

# 편평세포암종 임파절 전이에 대한 인공 신경망 시스템의 진단능 평가

박상욱, 허민석, 이삼선, 최순철, 박태원, 유동수  
서울대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실 및 치학연구소

## Artificial Neural Network System in Evaluating Cervical Lymph Node Metastasis of Squamous Cell Carcinoma

Sang-Wook Park, Min-Suk Heo, Sam-Sun Lee, Soon-Chul Choi, Tae-Won Park, Dong-Soo You

*Department of Oral and Maxillofacial Radiology & Dental Research Institute,  
College of Dentistry, Seoul National University*

**Purpose:** The purpose of this study was to evaluate cervical lymph node metastasis of oral squamous cell carcinoma patients by MRI film and neural network system.

**Materials and Methods:** The oral squamous cell carcinoma patients(21 patients, 59 lymph nodes) who have visited SNU hospital and been taken by MRI, were included in this study. Neck dissection operations were done and all of the cervical lymph nodes were confirmed with biopsy. In MR images, each lymph node were evaluated by using 6 MR imaging criteria(size, roundness, heterogeneity, rim enhancement, central necrosis, grouping) respectively. Positive predictive value, negative predictive value, and accuracy of each MR imaging criteria were calculated. At neural network system, the layers of neural network system consisted of 10 input layer units, 10 hidden layer units and 1 output layer unit. 6 MR imaging criteria previously described and 4 MR imaging criteria (site I-node level II and submandibular area, site II-other node level, shape I-oval, shape II-bean) were included for input layer units. The training files were made of 39 lymph nodes(24 metastatic lymph nodes, 10 non-metastatic lymph nodes) and the testing files were made of other 20 lymph nodes(10 metastatic lymph nodes, 10 non-metastatic lymph nodes). The neural network system was trained with training files and the output level (metastatic index) of testing files were acquired. Diagnosis was decided according to 4 different standard metastatic index-68, 78, 88, 98 respectively and positive predictive values, negative predictive values and accuracy of each standard metastatic index were calculated.

**Results:** In the diagnosis of using single MR imaging criteria, the rim enhancement criteria had highest positive predictive value (0.95) and the size criteria had highest negative predictive value (0.77). In the diagnosis of using single MR imaging criteria, the highest accurate criteria was heterogeneity (accuracy : 0.81) and the lowest one was central necrosis (accuracy : 0.59). In the diagnosis of using neural network systems, the highest accurate standard metastatic index was 78, and that time, the accuracy was 0.90.

Neural network system was more accurate than any other single MR imaging criteria in evaluating cervical lymph node metastasis.

**Conclusion:** Neural network system has been shown to be more useful than any other single MR imaging criteria. In future, Neural network system will be powerful aiding tool in evaluating cervical node metastasis. (*J Korean Oral Maxillofac Radiol 1999;29:149-159*)

**Key words :** MRI, squamous cell carcinoma, cervical lymph node metastasis, artificial neural network system.

## I. 서 론

구강 편평세포암종 환자에서 경부 임파절 전이는 예후나 치료에 있어서 중요한 의미를 가진다. 그러나 과거에는 이러한 경부 임파절의 평가가 주로 임상적으로 이루어질 수 밖에 없었으며, 촉진이나 거의 유일한 방법이었다. 하지만 최근에는 전산화단층사진, 자기공명영상, 초음파영상 등의 진단영상이 임파절 진단에 도입됨에 따라 촉진으로는 관찰되지 않았던 부위의 임파절과 임파절 내부의 변화도 관찰 가능하게 되었으며, 진단능에 있어서도 괄목할 만한 개선을 가져올 수 있었다.<sup>1,2,3)</sup>

이상과 같이 임파절 진단에 자주 이용되는 세 종류의 진단영상을 이용하여 임파절 진단능을 비교한 결과에 따르면 자기공명영상은 전산화단층사진과 초음파영상에 비하여 진단능이 다소 낮게 나타나고 있다.<sup>4,5)</sup> 이렇듯 자기공명영상은 임파절과 같은 작은 조직을 관찰하는데는 다소 불리한 것이 사실이나, 원발부 종양(primary tumor) 부위와 같이 비교적 큰 부위에서의 조직의 특성을 파악하는데는 유리한 부분이 많다. 따라서 악성 종양 환자의 경우 원발부 종양을 보기 위해서는 자기공명영상을 촬영해야 하고, 임파절을 보기 위해서는 전산화단층사진이나 초음파영상을 추가로 촬영해야 하는 번거로움이 있었다. 결국 자기공명영상에서 원발부 종양은 물론 임파절에 대한 진단능도 향상시키기 위해, 전이 임파절에서 볼 수 있는 다양한 양상의 자기공명영상소견(imaging criteria)들이 제시되었고 제시된 자기공명영상소견에 대한 진단정확도를 평가하고자 하는 연구도 이루어지고 있다.

한편 진단능을 향상시키기 위해서는 진단의

과정을 객관화하는 일도 정확한 진단영상소견을 찾아내는 일 못지 않게 중요하다. 이것은 판독자의 주관적인 감정이나 판독자에 따른 차이가 진단능 감소에 중요한 원인이 될 수 있기 때문이다. 따라서 보다 객관적인 영상진단을 위해서는 개별적인 진단영상소견이 가지는 중요성을 분석하고 수치화 할 필요가 있으며 그 분석치에 따라 영상소견의 중요성들을 감안하여 진단함으로써 진단의 편차를 줄이는 과정이 필요하게 되었다. 이러한 필요성에 따라 컴퓨터의 도움을 받아서 중요성을 평가하고 수치화 할 수 있으며 새로운 진단에도 활용할 수 있는 인공 신경망 시스템(artificial neural network system)이 진단 방사선 영역에 도입되게 되었다.<sup>6,7,8)</sup>

이 시스템은 인간의 사고 과정에서 나타나는 생물학적인 과정을 컴퓨터를 통하여 모의실험(simulation)함으로써 새로운 상황에 적용시키기 위해 개발된 기술이다. 이 기술은 진단방사선 영역의 판독시에 나타나는 인간의 추론과정과 유사한 면이 있어서, 판독에 도움을 얻기 위한 도구로써 활발히 도입되고 있다.<sup>9,10,11,12)</sup>

이에 본 논문에서는 임파절 전이 진단에 이용되는 자기공명영상소견들의 진단능을 평가하고 이러한 자기공명영상소견들을 통합하는 인공 신경망 시스템을 만들어 이 시스템의 진단능을 평가하고자 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1) 연구대상

1997년 2월부터 1998년 6월 사이에 서울대학교병원 치과진료부에 내원하여 편평세포암종

으로 진단된 21명의 환자를 대상으로 하였다. 해당환자들은 자기공명영상 촬영기(Magnetom 1.5 T, Siemens) 스핀-에코 시퀀스에 의하여 1) T1강조 축상면 영상, 2) T2강조 축상면 영상, 3) 조영증강 T1강조 축상면 영상, 4) 조영증강 T1강조 관상면 영상, 5) 조영증강 T1강조 지방감쇠 축상면 영상을 각각 얻었다.

영상 채득후 한 달 이내에 경부 광청술(neck dissection)을 시행하였으며, 경부 광청술 시행 중에 경부 임파절을 적출하였다. 적출된 임파절은 적출 즉시 해당 부위별로 서울대학교병원 구강병리과에서, frozen Hematoxylin/Eosin 염색한 후 전이여부를 평가하였다.

## 2) 연구방법

### A. 독립적인 자기공명영상소견을 이용한 판독

대상환자들의 술전 자기공명영상을 분석하여 크기 0.8 cm 이상의 59개의 임파절을 병리 조직 결과를 모르는 치과방사선과 전공자가 미리 선정한 아래와 같은 6개의 독립적인 자기공명영상소견을 이용하여 평가하였다.

1) 크기 : T1강조 축상면 영상에서 최대로 나타나는 단면으로 평가하였다. 원형과 타원형 임파절의 경우에는 최소 직경으로 하였으며, 강낭콩 모양의 경우에는 최대와 최소직경의 평균값으로 하였다. 악하선 부위와 경부 임파절 레벨 II 부위는 1.2 cm 이상을 전이로 평가하였고 그 이외의 부분은 1.0 cm 이상을 전이로 평가하였다.

2) 내부 불균질성(heterogeneity) : 조영증강 T1강조 영상에서 임파절 내부가 불균질하게 조영증강되는 경우를 전이로 평가하였다.

3) 주변조직의 조영증강(rim enhancement): 조영증강 T1강조 영상에서 임파절 바깥의 주변 조직에 불규칙한 모양의 조영증강이 있는 경우를 전이로 평가하였다.

4) 중심부 괴사 (central necrosis): T2강조 영상에서 내부에 강한 신호증가를 보이는 부위가

있을 때를 전이로 평가하였다.

5) 주변부위 임파절의 집단화(grouping): 임파절이 가장 잘 관찰되는 T1 혹은 T2강조 영상에서 크기 0.8 cm 이상의 임파절이 3개 이상 모여 있을 때, 모든 임파절을 전이로 평가하였다.

6) 둥근정도(roundness) : 임파절이 가장 잘 관찰되는 T1 혹은 T2 강조 영상에서 최대직경과 최소직경의 비율이 0.7보다 큰 경우를 전이로 평가하였다.

각각의 자기공명영상소견을 이용하여 평가된 임파절의 전이 여부 결과를 병리학적인 검사소견을 기준(gold standard)으로 하여 양성예측지수, 음성예측지수, 진단정확도를 각각 구하였다.

59개의 임파절 중 병리학적으로 전이 임파절로 확진된 예는 34개, 비전이 임파절로 확진된 예는 25개 였다.

### B. 인공 신경망 시스템을 이용한 판독

인공 신경망 시스템의 경우 Neural Planner ver 4.52 (by Stephen Wolstenholme)와 IBM 개인용 컴퓨터(Intel Pentium-133Mhz)를 이용하여 작성하였다

앞서 제시된 6개의 자기공명영상소견 이외에 4개의 영상소견을 추가하여 총 10개의 자기공명영상소견을 항목으로 하여 입력층을 형성하였다. 추가된 항목은 다음과 같다.

#### 1) 위치에 따른 두 개의 항목

##### A) 위치 I

악하선 부위와 경부 임파절 레벨 II (jugulodigastic, submandibular area)

##### B) 위치 II

위치 I 이외의 부위 (submental area, mid-cervical area, spinal accessory area)

#### 2) 형태에 따른 두 개의 항목

##### A) 난원형(oval)

T1강조 영상에서 최대직경부위와 최소직경부위의 비율이 0.5에서 0.7 사이인 경우

### B) 강낭콩형(bean)

T1강조 영상에서 최대직경부위와 최소직경부위의 비율이 0.5 이하인 경우

인공지능망 시스템의 구성은 이상과 같은 10개의 자기공명영상소견과 일치하는 10개 항의 입력층(input layer), 10개 항의 중간층(hidden layer), 그리고 전이여부를 판단할 수 있는 1개 항의 출력층(output layer)으로 연결되었다

이렇게 만들어진 인공 신경망 시스템을 훈련하고 평가하기 위하여 전술한 58개의 임파절을 이용, 훈련용 파일(training file)과 평가용 파일(testing file)을 작성하였다. 평가용 파일은 각각 10개의 전이와 비전이 임파절을 임의 추출하여 만들었고, 훈련용 파일은 평가용 파일을 제외한 나머지 39개의 임파절로 만들었다. 먼저 훈련용 파일을 이용하여 인공 지능망 시스템을 오차율 5% 미만의, 후향 증식 방법(backward propagation method)을 이용하여 훈련시켰다. 훈련에 의하여 만들어진 새로운 인공 신경망 시스템에 평가용 파일을 대입시켜, 개별 임파절에 대한 지수를 출력하게 하였으며 이렇게 출력된 지수를 전이가능성지수(metastatic index)로 명명하였다. 이러한 전이가능성지수는 판독기준에 의해 평가되었는데, 판독기준으로는 68, 78, 88, 98이 각각 사용되었으며, 전이가능성지수가 판독기준 이상일 때를 전이 임파절로, 미만일때를

비전이 임파절로 평가하였다. 각각의 판독기준에 대한 양성예측지수, 음성예측지수, 진단정확도를 각각 구할 수 있었다.

또한 이상과 같이 적용된 판독기준 중에서 최고의 진단정확도를 보이는 판독기준을 구하고, 그 판독기준에서의 진단정확도와 독립적인 자기공명영상소견을 이용한 경우의 진단정확도를 비교하였다.

### III. 연구성적

6개의 자기공명영상소견을 독립적으로 적용하여 판독한 결과, 음성예측지수는 크기로 판독하였을 경우가 가장 높은 0.77, 중심부 괴사가 가장 낮은 0.51로 나타났다. 양성예측지수의 경우는 주변부 조영증강이 가장 높은 0.95를 보였고, 그 외 등근정도와 중심부 괴사 등도 0.90이상의 높은 수치를 보였다. 가장 낮은 양성예측지수를 보인 경우는 임파절 집단화로써 0.83이었다. 진단정확도는 내부 불균질성과 크기가 0.81로 가장 높게 나타났고 중심부 괴사가 0.59로 가장 낮았다(Table 1. 참조).

20개의 평가용 파일을 전이된 것과 전이되지 않은 것으로 분류하여 인공 신경망 시스템에 입력한 후 출력된 전이가능성지수를 크기 순으로

Table 1. Positive predictive value, negative predictive value and accuracy of each MR criteria.

	true positive	false negative	true negative	false positive value	positive predictive value	negative predictive	accuracy
size	28	6	20	5	0.85	0.77	0.81
heterogeneity	25	9	23	2	0.93	0.72	0.81
rim enhancement	19	15	24	1	0.95	0.62	0.73
central necrosis	11	23	24	1	0.92	0.51	0.59
grouping	25	9	20	5	0.83	0.69	0.76
roundness	23	11	23	2	0.92	0.68	0.78

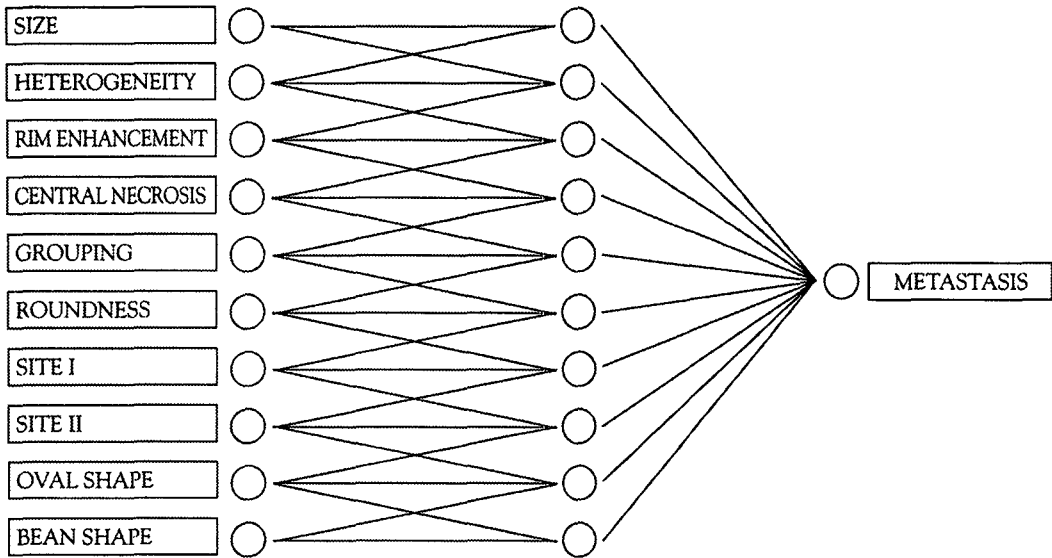


Fig. 1. Neural network system in lymph node diagnosis

Table 2. Metastatic index list of testing files in metastatic case

Node No.	Site	Size (cm)	Biopsy	Meta. Index
1	Submn*1	2.5	meta	99
2	J/D*2	1.8	meta	99
3	Sublin*3	1.7	meta	99
4	Submn	1.8	meta	99
5	J/D	2.2	meta	98
6	S/A*4	1.2	meta	97
7	Submn	1.5	meta	96
8	Md cer*5	1.2	meta	96
9	S/A	2.0	meta	78
10	J/D	1.2	meta	70

\*1 : submandibular area \*2 : jugulodigastric area \*3 : sublingual area

\*4 : spinal accessory area \*5 : mid-cervical area

나타내었다. 병리학적으로 전이로 확인된 임파절 들은 Table 2에, 전이되지 않은 것으로 확인 된 것들은 Table 3에 나타내었다.

병리검사에서 전이된 것으로 판명된 임파절 의 경우는 대부분 90 이상을 나타내었으며 가장 높은 것은 99 였다(Table 2 참조).

한편 병리검사에서 전이되지 않은 것으로 판 명된 임파절은 대부분은 10 미만의 낮은 전이가 능성지수를 나타내었으며 가장 낮은 경우는 1이 었다(Table 3 참조).

인공 지능망 시스템의 진단능은 전이가능성 지수의 판독기준에 따라 달라질 수 있다.

**Table3. Metastatic index list of testing files in non-metastatic cases**

Node No.	Site	Size (cm)	Biopsy	Meta. Index
1	Sublin	1.0	non-meta	96
2	Submn	1.4	non-meta	77
3	J/D	1.2	non-meta	70
4	J/D	1.2	non-meta	8
5	J/D	1.2	non-meta	8
6	J/D	1.0	non-meta	7
7	J/D	1.5	non-meta	5
8	Submn	1.0	non-meta	3
9	J/D	1.0	non-meta	2
10	J/D	1.0	non-meta	1

**Table 4. Relations between metastatic index and diagnostic ability**

metastatic index	positive predictive value	negative predictive value	accuracy
≥ 58	0.77	1.00	0.86
≥ 68	0.77	1.00	0.86
≥ 78	0.90	0.90	0.90
≥ 88	0.89	0.82	0.85
≥ 98	1.00	0.67	0.75

이상에서 열거된 평가용 파일의 전이가능성 지수에 68, 78, 88, 98의 서로 다른 판독기준을 적용시켜 구한 양성예측지수, 음성예측지수, 진단정확도를 Table 4에 나타내었다.

진단정확도는 지수 78을 기준으로 할 때 가장 높은 수치인 0.90을 보였으며 이보다 더 높은 지수를 기준으로 잡을수록 양성예측지수는 올라갔으나 음성예측지수는 내려갔으며, 낮은 지수를 기준으로 잡을수록 반대의 효과가 나타났다 (Table 4 참조).

인공 신경망 시스템의 최대 진단정확도인 0.90은 독립적인 진단영상소견을 이용한 경우의 최대 진단정확도인 0.80보다 높았다.

#### IV. 총괄 및 고안

구강내 악성 종양의 경부 임파절 전이에 대한 평가는 두경부 외과학 분야에 있어서 중요한 과제 하나로 생각되어 왔으며 그 결과 전산화단층사진, 자기공명영상, 초음파영상, 핵의학 영상 등이 이 분야에서 활용되어 왔다. 그러나 임파절 전이를 진단하기 위한 각 영상법의 판단기준은 다소 차이가 있다. 전산화단층사진의 경우에는 크기, 모양, 중심부 괴사, 집단화, 임파절 주변부 조영증강을 주로 관찰하며, 자기공명영상의 경우 전산화단층사진에서 적용된 영상소견이외에 내부 불균질성을 추가로 이용할 수 될 수 있다.<sup>1,2,13,14,15,16)</sup> 이 밖에 초음파영상의 경우는 내부와 외부에 나타난 반향의 양상과 최대 최소 직경의 비율 등이 기준이 된다.<sup>12,17,18)</sup>

병리학적으로 입파절의 크기가 증가되는 것은 입파절 내부가 종양세포에 의해서 대체되기 때문이다. Hajek 등<sup>17)</sup>은 554개의 입파절을 조직학적으로 분석하였을 때, 0.8 cm 이하의 입파절에서는 전이된 입파절을 발견할 수 없었다고 보고한 바 있어, 적어도 이 정도 크기 이상일 때의 경우에만 입파절 전이를 고려해볼 수 있으리라 예상된다. 따라서 이 연구에서도 크기 0.8 cm 이상의 입파절만을 연구 대상으로 연구하였다. 크기를 기준으로 판단하였을 때의 양성예측지수가 입파절 집단화와 함께 낮게 나타났는데, 이는 크기의 증가가 입파절 전이 이외에 반응성 입파절 비대와 염증성 입파절 비대에서도 나타날 수 있는 소견이기 때문인 것으로 생각된다. 반면에 입파절의 크기는 가장 높은 음성예측지수를 보여 주고 있어 크기의 증가가 일어나지 않은 입파절은 대부분 전이가 되지 않은 것으로 생각할 수 있다. 이상에서 입파절 크기의 증가는 비교적 넓은 범위를 갖는 기준으로 볼 수 있으며 입파절 전이를 평가하는 데 있어서 최소기준으로써 유용할 것으로 생각된다.

입파절 내부 불균질성의 경우를 보면 입파절의 내부가 종양세포로 대체되면서 종양이 자리잡은 일부 조직의 경우 조영증강 현상이 나타날 수 있고 그 결과 조영증강 T1강조 영상에서 불균질하게 나타날 수 있다. 이러한 소견은 비교적 초기에 관찰될 수 있다는 인식이 있어 내부구조의 불균질성을 반향의 양상으로 잘 파악할 수 있는 초음파영상에서는 많이 활용되었으나<sup>18)</sup> 전산화단층사진과 자기공명영상에서는 그 이용이 제한되어 있었다. 그러나 자기공명영상의 경우는 전산화단층사진보다는 내부 조직의 대조도가 뛰어나 제한적으로는 활용 가능하였다. 다른 진단 소견에 비하여 불균질성은 음성예측지수가 높아 크기 기준 다음으로 높은 음성예측지수를 나타내었다. 즉 대부분의 전이입파절의 경우 크기의 증가와 내부 불균질성을 가지고 있는 것으로 생각되었다. 결론적으로 이 기준은 비교적 넓은 범위를 갖는 소견으로 생각되었으며 양성 반응을 보인 경

우도 27에로써 크기 다음으로 많았다. 이렇게 내부 불균질성이 높은 음성예측지수와 넓은 범위를 갖는 이유는 염증성 입파절, 지방 변성, 인공산물 (artifact)에 의해서도 불균질하게 나타날 수 있기 때문이다. 그러나 이번 연구에서는 전이 이외의 다른 양상에 의하여 불균질성을 보이는 경우가 적어, 내부 불균질성은 가장 높은 진단정확도를 얻을 수 있었다. 자기공명영상을 통한 입파절 판독에 있어 내부 불균질성의 양상의 관찰은 자기공명영상의 발전과 깊은 관련이 있어서, 향후에 자기공명영상의 해상도가 증가되어 불균질성의 양상에 대해 더욱 자세히 관찰할 수 있게 될 경우에, 가장 의미 있는 판독조건이 될 수 있을 것으로 여겨진다.

주변부 조영증강 소견은 입파절에 위치한 중앙조직이 주변조직으로 침습하면서 나타나는 소견으로 볼 수 있다.<sup>20)</sup> 이러한 소견은 대부분의 경우 중심부 괴사를 포함하는 예가 많으나 일부는 괴사가 없으면서 입파절 주변부위로 불규칙한 경계를 보이며 침습하는 경우도 있다. 이러한 소견은 다른 소견들에 비해서 비교적 병소가 진행된 상태에서 관찰되는 소견이며 반응성 입파절 비대에서는 이러한 소견을 보이는 경우는 거의 없는 관계로 주변부 조영증강 소견은 악성 전이 입파절의 특징적인 소견으로 볼 수 있다. 이번 연구에서도 주변부 조영증강 소견은 양성예측지수가 가장 높은 것으로 나타나 이러한 소견을 보인 20예 중 19예가 전이 입파절로 나타났다.

중심부 괴사는 입파절의 중심부위에 자리잡은 종양세포의 내부에서 괴사 작용이 일어남으로써 나타나게 된다.<sup>21)</sup> 이러한 영상소견을 관찰하는 데 있어서는 특징적으로 자기공명영상의 T2강조 영상이 유리하다고 알려져 있다.<sup>20,21,22)</sup> 즉 내부에 나타난 괴사부위가 강한 신호를 나타내게 되어 비교적 낮은 신호강도를 보이는 주변부위와 비교되어 높은 대조도를 보인다. 이러한 양상은 괴사 부위가 저감쇠 영역으로 나타나는 전산화단층사진이나 반향을 일으키지 않는 초음파영상에 비할 때 관찰하기가 매우 용이하다. 병리학적으로는

반응성 임파절 비대나 염증성 임파절 비대의 경우 중심부에 피사 반응을 보이는 예가 많지 않으므로 피사 반응이 관찰될 때에는 대부분 전이 임파절로 볼 수 있다. 이번 연구에서도 중심부 피사를 보이는 12예 중 11예가 모두 전이 임파절로 나타났다.

임파절 집단화는 크기 0.8 cm 이상의 임파절이 세 개 이상 연속적으로 나타나는 양상을 말한다.<sup>2)</sup> 이러한 소견은 종양과 관계되는 drainage chain에 있는 임파절의 경우 비교적 악성종양세포가 유입될 가능성이 커지게 되어 다발성의 임파절 비대로서 나타날 수 있기 때문이다.<sup>13,14)</sup> 그러나 이 경우 일반적으로 집단화 소견만으로는 관련된 모든 임파절을 전이로 판독하기엔 어려움이 따른다. 다만 이러한 소견을 보일 때는 다른 임파절에 비하여 크기나 내부 변화가 다소 심하지 않더라도 전이로 판독하는데 도움을 줄 수 있는 소견은 될 수 있다. 이번 연구에서도 집단화 자체의 양성예측지수와 음성예측지수는 높지 않게 나타났으며 특히 양성예측지수의 경우는 최저로 나타났다.

정상적인 임파절은 콩 모양의 형태를 띄고 있는 반면 임파절의 비대가 일어날 경우는 타원형 내지는 원형을 띄게 된다. 이러한 형태에 대한 평가는 초음파영상에서 많이 활용되는 소견이며, 최대 직경 대 최소 직경의 비율로 표현하고 있다.<sup>17,18,23)</sup> 그러나 초음파영상에 비해서 자기공명 영상의 경우에는 길이에 대한 정확한 측정이 어려운 관계로 이번 연구에서는 이러한 정확한 비율에 의한 진단보다는 개략적으로 원형과 타원형 그리고 강낭콩 모양의 세가지 형태로 기술하였다. 완전 구형의 임파절 만을 전이 임파절로 하여 판독한 경우에는 진단기준의 범위가 좁은 관계로 높은 양성예측지수를 나타냈다. 그러나 음성예측지수가 현저히 떨어져 결과적으로 타원형의 경우도 전이를 보이는 경우가 꽤 있는 것으로 나타났다. 그러나 강낭콩형을 보이는 경우에는 전이 임파절이 없어, 전이 임파절에서 제외시킬 수 있는 중요한 소견으로 볼 수 있었다.

임파절 전이의 진행과정에 따른 조직학적인 변화도 양성예측지수와 깊은 관련이 있을 수 있다. 일반적으로 전이가 나타나는 과정과 진단영상을 연결 해보면 임파절 내부가 부분적으로 종양세포로 대체되어 먼저 조영증강 T1강조 영상에서 내부 불균질성 소견이 나타나고, 내부가 피사되면서 중심부 피사의 소견을 보이게 되며 주변부위로 퍼지기 시작하면서 주변부 조영증강이 나타나게 된다.<sup>3)</sup>

전이의 진행과정과 영상소견간에는 이러한 관계를 보이므로, 많이 진행된 임파절 전이에서 관찰되는 영상소견이 보일수록 전이로 예측될 수 있는 확률이 높을 것으로 예상된다. 이번 연구에서도 이런 결과를 관찰 할 수 있었다. 즉 양성예측지수의 경우 이러한 소견들 중에서 비교적 나중에 나타날 수 있는 소견인 주변부 조영증강이 가장 높으며 중심부 피사와 내부 불균질성이 각각 그 다음을 차지하고 있음을 알 수 있다. 그러나 비교적 이른 시기에 나타날 수 있는 변화라고 할 수 있는 크기 증가의 경우에는 양성예측지수가 다른 영상소견에 비하여 적은 반면 음성예측지수는 높았다.

이상에서 열거한 진단영상소견들은 실제 진단에 적용시키는 과정에는 다른 형태의 어려움이 있을 수 있다. 그것은 숙련된 방사선과 의사라 할 지라도 판독에 있어서의 객관적인 입장을 갖기가 어렵다는 것이다. 즉 판독자의 감정이 판독시마다 틀릴 수가 있으며, 임파절 진단을 뒷받침할 수 있는 다양한 영상소견들을 정리하는 과정에서 이들의 가중치를 충분히 계산하지 못하고 다소 판독자의 선형적인 판단에 의해 이루어질 수도 있다.

컴퓨터 기술의 발달은 위에서 제시된 문제를 해결하기 위하여 관찰된 영상과 진단을 서로 연결한 다음 각각의 연결선에 대한 가중치를 부여하고 이 가중치와 관찰된 영상과의 산술적 곱을 이용하여 진단하는 시스템이 도입되게 되었다.<sup>7)</sup> 그 후 이러한 시스템에서 좀 더 발전된 개념으로써 신경망 시스템이 도입되었고, 이 신경망 시스템



템은 컴퓨터 스스로 자료들을 다시 입력하여 (feed back) 오차율을 점점 더 수정해 나가는 기능을 추가하게 되었다. 그리하여 준비된 자료에 대한 오차율이 지정한 퍼센트 이하로 떨어질 때까지 그 연산을 계속하여 반복하는 것이다. 결국 이러한 과정을 하기 위해서는 입력층과 출력층이 단순히 연결되는 것만으로는 불가능하게 되어 입력층과 출력층 사이에 중간층을 두게 되었다. 이러한 중간층의 역할은 좀 더 다양한 형태의 연결선을 만들어 각각의 연결선들에 대한 가중치를 더욱 복잡한 형태로 바꾸어 줌으로써 오차율을 줄이기 위함이다.<sup>6,8)</sup> 또한 새로이 추가된 증례를 이용하여 지속적으로 훈련용 파일을 추가 작성하여 보다 오차율이 적은 형태로 훈련시킬 수도 있다. 이 같은 오류점검과 증례를 추가할 수 있다는 장점 이외에도, 잘못 입력된 자료에 대해서 어느 정도의 허용도가 있으며, 쉽게 자료들을 정리하여 입력할 수 있다는 장점들도 있다.<sup>6,7,8,9,10,11)</sup>

최근 이러한 신경망 시스템을 개별적인 진단에 활용한 예들이 보고되었는데 Gross 등<sup>11)</sup>은 신생아의 흉부 방사선에 대한 신경망 시스템의 적용에 있어서 21개의 방사선학적 소견에 바탕을 둔 12개의 진단을 감별하는 프로그램을 작성하였는데 이를 위하여 입력층 21개, 중간층 15개, 출력층 12개로 만들었고 이를 통하여 판독자간의 일치율을 평가하였다. 그 결과 2명의 판독자간의 일치율보다도 신경망 시스템과 각각의 판독자간의 일치율이 뛰어났다고 보고하였다.

Reinus 등<sup>9)</sup> 부분적인 골병소의 감별진단을 위하여 역시 유사한 형태의 신경망 시스템을 작성하였고 709개의 예를 미리 입력시켜 훈련용 자료로써 이용하였다. 먼저 악성과 양성을 구분하는데 있어서 85%의 진단정확도를 보였으며 5개의 분류로 나누어 구분한 경우에는 81.9%의 진단정확도, 43개의 개별질환으로 감별하게 하였을 때는 56%의 진단정확도를 보였다.

Araki 등<sup>12)</sup>은 경부 임파절의 악성전이평가를 위하여 신경망 시스템을 이용하였다. 평가를 위한 영상으로는 초음파 영상이 이용되었고, 7개의

초음파 소견에 대하여 평가하였으며 그 결과 민감도 90% 특이도 100%로써 95%의 진단정확도를 보였다. 이것은 방사선과 의사에 의한 민감도 90% 특이도 60%로써 75%의 진단정확도를 보인 경우보다 훨씬 높은 결과였다.

이번 연구에서도 양성예측지수 90%, 음성예측지수 90%, 진단정확도 90%의 높은 진단능을 보여 어떠한 독립적인 자기공명영상소견보다 우수하였다.

이상의 결과에서 얻어진 자료들은 다시 새로운 증례들이 추가되어 입력될 경우 인공 신경망 시스템의 판독능을 더욱 높일 수 있을 것으로 기대되며, 이러한 과정에서 이루어지는 판독능의 향상에 대한 연구도 추가로 시행되어질 수 있을 것으로 기대된다.

## V. 결론

구강 편평세포암종 환자의 경부 임파절 전이를 평가하기 위하여 각각의 독립적인 자기공명영상소견과 인공 신경망 시스템을 이용하여 판독한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각각의 독립적인 자기공명영상소견을 이용하여 판독하였을 때의 양성예측지수는 주변부 조영증강이 0.95로 가장 높았고, 음성예측지수는 크기가 0.77로 가장 높았다
2. 각각의 독립적인 자기공명영상소견을 이용하여 판독하였을 때의 진단정확도는 내부 불균질성이 0.81로 가장 높았고, 중심부 괴사가 0.59로 가장 낮았다.
3. 인공 신경망 시스템을 이용하여 평가용 파일로서 판독한 결과 전이가능성지수 78을 판독 기준으로 적용하였을 때가 가장 높은 0.90의 진단정확도를 보였다.
4. 인공 신경망 시스템과 독립적인 자기공명영상소견을 이용하였을 때와의 진단능을 비교하였을 때 인공 신경망 시스템의 최대 진단정확도는 0.90으로 독립적인 자기공명영상소견을 이용

하였을 때의 최대 진단정확도 0.81보다 높았다.

이상과 같이 인공 신경망 시스템을 이용한 입  
파절 전이의 진단은 기존의 어떠한 독립적인 자  
기공명영상소견보다 우수하며, 판독자의 판독을  
객관적으로 보정하기 위한 참고 자료로써 활용  
가능할 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

1. Som PM. Lymph nodes of the neck. Radiology 1987;165:593-600.
2. Som PM. Detection of metastasis in cervical lymph nodes : CT and MR criteria and differential diagnosis. AJR 1992;158: 961-969.
3. van den Brenkel MWM, Castelijns JA, Croll GA et al. Magnetic Resonance Imaging vs palpation of cervical lymph node metastasis. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1991; 117:666-673.
4. Curtin HD, Ishwaran H, Mancuso AA et al. Comparison of CT and MR imaging in staging of neck metastasis. Radiology 1998; 207:123-130.
5. Yousem DM, Som PM, Hackey DB, Schwai bold FS, Hendrix RA. Central Nodal necrosis and extracapsular neoplastic spread in cervical lymph nodes: MR imaging versus CT. Radiology 1992; 182:753-759.
6. Boone JM, Gross GW, Greco-Hunt V.: Neural networks in radiologic diagnosis. Invest Radiology 1990;25:1012-1016.
7. Levin K. Analysis of radiological decision making using expert systems technology. ; Proceedings of the ninth Conference on Computers in Radiology. Hilton-Head, SC, 1988.
8. Boone JM, Sigillito VG, Shaber GS. Neural networks in radiology : An introduction and evaluation in a signal detection task. Med phys 1990;17(2):234-241.
9. Reinus WR, Wilson AJ, Kalman B, et al.: Dagnosis of focal bone lesions using neural networks. Invest Radiology 1994;29: 606-611.
10. Gurney JW, Swensen SJ. Solitary pulmonary nodules : determining the likelihood of malignancy with neural network analysis. Radiology 1995;196: 823-829.
11. Gross GW, Boone JM, Greco-Hunt V, Greenberg B. Neural networks in radiologic diagnosis (II. Interpretation of neonatal chest radiographs); Invest. Radiology, 1990;25: p.1017-1023.
12. Araki K, Miwa K, Kurosawa R, Okano T. Artificial neural networks in evaluating cervical lymph node metastasis on ultrasonography : IADMFR/CMI' 97-Advances in Maxillofacial Imaging : Elsevier Science B.V. ; 1997. p.245-251.
13. Van den Brekel MWM, stel HV, Castelijns JA, et al. Cervical lymph node metastasis assessment of radiologic criteria. Radiology 1990;177:379-384.
14. Mancuso AA, Hansberger HR, Muraki AS, Stevens MH. Computed tomography of cervical and restro pharyngeal lymph nodes : normal anatomy, variants of normal, and application in staging head and neck cancer. Part II. Pathology. Radiology 1983;148: 715-723.
15. Stevens MH, Harnsberger R, Mancuso AA, Davis RK, Johnson LP, Parkin JL. Computed tomography of cervical lymph nodes : staging and management of head and neck cancer. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1985;111:735-739.
16. Feinmesser R, Freeman JL, Nojek Am, Birt BD. Metastatic neck diseases a clinical/

- radiologic/pathologic correlative study. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1987; 113:1307-1310.
17. Hajek PC, Salomomowitz E, Turk R, Rscholakoff D, Kumpan W, Czembirek H. Lymph node of the neck : evaluation with US. Radiology 1986;158:739-42.
  18. Shozushima M, Suzuki M, Nakasima T et al. Ultrasound diagnosis of lymph node metastasis in head and neck cancer. Dento maxillofac Radiol 1990;19:165-170.
  19. Chang DB, Yuan A, Yu CJ, Luh KT, Kuo SH, Yang PC. Differentiation of benign and malignant cervical lymph nodes with color doppler sonography. AJR 1994;162:965-968.
  20. Dooms GC, Hricak H, Crooks LE, Higgins CB. Magnetic resonance imaging of the lymph nodes: comparison with CT. Radiology 1984;153:719-728.
  21. Dooms GC, Hricak H, Moseley MR, Bottles K, Fisher MR, Higgins CB. Characterization of lymphadenopathy by magnetic relaxation times : preliminary results. Radiology 1985; 155:691-697.
  22. Van den Brekel MWM, Castelijns JA, Stel HV, et al. Detection and characterization of metastatic cervical adenopathy by MR imaging : comparison of different MR techniques. J Comput Assist Tomogr 1990; 14: 581-589.
  23. Steinkamp HJ, Cornehl M, Hosten H, Pegios W, Vogl T, Felix R. Cervical lymph adenopathy : ratio of long- to short-axis diameter as a predictor of malignancy. Br J Radiol 1995;68:266- 270.

Address : Dr. Min-Suk Heo, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Seoul National University, 28, Yeongun-Dong, Chongno-Ku, Seoul 110-749, Korea  
 Tel : 02-760-2628 Fax : 02-744-3919  
 E-mail : hmslsh@snu.ac.kr