

# Evaluation of the Usefulness of Differential Diagnosis of Thyroid Nodules using Elasticity Score and Strain Ratio in Elastography

Jin-Soo Lee,<sup>1</sup> Sung-Hee Yang,<sup>2</sup> changsoo Kim,<sup>3</sup> Hyun An<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, Inje University Haeundae Paik Hospital

<sup>2</sup>Department of Radiology, Ilsin Christian Hospital

<sup>3</sup>Department of Radiological Science, Pusan Catholic University

<sup>4</sup>Department of Radiology, Inje University Busan Paik Hospital

Received: June 30, 2017. Revised: August 19, 2017. Accepted: August 31, 2017

## ABSTRACT

This study evaluated the usefulness of the elasticity score and strain ratio in the differential diagnosis of benign and malignant nodules in thyroid elastography. We performed a retrospective analysis based on the results of fine needle aspiration cytology. The Chi-square test and the Mann-Whitney U test were used to analyze the difference between the five degrees of elasticity score and strain ratio according to the benign and malignant thyroid nodules. ROC curve analysis was used to determine the elasticity score and the best cut-off value of the strain ratio for the prediction of malignant nodules. There was a statistically significant difference ( $p=0.000$ ) between the homogeneity of the elasticity score and the difference of the strain ratio between the benign and malignant nodule groups. On the ROC curve analysis, the elasticity score and the strain ratio for predicting benign and malignant nodules were determined as AUC 0.842, 0.700, cut-off value 3, 2.49 ( $p=0.001$ ). Therefore, the elasticity score and strain ratio may be useful in the differential diagnosis of thyroid nodules.

Keywords: Elastography, Elasticity score, Strain ratio, Thyroid nodules

## I. INTRODUCTION

갑상샘 결절은 비교적 흔한 질병으로, 축지되는 갑상샘 결절은 성인에서 평균 3~7% 정도에서 발견되며,<sup>[1,2]</sup> 비축지 결절은 40~50%에 이르는 것으로 알려져 있다. 이 중 갑상샘 암으로 진단되는 환자는 5% 미만이다.<sup>[3,4]</sup> 최근 건강검진의 일반화에 따라 우연히 발견되는 갑상샘 결절의 빈도가 증가하고 있으며, 고해상도 초음파장비의 도입으로 1cm 이하의 작은 결절의 진단 빈도도 늘어나고 있다.<sup>[5]</sup> 갑상샘 결절의 진단은 이학적 검사와 초음파 검사로 진단되며, 초음파검사의 경우 결절의 위치, 크기, 개수 및 내부에코 특성에 대한 정보를 제공하여 양성결절 및 악성결절의 예측에 도움을 주고 갑상샘암의 수술 후 추적 검사에서도 중

요한 역할을 수행한다.<sup>[6]</sup> 특히 갑상샘 초음파검사에서 발견된 갑상샘 결절은 악성 여부를 감별 진단하는 것이 중요한 문제이며, 이러한 문제를 해결하기 위해 널리 이용되고 있는 방법이 세침흡인세포검사(fine-needle aspiration cytology, FNAC)이다. 이 방법은 시술의 편리성, 안정성 및 민감도와 특이도가 높아 갑상샘암을 진단하기 위한 중요한 검사로 이용되고 있다.<sup>[7,8]</sup> 하지만 세포의 표본이 불충분하거나 부적절한 검체로 인해 재검사를 하는 경우, 세침흡인세포검사서 양성이었으나 수술 후 악성으로 진단되는 위음성인 경우, 여포성 종양과 같이 세침흡인세포검사로는 감별진단이 되지 않는 등의 단점이 있다. 또한 바늘을 이용하는 침습적인 검사방법으로 인해 환자에게 적잖은 고통을 줄 수 있으며, 수많은 결절 모두에 대해 세침흡인세포검사를

\* Corresponding Author: Hyun An

E-mail: sonoah@hanmail.net

Tel: +82-51-890-6578

할 필요는 없다. 따라서 갑상샘 관련학회에서는 갑상샘 결절에서 위험인자에 따른 초음파유도하 세침흡인술의 크기에 대한 기준과 초음파 소견 등을 고려하여 세침흡인세포검사를 시행하도록 권고하고 있다.<sup>[9-11]</sup> 앞서 언급한 것처럼 갑상샘 결절의 높은 유병율로 인한 문제점과 한계를 고려하여 갑상샘 암의 조기 진단 뿐 아니라 양성결절의 불필요한 침습적 검사를 피할 수 있는 새로운 검사법에 대한 기대가 있으며,<sup>[12]</sup> 이러한 기대와 함께 감별진단에 도움이 될 수 있는 새로운 초음파 기법인 탄성초음파에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다.

탄성초음파는 기능적이고 비침습적인 영상검사로 조직의 탄성의 재조합을 이용한 검사법으로 외부의 힘이 가해질 때 조직의 변형이나 왜곡을 반영하는 기계적인 성질을 이용하는 검사법으로,<sup>[13]</sup> 조직의 경도에 따라 빨간색, 녹색, 노란색, 파란색 등의 색으로 나타나며, 간, 유방, 전립샘, 자궁경부, 갑상선 등 여러 기관을 검사하는데 이용되고 있다. 이러한 탄성초음파는 관찰자마다 다소 차이가 있으나 민감도와 특이도가 높은 것으로 보고되고 있다.<sup>[14,15]</sup> 이에 본 연구에서는 기존의 탄성초음파에서 널리 이용되고 있는 탄성도 점수(elasticity score)를 이용한 방법과 두 개의 관심영역에서 측정된 변형비(strain ratio)가 갑상샘 결절의 양성 및 악성 평가에 유용한지를 알아보려고 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 연구대상

2016년 1월부터 2016년 12월까지 부산소재 P 대학병원을 내원한 환자 중 갑상샘 초음파검사와 세침흡인세포검사 모두를 받은 642명을 대상으로 연구를 진행하였다. 이 중 세침흡인세포검사 시행 후 조직병리검사 결과에서 검체 불충분 판정을 받은 45명을 제외한 597명을 대상으로 후향적인 분석을 하였다. 총 597명의 평균 연령은 54.3±2.5세 이었으며, 이 중 여성은 500명(83.7%), 남성은 97명(16.3%) 이었다.

### 2. 연구방법

#### 2.1. 초음파검사 및 영상획득

갑상샘 초음파 검사와 실시간 탄성초음파는 HITACHI HI Vision (Ascendus, Hitachi Aloka Medical, System, Tokyo, Japan)의 고주파수의 선형 탐촉자 5~13 MHz를 이용하였다. 갑상샘 결절에 대해 B-mode 영상을 획득한 후 동일한 탐촉자를 이용하여 실시간 도수법(real time freehand technique)으로 Fig. 1과 같은 탄성초음파 영상을 획득하였다. 이때 가해지는 압력레벨 수준은 50~60 정도를 유지하며, strain graph에서 압력레벨을 확인할 수 있다. strain graph는 조직이 압축되는 정도를 나타내며 0에서 100사이의 범위를 가지며, 모니터의 하단에 나타난다. 모니터에 나타나는 영상은 왼쪽에 B-mode 초음파, 오른쪽에 탄성초음파 영상이 이중 모드(dual mode)로 표시된다. 탄성초음파 영상은 조직의 변형률 정도에 따라 빨간색에서 파란색까지의 스케일로 표시된다. 일반적으로 가장 부드러운(softest) 조직에서는 빨간색, 가장 딱딱한(hardest) 조직은 파란색, 중간 정도의 조직은 초록색으로 표시된다.

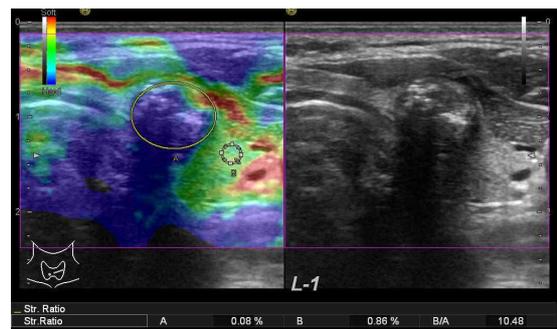


Fig. 1. Example of elastography.

#### 2.2. 탄성도 점수

갑상샘 결절에 대한 탄성도 점수는 Ueno 등<sup>[16]</sup>이 제안한 5가지의 점수로 평가하였다. 탄성도 1점은 결절 전체가 초록색으로 보이는 경우이며, 2점은 초록색과 파란색의 모자이크 패턴으로 보이는 경우이다. 3점은 결절의 중앙부에 파란색과 결절의 주변부에 초록색으로 보이는 경우이다. 4점은 결절 전체가 파란색으로 보이는 경우이며, 결절 전체와 주변부에서 파란색을 보이는 경우를 5점으로 하였다. Ueno 등<sup>[16]</sup>의 분류에 따르면 1, 2, 3점의 결절은 양성으로 분류되고 4, 5점의 결절은 악성으로 분류되어 있다.

### 2.3. 변형비

변형비(strain ratio)는 2개의 관심영역(ROI)에서 측정된 평균 변형률을 기준으로 측정된다. 관심영역 1개는 결절에 위치시키고 다른 1개는 같은 깊이의 인접한 조직에 위치시킨다. 모든 변형률의 측정은 탄성초음파의 영상에서 측정하였다. 관심영역은 결절의 중심에 위치시켰으며 결절의 경계를 벗어나지 않게 하였다. 만약 결절 내에 석회화나 낭성 부분이 있을 경우 이를 제외한 영역에 위치시켰다. 결절과 인접한 조직의 관심영역은 동일한 크기는 아니며 다른 여러 조직이 포함되지 않게 설정하였다. 2개의 관심영역은 타원형(ellipsoid)로 이루어져 있으며, 관심영역에서 측정된 2개의 값은 각각 A, B로 나타난다. 변형률의 계산은 A/B로써 초음파장비에서 자동으로 계산되어진다.

### 2.3. 통계분석

모든 변수들은 정규성검정(normality test)를 실시하였으며 세침흡인세포검사 결과 갑상샘 결절의 양성과 악성의 차이분석을 위해 탄성도 점수는 카이제곱검정(Chi-square test)을 변형비는 Mann-Whitney U test를 시행하였다. 탄성도 점수와 변형비의 관련성 정도와 방향성을 파악하기 위해 상관분석(correlation analysis)을 실시하였으며 Spearman 상관계수(rho)를 이용하여 통계량을 설명하였다. 갑상샘 악성결절 예측을 위한 최적의 cut-off value를 결정하고 정확도를 평가하기 위해 수신자조작동특성(receiver operating characteristic; ROC) 곡선분석을 시행하였으며 곡선하 면적(area under the curve, AUC), 민감도(sensitivity), 특이도(specificity)를 산출하였다. 통계적 유의성은 p-value 0.05 미만인 경우를 기준으로 판정하였으며, 모든 통계적 처리는 SPSS Statistical Software Ver. 18.0(S PSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

## III. RESULT

### 1. 대상자의 일반적 특성

초음파진단 소견을 기준으로 세침흡인세포검사를 시행한 대상자 597명 중 양성결절 407(68.2%)명, 악성결절 190(31.8%)명으로 나타났다. 각 군의 차이검정 결과에서 전체 평균 연령은  $54.3 \pm 2.5$ 세, 양성

결절  $55.7 \pm 2.9$ 세, 악성결절  $51.4 \pm 13.4$ 세로 유의한 차이가 없었다( $p=0.056$ ). 남성과 여성의 비율은 양성결절에서 남성 63(15.5%)명, 여성 344(84.5%)로 나타났다으며 악성결절에서 남성 34(17.9%)명, 여성 156명(82.1%)으로 유의한 차이는 없었다( $p=0.459$ ).

### 2. 탄성도 점수와 변형비의 분포

양성과 악성결절에서 탄성도 점수와 평균 변형비의 상관관계는 Spearman's correlation 분석결과 통계적으로 유의하게 나타났다(Spearman's 상관계수=0.565,  $p=0.001$ ). 상관관계는 Fig. 2와 같고, 빨간색 점선은 변형비의 cut-off 값을 나타내며, 파란색 선은 탄성도 점수의 cut-off 값을 나타낸 것이다.

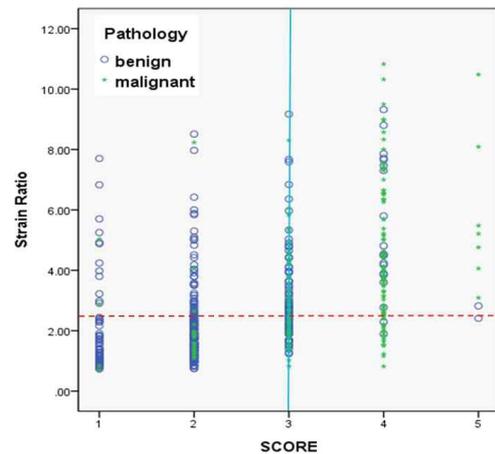


Fig. 2. Correlation between elasticity score and strain ratio.

양성과 악성결절에 따른 탄성도 점수 분포 결과는 Table 1과 같다. 탄성도 점수 1점은 총 75명으로 양성 71명(94.7%), 악성 4명(5.3%)이었다. 탄성도 점수 2점은 총 243명으로 양성 221명(90.9%), 악성 22명(9.1%)이었다. 탄성도 점수 3점은 총 164명으로 양성 94명(57.3%), 악성 70명(42.7%)이었다. 탄성도 점수 4점은 총 106명으로 양성 19명(17.9%), 악성 87명(82.1%)이었다. 탄성도 점수 5점은 총 9명으로 양성 2명(22.2%), 악성 7명(77.8%)이었으며 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p=0.000$ ).

양성과 악성결절에 따른 변형비와의 차이검증 결과는 Table 2와 같다. 양성결절의 평균은  $2.075 \pm 6.14$ , 악성결절 평균은  $6.378 \pm 14.8$ 로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p=0.000$ ).

Table 1. Comparison between benign and malignancy in elastic score system.

Unit: person (%)

Score	n 597	Benign 407 (68.2)	Malignant 190 (31.8)	$\chi^2$	p-value
1	75	71 (94.7)	4 (5.3)	223.369	0.000
2	243	221 (90.9)	22 (9.1)		
3	164	94 (57.3)	70 (42.7)		
4	106	19 (17.9)	87 (82.1)		
5	9	2 (22.2)	7 (77.8)		

Table 2. Comparison between benign and malignancy in strain ratio.

Variable	Benign	Malignant	p-value <sup>1)</sup>
	Mean±SD	Mean±SD	
Strain ratio	2.075±6.14	6.378±14.8	0.000

1) Statistical significance test was done by Mann-Whitney U test

### 3. ROC 곡선분석

Table 3은 ROC 곡선 분석 결과이다. 갑상샘 결절에서 탄성도 점수와 변형비를 이용하여 양성과 악성을 예측할 수 있는 최적의 cut-off 값을 도출하기 위해 ROC 곡선분석을 실시하였으며, 곡선하면적(AUC), 민감도, 특이도를 구하였다. 탄성도 점수의 분석결과 AUC 0.832, 민감도 86.32%, 특이도 72.24%(95% 신뢰구간 0.81~0.87), Youden index 0.581에서 cut-off 값은 3으로 결정되었다. 변형비의 분석결과 AUC 0.700, 민감도 62.11%, 특이도 68.30%(95% 신뢰구간 0.66~0.73), Youden index 0.304에서 cut-off 값은 2.49로 결정되었으며, 통계적으로 유의하게 나타났다. 탄성도 점수의 AUC는 변형비의 AUC에 비해 높은 것으로 나타났으며(Z=20.28, p<0.001), Fig. 3과 같다.

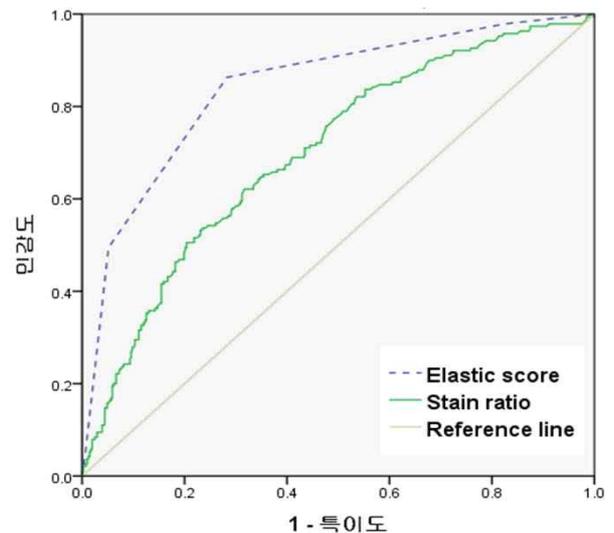


Fig. 3 ROC curves for elasticity score and the strain ratio in differentiating malignant from benign nodules.

Table 3. Diagnostic indices between elastic score system and strain ratio.

Variable	Cut-off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	95% CI	p-value
Elastic score	3	86.32	72.74	0.842	0.81-0.87	0.001
Strain ratio	2.49	62.11	68.30	0.700	0.66-0.73	0.001

CI: Confidence interval, AUC: Area Under the Curve

#### IV. DISCUSSION

탄성초음파는 외부 힘에 의한 조직 왜곡의 정도를 평가하여 조직을 평가하는 새로운 기법이다.<sup>[17]</sup> 이러한 기법은 다양한 장기에서 이용되고 있다. 특히 유방, 갑상샘, 전립샘, 림프절 전이 등에 많이 이용되고 있으며, 목표된 생체 조직검사에도 효과적이었다.<sup>[16]</sup> 갑상샘 결절의 탄력성을 평가하는데 있어 최근 세 가지의 방법이 사용되고 있습니다. 이러한 세 가지 방법은 경도 영역 비율(hard area ratio), 탄성도 점수, 변형비이다. 첫 번째 방법인 경도 영역 비율 법은 정량적인 분석이다. 하지만, 현재 임상 실험에서 적용되는 애플리케이션은 시간이 많이 소요되기 때문에 제한되어 있다. 두 번째 방법인 탄성도 점수 체계가 임상에서 보편적으로 인정받고 있으며, 검사자의 의존성을 가진 순수한 질적인 평가로 알려져 있다. 마지막으로 변형비 방법은 검사자의 편의성과 의존도가 상대적으로 낮은 반정량법(smeiquantitative)으로 이를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 본 연구에서도 다양한 분야에서 널리 이용되고 있는 탄성도 점수 시스템과 변형비가 갑상샘 결절의 진단에 유용한지를 알아보고자 하였다.

양성결절과 악성결절 군의 분류에 따른 탄성도 점수에서 유의한 차이를 보였으며, 양성결절은 탄성도 점수 1, 2에서 90% 이상 분포하였으며, 악성결절의 경우 탄성도 점수 4, 5에서 77% 이상 분포하였다. 탄성도 점수 4 이상을 악성의 기준으로 분류한 Ueno<sup>[16]</sup>의 보고와 일치하는 결과를 보였으며, 이러한 탄성초음파 검사는 조직 검사가 필요한 환자에서 초음파 소견과 더불어 탄성 초음파가 유용할 수 있다고 하였다.<sup>[18]</sup>

양성결절과 악성결절 군의 분류에 따른 평균 변형비에서 각각  $3.075 \pm 6.14$ 과  $6.378 \pm 14.8$ 로 악성결절에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 Xing 등<sup>[19]</sup>과 Ning 등<sup>[20]</sup>의 보고와 일치하는 결과로 두 개의 군에서 유사한 차이를 보였으며 악성결절에서 보다 높게 나타났다. 또한 Ning 등<sup>[20]</sup>과 Wang 등<sup>[21]</sup>의 연구에 의하면 탄성도 점수보다 변형비의 진단 성능이 우수한 것으로 보고 되어 본 연구와 다른 결과를 보

였다. 하지만 탄성도 점수와 변형비와의 상관관계가 통계적으로 유의하다는 결과는 본 연구 결과와 일치하였다. 따라서 조직의 경도 평가에 있어서 두 가지 방법 모두 적절한 평가방법으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에 이용된 탄성초음파 기법은 조직의 변형률에 기초한 고정 탄성초음파(static elastography) 검사로 검사자의 수기오류 뿐 만 아니라 결절의 깊이가 증가함에 따라 이상적인 압력이 가해지지 못함으로 인한 진단 성능의 저하에 대한 가능성이 존재한다. 따라서 심부에 존재하는 결절은 표층에 존재하는 결절보다는 압력 전달이 감소되어 조직의 왜곡에 대한 평가에 있어 왜곡이 발생할 수도 있다. 본 연구에서 이러한 오류에 의해 위음성을 나타낸 경우가 전체 597건 중 18(3%)건으로 나타났으며, 탄성도 점수 뿐 만 아니라 변형비에 의한 평가에서도 3건을 제외한 나머지 15건은 결정된 cut-off 값 보다 낮게 나타났다. 이는 정상 조직 또는 양성결절이 가지는 경도와 비슷하거나 대부분의 악성결절이 가지는 경도 보다 낮은 경도를 가지기 때문이라고 생각된다. 이는 오차범위 내에 존재하는 오류로 판단되며 두 방법 모두 결절의 감별진단에 있어 신뢰할 수 있는 수준이라고 할 수 있다.

ROC 곡선 분석에서 평균 변형비의 진단 성능과 갑상샘 결절의 악성을 예측하기 위한 cut-off 값은 2.49로 결정되었다. 이는 Xing 등<sup>[18]</sup>의 연구에서 결정된 cut-off 값 3.79, Ning 등<sup>[19]</sup>의 연구에서 결정된 cut-off 값 4.22와 비교했을 때 낮은 최적의 cut-off 값을 보였다. 또한 탄성도 점수의 cut-off 값은 3으로 결정되었다. 탄성도 점수와 평균 변형비의 AUC 결과에서 각각 0.842, 0.700으로 예측모형의 타당성을 확인할 수 있었으며, 기존의 선행연구<sup>[19-21]</sup>와 달리 탄성도 점수가 평균 변형비를 이용한 방법보다 AUC가 높게 나타났지만 각각 독립적인 예측모형으로 활용 가능할 것으로 판단된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 일개병원 및 일개 지역의 환자를 대상으로 시행된 후향적 연구로써 세침흡인세포검사의 병리학적 결과를 토대로 진행하였다. 하지만 갑상샘 절제 후 얻어진 표본에 대해 발생할 수 있는 오류를 배제할 수 없었다. 둘째,

탄성초음파 검사 결과에 대한 관찰자 내(interobserver) 또는 관찰자간(intraobserver)의 변동성을 고려하지 못하였다. 향후 이러한 제한점을 고려한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. CONCLUSION

결론적으로 탄성초음파의 탄성도 점수와 평균 변형비는 갑상샘 결절의 양성과 악성의 감별진단에 유용한 것으로 평가 되었다. 따라서 갑상샘 결절의 초음파 소견과 함께 실시간 탄성초음파를 통한 악성결절에 대한 예측은 불필요한 세침흡인세포검사를 줄이는 데 도움이 될 것이다.

## Reference

- [1] J. H. Kim, J. Y. Choi, Y. S. Choi, M. H. Jung, K. S. Jung, "Using Ultrasound Elastography for Making the Differential Diagnosis of Thyroid Nodules", Korean Association Thyroid and Endocrine Surgenos, Vol. 11, No. 1, pp.12-17, 2011.
- [2] Hegedus L, "Clinical practice: the thyroid nodule", *New England Journal Medicine*, Vol. 351, No. 17, pp. 1764-1771, 2004.
- [3] Tan GH, Gharib H, "Thyroid Incidentalomas: Management Approaches to Nonpalpable Nodules Discovered Incidentally on Thyroid Imaging", *Annals of Internal Medicine*, Vol. 126, No. 3, pp. 226-231, 1997.
- [4] Ross DS, "Nonpalpable Thyroid Nodules-Managing an Epidemic", *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol. 87, No. 5, pp. 1938-1940, 2002.
- [5] S. J. Ko, J. S. Lee, S. Y. Ye, C. S. Kim, "Application of Texture Features algorithm using Computer Aided Diagnosis of Papillary Thyroid Cancer in the Ultrasonography" *Journal of Korea Contents Association*, Vol.13. No. 5, pp. 303-310, 2013.
- [6] M. Y. Kim, Y. S. Park, "The Clinical Usefulness of Ultrasound-Guided Fine Needle Aspiration Cytology in Thyroid Nodules", *Journal of Radilological and Technology*, Vol. 31, No. 2, 141-147, 2008.
- [7] Suen KC, "Fine-needle aspiration biopsy of the thyroid", *Canadian Medical Association Journal*, Vol. 167, No. 5, pp. 491-495, 2002.
- [8] Castro MR, Gharib H, "Thyroid fine-needle aspiration biopsy: progress, practice, and pitfalls", *Endocrine Practice*, Vol. 9, No. 2, pp. 128-136, 2003.
- [9] E. K. Kim, C. S. Park, W. Y. Chung, "New Sonographic Criteria for Recommending Fine-Needle Aspiration on Biopsy of Nonpalpable Solid Nodules of the Thyroid", *American Journal of Roentgenology*, Vol. 178, No. 3, pp. 687-691, 2002.
- [10] Papini E, Guglielmi R, Bianchini A, Crescenzi A, Taccogna S, Nardi F, Panunzi C, Rinaldi R, Pacella CM, "Risk of Malignancy in Nonpalpable Thyroid Nodules: Predictive Value of Ultrasound and Color-Doppler Features", *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol. 87, No. 5, pp. 1941-1946, 2002.
- [11] Cappelli C, Castellano M, Pirola I, Cumetti D, Agosti B, Gandossi E, Rosei EA, "The predictive value of ultrasound findings in the management of thyroid nodules", *QJM An International Journal of Medicine*, Vol. 100, No. 1, pp. 29-35, 2007.
- [12] J. Y. Kwak, "Elastography of the Thyroid Glands", *Journal of Korean Society of Ultrasound in Medicine*, Vol. 30, No. 2, pp. 71-74, 2011.
- [13] J. Y. Kwak, E. K. Kim, "Diagnostic Performance of Quantitative Shear Wave Ultrasound Elastography for Thyroid Cancer", *Journal of Korean Thyroid Association*, Vol. 4, No 2, 109-113, 2011.
- [14] Lyshchik A, Higashi T, Asato R, Tanaka S, Ito J, J J, Pellot-Barakat C, "Thyroid Gland Tumor Diagnosis at US Elastography", *RSNA Radiology*, Vol. 237, No. 1, pp. 202-211, 2005.
- [15] Rago T, Santimi F, Scurari M, Pinchera A, Viti P, "Elastography: New Development in Ultrasound for Predicting Malignancy in Thyroid Nodules", *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol. 92, No. 8, pp. 2917-2922, 2007.
- [16] Ueno E, Ito A, Tohno E, "Breast Disease: Clinical Application of US Elastography for Diagnosis", *RSNA Radiology*, Vol. 239, No. 2, pp. 341-350. 2006.
- [17] Ophir J, Alam SK, Garra B, Kallel F, Konofagou E, Krouskop T, Varghese T, "Elastography: Ultrasonic estimation and imaging of the elastic properties of tissues", *Journal of Engineering in Medicine*, Vol. 213, No. 3, pp. 203-233, 1999.
- [18] Rubaltelli L, Corradin S, Dorigo A, Stabilito M, Tre

---

gnaghi A, Borsato S, Stramare R, "Differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules at elastosonography", *Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound*, Vol. 30, No.2, pp. 175-179, 2009.

- [19] Xing P, Wu L, Zhang C, Li S, Liu C, Wu C, "Differentiation of Benign from Malignant Thyroid Lesions", *Journal of Ultrasound in Medicine*, Vol. 30, No. 5, pp. 663-669, 2011.
- [20] Ning CP, Jiang SQ, Zhang T, Sun LT, Liu YJ, Tian JW, "The value of strain ratio in differential diagnosis of thyroid solid nodules", *European Journal of Radiology*, Vol. 81, No. 2, pp. 286-291, 2011.
- [21] Wang H, Brylka D, Sun LN, Lin YQ, Sui GQ, Gao J, "Comparison of strain ratio with elastography score system in differentiating malignant from benign thyroid nodules", *Clinical Imaging*, Vol. 37, No. 2, pp. 50-55, 2013.

## 탄성초음파에서 갑상샘 결절의 감별진단을 위한 탄성도 점수와 변형비의 유용성 평가

이진수,<sup>1</sup> 양성희,<sup>2</sup> 김창수,<sup>3</sup> 안 현<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>인제대학교 해운대백병원 영상의학과

<sup>2</sup>일신기독병원 영상의학과

<sup>3</sup>부산가톨릭대학교 방사선학과

<sup>4</sup>인제대학교 부산백병원 영상의학과

### 요 약

본 연구는 갑상샘 탄성초음파에서 탄성도 점수와 변형비를 이용한 방법이 양성과 악성결절의 감별진단에 유용한지를 평가하였다. 탄성초음파를 시행한 597명을 대상으로 하였으며, 세침흡인세포검사 결과를 바탕으로 후향적인 분석을 하였다. 갑상샘 결절의 양성과 악성에 따른 5단계의 탄성도 점수와 변형비의 차이 분석은 카이제곱검정과 Mann-Whitney U test를 실시하였다. ROC 곡선분석을 통해 악성결절의 예측을 위한 탄성도 점수와 변형비의 최적의 cut off 값을 결정하였다. 양성과 악성결절 군의 분류에 따른 탄성도 점수의 동질성 비교와 변형비의 차이검증 결과에서 각각 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p=0.000$ ), ROC 곡선 분석에서 양성과 악성결절의 예측을 위한 탄성도 점수와 변형비의 AUC 0.842, 0.700, cut-off 값 3, 2.49로 결정되었다( $p=0.001$ ). 따라서 탄성도 점수와 변형비는 갑상샘 결절의 감별진단에 도움을 줄 수 있을 것이다.

중심단어: 탄성초음파, 갑상샘결절, 탄성도 점수, 변형비