Journal of Radiological Science and Technology, 45(4), 341-346 ISSN 2384-1168(On-line) ISSN 2288-3509(Print)

<원저>

갑상선 탄성 초음파 검사 시 칼라 오버레이 패턴의 유용성

박지연·조평곤

대구가톨릭대학교 방사선학과

Usefulness of Color-overlay Pattern of Thyroid Elastic Ultrasonography

Ji-Yeon Park·Pyong-Kon Cho

Department of Radiological Science, Daegu Catholic University

Abstract The color overlay pattern of thyroid shear wave elastography applied in this study distinguishes benign and malignant nodules based on the optimal cut-off value of 74.2 kPa. From august 2021 to september 2021, thyroid ultrasound and elastography were performed on 57 patients with thyroid lesions using an ultrasound device RS85 prestige (Samsung Medison, Korea) and a 2-14 MHz linear transducer. In addition, the results of classification by K-TIRADS for each thyroid nodule and the results of classification by color overlay pattern according to the kPa value of acoustic ultrasound were compared and analyzed. In the color overlay pattern, the results classified as 40 people from dark blue to light blue and 17 people from green to red were similar to the K-TIRADS category results, which were classified as 42 benign and 15 malignant. Between blue and light blue, benign, and between green and red, malignant. If the shear wave elastography method is applied before the fine-needle aspiration cytology of the thyroid nodule is performed, the differential diagnosis of thyroid tissue from benign and malignant can be predicted in advance, and it will help to reduce unnecessary invasive tests.

Key Words : Thyroid Ultrasonography, Shear Wave Elastography, Fine-needle Aspiration Cytology, Thyroid Nodules, K-TIRADS

중심 단어 : 갑상선초음파, 탄성 초음파, 갑상선 세침흡인세포검사, 갑상선 결절, 갑상선 결절의 초음파 악성도 분류

Ⅰ. 서 론

갑상선 결절은 비교적 흔한 질환으로 갑상선 초음파 검사의 약 19~67%에서 결절이 발견되었다. 이 중 5~15%는 갑상선암으로 진단이 된다[1]. 2018년 암센터에서 발표한 암등록 통계에 의하면 갑상선암의 유병자 수는 21.6%로 전체에서 가장 많았고, 여성에서는 2번째로 흔한 암이었다. 국내에서는 2017년에 비해 갑상선암이 1,958명(7.3%) 증가하여 발생 순위 2위를 차지하였다[2]. 이처럼 갑상선암 발생률이 증가하는 가장 큰 이유는 최근 고해상도 초음파 기기가 임상에서 널리 쓰이게 되고 국민의 건강에 관한 관심의 증가로 건강검진이 보편화되면서 작은 크기의 갑상선 결절이 초기에 발견되기 때문으로 보인다[3]. 여러 갑상선 관련 학회에서는 일반적으로 크기가 1cm 이상인 결절이 악성 종양의 위험이 있으므로 검사를 시행하도록 권고하고 있다.

갑상선 결절을 진단하는 방식으로는 환자의 병력 청취, 촉진, 갑상선 스캔, 세침흡인세포검사, 갑상선 기능검사, 초음파 검사 때로는 전산화 단층촬영, 자기공명영상 등을 이용하고 있다[3,4]. 가장 사용 빈도가 높은 초음파 검사는 비침습적이고 사용이 편리하며 결절의 발견 이외에도 주변 림프절 종대와 주변 조직과의 관계 등의 정보를 즉시 얻을 수 있는 장점이 있다[5]. 또한 초음파 검사에서 미세 석회화, 미세 소엽 또는 불규칙 가장자리, 저 에코 음영, 세로/가로의 비 등의 초음파 소견들은 결절의 악성 유무를 감별하는

Corresponding author: Pyong-Kon Cho, Department of Radiological Science, Daegu Catholic University, 13-13, Hayangro, Hayang-eup, Gyeongsan-si, Gyeongbuk 38430, Republic of Korea / Tel: +82-53-850-2523 / E-mail: jjjpkcho@cu.ac.kr
Received 5 May 2022; Revised 15 July 2022; Accepted 10 August 2022
Copyright ⓒ2022 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

데 중요한 역할을 한다[6,7]. 그러나 초음파 소견만으로는 악성 유무를 정확히 감별하기 어렵기 때문에 크기가 작고 깊은 결절에 대한 병리적 진단을 할 수 있고 검사 장비가 간단하고 안전하며 경제적인 정확한 검사로 많이 이용되는 초음파 유도 하 세침 흡인 세포 검사를 시행한다[8,9]. 그러나 세침 흡인 세포 검사는 침습적이며 시술자의 숙련도에 따라 결과에 영향을 많이 받고 약 5~40%에서 부적절한 검체를 얻을 수 있어 재 생검이 필요하다는 점과[10] 여포성 종양의 경우 양성 여포 선종과의 변별이 가능하지 않기 때문에 세침흡인세포검사로 진단이 어려운 단점이 있다[11]. 그러므로 최근 이러한 검사의 제한점인 양성과 악성 병변들의 감별 진단을 위해 보조적인 비침습적 초음파 검사의 한 가지 방법으로 탄성 초음파에 관한 연구들이 수행되었다.

탄성 초음파(Ultrasound elastography)는 새롭게 개발된 역동적인 기술로 외부에서 가하는 힘에 의한 압박하에서 조직의 변형이나 왜곡을 측정하여 주변 정상 조직이나 양성 종양이 단단한 특성을 가지는 부분들보다 더 쉽게 변형된다는 원리에 기초해 상대적인 탄성도(elasticity)에 대한 정보를 킬로파스칼(kPa)단위로 정량적으로 제공해 준다[12,13].

본 연구는 탄성 초음파를 이용하여 침습적인 검사에 따른 환자의 불편함을 개선하고 일반 초음파 영상과 갑상선 탄성도 간의 상관관계인 kPa 값에 따른 Color overlay pattern을 비교 분석하여 불필요한 세침 흡인 세포 검사를 줄이고 갑상선 종양 진단에 도움을 주고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

2021년 8월부터 2021년 9월까지 갑상선 초음파 검사를 시행한 수검자 20대~60대 남자 17명, 여자 40명 중 갑상선 결절이 발견되어 세침흡인세포검사 및 조직검사가 예정된 환자 57명을 대상으로 후향적으로 분석하였다.

Fig. 1. RS85 Prestige(Samsung Mediosn, Korea)

2. 연구 방법

1) 갑상선 결절의 진단

Fig. 1은 갑상선 결절 진단을 위해 사용된 초음파 진단장치로 RS85 Prestige (Samsung Medison, Korea)이며 회색조 초음파 검사는 2-14 MHz 선형 탐촉자를 이용하여 한 명의 검사자가 갑상선 초음파 검사를 시행하였다. 초음파 소견은 갑상선 결절의 에코와 성상, 악성 결절을 시사하는 소견(침상 혹은 소엽성 경계, 미세 석회화, 앞뒤가 긴 모양)에 따라 후향적으로 분석하였으며, 대한갑상선영상의학회에서 권고한 갑상선 영상 판독 및 데이터체계(Korean Thyroid Imaging Reporting and Data System;K-TIRADS)에 따라 분류하였다. K-TIRADS 범주 2와 3에 해당하는 결절은 양성으로 4와 5에 해당하는 갑상선 결절은 악성으로 분류하였다. 분류 결과는 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Chart for thyroid lesion selection

Classification		
Content	Cystic, Predominantly cystic, Predominantly solid, Solid	
Echogenicity	Markedly hypo-echoic, Hypo-echoic, Echoic, Hyper-echoic	
Calcification	Microcalcification, Macrocalcification, Rim calcification, Non calcification	
Shape	Ovoid-to-round, Taller-than-wide, Irregular	
Margin	Smooth, Spiculated, Ill-defined	
K-TIRADS	Category 2	Benign
	Category 3	Low suspicion
	Category 4	Intermediate suspicion
	Category 5	High suspicion

Fig. 2는 갑상선 결절에 삼성의 S-Shearwave imaging 기술을 적용하여 탄성초음파 검사를 하였다. 회색조 초음파 검사 시 동일한 기종과 선형 탐촉자를 사용하였다. 또한 동일한 영상 획득 조건으로 탐촉자는 진단 부위에 수직으로 위치시킨 후 적당한 크기와 깊이로 관심영역(region of interest; ROI)을 설정한 후 환자가 불편함을 느끼지 못하는 범위 내에서 적당한 압력을 가하여 영상을 획득하였다.

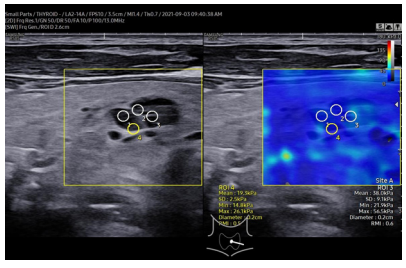

Fig. 2. S - Shearwave imaging in thyroid nodule

2) 분석 방법

탄성 초음파 검사 kPa 값의 cut off value를 결정하기 위해 회색조 초음파의 K-TIRADS 결과값과 탄성 초음파 검사의 결과값(kPa)을 사용하여 수신자 조작 특성(Receiver operating characteristic; ROC)곡선 분석을 시행하였으며, 민감도, 특이도, 곡선하면적(area under the curve; AUC)을 산출하였다. 통계적 유의성은 p-value 0.001 미만인 경우를 기준으로 판정하였으며, 통계적 처리는 MedCalc version 17.2 (MedCalc Software, Ostend, Belgium)를 사용하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 갑상선 초음파 결과

전체 연령 중 40대에서 25명(45.6%)으로 가장 높은 비율로 갑상선 결절이 발견되었다(Table 2).

2. 회색조 초음파에 대한 평가(K-TIRADS)특성

Table 3은 회색조 초음파 검사에서 갑상선 결절의 에코와 성상, 악성 결절을 시사하는 소견(미세주름, 미세 석회화, 위,아래로 긴 모양)에 따라 K-TIRADS 범주로 분류하여 본 연구에서 Category 2~3은 양성, 4~5는 악성으로 분류한 결과, 양성 42명 악성 15명으로 나타났다.

3. 수신자 조작 특성 곡선 분석(ROC)

Fig. 3은 갑상선 결절의 양성과 악성을 구별하기 위한 탄성 초음파 결과값 kPa의 cut-off value를 결정하기 위해 ROC 곡선 분석을 시행하였으며 정확도의 지표로 곡선하면적(AUC), 특이도, 민감도를 구하여 사용하였다.

Table 2. The distribution of age and gender

Age(%) / Gender	20's	30's	40's	50's	60's
Male	0(0)	2(11.7)	7(41.2)	5(29.4)	3(17.7)
Female	2(5)	8(20)	19(47.5)	6(15)	5(12.5)
Total	2(3.5)	10(17.5)	26(45.6)	11(19.3)	8(14.1)

Table 3. Evaluation of general ultrasonography (K-TIRADS)

Classification			Number
Content		Cystic	1
		Predominantly cystic	2
		Predominantly solid	6
		Solid	48
Echogenicity		Markedly hypo-echoic	14
		Hypo-echoic	13
		Isoechoic	32
		Hyper-echoic	1
Calcification		Microcalcification	10
		Macrocalcification	13
		Rim calcification	5
		Non calcification	29
Shape		Ovoid-to-round	32
		Taller-than-wide	18
		Irregular	7
Margin		Smooth	15
		Spiculated	30
		Ill-defined	12
Category	Benign	2	33
		3	9
	Malignancy	4	8
		5	7

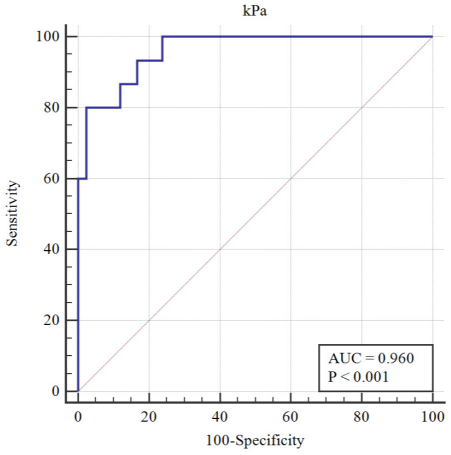

Fig. 3. The graphs represent the ROC curve of malignancy in ultrasound diagnosis

1) 민감도와 특이도에 따른 Cut-off value

Table 4는 갑상선 결절에서 악성 결절을 구분할 수 있는 탄성 초음파에서 최적의 cut-off value(kPa) 측정값은 민감도(sensitivity) 80.00%, 특이도(specificity) 97.62%에서 74.2 kPa로 결정하였다.

본 연구를 통계적으로 분석한 결과는 Table 4이다. ROC 곡선의 곡선하면적(AUC)은 0.960으로 계산되었으며, 표준오차 0.023, 95% 신뢰구간은 0.872에서 0.994, p-value는 0.001 미만의 값이 나옴으로써 통계적으로 유용한 검사 방법이라고 볼 수 있다.

2) 탄성 초음파의 kPa 값에 따른 Color overlay pattern 결과

Table 6은 Shear wave imaging 검사에서 측정된 kPa 값을 Color overlay pattern으로 분류한 결과값으로 E_{max} 값은 Dark blue 14.4kPa(33명), Light blue 59.0kPa(8명), Green 85.1kPa(8명), Orange 121.4kPa(5명), Red 210.0kPa(3명)로 나타났으며, kPa 값이 낮을수록 Dark blue 색, kPa 값이 높을수록 Red 색으로 나타났다.

Table 4. Cut-off value according to sensitivity and specificity

Cut-off value(kPa)	Sensitivity(%)	Specificity(%)
⟩36.2	93.33	76.19
⟩38.8	93.33	78.57
⟩49.7	93.33	80.95
⟩56.5	93.33	83.33
⟩59.5	86.67	83.33
⟩60.3	86.67	85.71
⟩65.8	86.67	88.10
⟩70.6	80.00	88.10
⟩70.7	80.00	90.48
⟩72.3	80.00	92.86
⟩73.4	80.00	95.24
⟩74.2	80.00	97.62
⟩85.5	73.33	97.62
⟩86.5	66.67	97.62
⟩90.3	60.00	97.62

Table 5. AUC, Standard error, Confidence interval, Significance level, Youden index statistical analysis

Classification	Result
Area under the ROC curved(AUC)	0.960
Standard error	0.023
Youden index J	0.776
95% CI	0.872 to 0.994
Significance level P(Area=0.5)	⟨0.001

Table 6. Color overlay pattern according to kPa value of elastography

Color overlay pattern	Total n=57(person)	Average(E_{max})(kPa)	Reference(kPa)
Dark blue	n=33	14.4	> 0-36
Light blue	n=8	59.0	> 36-72
Green	n=8	85.1	> 72-108
Orange	n=5	121.4	> 108-144
Red	n=3	210.0	> 144-180

Ⅳ. 고 찰

갑상선 결절은 대부분 매우 느리게 자라고 양성 결절이며 수술이 필요하지 않은 경우가 많다. 국가 암 등록 통계 남녀별 5년 생존율(2014~2018)에 따르면 갑상선암은 암 생존율이 남녀 전체 100%이다[2]. 따라서 악성 갑상선 결절은 조기에 발견하여 적절한 수술적 치료를 하게 되면 다른 악성 종양에 비해 예후가 좋으므로 양성과 악성 결절을 감별하는 것은 매우 중요하다[14]. 또한 양성 결절인 환자는 불필요한 검사나 수술을 피함으로써 환자의 의료비 감소와 삶의 질 향상에도 중요한 역할을 한다.

본 연구는 회색조 초음파 외에 새로운 보조적인 방법으로 Shear wave elastography를 실시하여 kPa 값에 따른 Color overlay pattern이 갑상선 결절의 양성과 악성을 구별하는데 유용한지 확인하고자 한 연구였다. 57명의 갑상선 병변 환자를 대상으로 갑상선 회색조 초음파와 탄성 초음파 검사를 실시하였다. 그리고 각각의 갑상선 결절에 대하여 K-TIRADS로 분류한 결과와 탄성 초음파의 kPa 값에 따라 Color overlay pattern으로 분류한 결과를 비교 분석하였다. 분석 결과 특이도와 민감도의 합이 가장 높은 최적의 Cut-off value는 74.2 kPa이 나왔으며, 이를 기준으로 갑상선 결절의 양성과 악성을 구분하는 것이 가능하다고 생각된다. 또한 최적의 Cut-off value와 Green의 평균값이 유사하므로 Green을 기준으로 갑상선 결절의 양성과 악성을 구분할 수 있다고 판단된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 대상 환자 수가 적다는 점이다. 둘째, 세침 흡인 세포 검사가 양성 결절과 악성 결절을 구별하기에 정확함에도 불구하고 본 연구에서는 세침 흡인 세포 검사를 시행하지 못하였다. 추후 연구에서는 세침 흡인 세포 검사를 활용하여 더 정확하게 논문을 증명해야 할 것이다. 셋째, 탄성 초음파 검사는 검사자에 따라 다른 결과가 도출될 수 있는 주관적인 검사라는 점이다. 조직 압박의 정도가 다르고 검사자의 결절 분류가 주관적이기 때문에 시행자 간 다양성이 존재한다[15]. 따라서 탄성 초음파 영상을 일관성이 있게 반영할 수 있도록 검사자의 병변 압박 정도에 대한 훈련과 지속적인 검사가 필요하다고 생각된다. 마지막으로 탄성 초음파 검사는 경동맥의 Pulse에 영향을 많이 받을 수 있다. 그러나 본 연구는 갑상선 결절의 위치에 따라 탄성 초음파의 Background 수치가 다름에도 불구하고 갑상선 결절을 양성 결절과 악성 결절로만 구분하였다. 그러므로 갑상선 결절의 위치마다 최적의 Cut-off value를 구하는 연구 또한 필요할 것이다.

Ⅴ. 결 론

결론적으로 갑상선 Shear wave elastography의 Color overlay pattern은 최적의 Cut-off value인 74.2kPa을 기준으로 양성 결절과 악성 결절을 구분한다. 또한 Color overlay pattern에서 Dark blue에서 Light blue 사이에 40명, Green에서 Red 사이에 17명으로 분류된 결과와 K-TIRADS Category 분류 결과인 양성 42명, 악성 15명으로 분류된 결과가 비슷하므로 Color overlay pattern에서 Dark blue에서 Light blue 사이는 양성, Green에서 Red 사이는 악성으로 의심할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 갑상선 초음파 검사 시 갑상선 Shear wave elastography 방법을 적용하여 갑상선의 침습적 검사 전에 Color overlay pattern을 이용하여 갑상선 조직의 악성과 양성 감별 진단을 예측해 볼 수 있을 것이며, 불필요한 세침 흡인세포검사, 조직검사를 줄일 수 있는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

[1] Lim HK, Ha EJ, Yoon JH, et al. Korean Society of Thyroid Radiology(KSThR), Korean Society of Radiology. Primary Imaging Test and Appropriate

Biopsy Methods for Thyroid Nodules: Guidelines by Korean Society of Radiology and National Evidence-Based Healthcare Collaborating Agency. 2018;19(4):623-31. DOI: https://doi.org/10.3348/kjr.2018.19.4.623

[2] Ministry of Health and Welfare. Annual report of cancer statistics in Korea in 2018.

[3] Yi GH. Updated guidelines for the management of thyroid nodule. Korean J Med. 2011;80(2):158-61.

[4] Hegedus L. Clinical practice. The thyroid nodule. N Engl J Med. 2004;351:1764-71.

[5] Hahn SY, Shin JH, Oh YL, Son YI. Discrepancies between the ultrasonographic and gross pathological size of papillary thyroid carcinomas. Ultrasonography. 2016;35(3):220-5.

[6] Kim EK, Park CS, Chung WY, 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.

[7] 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.

[8] Baloch ZW, Sack MJ, Yu GH, Livolsi VA, Gupta PK. Fineneedle aspiration of thyroid: An institutional experience. Thyroid. 1998;8:565-9.

[9] Agrawal S. Diagnostic accuracy and role of fine needle aspiration cytology in management of thyroid nodules. J Surg Oncol. 1995;58:168-72.

[10] Khurana KK, Richards VI, Chopra PS, Izquierdo R, Rubens D, Mesonero C. The role of ultrasonography-guided fine-needle aspiration biopsy in the management of nonpalpable and palpable thyroid nodules. Thyroid. 1998;8:511-5.

[11] Park DJ. Thyroid nodule. Korean J Med. 2010;79(2):495-500.

[12] Lerner RM, Huang SR, Parker KJ. "Sonoelasticity" images derived from ultrasound signals in mechanically vibrated tissues. Ultrasound Med Biol. 1990;16:231-9.

[13] Ophir J, Alam SK, Garra B, Kallel F, Konofagou E, Krouskop T, et al. Elastography: Ultrasonic estimation and imaging of the elastic properties of tissues. Proc Inst Mech Eng H. 1999;213:203-33.

[14] Yi KH, Lee EK, Kang HC, Koh YW, et al. 2016 Revised Korean Thyroid Association Management Guidelines for Patients with Thyroid Nodules and Thyroid Cancer. International Journal of Thyroidology. 2016;9(2):59-126.

[15] Ophir J, Garra B, Kallel F, Konofagou E, Krouskop T, Righetti R, et al. Elastographic imaging. Ultrasound Med Biol. 2000;26:S23-9.

구분	성명	소속	직위
제1저자	박지연	대구가톨릭대학교	대학원생
교신저자	조평곤	대구가톨릭대학교	교수