Silver Diamine Fluoride의 치아우식 예방 효과

서울대학교 치과병원 소아치과

송 지 수

ABSTRACT

The effect of Silver Diamine Fluoride in preventing dental caries

Department of Pediatric Dentistry, Seoul National University Dental Hospital
Ji-Soo Song

Silver diamine fluoride (SDF) is an alkaline topical solution and it derives from the conjunction of silver nitrate and fluoride. It reduces the growth of cariogenic bacteria, inhibits degradation of dentinal collagen, impedes demineralization and enhances remineralization. It is inexpensive due to the low cost of materials and its application to dental surface is very simple and requires relatively short chair time. Previous studies have shown that the dental caries prevention effect of SDF is superior or similar to topical fluoride application. The main disadvantage of SDF is its esthetic result, and it permanently blacken carious enamel and dentin. The use of SDF has not yet been approved in Korea, but it may be helpful to prevent and treat dental caries in patients with special health care needs and uncooperative young patients.

Key words : Silver diamine fluoride, dental caries prevention, special health care needs, uncooperative young patient

Corresponding Author
Young-Jae Kim, DDS, PhD
Seoul National University, School of Dentistry
101 Daehakno, Jongno-Gu, Seoul, Republic of Korea.
Tel : +82-2-2072-3080, Fax : +82-2-744-3599, E-mail : neokarma@snu.ac.kr

Ⅰ. 서론

치아우식은 가장 흔한 구강 내 만성 질환으로, 2015년 아동구강건강실태조사에 따르면 5세 어린이의 유치우식경험율은 64.4%이며 12세 어린이의 영구치우식경험율은 54.6%에 이르고 있다. 또한 2013년 국민건강영양조사에 따르면 만19세 이상 성인의 영구치우식경험율과 영구치 우식유병율은 각각

90.0%와 32.7%로 매우 높게 나타났으며, 장애인은 비장애인에 비하여 우식경험영구치지수가 높은 것으로 보고되었다[1]. 그러나 치과치료에 대한 공포와 불안, 그리고 재정적인 문제로 인하여 적절한 치과치료를 적절한 시기에 받는 것이 어려운 환자들이 많다. 또한 소아와 장애인환자의 경우에는 행동 조절이 어렵기 때문에 진정법 혹은 전신마취를 필요로 하는 경우가 많으나, 이러한 행동 조절법에 대한 심리적인 거부감과 추가적인 비용 부담이 치과 치료의 장애로 작용하기도 한다. 현재 치아우식의 진행을 정지시키고 새로운 치아우식의 발생을 예방하기 위한 방법으로 불소 바니쉬 등을 이용한 전문가 불소도포가 주로 이루어지고 있으나, 이는 도포 주기나 효과 면에서 한계가 있다.

우식 예방을 위한 또 다른 제재인 Silver Diamine Fluoride(SDF)는 무색의 염기성을 띠는 액체로 질산은(silver nitrate)과 불소(fluoride)의 결합으로 만들어지며, 약 24~28%(무게/부피)의 은, 5~6%(무게/부피)의 불소, 그리고 약 8%의 암모니아로 구성된다[2]. 은은 항미생물효과를 보이고, 불소는 재광화를 촉진하며, 암모니아는 용액 내에서의 고농도를 안정화시키는 역할을 한다[3, 4]. 일반적으로 상아질까지 진행된 우식은 비가역적이고 진행속도가 빨라 기계적인 치아 삭제와 더불어 수복치료가 우선시되나, SDF는 법랑질과 상아질의 우식을 정지시키고 새로운 우식의 발생을 예방하는 효과가 있다[3]. 또한 가격이 저렴하고 도포방법이 간단하며, 불소바니쉬에 비하여 도포 주기가 길다는 장점이 있다. 1960년대 일본에서 치료목적으로 사용이 승인된 이래 일본, 중국, 브라질, 아르헨티나, 호주 등의 나라에서 다양한 농도로 수십 년간 사용되어 왔으며[5], 2014년에는 지각과민처치제로 미국 식품의약품국(FDA)의 승인을 받아 2015년부터 미국에서 38%의 농도로 시판되고 있다(Fig. 1-1, 1-2). 아직 식품의약품안전처의 승인이 이루어지지 않아 국내에서는 사용할 수 없으나 승인이 이루어진다면 소아 및 장애 환자의 진료에 도움이 될 것으로 생각되어 SDF의 우식예방기전, 효과, 안정성 및 적용방법 등에 대하여 고찰해보고자 한다.

Ⅱ. SDF의 우식 예방 기전

상아질의 우식은 탈회와 재광화가 반복되는 과정에서 유기 기질이 분해됨으로써 발생한다. 탈회가 우식을 개시하나, 단백질의 분해가 우식의 진행에 중요한 것으로 알려져 있다. SDF는 우식원성 세균의 성장을

Fig. 1-1. Advantage Arrest, the commercial product of 38% SDF in the United States

Fig. 1-2. Saforide, the commercial product of 38% SDF in Japan

억제하고 법랑질과 상아질의 재광화를 촉진할 뿐만 아니라 상아질의 교원질 분해를 억제함으로써 우식의 진행을 막는 효과를 보인다[6].

1. 항미생물효과 (Antimicrobial activity)

SDF는 Streptococcus mutans의 성장을 억제하며[7], 우식원성 세균인 Streptococcus mutans, Streptococcus sobrinus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus rhamnosus와 Actinomyces naeslundii의 집락형성단위(colony forming unit)을 낮추는 것으로 보고되었다[8~10]. SDF 수용액은 은 이온을 방출하여 다음과 같은 기전으로 항미생물효과를 나타낸다. 첫째 은 이온은 세균의 전자수송체계(electron transport system)를 억제하고 생존에 필수적인 효소의 thiol기와 결합하여 효소의 작용을 차단함으로써 세포사를 일으킨다[11, 12]. 둘째 은 이온은 세균 세포막의 음전하를 띠는 부분과 정전기적으로 결합하여 세균의 이동을 막고 세포막을 손상시킨다[13]. 셋째 은 이온은 세균의 DNA와 결합하여 DNA의 돌연변이와 세포사를 유발한다[12]. 이렇게 다양한 기전을 통하여 세균을 억제하기 때문에 은 이온에 대한 내성이 발생하기가 어렵다. 또한 은 이온은 수산화인회석의 결정 구조 내에서 칼슘 이온을 치환하여 $Ca_{10-x}Ag_x(PO_4)_6(OH)_2$ ($0.0 \leq x \leq 0.5$)를 생성하며, 이는 세균의 응집을 억제하고 세포독성을 최소화한다고 알려져 있다[14]. 개개 세포의 억제 효과뿐만 아니라, 38% 농도의 SDF는 높은 농도의 은 이온을 함유하고 있어 새로운 바이오필름이 형성되는 것을 억제한다[9, 15]. 그러나 이미 형성된 바이오필름은 세포외기질이 물리적 장애물로 작용하여 그 효과가 제한적일 수 있다.

불소 역시 항미생물효과를 보인다. 불소는 세포 내 효소를 억제하며, 불화수소의 형태로 세포막 수소이온 투과도를 증가시켜 치태 내에서 이루어지는 대사를 방해한다[16]. 그러나 이러한 억제 효과는 일시적이며, SDF의 항미생물효과는 대부분 은 이온에 의한 것으로 생각할 수 있다.

2. 탈회의 억제와 재광화

SDF를 적용한 결과 와동이 형성된 상아질의 우식이 정지되고 탈회된 병소의 깊이가 감소하였으며, 매우 광화된 표층이 형성되는 것으로 보고되었다. 특히 이 표층의 칼슘과 인의 함량은 우식에 이환되지 않은 내부의 상아질보다 더 높았다. 또한 SDF에 의하여 진행이 정지된 우식병소는 활성화된 우식 병소에 비하여 체계적이고 잘 배열된 결정 구조를 보였다[17].

SDF 내의 불소는 전문가 불소도포에 주로 사용되는 불화나트륨과 동일한 기전으로 탈회된 경조직을 재광화시킨다. 수산화인회석의 수산화기를 불소가 치환함으로써 불화인회석이 형성되며, 이는 화학적으로 매우 안정하여 산에 대한 저항성이 증가된다. 또한 불소는 수산화인회석과 반응하여 불화칼슘을 형성하며, 이는 불화인회석의 형성을 위한 불소의 저장고 역할을 하게 된다[18]. 그러나 산성을 띠는 불소 제재와는 달리 SDF는 pH 9~10 가량의 염기성이므로[9] 치아 표면이 용해되어 칼슘이온이 용출되는 정도가 적기 때문에 불화칼슘의 형성은 미미하다. 또한 불화칼슘은 양치질이나 저작에 의해 치면에서 쉽게 제거되므로, SDF와의 주된 반응 산물은 불화인회석으로 생각된다[17].

3. 상아질 교원질의 분해 억제 효과

치아우식이 진행되어 무기질이 소실되면 상아질 교원질이 노출되며, 상아질 교원질이 교원질 분해효소에 의하여 분해되면서 우식이 급속도로 진행된다. 우식의 진행과 관련된 상아질 내 교원질 분해효소는 matrix metalloproteinase(MMP)와 cathepsin으로 알려져 있다[19]. SDF의 은 이온은 MMP과 cathepsin을 모두 억제함으로써 우식의 진행을 억제하며 특히 cathepsin B와 K, MMP-8과 9를 억제

한다고 알려져 있다[20, 21].

불소는 재광화를 촉진하여 수산화인회석 결정을 보호함으로써 교원질이 노출되지 않도록 보호한다. 주사전사현미경을 이용하여 표면을 관찰한 연구에서 진행성 상아질 우식병소에 1년에 2번 SDF를 처리한 경우에는 교원질이 거의 노출되지 않고 상대적으로 매끈한 표면을 보였으나, SDF를 처리하지 않은 대조군의 경우에는 거칠고 다공성의 표면에 교원질이 노출된 양상을 보였다[22]. 또한 불소 역시 교원질 분해효소를 억제하며, 특히 cathepsin B와 K, MMP-2, 8, 9를 억제한다고 알려져 있다[20].

그리고 교원질 분해효소인 MMP와 cathepsin은 산성 환경에서 활성화되는 반면, SDF의 염기성은 우식 병소의 산성을 중화시켜 이들 효소의 활성을 억제한다. 이러한 교원질 분해 억제 효과는 낮은 농도의 제재보다는 38% 농도를 갖는 제재에서 더 우수한 것으로 나타났다[20, 21].

Ⅲ. SDF의 효과

SDF의 불소와 은은 각각의 효과를 합친 것보다 더 큰 시너지 효과를 보인다[3]. SDF는 동량의 불소와 은이 들어있는 10% 불화나트륨이나 42% 질산은보다 상아질의 탈회와 교원질의 분해를 억제하는 효과가 더욱 뛰어나다[23]. SDF 도포 후 탈회된 치아표면의 깊이가 감소하였으며[20], 칼슘과 인산이 풍부한 재광화층이 관찰되었고[19], 미세경도가 증가하였다[24]. 항미생물효과 면에서도 SDF의 최소 억제 농도는 33.3μg/ml이며 최소살균농도는 50.0μg/ml으로, SDF가 불화나트륨보다 더 효율적인 항미생물효과를 보이는 것으로 나타났다[25]. 특히 유치에서 SDF를 1년에 1회 도포하는 것이 5% 불화나트륨 바니쉬를 1년에 4회 도포하는 것보다 상아질의 우식 진행을 억제하는데 효과적이라고 보고된 바 있으며[25], 영구치 치근 상아질에서는 SDF과 불화나트륨 바니쉬의 효과가 유사하게 나타났다[24].

SDF의 우식 예방 효과는 농도가 12%에서 38%로 증가함에 따라 더 우수하며, 구치부에 비해 전치부에서 우식예방효과가 더 큰 것으로 보인다[26]. 그리고 2016년 발표된 체계적 문헌 고찰(systematic review)에 따르면, 38% SDF의 치료에 의해 유치의 상아질 우식병소가 정지되는 비율은 81%(95% confidence interval, 68 to 89%, $p<0.001$)로 매우 높았으며, 우식 정지 비율은 시간이 지남에 따라 조금씩 감소하여 치료 후 6개월에는 86%, 12개월에는 81%, 18개월에는 78%, 24개월에는 65%로 나타났다[27]. 이처럼 SDF의 우식예방효과는 시간이 지남에 따라 감소하므로 1년에 1회 도포하는 것보다는 1년에 2회 도포하는 것이 유리한 것으로 알려져 있다[26, 27].

우식예방효과 이외에도 SDF는 과민한 상아질에 은이온염을 형성하여 상아세관을 막음으로써 지각과민을 감소시키는 효과가 있으며, 미국에서는 SDF가 지각과민처치제로 승인된 바 있다[4].

Ⅳ. SDF의 안전성과 부작용

38%의 SDF는 44,800ppm의 불소를 함유하고 있으며, 이는 치과에서 사용 가능한 불소 제재 중에서 가장 높은 것이다. 그러나 한 방울의 SDF은 불소 바니쉬의 1회 사용 용량인 0.25ml에 포함된 양에 비해 적은 불소를 함유하고 있다[28]. 제조사에서는 최대 5개 치아까지 도포하는 것을 추천하고 있으며 5개 치아에 사용하는 양은 대략 1~2방울이다. 그러므로 농도가 적절히 유지되는 승인된 제품을 제조사의 지시에 따라 적정량 사용한다면 불소증 발생 가능성은 매우 낮다[4]. 사망이나 전신적인 부작용 역시 일본에서 첫 SDF가 승인된 이래 수십 년간 보고된 바 없다. 다만 부주의하게 점막이나 치은에 SDF가 접촉하는 경우 연조직 자극이나 연조직 병소가 발생할 수 있다. SDF 국소도포

를 시행받은 452명의 소아 중에서 단 3명에게서 부작용이 보고되었는데, 이 부작용은 모두 "점막에 작고 약한 통증이 있는 백색병소"였으며, 이는 별다른 처치 없이 48시간 이내에 자연치유되었다[29].

SDF 사용시의 가장 큰 특징은 우식 병소의 검은 착색이다(Fig. 2-1 and 2-2). SDF를 치면에 도포하면 silver phosphate가 형성되며, 이는 타액 내의 chloride와 반응하여 silver chloride가 형성된다. 이러한 은 화합물이 SDF 도포 후 나타나는 치아 변색의 원인이며, 치아가 변색되었다는 것은 치아우식의 진행이 정지되었다는 것을 의미한다[18]. 검은 변색은 심미적으로 바람직하지 않다고 생각되나 진정법이나 전신마취 하 치아우식치료를 원하지 않는 경우 SDF의 사용은 현실적인 대안이 될 수 있다. 단 도포 전에 SDF의 적용 전후 임상사진이 포함되어 있는 동의서를 받는 것이 필수적이다. SDF 적용 전에 우식병소를 제거하는 것은 우식 진행을 억제하는데 불필요하다고 보고되고 있다[24]. 또한 SDF 적용 직후 아이오딘화칼륨 포화용액(SSKI: saturated solution of potassium iodide)을 적용하여 변색을 감소시키는 방법이 연구되고 있으며, SSKI를 사용한 경우에도 항미생물효과와 전반적인 우식 정지효과도 그대로 유지되는 것으로 알려져 있으나, 변색의 개선 효과는 크지 않다[7]. SDF 도포 후 우식이 조절된 이후, 심미성을 개선하기 위하여 복합레진이나 글래스아이오노머로 수복할 수 있으며, 이때 SDF의 사용이 결합강도에 부정적인 영향을 미치지 않는다고 알려져 있다[30, 31]. 다만 레진 계열의 시멘트로 크라운 접착시 상아질 결합강도를 감소시켰다는 연구 결과가 있어[32], 레진 시멘트로 크라운을 접착 시에는 SDF가 처리된 표층의 상아질을 제거하는 것이 적절할 것으로 보인다. 마찬가지로 피부에 접촉하였을 경우 일시적인 착색이 유발

Fig. 2-1. Intra-oral frontal view before SDF treatment[33]

Fig. 2-2. Intra-oral frontal view after SDF treatment[33]

될 수 있으나, 은 화합물은 진피를 통과하지 못하므로 2~14일 경과 후 생리적으로 피부 조직이 탈락하면서 피부 착색이 소실된다. SDF는 진료실 표면이나 옷을 착색시킬 수 있으며 이는 제거하기가 어렵다.

은에 대하여 알러지를 보이는 경우에는 사용을 피해야 한다. 그리고 환자들은 일시적인 금속맛 혹은 쓴 맛을 느낄 수 있다[34]. SDF 도포 후 심한 치수 반응이나 치수 손상 역시 보고된 바 없다. 그러나 노출된 치수에 대한 안정성은 확립되어 있지 않아, 깊은 우식 병소가 있는 경우 도포 전 임상적, 방사선학적인 평가가 필요하다.

Ⅴ. SDF의 임상적 적용

1. SDF의 적응증

미국 소아치과학회에서 제시하고 있는 SDF 도포의 적응증은 다음과 같다[28].

* 전치부와 구치부에 와동이 형성된 진행성 우식이 있는 고우식위험군 환자
* 행동조절이 어렵거나 의학적 관리가 어려운 환자에서 와동이 형성된 우식 병소가 있는 경우
* 다수의 와동이 형성된 우식이 있어 한번의 내원으로 치료를 마무리할 수 없는 경우
* 와동이 형성된 우식 병소의 치료가 어려운 경우
* 치과치료에 접근이 불가능하거나 어려운 환자
* 치수에 이환된 임상적 증거가 없고 와동이 형성된 진행성 우식이 있는 경우

2. 도포 방법

우식병소의 검은 착색, 피부나 옷의 오염 가능성과 우식병소의 조절을 위한 재도포의 필요성을 포함하는 동의서를 받는다. SDF 도포 전에 우식 상아질의 제거는 필요하지 않으나[35], 우식 상아질을 제거하는 경우 착색되는 부분이 줄어들어 보다 심미적인 효과를 얻을 수 있다. 또한 치태와 기타 오염물질을 치면에서 제거하는 것은 우식 상아질과 SDF의 접촉을 증진할 수 있어 추천된다. 환자의 피부와 옷을 보호하기 위한 조치를 시행하고 코튼롤 등으로 연조직을 격리한다. SDF가 유리나 금속을 부식시킬 수 있으므로 플라스틱으로 된 일회용 용기에 SDF를 수용액을 덜어낸다. 압축공기로 치면을 건조하고, 용기의 가장자리에서 마이크로브러쉬를 가볍게 두드려 과잉의 용액을 제거한 후 우식에 이환된 치아 표면에만 SDF를 도포한다[34]. 최소 1분간 압축 공기로 건조하며, 전신적 흡수를 최소화하기 위하여 과잉의 SDF는 거즈, 코튼롤, 코튼펠렛 등을 이용하여 제거한다. 가능하다면 도포한 부위를 3분간 격리한다. 제조사에서 제시하는 술 후 주의사항은 없으며, 도포 직후 음식을 섭취하는 것과 양치질하는 것이 가능하다. 그러나 도포 후 30분에서 1시간 가량 음식 섭취를 제한하는 것을 추천하는 연구자도 있다[36].

Ⅵ. 결론

SDF는 비용효율적이며 비침습적이고 안전한 치아우식 예방 제재로, 항균작용, 상아질 교원질의 분해억제, 법랑질과 상아질의 탈회의 억제와 재광화의 촉진을 통하여 치아우식을 효과적으로 예방할 수 있다. 심미적인 문제점을 유발할 수 있으나, 노인이나 행동조절이 어려운 소아와 장애환자에서 즉각적인 수복 치료가 어려울 때 환자 및 보호자와의 상의 하에 사용할 수 있는 현실적인 대안이 될 수 있다.

참 고 문 헌

1. Lee J, Hwang H, Han S. A study on DMFT index between persons with and without disabilities. Asia-pacific Journal of Multimedia services convergent with Art, humanities, and sociology. 2016;6(5):53-67.
2. Mei ML, Chu CH, Lo EC, Samaranayake LP. Fluoride and silver concentrations of silver diammine fluoride solutions for dental use. Int J Paediatr Dent. 2013;23(4):279-85.
3. Rosenblatt A, Stamford TC, Niederman R. Silver diamine fluoride: a caries "silver-fluoride bullet". J Den Res. 2009;88(2):116-25.
4. Mei ML, Lo EC, Chu CH. Clinical use of silver diamine fluoride in dental treatment. Compend Contin Educ Dent. 2016;37(2):93-8.
5. Chu CH, Lo EC. Promoting caries arrest in children with silver diamine fluoride: a review. Oral Health Rrev Dent. 2008;6(4):315-21.
6. Zhao IS, Gao SS, Hiraishi N, Burrow MF, Duangthip D, Mei ML, et al. Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. Int Dent J. 2018;68(2):67-76.
7. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani, Zilm PS, Gully NJ. An in vitro model to measure the effect of a silver fluoride and potassium iodide treatment on the permeability of demineralized dentine to Streptococcus mutans. Aust Dent J. 2005;50(4):242-5.
8. Chu CH, Mei L, Seneviratne CJ, Lo EC. Effects of silver diamine fluoride on dentine carious lesions induced by Streptococcus mutans and Actinomyces naeslundii biofilms. Int J Paediatr Dent. 2012;22(1):2-10.
9. Mei ML, Chu CH, Low KH, Che CM, Lo EC. Caries arresting effect of silver diamine fluoride on dentine carious lesion with S. mutans and L. acidophilus dual-species cariogenic biofilm. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2013;18(6):e824-31.
10. Mei ML, Li QL, Chu CH, Lo EC, Samaranayake LP. Antibacterial effects of silver diamine fluoride on multi-species cariogenic biofilm on caries. Ann Clin Microbiol Antimicrob. 2013;12:4.
11. Marx DE, Barillo DJ. Silver in medicine: the basic science. Burns. 2014;40 Suppl 1:S9-s18.
12. Russell AD, Hugo WB. Antimicrobial activity and action of silver. Prog Med Chem. 1994;31:351-70.
13. Slawson RM, Lee H, Trevors JT. Bacterial interactions with silver. Biol Met. 1990;3(3-4):151-4.
14. Chen W, Liu Y, Courtney HS, Bettenga M, Agrawal CM, Bumgardner JD, et al. In vitro anti-bacterial and biological properties of magnetron co-sputtered silver-containing hydroxyapatite coating. Biomaterials. 2006;27(32):5512-7.
15. Savas S, Kucukyilmaz E, Celik EU, Ates M. Effects of different antibacterial agents on enamel in a biofilm caries model. J Oral Sci. 2015;57(4):367-72.
16. Koo H. Strategies to enhance the biological effects of fluoride on dental biofilms. Adv Dent Res. 2008;20(1):17-21.
17. Mei ML, Nudelman F, Marzec B, Walker JM, Lo ECM, Walls AW, et al. Formation of Fluorohydroxyapatite with Silver Diamine Fluoride. J Dent Res. 2017;96(10):1122-8.
18. Ogard B, Seppa L, Rolla G. Professional topical fluoride applications-clinical efficacy and mechanism of action. Adv Dent Res. 1994;8(2):190-201.
19. Tjaderhane L, Nascimento FD, Breschi L, Mazzoni A, Tersariol IL, Geraldeli S, et al. Strategies to prevent hydrolytic degradation of the hybrid layer-A review. Dent Mater. 2013;29(10):999-1011.
20. Mei ML, Li QL, Chu CH, Yiu CK, Lo EC. The inhibitory effects of silver diamine fluoride at different concentrations on matrix metalloproteinases. Dent Mater. 2012;28(8):903-8.
21. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li QL, Chu CH, Lo EC. The inhibitory effects of silver diamine fluorides on cysteine cathepsins. J Dent. 2014;42(3):329-35.
22. Mei ML, Ito L, Cao Y, Lo EC, Li QL, Chu CH. An ex vivo study of arrested primary teeth caries with silver diamine fluoride therapy. J Dent. 2014;42(4):395-402.
23. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li QL, Lo EC, Chu CH. Inhibitory effect of silver diamine fluoride on dentine demineralisation and collagen degradation. J Dent. 2013;41(9):809-17.

참 고 문 헌

24. Oliveira BH, Cunha-Cruz J, Rajendra A, Niederman R. Controlling caries in exposed root surfaces with silver diamine fluoride: A systematic review with meta-analysis. J Am Dent Assoc. 2018.
25. Lo EC, Chu CH, Lin HC. A community-based caries control program for pre-school children using topical fluorides: 18-month results. J Dent Res. 2001;80(12):2071-4.
26. Fung MHT, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Arresting Dentine Caries with Different Concentration and Periodicity of Silver Diamine Fluoride. JDR Clin Trans Res. 2016;1(2):143-52.
27. Gao S, I Z, N H, Duangthip D, ML M, ECM L, et al. Clinical Trials of Silver Diamine Fluoride in Arresting Caries among Children: A Systematic Review. JDR Clin Transl Res. 2016;1(3):201-10.
28. American Academy of Pediatric Dentistry. Use of silver diamine fluoride for dental caries management in children and adolescents, including those with special health care needs. Ped Dent. 2017;39(6):146-55.
29. Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M. Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial. J Dent Res. 2005;84(8):721-4.
30. Quock RL, Barros JA, Yang SW, Patel SA. Effect of silver diamine fluoride on microtensile bond strength to dentin. Oper Dent. 2012;37(6):610-6.
31. Knight GM, McIntyre JM, Mulyani. The effect of silver fluoride and potassium iodide on the bond strength of auto cure glass ionomer cement to dentine. Aust Dent J. 2006;51(1):42-5.
32. Soeno K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of desensitizers on bond strength of adhesive luting agents to dentin. J Oral Rehabil. 2001;28(12):1122-8.
33. Chu CH, Lee AH, Zheng L, Mei ML, Chan GC. Arresting rampant dental caries with silver diamine fluoride in a young teenager suffering from chronic oral graft versus host disease post-bone marrow transplantation: a case report. BMC research notes. 2014;7(1):2-34.
34. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PL. UCSF protocol for caries arrest using silver diamine fluoride: Rationale, indications and consent. J Calif Dent Assoc. 2016;44(1):16-28.
35. Chu CH, Lo EC, Lin HC. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. J Dent Res. 2002;81(11):767-70.
36. Zhi QH, Lo EC, Lin HC. Randomized clinical trial on effectiveness of silver diamine fluoride and glass ionomer in arresting dentine caries in preschool children. J Dent. 2012;40(11):962-7.