

氟素預防蛀牙的故事

◆臺大名譽教授·臺大醫院兒童牙科兼任主治醫師／郭敏光

用氟素來預防蛀牙，是經過相當長時間研究自然界發生的事，才研究出來的。它的應用相當被曲解，就好像每推動一種促進民眾健康有關的事，總是會有反對團體出現加以污名化，甚至也都會被政治化，「科學」總是贏不了「政治」。氟素確定被用來預防蛀牙是有一段相當漫長而艱辛的歷史。

發現科羅拉多色斑

雖然氟素早在19世紀曾被懷疑與牙釉質的形成不良有關，這種牙齒的外表，輕者有大小範圍不等的白斑（圖1、2），重者則牙齒表面有黃褐色且凹凸不平（圖3、4），外觀醜陋。1901年有一位賓州大學畢業的牙醫師麥凱（Dr. Frederick McKay）畢業後到科羅拉多州的科泉市（

Colorado Springs）執業，他發現許多病人，特別是從小就住在那裏的人，牙齒上有去不掉的顏色，當地人稱為「科羅拉多色斑」（Colorado stain）。他遍尋文獻，卻沒有任何相關的描述。他把這種牙齒稱為「斑狀齒」（mottled enamel）。當地的牙醫公會為此展開有系統的調查，發現有這種牙齒的人，僅限於居住在方圓幾英哩地區內的居民。

後來麥凱醫師搬到別州開業，卻不曾看過有「斑狀齒」的病人。因此他回到科羅拉多州做了病例報告，但當地的牙醫師們卻見怪不怪，沒太大的興趣。他鍥而不捨的到美國各地報告他的病例，他想要知道有這種斑狀齒的人涵蓋的區域有多少？為了知道為什麼發生這種牙齒，他拿病人的牙齒求助於當時美國牙醫界最具權威及名



圖1·非常輕微斑狀齒



圖2·中度斑狀齒

望的美國西北大學牙醫學院院長布萊克教授（Professor GV Black）；布萊克教授以顯微鏡觀察發現：它是一種地域性的牙釉質發育不全，原因未明。由於布萊克教授的參與，使很多牙醫研究學者開始對這種牙齒感到好奇，但是仍然不知道引起這種斑狀齒的原因。這種表面粗糙不平，外觀醜陋的牙齒並不比正常的牙齒容易得蛀牙。

麥凱醫師發現阿肯色州有三個地區也有相同的斑狀齒，雖然這三個城市相距幾英里，但是他們共用同一個水源。另有其他地方也有類似情況，改變水源一段時間後出生的小孩，便不再出現斑狀齒的報告。因此懷疑這種斑狀齒可能是飲水中含有某種元素引起的。由於很多地方有同樣的報告，美國公共衛生服務部（US Public Health Service）要求麥凱醫師陪同衛生官員肯普夫（Dr. Kempf）到各地作調查，並且做了水質分析，答案似乎有一點曙光，但麥凱醫師仍然覺得茫然。



圖3·嚴重斑狀齒

確定斑狀齒與氟素有關

在美國賓州的美國鋁業公司的首席化學家邱吉爾先生，讀了麥凱與肯普夫的報告後，心裡相當不安。因為他擔心有人會怪罪這種牙齒的著色，是因為使用鋁器烹煮而引起的。他由鋁原料的來源地（阿肯色州包克賽 Bauxite, Arkansas）拿了飲用水樣本作稀有元素的分析，結果發現包克賽的飲用水中含有高濃度的氟（13.7 ppm）。由於這個發現是始料未及，所以再度取樣檢測幾個有斑狀齒地區的飲用水，得到一樣的結果。可是這也不能證明飲水中的氟素與斑狀齒的發生有因果關係。

後來，亞利桑那州農業試驗所的营养學專家史密斯夫婦，以有斑狀齒地區的飲用水（含氟3.8~7.2 ppm），煮沸濃縮後餵食白鼠，成功的在白鼠的門牙製造出白斑及不透明的牙齒。稍早也有報告指稱，添加氟素到飼料中餵食白鼠，會引起斑狀齒。亞利桑那州農業試驗所進一步的實驗，也發現飼料中加入氟化鈉，會得到相同



圖4·非常嚴重斑狀齒

特徵的牙齒。氟素與發生斑狀齒的關連性從此確立。麥凱醫師的問題在近30年之後才得到答案。

斑狀齒比較不容易蛀牙

英國牙醫界也注意到美國這一方面的訊息，有一位牙科學生安斯沃思（Ainsworth）調查發現，一般15歲以下的學童有13.1%的蛀牙率，而他家鄉的孩子大部分有斑狀齒，但蛀牙率卻是7.9%。雖然麥凱醫師說，斑狀齒的蛀牙不比一般人的蛀牙多。可是安斯沃卻發現，有斑狀齒地區兒童的蛀牙率明顯較低。

斑狀齒、氟素與蛀牙的關係

有了這些資訊，1931年美國公共衛生服務部的主管梅斯納爾醫師（Dr. Messner）決定：要進行研究「斑狀齒」、「飲水氟素濃度」與「蛀牙」之間的關係。他指派年輕的牙醫官員迪恩醫師（Dr. Dean）全職作斑狀齒的研究。迪恩醫師也是第一位牙醫官員做非臨床的工作。他的任務是持續麥凱醫師的調查，看看美國發生斑狀齒的地理範圍。因此他發問卷給各地的牙醫師公會，詢問他們當地是否有斑狀齒？涵蓋地理範圍多大？飲用水的來源。問卷有一半的回答，其中有97個地方發現有斑狀齒，但是並沒有實地調查的證實。後來他親自實地調查，結果發現「斑狀齒的程度越嚴重，飲水中的含氟量越高」的

結論。他稱高氟地區的斑狀齒為「氟斑齒」。他並且要繼續研究：會使牙齒受到影響的飲水最低含氟濃度是多少？發現飲水中含氟量不超過百萬分之一的濃度（1ppm），對居民的健康沒有影響，對牙齒也不產生不雅的斑點。他也發現，以前有斑狀齒的地區，因後來更換自來水的水源，使斑狀齒不再出現。這些都印證了水中含氟量較高，是引起斑狀齒的原因。麥凱醫師在科羅拉多州發現的問題，幾近四十年才成功的找到答案。

迪恩醫師由文獻中得知，有斑狀齒的地區蛀牙較少。他在尋找不影響民眾健康的最低劑量時，發現飲水含氟量與蛀牙的發生呈反比。也就是當地飲水含氟濃度高，居民的蛀牙少。但他保守的結論是自來水中的「礦物質」也許是減少蛀牙的部分因素。為了檢驗他的「假設」，他先調查伊利諾州的幾地方12~14歲兒童的蛀牙，也有同樣的結果。因此他擴大範圍與人數。調查美國四個州的21個城市，總共調查了7257人。再度得到社區飲水含氟量與當地兒童蛀牙的發生呈反比的結論。同時也發現他的調查結果：自來水含1ppm的氟，幾乎已達減少蛀牙的高峰。在這個含氟量的地區，有很少數的人有極為輕微的白斑（圖1），但並不影響牙齒的美觀。之後，英國也有同樣的發現，甚至發現除了可減少兒童恆牙的蛀牙，乳牙的蛀牙也同樣減少。

飲用水中調整氟素可預防蛀牙

飲水中所含自然的氟可以減少蛀牙，但假使以人工的方式，在水中含氟量很低的自來水，添加調整飲水中氟素濃度至1 ppm是否也有同樣的效果？因此美國公共衛生服務部計畫展開這個實驗。1942年在密西根湖旁邊的大瀑布城（Grand Rapids）及馬斯基根（Muskegon）兩個地方，作了大規模且深入的實地及實驗室的研究，看看人類攝取氟素後的生理反應。結論是自來水含1 ppm的氟素，預防蛀牙的效果好，而且對人體的健康是安全的；氟濃度再增加，並不繼續降低蛀牙，反而會引起氟斑齒。因此兩個城市的市議會准許這個實驗的進行。大瀑布城為加氟實驗地區，馬斯基根為對照地區。另外又選了自來水中自然含氟1.4 ppm的伊利諾州的奧羅拉（Aurora, Illinois）為另一對照。1945年元月25日開始在大瀑布城的自來水中添加氟化鈉，這是歷史的一刻，把安全範圍劑量的氟加入自來水中。

六年半後，發現大瀑布城（Grand Rapids）四至六歲兒童的蛀牙率只有馬斯基根（Muskegon）地區四到六歲兒童蛀牙的一半。馬斯基根的官員因此也決定於1951年7月跟進在他們的自來水內加入氟素。大瀑布城在10年後與15年後，兒童的蛀牙率與加氟之前比較，都降低了50%，而且趨近自然含氟地區奧羅拉兒

童的蛀牙率。這也由社區實驗證明過去觀察到的「飲水中含氟濃度與蛀牙的發生呈反比」的現象。在紐約與伊利諾州其它城市的實驗，也得到相同的結果。加拿大、荷蘭、英國等國家的飲水加氟計畫也都獲得相同的結果。

本世紀初，美國疾病管制局（Centers for Disease Control, CDC）的世紀回顧，認為「以飲水加氟的方法預防蛀牙」是二十世紀十大公共衛生成就之一。2006年11月17~19日由國際牙醫聯盟（FDI），國際牙科研究學會（IADR）及世界衛生組織（WHO）共同舉辦，在瑞士日內瓦及法國芬那佛（Ferney-Voltaire）舉行「藉氟保齒」全球諮詢會議（Global Consultation on Oral Health through Fluoride）；呼籲世界各國採取使用氟素來促進牙齒的健康。專家們再度證實，適度使用氟素預防蛀牙的效力、有效性及安全性。為牙齒的健康，使用氟素是得到健康的本人權的一部分。而且強調使用氟素預防蛀牙是唯一實際的方式。

這是一段偉大而有興趣的歷史，由注意到醜陋的牙齒，發現氟素是禍首；再經由不斷的研究，得到能預防蛀牙，又不影響人體及牙齒健康的適當氟素的濃度；最後利用氟素來預防蛀牙。氟素的發現，是因它引起的「斑狀齒」，經40多年的研究，反而使它成為促進「牙齒健康」的犀利武器。這豈不是氟素「麻雀變鳳凰」嗎？🌱