



NIRAF (Near-Infrared Autofluorescence)를 이용하여 갑상선 피막 내의 부갑상선을 찾아 자가이식하여 보존한 두 예

고신대학교 의과대학 이비인후과학교실

김창희, 서윤수, 김성원, 이강대

Identification of Intrathyroidal Parathyroid Gland Using Near-Infrared Autofluorescence and Autotransplantation: Report of Two Cases

Chang Hoi Kim, Yoon Su Seo, Sung Won Kim and Kang Dae Lee

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine, Kosin University, Busan, Korea

For safe thyroidectomy, preservation of the parathyroid gland is mandatory. However, until recently, there has been no reliable method of identifying the parathyroid glands. Thus, the identification of the parathyroid gland has mainly depended on the surgeon's personal experience. To overcome this limitation, near infrared autofluorescence (NIRAF) imaging technique has been introduced. Many reports support the claim that NIRAF imaging can help surgeons identify the parathyroid gland. However, there have been no reports on the feasibility of NIRAF imaging in detecting the intrathyroidal parathyroid glands that cannot be seen by the naked eye. Recently, we experienced two cases in which intrathyroidal parathyroid glands were identified and auto-transplanted with the use of NIRAF. We would like to share this experience and hope this paper helps thyroid surgeons identify the parathyroid gland more easily which is always a matter of concern.

Key Words: Parathyroid gland, Near infrared autofluorescence

서 론

갑상선 종양 수술 시 정상 부갑상선을 안전하게 보존하여 고유의 기능이 저하되지 않도록 하는 것은 반회후 두신경의 보존과 함께 성공적인 갑상선 수술의 중요한 요소 중 하나이다.

일반적으로 부갑상선이 위치하는 곳이 잘 알려져 있지만, 육안소견으로 부갑상선을 보존하는 방식은

아무리 주의 깊은 수술 방식을 취하더라도, 수술 후 병리 검체에 부갑상선이 함께 떨어져 나가는 비의도적인 부갑상선 적출 위험을 안고 있다.¹⁾ 실제로 부갑상선 조직이 병리 검체에서 발견되는 비율은 1-22%에 달한다고 한다.²⁾ 또한, 부갑상선이 갑상선 피막 내 또는 실질 내에 묻혀 있는 경우도 있는데, 수술 중에 육안으로 발견되지 않기 때문에 비의도적인 부갑상선 적출의 위험은 더 커진다.^{3,4)}

최근 근적외선 파장대의 형광 현상을 이용하여 부갑

Received October 27, 2020 / Revised December 7, 2020 / Accepted December 16, 2020

Correspondence: Kang Dae Lee, MD, PhD, Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine, Kosin University, 262, Gamcheon-ro, Seo-gu, Busan 49267, Korea

Tel: 82-51-990-6470, Fax: 82-51-990-3257, E-mail: kdlee59@gmail.com

Copyright © the Korean Thyroid Association. All rights reserved.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

상선을 실시간 영상으로 보여주는 연구들이 다수 소개되었다.⁵⁻⁸⁾ 근적외선을 이용한 이러한 장비들은 부갑상선이 아직 노출되지 않은 단계, 즉 술자의 육안으로는 보이지 않는 상황에서도 근적외선의 조직 투과성에 의해 수술 중 부갑상선을 조기발견할 수 있음이 보고되기도 하였다.⁶⁾

본 증례에서는 부갑상선이 갑상선 내에 위치하여 육안으로 확인할 수 없는 상황에서 근적외선 자가 형광 영상으로 부갑상선을 검출할 수 있었기에 그 의미에 대해 보고하고자 한다.

증례

증례 1

50세 여자 환자로 초음파 소견상 갑상선 우엽에 석회화를 동반한 0.5 cm 저에코성 결절(K-TIRADS 5), 좌엽 1.7 cm 석회화 동반 저에코성 결절(K-TIRADS 5)이 세침흡인검사상 갑상선 유두암으로 진단되어 갑상선전절제술과 중심 림프절절제술을 시행하였던 환자로 수술 중 좌측 상부 부갑상선과 하부 부갑상선은 육안으로 잘 보존하였으나, 우측 하부 부갑상선은 육안으로 발견되지 않았다. 780 nm 파장의 근적외선 광원을 사용하여 자가 형광을 유발하고 동시에 광범위한 파장대의 근적외선 광원을 수술 시야에 넓게 비추어 부갑상선 주변의 구조물에서 반사되는 영상을 특정 파장의 빛만을 선택적으로 편광 하는 렌즈를 장착한 카메라로 촬영하여 부갑상선을 주변 구조물과의 관계 속에서 확인할 수 있는 장비를 사용하여(Fig. 1) 갑상선 조직 내에 묻혀 있는 부갑상

선 조직을 박리한 후 동결절편검사를 통해 부갑상선임을 확인한 후 흉쇄유돌근에 이식하였으며 보존하였다(Fig. 2). 술 후 부갑상선호르몬(parathyroid hormone, PTH) 26 pg/dl (참고치 15-65 pg/dl), 칼슘 8.4 (참고치 8-10 mg/dl)를 보였다.

증례 2

여자 32세로 외부 병원에서 시행한 초음파검사서 갑상선 우하엽에 0.8 cm의 석회화를 동반하고 갑상선 피막을 밖으로 미는 듯한 소견을 보이는 결절과, 좌하엽에 0.8 cm의 nonparallel 소견을 보이는 결절의 세침흡인검사 결과 갑상선유두암(papillary thyroid cancer)이 의심되어 갑상선전절제술과 중심 림프절절제술을 계획하였다. 술 전 시행한 갑상선 초음파상 갑상선 내에 부갑상선으로 의심할 만한 부분은 없었다. 술 중 좌하엽의 부갑상선은 대개 있을 만한 위치를 육안으로 면밀히 찾아보았으나 발견되지 않았다. NIR을 조사하여 갑상선 피막 내에 밝게 빛나는 부분을 찾아내어 조심스럽게 갑상선 피막을 박리하고(Fig. 3) 부갑상선을 적출하여 동결절편검사를 통해 부갑상선임을 확인한 후 얇게 조각 내(chopping) 동측 흉쇄유돌근에 이식하였다. 술 후 시행한 부갑상선 호르몬(PTH) 32.09 (참고치 15-65 pg/dl), 칼슘(ca)은 8.0 (참고치 8-10 mg/dl)이었다.

고찰

부갑상선은 부갑상선호르몬을 생성하고 분비하여, 혈중 칼슘 농도를 조절하는 기능을 담당하는 내분비 기관이다. 대부분의 사람들은 4개의 부갑상선을 가지고 있으

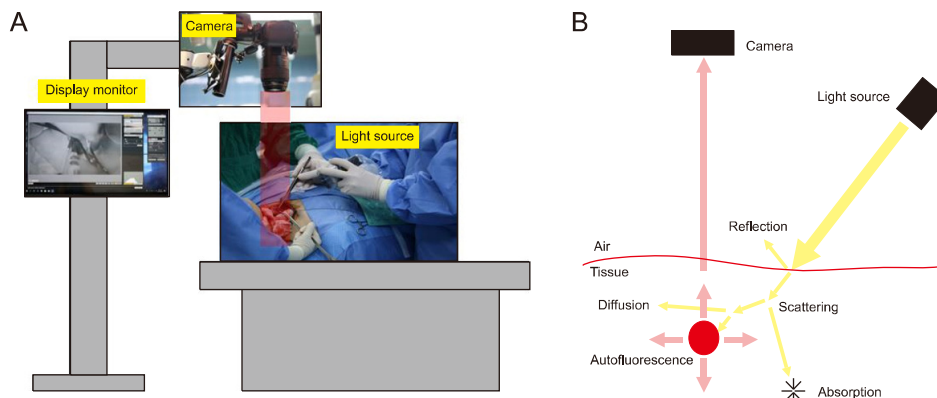


Fig. 1. Diagrammatic feature of parathyroid imaging. (A) NIR device composed of light source, DSRL camera and LED display is useful to localize the parathyroid gland in real time under the background of surrounding structure. (B) When a specific wave length of light is illuminated, the parathyroid gland emits specific length of light, or autofluorescence, which is detected by a camera equipped with polarizing lens.

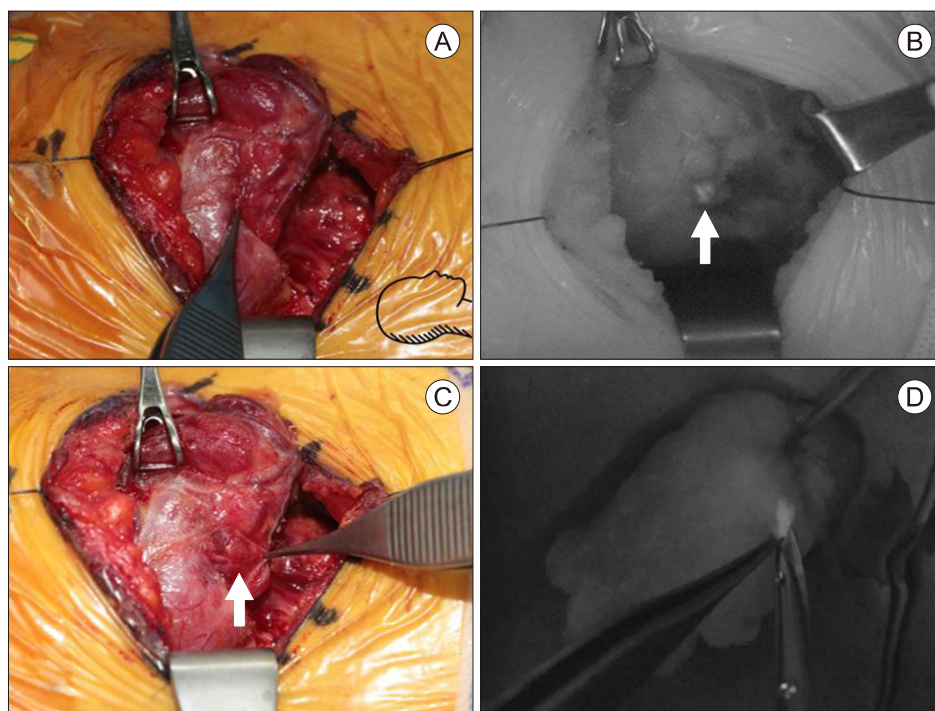


Fig. 2. Case 1: (A) Because right lower parathyroid gland was not found in a location where it usually would be, we scrutinized thyroid tissue to exclude possibility of embedded parathyroid beneath the thyroid capsule, or intrathyroidal parathyroid. (B) When we lighted the thyroid gland by near infrared light, we could find a bright, glowing parathyroid gland (arrow). (C) We carefully peeled the thyroid capsule, We found a parathyroid gland buried in the thyroid tissue (arrow) beneath the thyroid capsule. (D) The parathyroid gland is being carefully dissected while near infrared rays are being lighted.

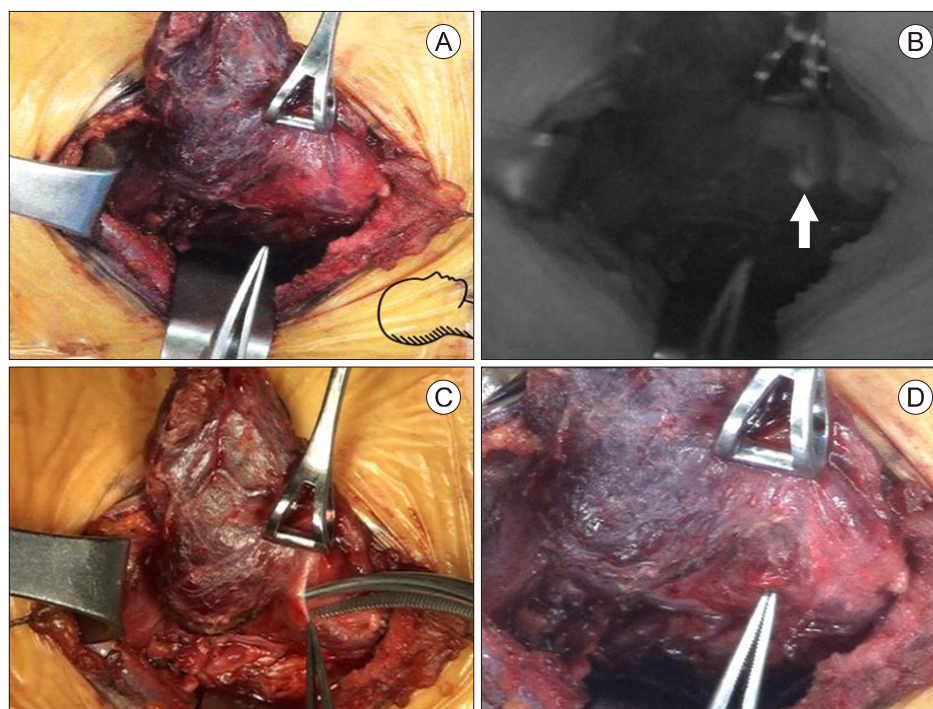


Fig. 3. Case 2: (A) The left inferior parathyroid could not be found on naked eye, we plan to use NIR device for suspicious spot. (B) The tissue in the thyroid gland, which is white (arrow) when the NIR is illuminated, is indicated by the forcep. (C) The thyroid capsule is peeled off where the parathyroid is buried. (D) Parathyroid gland was exposed enough to be discernable by the naked eye.

며 개체별로 차이가 많아서 더 많이 존재하거나 그 위치도 다양하게 있을 수 있다.¹⁾

상부갑상선은 발생학적으로 4번째 인두낭에서 기원하고 짧은 거리로 하강하기 때문에 그 위치가 비교적 일정하여 갑상선 상부의 후막 부위에 위치하게 되는 반면, 하부 갑상선은 3번째 인두낭에서 흉선과 같이 기원하여 상대적으로 먼 거리를 아래로 하강하기 때문에 이동하는 동선이 길어 위치의 변이가 많다.^{1,2)} 제일 흔한 위치는 갑상선 하부의 후측면에서 갑상선과 근접한 곳이다. 이 부위에서 대부분은 갑상선 피막 외부(extracapsular type)에서 발견이 되어 피막과 분리가 되지만, 가끔 갑상선의 피막 내측(subcapsular type)에서 확인되어 혈류를 유지하면서 박리 후 보존하기가 어려운 경우도 있다.²⁾ 이때는 갑상선과 같이 제거한 후에 부갑상선으로 의심되는 조직을 따로 분리하고 그 조직의 일부를 동결 절편 검사를 통해 부갑상선으로 확인한 후에 잘게 썰어서 근육에 심어주는 자가이식(autotransplantation)을 해주면 차후에 그 기능을 회복할 수 있다.²⁾

부갑상선의 보존은 갑상선 수술 특히 갑상선 전적출술의 경우 손발의 저림 등 칼슘의 저하로 인한 합병증을 예방하기 위해 중요하다. 이를 위해서 부갑상선의 조기 발견은 수술 중 부갑상선에 대한 불필요한 조작이나 혈류 손상을 예방하는 데 도움이 된다. 부갑상선은 세로 6 mm, 가로 4 mm 정도의 납작한 디스크 모양이며 정상 부갑상선은 대개 초음파상 발견되지 않으며, 초음파상으로 발견되는 부갑상선은 대개 병적인 영역에 속한다.⁹⁾ 따라서 술 전 갑상선 초음파로 갑상선내 부갑상선을 찾아내는 것은 어려울 것으로 보인다.

최근 근적외선 자가형광으로 부갑상선의 영상을 촬영하면서 확인하고 보존하려는 여러 연구들이 보고되고 있다. 저자들은 부갑상선의 자가 형광의 파장대를 분석하여 이를 촬영할 수 있는 카메라를 제작하여(lab built near infrared autofluorescence imaging device) 부갑상선을 조기에 찾는 매핑(mapping)이 92%에서 가능함을 보고하였다.⁶⁾ 이렇게 부갑상선을 조기에 발견하면 수술 중 부갑상선에 대한 불필요한 조작이나 혈류 손상을 예방하는 데 도움이 된다.

이 연구에서 사용된 부갑상선의 실시간 식별 기기는 우리 연구진이 자체 개발한 것으로, 기기 구성은 1대의 디지털 일안 반사식(digital single lens reflex, DSLR) 카메라와 1대의 발광 다이오드(light-emitting diode, LED) 광원으로 이루어져 있다. 카메라의 재원은 Canon 사의 EOS Rebel T3이고, 광원의 재원은 THORLABS 사의 M780L3-C1이다. 이 기기의 기본 원리는 광원은 780-nm

파장의 협대역을 사용하고 있으며, 광원이 조사되는 목표 영역에 존재하는 부갑상선이 활성화(excitation)되게 된다. 또한 빛의 평행 시준(collimation) 장치는 광원에서 나오는 빛이 목표 영역에 에너지를 균일하게 전달되게 하여 일정한 영상을 얻는 데 도움을 준다. 이렇게 활성화된 부갑상선에서 내는 파장을 카메라를 통해 영상으로 구현하는 것이다. 즉, 특정 파장의 광원에 조사된 활성화된 부갑상선이 내는 파장을 편광 렌즈를 장착한 카메라에서 영상으로 담아내는 것이다. 이 연구는 기관생명윤리심의위원회의 심의를 통과한 후 진행하였다(IRB No. 2017-04-040).

드물지만 본 증례와 같이 부갑상선이 갑상선 실질 내에 존재하는 경우도 있다. 이런 경우에는 갑상선 피막을 따라 박리하여 적출하는 일반적인 수술 과정 중에 수술 의사가 육안으로 확인할 수가 없고, 안전하게 보존되었을 것이라고 생각하였으나 병리조직검사에서 부갑상선이 검출되는 것을 확인할 수밖에 없다. 이런 경우에는 부갑상선을 찾고 보존할 수 있는 방법이 없었다. 저자들은 근적외선 파장이 물과 혈색소(hemoglobin)에 흡수도가 낮아 조직을 수 밀리미터까지 투과할 수 있는 광학적인 특성을 이용하여 갑상선 실질 내에 묻혀 있는 정상 부갑상선을 수술 중에 찾아낼 수 있었다. 저자들의 경험에 의하면 수술 중 부갑상선이 일측이 2개가 보이지 않는 경우에 적출된 갑상선과 중심 경부림프절에서 적극적으로 근적외선 자가 형광 촬영을 해보면 적출 전에 육안으로 확인 안 되는 조직에 파묻힌 부갑상선을 찾는 데에 도움이 되었다.

수술 중 부갑상선이 일측에 2개가 보이지 않는 경우라면 갑상선 검체를 적극적으로 부갑상선 조직이 있는지 근적외선 자가 형광을 적용하여 찾아보는 것은, 술 후 병리 조직에서 부갑상선이 발견되는 당황스러운 경우를 줄일 수 있는 좋은 방법으로 생각된다.

중심 단어: 부갑상선, 근적외선 자가형광.

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Orcid

Chang Hoi Kim: <https://orcid.org/0000-0003-1713-2272>

Yoon Su Seo: <https://orcid.org/0000-0001-8740-8145>

Sung Won Kim: <https://orcid.org/0000-0002-3534-0502>

Kang Dae Lee: <https://orcid.org/0000-0003-3143-1180>

References

- 1) Shaha AR, Jaffe BM. *Parathyroid preservation during thyroid surgery. Am J Otolaryngol* 1998;19(2):113-7.
- 2) Park J-W. *Preservation of parathyroid glands during thyroid surgery. Clin Exp Thyroidol* 2014;7(2):149-52.
- 3) Lin DT, Patel SG, Shaha AR, Singh B, Shah JP. *Incidence of inadvertent parathyroid removal during thyroidectomy. Laryngoscope* 2002;112(4):608-11.
- 4) Lee NJ, Blakey JD, Bhuta S, Calcaterra TC. *Unintentional parathyroidectomy during thyroidectomy. Laryngoscope* 1999; 109(8):1238-40.
- 5) Squires MH, Jarvis R, Shirley LA, Phay JE. *Intraoperative parathyroid autofluorescence detection in patients with primary hyperparathyroidism. Ann Surg Oncol* 2019;26(4):1142-8.
- 6) Kim SW, Lee HS, Ahn YC, Park CW, Jeon SW, Kim CH, et al. *Near-infrared autofluorescence image-guided parathyroid gland mapping in thyroidectomy. J Am Coll Surg* 2018;226(2): 165-72.
- 7) McWade MA, Paras C, White LM, Phay JE, Solorzano CC, Broome JT, et al. *Label-free intraoperative parathyroid localization with near-infrared autofluorescence imaging. J Clin Endocrinol Metab* 2014;99(12):4574-80.
- 8) Ladurner R, Sommerer S, Arabi NA, Hallfeldt KKJ, Stepp H, Gallwas JKS. *Intraoperative near-infrared autofluorescence imaging of parathyroid glands. Surg Endosc* 2017;31(8):3140-5.
- 9) Sung JY. *Parathyroid ultrasonography: the evolving role of the radiologist. Ultrasonography* 2015;34(4):268-74.