

국내 시판 일부 불소함유치약 사용 시 연령별 어린이 불소섭취량

이경희 · 최충호^{1,2,3} · 홍석진^{1,3}

신흥대학교 치위생과, ¹전남대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실, ²2단계 BK21 사업단, ³치의학연구소

Relationship of the use of some fluoride containing dentifrice on the korean market to children's fluoride intake in different age groups

Kyeong-Hee Lee¹ · Choong-Ho Choi^{1,2,3} · Suk-Jin Hong^{1,3}

Dept. of Dental Hygiene, Shin-heung College University, Uijeongbu 480-701, Korea

¹*Dept. of Preventive and Public Health Dentistry, ²Brain Korea 21 Project, ³Dental Science Research
Institute Chonnam National University School of Dentistry, GwangJu 500-707, Korea*

ABSTRACT

Objectives : The purpose of this study was to examine the amount of daily fluoride intake among children using fluoride-containing dentifrice in an effort to pave the way for the selection of criteria for the development of safe dentifrice for different age groups to make a contribution to children's oral health.

Methods : This study was implemented over approximately six months from May to October 2008 by recruiting subjects, asking their consent, conducting a survey, collecting samples and analyzing the collected data. The subjects in this study were preschool residents in Seoul and Gyeonggi province, who were at the western age of 2 to 5. The amount of fluoride withdrawn from their one-time toothbrushing was measured in two different ways. One was by using HMDS-facilitated modified diffusion method and fluoride ion electrode, and the other was by applying ion chromatography without the diffusion procedure.

Results : The fluoride intake accounted for 46.5 ± 19.1 percent of the amount of fluoride used, and that percentage was statistically significantly different according to age ($p < 0.01$). The one-time fluoride intake from dentifrice per weight(kg) was a mean of 0.009 ± 0.006 mg. As a result of multiplying this amount by daily toothbrushing frequency, the daily fluoride intake from dentifrice per weight(kg) appeared to be 0.023 ± 0.016 mg on average. There was a large difference among the children in that regard, since that ranged from a low of

Received : 7 July 2012, **Revised** : 18 October 2012, **Accepted** : 20 October 2012

Corresponding Author : Suk-Jin Hong, Department of Preventive and Public Health Dentistry, Chonnam National University School of Dentistry, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, GwangJu 500-757, Korea.

Tel: +82-62-530-5828 Fax: +82-62-530-5810 E-mail: sjhong@Chonnam.ac.kr

Copyright©2012 by Journal of Korean Society of Dental Hygiene

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in medium, provided the original work is properly cited.

2 국내 시판 일부 불소함유치약 사용 시 연령별 어린이 불소섭취량

0.003mg to a high of 0.070mg. And age made a statistically significant difference to that($p < 0.01$).

Conclusions : The above-mentioned findings of the study showed that the children's daily fluoride intake from dentifrice per weight was lower than the recommended daily fluoride intake from diets per weight for young children aged 1 to 12(0.05-0.07mg). However, there was a great disparity among the children in that aspect, and they are likely to take more fluoride from other things as well. Therefore it is required to prepare separate criteria for preschool and school-aged children.

key words : fluoride included in dentifrice, fluoride intake, preschool children

색인 : 미취학 아동, 불소섭취량, 불소함유치약

1. 서론

어린이는 출생 후부터 24개월까지의 영아기, 2세에서 6세 미만까지의 유아기, 6~12세 사이의 학동기 등, 크게 3단계로 구분된다¹⁾. 이 시기는 유치가 맹출되어 사용되는 시기로, 유치는 생후 6~7개월부터 맹출이 시작되어 만 6세에서 만 12세에 이르는 약 6년간의 혼합치열기를 거쳐 영구치로 교환된다. 사람의 치아는 타 기관에서 볼 수 없는 특징으로 치아의 교체현상이 있기 때문에 유치는 치아의 3대 기능 이외에도 계승영구치가 맹출하기 위한 자리를 유지하고 정상적인 악골 발육을 돕는 기능을 하고 있다²⁾. 따라서 유치가 적절한 시기까지 건강하게 제 기능을 다하도록 하기 위해서는 맹출하는 시기부터 구강건강을 관리할 필요성이 있다.

유치는 생후 1년간 무기질 침착이 일어나는데 출생 직후부터 불소가 이용되면 최대의 보호작용을 얻을 수 있으며³⁾, 국소 도포 시 법랑질 표면의 치밀도와 치아의 경도가 좋아지고⁴⁾, 영구치 형성과정 중에 전신적으로 불소를 복용하면 치질 내산성 증가를 통해서 치아우식증 예방효과를 나타내는 것으로 알려져 있어 현재 여러 형태로 널리 이용되고 있다^{5,6)}. 특히 불소함유치약을 이용하는 방법은 이를 닦을 때에 치약을 사용하는 습관이 있는 사람들에서는 특별한 노력 없이 불소가 함유된 치약을 구입하기만 하면 실행할 수 있고⁷⁾, 동시에 치면세균막 관리를 할 수 있으므로 실용성이 아주 높다고 할 수 있다. 그러나 불소는 적절히 사용하면 치아우식증의 예방 효과를 나타내는 반면에 오용 시에는 인체에 부작용을 나타낼 수 있다고 보고되고 있다^{8,9)}.

현재 불소 오용으로 인한 부작용에는 치아불소증이 가장 많이 보고되고 있으며, 최근 발생이 증가하는 것으로 보고되고 있어 주의가 필요하다¹⁰⁻¹²⁾. 특히 치아불소증은 상악

중절치 등에서 심각한 심미적 문제를 일으킬 수 있고 영구치 치관 형성시기인 생후 22~26개월 사이에 가장 손상받기 쉬우며, 5세까지는 음용수 내의 불소에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있는 바, 그 사용량에 대한 논의가 계속되고 있다¹⁰⁾.

Beltran과 Szpunar¹³⁾의 연구를 비롯한 여러 연구¹⁴⁻¹⁷⁾에서는 소아에 있어서 섭취된 대부분의 불소는 체내에 흡수되기 때문에 치아불소증을 유발할 수 있다고 보고된 바 있으며, Bentley 등¹⁸⁾은 30개월 된 어린이를 대상으로 불소섭취량을 측정된 연구에서 7세 이하의 어린이가 치약을 사용할 때에는 부모들이 잇솔에 완두콩 크기 정도로 작은 양의 치약을 도포하도록 하고 어린이가 삼키지 않도록 주의해야 한다고 하였다. 또한 Milsom과 Mitropoulos¹¹⁾는 불화된 음료수를 섭취한 어린이가 1세 이전에 불소치약으로 잇솔질을 실시한 경우 치아불소증이 나타났음을 보고하였고, Osuji 등¹²⁾은 북 캘리포니아 지역의 연구에서 2세 이전의 불소치약의 사용은 불화지역과 비불화 지역 모두에서 치아불소증과 관련이 있는 것으로 보고한 바 있다. 따라서 이처럼 영유아에서 치약을 통한 불소섭취비율이 높다는 보고들로 인해 불소함유치약에 의한 불소 과잉섭취량에 대한 주의가 요구되고 있다.

불소함유치약을 6세 미만의 어린이들이 사용하는 경우에는 연하 운동반사가 잘 조절되지 않기 때문에 불소를 삼킬 수 있는 위험성이 존재하며, 특히 3세 미만의 어린이들에게는 반점치 발생의 위험요소가 된다^{13,14)}. 또한 어린이들은 부모들이 구비해 놓은 치약을 아무런 의식 없이 사용하는 경우가 많고, 치약의 맛이 좋으면 의도적으로 삼키는 경우가 종종 있어 국외의 여러 나라에서는 연령에 따라 불소치약의 불소함량과 사용량을 제한하고 그 기준을 명확하게 규정하고 있다¹⁹⁾. 그러나 우리나라의 경우 2008년 홍 등²⁰⁾

의 연구에 의하면 대부분의 국내 시판 어린이 치약이 성인용 치약과 동일한 1,000ppm에 가까운 불소를 함유하고 있는 것으로 나타나 있음에도 불구하고, 제조 판매되고 있는 다양한 치약 중에서 어린이치약에 대한 성분이나 함량에 대한 규정이 제시되어 있는 경우가 미비하고, 그 효과와 안전성뿐만 아니라 불소의 적정 사용량에 대한 국가적 규제나 정책, 시행 등이 아직도 부족한 실정이다.

불소는 적정 농도에서는 분명 효과적인 우식예방 물질임에 틀림없다. 그러나 연령층에 따른 권장 농도를 고려하지 않고 불소를 적용시키는 것은 비가역적인 결과를 야기할 수 있으므로 어린이의 불소 노출 가능성에 대한 연구자료가 제시되어야 한다. 특히 어린이 중에서도 영유아기는 연하능력을 비롯한 연령별 특성이 매우 다름에도 불구하고 구분 없이 성인과 같은 농도인 1,000ppm의 불소함량을 사용하는 것은 위해의 가능성이 있으므로 우리나라 어린이의 잇솔질 시 치약 사용으로 인한 불소 섭취량을 조사 연구하여 치아우식 예방효과를 높임과 동시에 반점치의 발생 가능성을 감소시킬 수 있는 정확한 정보를 제공할 수 있는 기초자료가 마련되어야 할 것으로 생각된다.

이에 본 연구는 어린이를 대상으로 불소함유치약 사용 시 섭취한 일일불소량을 불소이온전극과 이온크로마토그래피를 이용한 2가지 방법으로 측정하여 연령층별 안정적인 불소치약을 개발하는 데 필요한 기준을 제시할 수 있는 참고 자료로 활용함과 동시에 어린이의 치약 사용량에 대한 연령별 기준을 마련할 수 있는 근거 자료를 제공하여 어린이 구강보건향상에 기여하고자 한다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구대상

연구대상은 서울 및 경기도에 거주하는 만 2세~5세의 어린이로 보호자에게 연구에 관한 정보를 제공하여 참가동의를 제출한 총 80명의 남녀 어린이를 선정하였으며, 연구기간은 2008년 5월부터 10월까지로 약 6개월간에 걸쳐 연구대상의 모집 및 동의서 회수, 설문 및 시료의 회수, 자료의 분석이 이루어졌다. 또한 본 연구는 연구의 시작에 앞서 전남대학교 병원 생명의학연구윤리심의위원회로부터 연구에 대한 승인을 받았다.

2.1.1. 연구대상의 일반적인 특성

연구대상의 일반적인 특성을 살펴본 결과, 성별은 남자가 43.7%, 여자가 56.3%로 나타났고, 연령은 만 2세 26.3%, 만 4, 5세 각각 25.0%, 만 3세 23.8% 순으로 나타났다<Table 1>.

2.2. 연구방법

2.2.1. 일회 사용 치약량 측정 및 시료회수

먼저 대상 어린이의 성명, 성별, 생년월일, 일일 잇솔질 횟수 등을 물어 준비한 용지에 기록하도록 한 다음, 어린이의 체중을 측정하고 각 어린이가 사용한 잇솔의 무게를 측정하였다. 시중에서 판매되는 어린이 치약 3개와 성인용 치약 1개를 준비하여 대상 어린이나 보호자에게 4개의 치약 중 사용하고 싶은 치약을 선택하게 하였다. 평상시에 어린이가 스스로 치약을 적용한 경우에는 어린이가 직접 잇솔 위에 치약을 적용토록 하였고, 보호자가 치약을 적용한 경우에는 보호자가 잇솔 위에 치약을 적용토록 하였으

Table 1. The general characteristics of the subjects

		(Unit: N, %)	
	Division	N	%
Gender	male	35	43.7
	female	45	56.3
Age	2 yrs	21	26.3
	3 yrs	19	23.8
	4 yrs	20	25.0
	5 yrs	20	25.0
	Total		80

4 국내 시판 일부 불소함유치약 사용 시 연령별 어린이 불소섭취량

며, 평소 잇솔질을 할 때 잇솔에 짜는 양만큼 치약을 적용하도록 하였다. 잇솔에 치약을 적용하기 전후의 잇솔 무게값을 측정하여 그 차이 값으로 일회 사용 치약량을 산출하였다. 어린이가 직접 잇솔질 하거나 부모나 보호자가 잇솔질을 돕도록 한 후 500ml 용량의 플라스틱 용기에 세구하여 뺀 모든 양치액을 회수한 다음, 사용한 잇솔과 입주위나 손에 묻은 치약을 거즈 등으로 모두 닦아서 같은 용기에 보관하였다. 또한 플라스틱 용기에 모아둔 세구 용액에 증류수를 첨가하여 500ml가 되도록 희석하였다. 연구대상 치약의 불소 구성 성분은 페리오키즈 어린이 치약과 자일리키드 어린이 치약, 2080 성인용 치약의 불소 성분은 일불소인산나트륨(sodium monofluorophosphate, 이하 MFP)이었으며, Oral-B 어린이 치약은 불화나트륨(sodium fluoride, 이하 NaF)였다.

2.2.2. 일회 잇솔질 시 회수된 치약 내 불소량 측정

연구대상의 일회 잇솔질 시 회수된 치약 내 불소량은 Hexamethyldisilazane(이하 HMDS) 확산법으로 확산 과정을 거친 후 불소이온전극을 이용하여 측정하는 방법²¹⁾과 확산 과정 없이 이온 크로마토그래피를 이용한 방법 등¹⁸⁾, 2가지 방법으로 측정하였다.

1) HMDS 확산법을 이용한 불소농도 측정

3N 황산(H₂SO₄) 용액 500ml에 HMDS 용액 10ml를 넣어 혼합한 후 자기막대를 넣어 교반기에서 24시간 동안 혼합하고, 0.05N 수산화나트륨 용액과 0.2N 초산용액을 제조하여 시약을 준비하였다.

냉동실에 보관하였던 시료는 실온에서 해동한 후 자기막대를 넣고 1시간씩 교반(약 300rpm)하여 준비하였고, 플라스틱 페트리디쉬 뚜껑에 번호를 표시한 후 구멍을 뚫고 뚜껑 안쪽 가장자리에 바셀린을 주입하였다.

플라스틱 페트리디쉬 안에 시료 1ml와 증류수 2ml를 주입 후 조심스럽게 혼합하고, 0.05 N 수산화나트륨(NaOH) 용액을 50 μ l를 취한 다음 플라스틱 페트리디쉬 뚜껑 중앙에 5~6개의 방울로 나누어 주입 후 뚜껑을 덮었다.

페트리디쉬 뚜껑에 뚫려 있는 구멍으로 3N 황산(H₂SO₄) 용액과 혼합된 HMDS 용액 2ml를 넣고 바셀린으로 구멍을 막아 완전히 밀봉한 후, 플라스틱 페트리디쉬

를 서서히 잘 흔들어 세치액과 혼합되게 한 후 24시간 동안 상온에서 확산시켰다.

24시간 후 뚜껑을 열고, 뚜껑 안의 수산화나트륨 방울이 마를 때까지 공기 중에서 2~3시간 동안 방치한 후, 방울이 완전히 마르면 0.2N 초산용액 25 μ l와 증류수 75 μ l를 첨가하여 총 부피가 100 μ l가 되게 하고 뚜껑에 압착되어 있는 수산화나트륨 방울을 뚜껑 중앙으로 모은 다음 1:1 비율이 되도록 TISAB II 용액을 100 μ l 첨가하여 혼합하였다.

불소농도는 불소이온전극(Orion Ionplus Fluoride Electrode 9609, Orion Research, USA)을 이용하여 밀리볼트로 측정하고, 표준용액의 밀리볼트와 비교하여 계산하였다. 확산표준곡선(diffused standard curve)은 0.1, 1, 10, 20, 50, 100ppm의 표준불소용액을 사용하였으며 각 치약에 대해 3회씩 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

실험에 사용된 네 개의 치약과 회수된 치약 내의 불소량 모두 이와 같은 방법으로 측정하였다.

2) 이온 크로마토그래피를 이용한 불소농도 측정

냉동실에 보관하였던 시료를 해동하고 자기막대를 넣어 1시간씩 교반한 후, 0.2 μ l syringe filter(DISMIC-25CS, Toyo Roshi Kaisha, Japan)로 여과시켰다. 시료를 0.5ml plastic vial에 주입한 다음 filter cap을 insert tool의 양쪽 방향을 사용하여 두 번 눌러서 최종적으로 삽입시켰다. 시료를 주입한 plastic vial을 카세트에 넣고 automated sampler에 장착한 다음 불소농도를 이온 크로마토그래피(DX-500 ion chromatography system, Dionex, U.S.A)를 이용하여 0.1, 1, 3, 5, 10ppm 농도의 표준용액의 검량선을 작성한 후, 각 시료에 대해 3회씩 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

2.2.3. 일회 잇솔질 시 1kg당 불소 섭취량 산출

일회 사용 치약 내 불소량은 일회 사용 치약량에 각 치약 내 불소농도를 곱하여 산출하였고, 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량은 일회 사용 치약 내 불소량에서 일회 잇솔질 시 회수된 치약 불소량을 차감하여 산출하였다. 또한 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 몸무게 1kg당 불소섭취량은 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량을

Table 2. Actual State of toothbrushing

(Unit: N, %)

	Division	N	%
Daily toothbrushing frequency	1 time	1	1,3
	2 times	44	55,0
	3 times	34	42,5
	4 times	1	1,3
Daily toothbrushing time	1 minute	37	46,3
	2 minutes	34	42,5
	3 minutes	9	11,3
The subjects who determined the amount of dentifrice	children	18	22,5
	guardian(parents & fosterer)	58	72,5
	both	4	5,0
The subjects who toothbrushing	children	24	30,0
	guardian(parents & fosterer)	44	55,0
	both	12	15,0
Total		80	100,0

Table 3. Actual State of toothbrushing by age

(Unit: N, %)

	Division	Children	Guardian	Both	Total	p
The subject who determined the amount of dentifrice	2 yrs	0(0.0)	21(100.0)	0(0.0)	21(100.0)	0,000**
	3 yrs	1(5.3)	18(94.7)	0(0.0)	19(100.0)	
	4 yrs	5(25.0)	12(60.0)	3(15.0)	20(100.0)	
	5 yrs	12(60.0)	7(35.0)	1(5.0)	20(100.0)	
Total		18(22,5)	58(72,5)	4(5,0)	80(100,0)	
The subject who toothbrushing	2 yrs	0(0.0)	21(100.0)	0(0.0)	21(100.0)	0,000**
	3 yrs	1(5.3)	15(78.9)	3(15.8)	19(100.0)	
	4 yrs	9(45.0)	6(30.0)	5(25.0)	20(100.0)	
	5 yrs	14(70.0)	2(10.0)	4(20.0)	20(100.0)	
Total		24(30.0)	44(55.0)	12(15.0)	80(100.0)	

** : p<0,01, by Fisher's exact test

어린이의 몸무게로 나누어 산출하였고, 일일 잇솔질 시 치약으로 인한 몸무게 1kg당 불소섭취량은 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 몸무게 1kg당 불소섭취량에 각 어린이의 일일 잇솔질 횟수를 곱하여 산출하였다. 이때 어린이의 일일 잇솔질 횟수는 보호자로부터 얻은 설문 결과를 이용하였다.

2.3. 통계분석

통계분석은 SPSS 프로그램(SPSS 12.0)을 사용하였다. 연구대상자의 일반적인 특성과 잇솔질 실태를 알아보기 위해 빈도와 백분율을 산출하였고, 연령집단별 잇솔질 실태에 관한 유의성을 분석하기 위하여 χ^2 test 후 Fisher's exact test를 실시하였다. 또한 연령집단별 치약사용 및 불소섭취량에 관한 유의성과 잇솔질 주체 및 치약계량주체, 양치횟수, 사용치약별 불소섭취량에 관한 유의성을 분석하기 위해 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였

고, 사후검정은 0.05 유의수준으로 Tukey's 다중비교법 (multiple range test)을 시행하였으며, 일회 잇솔질 시 사용한 치약의 불소량과 불소섭취량과의 상관관계를 확인하기 위하여 피어슨의 상관분석(Pearson's correlation coefficient analysis)을 실시하였다.

3. 연구결과

3.1. 잇솔질 실태

연구대상의 잇솔질 실태를 살펴본 결과, 일일 잇솔질 횟수는 2회가 55.0%로 가장 많았고, 다음으로 3회 42.5%, 1회 및 4회 이상이 각각 1.3%로 나타났으며, 1회 잇솔질 시간은 1분이 46.3%, 2분이 42.5%, 3분이 11.3%로 나타났

6 국내 시판 일부 불소함유치약 사용 시 연령별 어린이 불소섭취량

다. 치약계량은 보호자가 하는 것으로 응답한 경우가 72.5%로 가장 많았고, 다음으로 어린이 스스로 하는 것으로 응답한 경우가 22.5%, 경우에 따라 다르다고 응답한 경우가 5.0%로 나타났으며, 잇솔질은 보호자가 어린이와 함께 하는 것으로 응답한 경우가 55.0%로 가장 많았고, 다음으로 어린이 스스로 하는 것으로 응답한 경우가 30.0%, 경우에 따라 다르다고 응답한 경우가 15.0%로 나타났다<Table 2>.

3.1.1. 연령에 따른 잇솔질 실태

연령에 따른 잇솔질 실태를 살펴본 결과는 다음과 같다<Table 3>.

치약계량과 잇솔질 모두에서 연령이 낮을수록 보호자가 치약을 계량하거나 잇솔질을 함께 하는 경우가 많았고, 연령이 증가할수록 어린이 스스로 치약을 계량하거나 잇솔질을 하는 경우가 많았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

3.1.2. 실험 참여 시의 잇솔질 관련 실태

연구대상의 실험 참여 시의 잇솔질 관련 실태를 살펴본 결과, 1일 양치횟수는 3회가 43.8%로 가장 많았고, 4회 20.0%, 2회 16.2%, 5회 이상 11.2% 순으로 나타났다. 치약 계량은 부모가 한 경우와 양육인이 한 경우가 각각 38.8%였고, 어린이 스스로 한 경우가 22.5%로 나타났으며, 잇솔질은 양육인이 어린이와 함께 한 경우가 38.8%로 가장 많았고, 부모가 어린이와 함께 한 경우가 31.3%, 어린이 스스로 한 경우가 30.0%로 나타났다<Table 4>.

3.2. 연구대상 치약의 불소농도

HMDS 확산법을 이용하여 연구대상 치약의 불소농도를 구한 결과, 그 측정값은 페리오키즈 어린이 치약이 1,110ppm으로 가장 높았고, 다음으로 2080 성인용 치약이 1,030ppm, 자일리키드 어린이치약 970ppm, Oral-B 어린이치약 500ppm 순이었다<Table 5>.

Table 4. Actual State of toothbrushing when participate in experiment (Unit: N, %)

Division		N	%
Mouthrinsing frequency	0-1 times	7	8.8
	2 times	13	16.2
	3 times	35	43.8
	4 times	16	20.0
	more than 5 times	9	11.2
The subjects who determined the amount of dentifrice	children	18	22.5
	parents	31	38.8
	fosterer	31	38.8
The subjects who toothbrushing	children	24	30.0
	parents	25	31.3
	fosterer	31	38.8
Total		80	100.0

Table 5. Fluoride concentration of the subject dentifrice (unit: ppm)

Subject dentifrice	Brand name	fluoride concentration
For children	Periokids	1,110
	Xylikid	970
	Oral-B	500
For adult	2080	1,030

3.3. 일회 잇솔질 시 사용 치약량 및 일회 잇솔질 시 사용 치약 내 불소량

연구대상의 일회 잇솔질 시 사용 치약량을 조사한 결과, 평균 370±180mg으로 나타났으며, 개인별로는 130~1,050mg으로 많은 편차를 보였다. 연령별로는 만 5세가 430±220mg으로 가장 많았고, 다음으로 만 3세 390±120mg, 만 4세 370±150mg 순으로 나타났으나, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(p>0.05).

연구대상의 일회 잇솔질 시 사용 치약량에 연구 대상치약의 불소농도를 곱하여 일회 잇솔질 시 사용 치약 내 불소량을 산출한 결과, 일회 잇솔질 시 사용 치약 내 불소량은 평균 0.387±0.255mg으로 나타났으며, 연령별로는 만 5세가 0.545±0.287mg으로 가장 많았고, 다음으로 만 4세 0.479±0.232mg, 만 3세 0.331±0.193mg 순으로 나타났으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다

(p<0.01). 또한 사후분석 결과, 만 2세는 만 4세와 5세간에 유의한 차이를 보였고, 만 3세는 만 5세와 유의한 차이를 보였다(Table 6).

3.4. 일회 잇솔질 시 회수된 치약 내 불소량

HMDS 확산법으로 불소이온전극을 이용하여 일회 잇솔질 시 회수된 치약 내 불소량을 측정된 결과, 평균 0.193±0.127mg으로 나타났으며, 연령별로는 만 5세가 0.272±0.143mg으로 가장 많았고, 다음으로 만 4세 0.239±0.116mg, 만 3세 0.165±0.096mg 순으로 나타났으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01). 또한 사후분석 결과, 만 2세는 만 4세와 5세간에 유의한 차이가 보였고, 만 3세는 만 5세와 유의한 차이를 보였다.

이온 크로마토그래피를 이용하여 측정된 결과, 일회 잇솔질 시 회수된 치약 내 불소량은 평균 0.124±0.079mg으로 나타났으며, 연령별로는 만 4세가 0.174±0.097mg으로 가장 많았고, 다음으로 만 5세 0.149±0.080mg, 만 3

Table 6. Amount of dentifrice the subjects used per toothbrushing and amount of fluoride included in dentifrice for one-time toothbrushing (unit: mg)

Age	N	Amount of dentifrice used		p	Amount of fluoride included in dentifrice	
		(Mean±SD)	Range		(Mean±SD)	p
2 yrs	21	360±110	150-660	0.420	0.197±0.135 ^a	0.000 ^{**}
3 yrs	19	390±120	180-650		0.331±0.193 ^{ab}	
4 yrs	20	370±150	130-720		0.479±0.232 ^{bc}	
5 yrs	20	430±220	230-1,050		0.545±0.287 ^c	
Total	80	370±180	130-1,050		0.387±0.255	

** : p<0.01, by one-way ANOVA

^{a,b,c}: by Tukey's multiple range test, values with same superscript letter are not statistically significant at $\alpha = 0.05$.

Table 7. Amount of fluoride withdrawn from dentifrice for one-time toothbrushing (unit : mg)

Age	N	Amount of fluoride withdrawn from dentifrice	
		HMDS method (Mean±SD)	Ion chromatography (Mean±SD)
2 yrs	21	0.098±0.067 ^a	0.069±0.039 ^a
3 yrs	19	0.165±0.096 ^{ab}	0.104±0.043 ^{ab}
4 yrs	20	0.239±0.116 ^{bc}	0.174±0.097 ^{bc}
5 yrs	20	0.272±0.143 ^c	0.149±0.080 ^c
Total	80	0.193±0.127	0.124±0.079

** : p<0.01, by one-way ANOVA

^{a,b,c}: by Tukey's multiple range test, values with same superscript letter are not statistically significant at $\alpha = 0.05$.

8 국내 시판 일부 불소함유치약 사용 시 연령별 어린이 불소섭취량

Table 8. Fluoride intake from dentifrice for one-time toothbrushing and relative ratio of fluoride intake to amount of fluoride used (unit: mg, %)

Age	N	Fluoride intake from dentifrice (mg) (Mean±SD)	p	Relative ratio of fluoride intake (%) (Mean±SD)	p
2 yrs	21	0.161±0.085	0.521	62.6±18.2 ^a	0.000 ^{**}
3 yrs	19	0.168±0.077		50.9±16.3 ^a	
4 yrs	20	0.129±0.083		35.0±9.6 ^b	
5 yrs	20	0.181±0.176		36.8±17.1 ^b	
Total	80	0.160±0.112		46.5±19.1	

** : p<0.01, by one-way ANOVA

^{a,b,c}: by Tukey's multiple range test, values with same superscript letter are not statistically significant at α =0.05.

Table 9. Fluoride intake from dentifrice per weight(kg) (unit : mg)

Age	N	One-time (Mean±SD)	p	One-day		p
				(Mean±SD)	(Range)	
2 yrs	21	0.010±0.006	0.202	0.030±0.017 ^a	0.006-0.062	0.002 ^{**}
3 yrs	19	0.011±0.005		0.027±0.014 ^{ab}	0.004-0.056	
4 yrs	20	0.007±0.005		0.015±0.009 ^{bc}	0.005-0.038	
5 yrs	20	0.008±0.008		0.018±0.016 ^c	0.003-0.070	
Total	80	0.009±0.006		0.023±0.016	0.003-0.070	

** : p<0.01, by one-way ANOVA

^{a,b,c}: by Tukey's multiple range test, values with same superscript letter are not statistically significant at α =0.05.

세 0.104±0.043mg 순으로 나타났으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01). 또한 사후분석 결과, 만 2세는 만 4세와 5세간에 유의한 차이가 보였고, 만 3세는 만 5세와 유의한 차이를 보였다(Table 7).

3.5. 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량 및 사용불소량 대비 불소섭취량의 상대비율

HMDS 확산법을 이용하여 연구대상의 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량을 산출한 결과, 평균 0.160±0.112mg으로 나타났고, 연령별로는 만 5세가 0.181±0.176mg으로 가장 많았고, 다음으로 만 3세 0.168±0.077mg, 만 2세 0.161±0.085mg 순으로 나타났으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(p>0.05).

연구대상의 일회 잇솔질 시 사용불소량 대비 불소섭취량의 상대비율을 산출한 결과, 평균 46.5±19.1%로 나타났고, 연령별로는 만 2세가 62.6±18.2%로 가장 높았고, 다

음으로 만 3세 50.9±16.3%, 만 5세 36.8±17.1% 순으로 나타났으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01). 또한 사후분석 결과, 만 2세는 만 4세와 5세간에 유의한 차이가 보였고, 만 3세 역시 만 4세와 5세간에 유의한 차이를 보였다(Table 8).

3.6. 잇솔질 시 체중 1kg당 불소섭취량

일회 잇솔질 시 체중 1kg당 치약으로 인한 불소섭취량을 산출한 결과, 평균 0.009±0.006mg으로 나타났고, 연령별로는 만 3세가 0.011±0.005mg으로 가장 높았고, 다음으로 만 2세 0.010±0.006mg, 만 5세 0.008±0.008mg 순으로 나타났으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(p>0.05).

일일 잇솔질 시 체중 1kg당 치약으로 인한 불소섭취량을 산출한 결과, 평균 0.023±0.016mg으로 나타났고, 개인별로는 0.003~0.070mg으로 많은 편차를 보였다. 연령별로는 만 2세가 0.030±0.017mg으로 가장 높았고, 다음으로

Table 10. Correlation between amount of dentifrice and fluoride intake from dentifrice for one-time toothbrushing

Division	Amount of dentifrice the subjects used for one-time toothbrushing	Fluoride intake
Amount of dentifrice the subjects used for one-time toothbrushing	1,000	0,759**
Fluoride intake	0,759**	1,000

** : p<0,01, by Pearson's correlation coefficient analysis

만 3세 $0,027 \pm 0,014$ mg, 만 5세 $0,018 \pm 0,016$ mg 순으로 나타났으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0,01$). 또한 사후분석 결과, 만 2세는 만 4세와 5세간에 유의한 차이가 보였고, 만 3세는 만 5세간에 유의한 차이를 보였다<Table 9>.

3.7. 일회 잇솔질 시 사용 치약량과 불소섭취량과의 상관관계

일회 잇솔질 시 사용 치약량과 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량 간에는 비교적 높은 상관관계($r=0,759$)를 확인할 수 있었다<Table 10>.

3.8. 치약계량 주체에 따른 일회 잇솔질 시 사용 치약량과 불소섭취량

치약계량 주체에 따른 일회 잇솔질 시 사용 치약량을 살펴본 결과는 다음과 같다<Table 11>.

어린이가 혼자서 치약을 계량한 경우가 평균 440 ± 210 mg으로 가장 많았고, 다음으로 양육인이 치약을 계량한 경우가 390 ± 90 mg, 부모가 치약을 계량한 경우가 평균 360 ± 180 mg 순으로 나타났으나, 치약 계량 주체에 따라서 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 ($p > 0,05$).

불소섭취량 역시 어린이가 혼자서 치약을 계량한 경우가 $0,187 \pm 0,188$ mg으로 가장 많았고, 다음으로 양육인이 치약을 계량한 경우가 $0,176 \pm 0,069$ mg, 부모가 치약을 계량한 경우가 평균 $0,128 \pm 0,083$ mg으로 나타났으나, 치약 계

Table 11. One-time amount of dentifrice used and fluoride intake by the subjects who determined amount of dentifrice (unit: mg)

Division	N	Amount of dentifrice used (Mean±SD)	p	Fluoride intake (Mean±SD)	p
Children	18	440 ± 210		$0,187 \pm 0,188$	
Parents	31	360 ± 180	0,266	$0,128 \pm 0,083$	0,127
Fosterer	31	390 ± 90		$0,176 \pm 0,069$	
Total	80	390 ± 160		$0,160 \pm 0,112$	

Table 12. Fluoride intake who toothbrushing by the subjects (unit: mg)

Division	N	Mean±SD	p
Children	24	$0,188 \pm 0,172^a$	
Parents	25	$0,113 \pm 0,063^b$	0,039*
Fosterer	31	$0,176 \pm 0,070^{ab}$	
Total	80	$0,160 \pm 0,113$	

* : p<0,05, by one-way ANOVA

^{a,b,c}: by Tukey's multiple range test, values with same superscript letter are not statistically significant at $\alpha = 0,05$.

Table 13. Amount of fluoride intake by mouthrinsing frequency (unit: mg)

Mouthrinsing frequency	N	Amount of fluoride intake (Mean±SD)	p
0~1 time	7	0.147±0.063	0.685
2 times	13	0.193±0.191	
3 times	36	0.157±0.103	
4 times	15	0.132±0.077	
More than 5 times	9	0.178±0.082	
Total	80	0.160±0.113	

량 주체에 따라서 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(p>0.05).

3.9. 잇솔질 주체에 따른 불소섭취량

잇솔질 주체에 따른 불소섭취량을 살펴본 결과, 어린이가 혼자서 잇솔질을 한 경우가 평균 0.188±0.172mg으로 가장 많았고, 다음으로 양육인이 어린이와 잇솔질을 함께 한 경우가 0.176±0.070mg, 부모가 어린이와 함께 한 경우가 0.113±0.063mg으로 나타났으며, 잇솔질 주체에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 또한 사후 분석 결과, 어린이와 부모 간에는 유의한 차이를 보였고 어린이와 보호자 및 부모와 보호자 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 12).

3.10. 세구 횟수에 따른 불소섭취량

세구 횟수에 따른 불소섭취량을 살펴본 결과는 다음과 같다(Table 13).

2회가 평균 0.193±0.191mg으로 가장 많았고, 다음으로 5회 이상이 0.178±0.082mg, 3회가 0.157±0.103mg 순으로 나타났으나, 양치횟수에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(p>0.05).

4. 총괄 및 고안

영유아기는 인간의 발달단계 중 가장 많은 변화가 일어나는 기간으로 신체적, 정신적, 사회적 발달 등 인간발달의 행동이 가장 현저하게 변화하는 시기이다. 이 시기는 수많은 건강 문제에 대한 결정적인 시기를 내포하고 있기 때문

에, 이 시기의 건강은 일생의 건강에 지대한 영향을 미치게 된다²²⁾. Urbano²³⁾는 영유아기에는 중요하게 다뤄져야 할 건강 문제로 전염병의 예방, 구강 건강, 적절한 운동, 안전, 균형 잡힌 영양 등을 지적하였는데, 무엇보다도 이 시기는 수유와 이유 등의 섭식 문제와 어린이의 성장과 발달을 위한 영양공급을 위해서 구강건강관리가 중요하며, 어린이의 자발적이고 효과적인 구강건강관리를 기대하기 어렵기 때문에 부모나 양육인 등의 역할이 중요한 시기라고 할 수 있다.

어린이의 구강건강관리 방법으로서 가장 보편적인 것은 잇솔질로, 잇솔질 시에는 치약을 사용하게 되며, 현재 시판되고 있는 대부분의 치약은 불소함유치약이라고 알려져 있다²⁰⁾. 치약에 불소를 첨가하면 치약에 함유된 불소성분이 치아표면에 도포되어 치아우식증을 예방하며, 불소함유치약의 치아우식 예방효과는 약 15~30%라고 보고되어 있다³⁾. 그러나 불소함유치약은 치아우식증의 예방과 함께 치아불소증을 야기할 수 있으며, 치아불소증의 증가는 불소가 함유된 치약의 부적절한 사용과 관련이 깊은 것으로 보고되고 있다¹³⁻¹⁷⁾. 이에 본 연구에서는 영유아의 어린이를 대상으로 치약 사용 실태와 불소함유치약 사용 시 섭취한 일일불소량을 측정해 보고자 하였다.

치약계량은 부모나 양육인 등 보호자가 해주는 것으로 응답한 경우가 72.5%로 나타났고, 잇솔질은 보호자가 어린이와 함께 하는 것으로 응답한 경우가 55.0%로 나타났으며, 연령이 증가할수록 어린이 스스로 치약을 계량하거나 잇솔질을 하는 경우가 많은 것으로 나타났다(p<0.01). 이 결과 영유아기 어린이의 잇솔질 시, 보호자는 잇솔질보다는 치약계량을 돕는 경향이 많은 것을 알 수 있었고, 대부분의 어린이 스스로가 치약을 적용시키지 못하고 부모들이

치약을 적용시켜 주는 경우가 많은 것으로 나타나 향후 어린이들의 잇솔질 교습 시에는 부모나 양육인 등의 보호자들이 동행할 수 있도록 하고 적절한 양의 치약을 적용시킬 수 있는 교육이 필요하다고 생각되었다. 치약계량 주체에 따른 불소섭취량은 어린이가 혼자서 치약을 계량한 경우가 평균 $0.187 \pm 0.188\text{mg}$ 으로 가장 높은 경향을 보여 영유아 어린이의 경우에는 치약 적용 시 보호자의 도움이나 지도가 필요할 것으로 생각되며, 양육인이 치약을 계량한 경우도 평균 $0.176 \pm 0.069\text{mg}$ 으로 어린이와 유사한 치약사용량을 보임에 따라 양육인을 대상으로 한 교육프로그램이 마련되어야 할 것으로 생각된다. 또한 잇솔질 주체에 따른 불소섭취량도 치약 계량 시와 마찬가지로 어린이가 혼자서 잇솔질을 한 경우가 평균 $0.188 \pm 0.172\text{mg}$ 으로 가장 많았고, 다음으로 양육인이 어린이와 잇솔질을 함께 한 경우가 $0.176 \pm 0.070\text{mg}$ 으로 나타나($p < 0.05$), 영유아의 잇솔질 시에도 부모의 지도나 도움이 필요하다고 생각되며, 어머니들의 경제활동이 증가함에 따라 영유아의 구강위생관리가 조부모나 보육시설 종사자들에게 맡겨지는 비율이 늘어나는 현실에서²⁴), 영유아의 구강위생관리를 위한 양육인의 체계적인 교육이 불가피하다고 생각된다.

Levy 등²⁵)은 2.5세 이하 어린이의 5%, 2.5~4세 어린이의 32%만이 잇솔질 후 양치를 하고, 어린이 중 27%는 양치를 하였으나 양치하는 물을 전부 또는 거의 삼켰다고 보고하였다. 또한 몇몇 소아 치과의사들은 부모들이 자녀들의 잇솔질 지도 시 치약의 양을 아주 소량으로 쓰도록 하며, 가능하다면 잇솔질 후 양치횟수를 증가시켜 많은 양의 치약이 구강 밖으로 나오도록 주지시켜야만 한다고 주장하였다²⁶). 그러나 본 연구 결과 양치횟수는 3회 이상이 75.0%로 양치횟수는 비교적 높게 나타났으나 양치횟수에 따른 불소섭취량은 관련성이 적은 것으로 나타나($p > 0.05$), 어린이의 불소섭취량에는 양치횟수보다는 사용하는 치약량과 양치의 방법이 더욱 영향을 미치는 것으로 유추할 수 있었고, 어린이와 보호자의 잇솔질 교육 시에는 어린이가 치약을 삼키지 않도록 양치 방법에 대한 교육이 시행되어야 할 것으로 생각된다.

연구대상의 일회 잇솔질 시 사용 치약량은 평균은 $370 \pm 180\text{mg}$ 으로 이 결과는 권장되고 있는 치약사용량²⁷)인 250~500mg의 범위에 해당되었으나, 개인별 편차가

130~1,050mg으로 나타나 주의가 필요한 것으로 생각되었다. 또한 이는 Bentley 등¹⁸)의 $360 \pm 210\text{mg}$ 과 개인별 편차 90~1,000mg과 매우 유사하게 나타났다. 이와 관련하여 Moraes 등²⁸)은 어리고 약한 연령에서는 치약의 양을 완두콩 크기보다 작게 잇솔에 짤 수 있도록 해야 한다고 하였으며, 전 등²⁹)은 영유아의 경우에는 부모가 치약사용량과 잇솔질에 대한 지도를 반드시 할 수 있도록 교육할 필요가 있다고 제안한 바 있다. 또한 본 연구결과 일회 잇솔질 시 사용 치약량과 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량 간에는 비교적 높은 상관관계가 확인되었고($r=0.759$), 영유아의 치약사용량이 비교적 높은 것으로 나타났다. 무엇보다도 개인별 편차가 크게 나타나 어린이의 치약사용량에 대한 제한과 이에 대한 교육이 필요하다고 생각된다. 최근 치약을 짜는 방법에 대한 연구가 활발한 가운데, Villena²⁷)는 치약을 가로로 짜는 방법을 엄마와 어린이 모두에게 교육한 경우 치약 사용량이 기존 방법과 완두콩 사이즈로 짜는 방법보다 가장 적게 나타나 이 방법을 권장한다고 하였다. 따라서 부모나 양육인들에게 적절한 치약 적용방법을 교육한다면 어린이의 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

일회 잇솔질 시 사용 치약 내 불소량을 산출하기 위하여 이번 연구에 사용된 네 개의 치약으로부터 불소농도를 구한 결과, 그 측정값은 각각 1,110ppm, 970ppm, 500ppm, 1,030ppm(2080 성인용치약)이었다. Murray³⁰)의 불소가 함유된 치약이 우식예방효과를 나타내기 위해서는 불소농도가 약 1,000ppm이어야 한다는 보고로 인해 대부분의 치약은 1,000ppm 기준으로 불화물을 첨가하고 있다. 또한 임상 실험에서는 불소가 500ppm 함유된 치약에 비해 1,000~2,500ppm의 불소가 함유된 치약이 치아우식을 6% 더 감소시키는 것으로 보고된 바 있다^{31,32}). 그러나 높은 농도의 불소함유 치약은 재발성 치아우식증을 보다 더 보호할 수 있지만 그만큼 불소중독증의 위험성이 증가한다고 알려져 있기 때문에 우식위험도가 낮은 어린이들은 숙고하여 사용해야 한다. 따라서 어린이의 우식위험도를 판단하여 불소중독증이 발생되지 않는 범위 내에서 치약의 불소농도를 구분하여 사용할 수 있도록 해야 할 것으로 생각된다. 그리고 소비자가 자신의 어린이의 상태에 적합한 치약을 선택할 수 있도록 국산 치약 제조회사에서 이에 관심을

가져서 치약 내 불소농도 및 주의사항을 자세히 표시해주는 것이 필요하다고 여겨진다.

본 연구에서는 회수된 치약 내 불소량을 2가지 방법에 의해 측정하였다. 첫 번째 방법은 불소이온전극을 사용하는 방법으로 불소이온전극은 농도 자체보다는 이온의 활성도에 반응을 하므로 적정 pH로 완충이 필요하며, 전극의 민감도 한계가 10~6M로서 이것보다 더 낮은 농도의 시료를 측정 시 불소를 농축 확산시키는 것이 필요하다. 이 확산법을 이용하면 시료의 단백질이나 알루미늄 이온 등에 의한 간섭을 피할 수 있기 때문에 불소이온전극을 이용하여 불소농도를 측정하는 경우에는 일반적으로 불소의 확산 과정을 거치게 된다³³⁾. 따라서 본 연구에서는 1968년 Taves³⁴⁾에 의해 고안된 HMDS 확산법을 이용하여 불소를 측정하였다. 이때 HMDS는 확산속도를 가속화시키는 역할을 하여 상온에서 1시간 이내에 97% 이상의 불소가 회수될 수 있게 하며, 이 방법은 짧은 시간에 많은 표본을 만들 수 있고 높은 온도나 불소와 반응하는 유리 용기가 필요하지 않다는 장점이 있다. 이 방법을 이용하여 일회 잇솔질 시 회수된 치약 내 불소량을 측정한 결과, 평균 $0.193 \pm 0.127\text{mg}$ 으로 나타났으며, 연령별로는 만 5세가 $0.272 \pm 0.143\text{mg}$ 으로 가장 많았고, 연령이 많을수록 회수된 치약 내 불소량도 많은 것으로 나타났다($p < 0.01$). 잇솔질 시 회수된 치약 내 불소량은 어린이의 잇솔질 후 뱉어낸 치약량과 치약 내 불소농도를 곱하여 산출한 바 치약 내 불소함유량과 어린이의 연하능력에 의해 결정되는 데, 본 연구 결과 연령이 많을수록 회수된 치약 내 불소량도 많은 것으로 나타나 나이가 어릴수록 연하조절이 잘 이루어지지 않아 치약을 많이 삼키게 된다는 기존의 보고를 뒷받침할 수 있었다³⁵⁾. 다음 방법으로는 확산 과정 없이 이온 크로마토그래피를 이용하여 측정하였는데, 이 방법으로 불소농도를 측정한 결과, 치약 내 함유된 불소성분이 NaF인 경우에는 농도가 매우 높게 측정되었으나, MFP인 경우에는 농도가 매우 낮게 측정되었다. 이 결과로 미루어 보아 이온 크로마토그래피는 이온 상태의 불소와 반응하여 함유 성분이 NaF인 경우에는 이온 분리가 잘 되기 때문에 농도가 높게 측정되고 MFP는 이온분리가 잘 되지 않기 때문에 매우 낮게 측정된 것으로 추정할 수 있었으며, 향후 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

연구대상의 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량을 산출한 결과, 평균 $0.160 \pm 0.112\text{mg}$ 으로 나타났고, 체중 1kg당 치약으로 인한 불소섭취량은 평균 $0.009 \pm 0.006\text{mg}$ 으로 나타났다. 연구대상의 일일 잇솔질 횟수는 2회가 55.0%로 가장 많았고, 다음으로 3회 42.5%로 2~3회가 대부분을 차지하였는데, 그 결과 일일 잇솔질 시 체중 1kg당 치약으로 인한 불소섭취량은 평균 $0.023 \pm 0.016\text{mg}$ 으로 나타났고, 개인별로는 0.003~0.070mg으로 많은 편차를 보였으며, 연령이 낮을수록 불소섭취량이 많은 것으로 나타났다($p < 0.01$).

인체 내에 흡수된 불소의 양에 따라 치아우식예방효과가 나타나기도 하고 반점치아가 발생하기도 하므로 불소 이용 시에는 치아우식의 예방효과를 나타내면서 반점치아는 발생하지 않는 범위 내에서 불소를 식용하여야 하는데, 이 범위를 적정불소식음량(optimal level) 또는 최대불소식음범위량(threshold limit)³⁶⁾이라고 한다. 미국 소아치과의사 협회에서는 매일 식음불소량이 체중 1kg당 0.10mg 이상이던 반점치아를 유발하며³⁶⁾, Burt²⁶⁾는 1~12세 소아에서의 매일 식음불소량은 체중 1kg당 0.05~0.07mg이 치아우식 예방에 적당한 양이라고 주장한 바 있고, 지금까지도 체중 1kg당 0.05~0.07mg이 적당한 매일 식음불소량이라고 가장 많이 주장되고 있다^{37,38)}. 또한 Baelum 등³⁹⁾은 불소중독증 형성 예방을 위해 1일 체중 1kg당 0.03~0.04mg으로 불소섭취의 한계 농도를 고려해야 한다고 주장한 바 있다. 본 연구에서는 일일 잇솔질 시 체중 1kg당 치약으로 인한 불소섭취량이 평균 $0.023 \pm 0.016\text{mg}$ 으로 나타나 현재 가장 많이 주장되고 있는 적정불소식음량인 1kg당 0.05~0.07mg보다는 낮게 나타났다. 그러나 적정불소식음량은 불소치약으로 인한 불소섭취뿐만 아니라 음용수나 음식물 섭취, 불소복용보충제, 구강양치액으로 인한 불소섭취량도 포함되기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다. de Almeida와 da Silva Cardoso 등⁴⁰⁾은 불소함유치약 사용으로 인한 불소섭취량이 일일 총불소섭취량의 81.5%를 차지한다고 보고한 바 있는데, 이 결과로 미루어 보면 본 연구에서의 평균 일일 불소섭취량인 $0.023 \pm 0.016\text{mg}$ 은 비교적 안전하다고 추정할 수 있다. 그러나 개인별로 편차가 0.003~0.070mg으로 매우 크고 가장 많은 불소섭취량을 보인 영유아의 경우 0.070mg으로 적정불소식음량의 상위

한계에 해당되는 것으로 보아 매우 주의가 필요하며, 연령이 낮을수록 불소섭취량이 많은 것으로 나타나($p < 0.01$) 영유아에서의 연령별 기준을 별도로 마련하여야 할 것으로 생각된다. Bentley 등¹⁸⁾은 30개월 된 어린이를 대상으로 하루에 2번 잇솔질하는 것으로 가정할 때, 400ppm이 함유된 치약으로 잇솔질하였을 경우 섭취된 불소량이 1kg당 0.05mg을 넘는 어린이는 아무도 없었으나, 그에 반해 불소가 1,450ppm이 함유된 치약을 사용한 어린이에서는 조사 어린이의 56%가 체중 1kg당 0.05mg을 넘었고, 28%의 어린이가 체중 1kg당 0.07mg을 넘었으며, 16%의 어린이는 체중 1kg당 0.10mg을 넘는 것으로 보고한 바 있어 특히 만 3세 이하의 어린이들의 경우에는 치약 내 불소농도를 성인의 절반 정도 수준으로 낮출 필요성이 있는 것으로 생각된다. 또한 음용수의 불화여부와 관련된 불소섭취량과 관련하여 김⁴¹⁾은 만 3세 이하의 어린이가 상수도수 불화지역에서 1,000ppm 농도의 치약 사용 시 허용기준치보다 높은 불소를 섭취하고 있고 상수도수 비불화지역에서는 낮은 불소섭취량을 보고한 바 있으며, 김 등⁴²⁾은 상수도수 불화지역에서는 적정 수준의 불소가 공급되고 있고, 상수도수 비불화지역에서는 적정 수준보다 낮은 불소가 공급된다고 보고한 바 있어 우리나라 유아의 적정 불소섭취량을 결정하기 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

연구대상의 일회 잇솔질 시 사용불소량 대비 불소섭취량의 상대비율을 산출한 결과, 평균 $46.5 \pm 19.1\%$ 로 나타났고, 연령별로는 만 2세가 $62.6 \pm 18.2\%$ 로 가장 높았고, 다음으로 만 3세 $50.9 \pm 16.3\%$ 순으로 나타났다($p < 0.01$). 이 결과는 Simard 등⁴³⁾의 59%와 Naccache 등⁴⁴⁾의 65% 보다는 낮은 수치였으나, 만 2세의 경우에는 불소섭취율이 62.6%로 기존의 결과와 유사한 수치임을 알 수 있었다. Aasenden과 Peebles⁴⁵⁾는 불소치약을 6세미만의 어린이들이 사용하는 경우에는 연하운동 반사가 잘 조절되지 않기 때문에 위험성이 존재하며, 특히 3세 미만의 어린이들에게는 법랑질 불소증의 위험요소가 된다고 보고한 바 있는데, 본 연구 결과 만 2세의 불소섭취율은 62.6%, 만 3세는 50.9%로 만 4, 5세의 35.0%와 36.8%와 큰 차이를 보여 만 3세 이하 영유아의 경우에는 그 이상의 연령과 치약 사용량 및 불소농도를 구분하여 별도의 기준을 마련할 필요성을 확인하였다.

본 연구는 영유아의 어린이를 대상으로 치약 사용 실태와 불소함유 치약 사용 시 섭취한 일일불소량을 측정하고 결과 어린이의 치약 사용량은 개인별 편차가 매우 큰 것으로 나타났고, 연령별로 불소섭취율에 대한 편차가 큰 것으로 나타났다. 또한 잇솔질 시 사용 치약량과 치약으로 인한 불소섭취량 간에는 높은 상관관계가 있는 것으로 나타나 불소함유치약 사용에 따른 위해의 가능성을 줄이기 위해서는 영유아기 어린이들 중에서도 연령별로 치약 사용에 대한 개개의 기준이 필요한 것으로 생각되었으며, 치약 제조 시 어린이의 치약 사용량과 불소농도에 대한 고려가 필요한 것으로 사료된다. 또한 만 2세~5세 어린이의 연령별 일일 잇솔질 시 체중 1kg당 치약으로 인한 불소섭취량을 산출하여 어린이에게 적합한 치약의 사용량에 대한 기초자료를 마련하였으나, 불소섭취량을 보다 정확하게 예측하기 위해서는 장기간 동안의 치약 사용에 대한 변이성을 고려한 연구와 치약 구경 크기 등을 비롯한 어린이의 불소섭취량에 영향을 미칠 수 있는 여러 변수들을 고려한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 불소섭취량을 불소이온 전극과 이온 크로마토그래피를 이용하는 2가지의 방법으로 측정하여 측정의 신뢰도를 높인 데 의의가 있으나, 불소농도를 측정된 결과 치약의 함유성분에 따른 농도의 차이를 보임에 따라 보다 정확한 불소농도의 측정을 위해서 향후 이온 크로마토그래피를 이용 시에는 확산 과정을 거쳐서 불소를 농축 확산시킬 필요성이 있을 것으로 생각된다. 따라서 앞으로 보다 많은 지역의 어린이를 대상으로 한 추가적인 연구를 통하여 어린이의 연령별 치약 사용량과 불소농도의 기준을 마련할 필요성이 있다고 생각된다.

5. 결론

본 연구는 연령층별 안정적인 어린이 치약을 개발하는데 필요한 기준을 제시할 수 있는 참고자료로 활용함과 동시에 어린이의 치약 사용에 대한 연령별 기준을 마련할 수 있는 근거 자료를 제공함으로써 어린이 구강보건향상에 기여하고자 서울 및 경기도에 거주하는 미취학 어린이의 불소함유 치약 사용 시 섭취한 일일 불소량을 측정하고 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 연구대상의 1일 잇솔질 횟수는 2회가 55.0%로 가장 많았고, 1회 잇솔질 시간은 1분이 46.3%로 가장 많았으며, 잇솔질은 보호자가 어린이와 함께 하는 것으로 응답한 경우가 55.0%로 가장 많았고, 치약적용은 보호자가 하는 것으로 응답한 경우가 72.5%로 가장 많았으며, 잇솔질 시의 양치횟수는 3회가 43.8%로 가장 많았다.

2. 연구대상의 일회 잇솔질 시 사용 치약량은 평균 370 ± 180 mg로 나타났고, 일회 잇솔질 시 사용 치약 내 불소량은 평균 0.387 ± 0.255 mg으로 나타났으며, 일회 잇솔질 시 사용 치약량과 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량 간에는 비교적 높은 상관관계를 확인할 수 있었다($r=0.759$).

3. 일회 잇솔질 시 회수된 치약 내 불소량은 평균 0.193 ± 0.127 mg으로 일회 잇솔질 시 치약으로 인한 불소섭취량은 평균 0.160 ± 0.112 mg으로 나타났으며, 사용불소량 대비 불소섭취량의 상대비율은 평균 $46.5 \pm 19.1\%$ 로 나타났으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

4. 일회 잇솔질 시 체중 1 kg 당 치약으로 인한 불소섭취량은 평균 0.009 ± 0.006 mg으로 나타났고, 일일 잇솔질 시 체중 1kg당 치약으로 인한 불소섭취량은 평균 0.023 ± 0.016 mg으로 나타났고, 개인별로는 0.003~0.070mg으로 많은 편차를 보였으며, 연령별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

이상의 결과 일일 잇솔질 시 체중 1kg당 치약으로 인한 불소섭취량은 1~12세 소아에게 권장되고 있는 매일 식음불소량인 체중 1kg당 0.05~0.07mg보다 낮은 수준으로 나타났으나, 개인별 편차가 크고 다른 형태의 불소섭취를 감안하여 미취학 어린이와 학령기 어린이를 구분하여 다른 기준을 마련할 필요성이 있다고 생각되었다. 특히 만 3세 이하 어린이의 경우에는 불소가 함유되지 않은 치약의 사용을 권장하거나 완두콩 크기 이하로 치약사용량을 제한시키고 잇솔질 시 보호자가 반드시 지도할 수 있도록 하며, 이에 대한 지속적인 교육이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Cho BH. Children's Development. Seoul:Kyoyookbook; 2007:16-17.
2. Kim Mi-Jeong, Kim Seon-Sug, Kim Song-Sook, et al. Dental Morphology. Seoul:Shinkwangpub; 2006:199.
3. Marthaler TM. The value in caries prevention of other methods of increasing fluoride ingestion, apart from fluoridated water. Int Dent J 1967;17(3):606-618.
4. Kim JW, Lee JA, Lee KY. Enamel strengthening effect of the dental fluoride compound. J Korean Soc Dent Hyg 2010;10(4):757-764.
5. Kim JB, Choi EG, Moon HS, et al. Public Oral Health, Version 3. Seoul:Gomunsa;2004:147.
6. Ciancio SG. Agents for the management of plaque and gingivitis. J Dent Res 1992;71(7):1450-1454.
7. Holt RD, Murray JJ. Developments in fluoride toothpaste: an overview. Community Dent Health 1997;14(1):4-10.
8. Heifetz SB, Horowitz HS. The amounts of fluoride in current fluoride therapies: safety considerations for children. ASDC J Dent Child 1984;51(4):257-269.
9. Kim JB, Choi EG. Public Oral Health, revised edition. Seoul:Komoonsa; 1993:156-187.
10. Evans RW, Stamm JW. An epidemiologic estimate of the critical period during which human maxillary central incisors are most susceptible to fluorosis. J Public Health Dent 1991;51(4):251-259.
11. Milsom K, Mitropoulos CM. Enamel defects in 8-year-old children in fluoridated and nonfluoridated parts of Cheshire. Caries Res 1990;24(4):286-289.
12. Osuji OO, Leake JL, Chipman ML, et al. Risk

- factors for dental fluorosis in a fluoridated community. *J Dent Res* 1988;67(2):1488-1492.
13. Beltran ED, Szpunar SM. Fluoride in toothpastes for children: Suggestions for change. *Pediatr Dent* 1988;10(3):185-188.
 14. Ericsson Y, Forsman B. Fluoride retained from mouthrinses and dentifrices in preschool children. *Caries Res* 1969;3(3):290-299.
 15. Hargreaves JA, Ingram GS, Wagg BJ. A gravimetric study of the ingestion of tooth paste by children. *Caries Res* 1972;6(3):237-243.
 16. Ekstrand J, Ehrnebo M. Absorption of fluoride from fluoride dentifrice. *Caries Res* 1980;14(2):96-102.
 17. Bruun C, Thylstrup A. Dentifrice usage among Danish children. *J Dent Res* 1988;67(8):1114-1117.
 18. Bentley EM, Ellwood RP, Davies RM. Fluoride ingestion from toothpaste by young children. *Br Dent J* 1999;186(9):460-462.
 19. Arnadottir IB, Ketley CE, Van Loveren C, et al. A European perspective on fluoride use in seven countries. *Community Dent Oral Epidemiol* 2004;32(suppl 1):69-73.
 20. Hong SJ, Park YN, Jeong SS, et al. Fluoride concentration of commercial dentifrices for children in Korea. *J Korean Acad Dent Health* 2008;32(2):217-225.
 21. Weinberger SJ, Johnston DW, Wright GZ. A comparison of two systems for measuring water fluoride ion level. *Clin Prev Dent* 1989;11(5):19-22.
 22. Kim SJ. Mothers' Health Promotion Behavior for their Infant & Toddler[Master's thesis]. Seoul:The graduate school of Ewha Womans University;1997.
 23. Urbano MT. Preschool children with special health care needs. San Diego:singular publishing Inc;1992:220.
 24. Lee KH. Improvement of oral hygiene methods for early childhood. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2007;34(2):264-272.
 25. Levy SM, Maurice TJ, Jakobsen JR. Dentifrice use among preschool children. *J Am Dent Assoc* 1993;124(9):57-60.
 26. Burt BA. The changing patterns of systemic fluoride intake. *J Dent Res* 1992;71(5):1228-1237.
 27. Villena RS. An investigation of the transverse technique of dentifrice application to reduce the amount of fluoride dentifrice for young children. *Pediatr Dent* 2000;22(4):312-317.
 28. Moraes SM, Pessan JP, Ramires I, Buzalaf MA. Fluoride intake from regular and low fluoride dentifrices by 2-3-year-old children: influence of the dentifrice flavor. *Braz Oral Res* 2007;21(3):234-40.
 29. Chun JY, Lee HO, Kang YH. The amount of dentifrice used by opening diameter size and current status of commercial dentifrices for children in Korea. *J Korean Soc Dent Hyg* 2010;10(3):541-553.
 30. Murray JJ. A strategy for the prevention of dental disease. *Proc Br Paedod Soc* 1982;12:27-29.
 31. Stephen KW, Creanor SL, Russell JI, et al. A 3-year oral health dose-response study of sodium monofluorophosphate dentifrice with and without zinc citrate: anticaries results. *Community Dent Oral Epidemiol* 1988;16(6):321-325.
 32. O'Mullane DM, Kavanagh D, Ellwood RP, et al. A three-year clinical trial of a combination of trimetaphosphate and sodium fluoride in silica toothpastes. *J Dent Res* 1997;76(11):1776-1781.
 33. Waterhouse C, Taves D, Munzer A. Serum inorganic fluoride: changes related to previous

16 국내 시판 일부 불소함유치약 사용 시 연령별 어린이 불소섭취량

- fluoride intake, renal function and bone resorption. *Clin Sci (Lond)* 1980;58(2):145-152.
34. Taves DR. Separation of fluoride by rapid diffusion using hexamethyldisloxane. *Talanta* 1968;15(9):969-974.
35. Naccache H, Simard PL, Trahan L, et al. Variability in the ingestion of toothpaste by preschool children. *Caries Res* 1990;24(5):359-363.
36. American Academy of Pediatrics. Council on Nutrition. Fluoride supplementation. *Pediatrics* 1986;77(5):758-761.
37. Levy SM, Kohout FJ, Guha-Chowdhury N, Kiritsy MC. Infant's fluoride intake from drinking water alone, and from water added to formula, beverages, and food. *J Dent Res* 1995;74(7):1399-1407.
38. Levy SM, Guha-Chowdhury N. Total fluoride intake and implications for dietary fluoride supplementation. *J Public Health Dent* 1999; 59(4):211-223.
39. Baelum V, Fejerskov O, Manji F, Larsen MJ. Daily dose of fluoride and dental fluorosis. *Tandlaegebladet* 1987;91(10):452-456.
40. de Almeida BS, da Silva Cardoso VE, Buzalaf MA. Fluoride ingestion from toothpaste and diet in 1-to 3-year-old Brazilian children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007;35(1): 53-63.
41. Kim KY, Shin SC. A Clinical Study on the daily Amount of Fluoride Taken by Children Using Fluoride Dentifrice. *J Korean Acad Dent Health* 1994;18(2):486-496.
42. Kim HK, Bae SM, Kho YL, Jung SH. Fluoride ingestion from fluoride toothpaste in preschool children. *J Korean Acad Dent Health* 2007;31(2):176-184.
43. Simard PL, Lachapelle D, Trahan L, et al. The ingestion of fluoride dentifrice by young children. *ASDC J Dent Child* 1989;56(3):177-181.
44. Naccache H, Simard PL, Trahan L, et al. Factors affecting the ingestion of fluoride dentifrice by young children. *J Public Health Dent* 1992;52(4):222-226.
45. Aasenden R, Peebles TC. Effects of fluorine supplementation from birth on human deciduous and permanent teeth. *Arch Oral Biol* 1974;19(4): 321-326.