흡연자의 타액내 미량 금속 농도

김영준^{1*} · 고흥섭²

¹강릉원주대학교 치과대학
구강내과 · 진단학교실 및
구강과학연구소, ²서울대학교
치의학대학원 구강내과 · 진단학교실
및 치학연구소

접수일 : 2010년 10월 31일
수정일 : 2010년 12월 7일
승인일 : 2010년 12월 8일

*교신저자 : 김영준
강릉원주대학교 치과대학
구강내과 · 진단학교실
강원도 강릉시 강릉대학교로 120
☎ 210-702
Tel: 033-640-2754
Fax: 033-640-3113
E-mail: alcor3@gwnu.ac.kr

Salivary Concentration of Trace Metals in Smokers

Young-Jun Kim^{1*}, Hong-Seop Kho²

¹Department of Oral Medicine and Diagnosis, College of Dentistry and Research Institute of Oral Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung; ²Department of Oral Medicine & Oral Diagnosis, School of Dentistry & Dental Research Institute, Seoul National University, Seoul, Korea

Smoking is a major risk factor related to many serious systemic diseases. It also has prominent effects on the prevalence of periodontal diseases and oral cancers, as well as the failure of dental implants. Many toxic trace metals are present in tobacco. They can be accumulated in many organs and have various harmful effects on human health. Saliva is a non-invasive, readily collectible, and low-cost material. Therefore, saliva has been used in biomonitoring to estimate environmental exposure to toxic trace metals. However, analysis of trace metals in saliva has some problems such as very low concentrations of analytes, a wide range of salivary compositions, frequent blood contamination of samples, the lack of standardized analytical methods, and the absence of reliable reference values. For the accurate measurement of trace metal concentration in saliva, inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-MS) has been regarded as the optimum technique with excellent sensitivity and ability of simultaneous quantification of multi-elements. To minimize the variability of salivary composition and the influence of blood contamination, it has been recommended to determine salivary flow rates (or salivary secretion rates) of participants and the levels of blood contamination in saliva samples. If these limitations would be minimized, the diagnostic value of saliva can be increased. It is thought that salivary analysis of toxic trace metals in smokers' body will be significant to estimate the general and oral health of smokers.

Key Words: Smoking; Oral health; Trace metal; Saliva; Biomonitoring

Copyright © 2011 by Journal of the Korean Society for Research on Nicotine and Tobacco.

서 론

흡연은 폐질환, 심혈관질환, 암 등 다양한 전신질환을 유발하는 대표적인 위험요인으로 알려져 있다.(1) 또한, 흡연은 구강 건강에도 많은 악영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 치주질환의 경우, 흡연자가 비흡연자에 비하여 치주염 발생률이 흡연량에 따라서 약 3-6배 정도 높은 것으로 보고되고 있으며(2), 구강암의 발생률 역시 흡연자의 경우 약 28

배 정도 높은 것으로 나타났다.(3) 최근 들어 치과에서 임플란트 기술이 광범위하게 시행되면서, 임플란트 기술 이후의 창상 치유나 골유착(osteointegration), 그리고 장기적인 성공률에 미치는 흡연의 악영향에 대하여 많은 연구결과들이 발표되고 있다.(4)

지금까지 담배의 유해 성분 중 니코틴, 타르 및 각종 발암 물질에 대해서는 비교적 많은 관심과 연구가 진행되어 왔으나, 미량 금속에 대해서는 아직까지 많은 연구가 이루어지지

않은 실정이다. 담배에는 유해한 미량 금속이 다량으로 존재한다고 보고되고 있으며, 이들 미량 금속은 인체내에 축적되어 조직손상과 염증반응 등을 야기하는 것으로 알려져 있다.(5,6) 치아우식증의 발현에 있어서 미량 금속의 영향은 간접적이며, 주로 이들 금속의 bactericidal effect가 관여할 것으로 추정된다.(7) 치주질환의 경우는 흡연이 인체내 금속 항상성(metal homeostasis)을 변화시킬 수 있다는 점과 미량 금속이 인체내에서 축대로 작용, oxidative stress를 야기하여 손상 및 염증을 야기할 수 있다는 점에서 간접적인 연관성을 추정해 볼 수 있다.(6)

권련에 존재하는 미량 금속은 담뱃잎뿐만 아니라 담배 종이 및 담배 필터 등에도 널리 분포한다. 담뱃잎의 경우 오염된 토양, 비료, 살충제 등을 통해서 유해한 미량 금속이 유입되며, 담배 종이나 담배 필터의 경우는 권련을 제조하는 공정상에서 유입된다.(8,9) 이들 미량 금속은 흡연과정 중 구강, 폐, 말초 순환계의 순서로 차례로 이동하게 되며, 최종적으로는 신장, 뼈, 모발, 타액선을 포함한 다양한 조직에 축적된 후에 노, 땀, 타액 등을 통하여 배설하게 된다.(8)

생체모니터링(biomonitoring)은 미량 금속을 포함한 여러 종류의 화학물질에 대한 인체의 직업적, 환경적 노출(occupational and environmental exposure)의 위험성을 정량적으로 평가하는 중요한 수단으로 사용되고 있는데, 미량 금속의 분석에 쓰이는 검체로는 주로 혈액을 이용하고 있다. 그러나, 혈액은 채취과정이 침습적이어서 피검자에게 고통을 줄 수 있으며, 채취과정이 외부환경에 부적절하게 노출될 가능성이 크고, 감염이나 지혈 등의 부작용이 수반될 수 있다.(10) 반면, 타액은 피검자에게 최소의 스트레스만을 부여하며, 충분한 양을 확보할 수 있으며, 수시로 반복적인 모니터링이 가능하며, 채취방법을 피검자가 잘 숙지하면 의료 전문가의 도움 없이도 채취가 가능하다.(10) 타액은 혈액에 비하여 검출하고자 하는 물질의 농도가 낮게 분포하여, 상대적으로 정량화하기 어려운 단점이 있으나, 대량의 피검자를 대상으로 하는 모니터링을 실시할 경우 혈액보다 상대적으로 경제적인 비용과 시간으로 분석이 가능하다. 대부분의 타액 성분은 세포외액(extracellular fluids)에서 기인하지만, 타액선의 능동 수송(active transportation)과 고유한 분비 기전(secretion mechanism)이 타액의 이온 조성을 변화시킬 수 있다. 따라서, 타액은 혈액 등 다른 체액(body fluids)의 단순한 대용물(surrogate)이 아니며, 고유한 조성

을 갖고 있는 훌륭한 검체로 활용될 수 있다.(11) 이러한 장점을 바탕으로, 타액을 이용한 미량 금속 분석에 관한 연구가 증가하고 있는 추세이나 아직까지는 혈액에 비하여 상당히 부족한 실정이다.

이에 저자는 지금까지 이루어진 흡연자의 타액내 미량 금속 농도에 대한 연구결과들을 정리하고, 타액을 이용한 분석법의 문제점과 이를 최소화할 수 있는 방법을 고찰하여, 흡연자의 타액내 미량 금속 농도에 관한 연구의 필요성과 방향을 찾고자 하였다.

본 론

1. 흡연자의 타액내 미량 금속 농도

미량 원소 분석법의 급격한 발달로 말미암아, 인체내 미량 금속에 대한 검출법도 더불어 진보하고 있다. 현재 사용되고 있는 대표적인 분석법으로는, 유도 결합 플라즈마 질량분석법(Inductively coupled plasma mass spectrometry: ICP-MS), 유도 결합 플라즈마 분광법(Inductively couple atomic emission spectrometry: ICP-AES), 원자 흡수 분광광도법(Atomic absorption spectroscopy: AAS), 양극 빗집 전압전류법(Anodic stripping voltammetry: ASV) 등을 들 수 있다. 과거에는 분석한 농도값이 크고 오차도 심했으나, 최근에는 ICP-MS 등 최신 장비의 사용으로 검출한계(detection limit)가 낮아지고 분석능은 개선되어 참고값(reference value)이 계속해서 낮아지고 정확해지고 있다.

혈중의 미량 금속이 타액선으로 분비되는 기전에 대해서는 아직까지 명확하게 밝혀지지 않았으며, 주로 납에 관한 연구들이 이루어졌다.(7,12) 일반적으로 인체로 유입된 납은 대부분 장기에 축적되고, 아주 적은 부분이 혈장(plasma)에 존재한다. 타액내의 납 성분은 혈장내 단백질과 결합하지 않은 unbound diffusible lead에서 직접적으로 유래하는 것으로 알려져 있다. 두 검체 내의 납 농도를 비교한 연구들의 결과를 종합해 보면, 직업적으로 납에 노출되어 혈중 농도가 높은 경우는 지수함수 비례(exponential correlation)를 보이나, 혈중 농도가 낮거나 정상인의 경우에는 상관관계가 약한 것으로 나타났다.(12) 따라서, 흡연자의 경우도 상관관계가 약할 것으로 추정할 수 있다. 이러한 결과는 타액내의 낮은 농도에 기반한 것이지만, 타액이 고유한 특성을 갖는 독자적인 검체로서 쓰일 수 있음을 시사한다.

흡연자의 타액내 미량금속 농도에 관한 연구는 아직 미약한 실정이다. 따라서, 타액과 더불어 다른 체액 및 조직내 미량 금속의 농도에 관한 선행들의 연구결과들도 같이 살펴보고 하겠다.

1) Magnesium (Mg)

ICP-AES나 AAS를 이용하여 건강한 피검자를 대상으로 한 연구에서 비자극성 타액내의 Mg 농도는 6.53-19 mg/L 정도로 나타났다.(13,14) ICP-MS의 경우, 자극성 타액(stimulated saliva)을 분석하여 1.86 mg/L를 평균값으로 보고한 연구가 있었다.(15) 건강한 흡연자와 비흡연자를 비교했을 때 흡연이 Mg의 타액 농도에 유의한 영향을 주었다는 보고가 있는 반면(11), 그렇지 않았다는 연구도 있었다.(13) 치주질환자를 대상으로 한 연구에서는 흡연군이 비흡연군에 비해 Mg의 타액 농도가 유의하게 낮았다는 결과가 있는 반면에(16), 유의한 차이를 나타내지 않았다는 연구 결과도 있었다.(17) Mg의 경우, 인체내 유입의 주요한 경로가 식이 섭취(diet intake)로 알려져 있다.(18) 따라서 흡연으로 인한 Mg의 유입은 인체내 전체 유입량에 큰 영향을 주지 않을 것으로 추정해 볼 수 있다. 다만, 흡연으로 인하여 인체내 Mg 대사가 변화될 가능성이 있고(6), 타액 조성의 변화가 예상되므로(17), 흡연자의 타액내 Mg 농도를 명확히 밝혀내기 위해서는 많은 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2) Aluminum (Al)

Al은 신경병리학적 질환, 알츠하이머병, 파킨슨증후군, 당뇨 및 악성 종양을 유발하는 원인 요소로 알려져 있다.(19) 소수의 연구에서 정상인의 타액내 Al 농도는 1.39-102 $\mu\text{g/L}$ 정도의 범위를 나타내었다.(11,19,20) 흡연자의 타액 농도에 대해서는 비흡연자에 비하여 유의하게 높다는 연구 결과가 있다.(11) 다른 인체 조직의 농도를 살펴보면 뇨, 혈장, 적혈구 및 전혈 등에서 흡연자와 비흡연자 간에 유의성 있는 차이를 보여주지 못했다.(5,6) 반면에 Al의 모발내 분포는 흡연자가 비흡연자에 비하여 상대적으로 높은 것으로 나타났다.(21)

다른 미량 금속에 비하여, Al은 권련에 상당히 많은 양이 분포하는 것으로 알려져 있다. 그러나, 대부분의 Al은 흡연 후 담뱃재(ash)에 남아있고 전체의 약 0.05-0.3%만이 담배

연기로 이동하여(9), 실제로 흡연을 통하여 인체로 유입되는 Al의 양은 상대적으로 적을 것으로 사료된다. 또한, 인체내로 흡수된 Al은 대부분 간을 통하여 혈류에서 제거되며, 남아있는 Al은 모발이나 기타 조직에 축적되므로(22), Al이 타액을 통하여 배출될 가능성이 낮다. 하지만, 흡연자의 경우 흡연과정에서 담뱃잎, 담배 종이, 담배 필터, 담뱃재 등에 노출될 가능성이 크므로 흡연자의 손에 남아있는 Al이 입술이나 구강으로 이동하면서 Al의 타액 농도가 상승할 가능성은 배제할 수 없다.(11)

3) Manganese (Mn)

Mn의 평균 타액 농도에 대하여 노인의 경우 4.48 $\mu\text{g/L}$, 어린이의 경우 22 $\mu\text{g/L}$ 정도를 제시한 연구가 있었다.(15, 23) 몇몇 연구에서 흡연 상태가 전혈, 혈청 및 타액내의 Mn 농도에 유의한 영향을 주지 못했다는 결과를 보여주었다.(5,6,11,24)

4) Copper (Cu)

타액내 Cu 농도의 정상적인 범위는 1.53-34.5 $\mu\text{g/L}$ 정도로 보고되고 있으며(11,15), 흡연자와 비흡연자 간에 유의성 있는 차이를 보여주지 못했다.(11) 혈액의 경우는 두 군 간에 유의성 있는 차이를 보였다는 결과가 있는 반면에(25), 그렇지 않다는 결과도 있었다.(26) 혈청 농도는 두 군간에 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.(27)

5) Zinc (Zn)

Zinc의 정상적인 타액 농도는 13.5-79.8 $\mu\text{g/L}$ 정도로 보고되며(11,15), 흡연이 타액 농도를 유의하게 변화시키지 못했다.(11) 혈청 농도는 흡연자와 비흡연자 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.(27) 혈중 농도에서는 두 군간 유의한 차이를 보인 경우가 있는 반면에(25), 그렇지 않은 경우도 보고되었다.(26)

6) Strontium (Sr)

Sr의 평균 타액 농도에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 어린이를 대상으로 한 연구에서 7.73 $\mu\text{g/L}$ 를 보고한 경우가 있었다.(28) 성인을 대상으로 한 경우는 2.16 $\mu\text{g/L}$ 를 평균 수치로 보고한 논문이 있는데, 이 연구에서는 흡연자와 비흡연자 간에 유의성 있는 차이를 보이지는 않았다.(11) Sr의 혈

청 농도를 분석한 연구에서는 흡연자가 비흡연자보다 유의성 있는 증가를 보여주었다.(27)

7) Cadmium (Cd)

Cd와 Pb는 흡연과 연관되어 가장 많이 연구가 이루어진 미량 금속으로, 대부분은 혈액을 분석한 결과들이다. 권련에 존재하는 Cd 중에서 약 55-70%가 담배 연기로 이동하는데, 이중 대부분이 부류연(sidestream)을 통하여 간접 흡연자에게 영향을 줄 수 있다.(5,8) 따라서, 간접 흡연자는 담배 연기에 존재하는 다른 유해 미량금속보다 Cd에 노출될 위험성이 크다고 할 수 있다. 비흡연자의 타액내 Cd 농도는 0.023-1.15 $\mu\text{g/L}$ 정도로 나타났는데(11,29), 흡연자와 비흡연자간의 차이를 살펴본 경우 두 군간 유의한 차이를 보이지 않았다.(11) 그러나, 혈액을 이용한 연구에서는 두 군간 유의성 있는 차이를 보고하였다.(30) 특히, 최근 한국인을 대상으로 한 연구에서는 비흡연군, 이전 흡연군, 현재 흡연군의 평균 농도가 각각 1.0, 0.95, 1.23 $\mu\text{g/L}$ 로 나타나서 흡연이 혈중 농도에 영향을 주는 것으로 나타났다.(31)

8) Lead (Pb)

Pb의 평균 타액 농도는 약 0.08-75 $\mu\text{g/L}$ 인데(7,11,12), 이는 혈중 농도의 약 15-50% 정도이다.(12) 흡연자와 비흡연자의 타액 농도를 비교한 연구에서는 유의성 있는 차이를 보인 경우(7)와 그렇지 않은 경우가 있었다.(11) 혈중 농도를 살펴본 연구들에서도 두 군간 유의성 있는 차이를 보인 경우(7)와 그렇지 않은 경우가 있었는데(26), 한국인을 대상으로 한 연구에서는 비흡연군, 이전 흡연군, 현재 흡연군의 평균 농도가 각각 15.5, 21.4, 24.4 $\mu\text{g/L}$ 로 나타나서 흡연이 Pb의 혈중 농도에 영향을 주는 것으로 나타났다.(31)

9) 코티닌 (Cotinine)

코티닌은 미량 금속은 아니지만, 흡연량이나 간접 흡연의 정도를 평가하는데 있어서 매우 중요하므로 간단히 언급하기로 한다. 코티닌(cotinine)은 니코틴(nicotine)의 주요한 대사물질로, 흡연자의 체내에 흡수된 니코틴의 약 70-80%가 코티닌으로 대사된다. 코티닌은 흡연에 대하여 높은 특이성과 민감성을 보이며, 약 17시간의 반감기를 지니고 있어서 최근의 니코틴 노출량과 뚜렷한 상관관계를 보인다. 또한, 코티닌의 타액 농도는 혈액보다 10-40% 높으며, 코티닌

의 혈청 농도와 타액 농도는 강한 상관관계를 보인다.(12) 따라서, 코티닌의 타액 농도는 흡연에 대한 노출 정도를 평가하는 좋은 측정법이 될 수 있으며, 혈액에 비하여 비침습적 이므로 반복적인 측정을 간편하게 시행할 수 있는 장점이 있다. 특히, 노약자나 임산부, 유소아를 대상으로 간접 흡연에 대한 노출 정도를 평가하는 데에서도 유용하다고 할 수 있다. 코티닌의 타액 농도가 0.1 ng/mL 미만이면 간접흡연에 노출되지 않은 비흡연자, 0.1-30 ng/mL 사이는 간접흡연에 노출된 비흡연자, 30-100 ng/mL 사이는 occasional smoker, 100 ng/mL 이상인 경우는 active smoker로 분류한다.(32) 이상의 결과에서, 코티닌의 타액 농도는 흡연량에 따른 인체내 미량 금속의 수준을 평가하는데 있어서 매우 중요한 지표로서 사용될 수 있음을 알 수 있다.

2. 타액내 미량 금속 분석시의 문제점과 최소화 방안

타액내 미량 금속을 분석하는데 있어서 아직까지 해결하지 못한 다양한 문제점이 존재하는데, 이를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 분석하고자 하는 미량 금속의 농도가 매우 낮다는 점이다. ICP-MS는 현재 사용되고 있는 분석 장비 중 최적의 기기로 평가받고 있는데, 극미량의 원소를 $\mu\text{g/L}$ 단위까지 분석할 수 있는 민감도(sensitivity)를 가지고 있으며, 여러 원소를 실시간으로 동시에 분석할 수 있는 장점을 지니고 있다. 따라서, 인체의 다른 조직에 비하여 상대적으로 낮은 농도를 보이는 타액의 경우, ICP-MS의 적용이 가장 적절한 것으로 사료된다. 무기물에 대한 정량 분석과정 중, 무기물 검출에 앞서서 전처리 과정(pretreatment procedure)은 필수적이다. 이러한 과정을 통하여 검체내에 존재하는 유기 불순물을 제거하여 검출능력을 높일 수 있게 된다.(29) 현재 가장 많이 쓰이는 전처리법으로는 산 회화법(acid digestion)과 산 희석법(acid dilution)을 들 수 있는데, 타액내 미량금속의 낮은 농도를 고려한다면 전처리 과정이 단순하여 조작시의 외부오염을 최소화할 수 있는 초순수 질산(suprapuric nitric acid) 희석법이 ICP-MS 분석에 있어서 적절하다는 보고가 있다.(11) 적절한 분석기기 및 전처리법의 선정 이외에도 채취 용기의 철저한 세척과 보관은 필수적이다. 적절한 타액 채취법의 선택도 채취 과정에서 생길 수 있는 오염을 최소화하는데 필요하다. 타액의 채취법에는 크게 cotton-based method와 non-cotton-based method의 두 가

지로 나눌 수 있는데, cotton-based method는 타액 채취후 원심분리를 통하여 타액을 분리해야 하므로, 외부 오염의 가능성이 커지게 된다.(12) 따라서 입안의 타액을 일정량 모았다가 플라스틱 용기에 자연스럽게 뱉는 non-cotton-based method(spitting method)가 타액내 미량 금속의 정확한 분석에 더 적절하다.(12)

일반적으로, 타액내 미량 금속의 조성은 채취일 및 채취시간에 따라서 다양한 일간변화와 일중 변화를 나타내며, 이에 대한 원인으로는 개인의 영양 상태, 호르몬 분비 변화, 그리고 타액 분비율의 변화 등이 제시되고 있다.(12) 개인의 영양 상태나 호르몬 상태를 모두 고려하기에는 현실적으로 어려움이 따르므로, 타액 채취시 타액 분비율(salivary flow rate) 또는 구강내 분비율(salivary secretion rate)에 대한 우선적인 고려가 필요하리라 사료된다. 일반적으로 타액 분비율은 분당 구강내로 분비되는 비자극성 전타액(unstimulated whole saliva)의 양을 측정하는 것으로, 단위는 mL/min를 사용한다. 구강내 분비율은 분당 구강내로 분비되는 해당 원소의 양을 계산한 것으로, 타액 분비율에 해당원소의 농도를 곱한 값을 사용한다.(14) 또한, 타액의 채취시간도 동일한 시간대로 설정하여 가급적 채취한 타액이 검체로서의 대표성을 지닐 수 있게 해야 할 것이다.(12)

세 번째로, 타액 검체는 혈액 성분으로 인한 오염의 가능성이 크다는 점을 들 수 있다. 혈중 미량 금속의 농도는 타액에 비하여 상당히 크기 때문에, 구강내의 미세한 상처나 치은열구액(gingival crevicular fluid)에서 기인한 다양한 혈액 성분이 타액내로 유입될 경우, 미량 금속의 타액 농도를 극도로 왜곡시킬 가능성이 매우 크다.(12) 따라서 채취한 타액에 대한 혈액 오염의 정도를 반드시 확인하여 정확한 분석 결과를 얻을 수 있도록 해야 하고, 혈액 오염 정도가 심한 타액 검체는 반드시 분석에서 제외해야 한다. 최근에는 enzyme immunoassay kit를 사용하여 transferrin의 타액 농도를 측정함으로써 타액 검체의 혈액 오염 정도를 분석하는 방법이 소개되고 있다.(11) 일반적으로 transferrin의 타액 농도가 1 mg/dL을 초과하면, 검체가 혈액으로부터 오염이 된 것으로 간주한다.

타액의 보관방법도 중요한데, 채취한 타액의 안정성을 확보하기 위해서 채취 직후 -30~-70℃에서 보관하는 것이 추천되고 있다.(12) 최근의 실험에서는 타액 채취 직후 초순수 질산을 바로 첨가한 뒤에 -20℃나 -80℃에서 보관한 경

우가 있었다.(11,33)

아울러, 설문지 평가가 반드시 포함되어야 한다.(12) 구강내 수복물이나 보철물로부터 유출되는 금속의 양은 음식이나 음료로부터 섭취되는 양보다 매우 적으며(34), 수복물의 갯수가 타액내 미량금속의 농도에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.(11) 그러나, 치아교정장치나 임시충전물은 타액 농도를 증가시킬 수 있으며(35), 장기적으로 복용하는 약물이나 식습관 및 주위 생활 환경 등도 영향을 줄 수 있으므로 이에 대한 평가는 반드시 필요하다. 따라서, 타액 채취 전에 구강검사를 통하여 구강내 수복물의 종류와 갯수, 교정장치 유무 등을 명확히 기록해야 한다. 또한, 피검자의 직업, 식습관, 약물 복용 유무와 흡연 상태(smoking status), 거주지의 교통량 및 주변 공장 또는 주유소의 분포, 거주하는 집의 수도 및 도색 상황 등을 포괄적으로 평가할 수 있는 설문지를 작성하도록 하여 흡연 이외의 다른 요소들이 미량금속의 타액 농도에 미칠 수 있는 영향을 최소화해야 한다.

결 론

흡연은 다양한 전신질환의 원인일 뿐만 아니라, 치주질환과 구강암 및 치과 임플란트의 성공률 등 구강건강에도 많은 악영향을 주고 있다. 담배 성분 중 미량 금속은 타르, 니코틴 및 각종 발암물질에 비하여 아직 많은 주목을 받지 못하고 있으며 그 연구도 매우 미미한 실정이다. 하지만, 흡연은 장기간에 걸쳐서 이루어지는 중독현상으로, 담배에 포함된 소량의 미량금속이라도 오랜 기간 동안 체내에 상당량이 축적될 수 있는 만큼 그 유해성이 심각하다고 할 수 있다. 인체내 미량 금속을 모니터링하는 검체로서 지금까지는 주로 혈액이 사용되고 있지만, 타액이 갖는 다양한 장점을 바탕으로 하여 타액을 이용한 연구도 많은 진전이 이루어지고 있다. 아직까지는 타액에 존재하는 미량 금속의 분석에 있어서 많은 문제점이 남아있지만, 이를 최소화할 방법들을 잘 고려하여 향후에 심도있는 연구가 이루어진다면 타액의 진단학적 가치가 더욱 커지리라 전망된다.

요 약

흡연은 다양한 전신질환과 연관되어 있는 위험요소이다. 또한, 흡연은 치주질환과 구강암의 유병률 및 치과 임플란트

의 성공률 등 구강 건강에도 상당한 영향을 끼친다. 담배에 서는 많은 유해 미량 금속이 검출되고 있는데, 이들은 인체 내 장기 및 조직에 축적되어 해로운 영향을 주며 구강질환의 발병에 간접적인 영향을 줄 수 있다. 타액은 비침습적이고 채취가 용이하며 경제적인 검체이다. 이러한 장점을 바탕으로, 유해 미량 금속에 대한 직업적, 환경적 노출을 평가하는 생체모니터링에도 사용되고 있다. 그러나, 타액내 미량 금속의 분석하는 데 있어서 아직까지 해결되지 않은 몇 가지 문제점이 있는데, 분석하고자 하는 미량 금속이 극미량으로 존재한다는 점, 타액 조성의 다양한 변화, 타액 검체의 혈액 오염, 표준화된 타액 분석법의 미확립, 신뢰할만한 참고값의 부재 등이다. 이러한 한계를 최소화하는 방안으로, ICP-MS와 같이 감도가 우수한 장비를 사용하고, 타액 채취시 타액 분비율 또는 구강내 분비율을 꼭 기록하고 고려해야 한다. 또한, 타액 검체에 대한 혈액 오염 여부를 꼭 확인하여 정확한 분석이 이루어지도록 해야 한다. 이러한 방안들을 잘 고려한다면 타액의 진단학적 가치는 더욱 커지게 될 것이고, 타액을 이용한 미량 금속의 분석이 흡연자의 전신 및 구강건강을 평가하는데 있어서 중요한 역할을 하리라 사료된다.

중심단어 : 흡연; 구강 건강; 미량 금속; 타액; 생체모니터링

참고 문헌

- Fowles J, Dybing E. Application of toxicological risk assessment principles to the chemical constituents of cigarette smoke. *Tob Control* 2003; 12: 424-30.
- Tomar SL, Asma S. Smoking-attributable periodontitis in the United States: findings from NHANES III. *J Periodontol* 2000; 71: 743-51.
- Varela-Lema L, Ruano-Ravina A, Juiz Crespo MA, Barros-Dios JM. Tobacco consumption and oral and pharyngeal cancer in a Spanish male population. *Cancer Lett* 2009; 288: 28-35.
- Baig MR, Rajan M. Effects of smoking on the outcome of implant treatment: a literature review. *Indian J Dent Res* 2007; 18: 190-5.
- Chiba M, Masironi R. Toxic and trace elements in tobacco and tobacco smoke. *Bull World Health Organ* 1992; 70: 269-75.
- Bernhard D, Rossmann A, Wick G. Metals in cigarette smoke. *IUBMB Life* 2005; 57: 805-9.
- Nriagu J, Burt B, Linder A, Ismail A, Sohn W. Lead levels in blood and saliva in a low-income population of Detroit, Michigan. *Int J Hyg Environ Health* 2006; 209: 109-21.
- Pappas RS, Polzin GM, Zhang L, Watson CH, Paschal DC, Ashley DL. Cadmium, lead, and thallium in mainstream tobacco smoke particulate. *Food Chem Toxicol* 2006; 44: 714-23.
- Kazi TG, Jalbani N, Arain MB, Jamali MK, Afridi HI, Sarfraz RA et al. Toxic metals distribution in different components of Pakistani and imported cigarettes by electrothermal atomic absorption spectrometer. *J Hazard Mater* 2009; 163: 302-7.
- Wilhelm M, Pesch A, Rostek U, Begerow J, Schmitz N, Idel H et al. Concentrations of lead in blood, hair and saliva of German children living in three different areas of traffic density. *Sci Total Environ* 2002; 297: 109-18.
- Kim Y-J, Kim Y-K, Kho H-S. Effects of smoking on trace metal levels in saliva. *Oral Dis* 2010; 16: 823-30.
- Koh DSQ, Koh GCH. The use of salivary biomarkers in occupational and environmental medicine. *Occup Environ Med* 2007; 64: 202-10.
- Monaci F, Bargagli E, Bravi F, Rottoli P. Concentrations of major elements and mercury in unstimulated human saliva. *Biol Trace Elem Res* 2002; 89: 193-203.
- Nagler RM, Hershkovich O. Relationships between age, drugs, oral sensorial complaints and salivary profile. *Arch Oral Biol* 2005; 50: 7-16.
- Watanabe M, Asatsuma M, Ikui A, Ikeda M, Yamada Y, Nomura S et al. Measurements of several metallic elements and matrix metalloproteinases (MMPs) in saliva from patients with taste disorder. *Chem Senses* 2005; 30: 121-5.
- Zuabi O, Machtei EE, Ben-Aryeh H, Ardekian L, Peled M, Laufer D. The effect of smoking and periodontal treatment on salivary composition in patients with established periodontitis. *J Periodontol* 1999; 70: 1240-6.
- Erdemir EO, Erdemir A. The detection of salivary minerals in smokers and non-smokers with chronic periodontitis by the inductively coupled plasma-atomic emission spectrophotometry technique. *J Periodontol* 2006; 77: 990-5.
- Kohlmeier M. Nutrient metabolism. Barcelona: Elsevier Ltd.; 2003. p. 678-733.
- Pacheco PH, Gil RA, Smichowski P, Polla G, Martinez LD. Trace aluminium determination in biological samples after microwave digestion followed by solid phase extraction with L-methionine on controlled pore glass. *Microchem J* 2008; 89: 1-6.
- Sighinolfi GP, Gorgoni C, Bonori O, Cantoni E, Martelli M, Simonetti L. Comprehensive determination of trace elements in human saliva by ETA-AAS. *Mikrochim Acta* 1989; 97: 171-9.
- Unkiewicz-Winiarczyk A, Gromysz-Kalkowska K, Szubartowska E. Aluminium, cadmium and lead concentration in the hair of tobacco smokers. *Biol Trace Elem Res* 2009; 132: 41-50.
- DeVoto E, Yokel RA. The biological speciation and toxicokinetics of aluminum. *Environ Health Perspect* 1994; 102: 940-51.
- Watanabe K, Tanaka T, Shigemori T, Hayashida Y, Maki K. Mn and Cu concentration in mixed saliva of elementary school children in relation to sex, age, and dental caries. *J Trace Elem Med Biol* 2009; 23: 93-9.
- Kristiansen J, Christensen JM, Iversen BS, Sabbioni E. Toxic trace element reference levels in blood and urine: influence of gender and lifestyle factors. *Sci Total Environ* 1997; 204: 147-60.
- Massadeh A, Gharibeh A, Omari K, Al-Momani I, Alomari A, Tumah H

- et al. Simultaneous determination of Cd, Pb, Cu, Zn, and Se in human blood of Jordanian smokers by ICP-OES. *Biol Trace Elem Res* 2010; 133: 1-11.
26. Moreno MA, Marin C, Vinagre F, Ostapczuk P. Trace element levels in whole blood samples from residents of the city Badajoz, Spain. *Sci Total Environ* 1999; 229: 209-15.
27. Bernhard D, Rossmann A, Henderson B, Kind M, Seubert A, Wick G. Increased serum cadmium and strontium levels in young smokers: effect on arterial endothelial cell gene transcription. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2006; 26: 833-8.
28. Shigemi T, Tanaka T, Hayashida Y, Maki K. Study of salivary strontium and silver concentrations in primary school children related to dental caries. *Biol Trace Elem Res* 2008; 123: 80-90.
29. Menegário AA, Packer AP, Giné MF. Determination of Ba, Cd, Cu, Pb and Zn in saliva by isotope dilution direct injection inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analyst* 2001; 126: 1363-6.
30. Schulz C, Conrad A, Becker K, Kolossa-Gehring M, Seiwert M, Seifert B. Twenty years of the German Environmental Survey (GerES): Human biomonitoring - Temporal and spatial (West Germany/East Germany) differences in population exposure. *Int J Hyg Environ Health* 2007; 210: 271-97.
31. Son J-Y, Lee J, Paek D, Lee J-T. Blood levels of lead, cadmium, and mercury in the Korean population: results from the Second Korean National Human Exposure and Bio-monitoring Examination. *Environ Res* 2009; 109: 738-44.
32. Etzel RA. A review of the use of saliva cotinine as a marker of tobacco smoke exposure. *Prev Med* 1990; 19: 190-7.
33. Barbosa F Jr, Rodrigues MHC, Buzalaf MR, Krug FJ, Gerlach RF, Tanus-Santos JE. Evaluation of the use of salivary lead levels as a surrogate of blood lead or plasma lead levels in lead exposed subjects. *Arch Toxicol* 2006; 80: 633-7.
34. Brune D. Metal release from dental biomaterials. *Biomaterials* 1986; 7: 163-75.
35. Souza RM, Menezes LM. Nickel, chromium and iron in the saliva of patient with simulated fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod* 2008; 78: 345-50.