生物科學與教資源

新型冠狀病毒病 (COVID-19) 議題為本學習活動

教育局課程發展處科學教育組

二零二零年六月編訂

學習目標

學生應能：

- 把生物學知識、概念和原理連繫，以解釋一些全球性的健康議題；
- 綜合和運用課程中不同課題所學的生物學知識、概念和原理來解釋相關議題的各種現象；
- 從不同來源搜尋並識別相關資料 ；
- 運用科學語言在小組討論和匯報中與他人有效地交流意見和觀點；
- 知道生物學知識在社會上的應用及其對社會、道德倫理、經濟和環境的含意；
- 持正面的價值觀和態度，實踐健康的生活方式；
- 培養負責任的公民態度；以及
- 欣賞社會上不同人士在相關議題中的貢獻。

與課程的連繫：

生物課程中的課題	
III. 生物與環境	b. 動物維持生命的活動 人體的氣體交換
IV. 健康與疾病	b. 疾病 疾病的預防 • 接種：接種的原理 • 健康的生活方式 • 社區健康
	c. 身體的防禦機制
VII. 微生物與人類	a. 微生物學 病毒 • 病毒的增殖
VIII. 生物工程	a. 現代生物工程的技術 聚合酶鏈反應及其應用
	b. 生物工程的應用 醫療藥品的生產（例如疫苗）

建議課堂時間：

教師介紹學習活動	10 分鐘
資料搜尋、小組討論	40 - 60 分鐘
小組匯報、答問環節及教師作活動總結	60 - 80 分鐘

議題：

新型冠狀病毒病（COVID-19）Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) 是由新型冠狀病毒感染引起的大流行病。截至 2020 年 6 月，全球已有過千萬人受感染，並有超過五十萬人死於此病。

[本學習活動包括資料搜尋、小組討論和匯報]

[教師可把全班分成六個小組，每組分別討論以下問題。每個小組將成為一個專家小組，對所分配得的問題進行研究和討論。活動採用了拼圖策略設計，來自不同小組的學生將透過合作學習來學習不同的課題。同時，某些組別中的一些問題是相同的，這有助小組間基於搜尋到的資料（ 可能有所不同 ）來進行討論。]

[在小組討論中，學生需要回答分配給該組的問題。除了運用所學的生物學知識、概念和原理外，對於某些問題，學生可能需要進行網上資料搜尋。因此，教室應備有可上網的電腦，或者讓學生帶備自己的電子流動裝置。在指定的討論時間後，每組的學生需要就分配給他們的問題進行 5 分鐘口頭匯報，並以資訊科技工具或其他方法解說。於匯報後，每組將獲安排 2 分鐘的問答環節，讓班中其他學生就其匯報作出提問。]

小組討論問題：

[A 組]
(1) 新型冠狀病毒的外觀和結構是怎樣的？新型冠狀病毒如何感染你的細胞？ (2) 如果你被新型冠狀病毒感染，病毒會如何影響你的肺部？氣體交換的過程將如何受到影響？ (8) 在新型冠狀病毒病大流行期間，我該怎麼做才能幫助他人？

[B 組]
(1) 新型冠狀病毒的外觀和結構是怎樣的？新型冠狀病毒如何感染你的細胞？ (4) 有哪些測試可用於識別已受新型冠狀病毒感染的人？這些冠狀病毒測試是如何運作的？ (7) 我們可以如何保持健康和預防感染？

[C 組]
(2) 如果你被新型冠狀病毒感染，病毒會如何影響你的肺部？氣體交換的過程將如何受到影響？ (3) 你的身體會如何應對新型冠狀病毒的感染？會引發什麼樣的免疫反應？ (7) 我們可以如何保持健康和預防感染？

[D 組]
(3) 你的身體會如何應對新型冠狀病毒的感染？會引發什麼樣的免疫反應？ (5) 不同國家的科學家正在努力研發新型冠狀病毒病疫苗。疫苗如何預防這種疾病？有哪些物質可用作製造疫苗？生產疫苗的方法之一是通過重組 DNA 技術。它是如何運作的？ (9) 你會感謝哪些在對抗新型冠狀病毒病上有作出貢獻的社會人士？ 試列出並解釋原因。

[E 組]
(4) 有哪些測試可用於識別已受新型冠狀病毒感染的人？ 這些冠狀病毒測試是如何運作的？ (6) 為什麼一些醫學研究人員建議從新型冠狀病毒病康復者收集血漿，以用於治療其他新型冠狀病毒病的患者？ (9) 你會感謝哪些在對抗新型冠狀病毒病上有作出貢獻的社會人士？ 試列出並解釋原因。

[F 組]
(5) 不同國家的科學家正在努力研發新型冠狀病毒病疫苗。疫苗如何預防這種疾病？有哪些物質可用作製造疫苗？生產疫苗的方法之一是通過重組 DNA 技術。它是如何運作的？ (6) 為什麼一些醫學研究人員建議從新型冠狀病毒病康復者收集血漿，以用於治療其他新型冠狀病毒病的患者？ (8) 在新型冠狀病毒病大流行期間，我可怎樣幫助他人？

各討論問題的參考答案

(1) 新型冠狀病毒的外觀和結構是怎樣的？新型冠狀病毒如何感染你的細胞？

冠狀病毒是一組可引致類似於流感症狀的病毒。這種引致新型冠狀病毒病（COVID-19）的新型冠狀病毒稱為嚴重急性呼吸系統綜合症冠狀病毒 2（SARS-CoV-2）。 每個 SARS-CoV-2 病毒體的直徑約為 50-200 納米（nm）。在電子顯微鏡下，它通常看起來是球形的，表面附有棍狀突起物，整體上看似皇冠或日冕。它由被蛋白質包著的 RNA 及被稱為包膜的外膜包圍組成。包膜上有表面蛋白，通常稱為刺突蛋白，可以識別並附於宿主的特定類型細胞。

覆蓋冠狀病毒的刺突蛋白可以與宿主細胞上的某些特定受體結合。 就 SARS-CoV-2 而言，在人類的宿主細胞主要是一種肺泡的上皮細胞(簡稱肺泡細胞)。這使病毒吸附著宿主細胞上，並通過膜融合進入細胞並釋放其 RNA。 病毒的 RNA 便會「劫持」宿主細胞，透過操控其運作機制，複製許多病毒顆粒，並將其釋放到肺泡中。此過程中宿主細胞會被破壞，而新複製的冠狀病毒繼而感染鄰近細胞。

(2) 如果你被新型冠狀病毒感染，病毒會如何影響你的肺部？ 氣體交換的過程將如何受到影響？

新型冠狀病毒可以通過你的口、鼻或眼睛感染你。 病毒然後向下移動到肺中的肺泡，並感染特定的宿主細胞，主要是肺泡細胞，一種肺泡的上皮細胞。肺泡是發生氣體交換的微小氣囊。 每個肺泡外部都被微血管包裹著，微血管中的紅血細胞會釋放出二氧化碳並提取氧氣。 構成肺泡壁的上皮是非常薄的，只有一個細胞的厚度，這有助於氣體擴散。隨著病毒對這些上皮細胞的攻擊，氣體交換會因可用於氣體擴散的呼吸表面減少而下降，令較少的氧氣可進入血液和較少二氧化碳可離開體細胞。另外，由於炎性反應會引致肺炎，肺泡逐漸被體液充塞，進一步阻礙氣體交換。當身體的特異免疫反應觸發後，感染的肺

泡細胞將被特定的殺手 T 細胞破壞，這將導致肺泡塌陷，氣體交換將顯著減少，患者可能需要呼吸機來協助呼吸。

(3) 你的身體會如何應對新型冠狀病毒的感染？ 會引發什麼樣的免疫反應？

當身體受到新型冠狀病毒感染後，病毒會主要攻擊肺部的肺泡細胞，破裂的肺泡細胞會釋放化學物質（例如細胞因子），以引發炎性反應。 這些化學物質會使附近的小動脈舒張，從而增加流向受損組織的血液。 微血管的透性亦會同時增加。因此更多吞噬細胞能離開微血管，吞噬並消化病原體。 微血管的透性增加最終會導致液體在肺泡內積聚，並產生肺炎。

另一方面，身體的特異性免疫反應也會被觸發。 當冠狀病毒表面的抗原，與循環在血液和淋巴中的特定 B 細胞和 T 細胞上的受體結合時，這些細胞便會被激活。 活化的 B 細胞會分裂形成一組相同的 B 細胞， 其中大部分 B 細胞會分化為漿細胞，而其他 B 細胞會分化為可「記憶」抗原類型的記憶 B 細胞。漿細胞釋出抗體以對抗冠狀病毒。 同時，具有與冠狀病毒的抗原互補的受體的特定輔助 T 細胞會被激活。 活化的輔助 T 細胞會分泌化學物質（例如細胞因子），這些化學物質繼而激活其他 T 細胞，使其分裂並分化為特定的殺手 T 細胞和記憶 T 細胞。 這些殺手 T 細胞會被吸引到感染部位，並直接消除被感染的細胞。

(4) 有哪些測試可用於識別已受新型冠狀病毒感染的人？ 這些冠狀病毒測試是如何運作的？

一般有兩種類型的測試可用於檢測新型冠狀病毒病的感染。

其中一種是尋找活性感染跡象的分子測試。 通常涉及鼻拭子取樣或收集深喉唾液樣本。 然後樣本會進行聚合酶鏈反應（PCR）測試。 在 PCR 測試中，樣本中的所有 RNA 會被提取和純化。 然後使用一種酶，即逆轉錄酶將 RNA 轉化為 DNA（我們將其稱為 cDNA）。這些 DNA 樣本會與引物混合；而引物是一些設計成可與冠狀病毒 DNA 的特定部分結合的 DNA 片段。 這些混合物與一些游離核苷酸和 DNA 聚合酶一起放入循環變溫加熱器（PCR 機）中。 反應混合物將經歷反覆的加熱和冷卻循環。 如果樣本中有冠狀病毒的 RNA，大量特定的病毒 DNA 片段將會被複製產生。

[混合物中有熒光染料分子，用作與複製出來與病毒 DNA 結合。 當結合時，熒光染料分子會發出更多的熒光，從而用以確認樣本中有病毒存在。 隨著更多病毒 DNA 複本的產生，熒光亦同時增加。 如果熒光強度超過某一個臨界值時，測試結果便為陽性。 如果樣本中沒有病毒，則不會有任何 DNA 複本被複製，熒光強度也會於臨界值之下。 在這種情況下，測試結果便為陰性。]

這種測試可以檢測出病毒遺傳物質(即 RNA, 是透過轉化為 cDNA 來進行 PCR 測試) 的跡象。分子測試只能幫助診斷當前已感染新型冠狀病毒病例。 它無法分辨出受檢者是否曾感染該病，並已康復。

另一類測試是血清學測試。 這測試可檢測人體有否產生與病毒對抗的抗體。這些抗體可在新型冠狀病毒病康復者的體內找到，存在於全身的血液和組織之中。 血清學測試通常需要血液樣本。 血清學測試是通過特定抗原—抗體識別作用運作。血清學測試對於檢測已感染了一段時和對該病毒具有免疫力的病例特別有用。

(5) 不同國家的科學家正在努力研發新型冠狀病毒病疫苗。疫苗如何預防這種疾病？有哪些物質可用作製造疫苗？生產疫苗的方法之一是通過重組 DNA 技術。它是如何運作的？

疫苗有助預防疾病是通過模仿感染而不會引起疾病來令身體產生免疫力。相反，疫苗有助刺激免疫系統產生初次免疫反應，產生一些特定抗體和殺手 T 細胞。更重要的是會產生一些能記住特定抗原的記憶 T 細胞以及記憶 B 細胞。這種記憶細胞有助人體於將來再次對抗這種疾病。當具有相同類型抗原的病原體再次入侵身體時，這些記憶細胞將會產生繼發免疫反應，並較初次免疫反應相比，在更短時間內產生更大量的抗體和殺手 T 細胞。這樣，身體便能清除入侵的病原體而不會引起疾病。

用作製造疫苗的物質可包括（1）減毒活病原體；（2）被殺死的病原體；以及（3）病原體的組成部分，例如病毒蛋白。它們都包含病原體的特定抗原，可以觸發身體產生特定的記憶細胞。[一些科學家正在嘗試使用新方法（例如腺病毒為載體的疫苗、DNA 疫苗、RNA 疫苗和使用納米顆粒等）來開發疫苗。]

生產疫苗的其中一個方法是使用重組 DNA 技術。可以將獲取的病毒表面蛋白的基因插入質粒。然後將這些重組質粒導入一些宿主細胞（例如細菌或酵母細胞）中，以將編碼病毒表面蛋白的 DNA 複製和表達。這些含有重組質粒的宿主細胞會被篩選並進行大規模培養。在每個宿主細胞中，重組質粒均可自我複製，並不依賴宿主細胞的 DNA。當宿主細胞分裂時，質粒也被複製到子細胞。結果，便會產生許多編碼病毒表面蛋白的 DNA。最後，編碼病毒表面蛋白的 DNA 會在宿主細胞中表達並產生多肽。這些多肽會通過提取、純化並加工成為病毒表面蛋白，並用於疫苗生產。

(6) 為什麼一些醫學研究人員建議從新型冠狀病毒病康復者收集血漿，以用於治療其他新型冠狀病毒病的患者？

新型冠狀病毒病的康復者產生了對該疾病的自然防禦能力。 從康復者的血漿中，可以找到能結合病毒表面蛋白的特定抗體，可阻止身體受感染。收集這些康復者的血漿，經過處理後會被注入當前感染的患者中。這稱為被動免疫。這樣，可為患者提供特定抗體，以抵抗感染。

(7) 我們可以如何保持健康和預防感染？

- 保持健康：飲食均衡、多喝水、充足睡眠、多做運動、注意心理健康並於有需要時向家人和朋友尋求幫助；

- 應減少外出及避免聚餐或聚會等社交活動，並盡量與他人保持適當的社交距離；

- 時刻保持個人和環境衛生，對預防個人受感染和防止病毒在社區擴散至為關鍵；

- 在搭乘交通工具或在人多擠迫的地方逗留時應佩戴外科口罩。正確佩戴口罩十分重要，包括在佩戴口罩前及脫下口罩後保持手部衛生；

- 當出現呼吸道感染病徵，應戴上外科口罩，不應上班或上學，避免前往人多擠迫的地方，及盡早向醫生求診；

- 避免觸摸眼睛，和口鼻；

- 經常保持雙手清潔，尤其在觸摸口、鼻或眼之前、在進食前、使用廁所後、觸摸扶手或門把等公共設施後或當手被呼吸道分泌物污染時，如咳嗽或打噴嚏後；

- 打噴嚏或咳嗽時應用紙巾掩蓋口鼻，把用過的紙巾棄置於有蓋垃圾箱內，然後徹底清潔雙手；

- 洗手時應以梘液和清水清潔雙手，搓手最少 20 秒，用水過清並用抹手紙弄乾。如沒有洗手設施，或雙手沒有明顯污垢時，使用含 70%至 80%的酒精搓手液潔淨雙手亦為有效方法；

- 如廁時亦要注重衞生，先將廁板蓋上才沖廁水，以免散播病菌；
- 妥善保養排水渠管和定期（約每星期一次）把約半公升的清水注入每一排水口（U 型隔氣口），以確保環境衞生；和
- 所有地台排水口在不使用時應蓋好。

(8) 在新型冠狀病毒病大流行期間，我可怎樣幫助他人？

- 留意有關疫情的最新資訊，並確保資訊是可靠無誤的，才轉寄或通知親友；
- 郵寄便條或發送訊息以鼓勵你的鄰居或朋友；
- 打電話給親友，特別是那些獨居的長者，向他們表達關心和關注，並看看你可以如何為他們提供協助；
- 與鄰居或朋友分享口罩、洗手液、消毒劑或任何其他日常必需品；
- 參與社區活動的義務工作，例如向弱勢群體分發口罩和消毒劑；
- 向一些慈善組織捐款；
- 任何其他合理答案。

(9) 你會感謝哪些在對抗新型冠狀病毒病上有作出貢獻的社會人士？ 試列出並解釋原因。

- 在政府各部門負責為抗疫工作作出決策的人；
- 在政府各部門負責執行抗疫工作的人，包括在醫院和檢疫中心工作的人、和負責進行新型冠狀病毒測試的人等；
- 向弱勢群體捐贈口罩和消毒劑的人；
- 那些研發新儀器／測試劑以更快地測試新型冠狀病毒，或開發新型口罩的發明家；
- 致力於研發預防疾病疫苗及新型抗病毒藥物的科學家；
- 任何其他合理答案。

參考資料

(A) 文獻

Belouzard, S., Chu, V. C., & Whittaker, G. R. (2009). Activation of the SARS coronavirus spike protein via sequential proteolytic cleavage at two distinct sites. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 106*(14), 5871–5876. doi: 10.1073/pnas.0809524106

Lai, C-C., Liu, Y.H., Wang, C-Y., Wang, Y-H., Hsueh, S-C., Yen, M-Y., …Hsueh, P-R. (2020). Asymptomatic carrier state, acute respiratory disease, and pneumonia due to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Facts and myths. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection, 53*(3):404-412. doi: 10.1016/j.jmii.2020.02.012

Li, X., Geng, M., Peng, Y., Meng, L., & Lu, S. (2020). Molecular immune pathogenesis and diagnosis of COVID-19. *Journal of Pharmaceutical Analysis, 10*(2):102-108. doi: 10.1016/j.jpha.2020.03.001

Li, X., Giorgi, E. E., Marichann, M. H., Foley, B., Xiao, C., Kong, X-P., … Gao, F. (2020). Emergence of SARS-CoV-2 through Recombination and Strong Purifying Selection. *Science Advances*. doi: 10.1126/sciadv.abb9153

Perlman, S., & Netland, J. (2009). Coronaviruses post-SARS: update on replication and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology, 7*(6), 439–450. doi: 10.1038/nrmicro2147

Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., … Peng, Z. (2020). Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus–Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA, 323*(11), 1061-1069. doi: 10.1001/jama.2020.1585

Yan, R., Zhang, Y., Li, Y., Xia, L., Guo, Y., & Zhou, Q. (2020). Structural basis for the recognition of SARS-CoV-2 by full-length human ACE2. *Science*, *367*(6485), 1444–1448. doi: 10.1126/science.abb2762

Zhao, D., Yao, F., Wang, L., Zheng, L., Gao, Y., Ye, J., … Gao, R. (2020). A comparative study on the clinical features of COVID-19 pneumonia to other pneumonias. *Clinical Infectious Diseases*. doi: 10.1093/cid/ciaa247

陳新鵬、陳孔翔、王衛東、陳亮、胡遠亮、張潤鋒、夏險 (2020)。〈中心法則與新型冠狀病毒〉。《中學生物教學》，4， 8-10。

(B) 文章

Belluck, P. (2020). What Does the Coronavirus Do to the Body? *The New York Times.* Retrieved from https://www.nytimes.com/article/coronavirus-body-symptoms.html

Green, K., Winter, A., Dickinson, R., Graziadio, S., Wolff, R., Mallett, S., Allen, J. (2020). What tests could potentially be used for the screening, diagnosis and monitoring of COVID-19 and what are their advantages and disadvantages? *CEBM*. Retrieved from https://www.cebm.net/covid-19/what-tests-could-potentially-be-used-for-the-screening-diagnosis-and-monitoring-of-covid-19-and-what-are-their-advantages-and-disadvantages/

Liverpool, L. (2020). Coronavirus. *New Scientist.* Retrieved from https://www.newscientist.com/term/coronavirus/

Ma, J., (2020). Can China win Covid-19 vaccine race with old school technology? *South China Morning Post.* Retrieved from https://www.scmp.com/news/china/science/article/3089356/can-china-win-covid-19-vaccine-race-old-school-technology

Swaraj S., Biji A., Tripathi S. (2020). COVID-19: What happens inside you? *Covid Gyan.* Retrieved from https://covid-gyan.in/content/covid-19-what-happens-inside-you

林鄭月娥 (2020) 。**行政長官撰文—抗疫一月 決不言敗**。擷取自：https://www.ceo.gov.hk/chi/pdf/article20200225.pdf

林鄭月娥 (2020) 。**行政長官撰文—抗疫兩月 絕不鬆懈**。擷取自：https://www.ceo.gov.hk/chi/pdf/article20200325.pdf

林鄭月娥 (2020) 。**行政長官撰文—抗疫三月 曙光漸露**。擷取自：https://www.ceo.gov.hk/chi/pdf/article20200425.pdf

林鄭月娥 (2020) 。**行政長官撰文—抗疫四月 張弛有度**。擷取自：https://www.ceo.gov.hk/chi/pdf/article20200525.pdf

林鄭月娥 (2020) 。**行政長官撰文—抗疫五月 重啟活動**。擷取自：https://www.ceo.gov.hk/chi/pdf/article20200625.pdf

(C) 某些衛生組織有關 COVID-19 的網頁

中國疾病預防控制中心(2020)。**新型冠状病毒肺炎**。擷取自：http://www.chinacdc.cn/jkzt/crb/zl/szkb_11803/

香港特別行政區政府衛生署衛生防護中心(2020)。**2019 冠狀病毒病**。擷取自：https://www.chp.gov.hk/tc/healthtopics/content/24/102466.html

世界衛生組織 (2020) 。**2019 冠狀病毒病（COVID-19）疫情**。擷取自：https://www.who.int/zh/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019

- 完 -