

Ô nhiễm fluoride trong nước ngầm và đánh giá phơi nhiễm fluoride cho người dân huyện Tây Sơn, tỉnh Bình Định

• Phan Như Nguyệt

• Tô Thị Hiền

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 20 tháng 03 năm 2013, nhận đăng ngày 20 tháng 1 năm 2014)

TÓM TẮT

Nghiên cứu thực hiện việc xác định nồng độ fluoride trong nước ngầm và đánh giá phơi nhiễm fluoride qua nước uống cho người dân huyện Tây Sơn, tỉnh Bình Định ở ba nhóm tuổi khác nhau. Tổng số 50 mẫu nước giếng được thu thập và 220 người dân được khảo sát bằng bảng câu hỏi từ 50 hộ gia đình ở ba xã Tây Phú, Bình Tường, Tây Giang huyện Tây Sơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ fluoride trong nước giếng biến động trong khoảng từ 0,31 mg/L đến 7,69 mg/L (trung bình 2,66 mg/L, độ lệch chuẩn SD: 2,18 mg/L) với 70% số mẫu có hàm lượng fluoride vượt quá giới hạn cho phép 1 mg/L theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc

gia về chất lượng nước ngầm (QCVN 09:2008/BTNMT). Vùng nghiên cứu bị ô nhiễm fluoride trong nước ngầm trầm trọng. Phơi nhiễm với fluoride được tính trên 3 nhóm tuổi theo hướng dẫn của cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (US EPA). Liều lượng phơi nhiễm cực đại với fluoride là 0,721 mg/kg/ngày ở nhóm trẻ em dưới 6 tuổi, 0,530 mg/kg/ngày cho nhóm tuổi 6 - 12 và 0,320 mg/kg/ngày cho nhóm người trưởng thành. Liều phơi nhiễm này đều cao hơn liều lượng thấp nhất có thể gây hại (LOAEL) là 0,1 mg/kg/ngày (WHO, 1984). Rủi ro sức khỏe do bệnh nhiễm độc fluoride đối với người dân huyện Tây Sơn là tất yếu xảy ra.

Từ khóa: fluoride, fluorosis, phơi nhiễm fluoride, nước ngầm, Bình Định.

MỞ ĐẦU

Nước là một thành phần thiết yếu của cuộc sống, nước có vai trò vô cùng quan trọng và lợi ích to lớn, nhưng nó cũng là nguồn gây bệnh cho con người nếu nguồn nước đó là nhiễm bẩn. Ngày nay, khoảng 80% các bệnh xuất hiện trên thế giới có nguyên nhân từ nguồn nước uống kém chất lượng [21]. Ô nhiễm fluoride trong nước uống chiếm tới 65% trong tất cả các nguyên nhân gây ra hiện tượng nhiễm độc fluoride răng (bệnh fluorosis: là bệnh thường gây nên do sử dụng

nước uống có nồng độ fluoride cao làm răng bị nhiễm độc mãn tính bởi tác nhân fluoride, xuất hiện những đốm nâu, đen trên răng và có thể hình thành các mảng, lỗ gây hại cho men răng) trên thế giới [3, 19]. Fluoride là một vi chất dinh dưỡng tham gia vào các quá trình phát triển răng, tạo ngà răng và men răng [2]. Fluoride trong nước uống được biết đến với cả ảnh hưởng có lợi và có hại cho sức khỏe con người, thừa hay thiếu fluoride đều có hại cho cơ thể [16]. Theo khuyến

cáo của tổ chức Y tế thế giới (WHO) thì giá trị giới hạn của fluoride trong nước uống là 1,5 mg/L [18]. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng nước có chứa khoảng 1,2 mg/L fluoride có thể làm chắc men răng. Nếu hàm lượng fluoride thấp hơn 0,5 mg/L có thể dễ mắc các bệnh sâu răng [4] [15]. Ngược lại, khi hàm lượng fluoride cao trên 1,5 mg/L có thể gây ăn mòn men răng, giòn và mục răng, làm đen răng hoặc đốm răng, ảnh hưởng đến thân và tuyến giáp [7]. Hàm lượng fluoride trên 4 mg/L còn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ xương và có thể gây ung thư [11, 19].

Các kết quả nghiên cứu trước đây đã ghi tên nhiều quốc gia vào bản đồ ô nhiễm fluoride thế giới và các trường hợp bệnh Fluorosis điển hình cũng được công bố ở nhiều quốc gia như Ấn Độ, Trung Quốc, Hàn Quốc [1, 9], Malawi [11], Pakistan [13], Sri Lanka, Tây Ban Nha, Hà Lan, Ý, Mexico... [5]. Ấn Độ là một trong những nước có hàm lượng fluoride trong nước ngầm cao, lên đến 38,5 mg/L và có khoảng 9741 thôn xã có nguồn nước ngầm ô nhiễm fluoride, với hàm lượng fluoride lớn hơn 1,5 mg/L (Agrawal, 1997). Phơi nhiễm với fluoride giữa các nhóm tuổi khác nhau được tính cho 32 xã. Kết quả cho thấy rủi ro sức khỏe do fluorosis gây ra cho người dân ở vùng Nilakottai là rất cao [8, 17]. Bên cạnh Ấn Độ, vùng ô nhiễm fluoride được đặc biệt quan tâm là Đông Phi và Trung Quốc, nơi mà hàng triệu người chịu ảnh hưởng của Fluorosis. Ở Đông Phi, sử dụng hàm lượng fluoride cao trong nguồn nước ngầm tự nhiên chính là nguyên nhân gây nhiễm fluoride răng cho người dân [14]. Ở Trung Quốc, hơn 100 triệu người tại hơn 200 tỉnh bị nhiễm fluoride trầm trọng [6]. Nước ngầm chứa nhiều fluoride với sự tập trung fluoride lên đến 6,20 mg/L xuất hiện ở vịnh Taiyuan.

Ở Việt Nam nói chung, Bình Định nói riêng, việc nghiên cứu về fluoride và các vấn đề liên quan không được thực hiện nhiều. Nhận thức của

cộng đồng về fluoride và tác hại của nó còn hạn hẹp. Vấn đề fluorosis răng chưa được quan tâm đúng mức. Nghiên cứu này được thực hiện tại huyện Tây Sơn - một huyện trung du nằm về phía Tây Nam của tỉnh Bình Định. Tây Sơn nằm trong tọa độ từ 13°56'5" vĩ Bắc đến 108°54'36" kinh Đông, với diện tích tự nhiên: 687.99 km² và dân số: 123 199 người, trong đó có khoảng 1% là dân tộc thiểu số. Diện tích tự nhiên trong vùng rộng lớn nhưng chủ yếu là đồi núi và sông suối. Dân cư tập trung dọc các tuyến giao thông. Vị trí của vùng nghiên cứu trên bản đồ Việt Nam được giới thiệu trong Hình 1. Tại vùng này, tình trạng vàng, đen răng đã và đang tiếp diễn tại các xã Tây Phú, Bình Tường và Tây Giang, gây tác hại cho cộng đồng cả về sức khỏe và thẩm mỹ. Ảnh hưởng rõ rệt nhất là biểu hiện lên răng với nhiều mức độ khác nhau. Sức khỏe của người dân đang bị đe dọa từng ngày. Để tìm ra câu trả lời chính xác cho tình trạng đen răng xuất hiện trong cộng đồng dân cư, năm 2007 Sở Khoa học và Công nghệ Bình Định đã tiến hành khảo sát tại Bình Tường, Tây Giang (huyện Tây Sơn) và Nhơn Tân (An Nhơn). Kết quả cho thấy nguồn nước ngầm ba xã trên đều có nồng độ fluoride vượt giới hạn cho phép [12]. Riêng xã Tây Phú cũng chịu những ảnh hưởng tương tự nhưng chưa được nghiên cứu để tìm nguyên nhân và hướng giải quyết. Vì vậy, từ bao đời nay người dân địa phương vẫn rất mặc cảm về hàm răng đen và khát khao một nguồn nước sạch. Năm 2010, hệ thống nước sạch được huyện Tây Sơn đưa đến đa số hộ gia đình trên toàn xã Bình Tường. Tuy nhiên, phần lớn các hộ dân xã Bình Tường chỉ sử dụng nguồn nước này trong ăn uống. Các xã Tây Phú, Tây Giang vẫn sử dụng nước giếng trong ăn uống và sinh hoạt. Hơn nữa, cho đến nay chưa có các nghiên cứu đánh giá phơi nhiễm với fluoride đến sức khỏe người dân tại các vùng này. Với những thực tế trên, việc xác định nồng độ fluoride trong nước ngầm và đánh giá phơi nhiễm với fluoride đối với người dân tại các xã này là rất cần thiết.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu nước****Lấy mẫu nước**

Tổng số 50 mẫu nước giếng được lấy tại 50 hộ gia đình, vị trí lấy mẫu được lựa chọn dựa trên sự phân chia các ô lưới 1 x 1 km và 0,5 x 0,5 km trên bản đồ. Toàn bộ mẫu được lấy vào các tháng mùa khô và chia làm 2 đợt: Đợt 1: tiến hành lấy 20 mẫu tại xã Tây Phú vào tháng 7 năm 2009, đợt 2: tiến hành lấy 20 mẫu tại xã Bình Tường và 10 mẫu tại xã Tây Giang vào tháng 3 năm 2010. Ngoài nước ngầm, còn tiến hành lấy 3 mẫu nước mặt và 2 mẫu nước cấp tại vùng nghiên cứu. Mẫu được lưu trong chai nhựa PE và lưu trữ ở nhiệt độ < 5°C trước khi phân tích. Song song với quá trình lấy mẫu, việc điều tra bằng bảng câu hỏi cũng được thực hiện tại 50 hộ gia đình trên. Nội dung phiếu điều tra gồm 4 phần: Thông tin về hộ gia đình, thông tin về nguồn nước ngầm, các thông tin về hệ thống lọc nước và tác động của nguồn nước đến đời sống và sức khỏe.

Trong nghiên cứu này, mẫu nước ngầm và mẫu nước mặt được lấy theo hướng dẫn của TCVN 6000:1995 (Chất lượng nước – Lấy mẫu - Hướng dẫn lấy mẫu nước ngầm), TCVN 5996:1995 (Chất lượng nước – Lấy mẫu - Hướng dẫn lấy mẫu nước mặt) và TCVN 5992:1995 (Chất lượng nước – Lấy mẫu - Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu). Mục đích lấy mẫu là để xác định hàm lượng ion fluoride và độ cứng của nước nhằm phát hiện, đánh giá sự ô nhiễm nước ngầm và kiểm tra chung hàm lượng fluoride trong nước mặt cũng như nước cấp.

Phân tích mẫu nước

Fluoride trong các mẫu nước được xác định bằng phương pháp sắc ký ion (Ion Chromatography) tại Phòng thí nghiệm phân tích môi trường, Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh. Mẫu được phân tích bằng máy sắc ký Shimadzu, sử dụng đầu dò độ dẫn. Thể tích mẫu 20 µL, pha

động có nồng độ 1,8 mM HCO₃⁻ / 1,7 mM CO₃²⁻ với tốc độ dòng 1,0 mL/phút. Vì theo khảo sát ban đầu hàm lượng fluoride trong nước vùng này ở khoảng 1 – 7 mg/L nên dãy chuẩn được dựng với nồng độ từ 0,5 mg/L đến 8 mg/L (0,5 mg/L, 1 mg/L, 2 mg/L, 4 mg/L, 8 mg/L). Bên cạnh fluoride, độ cứng của nước cũng được xác định để tìm hiểu mối liên hệ giữa độ cứng và nồng độ fluoride trong nguồn nước của vùng nghiên cứu. Xác định độ cứng dựa trên việc chuẩn độ các ion Ca²⁺ và Mg²⁺ bằng complexon, với chỉ thị NET tại pH 10, theo hướng dẫn của TCVN 2672 – 78: Nước uống – Phương pháp xác định độ cứng tổng số.

Đánh giá phơi nhiễm fluoride trong cộng đồng

Liều lượng fluoride hấp thu trung bình hàng ngày cho cộng đồng dân cư trong vùng nghiên cứu được tính toán dựa theo hướng dẫn của US EPA, sử dụng công thức (1).

$$CDI (mg /kg /ngày) = \frac{C \times IR}{BW} \quad (1)$$

Trong đó: C: nồng độ fluoride trong nước (mg/L), IR: Lượng nước tiêu thụ trung bình hàng ngày (L/ngày), BW: Trọng lượng cơ thể (kg).

Con đường phơi nhiễm được xem xét là con đường tiêu hóa, do hấp thu fluoride thông qua nước uống. Để tính toán, giá trị nồng độ fluoride lấy từ kết quả phân tích mẫu. Việc đánh giá phơi nhiễm được thực hiện trên 3 nhóm tuổi: nhóm 1: trẻ em dưới 6 tuổi, nhóm 2: 6 -12 tuổi và nhóm 3: người trưởng thành (trên 12 tuổi), dựa vào khả năng phơi nhiễm tương tự với fluoride. Hệ số IR ở 3 nhóm tuổi từ nhóm 1 đến nhóm 3 lần lượt là 1,5; 2,0; 2,5 (L/ngày) và giá trị BW theo thứ tự là 16, 29 và 60 (kg).

Dựa trên tổng lượng hấp thu hàng ngày, đánh giá rủi ro phơi nhiễm mà người dân có thể gặp phải bằng cách so sánh với liều lượng phơi nhiễm tối thiểu đảm bảo an toàn là 0,01 mg/kg/ngày ở trẻ em và 0,05 mg/kg/ngày ở nhóm tuổi khác

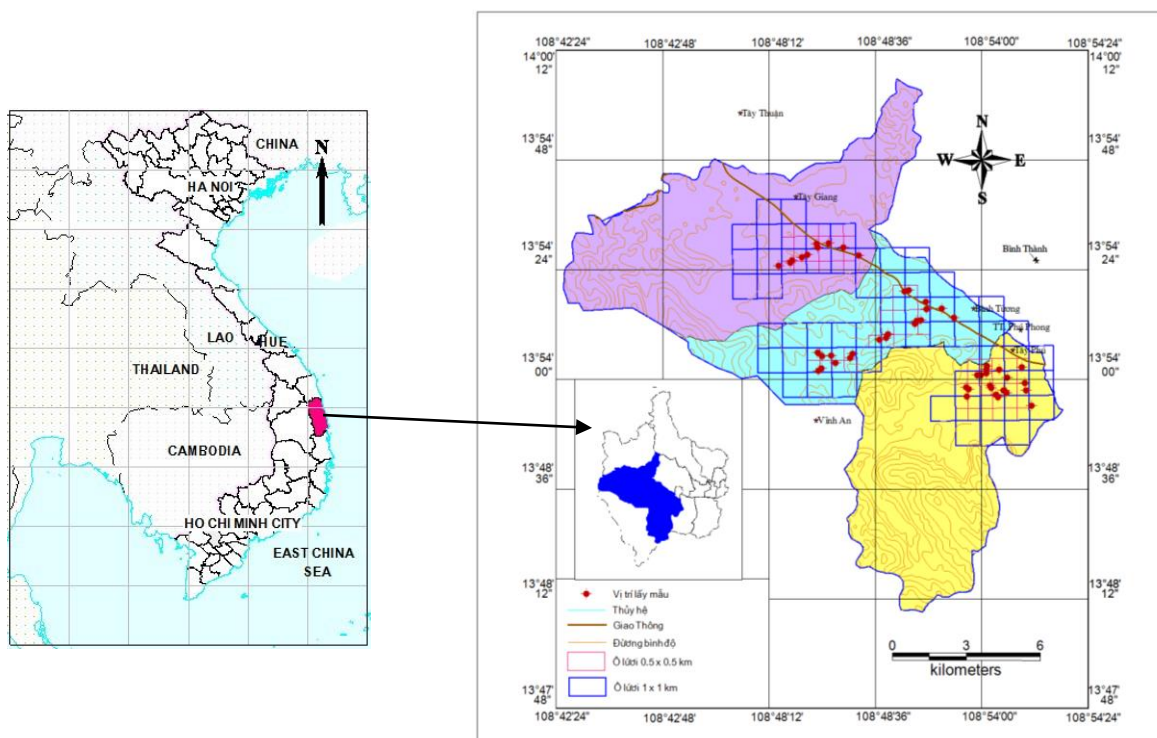
theo quy định của cơ quan đăng ký chất độc và bệnh tật Mỹ (ATSDR) và liều lượng thấp nhất có thể gây hại (LOAEL) cho vấn đề fluorosis răng là 0,1 mg/kg/ngày [20].

Ở mỗi nhóm tuổi, chỉ số nguy hại HQ (Hazard Quotients) cho bệnh nhiễm độc fluoride trên răng ở trẻ em và bệnh nhiễm độc fluoride trong xương của người lớn được tính bằng cách lấy tỷ số của tổng lượng hấp thụ hàng ngày với chỉ số LOAEL tương ứng:

$$HQ = \frac{CDI}{RfD}$$

Nếu như, $HQ \geq 1$ nghĩa là khả năng những tác động bất lợi đến sức khỏe sẽ xảy ra khi phơi nhiễm với fluoride và nguy cơ fluorosis cũng tăng theo chỉ số HQ. $HQ < 1$ thì không có ảnh hưởng gì.

Kết quả tính toán phơi nhiễm cho phép đánh giá mức độ phơi nhiễm với fluoride của người dân. Từ đó, có thể xây dựng những biện pháp giảm thiểu phơi nhiễm. Đồng thời, tiến hành những nghiên cứu đánh giá rủi ro tiếp theo giúp ngăn ngừa thảm họa fluorosis cho người dân địa phương.



Hình 1. Bản đồ vị trí lấy mẫu

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

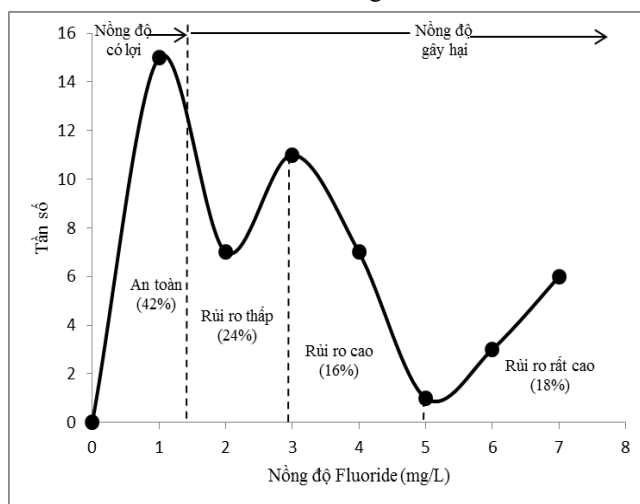
Thực trạng ô nhiễm fluoride trong nước giếng

Kết quả phân tích nồng độ fluoride trong 50 mẫu nước giếng lấy tại 3 xã Tây Phú, Bình Tường, Tây Giang huyện Tây Sơn cho thấy nồng độ fluoride trong nước giếng trung bình là 2.66 mg/L (Độ lệch chuẩn SD: 2,18 mg/L). Giá trị

nồng độ thấp nhất là 0,31 mg/L và giá trị cao nhất là 7,69 mg/L. Số lượng mẫu có nồng độ từ 1.5 mg/L đến 3,5 mg/L chiếm ưu thế. Trong đó, có 70% số mẫu có hàm lượng fluoride vượt quá giới hạn cho phép 1 mg/L theo QCVN 09:2008/BTNMT. So sánh với giá trị giới hạn tối đa theo quy định của WHO, QCVN

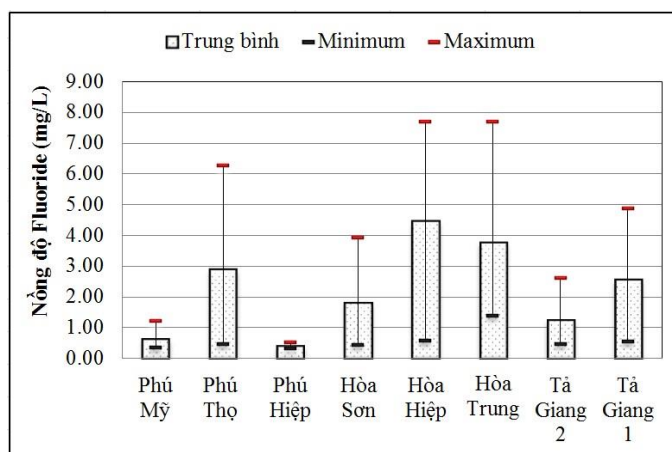
01:2009/BYT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống), QCVN 02:2009/BYT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt) và trong tiêu chuẩn vệ sinh nước sạch của Bộ Y tế thì có tất cả 58% số mẫu có nồng độ fluoride vượt mức cho phép là 1,5 mg/L. Vì vậy, nguy cơ gây ăn mòn men răng, giòn và mục răng, làm đen răng hoặc đốm răng ở vùng này là rất cao.

Hình 2 biểu diễn các khoảng nồng độ fluoride trong vùng nghiên cứu. Trong tổng số 50 mẫu được phân tích, 42% số mẫu có nồng độ fluoride thuộc khoảng nồng độ an toàn, 24% có nguy cơ fluorosis thấp, 16% mẫu với nồng độ có khả năng gây fluorosis ở mức cao và 18% ở mức rất cao. Sự phân chia các khoảng nồng độ fluoride và nguy cơ fluorosis tương ứng dựa theo nghiên cứu của Maithani và cộng sự [10].



Hình 2. Các khoảng nồng độ fluoride trong vùng nghiên cứu và nguy cơ Fluorosis tương ứng

Nồng độ fluoride trong từng xã, thôn khác nhau của vùng nghiên cứu là khác nhau. Kết quả nồng độ fluoride xét theo từng thôn được trình bày trong Hình 3.

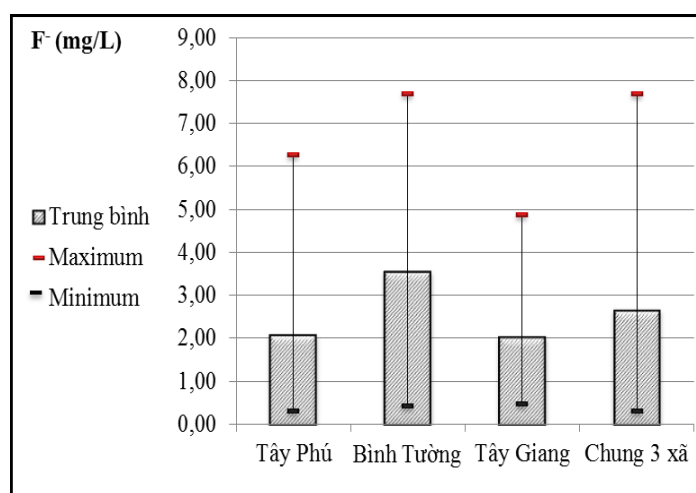


Hình 3. Phân bố nồng độ fluoride theo từng thôn

Kết quả trên cho thấy nồng độ fluoride phân bố không đồng đều nhau theo từng thôn. Nồng độ fluoride trung bình của thôn Hòa Hiệp (xã Bình Tường) là cao nhất, gấp 10 lần so với nồng độ fluoride trung bình của thôn Phú Hiệp (xã Tây Phú) cũng là thôn có nồng độ fluoride thấp nhất trong vùng nghiên cứu. Cả ba thôn Hòa Sơn, Hòa Hiệp, Hòa Trung (xã Bình Tường), thôn Phú Thọ (xã Tây Phú) và thôn Tả Giang 1 (xã Tây Giang) đều có nồng độ fluoride trung bình vượt quá giá trị giới hạn tối đa cho phép là 1,5 mg/L của WHO và Bộ Y tế (QCVN 01:2009/BYT, QCVN 02:2009/BYT). Hàm lượng fluoride trong nước

giếng của 6/8 thôn quá mức giới hạn 1 mg/L theo QCVN 09:2008/BTNMT. Xã Tây Phú nồng độ fluoride cao tập trung ở thôn Phú Thọ, nổi bật là xóm 2 và xóm 4. Thôn Phú Mỹ và Phú Hiệp nồng độ fluoride đều thấp hơn 1 mg/L, ứng với nồng độ đó, kết quả khảo sát cho thấy ở hai thôn này tất cả các hộ dân được khảo sát đều không có hiện tượng vàng, đen răng mà chỉ có dấu hiệu mất men răng nhẹ.

Tuy nhiên, nếu xét riêng theo từng xã thì nồng độ fluoride trung bình ở mỗi xã đều rất cao. Hình 4 trình bày sự phân bố nồng độ fluoride trung bình theo từng xã.



Hình 4. Phân bố nồng độ fluoride theo từng xã

Kết quả nồng độ fluoride theo xã cho thấy cả ba xã đều có nồng độ fluoride trung bình trong nước ngầm lớn hơn 2 mg/L, cao nhất là xã Bình Tường (3,55 mg/L). Ở xã này, sự phân bố nồng độ fluoride trong nước cao đồng đều trên toàn địa bàn xã cùng với biểu hiện fluorosis răng mức độ cao ở hầu hết các hộ dân.

Như vậy, rõ ràng rằng tình trạng ô nhiễm fluoride trong nước ngầm tại vùng nghiên cứu là ở mức cao, trên diện rộng và đáng báo động. Kết quả trên cũng chỉ ra những thôn, xóm có hàm lượng fluoride cao, vượt chuẩn cho phép để từ đó

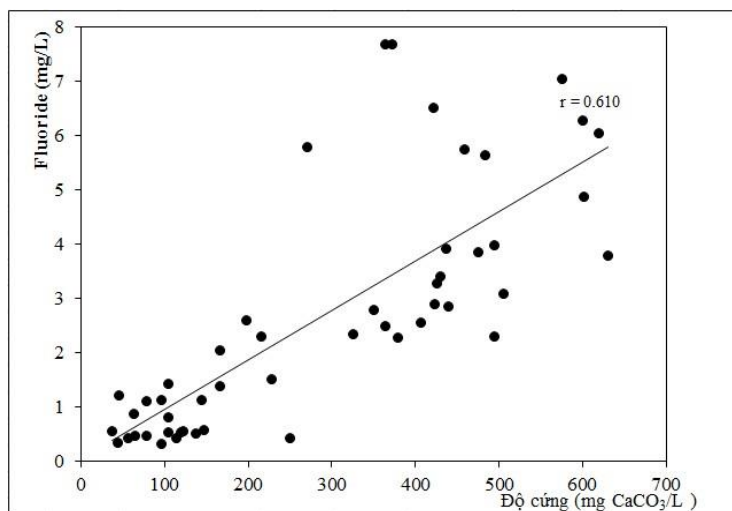
có thể nghiên cứu và có hướng giải quyết kịp thời nhằm kiểm soát sự lan truyền ô nhiễm và bảo vệ sức khỏe người dân.

Kết quả phân tích độ cứng

Ngoài fluoride, đề tài còn tiến hành phân tích độ cứng của các mẫu nước, kết quả cho thấy đa số mẫu nước có độ cứng cao, độ cứng trung bình là 279 mg/L (tính theo CaCO₃), có 61% mẫu nước có độ cứng lớn hơn 300 mg/L (tỷ lệ 62%). Trong đó có 10% số mẫu nước có độ cứng vượt quá giá trị giới hạn 500 mg/L (QCVN 09:2008/BTNMT). Nghĩa là ở mức từ cứng đến

rất cứng căn cứ theo phân loại như sau: nước cứng có độ cứng từ 150 – 300 mg/L và nước rất cứng có độ cứng lớn hơn 300 mg/L. Có tổng cộng 47 mẫu nước có độ cứng lớn hơn 50 mg/L, điều này phù hợp với thực tế về tình trạng đóng

cặn trong các ấm, nồi xoong đun nước như phản ánh của người dân và kết quả về tỷ lệ số người bị bệnh sỏi đường tiết niệu theo điều tra thực tế. Mối tương quan giữa nồng độ fluoride và độ cứng được trình bày trong Hình 5.



Hình 5. Mối tương quan giữa nồng độ fluoride và độ cứng của nước

Phân tích mối tương quan giữa nồng độ fluoride và độ cứng của nước giếng cho thấy hai yếu tố này có mối tương quan cao, hệ số tương quan $r = 0,610$; mức ý nghĩa $p = 0,0001$. Kết quả của mối quan hệ chặt chẽ giữa nồng độ fluoride và độ cứng phù hợp với nhận định rằng khả năng

hoạt động của fluoride tăng khi độ cứng của nước tăng [16].

Bên cạnh 50 mẫu nước giếng, đề tài còn tiến hành khảo sát nồng độ fluoride trong nước mặt và nước cấp, kết quả được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích nước mặt và nước cấp

Tên mẫu (kí hiệu)	Nồng độ fluoride (mg/L)	Độ cứng (mgCaCO ₃ /L)
Nước sông Côn (K)	0,11	98
Nước Suối (S)	0,12	114
Nước sông Đá Hòn (DH)	0,11	106
Nước cấp (M1)	2,09	298
Nước cấp (M2)	2,11	310

Kết quả cho thấy nồng độ fluoride trong nước mặt của vùng nghiên cứu rất thấp so với giá trị giới hạn quy định trong Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt (QCVN 08:2008/BTNMT): Loại A là 1 – 1,5 mg/L F⁻ và loại B: 1,5 – 2 mg/L F⁻. Trong khi đó, nồng độ

fluoride trong nước cấp vượt quá giới hạn tối đa theo quy định của tiêu chuẩn vệ sinh nước sạch, các quy chuẩn QCVN 01:2009/BYT và QCVN 02:2009/BYT của Bộ Y tế là 1,5 mg/L.

Như vậy, nguồn nước thay thế cho nước giếng của xã Bình Tường vẫn có hàm lượng

fluoride cao hơn mức quy định của QCVN 09:2008/BTNMT và tiêu chuẩn vệ sinh nước sạch của Bộ Y tế. Do đó, khả năng phơi nhiễm với fluoride vẫn có thể xảy ra khi sử dụng nguồn nước này. Trong khi đó, biện pháp mà một số người dân thôn Tả Giang 1, xã Tây Giang sử dụng là dùng nước tại một con suối nhỏ để thay thế nguồn nước ngầm nhiễm fluoride về lâu dài lại có thể mắc các bệnh do thiếu fluoride. Vì nguồn nước sông suối có nồng độ fluoride quá thấp so với mức quy định.

Đánh giá phơi nhiễm fluoride cho người dân vùng nghiên cứu

Thông tin khảo sát

Trong 50 hộ gia đình tại 3 xã Tây Phú, Bình Tường và Tây Giang được lựa chọn khảo sát, có tổng số 220 nhân khẩu, với 115 nam (tỷ lệ 52,27%) và 105 nữ (tỷ lệ 47,73%). Trong 220 người dân được khảo sát có độ tuổi trung bình là 31 tuổi, người cao tuổi nhất là 85 tuổi và thấp nhất là 4 tuổi. Trong đó, 24 người dưới 6 tuổi (tỷ lệ 11%), 57 người ở độ tuổi từ 6 - 12 (tỷ lệ 26%) và 139 người ở độ tuổi trên 12 (tỷ lệ 63%). So sánh với số liệu thống kê năm 2009 do Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Tây Sơn cung cấp, nhận thấy số liệu khảo sát trên tỷ lệ với số lượng nam nữ trên toàn huyện, nên mang tính đại diện chung cho cả vùng nghiên cứu.

Qua kết quả khảo sát cho thấy 96% trong tổng số hộ gia đình ở vùng nghiên cứu đều sử dụng giếng đào và giếng nước tương đối cạn (độ sâu trung bình là 8,2 m). Mực nước sử dụng thấp và đều bị thiếu nước vào mùa khô (khoảng tháng 6, tháng 7).

Ngoài ra, nghiên cứu còn tiến hành khảo sát về ảnh hưởng của nguồn nước sử dụng đến các vật dụng trong gia đình. Kết quả cho thấy có 80% hộ gia đình có các vật dụng như ấm đun nước, bình thủy đựng nước sôi, xoong nồi... bị đóng lớp cặn trắng hoặc hơi vàng, lõi sứ bình lọc nước bị vàng, các đồ dùng bằng nhựa chứa nước thường bám mảng trắng, đục...



Hình 6. Tác động của nước giếng đến các vật dụng trong gia đình

Nguồn nước sử dụng còn tác động đến sức khỏe của người dân. Kết quả điều tra có 36 người bị mắc bệnh sỏi đường tiết niệu (tỷ lệ 16,36%). Theo các chuyên gia y tế, sỏi đường tiết niệu có liên quan mật thiết với việc sử dụng nguồn nước có độ cứng cao trong thời gian dài. Trong thành phần của độ cứng, Ca^{2+} và Mg^{2+} là hai yếu tố quan trọng thường được bổ sung cho cơ thể qua đường thức ăn. Tuy nhiên, việc hấp thụ Ca^{2+} và Mg^{2+} ở hàm lượng cao là nguyên nhân chính gây ra bệnh sỏi đường tiết niệu. Bên cạnh đó, có 42 trường hợp mắc các bệnh gai cột sống, viêm khớp, cứng khớp và các bệnh về xương khác, chiếm tỷ lệ 19,1% tổng các đối tượng được điều tra. Đặc biệt nhận thấy tất cả các trường hợp mắc bệnh này đều có độ tuổi trên 40 tuổi.

Kết quả khảo sát thực tế trên phản ánh tác động của nguồn nước đến đời sống và sức khỏe người dân. Đồng thời, những số liệu thống kê các nhóm tuổi phục vụ cho việc đánh giá phơi nhiễm cho 220 người dân tại 50 hộ gia đình được điều tra.

Kết quả tính toán liều lượng phơi nhiễm

Liều hấp thụ hàng ngày (CDI) được tính toán ứng với các mức fluoride lớn nhất, trung bình và nhỏ nhất đo được trong mẫu nước của vùng. Tại giá trị nồng độ fluoride là 1 mg/L, ta tính được mức phơi nhiễm an toàn (không gây ảnh hưởng đến sức khỏe). Đồng thời, tính được mức phơi nhiễm tối ưu, sử dụng nồng độ tối ưu 0,7 và 1,2

mg/L theo đánh giá của WHO. Bảng 2 thể hiện người dân ở 3 nhóm tuổi khác nhau. kết quả tính toán liều lượng phơi nhiễm của 220

Bảng 2. Liều hấp thụ ở các nhóm tuổi khác nhau

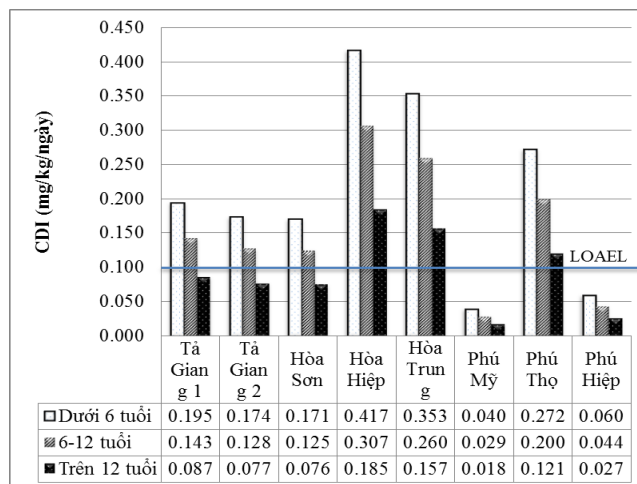
	CDI (<6tuổi) (mg/kg/ngày)	CDI (6-12 tuổi) (mg/kg/ngày)	CDI (>12 tuổi) (mg/kg/ngày)
$C_{min} = 0,31$ mg/L	0,029	0,022	0,012
$C_{max} = 7,69$ mg/L	0,721	0,530	0,320
$C_{TB} = 2,66$ mg/L	0,249	0,183	0,111
$C = 1$ mg/L	0,094	0,069	0,042
$C = 0,7$ mg/L	0,066	0,048	0,029
$C = 1,2$ mg/L	0,113	0,083	0,05

So sánh kết quả nhận được với liều lượng thấp nhất có thể gây fluorosis răng và xương (LOAEL) là 0,1 mg/kg/ngày (WHO, 1984) thì nhận thấy liều hấp thụ trung bình của người dân hàng ngày đều cao hơn giá trị LOAEL theo khuyến cáo của WHO và vượt quá mức an toàn (tại nồng độ 1 mg/L) là 2,6 lần.

Liều hấp thụ cực đại có thể phơi nhiễm đối với người dân ứng tính được là 0,721 mg/kg/ngày ở nhóm dưới 6 tuổi và thấp nhất là 0,320 mg/kg/ngày ở nhóm người trên 12 tuổi. So sánh giá trị liều hấp thụ cực đại với LOAEL cho thấy rủi ro phơi nhiễm với fluoride mà người dân có thể mắc phải là rất cao. Trong đó, cao nhất là nhóm trẻ em dưới 6 tuổi (cao hơn giá trị LOAEL khoảng 7 lần), nhóm 6 đến 12 tuổi có khả năng

phơi nhiễm với fluoride cao hơn mức khuyến cáo khoảng 5 lần và nhóm người trưởng thành là hơn 3 lần.

Hình 7 biểu diễn liều lượng hấp thụ fluoride xét riêng từng thôn thể hiện rõ chỉ có 2 thôn Phú Mỹ và Phú Hiệp thuộc xã Tây Phú có liều hấp thụ trung bình ở cả 3 nhóm tuổi đều thấp hơn mức LOAEL. Nổi bật có 3 thôn: Hòa Hiệp, Hòa Trung (xã Bình Tường) và Phú Thọ (xã Tây Phú) liều hấp thụ trung bình khá cao và đều vượt quá ngưỡng LOAEL ở cả 3 nhóm tuổi. Ứng với liều lượng phơi nhiễm đó, kết quả phân tích nồng độ fluoride ở 3 thôn này là cao nhất trong tổng số 8 thôn được khảo sát. Mức phơi nhiễm với fluoride của người dân sống trong vùng này là rất trầm trọng.



Hình 7. CDI trung bình theo từng thôn của 3 nhóm tuổi

Như vậy, 100% người dân ở khu vực nghiên cứu đều chịu phơi nhiễm với fluoride trong nước uống cao hơn rất nhiều lần so với liều lượng tối thiểu để đảm bảo an toàn cho trẻ em là 0,01 mg/kg/ngày và liều lượng phơi nhiễm tối thiểu để đảm bảo an toàn cho nhóm người trưởng thành là 0,05 mg/kg/ngày (ATSDR). Đối với nhóm người

trưởng thành, vì fluoride có thể ngấm vào men răng tốt nhất cho đến 12 tuổi nên với một liều hấp thụ hàng ngày cao (trung bình là 0,111 mg/kg/ngày) nguy cơ fluorosis của người dân trong vùng do phơi nhiễm với fluoride là điều tất yếu.

Bảng 3. Chỉ số nguy hại của 3 nhóm tuổi

	CDI (<6tuổi) (mg/kg/ngày)	CDI (6-12 tuổi) (mg/kg/ngày)	CDI (>12 tuổi) (mg/kg/ngày)
HQ (tại $C_{max} = 7.689$ mg/L)	12,02	8,83	5,53
HQ (tại $C_{TB} = 2.659$ mg/L)	4,115	3,05	1,85

Bảng 3 cho thấy chỉ số nguy hại HQ ở cả 3 nhóm tuổi đều lớn hơn 1, có nghĩa là những tác động bất lợi đến sức khỏe sẽ xảy ra khi phơi nhiễm với fluoride và nguy cơ fluorosis cũng tăng theo chỉ số HQ. Xét theo từng nhóm tuổi thì ở độ tuổi càng nhỏ, nguy cơ fluorosis càng cao.

Như vậy, các kết quả trên cho thấy toàn bộ người dân trong vùng đều có mức liều hấp thụ vượt chuẩn của WHO và ATSDR. Do đó, cần có những giải pháp giúp người dân giảm thiểu phơi nhiễm với fluoride trong nước uống và tránh phơi nhiễm fluoride cho các thế hệ tiếp theo.

KẾT LUẬN

Tình trạng ô nhiễm fluoride trong nước ngầm tại vùng nghiên cứu là ở mức cao, trên diện rộng và đáng báo động với 58% số mẫu có hàm lượng fluoride vượt quá giới hạn cho phép 1,5 mg/L (WHO). Từ kết quả nghiên cứu xác định được những thôn, xóm có hàm lượng fluoride cao đáng

chú ý trong vùng nghiên cứu thôn Hòa Sơn, Hòa Hiệp, Hòa Trung (xã Bình Tường), thôn Phú Thọ (xã Tây Phú) và thôn Tả Giang 1 (xã Tây Giang) đều có nồng độ fluoride trung bình vượt quá giá trị giới hạn tối đa cho phép là 1,5 mg/L của Bộ Y tế (QCVN 01:2009/BYT, QCVN 02:2009/BYT). Mức phơi nhiễm với fluoride của người dân sống trong vùng này là rất trầm trọng. Toàn bộ người dân trong vùng đều có mức liều hấp thụ vượt chuẩn của WHO và ATSDR. Liều lượng phơi nhiễm cực đại là 0,721 mg/kg/ngày ở nhóm trẻ em dưới 6 tuổi, 0,530 mg/kg/ngày cho nhóm tuổi 6 -12 và 0,320 mg/kg/ngày cho nhóm người trưởng thành, ở độ tuổi càng nhỏ thì nguy cơ fluorosis càng cao. Rủi ro sức khỏe do fluorosis đối với người dân huyện Tây Sơn là tất yếu xảy ra. Vì vậy, cần có những nghiên cứu và hướng giải quyết kịp thời nhằm kiểm soát sự lan truyền ô nhiễm và bảo vệ sức khỏe người dân.

The fluoride contamination in groundwater and assessment of fluoride exposure for residents in Tay Son, Binh Dinh

• Phan Nhu Nguyet

• To Thi Hien

University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

This study focuses on determining the concentration of fluoride in groundwater and estimating the fluoride exposure through drinking water of three different age-groups for residents in Tay Son district, Binh Dinh province. A total of 50 well-water samples were collected and 220 people were surveyed by questionnaire from 50 households at 3 communes: Tay Phu, Binh Tuong, Tay Giang of Tay Son district. Results of this study showed that fluoride concentrations in well-water varied from 0.31 mg/L to 7.69 mg/L (mean 2.66 mg/L, SD: 2.18 mg/L) with 70% of the well-water samples above the maximum permissible

limit of 1.5 mg/L (QCVN 09:2008/BTNMT). Groundwater in the studied area is seriously contaminated with fluoride. Exposure of fluoride among three age-groups was calculated according to the guidance of United States Environmental Protection Agency (US EPA). The maximum estimated exposure doses of 0.721 mg/kg/day in the age-group of below 6 year, 0.530 mg/kg/day in the age-group between 6 and 12 years and 0.320 mg/kg/day in the age-group above 12 year exceed the LOAEL value of 0.1 mg/kg/day (WHO, 1984). A health risk due to fluorosis to the people in Tay Son district has become an evidence.

Key words: Fluoride, fluorosis, fluoride exposure groundwater, Binh Dinh

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [2]. G.T. Chae, S.T. Yun, B. Mayer, K.H. Kim, S.Y. Kim, J.S. Kwon, K. Kim, Y.K. Koh, Fluorine geochemistry in bedrock groundwater of South Korea, *Science of The Total Environment*, 385, 272-283 (2007).
- [3]. S. Chouhan, S. Flora, Arsenic and fluoride: two major ground water pollutants. *Indian journal of experimental biology*, 48, 666 (2010).
- [4]. A.J. Felsenfeld, M.A. Roberts, A report of fluorosis in the United States secondary to drinking well water, *JAMA: the journal of the American Medical Association*, 265, 486-488 (1991).
- [5]. K.F. Fung, Z.Q. Zhang, J.W.C. Wong, M.H. Wong, Fluoride contents in tea and soil from tea plantations and the release of fluoride into tea liquor during infusion, *Environmental Pollution*, 104, 197-205 (1999).
- [6]. M. Grimaldo, V.H. Borjaaburto, A.L. Ramirez, M. Ponce, M. Rosas, F. Diazbarriga, Endemic Fluorosis in San-Luis-Potosi, Mexico. 1, Identification of Risk-Factors Associated with Human Exposure to

- Fluoride, *Environmental Research*, 68, 25-30 (1995).
- [7]. Q. Guo, Y. Wang, T. Ma, R. Ma, Geochemical processes controlling the elevated fluoride concentrations in groundwaters of the Taiyuan Basin, Northern China, *Journal of Geochemical Exploration*, 93, 1-12 (2007).
- [8]. B. Handa, Geochemistry and Genesis of Fluoride-Containing Ground Waters in India, *Ground water*, 13, 275-281 (1975).
- [9]. A. Heikens, S. Sumarti, M.V. Bergen, B. Widianarko, L. Fokkert, K.V. Leeuwen, W. Seinen, The impact of the hyperacid Ijen Crater Lake: risks of excess fluoride to human health, *Science of The Total Environment*, 346, 56-69 (2005).
- [10]. K. Kim, G.Y. Jeong, Factors influencing natural occurrence of fluoride-rich groundwaters: a case study in the southeastern part of the Korean Peninsula, *Chemosphere*, 58, 1399-1408 (2005).
- [11]. P. Maithani, R. Gurjar, R. Banerjee, B. Balaji, S. Ramachandran, R. Singh, Anomalous fluoride in groundwater from western part of Sirohi district, Rajasthan and its crippling effects on human health, *Current Science*, 74, 773-777 (1998).
- [12]. K.W.M. Msonda, W.R.L. Masamba, E. Fabiano, A study of fluoride groundwater occurrence in Nathenje, Lilongwe, Malawi, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 32, 1178-1184 (2007).
- [13]. Nguyễn Văn Phước, Nguyễn Việt Cường, Võ Phương Linh, Nghiên cứu xử lý hàm lượng Fluor trong nguồn nước ngầm bị ô nhiễm tại các xã Tây Giang, Bình Trường (huyện Tây Sơn) và Nhơn Tân (huyện An Nhơn) (2007).
- [14]. T. Rafique, S. Naseem, T.H. Usmani, E. Bashir, F.A. Khan, F. A., M.I. Bhanger, Geochemical factors controlling the occurrence of high fluoride groundwater in the Nagar Parkar area, Sindh, Pakistan, *Journal of Hazardous Materials*, 171, 424-430 (2009).
- [15]. C. Reimann, K. Bjorvatn, B. Frengstad, Z. Melaku, R.T. Haimanot, U. Siewers, Drinking water quality in the Ethiopian section of the East African Rift Valley I— data and health aspects, *Science of The Total Environment*, 311, 65-80 (2003).
- [16]. B. Shomar, G. Muller, A. Yahya, S. Askar, R. Sansur, Fluorides in groundwater, soil and infused black tea and the occurrence of dental fluorosis among school children of the Gaza strip, *J Water Health*, 2, 23-35 (2003).
- [17]. G. Viswanathan, A. Jaswanth, S. Gopalakrishnan, S.S. Ilango, G. Aditya, Determining the optimal fluoride concentration in drinking water for fluoride endemic regions in South India, *Science of The Total Environment*, 407, 5298-5307 (2009).
- [18]. G. Viswanathan, A. Jaswanth, S. Gopalakrishnan, S.S. Ilango, Mapping of fluoride endemic areas and assessment of fluoride exposure, *Science of The Total Environment*, 407, 1579-1587 (2009).
- [19]. World Health Organization (WHO), International Standards for Drinking Water, in: 2nd (Ed.), Geneva (1963).
- [20]. World Health Organization (WHO), Environmental Health Criteria 36, *Fluorine and Fluoride*, 77, Geneva, Switzerland (1984).
- [21]. World Health Organization (WHO), Guideline for drinking water quality, Geneva, Switzerland (1984).
- [22]. World Health Organization (WHO), *Environmental Health Criteria 227, Fluorides*, Geneva (2002).