

卸力防撞

試想像一下，如果有人每日撞車1.2萬次，每次的衝擊強度是一般撞車的50倍，除了「散晒」外，可能已找不到其他詞語形容其後果。不過，在大自然中正有一種小生物，每日以其看似脆弱的頭部，經歷逾萬次類似的強烈撞擊卻絲毫無損，更無半分「腦震盪」跡象，令人驚嘆大自然的奧妙。香港理工大學及北京航空航天大學針對這種神奇小鳥——啄木鳥(Woodpeckers)，歷兩年時間成功解構其3大獨有的生物力學結構，包括「安全帶」舌骨、「上短下長」的喙骨及「海綿狀」顱骨，證實3者結合能有效卸走衝擊力，保護頭部免受傷害；有關成果更可望幫助研發頭盔或降落傘等相關防撞保護產品，造福人類。

■香港文匯報記者 勞雅文、任智鵬

為覓食日啄擊1.2萬次

「咯、咯、咯……咯、咯、咯……」為啄開樹木從中覓食，啄木鳥會以0.05秒一次、每組10次至20次的頻率用喙撞向樹幹，平均每日啄擊達1.2萬次。香港理工大學醫務科技及資訊學系教授張明及北航大生物與醫學工程學院院長樊瑜波領導的研究團隊，看準啄木鳥神奇的「防撞功能」，結合運動生物力學觀測、解剖形態學、材料力學特性分析等，約2年前於北京開展系統性研究，破解其保護頭部免受傷害的謎團。

每啄衝擊力達撞車50倍

研究團隊透過2部可放慢4,000倍的高速攝錄機，捕捉啄木鳥的頭部動作，又以重力感應器，測量其啄食動作的力度並作分析，成功確認這種身長約20厘米、體形細小的雀鳥啄食時產生的衝擊其實很驚人。張明指，整個動作的速度達每秒8米(即時速約29公里)，而撞擊一刻的瞬間速度更達地心吸力(g，即9.81m/s²)的1,000倍。他表示，正常情況下人體受到3g至4g就已感到非常不適，而一般撞車大約為20g，即啄木鳥每下衝擊強度可達撞車的50倍。

啄木鳥約重0.5公斤，但研究中的重力感應器卻探測到其每次前啄力度達2公斤，即體重的4倍，攝錄片段所見，牠們每啄一下都得重新抓緊一次所站的鐵枝，可見其力量之大。

迴圈狀舌骨卸力護頸椎

團隊利用CT Scan(電腦斷層掃描)分析啄木鳥頭部的機械特性及內部結構，從而建立啄木鳥頭部與撞擊反應的電腦分析模型，發現啄木鳥頭骨內有一層迴圈結構的舌骨，自其喙下側開始，從左右兩邊繞到顱骨後側，並於前額前方再交會。張明指，在大力向前

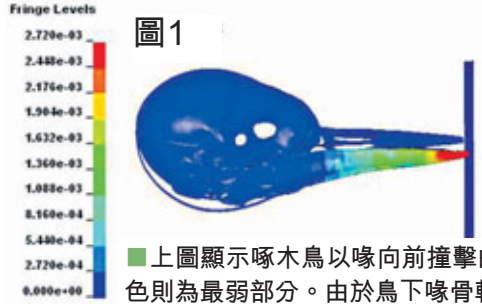


圖1

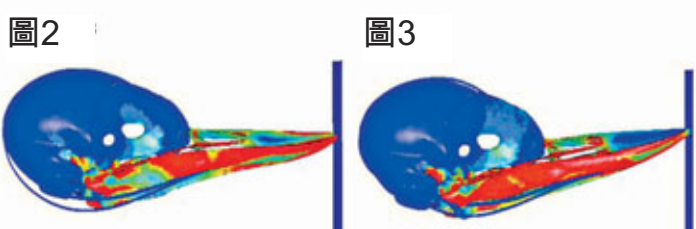


圖2

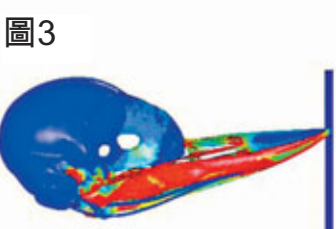


圖3

■上圖顯示啄木鳥以喙向前撞擊的一瞬，衝擊力於頭部各部分的分布，圖示紅色為衝擊力最強，藍色則為最弱部分。由於鳥下喙骨較長，令衝擊力集中在頭的下半部，並傳遞至身體。在撞擊後0.6毫秒即1萬分之6秒(圖1)，衝擊力開始從下喙前方向後傳，至2毫秒(圖2)則分散在下喙各部分，8毫秒(圖3)時則以下喙後方衝擊較大，整個過程頭的上半及腦部位置均為藍色，幾乎不受衝擊。受訪者提供

剖析防撞原理 助頭盔跑鞋減震

香港文匯報訊(記者 勞雅文)領導是次研究的張明與樊瑜波，早在13年前已開始合作，更有參與聯合指導研究生，2人同樣以生物及人體力學為研究範疇，包括下肢及頭部的運動及保護等。而樊瑜波也因北航大的背景，從事不少有關跳傘員防衝擊的保護工作。張明指，是次聯手剖析啄木鳥的「天然防撞功能」，有關資料可望用作改善頭盔、着地裝置或汽車保護裝置設計，減少人因為「受力」而受傷的機會，但他坦言，具體方向仍需要時間摸索。

各地媒體廣泛關注

腦部衝擊一直是醫療科學界關注的議題，據估計一般人的致命損傷，多達15%與腦部受損有關。張明表示，在過去10多年來，已有不少學者對啄木鳥啄木時的頭部運動及緩衝機制感興趣，所以團隊今次全方位的研究成果，受到世界各地廣泛重視。在有關研究論文獲國際著名學術期刊《PLOS ONE》(美國國家公共圖書館綜合版)採用並於上月公開發表後，張明與樊瑜波已先後收到包括BBC、路透社等數十個媒體及科學網站的查詢，希望再作深入介紹。

讚自然奧妙 擬研蛙跳之謎

從事多年生物力學研究，張明對生物結構之奧妙大感讚嘆：「大自然很神奇，有很多現象到現在仍看不透，連小小一個細胞自己都没搞清楚，人類文明跟大自然比還差很遠。」正因如此，張明及其研究團隊對從大自然中取材也非常興奮，他透露，除啄木鳥外，稍後有意展開對青蛙跳動的研究，他笑言：「以身體比例來說，青蛙跳得那麼高，但腳卻是這麼細小，已很神奇了。」

張明表示，計劃同樣透過高速攝錄機及微型CT Scan，研究青蛙整個跳躍過程及身體內部結構，以及肌肉不同部位的受力情況，期望成果可幫助運動員跳高、跳遠，實行將研究結合到日常生活，而這亦正是他從事研究多年的目標。他又稱，其團隊中的一名成員，博士畢業後加入李寧運動科學研究中心，便有意將啄木鳥項目中的研究資料應用於運動鞋的防震功能上，令社會有所得益。



圖1



圖2



圖3



圖4



圖5

■實驗以超高速攝錄機拍下啄木鳥在鐵籠中的動作，由預備動作(圖1)高速向前啄，向目標大力前撞(圖2)，巨大的衝擊力令鳥身向後反彈，原本緊緊抓住鐵籠的爪也鬆開(圖3)。受訪者提供

全球遍布啄木鳥



小百科

較常見的有綠啄木鳥(Picus canus)及斑啄木鳥(Dendrocopos major)。啄木鳥是樹棲攀禽，特徵是體形小到中等，有對趾型足，即頭尾兩趾向後，中間兩趾向前。啄木鳥的喙強直尖銳，是鑿開樹皮的「利器」，其舌則從頭骨後繞過，由鼻孔達到喙尖，伸縮自如，舌尖又有短鈎，並角質化，有倒刺和黏液，方便伸到遠處鈎食樹木內蛀蟲。啄木鳥的尾羽呈楔狀，羽軸粗硬，幫助啄木時支撐身體。啄木鳥又有靈敏的聽覺，昆蟲細小的活動聲音都聽得到，每日以超過1,000隻馬蟻和害蟲為食糧。

啄木鳥，學名為Picidae，於鳥類傳統分類系統中屬於鳥綱雁形目科，現時世界各地都有其蹤跡，約有208種，在內地、本港

較常見的有綠啄木鳥(Picus canus)及斑啄木鳥(Dendrocopos major)。啄木鳥是樹棲攀禽，特徵是體形小到中等，有對趾型足，即頭尾兩趾向後，中間兩趾向前。啄木鳥的喙強直尖銳，是鑿開樹皮的「利器」，其舌則從頭骨後繞過，由鼻孔達到喙尖，伸縮自如，舌尖又有短鈎，並角質化，有倒刺和黏液，方便伸到遠處鈎食樹木內蛀蟲。啄木鳥的尾羽呈楔狀，羽軸粗硬，幫助啄木時支撐身體。啄木鳥又有靈敏的聽覺，昆蟲細小的活動聲音都聽得到，每日以超過1,000隻馬蟻和害蟲為食糧。

理大北航大攜手破啄木鳥護腦之謎



■啄木鳥嘴巴及顱骨的構造獨特，有效減輕撞擊對腦部可能造成的傷害。
相片提供：Marie Louise / 香港觀鳥會

Photo by ML

啄木鳥3大要素合作護腦

身體部位	結構	保護作用
「安全帶」舌骨	啄木鳥的舌骨為迴圈結構，自其喙下側開始，從左右兩邊繞到顱骨後側，並於前額前方再交會	啄食時用力向前撞擊，或頭部向後擺動的速度及加速度非常大，形同橡皮圈的舌骨就會發揮「安全帶」作用，有效避免頸椎受損
「上短下長」嘴巴	啄木鳥上下喙結構不對等，下喙堅硬且承載部分比上喙長1.2毫米	撞擊力可集中於下顎，避免撞擊力從上喙傳遞至後腦
「海綿」顱骨	有異於一般雀鳥，保護啄木鳥腦部的顱骨有近似一片片結構的海綿狀骨小樑，骨質密度高	顱骨更富彈性，有效緩減撞擊力

資料來源：理工大學醫務科技及資訊學系張明 製表：香港文匯報記者 勞雅文



電腦製人體模型 模擬高跟鞋傷腳

香港文匯報訊(記者 勞雅文)除啄木鳥的防衝擊研究外，張明又擅長以電腦模型，模擬人體運動情況，結合人與科技減低身體的損傷。其中約10年前起他開展女性高跟鞋項目，透過分析穿上高跟鞋後走路的用力情況及骨頭的壓力分布，希望能揭示高跟鞋令腳步受傷的原因及如何減低傷害。

立體動畫觀察 提升醫療科技

張明在學士及碩士時修讀自動控制及機械工程，其後赴英國攻讀康復工程博士，主要內容為義肢研究。在過程中，他坦言當中最困難的並非康復器材的設計，而是做出人與科技的互動。隨著電腦科技的發展，他指現時有越來越多不同層次的人體模型，模擬人體受力情況，又可從立體的模擬動畫說明運動模式，甚至觀察當中每個關節、骨頭、韌帶的受力情況，令醫療科技工程的水平大大提升。

約10年前開始，張明針對令女性「又愛又恨」的高跟鞋，希望能透過科技改善有關情況，「有人認為高跟鞋令人站得更直，可助改善腿部線條，但又有人指高跟鞋穿得久會累、會傷腳」，他表示，關於高跟鞋對人的影響現時仍未有全面科學數據支持，其團隊便正透過模擬真人腳部與鞋結合起來的運動，分析不同高度的高跟鞋在走路過程中的壓力情況，以獲取資料，未來將令其對人的損害減到最低。另外，為從力學改善人類生活，張明又計劃進行腿部的運動研究，他稱不少有膝關節炎的患者不願做手術，但透過相關的研究可望用外在方式減少患處的受力情況、加強支撐力，從而舒緩痛楚。



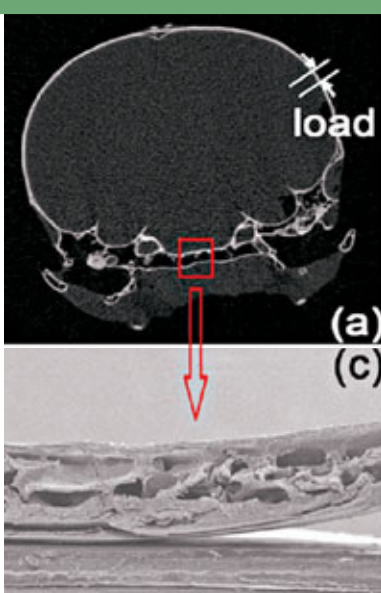
■張明對生物結構之奧妙大感讚嘆，指大自然很神奇，有很多現象到現在仍看不透。
香港文匯報記者梁祖堯 攝

內地醫科產業需求大

香港文匯報訊(記者 勞雅文)全球各地的醫療科技正在迅速發展，1995年加盟理大的張明，見證着有關歷程，而隨着內地社會進步，與醫療科技相關的產業市場需求更大，為兩地學界創造不少空間。近年多所香港院校先後開辦了生物醫學科技本科課程，張明又成功爭取與內地合作的大額科研經費，均反映醫療科技良好的前景。

港早起步增兩地合作空間

張明指，在上世紀90年代他博士畢業時，內地的醫療及復康科技仍未起步，即使是香港，亦只有理大有相關學科，於賽馬會康復中心下設有10多人的小組，當時相關研究經費也不多。不過近10多年間，社會對健康及醫療的重視程度大大提高，尤其是內地，在市場需求激增下大量健康及醫療科技企業成立，「10年前都要靠進口儀器，現在都自己生產了」。他又表示，醫療科技較先起步的香港，現時與內地也有更大合作空間，近日他就與樊瑜波成功獲批國家自然科學基金近300萬元人民幣研究經費，相信未來無論是研究，以及人才培養方面的合作都會越來越多。



■透過微型電腦掃描，可見啄木鳥的頭骨結構呈海綿狀，使顱骨更有「彈性」，可有效緩衝撞擊。

受訪者提供