對 78 名醫療人員進行 N95 口罩密合度測試，本研究採「定性」檢測方法，依靠受測者對測試物質的味覺、嗅覺或是刺激等自覺反應回饋，若受測者於測試過程中表達感受到測試物質之刺激，即表示呼吸防護具未達到適當的密合。測試前，職業安全衛生師已排除所有受測者有氣喘、其他呼吸道相關過敏問題、幽閉恐懼症、及正罹患呼吸道或肺部疾病之可能。受測人員於測驗開始前 15 分鐘均未進食、喝飲料（水除外）或嚼食口香糖，且已被充分告知檢測試劑之成分，及受測過程將暴露於試劑之微細噴霧中。

測試過程中，由醫院提供鴨嘴式及圓罩式兩種樣式讓醫療人員擇一配戴，或配戴自身在臨床照顧病人常使

用選取之 N95 口罩樣式，並做面部密合度檢點後，戴上頭罩。受測人員依要求張嘴呼吸，舌頭適當伸出，檢驗用噴霧劑（本研究採甜味劑）之噴頭此時插入頭罩噴孔中，於左右各噴霧 10 次。待噴霧後，受測人員循指示進行以下動作，每個動作持續 60 秒，包括：正常呼吸、深呼吸、左右轉頭（緩緩向一側轉頭到極限位置，後再轉向另一側，在每個極限位置都應有吸氣）、上下活動頭部（在抬頭的極限位置應有吸氣動作）、大聲且緩慢的說話、彎腰（雙手觸摸雙腳或原地跑步）、正常呼吸，測試結果以通過或不通過表示。任何時候，只要受測人員感覺甜味，說明口罩與受測人員面部密合不佳，即停止測試，則表示不通過。此時受測人員需等候 15 分鐘，重新調整所選擇合適比例配戴的口罩後，重複密合度測試 [6]。

(三) 使用螢光乳劑監測防護裝備穿脫正確度

每位醫療人員依步驟圖依序穿戴連身式防護裝備，並面視前方連身鏡，自我檢視防護裝備是否穿戴完整。專責病房依感染風險分為紅、黃、綠三區，人員於綠區完成防護裝備穿戴後，經黃區前室，最終進入紅區病室執行照護，離開病室前，依步驟圖依序脫除外層防水隔離衣、外層短鞋套、第一層外層手套，且於每個脫除步驟之前需執行手部衛生，離開病室回到黃區前室後，擠壓 3 下螢光乳劑於手套上雙手掌心搓揉，再依序

脫除防護面罩、外科口罩、連身式防護衣、長鞋套、內層手套，接著進入緩衝區戴乾淨手套，脫除 N95 口罩並將手套脫除，最後執行手部衛生，即完成整個防護裝備穿脫流程。由感管護理師或種子人員以紫外線手電筒照射身體各部位，確認是否有殘留之螢光乳劑並加以記錄，並依個人防護裝備穿脫步驟順序指標項目考核是否正確或錯誤，指標項目執行未正確則列為錯誤。

(四) 統計分析

慣用洗手方式及遵循手部衛生步驟之差異，N95 口罩密合度定性測試結果，個人防護裝備穿脫正確性，防護整備考核規畫反饋與滿意度之變項以描述性統計方式呈現各變項之比率。兩種手部衛生方式之差異比較，以卡方檢定分析， p 值以 <0.05 為達統計學上顯著差異。

結 果

醫療人員共 78 名，男女比：男性 33 名；女性 45 名，年齡介於 24 歲至 51 歲，平均年齡 35.1 歲，工作年資平均 10.1 年。78 名醫療人員均完成手部塗抹螢光乳劑測試及防護裝備穿脫考核。資料統計分析如下：

(一) 慣用洗手方式及遵循手部衛生步驟之差異

本研究手部衛生評估部位包括：指尖、指溝、指縫、指頭背面、指頭腹面、手背與手掌等 26 處，且左右

手均列入評估。醫療人員以自身慣用之洗手搓揉方式，雙手各部位平均螢光乳劑殘留比率為 54.0%，左手螢光乳劑殘留部位比率由高至低為：指溝 (76.9%)> 指尖 (67.4%)> 手掌 (60.3%)> 手背 (52.6)> 指頭腹面 (46.9%)> 指頭背面 (45.1%)> 指縫 (23.4%)；右手螢光乳劑殘留部位之比率由高至低為：指溝 (75.9%)> 指尖 (68.2%)> 手背 (61.5%)> 手掌 (60.3%)> 指頭背面 (47.9%)> 指頭腹面 (47.7%)> 指縫 (24.7%)；以標準手部衛生「內外夾弓大立完」七步驟執行洗手後，雙手平均螢光乳劑殘留比率為 4.2%，左手螢光乳劑殘留部位比率由高至低為：指溝 (14.1%)> 手掌 (6.4%)> 手背 (3.8%)> 指尖 (3.1%)> 指頭背面 (2.3%)> 指縫 (1.0%)> 指頭腹面 (0.8%)；右手螢光乳劑殘留部位之比率由高至低為：指溝 (11.0%)> 手掌 (6.4%)> 手背 (5.1%)> 指尖 (4.3%)> 指頭背面 (1.0%)、指縫 (1.0%)> 指頭腹面 (0.8%)。兩種手部衛生方式相比螢光乳劑殘留率 $p < 0.05$ ，達統計學上顯著差異，如表一。

(二) N95 口罩密合度定性測試結果

78 名醫療人員選擇鴨嘴式 N95 口罩者共 51 人 (65.4%)，通過人數 48 人 (94.1%)，未通過測試之 3 位醫療人員，觀察兩側臉頰消瘦以致無法緊密服貼，經更換調整為圓罩式並做面部密合檢點，再次行口罩密合度測試皆通過。選擇圓罩式 N95 口

表一 雙手螢光乳劑殘留比率

N=78

監測部位	左手		右手	
	慣用洗手方式 (%)	手部衛生七步驟 (%)	慣用洗手方式 (%)	手部衛生七步驟 (%)
第 1 指尖	76.9	3.8	79.5	3.8
第 2 指尖	71.8	3.8	70.5	5.1
第 3 指尖	61.5	2.6	70.5	3.8
第 4 指尖	62.8	1.3	62.8	5.1
第 5 指尖	64.1	3.8	57.7	3.8
平均值	67.4	3.1	68.2	4.3
第 1 指溝	75.6	15.4	79.5	12.8
第 2 指溝	83.3	16.7	80.8	12.8
第 3 指溝	74.4	17.9	79.5	7.7
第 4 指溝	75.6	12.8	71.8	14.1
第 5 指溝	75.6	7.7	67.9	7.7
平均值	76.9	14.1	75.9	11.0
第 1-2 指縫	23.1	0.0	29.5	1.3
第 2-3 指縫	26.9	2.6	26.9	1.3
第 3-4 指縫	21.8	1.3	21.8	1.3
第 4-5 指縫	21.8	0.0	20.5	0.0
平均值	23.4	1.0	24.7	1.0
第 1 指頭背面	48.7	2.6	51.3	0.0
第 2 指頭背面	52.6	2.6	55.1	2.6
第 3 指頭背面	43.6	2.6	47.4	0.0
第 4 指頭背面	42.3	2.6	43.6	2.6
第 5 指頭背面	38.5	1.3	42.3	0.0
平均值	45.1	2.3	47.9	1.0

表一 雙手螢光乳劑殘留比率 (續)

N=78

監測部位	左手		右手	
	慣用洗手方式 (%)	手部衛生七步驟 (%)	慣用洗手方式 (%)	手部衛生七步驟 (%)
第 1 指頭腹面	53.8	0.0	53.8	0.0
第 2 指頭腹面	50.0	1.3	56.4	1.3
第 3 指頭腹面	44.9	1.3	42.3	1.3
第 4 指頭腹面	42.3	1.3	43.6	1.3
第 5 指頭腹面	43.6	0.0	42.3	0.0
平均值	46.9	0.8	47.7	0.8
手背	52.6	3.8	61.5	5.1
手掌	60.3	6.4	60.3	6.4
總殘留比率	53.4	4.4	54.6	3.9

說明：相較於慣用洗手方式，依手部衛生七步驟方式洗手，雙手各部位螢光乳劑殘留比率皆顯著降低（全部 p 值 <0.001 ）

單者共 27 人 (34.6%)，通過人數 22 人 (81.5%)；未通過測試之 5 位醫療人員，觀察臉型下巴尖，圓罩式 N95 口罩與臉型無法密合，經更換調整為鴨嘴式並做面部密合檢點，再次行口罩密合度測試皆通過。

(三) 個人防護裝備穿脫正確性

本研究防護裝備穿戴步驟考核共 13 項（如表二），至少一項錯誤比率為 7.7%，「檢視裝備並伸展運動確認穿戴完整」為考核中錯誤率最高之項目為 5.1%。於病人單位脫除步驟考核項目共 9 項（如表二），至少一項錯誤比率為 79.5%，細部分析醫療人員於病人單位脫除步驟考核項目錯誤率前三名如下，(1) 脫外層防水隔離衣（錯誤率 57.7%）：主因包括 (a)

手部往外層防水隔離衣內面拉開到頸部與肩膀位置時，碰觸到內層的拋棄式防水性連身型防護衣導致染污，(b) 脫外層防水隔離衣自頸部與肩膀位置時應緩緩脫除，卻用拉扯方式，(c) 應輕柔將內側面朝外把污染的外側面包覆在內，卻直接將兩側衣袖往外拉扯出內面、缺乏包覆動作；(2) 脫除外層短鞋套（錯誤率 38.5%）：主因為外層短鞋套內面拉開往下脫時，手部碰觸到內層拋棄式防水性連身型防護衣；(3) 脫除外層手套（錯誤率 26.9%）：主因包括 (a) 第一隻手套直接由外側脫除後，另一隻手套應從內側脫除避免染污，但人員習慣雙手以拱狀拉住手套左右反向拉扯脫除，(b) 已脫除外側手套的單側空手，以外側

表二 醫療人員防護裝備穿脫錯誤率

N=78

順序	指標項目	錯誤人數	正確人數	錯誤率 (%)
個人防護裝備 穿戴步驟	1. 執行手部衛生	0	78	0.0
	2. 戴第一層手套	0	78	0.0
	3. 穿防水長筒鞋套	0	78	0.0
	4. 穿拋棄式防水性連身型防護衣	1	77	1.3
	5. 穿外層短鞋套	0	78	0.0
	6. 戴 N95 口罩並執行密合度檢點	0	78	0.0
	7. 戴防水性連身型防護衣帽子	1	77	1.3
	8. 戴外科口罩	1	77	1.3
	9. 撕開面罩內外薄膜	0	78	0.0
	10. 戴上防護面罩並拉緊固定鬆緊帶	0	78	0.0
	11. 戴第二層手套並包覆防護衣袖口	0	78	0.0
	12. 穿外層防水隔離衣	0	78	0.0
	13. 檢視裝備並伸展運動確認穿戴完整	4	74	5.1
個人防護裝備 脫除病人單位	1. 執行手部衛生	0	78	0.0
	2. 檢視防護裝備 - 目視有明顯髒汙可先酒精擦拭	0	78	0.0
	3. 執行手部衛生	0	78	0.0
	4. 脫外層防水隔離衣	45	33	57.7
	5. 執行手部衛生	3	75	3.8
	6. 脫除外層短鞋套	30	48	38.5
	7. 執行手部衛生	0	78	0.0
	8. 脫除外層手套	21	57	26.9
	9. 洗手後離開病人單位	3	75	3.8
個人防護裝備 脫除前室	1. 執行手部衛生	1	77	1.3
	2. 脫除防護面罩（抓住頭帶由頭後方向前脫除）	10	68	12.8
	3. 執行手部衛生	1	77	1.3

表二 醫療人員防護裝備穿脫錯誤率 (續)

N=78

順序	指標項目	錯誤人數	正確人數	錯誤率 (%)	
個人防護裝備 脫除前室	4. 脫除外科口罩	12	66	15.4	
	5. 執行手部衛生	1	77	1.3	
	6. 脫防水性連身型防護衣 (拉拉鍊小心勿碰觸到身體)	31	47	39.7	
	7. 執行手部衛生	0	78	0.0	
	8. 防護衣脫除由上至下、由內往外捲	46	32	59.0	
	9. 執行手部衛生	0	78	0.0	
	10. 脫除長鞋套	27	51	34.6	
	11. 執行手部衛生	0	78	0.0	
	12. 脫內層手套	3	75	3.8	
	13. 執行手部衛生	0	78	0.0	
	14. 離開前室	0	78	0.0	
	個人防護裝備 脫除返回緩衝區	1. 執行手部衛生	1	77	1.3
		2. 戴清潔手套	1	77	1.3
		3. 執行手部衛生	0	78	0.0
4. 脫除 N95 口罩		18	60	23.1	
5. 執行手部衛生		0	78	0.0	
6. 脫除清潔手套		1	77	1.3	
7. 執行手部衛生 (濕洗手)		0	78	0.0	

脫除方式觸摸另一只外層手套而染污，其中人員依步驟圖執行之下，手部衛生及洗手後離開病人單位仍是有錯誤比率，原因為未遵從執行手部衛生。於前室脫除步驟考核項目共 14 項 (如表二)，至少一項錯誤比率為 91.0%，錯誤率前三名如下，(1) 防護衣脫除由上至下、由內向外捲 (錯誤

率 59.0%)：主因為脫除時未以手肘往後將雙手袖口內抽後，抵住袖口拉出雙手後再將防護衣脫除由上至下、由內向外捲，卻直接將兩側衣袖往外拉扯出內面、缺乏包覆動作；(2) 脫防水性連身型防護衣 (拉拉鍊時小心勿碰觸到身體) (錯誤率 39.7%)：主因為 (a) 脫除時摸到防水性連身型防

護衣內層帽，且一直往內捲摸帽緣導致額頭及瀏海的染污，(b)拉拉鍊時觸摸到防水性連身型防護衣的領口內層，碰觸工作服導致染污，(3)脫除長鞋套（錯誤率 34.6%）：主因為長鞋套內面拉開往下脫時，手部持續內捲長鞋套過程觸摸工作服導致染污。於緩衝區脫除個人防護裝備步驟考核共 7 項（如表二），至少一項錯誤比率為 24.4%，「脫除 N95 口罩」為考核中錯誤率最高之項目為 23.1%，主因為手部直接碰觸 N95 口罩面進行脫除。若綜合上述所有考核步驟，人員至少一項錯誤比率達 100%。

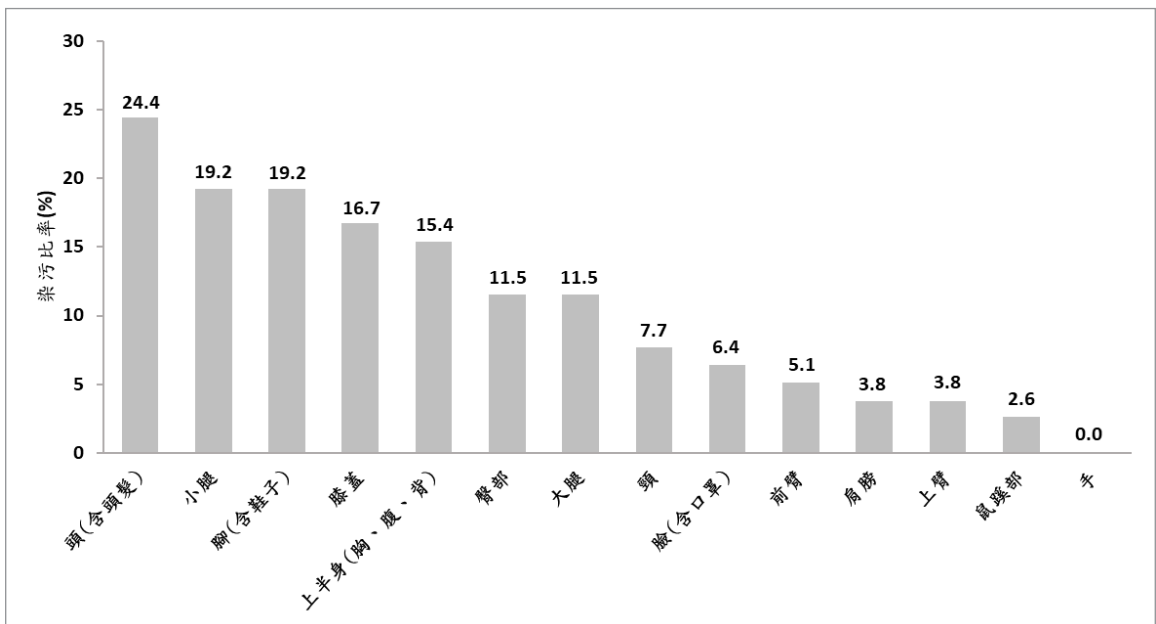
（四）脫除防護裝備易染污部位分析

受試者於前室（黃區）脫除防護裝備後進入緩衝區，於紫外線手電筒照射下，評估人員身體是否有螢光乳

劑殘留染污。本研究將受試者身體分為 14 個部位：頭（含頭髮）、臉（含口罩）、頸、上半身（胸、腹、背）、肩膀、上臂、前臂、手、臀部、鼠蹊部、大腿、膝蓋、小腿、腳（含鞋子）（如圖一），經評估發現人員自身最易染污部位如下：頭（含頭髮）(24.4%)、小腿及腳（含鞋子）(19.2%)、膝蓋 (16.7%)。

（五）防護整備考核規畫反饋與滿意度

考核完成後，78 名受試人員皆完成問卷調查（共 10 題），協助釐清於疫情期間運用教材進行考核，是否可提升人員自身防護整備狀態，並減緩照顧病人時的心理壓力。問卷題目與人員滿意度如下：1. 螢光乳劑洗手測試，會讓您在臨床工作中落實手部衛生正確性（非常同意 87.2%、同



圖一 醫療人員脫除防護裝備染污部位分佈

意 11.5%)；2. 螢光乳劑洗手測試，會讓您在臨床工作中落實手部衛生五時機遵從性（非常同意 87.2%、同意 11.5%）；3. 螢光乳劑練習脫除防護裝備，可幫助您在日後脫除防護裝備時避免自身染污（非常同意 87.2%、同意 11.5%）；4. 進行 N95 口罩密合度測試後，會讓您在日後佩戴 N95 口罩時注意密合度檢點 (Fit Check)（非常同意 85.9%、同意 12.8%）；5. 進行 N95 口罩密合度測試，可幫助您在防疫期間照顧病人（非常同意 84.6%、同意 12.8%）；6. 以螢光乳劑監測洗手成效，可幫助您在防疫期間照顧病人（非常同意 85.9%、同意 11.5%）；7. 以螢光乳劑監測脫除防護裝備過程，可幫助您在防疫期間照顧病人（非常同意 85.9%、同意 11.5%）；8. 疫情期間舉辦防護考核課程，有減少您內心照顧病人的壓力（非常同意 83.3%、同意 12.8%）；9. 整體考核課程規劃對您是有幫助（非常同意 87.2%、同意 10.3%）；10. 您認為運用教材考核此課程可繼續舉辦，並推廣至其他單位（非常同意 84.6%、同意 11.5%）。

討 論

本研究顯示遵循手部衛生「內外夾弓大立完」七步驟的確實洗手，可明顯改善整體螢光乳劑殘留比率，從 54% 下降到 4.2% ($p < 0.05$)；尤其於一般洗手方式所致螢光乳劑殘留最

多的部位，如指溝與指尖，效果更加顯著，以指尖部位為例，遵循洗手步驟可使平均殘留率自 67.8% 下降至 3.7%。類似的研究將其運用在醫學生與護理系學生的訓練上，也同樣確認了利用螢光乳劑的模擬訓練，是一種有效、立即的手部衛生教學，可讓受訓學員立即感受到確實遵從洗手步驟的成效 [3,7,8]。此外，執行手部衛生步驟時，除了遵守步驟順序外，也需落實雙手搓揉之動作，以及有足夠的執行手部衛生時間，方能達到有效的病原菌去除，而本研究手部塗抹螢光乳劑測試結果與觀察中，發現指尖殘留螢光乳劑之人員，指甲前端皆超出指尖甚多，故即使確實遵循手部衛生步驟「立」，依舊未能有效將螢光乳劑去除 [5]。基於達成有效手部衛生的重要性目前最新研究也已著手評估人工智慧的電子監視系統之運用，期待以新科技取代傳統人工觀察，更全面地促進手部衛生遵從性與正確性 [9]。

本研究於 N95 口罩密合度定性測試中，發現高達 18.5% 的人員需透過密合度測試，方能發現原選擇之 N95 口罩不適用個人臉型，此修正才能協助人員真正配戴好 N95 口罩，以降低 COVID-19 的感染率 [10]。也因此有高達 97.4% 的醫護人員同意此 N95 口罩密合度測試有助於安心在防疫期間照顧病人，並且有 98.7% 的同仁在配戴 N95 口罩時會更注意密合度檢點 (Fit Check)。此外，避免

脫除口罩時碰觸已髒污之口罩表面，以及脫除口罩後確實遵從手部衛生步驟洗手，是過去文獻中發現遵從率偏低的部分，也是除選擇適合臉型的口罩與密合度測試外，最容易造成雙手與環境污染的環節，需要再多加提醒 [11]。

在不同研究中，穿脫個人防護裝備的至少一項流程錯誤的不合格率差別很大，可以從 27% 到 100% [12]，我們的研究結果同樣高達 100%，顯見個人防護裝備穿脫訓練之必要性。在穿戴個人防護裝備的流程中，「檢視裝備並伸展運動確認穿戴完整」此項，是本研究中最常被醫護人員忽略的部分。觀察人員之行為，在脫除連身式帽套時，手部容易碰額頭、瀏海及頭頂等部位，歸因於於脫除連身式帽套時，眼睛忘記注視前方連身鏡，且動作宜過於迅速所致。此外，部分人員於脫除防水長筒鞋套時，手部直接接觸褲子與防水長筒鞋套內層，而非鞋套外層，因而可於膝蓋與小腿部位發現殘餘螢光乳劑，腳（含鞋子）部位的染污，也同樣歸因於脫除動作不夠輕柔緩慢。在 Zhang 的研究中，未檢查 N95 口罩密合度 (13.3%)、防護衣大小不合適造成穿戴時容易碰觸地板 (11.1%)、單腳站立時搖晃造成防護衣碰觸地板 (8.9%)、未檢視手套包覆完整 (4.4%)、未完全將防護衣拉鍊拉上 (4.4%) 等 [13]，均是容易出錯忽略的地方。在充足寬廣的環境，於合適高度的椅子上穿戴，運用連身

鏡檢視穿戴情形、或是兩人一組互相檢視穿戴過程，都可以減少穿戴個人防護裝備出錯的機會。在台北榮總的研究中，脫除外層隔離衣與外層口罩是最常出錯的步驟，也同樣容易造成手部、頭髮與頸部的汙染 [14]。而在國外模擬照護伊波拉病毒的演練中，脫除面罩護目鏡、脫除鞋套與防護衣的過程是常見的錯誤步驟外，甚至忽略手部衛生此一大重點，然而，台灣在經歷過 2003 年 SARS，以及這些年各類新興或再浮現傳染病，一再強調且重視手部衛生的重要性，一旦擔心手部有汙染即不斷地考慮除汙，在台灣的研究中較少提及忽略手部衛生的缺點 [12-15]。如過往文獻所述，若衣物、身體或雙手受到汙染，不僅醫護人員自身暴露於感染風險中，甚至可能間接汙染周遭環境或常用醫療器材，如聽診器、把手、按鈕等，增加其他工作人員於不知情狀況下感染的風險 [16]。

在 COVID-19 大流行期間，適時運用螢光乳劑，對於醫療人員配戴口罩與個人防護裝備穿脫流程的正確性，可提供即時且肉眼可見的回饋，讓受訓人員清楚感受個人在穿脫流程的缺失所導致的螢光乳劑殘留，與相對應可能間接造成的自身與環境汙染的影響。此外，在我們的研究中也顯示出，95% 以上的受訓人員皆同意經過訓練有助於提高照顧確診病人時的信心與安心，也減少擔心受感染的心理壓力；在國外的研究中也同樣觀

察到，經過適當的演練確實可以減少身體與環境的污染（從 72.7% 下降到 22.7%），也減少焦慮並提高學習效能 [17-19]。

本研究之限制包括：(1) 手部衛生指尖在介入措施後，仍有 3% 左右螢光殘留，本次研究未針對相對較高的指溝殘留原因進行分析。(2) 由手部衛生開始到個人防護裝備正確穿脫，應屬連貫性，未完整正確洗手，相對就會有脫除防護裝備增加染污自身情形；反之，在每個脫除節點完整正確洗手前提下，就會減少染污自身情形，由於這些評核彼此可能相關，因此研究結果可能具有統計偏差。(3) 於問卷之信效度方面，本次研究並未呈現事前應有專家評量。

結 論

2020 年面臨傳染速度快而急的 COVID-19 疫情，在全台人心惶惶之下，身為醫療人員的大家仍堅守崗位，但即便醫院有許多的感染管制措施政策防範病毒入侵，醫療人員直接面臨照顧病人的心理壓力，同樣是重要且不可忽視的課題。本研究藉由螢光乳劑的使用，人員以肉眼直接觀察到手部殘留的螢光乳劑，點出個人容易忽略的部分，並提升其落實手部衛生遵從性及正確性，再經由 N95 口罩密合度測試，使其了解自身臉型與 N95 口罩密合度關聯，以此確保醫護人員在照顧病人時的安全性，因此，

建議處在高風險單位之醫療人員均需進行密合度測試，方能真正知道所配戴的防護面罩是否適切，並藉由考核人員防護裝備穿戴步驟過程，即時給予正確的指導，使醫療人員能立即修正並加強個人穿脫防護裝備需注意的細節。此外，脫除防護裝備時，協助人員於脫除防護裝備步驟中，懂得適時運用前方連身鏡進行自我檢視，且過程中維持動作輕柔、緩慢脫除，並運用螢光乳劑呈現染污之身體部位，更能強化人員著眼於細節、減少不必要的身體部位碰觸。疫情期間除各項院內感染管制措施外，人員自身的防護安全需仰賴個人，藉由靈活且適當地運用螢光乳劑教材，搭配個人防護裝備穿脫考核與立即性回饋，將有助於提升人員安全、並減輕照護病人時的心理壓力，讓防疫更加全面。

參考文獻

1. Huang G, Chu H, Chen R, et al: Prevalence of depression, anxiety, and stress among first responders for medical emergencies during COVID-19 pandemic: A meta-analysis. *J Glob Health* 2022; 12:05028.
2. 馮明珠，武香君，林慧姿等：面對全球新冠肺炎爆發台灣護理人員之壓力、心理困擾與緩解方式探討。《護理雜誌》2020;67:64-74.
3. Dray S, Lehingue S, Valera S, et al: Using an ultraviolet cabinet improves compliance with the World Health Organization's hand hygiene recommendations by undergraduate medical students: a randomized controlled trial. *Antimicrob Resist Infect Control* 2020; 9:147.
4. O'Grady HM, Harrison R, Snedeker K, et al: A Two-Ward Acute Care Hospital Outbreak of SARS-CoV-2 Delta Variant Including a Point-Source

- Outbreak Associated with the Use of a Mobile Vital Signs Cart and Sub-Optimal Doffing of Personal Protective Equipment. *J Hosp Infect* 2023;131:1-11.
5. 行政院衛生署疾病管制局：手部衛生工作手冊。台北：行政院衛生署疾病管制局。2012：15-32。
 6. Regli A, Sommerfield A, von Ungern-Sternberg BS. The role of fit testing N95/FFP2/FFP3 masks: a narrative review. *Anaesthesia* 2021; 76:91-100.
 7. Gniadek A, Ogórek-Tęcza B, Inglot A, et al: Hand areas which are commonly missed during hand disinfection by nursing students who completed a basic educational course in hand hygiene. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18 : 2590.
 8. Kısacık ÖG, Cığerci Y, Güneş Ü. Impact of the fluorescent concretization intervention on effectiveness of hand hygiene in nursing students: A randomized controlled study. *Nurse Educ Today* 2021;97:104719.
 9. Wang C, Jiang W, Yang K, et al: Electronic monitoring systems for hand hygiene: Systematic review of technology. *J Med Internet Res* 2021; 23: e27880.
 10. Lan FY, Christophi CA, Buley J, et al: Effects of universal masking on Massachusetts healthcare workers' COVID-19 incidence *Occupational Medicine* 2020; 70:606-9.
 11. Reszke R, Matusiak L, Krajewski PK, et al: The utilization of protective face masks among polish healthcare workers during COVID-19 pandemic: Do we pass the exam? *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18:841.
 12. Kwon JH, Burnham CD, Reske KA, et al: Assessment of healthcare worker protocol deviations and self-contamination during personal protective equipment donning and doffing. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2017; 38:1077-83.
 13. Zhang HL, Yang S, Luo HX, et al: The error-prone operational steps and key sites of self-contamination during donning and doffing of personal protective equipment by health care workers. *Disaster Med Public Health Prep* 2021;1-6.
 14. 陳佳聘，譚欣瑜，陳孟清等。醫療照護人員脫除個人防護裝備污染程度調查。 *感染控制雜誌* 2021;31:269-82。
 15. Suen LKP, Guo YP, Tong DWK, et al: Self-contamination during doffing of personal protective equipment by healthcare workers to prevent Ebola transmission. *Antimicrob Resist Infect Control* 2018; 7:157.
 16. Alhmidi H, Koganti S, Tomas ME, et al: A pilot study to assess use of fluorescent lotion in patient care simulations to illustrate pathogen dissemination and train personnel in correct use of personal protective equipment. *Antimicrob Resist Infect Control* 2016; 5:40.
 17. Kang J, O'Donnell JM, Colaianne B, et al: Use of personal protective equipment among health care personnel: Results of clinical observations and simulations. *Am J Infect Control* 2017; 45:17-23.
 18. Kang J, Kim EJ, Choi JH, et al. Minimizing contamination in the use of personal protective equipment: Simulation results through tracking contamination and enhanced protocols. *Am J Infect Control* 2021; 49:713-20.
 19. Jen HJ, Chou KR, Chang CY. Fostering nursing staff competence in personal protective equipment education during COVID-19: A mobile-video online learning approach. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19:9238.

Evaluation of Personal Protective Equipment Conformance in Healthcare Workers Working in a COVID-19 Ward of a Regional Hospital

Tzu-Yin Liu^{1,2}, Ya-Mei Lin², Shin-Huei Kuo^{3,4}, Tun-Chieh Chen^{1,3,4,5}, Yen-Hsu Chen^{4,5,6}

¹Infection Control Office, ²Department of Nursing,

³Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Kaohsiung Municipal Ta-Tung Hospital, Kaohsiung Medical University;

⁴Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Kaohsiung Medical University Hospital, Kaohsiung Medical University;

⁵School of Medicine, College of Medicine, Kaohsiung Medical University;

⁶School of Medicine, College of Medicine, National Sun Yat-sen University; Kaohsiung, Taiwan

During the coronavirus disease (COVID-19) pandemic, healthcare workers are concerned about the risk of infection and further transmission to their families. We evaluated hand hygiene and personal protective equipment appropriateness of 78 healthcare workers who had prepared to work in the designated quarantine ward using fluorescence cream and N95 respirator fit test. The results showed the following results. (1) Fluorescence cream residual rates were 54% for the incorrect hand hygiene procedure and 4.2% for the standard hand hygiene procedure. (2) Eight trainees failed to pass the N95 respirator fit test and then passed after choosing the appropriate N95 respirator. (3) Doffing the gown from up to bottom and the inside to outside, doffing the outer apron, and contamination while opening the zipper were the most common errors while doffing personal protective equipment. (4) The most common contaminated locations were the head and hair (24.4%), legs and feet (19.2%), and knees (16.7%). (5) More than 95% of the trainees agreed that the simulation course enhanced their confidence in caring for patients with COVID-19 and reduce the stress regarding infectiousness. A personal protective equipment simulation test is conducted at the hospital every year. However, healthcare workers

still fear emerging infectious diseases. Applying fluorescence cream on personal protective equipment during the simulation course can immediately demonstrate the residual fluorescence while using incorrect hand hygiene or personal protective equipment donning and doffing procedures. Thus, it can increase the healthcare workers' awareness and reduce their anxiety while caring for patients with COVID-19.

Key words: COVID-19, N95 respirator fit test, fluorescence cream, personal protective equipment