



救命任務

抗蛇毒血清的旅程



利用蛇鉤捕捉毒蛇及採集蛇毒，是製造抗蛇毒血清的第一步
救命血清，緩和了人蛇的敵對，讓毒蛇由威脅變成資源
它所拯救的，不只是人的性命，更是人與自然界的關係

撰文/林韋萱(經典雜誌撰述) 攝影/安培浔(經典雜誌攝影召集人)

(攝影/劉子正)

被毒蛇咬傷到底有多痛呢？「看過《滿清十大酷刑》嗎？」疾病管制局毒蛇飼養室獸醫師林明正，伸出因被龜殼花所咬傷，而萎縮到跟拇指一樣短的食指放在我們面前。

「電影裡不是有用針戳指甲縫的酷刑嗎？被龜殼花咬傷彷彿就像是十隻手指頭都扎針一樣痛。」林明正回憶起那股令他疼到尿失禁的痛，聽得旁人也覺得指尖發痠。

宜蘭大學森林暨自然資源學系研究助理林錦繡，學生時期在宜蘭員山山區調查時，被赤尾青竹絲咬到。因為赤尾青竹絲的毒素屬於出血性毒，這種蛇毒會破壞身體凝血機制，雖然咬傷處只有兩個小小的洞，血仍然汨汨流出。本來他堅持洗完澡再去醫院，「因為在山上調查了好幾天都沒洗澡。」林錦繡邊笑邊說，後來他仍被同學押到醫院急救。

不是被所有毒蛇咬傷，都會產生劇痛或是大量出血。例如：雨傘節或闊帶青斑海蛇的毒素屬於神經毒素，被咬傷的患者不會有太劇烈的疼痛，因此反而容易延誤就醫。研究海蛇的台灣大學海洋研究所研究生張碩文，有抓過上百條海蛇的經驗，曾經失手被咬一次。「不會痛，只覺得麻麻的，」張碩文聳聳肩說，當時沒送醫也沒急救，「反正醫院也沒有抗海蛇的蛇毒血清。」

抗蛇毒血清——毒蛇咬傷的最佳解藥

雖然醫療科技已經很發達，但是「抗蛇毒血清」仍是目前被毒蛇咬傷最具療效、也幾乎是唯一的解藥。

血清為什麼能救命？是因為其中有種

蛇的毒液是毒腺所製造供應。毒液會經由毒腺管到毒牙。毒牙的內部中空，前端有排出口，就像是針筒一樣，可以穿透皮膚跟肌肉。毒腺周圍是顎肌肉組織，當肌肉緊縮時，就會擠壓毒腺，迫使毒液流出毒牙外部。

台灣常見的六大毒蛇



眼鏡蛇(飯匙倩)

學名：*Naja atra*
分布：低海拔地區，喜歡較為乾旱的農墾地。
特徵：全身以黑或褐色為主。
習性：白天活動。受威脅時上身仰起如飯匙、發出噴氣聲。
毒性：神經毒與細胞毒。
症狀：傷口淺小伴有水泡、血泡。咬傷處很快變黑壞死。



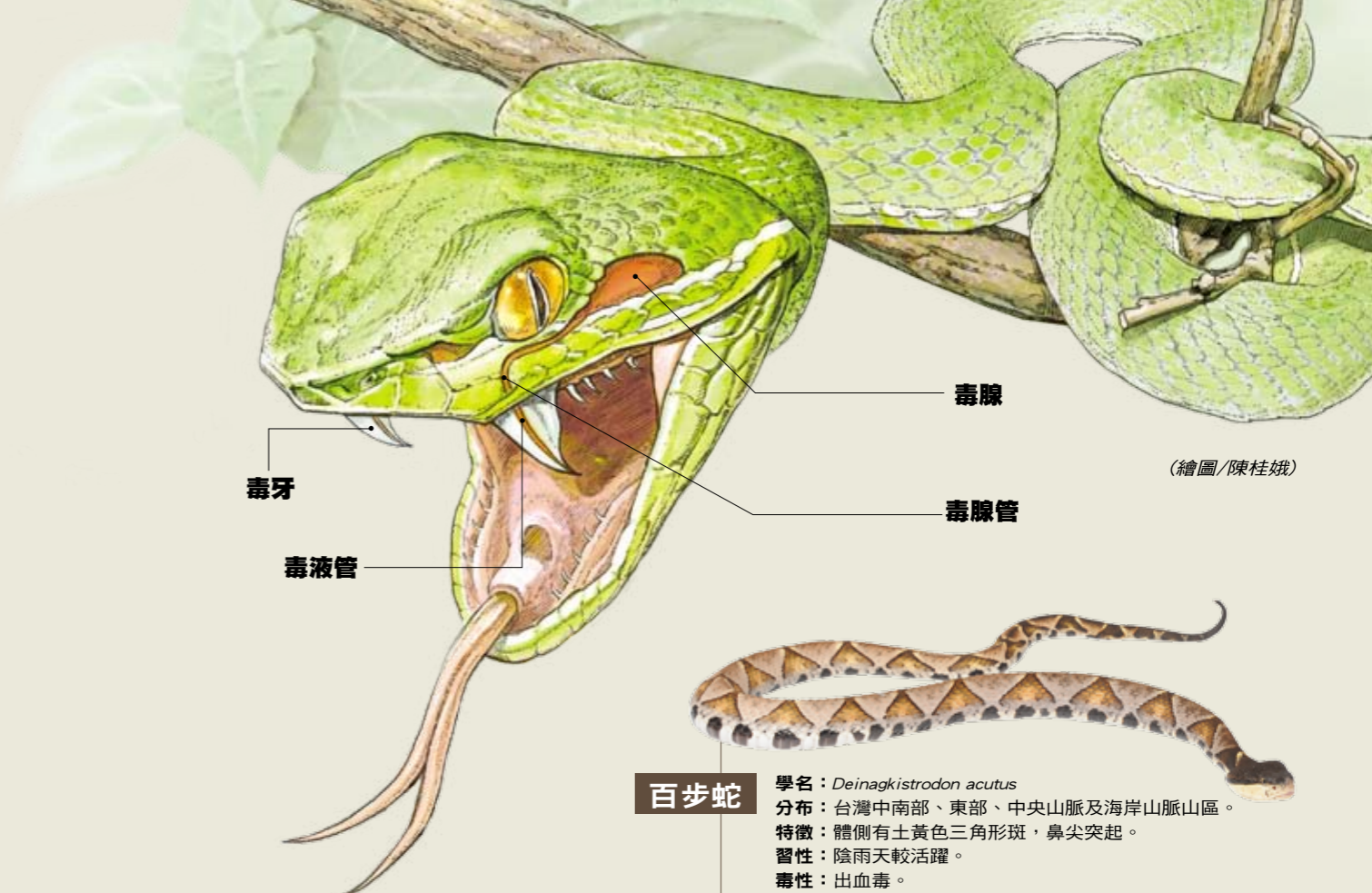
雨傘節

學名：*Bungarus multicinctus multicinctus*
分布：低海拔森林、竹林、沼澤及居家附近。
特徵：全身有黑白相間環紋。
習性：個性溫馴，陰雨天常見於水田、樹下。
毒性：神經毒及心臟毒。
症狀：針樣牙痕，傷口不腫不痛。局部發生麻痺現象、嚴重者眼皮下垂、口齒不清、呼吸困難。

資料來源/行政院衛生署疾病管制局、宜蘭大學助理教授毛俊傑

急救原則：

1. 因為患肢會腫脹，應立即除去手錶、戒指等束縛物。
2. 為避免感染，請勿切開蛇咬傷處；由於口腔、消化道可能有傷口，請勿以口吸出毒液。
3. 勿移動受傷部位，保持靜止，盡量使傷口低於心臟位置。



毒牙

毒液管

毒腺

毒腺管

(繪圖/陳桂娥)



百步蛇

學名：*Deinagkistrodon acutus*
分布：台灣中南部、東部、中央山脈及海岸山脈山區。
特徵：體側有土黃色三角形斑，鼻尖突起。
習性：陰雨天較活躍。
毒性：出血毒。
症狀：牙痕大且深，傷口出血多、疼痛腫脹。

鎖鏈蛇(鎖蛇)

學名：*Daboia siamensis*
分布：花東、高屏等地。
特徵：體背有黑色鐵鍊形斑紋，腹部呈白色布滿黑色小點。
習性：側向爬行，受驚時會盤起成圈狀，並發出「嘶嘶」聲。
毒性：具有出血毒及神經毒。
症狀：點狀牙痕，傷口四周腫脹、壞死。



龜殼花

學名：*Protobothrops mucrosquamatus*
分布：全台可見。常見於農墾地、溪流邊及樹林。
特徵：體背有褐色龜殼紋。
習性：晚上活動，對熱源敏感。
毒性：出血毒。
症狀：牙痕大而深，咬傷處起紅腫水泡，極度疼痛。



赤尾青竹絲(赤尾鮎)

學名：*Viridovipera stejnegeri stejnegeri*
分布：全台可見。一般在低海拔的樹林，灌木林或是山區較常出現。
特徵：綠色身體，體側有白色或紅色腹線。眼睛、尾巴呈赤紅色。
習性：夜間活動、常吊掛於竹林、樹林中或溝渠中面牆覓食。
毒性：出血毒。
症狀：兩個牙痕，傷口灼痛、腫脹、出現水泡。



4. 若遇毒蛇咬傷，應盡量辨識毒蛇種類，並告知醫師。
5. 以彈性繃帶或絲襪等包紮離傷口約5-10公分，靠近心臟那端。但千萬不可綁太緊，且每隔10分鐘鬆開一次避免肢端缺血壞死。
6. 盡快送醫。



疾病管制局毒蛇飼養室獸醫師林明正，展示六種台灣常見毒蛇標本(右圖)。被稱為毒蛇達人的他，也曾經失手被龜殼花咬傷，不僅疼痛不已，還導致手指萎縮(左圖)。

成分叫做「抗體」，是對抗外來物質(抗原)的武器，可以用來作為疾病的預防及治療。抗體的產生有幾種方式，最常見的就是藉著生病而產生抗體；或是經由減毒性的疫苗，誘發免疫系統產生抗體。但也有「不勞而獲」的方法：就是把具備免疫力的動物血清(血液去除血球得到血漿；血漿再去凝血因子得到血清)，轉到不具免疫力的人身上，就能讓人體也具備免疫能力。

馬，是最常用來製造抗體的動物。馬的血清已經應用於甲型流感病毒H5N1亞型、破傷風、肉毒桿菌中毒、白喉、SARS的治療。另外，抗蛇毒血清的製造也要依賴馬匹。利用減毒性的蛇毒，誘發馬體啟動免疫系統製造抗體，再把馬體內的抗體轉移到中毒的人體內來治療蛇毒對人體的破壞。

對印度人來說，因為鄉下地區缺乏抗蛇毒血清資源，每年有二十五萬名印度人遭蛇咬傷，有高達四萬六千人死亡！巴布亞紐幾內亞(Papua New Guinea)也備受毒蛇咬傷威脅，因為毒蛇咬傷的死亡比例比瘧疾、肺結核等疾病都還高。雖然當地政府從澳洲進口抗蛇毒血清，

但因價格高昂無法普及，一劑抗蛇毒血清的黑市價格甚至高達三千多美元。

台灣人就幸運多了。據健保資料統計，近年來每年約有一千多人遭毒蛇咬傷。只要能送達備有抗蛇毒血清的醫療院所治療，大部分都無生命安全之虞。目前一劑抗蛇毒血清售價為新台幣七千九百元，而且是健保全額補助。

全世界從事抗蛇毒血清製造的國家只有寥寥七個，台灣是其中之一。目前負責這項業務的，是行政院衛生署疾病管制局血清疫苗研製中心。從蛇毒備製、馬匹免疫(將蛇毒注射於馬匹體表，使馬匹產生抗蛇毒的中和抗體)，再到抗蛇毒血清的純化及成品製造……，供應全台灣的抗蛇毒血清都在此處誕生。

與毒牙共舞——蛇毒採集

疾管局的毒蛇飼養室，「供養」了兩百多條、台灣的六大種毒蛇。因為天冷，這些蛇顯得沒什麼活力。雨傘節捲成麻花狀匍匐在缸底，百步蛇像擠霜淇淋一樣盤蜷身體動也不動，只有眼鏡蛇激動地豎立身體不斷地搖頭晃腦。這群毒蛇長年吃好住好吹空調，是因為要負起提供毒液的重責大任。

疾管局蛇毒的來源有幾個，除了毒蛇



室裡養的兩百多條蛇之外，消防隊抓到的蛇也是毒液來源。另外，由於近年來全球各地的蛇類有大量減少的趨勢，疾管局也希望能嘗試對動物來說比較人道的蛇毒取得方式。

那就是針對特定地區的毒蛇族群，在進行生態學研究的過程中，同時進行蛇毒的採取。一方面，除了能取代對籠中飼養毒蛇的依賴，也讓毒蛇在提供蛇毒後，繼續待在原有生存環境中，發揮穩定且正常的生態功能(如：抑制野鼠的數量)。另一方面，所進行的生態研究也能持續掌握這些被採毒後的毒蛇，在野外狀況的變化。

宜蘭大學森林暨自然資源學系助理教授毛俊傑，正與疾管局合作這項計畫。

先以隨處可見的赤尾青竹絲為對象，期望研究團隊在追蹤赤尾青竹絲田野族群並進行生態學研究的過程中，可以同時採集毒液提供疾管局利用。

十一月底的晚上十點，大雨下不停。我們來到宜蘭大學的實驗農場調查赤尾青竹絲並採集毒液。因為大雨，蛙類盡出，剛好成了蛇類的大餐。「因為食物會沿著牆邊走，」毛俊傑解釋，因此林道兩側不難發現「面壁思過」的赤尾青竹絲。這一晚，毛教授團隊就發現十一條毒蛇，其中包括一大一小的龜殼花。

把蛇帶回研究站，量測了基本資料。接著就是刺激的重頭戲——蛇毒採集。

採毒時，會將蛇類保定(限制活動)，確定操作人員安全無虞後，用手輕握蛇



錯誤的採毒方式，不僅讓操作時的風險提升，也會讓蛇類罹患口腔疾病。因此在採毒時，要注意抓握蛇頭的力道要適中，另外採集頻度也不可過高。

頭兩側，迫使毒蛇張口。然後把毒牙靠緊燒杯內緣，讓毒蛇咬住杯緣放毒。但不知是這些毒蛇剛獵食完畢，所以身體內所剩毒液不多，還是對牠們來說，蛇毒太珍貴，導致有些毒蛇似乎不太情願放毒，這時就得輕輕擠壓毒腺來採集毒液。研究團隊花了不少時間，有時才擠出幾毫克像蛋白一樣的濃稠毒液。

蛇毒採集的英文叫做milking the snake(替蛇擠奶)，但事實上這個過程對蛇對人都沒那麼輕鬆愉快，尤其對毒蛇來說，是非常消耗能量的。每次採完，本來威風凜凜的蛇都變成跟繩子一樣軟趴趴。也因此，採毒的間隔時間不可過於密集，最多每三、四個月採一次。

也因此，毛俊傑的團隊在野外採集蛇毒交疾管局進行抗蛇毒血清之製備，期望可稍紓解疾管局的籠中蛇被「壓榨」毒液的壓力，甚至也希望有朝一日能完全取代人工飼養採毒的方式，創造野生動物保育與資源永續利用的雙贏局面。

蛇與馬的交集——馬匹免疫及採血

不論是消防隊的蛇，或是野外毒蛇的毒液，最終都要凍結乾燥變成粉末，使

蛇毒得以長期保有它的活性。

這些備製好的蛇毒可不能直接注射到馬的身體。疾管局血清疫苗研製中心副研究員謝文欽說明，有些神經性蛇毒毒性太強，在馬匹免疫前，必須經過「減毒」的處理過程以減低馬匹負擔。

疾病管制局委託台中后里馬場養了四十五匹馬，專門用於產製抗蛇毒血清。這天有十六匹要接受「免疫」：將處理過的蛇毒注射到馬匹體表。免疫劑量一般由低至高，慢慢增加，直到「試血」確認馬匹已經產生足夠量的抗體，疾管局的工作人員便會依馬匹體重進行「採血」。

這天的十六匹馬，要同時接受龜殼花和赤尾青竹絲兩種同為出血性蛇毒的注射，屆時這些馬就會產生具有對抗兩種蛇毒的抗體。因為血清具有抗兩種蛇毒的雙重治療效果，因此製造出來的血清就稱為「雙價型」抗出血性蛇毒血清。

疾管局的工作人員身穿白色實驗衣、戴口罩，頭上戴了帽套，又再戴防撞帽；腳上則穿著鐵塊包覆的工作膠鞋，避免遭到馬撞擊或踩踏。花了不少力氣將馬匹固定後，免疫扎針的過程就很迅速了。若有傷口，獸醫師李佳蓉便會用碘酒或消炎粉清理傷口，接著便可以放

抗蛇毒血清的製造流程



蛇毒採集

輕抓蛇頭兩側，刺激毒腺以採集蛇毒。採集後的蛇毒須經真空凍結乾燥成粉末，存放待用。使用前再將蛇毒粉末回溶，經由過濾去除細菌及雜質，留下蛇毒抗原。

馬匹先經剃毛、表面消毒，再進行蛇毒免疫注射。注射劑量逐步增加，同時試血監測馬匹血漿中是否產生足量的蛇毒中和性抗體。

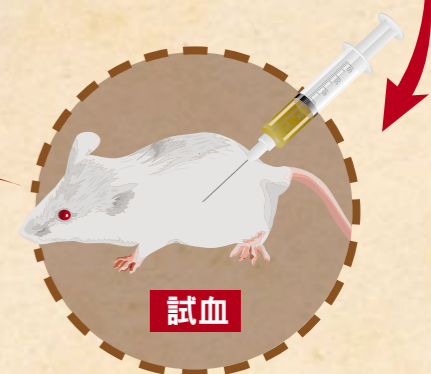


蛇毒馬匹免疫



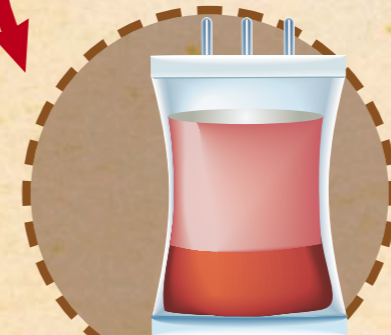
採血

確認馬匹體內的抗體數量足夠後，便從頸靜脈採集血液。採血的量為馬匹體重的百分之一點五左右，約在十公升以下。



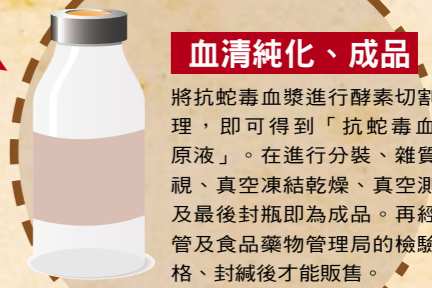
試血

在馬匹免疫注射達一定劑量後，便進行「抗蛇毒血清力價測定」，測試馬匹是否已產生足量的抗體。作法是將馬血清和蛇毒混合，注射入小白鼠體內。如果抗體可有效中和蛇毒，小白鼠就能存活；若小白鼠死亡，就代表抗體力價(數量)不夠或是沒有中和性抗體存在。



血漿分離

馬血要先靜置隔夜，等待血球及血漿因重力作用分層，取出上層黃濁血漿部分。完成第一次血漿分離，冷藏存放一段時間後，再經過一次血漿分離去除不必要的雜質及殘留血球，而得到「抗蛇毒血漿」。



血清純化、成品

將抗蛇毒血漿進行酵素切割處理，即可得到「抗蛇毒血清原液」。在進行分裝、雜質檢視、真空凍結乾燥、真空測試及最後封瓶即為成品。再經品管及食品藥物管理局的檢驗合格、封緘後才能販售。



想測試免疫過的馬匹血中是否含有足夠的抗蛇毒抗體，必須藉助小白鼠測試(左圖)。若馬匹含有足夠抗體，即可採其血液加工製成抗蛇毒血清(右圖)。

分，血球的部分會加入生理食鹽水讓血球再度懸浮起來，像輸血一樣地輸回同一匹馬兒體內。

抗蛇毒血清純化

然而，這琥珀色的血漿中還有些我們不需要的蛋白質成分，以及沉降在抽血管路或血袋上的血球。必須經過第二次的血漿分離，才能獲得抗蛇毒血漿。

這些抗血漿雖已有我們要的抗體，但仍然需要純化處理，儘量去除不需要的蛋白質，以降低過敏發生率。畢竟，馬的抗體和血漿內的蛋白質對人體來說，也是種外來物，人體的免疫系統如果辨認出這些抗體其實非我族類，就可能引起過敏反應。因此，要盡量降低不需要的蛋白質，並且改變一下抗體的面貌，避免患者產生不必要的過敏反應。

至於要如何讓抗體「變臉」以降低副作用呢？這個過程得靠「胃蛋白酶」的消化作用。這個酵素會切斷抗體分子的「恆定區」，稍稍地改變抗體的面貌，就可以減少過敏的機率。中國醫藥大學附設醫院毒物科主任洪東榮也補充，在美國若被毒蛇咬傷，用的就是未經胃蛋白酶處理的血清。如果被咬傷，每次要施打個十幾瓶血清，不僅效果不好，過敏發生率也高。

疾管局製造出來的抗蛇毒血清成品



馬匹到戶外跑步曬太陽。

馬匹免疫後，還需要測試馬的血清中有沒有足夠的抗體，這時便需要小白鼠的幫忙，此步驟稱為「力價測定」。將免疫過蛇毒的馬匹血清和蛇毒混合，注射到小白鼠體內。如果抗體可以有效中和蛇毒，小白鼠就能存活；如果小白鼠死亡，就代表抗體力價不夠，或是沒有中和性抗體存在。

如果馬匹產生了足夠的抗體，就可以進行採血作業。過程跟捐血差不多，就是消毒、扎針、等待血液注入血袋。

每匹馬每次採血的血量大約十公升，是馬體重的百分之一點五左右。這一大包的血液，會先靜置隔夜，等待血球、血漿分離。隔一天，血液會分成兩層，上層為顏色較淡的黃濁血漿，下層為深紅的血球。我們要的僅為上層血漿的部

有四種，涵蓋台灣六大毒蛇。萬一被赤尾青竹絲或龜殼花咬傷時，必須用雙價型「抗龜殼花及赤尾鮎蛇毒血清」。另外是雙價型「抗雨傘節及飯匙倩蛇毒血清」，專門對抗雨傘節與眼鏡蛇蛇毒。

第三種為「抗百步蛇毒血清」。因為百步蛇數量和分布不如赤尾青竹絲或龜殼花多與廣泛，所以雖然同為出血性毒蛇，還是為牠製作高單價的抗血清；最後是最難搞的鎖鏈蛇，牠的毒液同時具備出血性和神經性毒的特徵，所以特別研製單價的「抗鎖鏈蛇毒血清」。

不懂血清，枉送人命

疾管局的抗蛇毒血清成品只能販售給醫療院所。疾管局血清疫苗研製中心科長連偉成說，曾經有登山客想自備抗蛇毒血清，想說萬一被蛇咬可以自己施

打。但是顧慮有少數人會對血清產生過敏現象，或可能因為誤打而適得其反，現在只准許醫療院所備有抗蛇毒血清。

但也不是所有醫院都備有這四種抗蛇毒血清。有不少醫院認為反正每年被蛇咬傷的人數不多，買了抗蛇毒血清也會過期，怕浪費錢，所以乾脆不買。

洪東榮講了一個故事：多年前有個華西街的養蛇人，在餵食百步蛇時不小心被咬傷。照理說，這是個簡單的案例。既然已經知道被什麼蛇咬了，只要施打正確的抗蛇毒血清即可。可是，因為這個病人抵達的第一間醫院沒有抗百步蛇毒血清，也沒有轉診，院方僅自作聰明地打同為出血性毒的抗龜殼花及赤尾鮎蛇毒血清來充數。

打完抗蛇毒血清後，病人被送回家，但因為打錯抗蛇毒血清，直到隔天還在



龜殼花與其他原生種一樣，皆為台灣珍貴的生物資源(左圖)。藉著正確與充分的教育，可排除民眾對蛇的恐懼與偏見(上圖)。

出血，只好再送到第二間醫院。但倒楣的是第二間醫院還是沒有抗百步蛇毒血清，繼續施打錯誤的血清，造成病人狀況不斷惡化，最後必須截肢的遺憾。

洪東榮說：「兩間醫院都拖延了，兩間都不對！」醫療界缺乏對抗蛇毒血清的認識，加上認為「反正被百步蛇咬的人不多，買了也是浪費錢」的僥倖心

態，差點枉送一條人命。

救人也救蛇

抗蛇毒血清的存在，不僅僅是人類的福音，更可能拯救蛇類的生命。當我們了解蛇類對人類的威脅有限，就比較能卸下心防，不再以「不是你死，就是我亡」的心態面對蛇類。

自始以來，幾乎所有最令人厭惡的動物排行榜中，蛇類都與蟑螂、老鼠競爭榜首。對於蛇的恐懼大多來自無知，因為民眾「無法判斷是否有毒，乾脆格殺勿論」。其實對蛇來說，尖牙與毒液是他們的獵食工具，若非遭受攻擊和威脅，並不會隨意把毒液浪費在人身上。

美國曾經有個實驗，研究人員把橡膠

製的烏龜和蛇，放在馬路上。當測試的動物是烏龜時，許多駕駛閃避，但是，當測試的動物是蛇時，駕駛則會刻意輾過。宜蘭大學毛俊傑也發現，台灣山區道路上常常有蛇類被車輾斃的屍體，有部分便是源於駕駛者自以為「替天行道」的行為。與人類、與其他生物同為台灣島上的一分子，何時才會討論蛇類的生存權？

我拜訪研究海蛇的師範大學生命科學系教授杜銘章的研究室，討論著蘭嶼開放潛水看海蛇的可能性。採訪當時，杜教授養的寵物——一條橘白相間的玉米蛇就乖乖纏在我的手臂上。

怎麼會有人想要傷害牠們？隨著對蛇的愈來愈了解，我對人類的行為愈來愈不了解了。自然界唯一不遵守遊戲規則的只有人類。該死的，絕對不是蛇！