



JAMA Internal Medicine | [Original Investigation](#)

Contact Tracing Assessment of COVID-19 Transmission Dynamics in Taiwan and Risk at Different Exposure Periods Before and After Symptom Onset

Hao-Yuan Cheng, MD, MSc; Shu-Wan Jian, DVM, MPH; Ding-Ping Liu, PhD; Ta-Chou Ng, BSc; Wan-Ting Huang, MD; Hsien-Ho Lin, MD, ScD; for the Taiwan COVID-19 Outbreak Investigation Team

臺北市立聯合醫院教研部
施至遠教學主治醫師
教學主治醫師群
邱婷芳主任
璩大成副總院長

前言

- 目前尚不清楚COVID-19的病人，何時應隔離？需隔離多久？以及密切接觸者是否也應隔離？
- 目前亦不清楚症狀發作前後不同時間點，以及不同暴露類型（如家庭或醫療機構）的傳播風險
- 本研究由疾病管制署與林先和教授團隊合作，利用台灣前100例COVID-19確診病例及其密切接觸者的追蹤資料進行分析

研究方法_1

- 納入了台灣在2020年1月15日至3月18日之間最初確診的全部100例病例，以及他們的密切接觸者
- 追蹤所有接觸者，直到接觸指標個案後14天。本研究最後更新日期是2020年4月2日
- 當個案經實驗室確認患有SARS CoV-2後，疾病管制署的疫情調查小組和當地衛生主管機關進行全面的流行病學調查，包括接觸者的追蹤

研究方法_2

- 疫調期間始於症狀發作日（可能延長至症狀發作前4天），並於COVID-19確診日終止。對於無症狀確診病例，疫調時間根據確診日期（非發病日期）
- 密切接觸的定義是在疫調期間，未著適當的個人防護設備（PPE）之下，面對面接觸確診病例超過15分鐘者
- 如果接觸者與指標案例居住在同一家戶中，則被列為**同住接觸者**。未同住之個案家屬，被列為**家庭接觸者**

研究方法_3

- 醫療照護環境中，醫護人員，醫院工作人員和病人皆包括在內
- 密切接觸是指未使用合適的PPE之下，距離2公尺內接觸指標個案，且超過最小暴露時間
- PPE是否被視為“合適的”取決於暴露的情境和所執行的處置。如對於執行會生成氣霧處置（例如插管）的醫生，需要使用N95口罩。此情境下，外科口罩即為不合適的PPE

研究方法_4

- 接觸指標個案後，所有密切接觸者皆居家隔離14天。在隔離期間，若出現任何相關症狀（發燒，咳嗽或其他呼吸道症狀），即使用RT-PCR檢測COVID-19。對於包括同住和醫院接觸者在內的高風險族群，無論有無症狀，均進行RT-PCR檢測
- 對於家庭群聚狀況，根據症狀發作的時間和流行病學聯結來確認指標個案。如果暴露開始於續發個案的症狀發作之後，此續發個案將被排除在配對數據中

研究結果_1

- 共納入100例COVID-19確診者，包括10個群聚的病人以及9位無症狀感染者。年齡中位數為44歲，男性56位、女性44位
- 研究中，2761名密切接觸者中(如下表)，同住接觸者佔5.5%，家庭接觸者佔2.8%，醫療照護接觸者佔25.3%
- 2761名密切接觸者中，共有22位續發個案，感染風險為0.8%，續發個案二次臨床侵襲率為0.7% (18位)。
- 9位無症狀感染者，皆未有續發個案
- 推算症狀潛伏期與傳播間隔中位數皆為4.1天

2761位密切接觸者之臨床特質

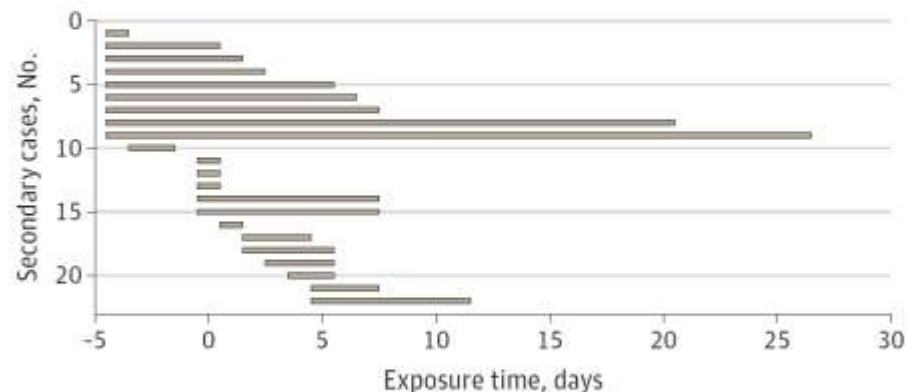
Table 1. Characteristics of the 2761 Close Contacts by Different Exposure Settings

	Exposure, No. (%)			
	Household (n = 151)	Family (n = 76)	Health care (n = 698)	Others (n = 1836) ^a
Age, median (range), y	33 (1-96)	45 (0-88)	39 (0-92)	35 (0-89)
Age group, y				
0-19	24 (16)	14 (18)	29 (4)	214 (12)
20-39	55 (36)	16 (21)	281 (40)	809 (44)
40-59	38 (25)	24 (32)	175 (25)	557 (30)
≥60	26 (17)	11 (14)	119 (17)	175 (10)
Unknown	8 (5)	11 (14)	94 (13)	81 (4)
Sex				
Female	70 (46)	41 (54)	454 (65)	872 (47)
Male	81 (54)	30 (39)	228 (33)	816 (44)
Unknown	0	5 (7)	16 (2)	148 (8)
Time from onset to exposure, median (range), d ^b	-4 (-4 to 9)	6 (-4 to 26)	1 (-4 to 23)	2 (-4 to 26)
Time from onset to exposure, d ^b				
<0	100 (66)	10 (13)	236 (34)	389 (21)
0-3	39 (26)	15 (20)	150 (21)	663 (36)
4-5	6 (4)	6 (8)	38 (5)	166 (9)
6-7	4 (3)	10 (13)	17 (2)	88 (5)
8-9	2 (1)	3 (4)	110 (16)	334 (18)
>9	0	24 (32)	146 (21)	114 (6)
Unknown	0	8 (11)	1 (0.1)	82 (5)

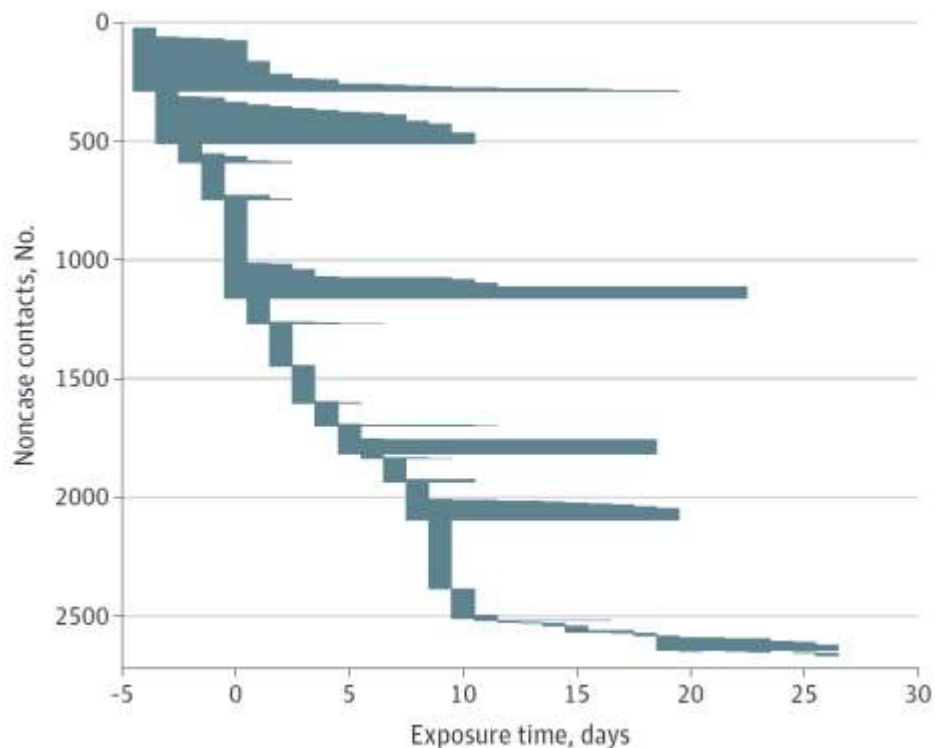


Figure 1. Exposure Window Period Among Secondary Cases and Noncase Contacts

A Secondary cases



B Noncase contacts



全部22位續發個案，第一次暴露時間皆在指標個案發生症狀第六天之前。而其他密切接觸者，僅68%在第六天之前暴露。

A All types of contact

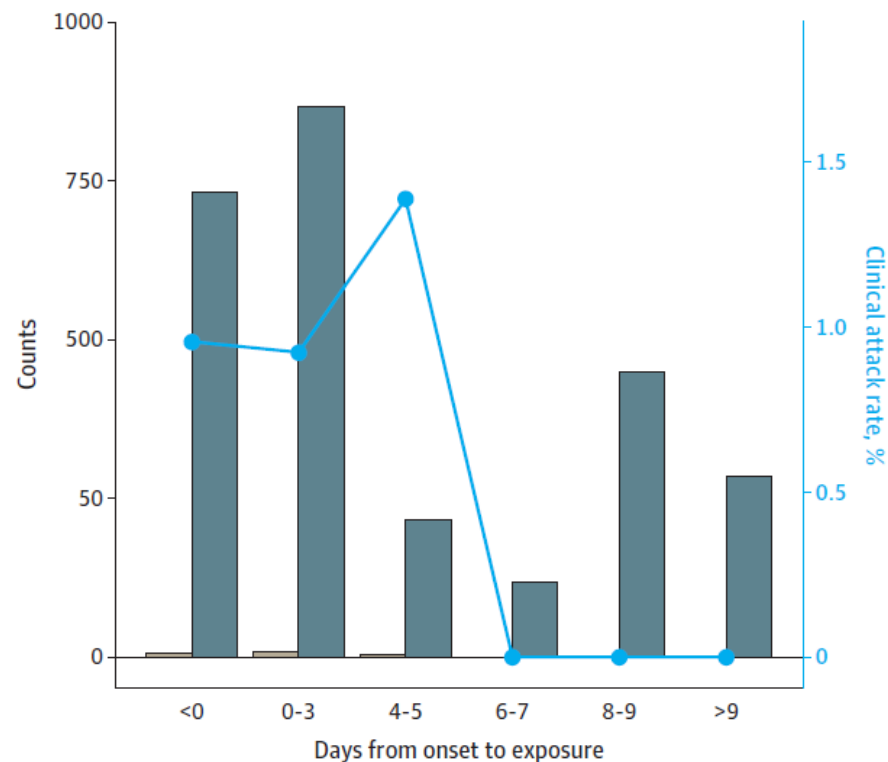


Table 2. Secondary Clinical Attack Rate for COVID-19 Among the 2761 Close Contacts by Different Exposure Settings, Times, and Characteristics

	No. of secondary cases (asymptomatic case)	No. of contacts	Secondary clinical attack rate, % (95% CI)	Risk ratio (95% CI)
二次臨床侵襲率				
Exposure setting				
Household	10 (3)	151	4.6 (2.3-9.3)	1 [Reference]
Nonhousehold family	5 (1)	76	5.3 (2.1-12.8)	1.14 (0.34-3.76)
Health care	6 (0)	698	0.9 (0.4-1.9)	0.19 (0.06-0.54)
Others ^a	1 (0)	1836	0.1 (0-0.3)	0.01 (0-0.09)
Time from onset to exposure, d ^b				
<0	10 (3)	735	1.0 (0.5-2.0)	1 [Reference]
0-3	9 (1)	867	0.9 (0.5-1.8)	0.97 (0.35-2.66)
4-5	3 (0)	216	1.4 (0.5-4.0)	1.46 (0.38-5.59)
6-7	0	119	0 (0-3.1)	0
8-9	0	449	0 (0-0.9)	0
>9	0	284	0 (0-1.3)	0
Exclusively presymptomatic exposure ^c				
No	20 (4)	2371	0.7 (0.4-1.1)	1 [Reference]
Yes	2 (0)	299	0.7 (0.2-2.4)	0.99 (0.23-4.29)
Age of close contacts, y				
0-19	1 (1)	281	0 (0-1.4)	0
20-39	8 (2)	1161	0.5 (0.2-1.1)	1 [Reference]
40-59	10 (1)	794	1.1 (0.6-2.1)	2.19 (0.78-6.14)
≥60	3 (0)	331	0.9 (0.3-2.6)	1.75 (0.44-6.97)
Source of index case				
Local	18 (3)	967	1.6 (1.0-2.5)	1 [Reference]
Imported	4 (1)	1794	0.2 (0.1-0.5)	0.11 (0.03-0.37)
Clinical severity of index case				
Asymptomatic	0	91	0 (0-4.1)	0
Mild illness	4 (0)	1097	0.4 (0.1-0.9)	1 [Reference]
Pneumonia				
Mild	5 (2)	761	0.4 (0.1-1.2)	1.08 (0.24-4.82)
Severe	7 (0)	511	1.4 (0.7-2.8)	3.76 (1.10-12.76)
ARDS/sepsis	6 (2)	275	1.5 (0.6-3.7)	3.99 (1.00-15.84)

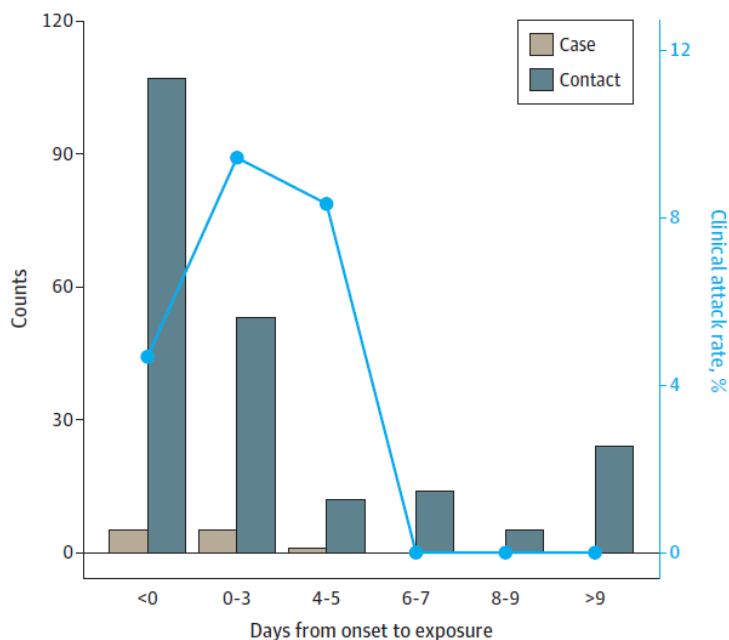
1. 二次臨床侵襲率，同住接觸為4.6%，非同住家屬為5.3%
2. 735位在指標個案發生症狀前即暴露之接觸者，處在高風險中，二次臨床侵襲率為1.0%
3. 當暴露時間在指標個案發生症狀第5天以前者，二次臨床侵襲率高於暴露發生在第6天以後。852位接觸者中0傳染
4. 299位暴露時間只在指標個案無症狀階段者，亦有高風險
5. 年齡40-59(1.1%)與大於60歲(0.9%)族群，風險較高

Table 3. Risk for Symptomatic COVID-19 Infection Among the 2761 Close Contacts, Simultaneously Stratified by Exposure Setting and Time From Symptom Onset of the Index Case to First Day of Exposure

First day of exposure, d	Household		Nonhousehold family		Health care		Others ^a	
	Case/contact, No.	Attack rate, % (95% CI) ^b	Case/contact, No.	Attack rate, % (95% CI) ^b	Case/contact, No.	Attack rate, % (95% CI) ^b	Case/contact, No.	Attack rate, % (95% CI) ^b
<0	4/100	4.0 (1.6-9.8)	1/10	10.0 (1.8-40.4)	2/236	0.8 (0.2-3.0)	0/389	0 (0-1.0)
0-3	2/39	5.1 (1.4-16.9)	3/15	20.0 (7.0-45.2)	3/150	2.0 (0.7-5.7)	0/663	0 (0-0.6)
4-5	1/6	16.7 (3.0-56.4)	0/6	0 (0-39.0)	1/38	2.6 (0.5-13.5)	1/166	0.6 (0.1-3.3)
6-7	0/4	0 (0-49.0)	0/10	0 (0-27.8)	0/17	0 (0-18.4)	0/88	0 (0-4.2)
8-9	0/2	0 (0-65.7)	0/3	0 (0-56.1)	0/110	0 (0-3.3)	0/334	0 (0-1.1)
>9	0/0	UC	0/24	0 (0-13.8)	0/146	0 (0-2.6)	0/114	0 (0-3.3)

Abbreviations: COVID-19, coronavirus disease 2019; UC, uncalculable.

B Household and family contact



將同住接觸者與非同住家庭接觸者，分開獨立分析，顯示**早期暴露者**，其**二次臨床侵襲率**仍然很高

討論_1

- COVID-19的傳染期相對較短，續發感染的風險隨著時間的推移而降低，觀察到的傳播間隔短，顯示該疾病在症狀發生之日甚至之前就具有很高的傳播性。
- 由於明顯的臨床症狀（如發燒，呼吸困難和肺炎的症狀）的發作通常在症狀發作後5至7天出現，因此**感染很可能在發現時或之前就已經傳播**
- COVID-19與SARS傳播模式成為對比，因SARS直到症狀出現第5天之後，傳播風險才增加

討論_2

- 觀察到的傳染持續時間短，以及症狀發作後1周傳播的風險降低，對於擬定COVID-19的控制方式具有重要意義
- COVID-19表現多為非特異性且症狀較輕的症狀，通常之後才被診斷，住院治療常是疾病後期，傳播能力已開始下降，此時住院治療對於隔離和減少傳播沒有幫助，僅重度病患才需住院治療
- 當確診病例迅速增加時，**輕度疾病患者採居家照護**可能是首選

討論_3

- 台灣COVID-19的患者常規接受住院治療，被確診的100名患者中，醫院隔離時間最長超過2個月。如果要在流行期間將所有輕度疾病患者隔離在醫院或其他隔離設施中，那麼醫療體系將很快不堪負荷
- 在指標案例或接觸者的數量太大，資源有限，無法追蹤所有接觸者的情況下，疫調可以集中在指標個案接近症狀發作或之前的時段。

討論_4

- 台灣院內感染的情況少。除了醫護人員使用基本PPE之外，還可能歸因於這些患者的入院時間較晚，所以住院時傳播COVID-19的風險較低
- 研究限制如下
 1. 未完全調查指標個案在症狀發作之前的接觸史，可能低估了早期傳播的重要性
 2. 無法完全區分密切同住接觸和早期接觸的影響。COVID-19早期傳播的增加可能部分歸因於同住和非同住家庭接觸的影響，而不是早期的傳染力增加

Contact Tracing Assessment of COVID-19 Transmission Dynamics in Taiwan and Risk at Different Exposure Periods Before and After Symptom Onset

本篇重點結論

- 被感染的接觸者跟指標個案接觸的時間大多落在指標個案發病後一週內，且以同住接觸者和家人親戚為主，顯示此病毒的傳播力可能在剛發病時最高，一週後就開始下降
- 僅找出並隔離有症狀的病人，可能不足以控制 COVID-19，因極有可能在隔離前就把病毒傳播出去，所以需要採取更廣泛的措施，如保持社交距離