



# 精準快速偵測 對付細菌抗藥

## 科學講堂

細菌的抗藥性一直是近年的一個大問題。抗生素縱然是十分有效對付細菌的藥物，但若細菌發展出對抗生素的「免疫力」，我們就會缺少了一個壓抑細菌的重要「武器」。單在2019年，全球就有140萬人因肺結核離世。試猜想肺結核病原體進一步對抗生素免疫，因此而失去生命的病人就會更多。今次就跟大家討論一下，近年研究人員在開發什麼方法，以求更準確、更快速地偵測出細菌的抗藥性。

### 泳池跳板結構 觀測細菌震動

要監察細菌的抗藥性，當中十分重要的一環，就是能夠有效率地測量哪些細菌可以對抗什麼藥物。現今普遍接受的方法，其實是源於1889年：首先在有蓋培養皿中培育該種細菌；假若希望知道這種細菌對某一種藥物是否有抗藥性，就將沾滿那種藥物的小紙皮放進這個培養皿中。

如果這些紙皮的附近變得透明，就代表那種藥物能夠有效殺死或減慢相關細菌的生長，告知我們那種藥物對這種細菌有效。不過，我們可以開發出更快更準的檢測方法嗎？

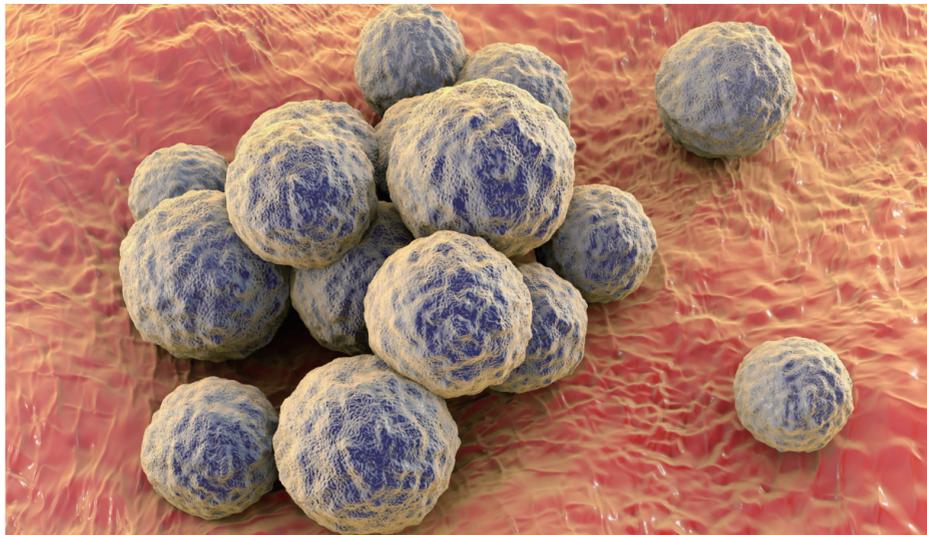
除了以上從生物學角度出發外，研究人員已在利用其他科學原理發展更多方法。例如在2013年，意大利的學者就發現，他們可以將大腸桿菌放在一個類似泳池跳板的微型結構之上，再加以抗生素。

這個微型跳板的長度大約是1毫米的五分之一，還在生存的大腸桿菌在這個微型跳板活動的時候，就會造成輕微的震動，可以由顯微鏡量度出來；相反，假如抗生



◆ 科學家會在有蓋培養皿中培育細菌作觀察之用。資料圖片

素有效殺死大腸桿菌，這樣的微型跳板就不再震動。這個方法不需等待細菌繁殖，數分鐘後就可以經由跳板的震動測量抗生素對大腸桿菌是否有效。



◆ 細菌抗藥性問題愈來愈嚴重。圖為常見有抗藥性的金黃葡萄球菌。網上圖片

### 管道量度電阻 分析藥物效用

物理學家Kamil Ekinci亦利用細菌的電力特徵來進行相類的量度。肺炎克雷伯氏菌(Klebsiella pneumoniae)是引起尿道感染的一種常見細菌。在Ekinci研究團隊開發的儀器中，含有肺炎克雷伯氏菌的尿液樣本會流過一條特製的管道，再量度其中的電阻。如果附近的藥物對細菌沒有效用，那些細菌就會繼續在管道中繁殖，因而增加了相關的電阻。

不同於直接觀察細菌在培養皿中生長的狀況，如此的電力訊息可以比較容易地增強，因此理論上來說，縱然是一個細菌的增多或減少，也可以量度出來。不過倘若遇上生長較慢的細菌，電阻的轉變就會太慢，不太方便用這個方法測量出來。

亦有學者從細菌基因的角度入手。假如能夠經由基因來分析出該種細菌是否發展出抗藥性，我們就可以免卻麻煩，不需

慢等待細菌繁殖才可以推斷出細菌是否有抗藥性。環丙沙星(Ciprofloxacin)是一種常見的抗生素。

近年已有公司可以分析淋球菌(Neisseria gonorrhoeae)的基因特變，從而知道它們是否抗拒環丙沙星。更有研究利用機器學習來訓練模型，以求分析細菌的整段基因，以判斷它們對各種藥物是否抗拒。不過一般來說，機器學習模型不容易清楚解釋它們推斷的結果是建基於哪些因素，所以還需研究人員更進一步核實這些模型。

除了開發更準確、更快速的測試方法外，合理的價錢自然亦是十分重要的考慮。找出更理想的測試方法並不容易。不過近年的COVID-19疫情又再一次提醒我們，能夠有效率地偵測病原體，是我們應付疾病的重要一步。

◆ 杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

## 分數的整數部分

### 奧數揭秘

這次談的問題關於算式的整數部分。符號上， $[4.5]$ 代表小於或等於4.5的最大整數，也就是4，這樣就足夠理解下邊的題目。

問題：計算  $\frac{3^{31} + 2^{31}}{3^{29} + 2^{29}}$ 。

答案：留意分子是  $3^{31} + 2^{31} = 9 \times 3^{29} + 4 \times 2^{29} < 9(3^{29} + 2^{29})$ ，即答案小於9。之後嘗試把分子跟分母的8倍比較，得出  $9 \times 3^{29} + 4 \times 2^{29} - 8(3^{29} + 2^{29}) = 3^{29} - 4 \times 2^{29} = 3^{29} - 2^{31}$ 。由於  $3^2 > 2^2$ ，於是  $3^{29} = 3 \times (3^2)^{14} > 3 \times (2^2)^{14} = 3 \times 2^{28} > 2^{31}$ ，也就是  $3^{29} - 2^{31} > 0$ 。於是分子是分母的8倍多，因此答案是8。

題解中，主要是先把分子的一部分變成跟分母項相同的次方，然後估算出答案小於9；之後探索跟8哪個比較大的時候，就找到了答案。

開始時估算出答案小於9，是比較容易的。至於後來跟8的比較，以初學者來說，這個探索是個不錯的開始。有時奧數書裏那些解法看來比較高明，好像不知哪裏來的想法，一道算式就解得了；但對於初學者而言，隨着有跡可尋的想法一步步探索出答案，也是好的。

比方說，若果上邊的題解一開始就將算式改寫為  $8 + \frac{3^{31} + 2^{31}}{3^{29} + 2^{29}}$ ，那分數部分也會看到小於1，而分子部分根據上邊題解中的想法，也會知道大於0，那樣也能看出答案是8。不過這樣就隱藏了探索與思考的過程，看來雖然簡潔漂亮，但學起來就沒那麼淺白親切。

平常看那些想法特別的題解，一開始會覺得有新意，時間久了，有些思路就會默默地打通了，做新題目時雖然未必有明顯的功用，只覺得感覺好了些，隔些年月，自己就會有些好想法。

題解中另外一種好的想法，就是一些看來沒什麼特別的，但順着思路一步步地學習，效果也不錯。就像這次題解裏，最大是9，那麼找個8試試

看，要是做到了就行，要是做不到，也多少知道了進一步資訊，對之後的估算多了些資料。

對初學者來說，沿着簡明的思路解答問題，也是有初步的好，至少感覺好，興趣大了。若是想看得遠一點，也至少懂得把數字改一點會怎樣。這裏也不難發現，原本的題解裏對於改了數字的情況，也沒什麼特別的辦法，要是次方大一點，總不能把數字由大至小逐個去試吧，這也不太可行。

再進一步探索來說，若是把分子和分母的次方化成普遍的a和b，討論一般情況，好像有點複雜，要梳理好幾樣情況，用上代數形式，也可以挺長篇大論的。

較能保留趣味，又可以推論得遠一點的想法，就是先把次方改高幾次，比如分子裏，由31次變成32次，在原本題目上走遠一兩步，看看能否沿用之後的想法，又有沒有新意，那樣就既有原有經驗參考，又有點新意，容易找到數學探索的趣味。要是一下子推得太遠，想法很容易變得一片空白，問題太難，想起來就變成苦差。

在奧數的學習裏，平衡能力發展與興趣是很重要的，始終奧數是課外的學習，興趣弱了，動力就差了，能力也會下降。苦功要有快樂的回憶去支持，不是一直刻苦學習效果就會好。

## 混合實景治療認知障礙

### 科技暢想

目前香港每十名長者中，就有一人患上認知障礙症，研究更指到了2039年，60歲或以上的香港人中，將會有33萬人患上認知障礙症。認知障礙症患者長期依賴家庭及社會照護，衍生龐大社會醫療成本，因此如何預防及減緩症狀，便成為全球關注熱點。今次跟大家分享由德國國際學校陳蕙軒、龐瑤兩位同學研究的「認知障礙長者混合實景復康活動應用」，本研究獲得「2022香港資訊及通訊科技獎：學生創新高中組金獎」。

本研究旨在設計一個混合實景(MR)康復活動應用程式：「樂活『腦』友MRRAED」，讓患有初、中度認知障礙症的長者通過使用者友好的設置，以及沉浸式的虛擬環境和個人化內容，同時練習身體和認知技能，隨時隨地進行定制化的康復活動，達到每日固定體能及腦力訓練，預防並減緩認知障礙症出現。

應用設計過程有四個階段，包括檢視有關長者認知障礙康復原理與最新應用的文獻，與認知障礙治療學者、護理規劃師、患病長者及照顧者深度訪談後，團隊以Unity3D引擎為開發工具，以C#語言編寫程式，並於首階段測試原型可用性。

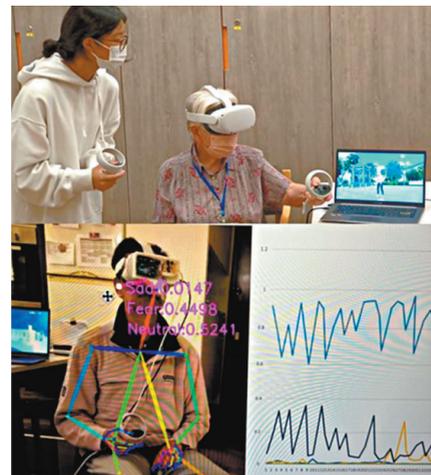
### 加入虛擬教練 引導患者運動

「樂活『腦』友MRRAED」應用設計採取以人為本的方法，採用先進的混合現實技術，創造一個使用者熟悉的沉浸式虛擬環境，並加入虛擬教練的元素。認知障礙者非常喜歡模仿示範動作，相反地，要他們自己聽指令做運動則相對困難，而且興趣較低。因此團隊加入一個虛擬中年女性教練扮演老友記，以親切溫柔的聲音引導認知障礙者做運動，增進手眼協調能力。該程式亦提供高度的靈活性，可以根據使用者的偏好，對設置、畫外音和音樂作個人化設置。

康復活動結合了多種療法：

#### 運動治療

以最大限度地提高注意力、上肢運動活動、身體平衡和肌肉力量。多項醫學研究發現，由於手部在大腦皮層的映射區最大，因此包含手部等上肢運動可刺激



◆ 由德國國際學校兩位同學研發出的「樂活『腦』友MRRAED」程式，讓患有初、中度認知障礙症的長者同時練習身體和認知技能。

腦部功能，提高認知、記憶及專注力。

#### 多感官環境療法

通過刺激視覺、聽覺和觸覺來放鬆和減少行為症狀。

#### 緬懷療法

這是目前認知障礙非藥物治療的重點之一，因此挑選維園這個長者共同回憶的場所，並加入上世紀六七十年代的懷舊老歌環節。

此外，用戶在整個活動過程中保持坐姿，方便坐輪椅或長期臥床的患者能夠輕鬆完成任務。除了一副MR眼鏡外，不需要任何其他設備或額外的專業協助，便能隨時隨地進行康復活動。

「樂活『腦』友MRRAED」的創新概念及實用性已獲得多個學生科學獎項肯定，團隊正與地區長者中心合作，對患者進行可用性和有效性測試，未來的目標是與科技公司和非政府組織合作，為香港以至世界各地的患者免費提供裝有MRRAED應用程式的VR眼鏡，讓他們在家中或院舍使用。

#### ◆ 張志基

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



#### ◆ 洪文正

香港新興科技教育協會 簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。

