

挑選器官移植 豬內臟最適合

科學講堂

現時不少疾病都需要依賴器官移植來治療。可惜的是，可移植器官的數量，遠比需要的為少，以致病人必須忍耐較長的候輪時間。不少醫護人員及科學家，其實已在大膽研究，能否把動物的器官移植到人類身上使用呢？今天就和大家分享一下這方面的發展。

繁殖豬隻已普及 提早檢驗夠方便

把動物器官移植到人類身上，我們已經略有經驗：早在1960年，我們就已嘗試將黑猩猩及狒狒的器官移植到人類身上，得到有限度的成功。而今年1月，美國就有位57歲的病人移植了豬的心臟，這心臟成功幫助病人多存活了8個星期。

病人換豬心 多活八星期

利用動物的器官，除了提供額外的器官來源之外，還有一些好處。比如說要利用人類捐贈的器官，往往事出突然，需要受捐贈者與醫護人員在短時間內做好準備。

利用動物的器官，我們就可以預早做好準備，甚至進一步對該器官進行各種檢驗。豬隻的器官更比其他動物的器官有優勢，因我們一直在繁殖豬隻，而且豬隻器官的大小與人類的相若，比較方便我們使用。反過來說，如果要大量繁殖黑猩猩和狒狒以作器官移植，反而



◆全球第一位獲移植豬心臟的病人(左)進行手術兩個月後逝世。 資料圖片

會不太方便。不過，今年移植豬心臟的病人只能多存活8個星期，反映出這個技術還有尚未解決的挑戰。其中一個就是排斥問題。人類的免疫系統會將移植的器官視為外來物，繼而對它們發出攻擊。可惜的是，早在1990年代，我們已經知道人體的免疫系統主要是對豬細胞表面一種名為 α -Gal的醣分子發生反應，繼而引起排斥。

◆科學家正研究移植豬的器官到人類身上。 資料圖片



修改基因免排斥 更需小心豬流感

到了今天，我們已可以利用基因工程的技術，修改相關的基因，從而遏抑豬隻製造 α -Gal。今年移植進人體的豬心臟，也經過了10個基因的修改，其中一些豬的基因被修改了，好讓豬的心臟可以長成更適合人體的大小。另外也加入了6段人類的基因，4段用來壓抑人體的免疫系統，2段用來阻止血液因發炎而凝固。

科學家們甚至為豬隻腎臟的細胞進行了超過60個基因修改，以求解決另一個問題。豬隻的器官可能懷有人體不能處理的病原體，在移植的時候會不幸地傳到人體之上。比如說為了阻止豬流感的傳播，研究人員就曾修改豬隻的基因，好讓豬隻對這種疾病有相當的抵抗力，不會在器官移植的時候感染病人。豬基因組的內源性反轉錄病毒 (porcine endogenous retro-

viruses, 簡稱PERV) 也需要研究人員的注意。PERV是豬隻在多年演化的過程中從病毒得到的DNA，在多年與病毒的「互動」之下，已成為豬隻基因組的一部分。

PERV對豬隻本身沒有負面效果，但它們對人體是否有影響、會否影響豬隻器官在人體運作，我們現在還不能完全確定。研究人員就是為了盡量清除PERV，而對豬隻的基因組作了超過60個修改。

雖然我們在移植動物器官這方面已有一定的進展，但跟理想的臨床試驗還是一點距離。除了尋找適合的病人外，研究人員亦安排了腦幹已死亡的病人作實驗：這樣可以試驗動物器官在人體的運作，但又將風險盡量減低。研究人員希望，能夠收集更多的數據，好讓我們能對動物器官移植有更多的認識。

◆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。

不等式裏的根式

奧數揭秘

平常在課內見到的不等式，初中都是一元一次，到了高中就有一元二次，但包含根式的就比較少見了。再聯想得遠一點，也會發現遇到的不等式裏，那些未知數的指數較大的，或者有對數的，好像都比較少見。不等式的技巧很多，但在談技巧之前，還得要注意當中那個未知數的範圍是多少，打好基礎，才可以在運用時避免漏洞。

問題：解不等式 $\sqrt{x+5} > x-1$ 。

答案：考慮 $x \geq 1$ ，左右兩邊各取平方，得 $x+5 > x^2-2x+1$ ，移項後得 $x^2-3x-4 < 0$ ，解得 $-1 < x < 4$ ，由於 $x \geq 1$ ，故此 $1 \leq x < 4$ 。
考慮 $x < 1$ ，則右方為負，必小於左方。另要注意左方為根式，根式裏必是零或正數，因此 $x \geq -5$ ，故得 $-5 \leq x < 1$ 。
總的來說，就是 $-5 \leq x < 4$ 。

題解中主要是把不等式右方分類討論，然後在取平方過程中，解得部分範圍，又考慮到根式內部的範圍非負，總結後得到答案。

這當中較易忽略的部分，是先考慮範圍才取平方的部分。平常來說，兩數之間的大小，與取平方後的大小未必一致，比如 $2 > -3$ ，但取平方後是 $2^2 = 4 < 9 = (-3)^2$ ，大小跟之前相反了。在題目的情景裏，先把左右兩方在分類中化成同樣是正數的情況，那才可以在取平方後，保持大小一致。

之後考慮到右方是小於零的情況，那樣左方的根式必是零或正數，也必大於右方，只是這樣又容易忽略了左方根式內為非負的限制，於是範圍上又有偏差了。

這道題很容易擊中學生的弱點。以不等式來說，學生解題時往往會跟解方程的經驗混淆在一起，比如不時覺得，算式左右方做同樣的事情，比如取平方，或者乘除各樣的數，大小都會保持一致，於是誤解就多了。這些若果作為計算原則說出來，學生會覺得易懂，但做出來時，卻往往未能夠在細節上避免失誤。

奧數題裏，就是有一些可以幫助學生釐清誤解的題目，這些在學生的學習中是重要的。雖然在難度上，這些問題未必算是奧數裏最高，但做起來時卻正中弱點，打破了不少想當然的誤會。

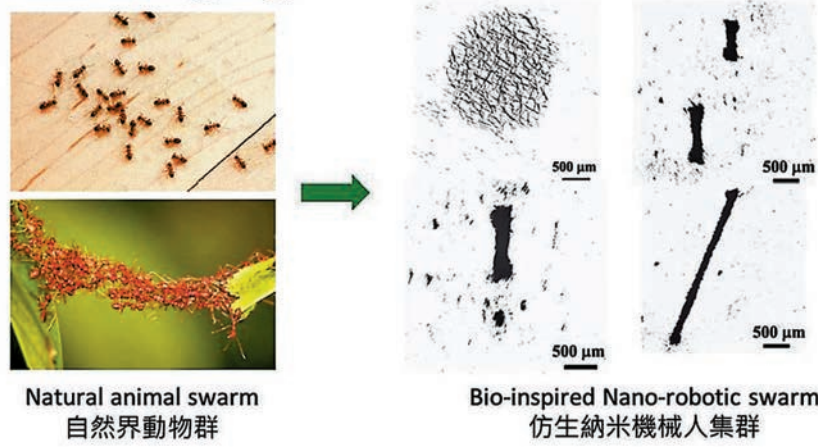
數學題裏有些題目會較難，高挑戰性又解決得了，當然會有成就感，但這點成就感，也很容易讓人覺得越難越好，其實這並非必然。有些中等難度的題目，可以幫助學生理解得更清晰，又或破除表面的理解，找到更深入精準的根據，這種題目也是好的。有時難的題目未必在數學上更有益，或者長遠的影響未必很強，就只是一時間的感覺良好而已。

競賽題目的提問形式較多，也更容易刺激起人們思考，什麼題目才是好的。這些好的標準挺多，難度固然是其中一個，有時是應用的情景很廣泛，或者很生活化，或者教學上令學生有追問的動力，或者可以令人懂得一些數學分支的新角度等。

懂得在多方面欣賞一道數學題的價值，在學習和教學上，都能夠令學習生活豐富起來，長遠趣味就大了，能力也強一些。

◆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。



◆中大研究團隊透過讓納米粒子模仿動物的集群行為，研發出首個變形納米機械人集群。 資料圖片

機械人自動導航 運藥兼避障礙物

智為未來

除了由中大團隊開發的診斷癌症人工智能(AI)系統，以及協助完成外科手術的AI機械人外，早前數篇專欄都向大家分享過，將AI應用於改善日常生活，其實並不是想像中困難。中學生利用簡單的網上資源，配合課堂上學到的知識，再發揮自己的「小宇宙」，都可以開發出在抗疫新常态下改善大家生活水平的作品。今日會再為大家深入介紹AI醫學的新應用。

1. AI演算法革新肺部病變影像診斷
中大研究團隊先設計出分散式機器學習系統，透過電腦斷層掃描(簡稱CT掃描)檢測胸部，找出新冠病毒導致的肺部病變。研究成果結合了世界各地共七個醫療中心的數據，使用「聯合深度學習」的自動化系統(在醫院無須交換患者數據的前提下，以眾多分散式伺服器學習，提高智能)，再協調多個醫療系統偵測病變和分享數據，加快偵測新冠病毒。

2. AI微型機械人導航
中大研究團隊成功開發一種結合AI的微型機械人

集群自動導航技術，是全球首個擁有達蜜蜂智慧水平的微型機械人，可聯群結隊在人體內的複雜環境遊走，並具備自動避障障礙物的自主巡航能力。由於單一微型機械人的容量和功能有限，要有效輸送藥物，就需要利用外部磁場，同時控制數千以至數百萬個微型機械人進入人體執行任務。

由於人體內環境複雜多變，大大增加手動控制的難度和失誤機會，因此需要建立一套AI微型機械人操控系統，透過超聲波和X光熒光鏡等成像工具，製成微型機械人的「眼睛」，偵測障礙物，並實時調整移動方向；系統亦會控制磁場，引導磁性納米粒子機械人轉換集群形態，增加任務的成功機會。自動導航微型機械人可用於治療病人，例如將標靶藥物直接輸送到病變組織。

3. AI虛擬手術用於癌症治療
現時中大在政府研究資助局撥款支持下，正研究將AI和擴展現實(XR)技術融入醫學圖像計算與電腦輔助手術，希望以AI提高醫學圖像的分析精確度，開發出AI-XR交互和虛擬手術技術，展開可視化評估、協調治療、精準規劃、手術培訓和教育，並集成以上新方法，建立多功能的一體化平台，應用在肝癌和腎癌的診斷治療、術後管理和醫療培訓這些範疇。

AI醫療應用發展日趨廣泛，每年都會開發出新技術改善醫療和診斷系統，為人類提供更準確和更有效率的醫療服務。除了上述和過往篇章提及的AI醫療技術，你知道AI在醫療上的其他應用嗎？

◆中大賽馬會「智」為未來計劃 <https://cuhkjc-aiforfuture.hk/>
由香港賽馬會慈善信託基金捐助，香港中文大學工程學院及教育學院聯合主辦，旨在透過建構可持續的AI教育生態系統將AI帶入主流教育。通過獨有且內容全面的AI課程、創新AI學習套件、建立教師網絡並提供AI教學增值，計劃將為香港的科技教育寫下新一頁。

