

# 不同介入措施對COVID-19中重症疫情控制的成效探討

鄭珺元 王亮懿\*

**目標：**新冠肺炎的介入措施可分為針對個人層面的個案型介入（如接觸者回溯或檢疫）與針對大眾的群體型介入（如口罩與疫苗），隨疫情流感化趨勢與疫苗施打，防疫目標從清零轉為降低中重症個案對醫療的衝擊，故本研究欲探討不同介入措施對於中重症住院人數的影響。**方法：**本研究使用Hellewell等人於2020年開發出的分枝模型(branching model)進行模擬，搭配Omicron變種病毒的流行病學資料與不同假設情境，並計算不同介入措施組合下的每日住院人數作為評價依據。**結果：**本研究發現群體型介入比個案型介入有效，但在較高強度的群體型介入下加入個案型介入，會有較佳的效果，而若疫苗能有效降低染疫後住院率，應優先提高疫苗覆蓋率而非追求疫苗避免感染有效性，以減緩對醫療量能的衝擊。**結論：**在鬆綁個案型介入的過程中，需考量是否已有一定群體型介入的支持，同時若希望能控制中重症與住院人數，須提高疫苗覆蓋率而不是以追求疫苗避免感染有效性為優先事項。（台灣衛誌 2023；42(1)：32-41）

**關鍵詞：**新冠肺炎、住院率、介入措施、分枝模型

## 前 言

自2019年末開始的全球新冠肺炎大流行，截至2022年11月16日，已造成超過6億3590萬人感染確診，超過661萬人死亡[1]。由於感染冠狀病毒（SARS-CoV-2）後的高重症率與致死率，世界各國紛紛執行嚴格的防疫措施。

控制新冠肺炎的介入措施可分類為針對確診個案與接觸者的「個案型介入」（case-based intervention）與針對普遍民眾的「群體型介入」（population-based intervention）[2]。「個案型介入」包含確診個案的偵測

（detection）、隔離（isolation），以及透過接觸者回溯（contact tracing）找到接觸者，再針對接觸者進行檢疫（quarantine）等措施。「群體型介入」則是針對民眾增加保護，避免病毒傳播。包括戴口罩、消毒、增加社交距離甚至封城等措施。而大規模施打疫苗以降低感染風險，或是感染者因為施打過疫苗而降低中重症及死亡風險，都屬於群體型介入[2-5]。上述介入措施的管制雖有疫情控制的效果，但對個人、社會與經濟層面造成嚴重衝擊，像是封城造成人們出現孤獨、憂鬱與焦慮的現象[6-7]，社交距離與居家令的限制也讓就業率下降[8]，外出受限連帶使得商業活動降低，間接導致稅收銳減，對醫療保險等社會福利財源造成衝擊[9]。

世界各國已承受新冠肺炎多波的疫情，2022年上半年，Omicron變異株的高傳播率，讓全球經歷目前以來最大規模的流行，但相較過去病毒株，Omicron的重症率低[10,11]，這樣的「流感化」特性，讓世界

國立成功大學醫學院公共衛生研究所

\*通訊作者：王亮懿

地址：台南市北區勝利路138號

E-mail：lywang@mail.ncku.edu.tw

投稿日期：2022年8月5日

接受日期：2023年2月10日

DOI:10.6288/TJPH.202302\_42(1).111098



各國開始降低介入措施強度，希望恢復以往經濟與生活。以南韓為例，2022年2月起Omicron大規模流行，到3月中達到疫情高峰隨即快速下降，南韓政府自4月中起陸續取消所有社交距離限制與口罩規範，但確診和死亡數仍呈現下降趨勢（圖一）[12]，可見經合適評估過後放寬防疫措施不一定會造成新一波的疫情傳播。

傳統的傳染病模型，會從疾病傳播的角度，估算累積感染個案人數，藉此評估不同情境下疫情嚴重程度。但近期新冠肺炎的主流病毒株具高感染率與高輕症率特性，新增感染人數已毋須高度關注，評估諸多介入措施組合，及配合疫苗施打的成效（包括疫苗覆蓋率、疫苗能避免感染的有效性、以及施打疫苗後若被感染，中重症降低的能力），降低中重症與住院人數，避免醫療量能崩壞等衝擊，更被重視。

後疫情時代的防疫措施勢必鬆綁，我國需要以目前主流病毒株傳播力為基礎，探討各種防疫介入措施組合對中重症住院人數影響的模擬資料，挑選出對社會衝擊較小的鬆綁措施。因此本研究透過模型模擬，探討嚴格與寬鬆的「個案型介入」，以及「群體型介入」當中，自我保護措施、疫苗涵蓋率、疫苗避免感染的有效性、施打疫苗後中重症降低情形等不同強度的情境措施組合下，對新冠肺炎每日中重症住院人數控制的效果。

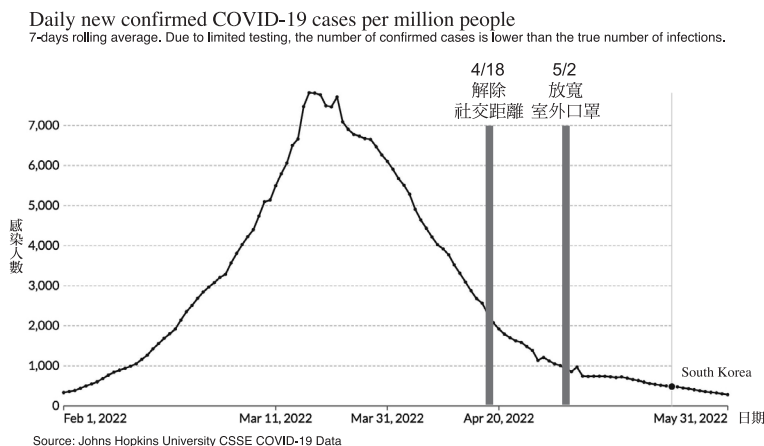
## 材料與方法

### 疾病傳播模擬方法

本研究改良Hellewell等人於2020年建立的傳染病分枝模型[13]，與常見的SEIR（Susceptible-exposed-infected-recovery）傳染病數理模型不同，傳染病分枝模型可設定參數分布，根據參數由電腦模擬感染個案自接觸、染疫、傳播他人的時間點與程度，給定不同情境，探討不同防疫措施對疾病傳播的影響。

本研究於傳染病分枝模型中輸入疾病的潛伏期（incubation period）、世代間隔（serial interval）、無症狀率、無症狀傳播率等流行病學特性數值，並使用台灣政府公開的症狀至隔離期（onset-to-isolation period）資料[14]進行模擬，建立每個個案接觸、染疫、可傳播時間點等病程資料，搭配疾病再生數討論繼發個案數等後續傳播鏈狀態。此外，於模型中加入「個案型介入」的隔離、接觸者回溯與檢疫等措施，以及「群體型介入」中的自我保護率、疫苗覆蓋率、疫苗避免感染有效性與有無施打疫苗的中重症率等，模擬不同情境下每日中重症住院人數，詳細的介入措施架構見圖二。

我們以Omicron變異株為研究標的，使用中重症住院人數作為指標，透過分枝模型，評估不同篩檢、隔離與檢疫等介入措施



圖一 韓國確診個案圖[12]

組合的成效，研究數據與假設參考過往研究或我國政府公開的數據。我們設定傳染病的基本再生數與起始個案（ $n=20$ 人），假設每位中重症個案皆會住院，設定不同程度的「個案型介入」與「群體型介入」情境組合，每組情境模擬1,000次，估算該情境的平均中重症住院人數。由於電腦模擬資源限制，每次模擬，若達到某日新增個案超過2,000人，或新開始的傳染波次超過模擬起始的100天，便終止模擬。

### 疾病傳播參數

以下針對疾病傳播參數進行說明，整理後的參數見表一。

在過去的文獻中可以發現，對於Omicron變種病毒來說，可能的基礎再生數數值為10[15]，也就是說平均一個個案可以傳播給10個人的意思[16]，為了讓每個個案的繼發個案數存在差異性，參考過往相關分枝模型的研究，假設每個個案的繼發個案數服從負二項分佈，平均值即基礎再生數10，但尺度參數則與過往研究一樣假設為20[13,17]。

針對Omicron變種病毒而言，我們使用過往對其潛伏期的研究數值，假設平均約為3.2天，變異數為2.2天，並符合Weibull分佈[18]。至於症狀至隔離期則是使用台灣政府公開自2022年3月1日至2022年3月31日的個案資料進行擬合，在假設符合Gamma分佈的條件下，估計平均值為2.82天，標準差為2.81天[14]。

然而，以目前的證據來說，約51%的個案在出現症狀前便有傳播力[19]，因此我們與過往研究一樣，使用偏斜常態分佈來討論每個傳播世代的間隔情形[13,17,20]，並搭配目前已知Omicron變種的世代間隔標準差為2.4天來進行參數的設定[18]。

不過，也不是所有的個案都會出現症狀，研究發現Omicron變種大約有40%個案是無症狀患者[21]，而過往研究也發現，這些無症狀的個案傳播力也僅為有症狀的一半[20]。

多數國家在檢疫期滿後會進行篩檢措施，使用目前羅氏公司公布其快篩試劑的敏感度資料，將檢疫期篩檢的敏感度設定為90%[22]。

研究中假設施打疫苗者能降低其後續中重症住院的機率，使用較為誇張的住院率數值（無施打疫苗：15%、有施打疫苗：5%）是為了要讓每日中重症住院人數的差異能較為明顯，方便後續評價與比較。而每個患者的住院天數使用先前研究的住院日四分位數資料，假設每個住院患者的住院天數服從Gamma分佈，推算其住院日的平均值約為5.64天，標準差為5.17天[23]。

### 介入措施說明

#### 群體型介入

##### (1)自我保護措施

透過衛生教育或政府強制作為，讓人民配合戴口罩、勤洗手或保持社交距離等對防疫或有幫助的自我保護措施[24-26]，本研究使用「自我保護率」一詞搭配假設的保護強度做為評估自我保護措施的依據，可參考圖二中的People B。

##### (2)疫苗

施打疫苗也是群體型介入的一環[3]，然而疫苗對疫情控制的效果必須考量到疫苗在群體中的覆蓋率、疫苗避免感染有效性（圖二中的People A）與施打疫苗者染疫後可能的中重症住院率的下降，本研究使用假設的疫苗覆蓋率、疫苗避免感染有效性與有無施打疫苗中重症住院率差異數值，藉此評估疫苗對中重症患者控制的成效。

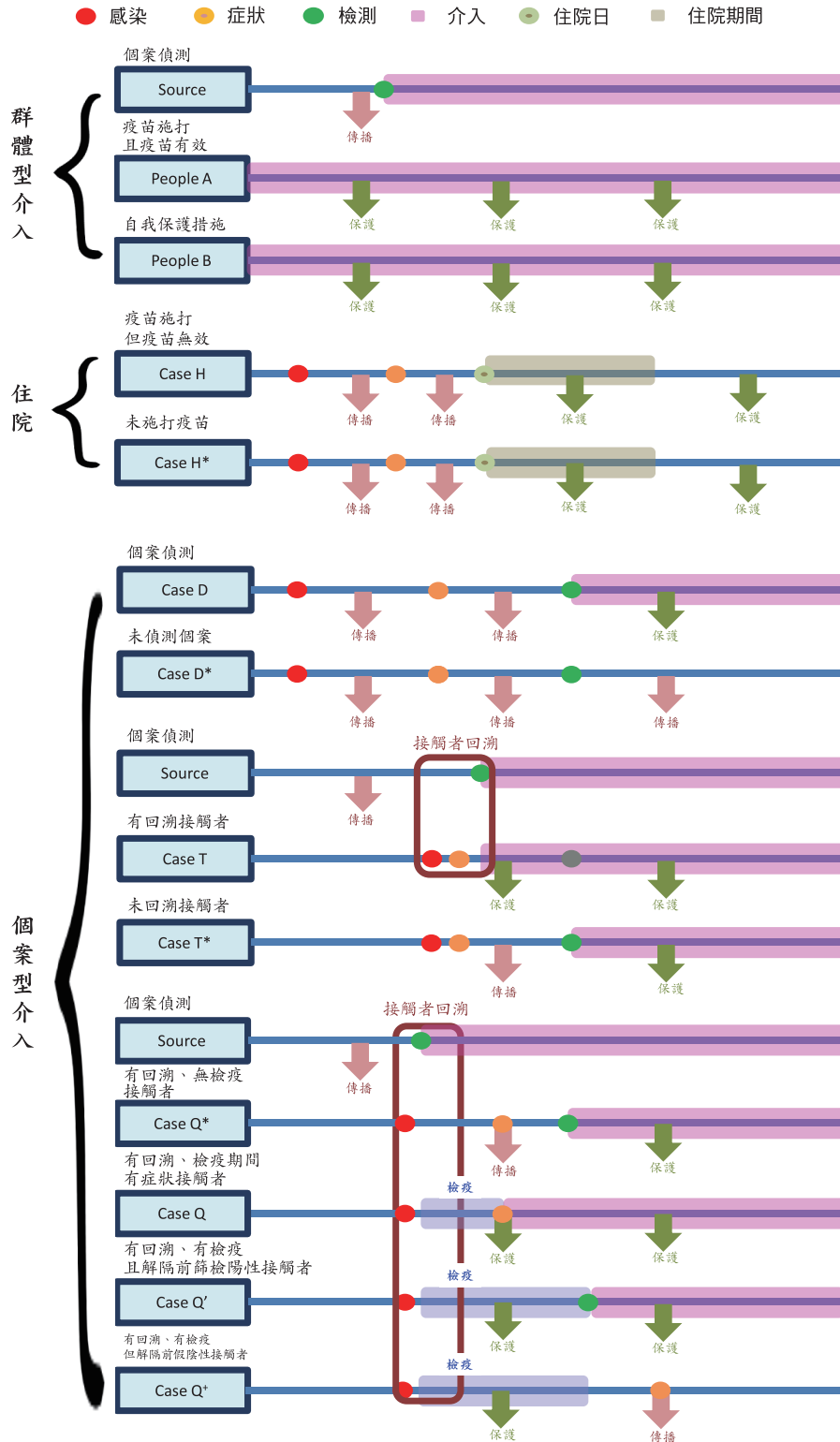
#### 個案型介入

##### (1)個案偵測與隔離

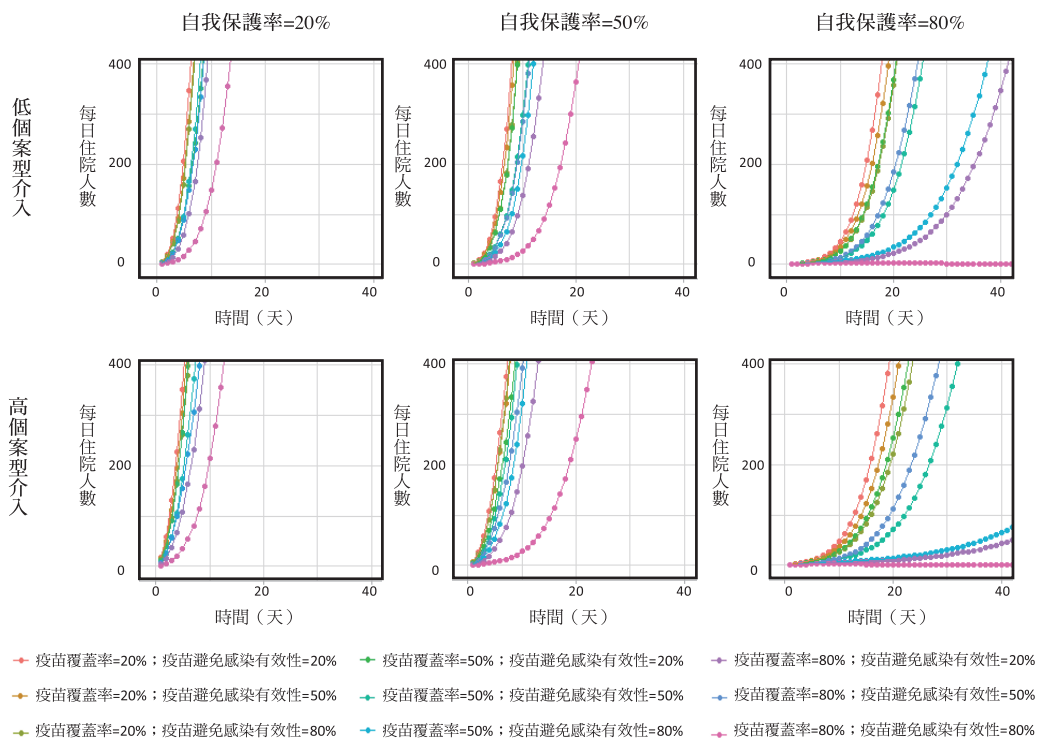
個案偵測是指對已發病個案的檢測措施（圖二中的Case D），若在檢測時發現為確診個案，便立即進行隔離措施，假設隔離期間並不會傳播給其他人，是否受到偵測會因「偵測比例」的不同而有差異。

##### (2)已發病接觸者隔離

已發病接觸者隔離是指針對已確診的個案，於確診當下依「回溯天數」進行數天的



圖二 本研究的介入措施架構



圖三 不同個案型介入強度與自我保護率下，對不同疫苗覆蓋率與疫苗避免感染有效性組合之每日中重症住院數估計圖

表一 本研究使用的變數設定

	參數名稱	參數數值	參考文獻/ 資料來源
		平均數 (標準差) / 比例	
固定參數	基礎再生數	假設符合負二項分布，其參數設定為 $R_0=10$ ，尺度參數=20	[15,20]
	潛伏期	3.2 (2.2)	[18]
	症狀至隔離期	2.82 (2.81)	[14]
	患者無症狀率	40%	[21]
	無症狀傳播率	50%	[20]
	世代間隔標準差	2.4	[18]
	症狀前傳播率	51%	[19]
	回溯天數	4	[20]
	檢疫期篩檢敏感度	90%	[22]
	住院天數	5.64 (5.17)	[23]
變動參數	個案型介入	低強度：偵測20%、回溯20%、檢疫天數0天 高強度：偵測80%、回溯80%、檢疫天數7天	自行假設
	自我保護率	20%、50%、80%	自行假設
	疫苗覆蓋率	20%、50%、80%	自行假設
	疫苗避免感染有效性	20%、50%、80%	自行假設
	施打疫苗有/無的住院率	有差異：5%/15%	自行假設



接觸者回溯，若接觸者於感染源確診時已出現症狀，則立即進入個案偵測與隔離（圖二中的Case T），假設感染源確診、接觸者回溯與接觸者隔離之間沒有時間差。若為沒有被回溯到的接觸者，則會持續傳播疫情（圖二中的Case T\*），接觸者是否受到回溯會因「回溯比例」的不同而有差異。

### (3) 未發病接觸者檢疫

針對接觸者回溯時尚未發病的個案，可實施檢疫措施，檢疫天數的多寡會因「接觸者檢疫天數」而有差異，假設檢疫期間亦不會造成疫情傳播，若檢疫期間出現症狀，立即進行個案偵測與隔離措施（圖二中的Case Q）。若檢疫期間皆無出現症狀，但因檢疫期間進行的篩檢呈現陽性者，安排後續進一步檢測，若真為確診個案，立即進行隔離措施（圖二中的Case Q\*）。但若為檢疫期間篩檢偽陰性個案（圖二中的Case Q+），則檢疫期滿後仍有傳播疫情的可能。

### 介入措施參數

首先，我們假設了2種不同程度的「個案型介入」措施，低個案型介入代表僅20%的個案偵測與20%的接觸者回溯，但沒有實施檢疫措施（檢疫天數=0天）；高個案型介入則是有80%的個案偵測、80%的接觸者回溯與7天的檢疫措施。「群體型介入」則討論了不同程度的自我保護率（20%、50%與80%）、疫苗覆蓋率（20%、50%與80%）與疫苗避免感染有效性（20%、50%與80%）的組合。整理後的參數見表一。

## 結 果

圖三呈現本研究的模擬結果，橫軸代表自傳染源進入社區後的天數，縱軸為每天的感染中重症住院人數。分別呈現「個案型介入」程度高低時，不同「群體型介入」之自我保護率下，群體型介入之疫苗覆蓋率與疫苗避免感染有效性組合下每日中重症住院人數的數值（圖中不同顏色曲線）。

我們首先發現，群體型介入比個案型介入效果顯著。在同樣程度的個案型介入下，群體型介入的提升有助控制住院數，但在相

同群體型介入下，個案型介入的增加則不一定會有差異效果。

再者，必須達到高自我保護率，個案型介入才會明顯。在當自我保護率若無法提高（僅50%或更低），無論個案型介入程度是高或低，不同疫苗覆蓋率與疫苗避免感染有效性的組合效果，對每日中重症住院人數的影響沒有太大差異。而當自我保護率達到80%的保護，明顯發現高個案介入的每日住院人數比低個案介入組來得低，可見個案型介入對控制每日住院人數的效果要在一定程度的自我保護率下才會明顯。

疫苗的效果也需在高自我保護率的情境下，較能展現差異。在自我保護率僅20%時，不同疫苗效果組合的每日住院人數曲線多數重疊。但隨自我保護率的提高，組合間的曲線也有漸漸拉開的趨勢。

在疫苗方面，我們發現在疫苗覆蓋率與疫苗有效性乘積一樣的組別中（如疫苗覆蓋率=50%、疫苗避免感染有效性=20%組與疫苗覆蓋率=20%、疫苗避免感染有效性=50%組），高疫苗覆蓋率的情境會有較低的每日住院人數估計，可見當疫苗能降低中重症住院率時，提高疫苗覆蓋率應優先於追求高疫苗有效性。

## 討 論

我們使用分枝模型來對介入措施進行較為仔細的討論，並搭配近期較為流行的Omicron變種病毒的流行病學資料，模擬不同介入組合下的每日住院人數。在我們的研究中可以發現，群體型介入的效果比個案型介入來的好，而當群體型介入達到一定程度時，個案型介入的優勢才會顯現出來。疫苗的效果也會隨其他群體型介入（自我保護率）的提高而有更加突顯的趨勢。然而若施打疫苗能降低染疫後中重症的住院率，則相較起購買有效性高的疫苗，提升疫苗的覆蓋率是應優先達成的目標。

在我們的研究中發現群體型介入的效果比個案型介入來的好[20,27]，可能是因為我們在進行個案偵測時，假設無症狀者並不

會被偵測到，過往使用相同概念的研究也有相似的結果，不過若能擴大個案偵測範圍，對無症狀患者進行積極的介入措施，則群體型介入與個案型介入的效果不一定有明顯差異[28]，因此，若要提升個案型介入的效果，對無症狀者的偵測能力亦是重要的一環[29]。

本研究雖以簡單的數值作為介入強度的估計，然而，現實生活中，這些介入措施具有其施行面的侷限，像是過往英國的研究就發現，約有4成的接觸者並未確實施行檢疫[30]，可能與收入、對政府信任或採購日常生活必需有關[30,31]。而未強制施打疫苗也讓人出現疫苗猶豫的現象，尤其針對不擔心疫情傳播、較擔心疫苗副作用的人來說影響巨大[32]。疫苗避免感染的有效性也隨著不同疫苗與當下流行的病毒種類而有差異，一篇薈萃研究發現BNT162b2完全接種的有效性從Alpha變種病毒的85%下降至Beta病毒的75%，其他的疫苗也有相似的結果[33]。

由於介入措施有施行面限制，因此多種介入措施的合併使用顯得重要，雖然個案型介入措施的成效可能比較低，個案型與群體型介入措施互相搭配，便能降低群體型介入的要求[34]。同時間，結合多種群體型介入也能適時地降低對各介入的強度水準，亦為現實中可行的做法[27,35]。在我們的研究中也發現，當疫苗覆蓋率與疫苗避免感染有效性無法兼顧時，以提高疫苗覆蓋率為優先對每日住院人數的控制會有較佳的效果，雖然研究中使用較誇張的數值設定（實際有/無施打疫苗的Omicron患者住院率最高約為40/每十萬人、160/每十萬人[10]），但結果亦與過往研究有一致的結果[36,37]。

本研究存在些許限制，首先，模型所需的參數設定，可能與實際情境有所落差，但已使用文獻資料來進行設定依據。其次，假設的不同介入情境，雖數值大小可視為介入的強度或水準，然而實行上無法輕易量化。再者，本研究亦無討論過往染疫的個案免疫力對疫情的影響，不過可將其類似為具有疫苗避免感染有效性的個體，另外，本研究結果適用於當新興傳染病剛進入社區後的討

論，不適合在大規模爆發疫情的時刻使用。而於模擬時設定了停止條件，但或許於模擬停止後的結果會與本研究有所差異。

## 致 謝

本研究感謝國立成功大學公共衛生研究所的設備資源，與諸位老師的寶貴建議，同時，疫情變化多端，感謝許多中央地方防疫人員的辛勞，讓台灣的防疫表現與目共睹，並能逐漸步入與疫情共存的社會。

## 參考文獻

1. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. COVID-19 Dashboard. Available at: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Accessed November 16, 2022.
2. Cheng HY, Huang AS. Proactive and blended approach for COVID-19 control in Taiwan. *Biochem Biophys Res Commun* 2021;**538**:238-43. doi:10.1016/j.bbrc.2020.10.100.
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Vaccination programs. Available at: <https://www.cdc.gov/vaccines/hcp/acip-recs/general-recs/programs.html>. Accessed June 1, 2022.
4. Taylor CA, Whitaker M, Anglin O, et al. COVID-19 – associated hospitalizations among adults during SARS-CoV-2 delta and omicron variant predominance, by race/ethnicity and vaccination status—COVID-NET, 14 states, July 2021–January 2022. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2022;**71**:466-73. doi:10.15585/mmwr.mm7112e2.
5. Roghani A. The influence of COVID-19 vaccination on daily cases, hospitalization, and death rate in Tennessee, United States: case study. *JMIRx Med* 2021;**2**:e29324. doi:10.2196/29324.
6. Palgi Y, Shrira A, Ring L, et al. The loneliness pandemic: loneliness and other concomitants of depression, anxiety and their comorbidity during the COVID-19 outbreak. *J Affect Disord* 2020;**275**:109-11. doi:10.1016/j.jad.2020.06.036.
7. Benke C, Autenrieth LK, Asselmann E, Pané-Farré CA. Lockdown, quarantine measures, and social distancing: associations with depression, anxiety and distress at the beginning of the COVID-19 pandemic among adults from Germany. *Psychiatry Res* 2020;**293**:113462. doi:10.1016/j.psychres.2020.113462.

8. Gupta S, Montenegro L, Nguyen TD, et al. Effects of social distancing policy on labor market outcomes. *Contemp Econ Pol* 2022;**41**:166-93. doi:10.1111/coep.12582.
9. Frenier C, Nikpay SS, Golberstein E. COVID-19 has increased medicaid enrollment, but short-term enrollment changes are unrelated to job losses. *Health Aff (Millwood)* 2020;**39**:1822-31. doi:10.1377/hlthaff.2020.00900.
10. Rolfe MA, Grijalva CG, Zhu Y, et al. Implications of shortened quarantine among household contacts of index patients with confirmed SARS-CoV-2 infection — Tennessee and Wisconsin, April–September 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021;**69**:1633-7. doi:10.15585/mmwr.mm69s152a1.
11. Kupferschmidt K. After Omicron, some scientists foresee 'a period of quiet'. *Science* 2022;**375**:366-7. doi:10.1126/science.ada0537.
12. Appel C, Dattani S, Hasell J, et al. Coronavirus (COVID-19) cases. Available at: <https://ourworldindata.org/covid-cases>. Accessed July 24, 2022.
13. Hellewell J, Abbott S, Gimma A, et al. Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. *Lancet Glob Health* 2020;**8**:e488-96. doi:10.1016/S2214-109X(20)30074-7.
14. 國家高速網路與計算中心：COVID-19全球疫情地圖。 [https://covid-19.nchc.org.tw/dt\\_005-covidTable\\_taiwan.php](https://covid-19.nchc.org.tw/dt_005-covidTable_taiwan.php)。引用2022/07/24。 National Center for High-Performance Computing. COVID-19 Dashboard. Available at: [https://covid-19.nchc.org.tw/dt\\_005-covidTable\\_taiwan.php](https://covid-19.nchc.org.tw/dt_005-covidTable_taiwan.php). Accessed July 24, 2022.
15. Burki TK. Omicron variant and booster COVID-19 vaccines. *Lancet Respir Med* 2022;**10**:e17. doi:10.1016/S2213-2600(21)00559-2.
16. Fine PE. Herd immunity: history, theory, practice. *Epidemiol Rev* 1993;**15**:265-302. doi:10.1093/oxfordjournals.epirev.a036121.
17. Tsou HH, Cheng YC, Yuan HY, et al. The effect of preventing subclinical transmission on the containment of COVID-19: mathematical modeling and experience in Taiwan. *Contemp Clin Trials* 2020;**96**:106101. doi:10.1016/j.cct.2020.106101.
18. Backer JA, Eggink D, Andeweg SP, et al. Shorter serial intervals in SARS-CoV-2 cases with Omicron BA. 1 variant compared with Delta variant, the Netherlands, 13 to 26 December 2021. *Euro Surveill* 2022;**27**:2200042. doi:10.2807/1560-7917.ES.2022.27.6.2200042.
19. Manica M, De Bellis A, Guzzetta G, et al. Intrinsic generation time of the SARS-CoV-2 Omicron variant: an observational study of household transmission. *Lancet Reg Health Eur* 2022;**19**:100446. doi:10.1016/j.lanepe.2022.100446.
20. Ng TC, Cheng HY, Chang HH, et al. Comparison of estimated effectiveness of case-based and population-based interventions on COVID-19 containment in Taiwan. *JAMA Intern Med* 2021;**181**:913-21. doi:10.1001/jamainternmed.2021.1644.
21. Ontario Agency for Health Protection and Promotion. COVID-19 variant of concern Omicron (B.1.1.529): risk assessment, January 26, 2022. Available at: [https://www.publichealthontario.ca/-/media/documents/ncov/voc/2022/01/covid-19-omicron-b11529-risk-assessment-jan-26.pdf?sc\\_lang=en](https://www.publichealthontario.ca/-/media/documents/ncov/voc/2022/01/covid-19-omicron-b11529-risk-assessment-jan-26.pdf?sc_lang=en). Accessed July 24, 2022.
22. 羅氏集團：新冠病毒抗原自行檢測套裝（鼻腔）。 <https://dianews.roche.com/SARS-CoV-2-Antigen-Nasal-Self-Test-kit.html>。引用2022/07/24。 Roche Ltd. SARS-CoV-2 antigen self test nasal. Available at: <https://dianews.roche.com/SARS-CoV-2-Antigen-Nasal-Self-Test-kit.html>. Accessed July 24, 2022. [In Chinese]
23. Jassat W, Abdool Karim SS, Mudara C, et al. Clinical severity of COVID-19 in patients admitted to hospital during the omicron wave in South Africa: a retrospective observational study. *Lancet Glob Health* 2022;**10**:e961-9. doi:10.1016/S2214-109X(22)00114-0.
24. Chu DK, Akl EA, Duda S, et al. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2020;**395**:1973-87. doi:10.1016/S0140-6736(20)31142-9.
25. Kim MS, Seong D, Li H, et al. Comparative effectiveness of N95, surgical or medical, and non-medical facemasks in protection against respiratory virus infection: a systematic review and network meta-analysis. *Rev Med Virol* 2022;**32**:e2336. doi:10.1002/rmv.2336.
26. Talic S, Shah S, Wild H, et al. Effectiveness of public health measures in reducing the incidence of covid-19, SARS-CoV-2 transmission, and covid-19 mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2021;**375**:e068302. doi:10.1136/bmj-2021-068302.
27. Iboi EA, Ngonghala CN, Gumel AB. Mathematical assessment of the impact of non-pharmaceutical



- interventions on curtailing the 2019 novel Coronavirus. *Math Biosci* 2020;**325**:108364. doi:10.1016/j.mbs.2020.108364.
28. Kim BN, Kim E, Lee S, Oh C. Mathematical model of COVID-19 transmission dynamics in South Korea: the impacts of travel restrictions, social distancing, and early detection. *Processes* 2020;**8**:1304. doi:10.3390/pr8101304.
  29. Ayouni I, Maatoug J, Dhouib W, et al. Effective public health measures to mitigate the spread of COVID-19: a systematic review. *BMC Public Health* 2021;**21**:1015. doi:10.1186/s12889-021-11111-1.
  30. Hills S, Eraso Y. Factors associated with non-adherence to social distancing rules during the COVID-19 pandemic: a logistic regression analysis. *BMC Public Health* 2021;**21**:325. doi:10.1186/s12889-021-10379-7.
  31. Al Zabadi H, Yaseen N, Alhroub T, Haj-Yahya M. Assessment of quarantine understanding and adherence to lockdown measures during the COVID-19 pandemic in Palestine: community experience and evidence for action. *Front Public Health* 2021;**9**:570242. doi:10.3389/fpubh.2021.570242.
  32. Cao J, Ramirez CM, Alvarez RM. The politics of vaccine hesitancy in the United States. *Soc Sci Q* 2022;**103**:42-54. doi:10.1111/ssqu.13106.
  33. Mohammed I, Nauman A, Paul P, et al. The efficacy and effectiveness of the COVID-19 vaccines in reducing infection, severity, hospitalization, and mortality: a systematic review. *Hum Vaccin Immunother* 2022;**18**:2027160. doi:10.1080/21645515.2022.2027160.
  34. Kerr CC, Mistry D, Stuart RM, et al. Controlling COVID-19 via test-trace-quarantine. *Nat Commun* 2021;**12**:2993. doi:10.1038/s41467-021-23276-9.
  35. Lee S, Zabinsky ZB, Wasserheit JN, Kofsky SM, Liu S. COVID-19 pandemic response simulation in a large city: impact of nonpharmaceutical interventions on reopening society. *Med Decis Making* 2021;**41**:419-29. doi:10.1177/0272989X211003081.
  36. Paltiel AD, Schwartz JL, Zheng A, Walensky RP. Clinical outcomes of a COVID-19 vaccine: implementation over efficacy. *Health Aff (Millwood)* 2021;**40**:42-52. doi:10.1377/hlthaff.2020.02054.
  37. Safi MA, Gumel AB. Mathematical analysis of a disease transmission model with quarantine, isolation and an imperfect vaccine. *Comput Math Appl* 2011;**61**:3044-70. doi:10.1016/j.camwa.2011.03.095.

## Effectiveness of different measures in reducing the daily number of moderate to severe cases of COVID-19

MICHAEL CHUN-YUAN CHENG, LIANG-YI WANG\*

**Objectives:** Interventions for controlling COVID-19 can be classified into case-based (e.g., contact tracing and quarantining) and population-based (e.g., using masks and receiving vaccines) measures. The objective of pandemic control has now shifted from reducing the daily number of cases to reducing that of hospitalizations through vaccination. COVID-19 has started exhibiting flu-like characteristics. Therefore, in this study, we compared different measures in terms of their effectiveness in reducing the daily number of moderate to severe cases of COVID-19. **Methods:** The branching model developed by Hellewell (2020) was used for simulation. The epidemiological data of the Omicron variant and various hypothetical scenarios were analyzed. The outcome variable of our study was the daily number of hospitalizations under different measures and their combinations. **Results:** Population-based measures were more effective than case-based measures; however, their combination led to the best outcomes. If vaccination reduced the number of COVID-19-related hospitalizations, the focus was on increasing vaccine coverage to increase medical capacity rather than enhancing vaccine efficacy. **Conclusions:** While loosening case-based measures, the government must consider whether population-based measures can support this change. Furthermore, to reduce the daily number of moderate to severe cases of COVID-19, vaccine coverage, rather than vaccine efficacy, must be improved. (*Taiwan J Public Health*. 2023;**42**(1):32-41)

**Key Words:** COVID-19, hospitalization rate, intervention measures, Branching model

---

Department of Public Health, College of Medicine, National Cheng Kung University, No. 138, Sheng Li Rd., North Dist., Tainan, Taiwan, R.O.C.

\* Correspondence author      E-mail: lywang@mail.ncku.edu.tw

Received: Aug 5, 2022      Accepted: Feb 10, 2023

DOI:10.6288/TJPH.202302\_42(1).111098