

갑상선 초음파 의료영상을 이용한 정량분석 소프트웨어 개발과 양성 결절 환자에서의 임상 적용

유영재*, 허영희*, 권성영**, 채일석***, 김민중*, 김태훈***

*전남대학교 의과대학 외과학교실

**전남대학교 의과대학 핵의학교실

***원광대학교 의료융합연구센터

brandon-surgery@hotmail.com, surgihur@naver.com, kwonsy@jnu.ac.kr,
ilseok.chae@wkuh.org, join200@naver.com, tae_hoonkim@wku.ac.kr

Development of quantification software for assessing thyroid nodule in ultrasound images and its clinical application in benign nodules

Young Jae Ryu*, Young Hoe Hur*, Seong Young Kwon**, Il-Seok Chae***,

Min Jung Kim*, Tae-Hoon Kim***

*Dept. of Surgery, Chonnam National University

**Dept. of Nuclear Medicine, Chonnam National University

***Medical Convergence Research Center, Wonkwang University

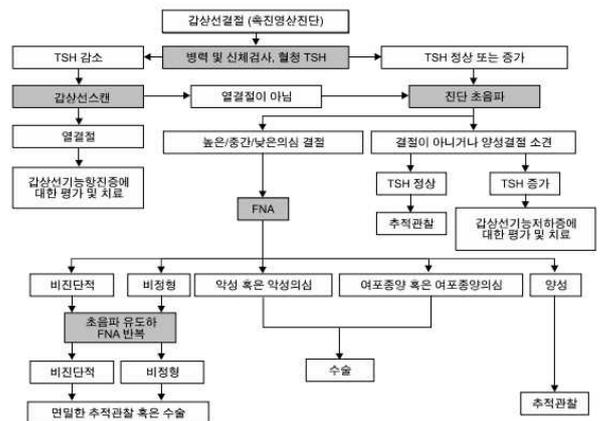
요 약

갑상선 결절(thyroid nodule)은 검진 인구에서 빈번하게 진단되는 질환이지만 현재까지 진단방법은 경험적이며 정성적 판단에 의존하고 있는 실정이다. 본 연구는 갑상선 결절을 평가하기 위하여 시행한 초음파 의료영상을 이용하여 정량 분석할 수 있는 소프트웨어를 개발하였으며 갑상선 양성 결절 환자에서의 임상활용 가능성을 평가하고자 한다. 임상 연구는 총 13명의 갑상선 양성 결절 환자를 대상으로 하였다. 환자별 갑상선 초음파영상을 이용하여 정상부위와 병변부위에서 정량 지표인 변동계수를 각각 측정하였다. 환자별 정상부위와 병변부위의 변동계수 차이는 대응표본 T 검정을 사용하여 비교하였으며 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 본 연구를 통하여 개발한 정량분석 소프트웨어를 실제 갑상선 양성 결절 환자에서 갑상선 결절을 분석·평가하는데 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

1. 서론

갑상선 결절(thyroid nodule)은 고해상도 초음파의 보급과 건강검진이 보편화됨으로 임상에서 빈번하게 접할 수 있는 질환이 되었으며 검진 인구의 20~76% 발견되는 것으로 보고되고 있다 [1]. 갑상선 결절의 초음파 유형에 따라서 암으로 진단되는 위험도(높은/중간/낮은 의심도)가 달라 결절의 크기에 따라 세침흡인검사(fine needle aspiration: FNA)를 시행하게 된다 [2].

세침흡인검사의 결과에서 악성 또는 양성의 결과가 나오면 치료의 방향을 단순화 할 수 있으나, 실제 임상에서는 그렇지 않아 다시 세침흡인검사를 시행하는 경우도 빈번하게 발생하고, 진단을 위해서 수술을 결정하게 되는 경우도 있다. 또한 세침흡인검사를 판독하는 의사에 따라서 결과가 달라질 수 있다. 갑상선 초음파를 이용한 세침흡인검사를 통한 진단은 경험적, 정성적인 판단에 의존하고 있기 때문에 중증도 판별에 어려움이 있는 실정이다 [3]. 그



(그림 1) 갑상선 결절 진단 알고리즘

래서 이를 보완하고자 여러 진단적 보조 방법들이 연구되고 있지만 침습적 시술 또는 경제적 비용에 대한 한계점을 가지고 있다.

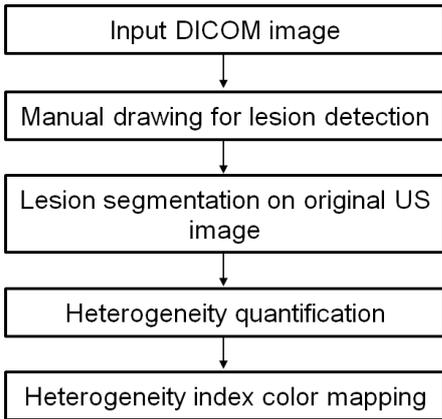
따라서 갑상선 결절의 중증도 판정에 있어서 새로운 정량적인 평가 지표의 필요성이 요구되고 있다. 본 연구에서는 임상에서 기본 검진을 위해 시행하는

갑상선초음파 영상을 이용하여 정량 분석할 수 있는 소프트웨어를 개발하였으며 실제 갑상선 양성 결절 환자 영상을 분석하여 임상활용 가능성을 평가하고자 한다.

2. 갑상선 초음파 의료영상 정량분석

2.1 전체 시스템 구조

갑상선 초음파 영상 분석 시스템에 대한 흐름도는 그림 2와 같다. 여러 초음파 영상장비들에서 획득한 의료영상들을 이용하여 갑상선 질환에 대한 정량적 분석을 수행한다.



(그림 2) 갑상선(Thyroid) 질환 분석 소프트웨어 시스템 흐름도

2.2 갑상선 질환 분석 소프트웨어 시스템 구축

본원 병원에서 이용 중인 초음파(ultrasound) 의료장비는 지이(GE), 필립스(Philips)이며 획득한 초음파영상 포맷은 Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) 포맷이다. 초음파 영상 분석 소프트웨어 개발 언어는 MATLAB (Ver.2016a)이며 구동 환경은 우선 일반 사용자에게 보다 편리한 사용자 인터페이스 환경을 제공하기 위해 윈도우즈(Windows XP 이상)의 기반 사용자 인터페이스로 구축하고자 한다.

갑상선 질환 분석 시스템의 전체 시스템 구축 결과는 그림 3과 같다. 초음파 단면 영상의 영상 뷰어를 통해 획득한 의료영상들에서 갑상선 결절 영역(병변부위)와 정상 영역에 해당하는 위치로 손쉽게 확인할 수 있다. 특히 갑상선 질환이 의심되는 영상을 직관적인 확인이 가능하며 분석 패널(right panel)에서 관심영역의 모양(Circle, Rectangle, Hand free 등)을 지정하여 분석할 수 있다.



(그림 3) 갑상선 질환 분석 소프트웨어 시스템 구현 결과

2.3 갑상선 결절 평가 지표 산출

초음파 영상을 이용한 새로운 정량적인 평가 지표로서 산출하는 공식은 아래의 변동계수(coefficient of variation: CV)를 도입하였다. 정량분석을 위한 관심영역(region of interest: ROI)은 프로그램 사용자가 전문의의 지시에 따라 수작업으로 그린다.

$$CV_{\text{값}} = \frac{\text{표준편차(standard deviation)}}{\text{선택 관심영역(ROI) 신호의 평균값}} \times 100$$

$$CV \text{ map} = \frac{CV}{\text{픽셀 값 (pixel value)}} \times 100$$

최종 산출된 결절 점수의 임상적 의미는 점수가 0에 가까워질수록 선택한 관심영역(ROI) 내에서 결절 분포가 적어지거나 없는 것을, 점수가 커질수록 결절이 많아지거나 심해지는 것을 반영한다.

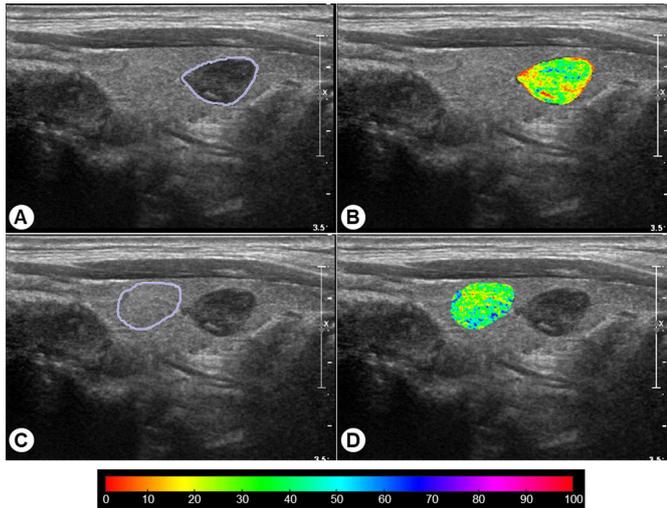
이러한 결절 점수 바탕으로 환자의 초음파 의료영상을 정량화하는데 적용한다. 실제 임상에서 획득한 의료영상에서 갑상선 결절 영역을 탐색한 뒤 결절 점수를 산출하여 정량 분석 연구를 수행한다.

3. 갑상선 양성 결절 환자 초음파영상을 이용한 정량 분석

본 임상연구는 2019년 4월부터 2021년 8월까지 본원 내분비외과를 방문하여 갑상선 초음파영상 진단검사를 시행한 환자를 대상으로 한다. 총 13명(남 2명, 여자 11명)의 갑상선 양성 결절 환자(평균 나이: 49 ± 15.8)를 대상으로 초음파 영상데이터를 획득하였다. 초음파 검사 영상장비는 GE (LOGIQ

E9)와 Philips (EPIQ 7G)이었다.

갑상선 초음파 영상과 정량분석을 위한 처리 과정은 다음과 같다. 먼저 DICOM 데이터를 열고, 정상부위와 병변 부위에서 관심영역을 수작업으로 그렸다 (그림 3A, 3C). 분석이 요구되는 갑상선 관심 영역에 대해 빠르고 정확하게 결절 영역에 해당되는 영역을 추출할 수 있도록 하였다. 이를 위해 처리되는데 까지 소요되는 시간은 10초 내외이었다.



(그림 3) 개발한 정량분석 소프트웨어를 이용한 갑상선 초음파 영상 정량분석 예시: (A) 갑상선암 병변부위, (B) 병변 CV map, (C) 정상부위, (D) 정상부위 CV map.

관심영역 신호값을 세분화(segmentation)하여 변동계수(CV) 값을 계산하였다. 마지막으로 관심영역 CV map을 계산하여 시각화하였다 (그림 3B, 3D).

정상부위와 병변부위에서 측정한 CV값은 표 1과 같다. 정상부위에서의 CV값은 11.7 ± 2.8 , 병변부위는 25.4 ± 5.7 이었으며 병변부위 CV값이 두 배 이상 (2.17배) 높았다. 대응표본 T 검정 결과에서도 유의한 차이를 나타냈다 ($p < 0.001$).

표 1. 병변부위와 정상부위 변동계수(CV값) 비교

	병변부위	정상부위	p-value*
변동계수(CV)	25.4 ± 5.7	11.7 ± 2.8	<0.001

Data presented as mean \pm SD.

* The difference between normal thyroid and thyroid cancer tissues was analyzed by paired t-test.

4. 결론

그동안 갑상선 결절의 진단은 경험적이며 정성적 판단에 의존하고 있었으며 비침습적 정량 평가 지표와 기준이 부재한 실정이었다. 본 연구에서는 갑상선 결절을 정량평가하기 위해 초음파 의료영상과 변동계수를 사용하여 갑상선 결절을 판별할 수 있는 분석소프트웨어를 개발하였다.

정량분석 소프트웨어를 사용하여 실제 갑상선 양성 결절 환자를 대상으로 정상부위와 병변부위에서 측정한 변동계수(CV)을 비교한 결과 유의한 차이를 보였다. 본 연구 결과를 바탕으로 향후 갑상선 결절로 세침흡인검사를 시행한 환자들의 결과와 영상을 이용하여 대규모 임상시험을 진행할 예정이다.

This study was supported by the grants of the National Research Foundation of Korea (NRF) (2021R111A3050848 and 2021R111A3050277).

참고문헌

- [1] Ferlay J, et al. "Estimating the Global Cancer Incidence and Mortality in 2018: GLOBOCAN Sources and Methods" International Journal of Cancer 144, 1941-1953, 2019.
- [2] Yi KH, et al. "2016 Revised Korean Thyroid Association Management Guidelines for Patients with Thyroid Nodules and Thyroid Cancer." International Journal of Thyroidology 9(2), 59-126, 2016.
- [3] Perros P, et al. "Guidelines for the Management of Thyroid Cancer." Clinical Endocrinology 81, 1-122, 2014.