

Original Article

## 동적 타액선 신티그라피에서 기능적 매개변수 지표를 활용한 정량 분석의 유용성

인하대병원 핵의학과

신채호 · 김봉수 · 조용귀 · 조진우 · 진성은 · 표성재

### Usefulness of the quantitative analysis by using the functional parameter index from dynamic salivary glands scintigraphy.

Chae Ho Shin, Bong Su Kim, Yong Gyi Cho, Jin Woo Jo, Sung Eun Jln, Sung Jai Pyo

*Department of Nuclear Medicine, Inha University Hospital, Incheon, Korea*

**Purpose** This study was to evaluate the usefulness through the comparison of patients group and healthy control group by acquiring a variety of functional parameters index from time-activity curves of salivary gland scintigraphy using  $^{99m}\text{Tc}$ .

**Materials and Methods** From December 2014 to February 2015 with the targets of 30 patients in the patient group who presented themselves with xerostomia and underwent the salivary gland scan and 10 people in healthy control group, approximately 30 minutes of dynamic Scan was carried out after the intravenous bolus injection of 370 MBq of  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  and per os stimulation with Vitamin C powder 20 minutes after the injection. The method of quantitative analysis was as follows, the time-activity curve was drawn after the parotid gland and submandible gland were prescribed as a region of interest, a variety of functional parameters index was obtained in each position of the curve, and the patients group and the control group were compared.

**Results** As for the methods applied in comparison and measurement, uptake ratio (UR), time at maximum counts (Tmax), time at minimum counts (Tmin), maximum accumulation (MA), accumulation velocity, maximum secretion (MS), maximum stimulation secretion (MSS), and secretion velocity (SV) were used. In the comparison of functional parameters index of patient group and normal group, the healthy normal group showed significant difference compared to the patient group in all indices except for the minimum radioactivity time (Tmin), and also in terms of variation over time the normal group showed significant difference compared to the patient group ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion** Consequently, it was considered that the quantitative analysis that used a variety of functional parameters index would be useful for evaluating the function of the salivary glands of the patients with xerostomia as an objective and standardized information.

**Key Words** Dynamic Salivary Gland Scintigraphy, Functional Parameter Index, Quantitative analysis, Xerostomia

## 서론

입안이 마르는 느낌으로 인해 불편함이 나타나는 증상을 구강 건조증이라고 한다. 이는 식사습관을 변화시키거나, 말하는 것을 어렵게 하고, 미각 장애, 구강 감염에 대한 민감성을 증가시킨다.<sup>1,2)</sup>

구강 건조증은 원인에 따라 방사선 치료, 쇼그렌 증후군

• Received: October 02, 2015 Accepted: October 13, 2015  
• Corresponding author: Chae Ho Shin  
• Department of Nuclear Medicine, Inha University Hospital, 7-206  
3rd ST, Jung-gu, Incheon, Korea  
Tel: +82-32-890-3771 Fax: +82-32-890-3164  
E-mail: dolpals@hanmail.net

등 타액선에 병적인 소견에 의한 일차성 구강건조증과 병적인 소견 없이 약물 사용으로 인한 부작용 등으로 인해 발생하는 이차성 구강 건조증이 있다. 타액선의 기능을 측정하는 평가 방법으로는 타액조영술, 타액 분비량 측정, 조직 생검법과 타액선 신티그라피 등이 있으며, 이중 타액선 신티그라피는 비침습적인 방법으로 여러개의 타액선을 동시에 평가할 수 있어 널리 사용되어 왔다.<sup>3)</sup> 정적인 타액선 신티그라피는 주로 형태학적인 진단을 하고 다양한 방향의 촬영이 가능한 반면에 육안적, 주관적인 평가가 이루어지고, 정량화가 어려우며, 여러 방향을 촬영하다 보면 재섭취로 인한 위양성의 가능성이 있다. 반면에 동적 타액선 신티그라피는 여러 방향의 촬영이 불가능하지만, 시간-방사능 곡선을 통해 타액선내 변화에 대해 연속적으로 관찰을 할 수 있고, 객관적 정량화가 가능하며, 다양한 기능적 매개변수 지표를 획득할 수 있는 장점을 가지고 있다.<sup>4,5,6)</sup>

본 연구에서는 동적 타액선 신티그라피에서 표준화되고 통일된 기능평가를 위한 다양한 기능적 매개변수 지표를 측정하고, 구강 건조증 환자 그룹과 건강한 Control 그룹과 비교하여 그 유의성을 평가 하고자 한다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2014년 12월부터 2015년 2월까지 구강 건조증으로 동적 타액선 신티그라피를 시행한 환자그룹 30명(남 7명, 여 23명, 평균연령 52.7세)과 건강한 Control 그룹 10명(남 5명, 여 5명, 평균연령 47.6세)을 대상으로 하였다.

### 2. 영상획득 방법

검사장비는 지멘스사의 ORBITOR GAMMA CAMERA (Siemens Medical Solution, USA)를 이용하였으며, LEHR (Low Energy High Resolution) 콜리메이터와 128x128 matrix size를 사용하였다. 검사방법은 전치치로 촬영 전 2시간동안 금식 및 양치, 금연을 하도록 하고, 과산화테크네슘 370 MBq을 정맥에 순간주사하고 최타 자극제로 비타민C 파우더 2g을 사용하였다. 촬영 자세는 똑바로 누운 상태에서 좌우 타액선과 갑상선이 충분히 포함 되도록 하고, 머리를 움직이지 않게 고정된 상태에서 구강 내 방사능이 악하선과 겹치지 않게 고개를 신전시킨 상태에서 촬영하였다(Fig. 1).



Fig. 1. Orbitor gamma camera and the study position of dynamic salivary gland scintigraphy.

영상획득 방법은 동적 타액선 신티그라피 Protocol을 이용하여, 혈류영상은 프레임당 2초씩 40view, 축적영상은 프레임당 15초씩 80view, 분비영상은 프레임당 15초씩 40view를 획득하여 총 검사시간은 31.1분이 소요되었다(Fig 2).

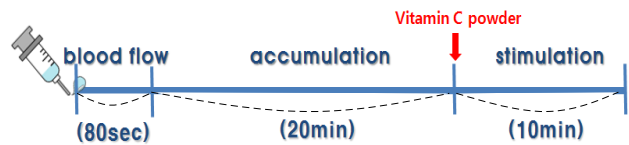


Fig. 2. Time table of the dynamic salivary gland scintigraphy protocol.

### 3. 영상 후 처리

동적 타액선 신티그라피의 영상 후 처리는 평균 근무연수 10년 정도의 방사선사 2명이 협의하여 실시하였으며, 획득된 모든 이미지를 합산한 영상에서 좌우 이하선과 악하선이 충분히 포함되게 관심영역을 설정하고, 배후 방사능의 간섭을 제외하기 위해 좌측 전두부위에 타액선의 관심영역과 비슷한 크기의 배후 방사능을 설정하고 감산하여 시간-방사능 곡선을 획득하였다(Fig. 3).

데이터 분석을 위해 시간-방사능 곡선으로부터 총 8개의 point를 설정하였다. a point는 시간-방사능 곡선의 어깨부위의 시작점에 설정하였고, b point는 maximum count point, c point는 stimulation point로 21.3분의 count point, d point는 minimum count point로 설정하고 각각의 point에 대응하는 시간을 각각 Ta, Tb, Tc, Td로 설정하였다(Fig. 4).

양쪽 이하선과 악하선의 시간-방사능 곡선으로부터 설정된 각각의 point 값을 토대로 엑셀시트에 계산식을 입력하여, 침샘에 대한 기능적 매개변수 지표인 섭취율, 최대 방사능 시간, 최소 방사능 시간, 최대축적율, 축적속도, 최대 배출

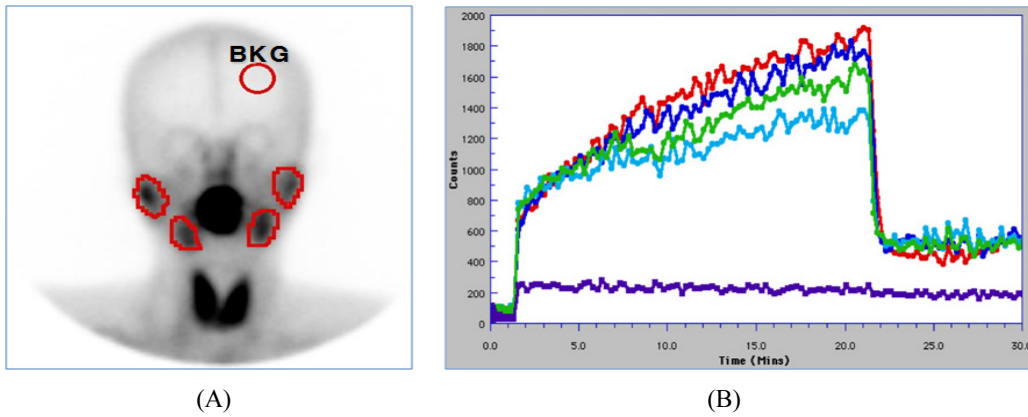


Fig. 3. (A) Composite images with regions of interest in bilateral parotid and submandibular salivary glands. (B) Time-activity curves of normal dynamic salivary gland scintigraphy.

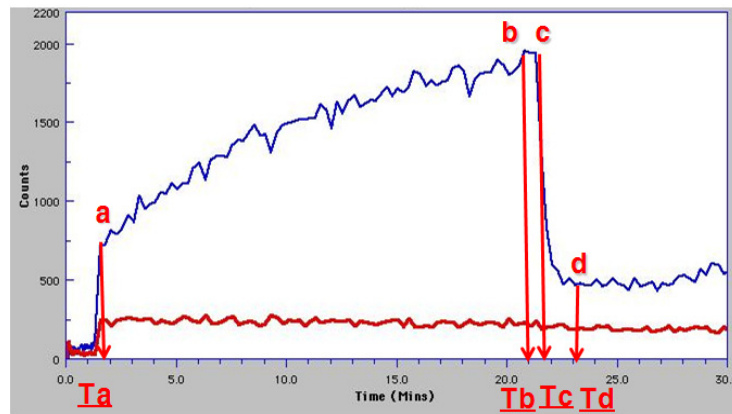


Fig. 4. Schematic presentation of time-activity curves in dynamic salivary gland scintigraphy. The following points were defined : point a=initial shoulder point, point b=maximum counts point, c=stimulation time counts point, d=minimum counts point and Ta, Tb, Tc, Td=the time of reaching a,b,c,d point respectively.

Table 1. Definition of functional parameter index in dynamic salivary gland scintigraphy.

| Functional Parameter Index          | Definition  |
|-------------------------------------|---|
| Uptake ratio(UR)                    | Gland-to-background ratio at maximum count, b/bkg |
| Time at maximum counts (Tmax)       | Tb  |
| Time at minimum counts (Tmin)       | Td  |
| Maximum accumulation (MA)           | $(b-a)/b \times 100\%$                            |
| Accumulation Velocity (AV)          | $(b-a)/(Tb-Ta)$                                   |
| Maximum secretion (MS)              | $(b-d)/b \times 100\%$                            |
| Maximum stimulation secretion (MSS) | $(c-d)/c \times 100\%$                            |
| Secretion Velocity (SV)             | $(c-d)/(Tc-Td)$                                   |

율, 최대자극 분비율, 배출속도를 각각 계산하였다(Table 1).

통계분석은 MedCalc(ver. 15.2.2) 통계프로그램을 이용하였으며 구강건조증 환자 그룹과 건강한 Control 그룹의 양측 이하선과 악하선의 기능적 매개변수 지표를 각각 측정하여 독립표본 t-test를 통해 유의성을 분석하였다.

## 결 과

건강한 Control 그룹 10명의 이하선과 악하선 각각 20개와 구강건조증 환자그룹 30명의 이하선과 악하선 60개의 기능적 매개변수 지표를 측정하였다. 측정결과는 평균과 표준편

**Table 2.** Comparison of parotid gland scintigraphic parameters index in healthy control group (10 subjects) and patients group(30 subjects)

| Parotid gland<br>기능적 매개 변수 지표 | Control group |          | Patient group |          | p-value |
|-------------------------------|---------------|----------|---------------|----------|---------|
|                               | Mean          | SD       | Mean          | SD       |         |
| UR                            | 7.59          | ± 1.79   | 4.78          | ± 1.74   | 0.001   |
| Tmax(min)                     | 21.16         | ± 0.41   | 20.02         | ± 2.34   | 0.035   |
| MA(%)                         | 71.76         | ± 6.10   | 67.19         | ± 9.17   | 0.040   |
| AV(count/min)                 | 65.52         | ± 22.57  | 45.26         | ± 17.90  | 0.001   |
| Tmin(min)                     | 23.49         | ± 0.77   | 24.56         | ± 1.291  | 0.001   |
| MS(%)                         | 75.31         | ± 4.73   | 68.43         | ± 8.42   | 0.001   |
| MSS(%)                        | 74.47         | ± 4.97   | 65.47         | ± 9.61   | 0.001   |
| SV(count/min)                 | -649.01       | ± 309.09 | -246.56       | ± 169.75 | 0.001   |

**Table 3.** Comparison of submandibular gland scintigraphic parameters index in healthy control group (10 subjects) and patients group(30 subjects)

| Submandible gland<br>기능적 매개 변수 지표 | Control group |          | Patient group |          | p-value |
|-----------------------------------|---------------|----------|---------------|----------|---------|
|                                   | Mean          | SD       | Mean          | SD       |         |
| UR                                | 7.03          | ± 1.34   | 5.38          | ± 1.58   | 0.001   |
| Tmax(min)                         | 21.11         | ± 0.28   | 18.50         | ± 4.21   | 0.007   |
| MA(%)                             | 55.82         | ± 8.90   | 45.11         | ± 12.49  | 0.001   |
| AV(count/min)                     | 47.81         | ± 15.37  | 36.36         | ± 22.56  | 0.038   |
| Tmin(min)                         | 23.69         | ± 0.77   | 25.03         | ± 1.71   | 0.001   |
| MS(%)                             | 65.01         | ± 7.14   | 54.69         | ± 9.03   | 0.001   |
| MSS(%)                            | 63.69         | ± 6.82   | 49.02         | ± 12.53  | 0.001   |
| SV(count/min)                     | -459.18       | ± 206.32 | -176.73       | ± 124.89 | 0.001   |

차로 나타냈으며, *P*-value로 유의성을 측정하였다.

먼저 이하선의 측정 결과는 섭취율은 Control 그룹이 7.59, 환자그룹이 4.78로 Control 그룹의 섭취율이 58%정도 더 높게 측정되었으며, 최대방사능 시간은 Control 그룹이 21.16분 환자그룹이 20.02분으로 Control 그룹이 stimulation을 시작하는 21.3분에 더 가까울 때까지 섭취가 증가하였으며 환자그룹은 stimulation 하기 전에 더 일찍 자연 배출이 시작되어 최대 방사능 시간이 더 짧은 것을 알 수 있다. 최대 축적율은 Control 그룹이 71.76, 환자그룹이 67.19로 Control 그룹이 약 7% 정도 높게 측정 되었으며, 축적속도는 Control 그룹이 65.52, 환자그룹이 45.26으로 분당 변화량이 Control 그룹이 더 크게 측정되었다. 최소 방사능 시간은 Control 그룹이 23.49분, 환자그룹이 24.56분으로 환자그룹이 더 높게 측정 되었는데 이는 자극시간 21.3분에 대하여 환자그룹이 최타 자극제에 대해 더 지연되게 반응함으로써 최소 방사능 시간이 더 길게 측정 되는 것을 알 수 있다. 최대 배출율은 Control 그룹이 75.31, 환자그룹이 68.43으로 Control 그룹이 약 10% 정도 높게 측정 되었으며 최대자극 분비율도 Control 그룹이 15%정도 높게 측정 되었고 배출속도도 분당 분비 변화량이 Control 그룹이 환자그룹에 비해 크게 측정되었다. 모든 기

능적 매개변수 지표는 *P*-value 0.05미만으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 2).

악하선에 대한 Control 그룹과 환자그룹의 기능적 매개변수 측정 결과는 이하선에 비하여 악하선에서 대체적으로 축적에 대한 지표와 분비에 대한 지표에서 더 낮은 경향이 있었다. 이하선의 최대 축적률이 정상군 71.76, 환자군 67.19 인데 비해 악하선은 정상군 55.82, 환자군은 45.11로 측정되었다. 그리고 수치의 정도 차이만 있을 뿐 Control 그룹이 환자 그룹에 비해서 최소 방사능 시간을 제외한 모든 지표에서 높게 측정 되었으며, 시간에 따른 변화량도 더 크게 측정 되었고, *P*-value 0.05미만으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (Table 3).

종합해보면 Control 그룹이 구강 건조증 환자 그룹에 비해서 섭취율(UR), 최대 방사능 시간(Tmax), 최대 축적율(MA), 최대 배출율(MS), 최대자극 분비율(MSS)에서 높게 측정 되었고, 시간에 따른 변화량인 축적속도(AV)와 배출속도(SV)도 더 크게 측정 되었다. 최소 방사능 시간(Tmin)은 구강 건조증 환자 그룹이 더 높게 측정 되었는데 이는 최타 자극제에 대한 반응 시간이 더 지연되어 나타난 결과로 모든 기능적 매개변수 지표 측정 값은 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

## 고 찰

구강 건조증에 대한 환자의 자가 증상이 항상 침샘의 병변을 의미하지는 않는다. 마찬가지로 환자의 주관적인 느낌이나, 증상의 정도가 질환의 경중과 일치하지 않으므로 보다 객관적으로 침샘의 기능 이상을 평가하는 기준이 필요하다. 침샘검사에 대한 검사 Protocol은 아직 표준화되어 있지 않으며, 매우 다양하게 시행되고 있다. 영상 획득방법에서는 검사 자세 및 정맥주사 부위,  $^{99m}\text{Tc}$ -과산화테크네튬의 방사능량, 총 검사 시간, 침분비제 종류 및 투여 시간, 영상 획득 시간 등을 각자 경험과 검사 환경에 따라 다르게 시행하고 있는 실정이다. 또한 다양한 정량적 또는 정성적인 방법으로 침샘검사를 평가하고 있다. 본 연구에서는 동적 침샘스캔에서 370 MBq의  $^{99m}\text{Tc}$ -과산화테크네튬을 정맥주사하고 21.3 분째에 비타민C 파우더를 침분비제로 사용하여 총 30.3분동안 검사를 시행하였으며, 기능매개변수지표의 정량적 분석 방법으로 침샘의 기능을 평가하였다. 이는 일반적인 주관적 육안 평가에 의한 침샘의 기능을 평가하는 방법을 보완하여 더욱 객관적인 결과를 얻을 수 있다. Hui-Jin Kim<sup>7)</sup>과, Winn Aung<sup>8)</sup>도 기능매개변수지표를 이용하여 정량분석을 하였는데 널리 알려진 섭취율(UR), 최대 방사능 시간(Tmax), 최소 방사능 시간(Tmin), 최대 축적율(MA), 최소 축적율(MS)에 대해서만 분석하였다. 하지만 본 연구에서는 축적속도(AV), 배출속도(SV) 그리고 최대 자극 배출율(MSS)를 추가적으로 획득하여 침샘의 시간에 따른 변화와 침분비제 사용 전의 자연 분비율에 대한 정보를 획득함으로써, 보다 더 다양한 정량적 정보를 제공할 수 있었다. Tsujii<sup>9)</sup>은 방사선 저항성은 턱밑샘이 귀밑샘보다 더 높고, 침분비제에 의한 침 배출은 턱밑샘보다 귀밑샘이 크다고 보고하였으며, 본 연구에서도 귀밑샘이 75.31, 턱밑샘이 65.01로 귀밑샘의 침 배출이 더 높게 측정되었다. 정상군에서 침샘스캔의 기능매개변수지표 중 귀밑샘의 섭취율(UR), 최대 축적율(MA), 최대 배출율은 7.59, 71.76, 75.31 였으며, 턱밑샘의 섭취율(UR), 최대 축적율(MA), 최대 배출은 7.03, 55.82, 65.01로 귀밑샘이 더 높게 측정되었고, 귀밑샘의 축적속도(AV), 배출속도(SV)는 각각 65.52, -649.01 턱밑샘의 축적속도(AV), 배출속도(SV)는 47.81, -459.18로 귀밑샘의 시간에 따른 침샘의 기능 변화가 턱밑샘보다 더 크게 나타났다. 이로 인해 섭취, 농축, 배출에 대한 기능이 귀밑샘이 턱밑샘보다 우수하다는 가정을 할 수 있으나, 이러한 결과는 개인에 따른 하악골의 두께, 침샘의 크기 및 부피, 질환의 종류 등 모든 변수를 적용하지 못한 한계를 가지고 있다.

## 결 론

동적 타액선 신티그래피는 비침습적이며 간단하게 타액선의 기능을 평가하는데 널리 사용되어진 방식이다. 또한 시간-방사능 곡선을 통해 타액선의 변화를 연속적으로 관찰할 수 있으며, 다양한 매개변수 지표를 측정할 수 있다. 이로 인해 시각적으로 정적영상을 주관적으로 평가하는 방식에 비해 정량분석을 통해 구강 건조증 환자의 타액선 기능 평가와 진단에 있어 보다 표준화되고 객관적인 정보를 제공해 줄 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서는 측정하지 않았지만 시간-방사능 곡선을 통해 구강내 방사능량의 변화라든지, 분비 후 재섭취율, 자극 전 자연분비율 등 환자의 특징과 임상과의 요구에 맞는 다양한 지표의 추가적인 측정과 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 요 약

동적 타액선 신티그래피는 비침습적인 방법으로 타액선의 기능을 평가하는데 널리 사용되어 왔다. 본 연구에서는 타액선 신티그래피의 시간-방사능 곡선에서 다양한 기능적 매개변수지표를 측정하고 구강건조증 환자 그룹과 건강한 Control 그룹과 비교를 통해 유용성을 알아보고자 한다.

2014년 12월부터 2015년 2월까지 구강 건조증으로 내원하여 동적 타액선 신티그래피를 시행한 환자 그룹 30명과 건강한 Control 그룹 10명을 대상으로 하였다. 검사방법은 370 MBq의  $^{99m}\text{Tc}$ -과산화테크네튬을 정맥으로 순간 주사 후 약 30분간 동적 타액선 신티그래피를 연속 촬영하였으며, 주사 후 20분째에 최타 자극제로 비타민C 파우더를 이용하였다. 정량분석은 이하선과 악하선의 시간-방사능 곡선을 통해 기능적 매개변수 지표를 획득하고, 통계 프로그램을 이용하여 구강 건조증 환자와 건강한 Control 그룹과 비교하였다.

동적 타액선 신티그래피에서 이하선과 악하선의 기능적 매개변수 지표인 섭취율(Uptake Ratio, UR), 최대 방사능 시간(Time at Maximum counts, Tmax), 최소 방사능 시간(Time at Minimum counts, Tmin), 최대 축적율(Maximum Accumulation, MA), 축적속도(Accumulation Velocity), 최대 배출율(Maximum Secretion, MS), 최대 자극 배출율(Maximum Stimulation Secretion, MSS), 배출속도(Secretion Velocity, SV)를 각각 측정하였다. 구강 건조증 환자와 건강한 Control 그룹간의 이하선과 악하선의 기능적 매개변수 지표 비교에서는 최소 방사능 시간을 제외한 모든 지표에서 건강한 Control 그룹이 환자 그룹에 비하여 유의성 있게 높게

측정되었으며, 시간에 따른 변화량도 Control 그룹이 환자 그룹에 비하여 유의성 있게 변화량이 크게 측정 되었다.

동적 타액선 신틸그라피에서 다양한 기능적 매개변수 지표를 이용한 정량분석은 구강 건조증 환자의 타액선 기능을 평가하는데 객관적이고 표준화된 정보를 제공해 줄 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. Dalton A. Anjos, Elba C.S.C. Etchebehere, Allan O. Santos, Mariana C.L. Lima, Celso D. Ramos, Raquel B. Paula and Edwaldo E. Camargo. Normal values of [<sup>99m</sup>Tc]pertechnetate uptake and excretion fraction by major salivary glands. *Nucl med Commun.* 2006;27:395-403
2. Euy-Neyng Kim, M.D., Hyung-Sun Sohn, M.D., Jung-Eun Choi, M.D., Sung-Hoon Kim, M.D., Yong-An Chung, M.D., Soo-Kyo Chung, M.D., and Choon-yul Kim, M.D. Dynamic Salivary Gland Scintigraphy in Clinical Sicca Syndrome: Comparison with Static images. *Korean J Nucl Med.* 2001;35(1):43-51
3. Sanja Dugondic MD, PhD, Dusan Stefanovic MD, Phc MD, Branka Durovic MD, PhD, Vesna Spasic-Jokic Bsc, PhD, Boris Ajdinovic MD, PhD. Evaluation of diagnostic parameters from parotid and submandibular dynamic salivary glands scintigraphy and unstimulated sialometry In sjogren's syndrome. *Hell J Nucl Med.* 2014;17(2):116-122
4. Hui-Jin Kim D.D.S., Myung-Yun Ko, D.D.S., M.S.D., Ph.D., June-Sang Park, D.D.s., M.D.S., Ph.D. Quantitative Analysis of Normal Salivary Gland Function using Salivary Scintigraphy. *Korean J. Oral. Med.* 2000;(4) 345-353
5. Winn Aung, Yuji Murata, Ryuji Ishda, Yuzo Takahashi, Norihiko Okada, and Hitoshi Shibuya. Study of Quantitative Oral Radioactivity in Salivary Gland Scintigraphy and Determination of the Clinical Stage of Sjogren's Syndrome. *J Necl Med.* 2001;42(1): 38-43
6. Peter Knoll, Gariela Krotla, Brigitte Bastati, Karl Koriska, Siroos Mirzaei. Improved quantification of salivary gland scintigraphy by means of factor analysis. *Iran J Nucl Med.* 2012;20(1):5-10
7. Hui-Jin Kim, Myung-Yun Ko, June-Sang Park. Quantitative Analysis of Normal Salivary Gland Function using Salivary Scintigraphy. *Korean J Oral Med.* 2000;(4):345-353
8. Winn Aung, Yuji Murata, Ryuji Ishda, Yuzo Takahashi, Norihiko Okada, and Hitoshi Shibuya. Study of Quantitative Oral Radioactivity in Salivary Gland Scintigraphy and Determination of the Clinical Stage of Sjogren's Syndrome. *J Necl Med.* 2001;42(1):38-43
9. Tsujii, H. Quantitative dose-response analysis of salivary function following radiotherapy using sequential RI-sialography. *Int J Radiot Oncol Biol Phys.* 1985;11: 1603-1612