

## 갑상선 결절의 감별진단에 있어 탄성 초음파검사

고신대학교 의과대학 외과학교실, <sup>1</sup>내과학교실, <sup>2</sup>영상의학과

김정훈 · 최재영 · 최영식<sup>1</sup> · 정미희<sup>2</sup> · 정경순<sup>2</sup>

### Using Ultrasound Elastography for Making the Differential Diagnosis of Thyroid Nodules

Jung Hoon Kim, M.D., Jae Young Choi, M.D., Young Sik Choi, M.D.<sup>1</sup>, Mi Hee Jung, M.D.<sup>2</sup> and Kyung Soon Jung, M.D.<sup>2</sup>

**Purpose:** Ultrasound (US) elastography is a newly developed imaging technique for assessing tissue stiffness by measuring the degree of the tissue's deformation in response to the application of an external force. This technique has recently been applied for making the diagnosis of nodular thyroid disease. The purpose of this study was to evaluate the diagnostic utility of US elastography for differentiating benign thyroid nodules from malignant thyroid nodules.

**Methods:** A total of 63 consecutive patients with thyroid nodules and who were referred for surgical treatment were examined in this study. Seventy-five nodules in these patients were examined by US B-mode, color Doppler US and US elastography. The final diagnosis was obtained from the histologic findings. The tissue stiffness on ultrasound elastography was scored from 1 (elasticity in the whole nodule) to 5 (no elasticity in the nodule and in the posterior shadowing).

**Results:** On US elastography, 18 of 32 benign nodules (56.3%) had a score of 1 to 3, whereas 23 of 43 malignant nodules (62.8%) had a score of 4 to 5. With applying a US elastography score of 4-5 as an indicator for malignancy, the sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of US elastography were 65.9%, 52.9%, 62.8% and 56.3%, respectively. Of the 14 follicular tumors, 12 were follicular adenoma and four were follicular carcinoma. The sensitivity and specificity of US elastography for diagnosing follicular carcinoma were 50.0%

and 81% (56=69), respectively. The positive and negative predictive values were 55.2% (16=29) and 60.0%, respectively. The accuracy of the technique was 57.1%. The findings of US elastography were not significantly correlated with the histopathologic findings.

**Conclusion:** This study has shown that US elastography may be not useful for differentiating between benign and malignant thyroid nodules. Further studies are needed to confirm the usefulness of US elastography for making the differential diagnosis of thyroid nodules. (*Korean J Endocrine Surg* 2011;11:12-17)

**Key Words:** Ultrasound elastography, Thyroid nodules

**중심 단어:** 탄성 초음파, 갑상선 결절

Departments of General Surgery, <sup>1</sup>Internal Medicine, <sup>2</sup>Radiology, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

## 서 론

갑상선 결절은 정상 성인에서 평균 3~7%에서 촉진되며,<sup>(1,2)</sup> 갑상선 초음파검사에서는 약 20~76% 발견될 정도로 흔한 질환으로,<sup>(3,4)</sup> 대부분은 양성이며, 악성은 5% 이하이다.<sup>(3-5)</sup> 갑상선 결절의 감별진단에 세침흡인세포검사가 비교적 시술하기 쉽고 안전하며, 민감도와 특이도 높아 널리 이용되고 있으나,<sup>(6,7)</sup> 세침흡인세포검사를 하더라도 부적절한 검체로 재검사를 하는 경우와 세침흡인세포검사에서는 양성이었으나 수술 후 악성으로 진단되는 위음성인 경우, 여포성종양과 같이 세침흡인세포검사로는 감별진단이 되지 않는 등의 단점이 있다. 고해상도 초음파검사는 세침흡인세포검사에 비해 비침습적이고, 침상 결에서 즉시 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 초음파검사서 관찰되는 저에코음영, 미세석회화, 침상 경계(spiculated margin), 세로/가로비, 결절 주변부의 저에코 띠(halo)의 소실 등의 특성들은 결절의 악성 유무를 감별하는데 유용하게 이용되고 있다.<sup>(8,9)</sup> 그러나 이러한 개개의 특성들은 특이도는 높으나 예민도는 낮으며, 한 가지 특성보다 두 가지 이상의 특성을 조합하였을 때 진단율이 더 높다고 한다.<sup>(10,11)</sup> 탄성 초음파검사(US-elastography)는 새로이 개발된 역동

책임저자 : 최영식, 부산시 서구 압남동 34번지  
Ⓢ 602-702, 고신대학교 의과대학 내과학교실  
Tel: 051-990-61023, Fax: 051-248-5686  
E-mail: yschoi@Kosinmed.or.kr

접수일 : 2011년 1월 27일, 게재승인일 : 2011년 3월 19일  
본 연구는 2009년도 고신대학교 의과대학 학술연구비의 지원에 의해 수행되었음.

적 검사법으로, 외부에서 힘을 가해 압박할 때 중앙조직의 부드러운 부분이 단단한 부위보다 더 변형이 쉽게 일어나는 것에 착안하여 만들어 졌으며, 탄성 정도는 초음파 파장의 비틀림 정도를 측정하여 평가한다.(12) 악성병변은 흔히 조직에서 기계적 특성의 변화가 동반되므로 탄성도에 변화가 일어난다. 이런 원리를 이용한 탄성 초음파검사는 전립선, 유방, 췌장 및 림프절 등에서 양성파 악성병변의 감별진단에 이용되어 왔다.(13-16) 갑상선에 대해서도 탄성 초음파검사를 이용한 연구들이 보고되어 있는데, Lyshchik 등(17)은 탄성 초음파검사의 민감도는 82%, 특이도 96%를 보고하였고, Rago 등(18)은 97%의 민감도와 100%의 특이도 보고하여 관찰자 마다 차이는 있으나 갑상선 결절의 감별진단에 유용하다고 보고하고 있다. 탄성 초음파검사가 위의 연구들과 같이 높은 민감도와 특이도를 보일 경우 갑상선 결절의 감별진단에 세침흡인세포검사와 더불어 유용하게 이용될 수 뿐 아니라, 또한 세침흡인세포검사로 진단이 불가능한 여포선종과 여포선암의 감별진단에도 유용할 것으로 생각된다.

이에 본 연구는 갑상선 결절의 감별진단에 탄성 초음파검사가 유용한가를 알아보고자 시행하였다.

## 방 법

### 1) 대상

2008년 11월부터 2009년 4월까지 내분비센터에서 갑상선 초음파검사서 갑상선 결절이 확인된 환자 중 수술 전 칼라도플러 초음파검사와 탄성 초음파검사를 시행한 186례 중 수술을 받은 63명의 75개 결절을 대상으로 연구를 시행하였다. 대상 환자는 남자 5명(8%), 여자 58명(92%)이었고, 평균연령은 남자 57.2±14.6세(범위 39~73세), 여자 48.0±13.4세(범위 15~74세)였다.

### 2) 영상 획득 방법

초음파, 칼라도플러 초음파 및 탄성 초음파기기는 Simmens Healthcare사의 Acuson Sequoia 기종을 이용해 8~15 MHz 선형 탐색자를 이용하여 시행하였다. 탄성 초음파검사는 전통적인(conventional) 초음파 검사 직후 같은 선형 탐색자를 이용하여 시행하였다. 탄성 초음파 영상은 초음파 영상과 탄성 초음파 영상이 분할 화면에서 실시간으로 볼 수 있으며 특히 탄성 초음파 영상은 초음파 영상위에 컬러 영상을 투명하게 겹쳐 보이므로 한눈에 B mode 영상의 병변과 탄성 초음파 영상 사이의 관계를 쉽게 알아볼 수 있도록 하였다. 가장 부드러운 조직은 파란색으로 가장 딱딱한 조직은 빨간색으로 보이며 중간 정도의 조직은 초록색으로 표시된다. 저자들이 사용한 초음파 기기는 컬러 모드의 탄성 초음파 영상 뿐 아니라 흑백모드의 영상을 제공하는데, 흔들림이나 인공물 없이 균일한 흑백 영상이 얻

고 난 후 컬러 모드로 전환하여 영상을 얻었다. 탄성 초음파검사를 시행하는 동안 가벼운 압박 정도를 정확하게 측정할 수 있는 객관적인 방법은 없지만 탄성 초음파검사를 시행하는 동안 2번 이상 동일한 흑백 영상과 컬러 영상이 5초 이상 지속되는 적절한 영상을 얻었다.

### 3) 평가

초음파검사, 칼라도플러 초음파검사 및 탄성도 초음파검사와 판독은 숙달된 한명의 방사선과 전문의에 의해 시행되었다. 초음파소견은 대한신경두경부영상의학회 갑상선 연구회의 지침에 따라 양성가능 결절(probable benign nodule)과, 불확실한 결절(indeterminate nodule) 및 악성의심 결절(suspicious malignant nodule)로 결절로 분류하였다(Table 1). 또한 결절의 에코소견에서 현저한 저에코는 갑상선을 둘러싸는 주변 근육(strap muscle)보다 에코가 낮은 경우를, 저에코는 갑상선 에코보다 결절의 에코가 낮으나 주변 근육과 비슷하거나 높은 경우로 하였습니다.

칼라도플러 초음파검사서 도플러형태에 따라 결절에 혈류가 보이지 않는 경우 1형, 결절 주변부에는 혈류가 보이고 결절 내부에는 혈류가 없는 경우를 2형, 결절 내부에 강한 혈류를 보이는 경우를 3형으로 분류하였다.

탄성 초음파 영상의 칼라 스케일은 Ueno와 Ito(19)는 분류법을 이용하였다. 탄성도 1점은 결절이 균일한 탄성을 가지는 경우로 결절 전체가 파란색으로 보이는 경우이며, 2점은 결절의 대부분이 균일한 변형을 보이나 일부에서 딱딱한 조직을 포함하여 변형이 일어나지 않는 경우로 모자이크 컬러로 보이는 경우이다. 3점은 결절의 중심부에서는 변형이 일어나지 않고 주변부에서만 변형이 일어나 중심부는 빨간색 주변부는 파란색으로 보이는 경우이다. 4점은 결절 내 변형이 일어나지 않아 탄성이 없는 경우로 결절 전체가

**Table 1.** Ultrasonographic criteria for thyroid nodules

Category	Ultrasonographic findings
Probably benign nodule	Simple cyst Predominantly cystic nodule Comet-tail artifacts with cystic nodule Spongiform nodule
Indeterminate nodule	Isoechoic, hypoechoic or hyperechoic nodule Ovoid to round, or irregular shape Well-defined smooth or ill-defined Rim calcification
Suspicious malignant nodule	Marked hypoechogenicity Spiculated margin Taller than wide Micro- and macrocalcification

빨간색으로 표현하는 경우이다. 결절뿐 아니라 그 주변부까지 탄성이 없어 변형이 일어나지 않아 결절의 경계부를 넘어 주변부까지 빨간색으로 표현되는 경우를 5점으로 하였다. 석회화는 탄성도에 영향을 미치므로, 석회화가 있을 경우 가능한 석회화된 부분을 피하여 중앙조직에 검사하였다.

4) 통계 분석

자료의 분석은 SAS ver 9.1(SAS institute, USA)을 이용하여 유의수준은 P<0.05 이하인 경우로 판정하였다. 초음파 지표들과 탄성도 점수와 병리조직과의 관련성은 pearson's  $\chi^2$  검사를 이용하여 분석하였으며, 민감도, 특이도, 양성예측율, 음성예측율도 산출하였다.

결 과

총 75개의 갑상선 결절에 대한 병리조직학적 검사 결과 악성 결절 41개(유두암 37개, 여포암 4개), 양성 결절 34개(결절성 증식증 21개, 여포선종 10개, Hürthle 세포종양 1개,

하시모토 갑상선염 2개)였다.

총 75개 결절 중에서 초음파 소견상 악성의심 결절은 37개였고, 비악성의심(non-suspicious malignant) 결절은 38개였다. 비악성의심 결절 중 양성가능 결절은 9개였고, 불확실한 결절은 29개였다. 비악성의심 결절 38개 중 11개(28.9%)가 악성이었다. 악성의심 결절은 37개였고 30개(81.1%)가 악성이었다. 초음파검사 소견과 병리조직학적 소견과 비교한 결과 초음파 소견의 민감도는 73.2%, 특이도는 79.4%였으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(P<0.01) (Table 2).

초음파검사에서 악성을 시사하는 소견들 중 에코에서 현저한(marked) 저에코 결절과 저에코 결절을 통합하여 저에코 결절로 분류하였을 때, 저에코 결절 50개 중 37개(74.0%)에서 병리조직학적으로 악성이었으며, 침상 경계를 보인 결절 42개 중 35개(83.3%)에서 악성으로 진단되었다. 미세 석회화를 보였던 결절 22개 중 15개(68.2%)가 악성으로 진단되었다. 악성을 시사하는 초음파 소견들의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 보면, 민감도는 저에코가 90.2%로 가장 높았고, 특이도는 침상 경계와 미세석회화에서 각각 79.4%였다. 악성을 시사하는 초음파 소견들과 병리

Table 2. Comparison of ultrasonography and histopathology

Ultrasonography	Histopathology		Sensitivity	Specificity	P value
	Benign (n=34)	Malignant (n=41)			
Non-suspicious malignant*	27	11	73.2%	79.4%	<0.01
Suspicious malignant	7	30			

\*Non-suspicious malignant includes probable benign and indeterminate nodules in ultrasonography.

Table 3. Diagnostic value of different ultrasound features for identification of malignant nodules

Feature	Benign (n=34)	Malignant (n=41)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	P value
Hypoechoogenicity	13	37	90.2	61.8	74.0	84.0	<0.01
Spiculated margin	7	35	85.4	79.4	83.3	81.8	<0.01
Microcalcification	7	15	36.6	79.4	68.2	50.9	NS
Type III vascularization	11	11	26.8	67.6	50.0	43.4	NS

PPV = positive predictable value; NPV = negative predictable value; NS = not significant.

Table 4. Elasticity scores in thyroid nodules

Size (cm)	Score	Benign (n=34)	Malignant (n=41)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	P value
≤1	1~3	2	4	73.3	50.0	84.6	33.3	NS
	4~5	2	11					
>1	1~3	16	10	61.5	53.3	53.3	61.5	NS
	4~5	14	16					
All	1~3	18	14	65.9	52.9	62.8	56.3	NS
	4~5	16	27					

PPV = positive predictable value; NPV = negative predictable value; NS = not significant.

**Table 5.** Elasticity scores in follicular thyroid tumors

Score	Follicular adenoma (n=10)	Follicular carcinoma (n=4)	Sensitivity	Specificity	P value
2~3	6	2	50.0%	60.0%	NS
4	4	2			

조직과의 관련성을 볼 때 저에코와 침상 경계가 통계적으로 유의하였다(P<0.01) (Table 3). 칼라도플러 초음파검사에서 결절 내부에 강한 혈류를 보이는 3형은 특이도 67.6%, 민감도 26.8%로 악성과 양성 결절을 감별하는데 유의하지 않았다(Table 3).

**1) 탄성 초음파**

탄성 초음파검사와 조직 병리학적 결과를 비교했을 때 탄성 점수 1~3인 결절 32개 중 18개(56.3%)에서 양성 결절이었고, 탄성 점수가 4~5인 결절 43개 중 27개(62.8%)에서 악성 결절이었다. 탄성 점수 4이상을 악성 판단 기준으로 하였을 때 탄성 초음파검사의 민감도는 65.9%, 특이도는 52.9%, 양성 예측치는 62.8%, 그리고 음성 예측치는 56.3%였으며, 탄성 점수는 갑상선 악성 결절과 양성 결절 사이에 유의한 차이가 없었다. 결절을 크기에 따라 1 cm 이하와 1 cm을 초과 결절로 나누어 탄성도를 구하여 비교하였을 때에도 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

여포성 종양 14개 중 4개에서 여포암이었다. 여포성 종양에 대한 탄성도 검사에서 1점과 5점은 없었다. 탄성 점수 4이상을 악성 판단 기준으로 하였을 때 민감도는 50.0%, 특이도는 60.0%였으며, 정확도는 57.1% 였다. 탄성 초음파 점수는 여포선종과 여포암 사이에 유의한 차이가 없었다 (Table 5).

**고 찰**

본 연구에서는 갑상선 초음파 소견과 탄성 초음파검사에서 얻은 탄성도 점수에 따라 갑상선 결절을 양성과 악성으로 분류하여, 이들과 수술 후 조직 검사를 통한 최종 진단을 어느 정도 예측할 수 있는지를 알아보았다. 갑상선 초음파 소견은 2005년 대한신경두경부영상의학회 갑상선연구회가 제시한 지침에 따라 방사선 전문가가 결절을 양성가능 결절과 불확실한 결절 및 악성의심 결절로 판독한 것으로, 본 연구에서 초음파소견의 민감도는 73.2%, 특이도는 79.4%였다. 김 등(20)의 연구에서는 민감도 88.5%, 특이도 50.0%로 본 연구보다 민감도는 높았고 특이도는 낮았는데, 이는 본 연구에서 김 등의 연구보다 양성가능 결절과, 불확실한 결절의 수가 많았고, 양성가능 결절과, 불확실한 결절에서 양성결절과 악성결절의 빈도가 비슷하였기 때문으로 생각된다.

다. 보고자에 따라 차이가 있으나 초음파 검사에서 악성을 시사하는 소견 중 미세석회화의 경우 민감도와 특이도는 각각 26.1~59.1%, 85.8~95.0%를, 저에코의 경우는 26.5~87.1%, 43.4~94.3%를, 침상 경계는 17.4~87.1%, 83~85%를 보고하고 있는데,(10,11,21,22) 본 연구에서는 미세석회화의 경우 민감도는 36.6%, 특이도는 79.2%로 특이도가 약간 낮았고, 저에코는 90.2%와 61.8%로 민감도가 높았고, 침상 경계는 85.4%와 79.4%로 특이도가 낮았다. 본 연구에서 초음파 소견 중 저에코와 침상 경계가 유의한 차이를 보였으며, 초음파를 검사가 임상에서 갑상선 결절의 악, 양성을 감별하는데 도움이 됨을 알 수 있었다.

도플러 초음파검사를 이용한 결절의 혈류 분포가 악성 결절의 감별 진단에 도움이 된다는 보고들이 있으나,(11,23) Rago 등(24)에 의하면 도플러 초음파검사에서 결절 내 강한 혈류를 보이는 3형이 갑상선암에서는 30예 중 20에서, 양성 결절에서는 78예 중 38예에서 발견되어 도플러 초음파 소견 단독으로는 악성과 양성을 감별하는데 유용하지 않으나, 도플러에서 결절내 혈류를 동반한 결절에서 저에코 띠(halo) 소실이 동반된 경우에는 특이도가 97.2%로 높다고 보고하고 있다. 또한 Shimamoto 등(25)의 연구에서도 도플러 초음파검사가 결절의 악, 양성을 감별하는데 도움이 되지 않는다고 보고하고 있다. 본 연구에서도 결절 내부에 강한 혈류를 보이는 3형은 특이도 67.6%, 민감도 26.8%로 악성과 양성 결절을 감별하는데 유의하지 않았다.

외부에서 힘을 가해 압박할 때 종양조직의 부드러운 부분이 단단한 부위 보다 더 변형이 쉽게 일어나는 것에 착안하여 만들어진 탄성 초음파는 비침습적인 검사법으로 최근 갑상선 양성과 악성 결절의 감별 진단에 대한 유용하다는 여러 연구 결과를 토대로 새로운 진단법으로 제안되고 있다. Lyschchik 등(17)은 31명의 환자에서 52개(악성 22개, 양성 30개) 결절을 대상으로 시행한 탄성 초음파 연구에서 민감도 82%와 특이도 96%를 보고하였고, Asteria 등(26)의 연구에서는 민감도 94.1%, 특이도 81.0%, 정확도는 83.7%를 보고 하였다. 위의 두 연구는 모두 조직의 강도를 4 class로 나누어 연구를 하였으며 탄성 초음파검사가 갑상선 결절의 감별에 유용하다고 보고하고 있다. 조직의 강도를 6 class로 나누어 145개(양성 96개, 악성 49개)의 결절을 대상으로 연구한 Hong 등(27)의 연구에서도 탄성 초음파의 민감도는 88%, 특이도는 93%를 보고하고 있으며, 조직 강도를 본 연구와 같이 5 class로 나누어 연구한 Rago 등(18)은 연구에서도 민감도 97%, 특이도 100% 보고하여 갑상선결절의 감별 진단에 탄성 초음파검사가 유용한 검사라고 제시하고 있다. 또한 Tranquart 등(28)의 연구에서 탄성 점수가 1점과 2점에서는 악성 결절이 발견되지 않았고 3점과 4점에서는 6개의 악성 결절이 관찰되어, 조직 검사가 필요한 환자에서 초음파 소견과 더불어 탄성 초음파가 유용할 수 있다고 한다. Rubaltelli 등(29)은 탄성 초음파검사가 갑상선 결절의 감

별진단에 도움이 될 뿐 아니라, 전적으로 탄성을 보이는 결절은 양성 결절을 의미하므로 이러한 결절에서는 세침흡인 세포검사를 하지 않아도 될 것 이라고 하고 있다. 국내에서는 탄성 초음파에 대한 연구는 드물며, 김 등(20)의 연구에서 탄성 점수를 3점 이상을 악성으로 하였을 때 민감도 65.4%, 특이도 100%를 보고하고 있다. 본 연구에서는 탄성 점수 4점 이상을 악성으로 하였고, 민감도 65.9%, 특이도 52.9%, 양성 예측치 62.8%, 그리고 음성 예측치 56.3%였으며, 악성, 양성 결절간에 유의한 차이가 없었다. 본 연구의 민감도는 김 등(20)의 연구와 비슷하였으나 특이도는 낮았다. 지금까지 대부분의 연구 결과와 달리 본 연구에서 탄성 초음파가 갑상선 결절의 감별진단에 도움이 되지 않는 것이 실제 탄성 초음파검사가 도움이 되지 않는 것인지, 아니면 탄성 초음파 검사가 검사자에 따라 다른 결과를 보이는 것인지는 향후 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. Park 등(30)의 연구에 의하면 3명의 방사선과 전문의가 52개의 결절에 대해 전통적인 초음파검사와 탄성 초음파 검사를 시행하였을 때 초음파검사 소견은 검사자 사이에 일치를 보였으나 탄성 초음파검사에서 탄성 점수에서는 일치를 보이지 않았다고 보고하고 있다. 탄성 초음파 검사에서는 단단한 정도에 따른 초음파 영상의 색깔로 구분하여 병변의 탄성도를 판독자가 결정하게 되므로 검사자에 따라 탄성도 등급에 차이가 있을 수 있다. 초음파 검사의 특성상 검사자의 숙련도 및 전문성에 따라 판독 결과가 주관적일 수 있는 것처럼 탄성 초음파 검사에 있어서도 검사자의 숙련도에 따라 판독 결과가 주관적일 수 있다고 한다.(30)

갑상선 결절 중 유두암은 세침흡인세포검사와 초음파 소견들을 이용하면 진단이 용이하나, 여포암은 수술 전 진단이 불가능하다. 그러므로 수술 전 여포선종과 여포암을 감별할 수 있는 검사가 절실히 요구되어, 최근 이를 극복하기 위한 보조적인 검사 방법으로 cytokeratin-19, galectin-3, thyroid peroxidase, Hector Battifora Mesothelial cell (HBME-1) 등을 이용한 면역조직화학염색검사도 시행되고 있다.(31,32) 탄성 초음파검사가 여포암의 감별에 도움이 된다면 임상에서 매우 유용할 것으로 생각되어 시행한 본 연구의 결과 여포종양에 대한 탄성 초음파의 민감도는 50.0%, 특이도는 60.0%였으며, 악성과 양성결절 사이에 유의한 차이가 없었다. Asteria 등(26)의 연구에서도 탄성 초음파가 여포암에 대해서는 민감도가 낮은 단점이 있다고 보고하고 있다.

탄성 초음파검사에 대한 지금까지의 대부분 연구들에서 탄성 초음파검사가 갑상선 결절의 감별진단에 도움이 된다고 보고하고 있으나, 저자들의 연구 결과에서는 감별진단에 큰 도움이 되지 않는 것으로 나타났다. 그러므로 향후 더 많은 연구들을 시행해보면 탄성 초음파검사의 유용성에 대해 정확한 평가가 이루어 질 것으로 생각된다.

## 결 론

탄성 초음파검사가 갑상선 결절의 감별진단에 유용한가를 알아보려고 시행한 저자들의 연구에서 탄성 초음파검사가 지금까지 여러 연구들과는 달리 갑상선결절의 감별진단에 많은 도움이 되지 않았으며, 여포성 종양의 감별에도 유용하지 않을 수 있음을 알게 되었다. 향후 국내에서 다기관 공동연구 등을 통하여 탄성 초음파검사에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Vander JB, Gaston EA, Dawber TR. The significance of nontoxic thyroid nodules: Final report of a 15-year study of the incidence of thyroid malignancy. *Ann Intern Med* 1968;69:537-40.
- 2) Hegedus L. Clinical practice: the thyroid nodule. *N Engl J Med* 2004;351:1764-71.
- 3) Tan GH, Gharib H. Thyroid incidentalomas: management approaches to nonpalpable nodules discovered incidentally on thyroid imaging. *Ann Intern Med* 1997;126:226-31.
- 4) Ezzat S, Sarti DA, Cain DR, Braunstein GD. Thyroid incidentalomas. Prevalence by palpation and ultrasonography. *Arch Intern Med* 1994;154:1838-40.
- 5) Mazzaferri EL. Management of a solitary thyroid nodule. *N Engl J Med* 1993;328:553-9.
- 6) Suen KC. Fine-needle aspiration biopsy of the thyroid. *Can Med Assoc J* 2002;167:491-5.
- 7) Castro MR, Gharib H. Thyroid fine-needle aspiration biopsy: progress, practice, and pitfalls. *Endocr Pract* 2003;9:128-36.
- 8) Cappelli C, Castellano M, Pirola I, Cumetti D, Agosti B, Gandossi E, et al. The predictive value of ultrasound findings in the management of thyroid nodules. *QJM* 2007;100:29-35.
- 9) Kim EK, Park CS, Chung WY, Oh KK, Kim DI, Lee JT, et al. New sonographic criteria for recommending fine-needle aspiration biopsy of nonpalpable solid nodules of the thyroid. *AJR Am J Roentgenol* 2002;178:687-91.
- 10) Gharib H, Papini E. Thyroid nodules: clinical importance, assessment, and treatment. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2007;36:707-35.
- 11) Papini E, Guglielmi R, Bianchini A, Crescenzi A, Taccogna S, Nardi F, et al. Risk of malignancy in nonpalpable thyroid nodules: predictive value of ultrasound and color-doppler features. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87:1941-6.
- 12) Chaturvedi P, Insana MF, Hall TJ. Ultrasonic and elasticity imaging to model disease-induced changes in soft tissue structure. *Med Image Anal* 1998;2:325-38.
- 13) Thomas A, Fischer T, Frey H, Ohlinger R, Grunwald S, Blohmer JU, et al. Real-time Elastography--an advanced method of ultrasound: first results in 108 patients with breast

- lesions. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006;28:335-40.
- 14) Pallwein L, Mitterberger M, Struve P, Pinggera G, Hominger W, Bartsch G, et al. Real-time elastography for detecting prostate cancer: preliminary experience. *BJU Int* 2007;100:42-6.
  - 15) Lyshchik A, Higashi T, Asato R, Tanaka S, Ito J, Hiraoka M, et al. Cervical lymph node metastases: diagnosis at sonoelastography--initial experience. *Radiology* 2007;243:258-67.
  - 16) Janssen J, Schlörer E, Greiner L. EUS elastography of the pancreas: feasibility and pattern description of the normal pancreas, chronic pancreatitis, and focal pancreatic lesions. *Gastrointest Endosc* 2007;65:971-8.
  - 17) Lyshchik A, Higashi T, Asato R, Tanaka S, Ito J, Mai JJ, Pellot-Barakat C, et al. Thyroid gland tumor diagnosis at US elastography. *Radiology* 2005;237:202-11.
  - 18) Rago T, Santini F, Scutari M, Pinchera A, Vitti P. Elastography: new developments in ultrasound for predicting malignancy in thyroid nodules. *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92:2917-22.
  - 19) Ueno E, Ito A. Diagnosis of breast cancer by elasticity imaging. *Eizo Joho Medical* 2004;36:2-6.
  - 20) Kim KY, Cha JW, Choi SH, Byun CG, Koh YT, Seo DY. Ultrasound elastography in differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *Korean Journal of Endocrine Surgery* 2010;10:229-34.
  - 21) Mandel SJ. Diagnostic use of ultrasonography in patients with nodular thyroid disease. *Endocr Pract* 2004;10:246-52.
  - 22) Frates MC, Benson CB, Charboneau JW, Cibas ES, Clark OH, Coleman BG, et al. Management of thyroid nodules detected at US: society of radiologists in ultrasound consensus conference statement. *Radiology* 2005;237:794-800.
  - 23) Frates MC, Benson CB, Doubilet PM, Cibas ES, Marqusee E. Can color doppler sonography aid in the prediction of malignancy of thyroid nodules? *J Ultrasound Med* 2003;22:127-31; quiz 132-4.
  - 24) Rago T, Vitti P, Chiovato L, Mazzeo S, De Liperi A, Miccoli P, et al. Role of conventional ultrasonography and color flow-doppler sonography in predicting malignancy in 'cold' thyroid nodules. *Eur J Endocrinol* 1998;138(1):41-6.
  - 25) Shimamoto K, Endo T, Ishigaki T, Sakuma S, Makino N. Thyroid nodules: evaluation with color doppler ultrasonography. *J Ultrasound Med* 1993;12:673-8.
  - 26) Asteria C, Giovanardi A, Pizzocaro A, Cozzaglio L, Morabito A, Somalvico F, et al. US-elastography in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *Thyroid* 2008;18:523-31.
  - 27) Hong Y, Liu X, Li Z, Zhang X, Chen M, Luo Z. Real-time ultrasound elastography in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *J Ultrasound Med* 2009;28:861-7.
  - 28) Tranquart F, Bleuzen A, Pierre-Renoult P, Chabrolle C, Sam Gao M, Lecomte P. Elastosonography of thyroid lesions. *J Radiol* 2008;89:35-9.
  - 29) Rubaltelli L, Corradin S, Dorigo A, Stabilito M, Tregnaghi A, Borsato S, et al. Differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules at elastosonography. *Ultraschall Med* 2009;30:175-9.
  - 30) Park SH, Kim SJ, Kim EK, Kim MJ, Son EJ, Kwak JY. Interobserver agreement in assessing the sonographic and elastographic features of malignant thyroid nodules. *Am J Roentgenol* 2009;193:W416-23.
  - 31) Saggiorato E, De Pompa R, Volante M, Cappia S, Arecco F, Dei Tos AP, et al. Characterization of thyroid 'follicular neoplasms' in fine-needle aspiration cytological specimens using a panel of immunohistochemical markers: a proposal for clinical application. *Endocr Relat Cancer* 2005;12:305-17.
  - 32) Oestreicher-Kedem Y, Halpern M, Roizman P, Hardy B, Sulkes J, Feinmesser R, et al. Diagnostic value of galectin-3 as a marker for malignancy in follicular patterned thyroid lesions. *Head Neck* 2004;26:960-6.