

氟

王果行

前言

氟的主要功能在於維持牙齒及骨骼的健康。許多流行病學的研究指出飲水氟的含量與齲齒發生呈現負相關，因此不少地區有在自來水中加氟的政策實施。但近年來由各地陸續報導氟過量所造成氟斑症的案例，因此更準確的估計氟的攝食量變成很重要的事情。雖有一些研究推估漱口水、牙膏中可能被攝入的氟量，但直到 2005 年美國推出食物中氟含量的資料庫，才開始比較精確的計算飲食中氟的含量。由於食物中氟的含量於生長環境的土壤、水源或飼料中氟含量有密切的關係，因此若想了解國人氟攝食狀況或營養狀況，建立本土食物氟資料庫成爲當務之急。

營養生化生理功能

一、理化性質

氟是帶負電最強的鹵族元素，廣泛的存在於自然界中，與氫結合成氟氫酸(HF)。許多氟之生理作用包括吸收、分佈、及排泄皆與氟氫酸的擴散有關⁽¹⁾，氟與鈣有強的親和力，因此氟與鈣化組織 (calcified tissue) 有關。

二、營養生化功能

牙齒發育各個時期氟皆能抑制齲齒的發生與發展，及刺激新骨的形成，因此氟被應用於實驗用藥來治療骨質疏鬆症⁽²⁾。牙齒表面琺瑯質結晶攝取攝入的氟，形成

fluoroapatite，其較骨骼中的 hydroxyapatite 更不易被酸溶解^(3,4)。不論是攝食、唾液中或牙斑上的氟可降低由牙斑細菌產生的酸及增加琺瑯質礦化的速率⁽⁵⁾。

氟的主要生理功能是有抑制齲齒之效果。因為氟會影響齒斑上細菌之代謝—包括抑制數種酵素，因而限制葡萄糖之獲取而降低酸的產生及分泌⁽⁵⁾。同時，氟會降低琺瑯質之酸溶解度；促進琺瑯質損傷 (lesion) 處之礦化；增加齒斑上礦物質的堆積，供應礦物質離子之來源 (Ca、P、F)；促進氟化 hydroxyapatite 沈澱，而降低礦物質移出琺瑯質之速率^(6,7)，因此牙齒有必要經常接觸氟。

三、生理吸收代謝、個體存量與排泄

人體對氟的生物利用率很高，水中 NaF 幾乎完全吸收。牙膏中的 NaF 或 MFP (單氟磷酸鹽) 的氟吸收率約 100 %⁽⁸⁾。但會受同時食用的食物之影響，尤其含高鈣或含高量二價、三價離子者，會與氟形成不溶化合物，使得氟的吸收率可能降低 10–25 %^(9, 10)。攝入的氟於 30 分鐘內可由腸道吸收 50 %，腸道對氟的吸收可高於 80 %。

體液及組織中氟的濃度與長期攝食量呈正相關，但並無衡定性調節⁽¹¹⁾。體內 99 % 氟存在於鈣化組織內，與骨骼有很強但可逆的結合。骨骼中的氟代謝池分為二：(1) 可迅速交換—骨結晶之水層 (hydration sheets)，可與周圍組織交換。(2) 緩慢交換—由骨再建過程 (bone remodeling) 有關之骨蝕而來⁽¹¹⁾。

體內氟皆由腎臟排出，氟在腎絲球幾乎無限制的過

濾至腎小管，腎小管的再吸收程度，與腎小管中液體的酸鹼值呈負相關。腎臟對氟的廓清率 (clearance) 為 30–40 mL/min⁽¹²⁻¹⁴⁾。由血液中將氟移出的速率約為 75 mL/min。成年人將 50 % 吸收入體內的氟保留於鈣化組織，剩餘 50 % 由尿液排出。60 位 墨西哥 Iztapa 區學齡前兒童之平均 24 小時尿液排出氟量約為 360 μg⁽¹⁵⁾。兒童則保留 80 % 吸收入體內的氟^(16,17)。有關老年人對氟的保留情形之資料缺乏。

氟需要量評估與營養缺乏症

一、 評估氟之需要量

估計氟之需要量的指標有評估齲齒罹患率⁽¹⁸⁻²¹⁾，骨骼礦物質含量⁽²²⁻²⁶⁾及氟的平衡研究⁽²⁷⁾。早期所作氟的平衡實驗指出，每日攝入氟由食物 1 mg，水 1.4 mg，合計 2.4 mg，其中 80–90 % 被吸收。氟的排出由尿液 1.6 mg，糞便 0.15 mg，流汗 0.65 mg，總排出量 2.38 mg。因此，體內保留氟量為 0.02 mg。體內氟的總量為 2600 mg，儲存於骨骼中⁽²⁷⁾。

一般健康人可能會出現氟的負平衡。若長期氟攝食不足，血中氟濃度低，氟可能由鈣化組織中游離出來。但是沒有足夠的證據顯示負氟平衡對琺瑯質、唾液、或齒斑中氟濃度或齲齒的發生有影響。因此，目前以平衡實驗之數據無法保證能估計AI。

二、 氟缺乏症

大部分之研究顯示：飲水中氟含量適當 (0.7–1.2 mg/L) 區域的齲齒罹患率較飲水氟含量低之區域為低。

且在任何年齡層氟缺乏皆會增加齲齒罹患率。另外，美國七個地理區居民的齲齒罹患率與水中氟量呈反比關係(28)。

氟參考攝取量

因為沒有足夠依據可訂定 EAR，因此，AI 的基礎是以能顯現降低齲齒發生最大程度且不會造成不需要的副作用之估計攝食量。最近的研究檢討以單位體重為基準計算氟 AI 量之爭議⁽²⁹⁾。第六版訂定台灣氟的建議量時參考美國的方式以每公斤體重 0.05 mg 氟為基準，本次修訂依照最新各年齡層體位數據估算結果與第六版氟 AI 很接近 (表一)。美國、澳洲與紐西蘭⁽³⁰⁾、中國大陸與本國之氟 DRI 如表二。

表一、台灣氟之 AI 及 UL (2010)

年齡	mg ⁻¹ kg ⁻¹ day ⁻¹	B.W.(kg)		AI (mg ⁻¹ day ⁻¹)	UL (mg ⁻¹ day ⁻¹)
		男	女		
0-6 月		6	6	0.1	0.7
7-12 月	0.05	9	8	0.4	0.9
1-3 歲	0.05	13	13	0.7	1.3
4-6 歲	0.05	20	19	1	2
7-9 歲	0.05	28	27	1.5	3
10-12 歲	0.05	38	39	2	10
13-15 歲	0.05	55	49	3	10
16-18 歲	0.05	62	51	3	10
19-30 歲	0.05	64	52	3	10
31-50 歲	0.05	64	54	3	10
51-70 歲	0.05	60	52	3	10
71 歲-	0.05	58	50	3	10

表二、各國氟之建議量 (mg) 比較

年齡	美國 AI ⁽²⁸⁾	澳洲與紐西蘭 ⁽³⁰⁾	*中國 AI ⁽²⁷⁾	台灣 AI
0-6 月	0.01	0.01	0.1	0.1
7-12 月	0.5	0.5	0.4	0.4
1 歲-	0.7	0.7	0.6	0.7
4 歲-	1	1	0.8	1
7 歲-			1.0	1.5
9 歲-				
10 歲-	2	2		1.2
11 歲-				
13 歲-				
14 歲-	3	3	1.4	3
18 歲-				
19 歲-	男：4 女：3	男：4 女：3	1.5	
30 歲-	3	3		
懷孕期	3	3	1.5	
哺乳期	3	3	1.5	3

*因考慮高土壤氟及高水氟區域廣泛，故 DRI 較低⁽²³⁾。

國人氟營養狀態與慢性疾病風險相關性

一、攝取量

Pang 等人⁽³¹⁾針對 225 名美國北卡州 2-10 歲兒童的研究指出，受試者每人每天攝取 970-1240 mL 液體，其中一半以上來自碳酸飲料、果汁、茶及其他飲料。這些飲料中氟含量由非常微量至 6.7 mg/L。因此，若用當地水中氟含量來估計氟的攝食量，可能會有偏差。

母乳中氟含量 0.007-0.011 mg/L^(10, 32)，若以嬰兒每天攝食 780 mL 母乳⁽³³⁾，則每日由母乳中可獲得 0.005-0.009 mg 的氟。若就嬰兒配方奶而言，易開罐式氟含量美國為 0.1-0.2 mg/L^(34, 35)或加拿大為 0.15-0.3

mg/L⁽²⁸⁾，若以每日攝食 860 mL 奶水來計算⁽³⁶⁾，每日攝取 0.09–0.17 mg 的氟，約相當於母乳餵哺嬰兒氟攝食量的 10–30 倍。某些嬰兒奶粉或濃縮嬰兒配方若以含氟 1 ppm 的水沖泡，氟攝食量可能超過 UL，而 6–12 個月的嬰兒攝食嬰兒配方以 < 0.4 ppm 水沖泡的嬰兒配方可可能無法達到美國醫藥學院 (Institute of Medicine) 建議氟足夠攝食量⁽³⁷⁾。

另外，美國 DRIs 制定委員會整理 10 個美加地區研究結果顯示，水中氟含量為 1.0 mg/L 時，每日氟攝食量為 1.4–3.4 mg⁽²⁸⁾。若水中氟含量 < 0.3 mg/L 時，每日氟攝食量為 0.3–1.0 mg。若以單位體重為基準，成年人每日氟攝食量較兒童低⁽²⁸⁾。

由口攝入的氟主要有三個來源，包括食物飲水、氟的補充劑及潔牙護牙產品。

(一)食物及飲水中攝食氟量

台灣地區自來水中氟含量如表三。由於自來水中含氟量之標準是以水中污染物的觀點為基準，而非營養素的觀點，因此若超過標準 (氟 > 0.8 mg/L) 代表水質受到污染，反而不合規定。

美國於 2005 年建立了全國氟資料庫 (National Fluoride Database)，針對特定之飲料及食物測定其含氟量⁽³⁸⁾，包括 427 項、23 大類食物，可提供應用於估計氟攝食量及評估攝食與健康問題之相關性。其中指出水及水為基質的飲料為主要飲食氟的來源，約佔總氟攝食量的 75 %，而 2000 年時美國 66 % 人口由含氟的公共給水系統獲得飲水，由此資料庫的數據顯示 427 項食

表三、台灣各地區自來水中氟含量*

區域 ^{&}	自來水中氟含量 (mg/L)				
標準	0.8				
1. 基隆	0.05 (新山)	0.04 (貢寮)			
2. 台北縣	0.08				
3. 台北市	0.07				
4. 桃園	ND (平鎮)	ND (大南)	ND (石門)	0.03 (龍潭)	
5. 新竹	<1 (竹一)	0.01 (竹二)	2 (寶山)	<1 (南雅)	2 (員崠)
6. 苗栗	0.09 (東興)	0.11 (明德)			
7. 台中	0.12 (豐原)	0.14 (鯉魚潭)	0.12 (霧峰)		
8. 彰化	0.13 (彰化三)	0.21 (員林二)			
9. 南投	0.12 (集集)	0.09 (埔里三)			
10. 雲林	0.09 (埤仔頭)	0.12 (林內)			
11. 嘉義	0.13 (蘭潭)	0.13 (公園)	0.13 (水上)		
12. 台南	0.17 (烏山頭)	0.17 (潭頂)	0.20 (南化)		
13. 高雄縣	0.23 (甲仙)	0.17 (坪頂)	0.17 (拷潭)		
14. 高雄市	0.19 (澄清湖)	0.20 (鳳山)			
15. 屏東	0.20 (牡丹)	0.19 (屏東)			
16. 台東	0.10 (利嘉)	0.12 (成功)	0.13 (太麻里)		
17. 花蓮	0.05 (砂婆礑)	0.05 (鳳林)	0.09 (玉里)		
18. 宜蘭	0.07 (深溝)	0.08 (廣興)	0.07 (蘇澳)		

*資料來源取自各地區自來水公司網頁 2010 年 11 月資料。

[&]() 內表淨水廠名稱。

物或飲料有 35 項氟濃度超過 1 ppm，大多是飲料 (27/35)，特別是茶類，含氟量為 1.15–3.93 ppm，因此若飲用一杯茶 (240 mL) 約相當於 0.276–0.943 mg 氟，已達 1/3 (成年女性)–1/4 (成年男性) AI 量。國內食物成分表中並沒有「氟」這一項，因此最近的全國營養健康變遷調查研究也無法獲得國人氟攝食量資料，也無從探討分析國人牙齒、骨骼健康與氟攝食量的關係。

(二) 由補充劑攝入之氟

美國對於氟補充劑之規定為需經由醫師處方，美國牙醫學會，美國小兒科醫學會及加拿大小兒科醫學會⁽³⁹⁾以飲水中氟含量為基準共同通過下列建議，建議美加地區兒童每日氟之補充量在低氟地區 (飲水中氟含量 < 0.3 mg/L) 6–16 歲兒童每日補充量為 1.0 mg/d。

(三) 由潔牙護牙產品來的氟

調查顯示由潔牙護牙產品攝入的氟接近或超過由飲食中攝取的氟^(40,41)，最主要來自牙膏，漱口水⁽⁴²⁾及氟補充劑^(43,44)。50 % 兒童於 12 個月大前開始刷牙，75 % 兒童於 18 個月大前開始刷牙。7 歲以下兒童每次刷牙有 0.8 mg 氟入口，其中 10–100 % 吞進肚子裡。更小的孩子約每次有 0–3 mg 氟入口⁽⁸⁾。

依國民健康局 95 年全國性調查顯示台灣 5 歲兒童蛀牙率高達 73.6 %，學前兒童整體口腔狀況不良，尤其是低收入戶兒童及山地兒童。國民健康局 2008–2009 年報中指出，由歷年全國性調查顯示 12 歲兒童齲蝕指數 (DMFT index) 由 1981 年 3.76 顆，到 1990 年已

增加為 4.95 顆；若依此趨勢推估，到 2000 年將達 7.0 顆；因此，衛生署於 1991 年開始推動兒童口腔健康政策；至 1996 年降為 3.67 顆、2000 年 3.31 顆及 2006 年 2.58 顆。「口腔健康法」自 2003 年施行。並於 2006 年實施「國民口腔健康第一期五年計畫」，之前推動含氟漱口水及現在的窩溝封劑，皆是預期於 2010 年 12 歲兒童齲蝕指數 (DMFTindex) 降至 2.2 顆⁽⁴⁵⁾。

二、慢性疾病風險相關性

兩篇有關氟與骨骼及牙齒健康之研究指出，分析 1,300 位受試者鈣及氟的攝食，分為控制組 (F: 1 ppm, Ca: 754 mg/day)，高氟組 (F: 4 ppm, Ca: 754 mg/day) 及高鈣組 (F: 1 ppm, Ca: 1001 mg/day)，結果三組間的骨質密度 (bone density) 無差別，僅高氟組的前臂骨質密度稍高⁽⁴⁶⁾。另一以 NHANES 資料比較 1988–1994 及 1999–2002 的全國調查牙齒健康的研究，以老人落齒為指標認為，由 1980 年開始美國人齲齒率降低，但發生牙齒琺瑯質氟過多中毒 (fluorosis) 的盛行率提高⁽²⁹⁾。

過量危害與毒性

一、毒性與症狀

長期過量的氟主要的負面影響是與琺瑯質與骨骼氟斑症 (fluorosis) 有關。

(一) 琺瑯質氟斑症

主要是在牙齒發育的 pre-eruption 時期，過量的氟會造成門牙美觀的問題。琺瑯質氟斑症的牙齒的琺瑯質含高量蛋白質，而形成斑點⁽⁴⁷⁾，影響觀瞻。

(二) 骨骼氟斑症

造成功能性負面影響。骨骼氟斑症的發生與其嚴重程度與直接接觸的氟的量與時間長短有關，大部分的研究認為，每日攝食 10 mg 氟 10 年以上才可能出現輕微的臨床骨骼氟斑症症狀⁽²⁸⁾。

最近的研究指出 1024 位來自三個區域 12–15 歲墨西哥青少年平均氟斑症發生率為 83.8%，三個區域水質氟含量分別為 3.07、1.38 及 1.42 ppm，其氟斑症發生率分別為 94.7、89.8 及 81.9 %⁽⁴⁸⁾。水源中氟含量控制越佳者，發生氟斑症的比例越高⁽⁴⁹⁾。另外，水中加氟與氟斑症發生呈正相關但與齲齒發生率呈負相關⁽⁵⁰⁾。

二、過量危害及上限攝取量之訂定

本國的氟攝食上限訂定標準是參考美國之「氟」之 UL 訂定⁽²⁸⁾。各國 UL 之標準如表四。中國的 UL 較美國為低，主要也因為含高氟的土壤及水源區域分布很廣，亦發生較多氟過量的案例⁽²³⁾。

參考文獻

1. Whitford GM. The metabolism and toxicity of fluoride. In Myers HM ed. Monographs in Oral Science, 2nd Revised ed. Basel, Switzerland: Karger, 1996.
2. Kleerekoper M, Mendlovic DB. Sodium fluoride therapy of postmenopausal osteoporosis. *Endocrinol Rev.* 1993;14:312-23.
3. Brown WE, Gregory TM, Chow LC. Effects of fluoride on enamel solubility and cariostasis. *Caries Res.* 1977;11 (suppl 1):118-41.
4. Chow LC. Tooth-bound fluoride and dental caries. *J Dent Res.* 1990;69(Spec Iss): 595-600.

5. Marquis RE. Antimicrobial actions of fluoride for oral bacteria. *Can J Microbiol.* 1995;41:955-64.
6. Margolis HC, Moreno EC. Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides. *J Dent Res.* 1990;69(Spec Iss):606-13.
7. Ten Gate JM. In vitro studies on the effects of fluoride on de- and remineralization. *J Dent Res.* 1990;69(Spec Iss):614-9.
8. Ekstrand J, Ehmebo M. Absorption of fluoride from fluoride dentifrices. *Caries Res.* 1980;14:96-102.
9. Ekstrand J, Ehmebo M. Influence of milk products on fluoride bioavailability in man. *Eur J Clin Phannacol.* 1979;16:211-5.
10. Spak CJ, Ekstrand J, Zylberstein D. Bioavailability of fluoride added to baby formula and milk. *Caries Res.* 1982;16:249-56.
11. Guy WS. Inorganic and organic fluorine in human blood. In: Johansen E, Taves DR, Olsen TO, eds. Continuing evaluation of the use of fluorides. AAAS Selected Symposium. Boulder, CO: Westview Press, 1979.
12. Cowell DC, Taylor WH. Ionic fluoride: A study of its physiological variation in man. *Ann Clin Biochem.* 1981;18:76-83.
13. Schiffl H, Binswanger U. Renal handling of fluoride in healthy man. *Renal Physiol.* 1982;5:192-6.
14. Waterhouse C, Taves D, Munzer A. Serum inorganic fluoride: Changes related to previous fluoride intake, renal function and bone resorption. *Clin Sci.* 1980;58:145-52.
15. Juarez-Lopez MLA, Hernandez-Guerrero JC, Jimenez-Farfan D, Molina-Frecherro N, Murrieta-Pruneda F, Lopez-Jimenez G. Fluoride urinary excretion in Mexico City's preschool children, *Revista de Investigacion Clinica.* 2008;60:241-7.

16. Ekstrand J, Fomon SJ, Ziegler EE, Nelson SE. Fluoride pharmacokinetics in infancy. *Pediatr Res.* 1994a;35:157-63.
17. Ekstrand J, Ziegler EE, Nelson SE, Fomon SJ. Absorption and retention of dietary and supplemental fluoride by infants. *Adv dent Res.* 1994b;8:175-80.
18. Dean HT. The investigation of physiological effects by the epidemiological method. In: Moulton FR, ed. *Fluorine and Dental Health.* Washington, DG : Am Ass Advan Sci,1942:22-3.
19. Dawes C. Fluorides: Mechanisms of action and recommendations for use. *J Can Dent Assoc.* 1989;55:721-3.
20. Hargreaves JA. The level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to caries resistance. *J Dent Res.* 1992;71:1244-8.
21. Horowitz HS. The future of water fluoridation and other systemic fluorides. *J Dent Res.* 1990;69 (Spec Iss):760-4.
22. Bernstein DS, Sadowsky N, Hegsted DM, Guri CD, Stare FJ. Prevalence of osteoporosis in high- and low-fluoride areas in North Dakota. *J Am Med Assoc.* 1966;198:499-504.
23. Leone NG, Stevenson CA, Hilbish TF, Sosman MC. A roentgenologic study of a human population exposed to high-fluoride domestic water: A ten-year study. *Am J Roentg.* 1955;74:874-85.
24. Leone NG, Stevenson CA, Besse B, Hawes, LE, Dawber TA. The effects of the absorption of fluoride. II. A radiological investigation of 546 human residents of an area in which the drinking water contained only a minute trace of fluoride. *Archs Ind Hlth.* 1960;21:326-7.
25. Sowers M, Wallac RB, Lemke JH. The relationship of bone mass and fracture history to fluoride and calcium intake: A study of three communities. *Am J Clin Nutr.*

- 1986;44:889-98.
26. Sowers M, Clark MK, Jannausch ML, Wallace RB. Prospective study of bone mineral content and fracture in communities with differential fluoride exposure. *Am J Epidemiol.* 1991;133:49-660.
 27. 中國營養學會。中國居民膳食營養素參考攝取量。中國輕工業出版社，2001:238。
 28. National Academy of Sciences, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. National Academy Press, Washington, D.C, 1997.
 29. Warren JJ, Levy SM, Broffitt B, Cavanaugh JE, Kanellis MJ, Weber-Gasparoni K. Considerations on optimal fluoride intake using dental fluorosis and dental caries outcomes--a longitudinal study. *J Public Health Dent.* 2009;69:111-5.
 30. Nutrient reference values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes endorsed by the NHMC on 9 September, 2005.
 31. Pang DT, Phillips CL, Bawden JW. Fluoride intake from beverage consumption in a sample of North Carolina children. *J Dent Res.* 1992;71:1382-8.
 32. Ekstrand J, Spak CJ, Falch J, Afseth J, Ulvestad H. Distribution of fluoride to human breast milk following intake of high doses of fluoride. *Caries Res.* 1984;18:93-5.
 33. Alien JC, Keller RP, Archer P, Neville MC. Studies in human lactation : Milk composition and daily secretion rates of macronutrients in the first year of lactation. *Am J Clin Nutr.* 1991;54:69-80.
 34. Johnson J, Bawden JW. The fluoride content of infant formulas available in 1985. *Pediatr Dent.* 1987;9:33-7.
 35. McKnight-Hanes MC, Leverett DH, Adair SM, Shields CP. Fluoride content of infant formulas : Soy-based formulas as a potential factor in dental fluorosis.

- Pediatr Dent. 1988;10:189-94.
36. Specker BL, Beck A, Kalkwarf H, Ho M. Randomized trial of varying mineral intake on total body bone mineral accretion during the first year of life. *Pediatrics*. 1997;99:e12.
 37. Siew C, Strock S, Ristic H, Kang P, Chou HN, Chen JW, Frantsve-Hawley J, Meyer DM. Assessing a potential risk factor for enamel fluorosis, A preliminary evaluation of fluoride content in infant formulas, *J Am Dent Ass*. 2009;140:1228-36.
 38. USDA National Fluoride Database, 2005.
 39. Canadian Pediatric Society. The use of fluoride in infants and children. *Paediatr Child Health*. 1996;1: 131-4.
 40. Burt BA. The changing patterns of systemic fluoride intake. *J Dent Res*. 1992;71: 1228-37.
 41. Whitford GM, Allmann DW, Shahed AR. Topical fluorides: Effects on physiologic and biochemical processes. *J Dent Res*. 1987;66:1072-8.
 42. Pendry DG, Stamm JW. Relationship of total fluoride intake to beneficial effects and enamel fluorosis. *J Dent Res*. 1990;69(Spec Iss):529-38.
 43. Bell NH, Greene A, Epstein S, Oexmann MJ, Shaw S, Shary J. Evidence for alteration of the vitamin D-endocrine system in blacks. *J Clin Invest*. 1985;76: 470-3.
 44. Ismail AI, Brodeur JM, Kavanagh M, Boisclair G, Tessier C, Picotte L. Prevalence of dental caries and dental fluorosis in students, 11-17 years of age, in fluoridated and non-fluoridated cities in Quebec. *Caries Res*. 1990;24:290-7.
 45. 行政院衛生署國民健康局網頁，2010。
 46. Sowers M, Whitford GM, Clark MK, Jannausch ML. Elevated serum fluoride concentrations in women are not related to fractures and bone mineral density. *J Nutr*. 2005;135:2247-52.

47. Kaminsky LS, Mahoney MC, Leach J, Melius J, Miller MJ. Fluoride: Benefits and risks of exposure. Crit Rev Oral Biol Med. 1990;1:261-81.
48. Pontigo-Loyola AP, Islas-Marquez A, Loyola-Rodriguez JP, Maupome G, Marquez-Corona ML, Medina-Solis CE. Dental fluorosis in 12-and 15-year-olds at high altitudes in above-optimal fluoridated communities in Mexico. 2008;68: 163-6.
49. Catani DB, Hugo FN, Cypriano S. de Sousa MDR, Cury JA. Relationship between fluoride levels in the public water supply and dental fluorosis. Revista de Saude Publica. 2007;41:732-9.
50. Do LG, Spencer AJ. Risk-benefit balance in the use of fluoride among young children. J Dent Res. 2007;86:723-8.

表四、各國氟之 UL 比較

年齡	美國 ⁽²⁸⁾	澳洲&紐西蘭 ⁽³⁰⁾	中國 ⁽²⁾	台灣
0-6 月	0.7	0.7	0.4	0.7
7-12 月	0.9	0.9	0.8	0.9
1 歲-	1.3	1.3	1.2	1.3
4 歲-	2.2	2.2	1.6	2.0
7 歲-			2.0	3.0
9 歲-	10	10	2.4	10
14 歲-			3.0	
懷孕期	10	10	3.0	10
哺乳期	10	10	3.0	10