

Efficacy of Subtotal Parathyroidectomy in Secondary Renal Hyperparathyroidism: Long-Term Follow-Up Result

Chang Ho Park¹, Yong Bae Ji¹, Chang Myeon Song¹,
Chang Hwa Lee², Gheun Ho Kim² and Kyung Tae¹

¹Departments of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, ²Internal Medicine, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

만성 콩팥병에 의한 이차성 부갑상선 기능 항진증에서 부갑상선 아전절제술의 유용성: 장기 추적 결과

박창호¹ · 지용배¹ · 송창면¹ · 이창화² · 김근호² · 태 경¹

한양대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실, ¹ 내과학교실²

Received December 20, 2012

Revised February 27, 2013

Accepted March 4, 2013

Address for correspondence

Kyung Tae, MD

Department of Otorhinolaryngology-

Head and Neck Surgery,

Hanyang University

College of Medicine,

222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu,

Seoul 133-792, Korea

Tel +82-2-2290-8585

Fax +82-2-2293-3335

E-mail kytai@hanyang.ac.kr

Background and Objectives Most secondary hyperparathyroidism is caused by chronic kidney disease. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of subtotal parathyroidectomy in the surgical treatment of renal hyperparathyroidism.

Subjects and Method We studied twelve patients with renal hyperparathyroidism who underwent parathyroidectomy from Dec. 2002 to Mar. 2007. We measured the amount of serum, intact parathyroid hormone, calcium, ionized calcium, inorganic phosphorus, and alkaline phosphatase preoperatively and postoperatively.

Results Subtotal parathyroidectomy was performed in nine patients, and three enlarged parathyroid glands were removed from three patients. Hyperparathyroidism was observed in four patients (33.3%), normal parathyroid function in six patients (50.0%) and hypoparathyroidism in two patients (16.7%) at 5 years after surgery. All of three patients who had removed three enlarged parathyroid glands showed persistent hyperparathyroidism. Serum ionized calcium was normal in 10 patients and two patients showed hypocalcemia after operation.

Conclusion Based on the results of this study, we conclude that subtotal parathyroidectomy may be effective in the surgical treatment of renal hyperparathyroidism. However, further studies are necessary to determine the optimal amount of remnant parathyroid tissue in subtotal parathyroidectomy to maintain normal parathyroid function postoperatively.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2013;56:149-53

Key Words Chronic kidney disease · Parathyroidectomy · Secondary hyperparathyroidism.

서 론

이차성 부갑상선 기능 항진증은 만성 콩팥병, 비타민 D 대사 이상, 칼슘 및 비타민 D 흡수장애, 다발성 골수종, 구루병, 골 연화증 등의 저칼슘혈증이 유발되는 질환에서 부갑상선 기능이 보상적으로 항진되어 나타나는 질환으로 대부분 만성 콩팥병에 의해 발생하며 특히 혈액투석을 받는 환자의 92%에서 동반될 수 있다.^{1,2)} 증상은 무증상으로 우연히 발견되는 고칼슘혈증이 대부분이며 신결석이나 신장석회증 등에 의한 급성 신장

통, 혈뇨 등의 신장 증상, 골통증 등의 골격계 증상, 사지의 근 위부 근력약화 등의 근육계 증상, 소화기계 증상, 신경계 증상, 심혈관계 증상, 그 외 혈청 인의 농도가 증가함에 따라 발생하는 소양감이나 구토, 변비, 피로 등이 발생할 수 있으며, 특징적으로 원발성 부갑상선 기능 항진증에서는 거의 발견되지 않는 골경화증 및 연조직의 석회화가 흔히 발생되며, 이는 이차성 부갑상선 기능 항진증의 여러 원인 중에서도 만성 콩팥병에 의한 특징적인 모습이다.³⁾

이차성 부갑상선 기능 항진증은 인산염이나 bisphospho-

nates 등의 내과적 치료에 잘 반응하나, 충분한 내과적인 치료에도 증상이 지속되는 경우에는 수술적 치료의 적응증이 되며,⁴⁾ 투석 시작 10년 후 약 6~10%의 환자에서 부갑상선 절제술을 받아야 되는 심한 부갑상선 기능 항진증으로 진행되는 것으로 보고되고 있다.⁵⁾

이차성 부갑상선 기능 항진증을 위한 수술 방법에는 부갑상선 아전절제술이나 부갑상선 전절제술 후 자가이식을 시행하거나 또는 하지 않거나 하는 방법, 또는 커져있는 부갑상선만을 제거하는 방법 등 여러 방법이 있으며 어떤 것이 가장 적절한 수술 방법인지는 아직도 논란이 있다. 본 연구에서 저자들은 만성 콩팥병에 의한 이차성 부갑상선 기능 항진증 수술 후 장기 추적조사를 통하여 적절한 수술 범위와 부갑상선 아전절제술의 유용성에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

2002년 12월부터 2007년 3월까지 만성 콩팥병에 의한 이차성 부갑상선 기능 항진증으로 진단 받고 충분한 내과적 치료에도 불구하고 지속적인 부갑상선 기능 항진증을 보여 부갑상선 절제술을 시행 받은 12명의 환자들의 의무기록을 후향적으로 조사하였다.

환자들은 술 전, 수술 직후, 술 후 1, 2, 3, 7일째, 그 후로는 1~6개월 간격으로 방사선면역측정법(radioimmunoassay)에 의한 부갑상선 호르몬(intact parathyroid hormone)과 혈청 칼슘, 이온화 칼슘(ionized calcium), 무기인(inorganic phosphorous)과 알칼리성 인산가수 분해효소(alkaline phosphatase)를 측정하였으며, 술 전 영상학적 평가는 ^{99m}TcTechnetium-ses-

tamibi parathyroid scan과 경부 초음파, 경부전산화단층촬영을 시행하였다.

수술 방법은 부갑상선 4개 중 3개를 제거하고 가장 크기가 작고 정상으로 보이는 1개를 남기거나, 커진 3개의 부갑상선을 제거하고 가장 작거나 정상으로 보이는 나머지 1개의 부갑상선의 1/3이나 1/2(약 50 mg)을 남기는 부갑상선 아전절제술을 시행하였다. 수술 후 평균 추적 관찰 기간은 90.2(±18.7)개월이었다. 수술 후 부갑상선 기능 항진증 재발의 정의는 연구마다 다르나, 본 연구에서는 Salem⁶⁾이 제시한 바와 같이 혈중 부갑상선 호르몬 농도가 정상범위(15~65 pg/mL)의 3배 이상(>195 pg/mL)으로 증가된 경우로 하였다.

통계분석은 SPSS version 18(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 Fisher's exact test를 사용하였으며, 통계학적 유의 수준은 95% 이상(p value<0.05)으로 하였다.

결 과

환자들의 평균연령은 48.6(±4.3)세였고 남녀비는 7 : 5였다. 만성 콩팥병으로 진단받은 후 수술 받기까지의 기간은 평균 16.0(±5.6)년이었고, 술 전 평균 투석기간은 11.0(±6.3)년이었다(Table 1). 동반된 질환으로는 고혈압(100%)이 가장 많았고, 당뇨병(25.0%), 갑상선 유두암(16.7%), 신장 결석(8.3%), 말초성 신경병증(8.3%), 당뇨(8.3%), 만성성 골염(8.3%) 순이었다. 가장 흔한 증상은 심한 소양감(33.3%), 설사(25.0%), 손발저림(25.0%), 골통증(16.7%), 복통(8.3%) 등이었으며, 무증상인 경우는 41.7%였다.

술 전 병변의 위치를 찾기 위해 시행한 ^{99m}TcTechnetium-ses-

Table 1. Pre- and post-operative characteristics of secondary hyperparathyroidism patients caused by chronic kidney disease

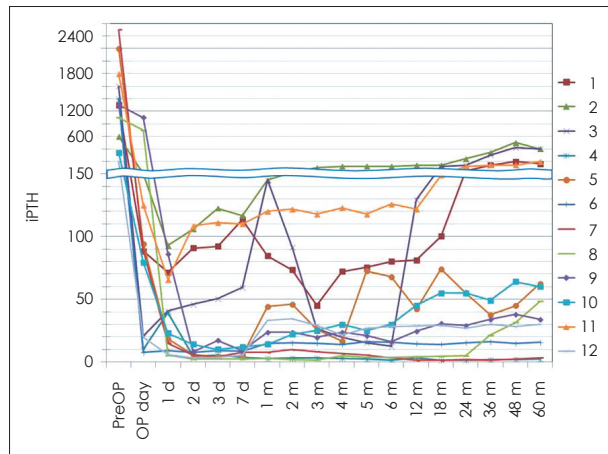
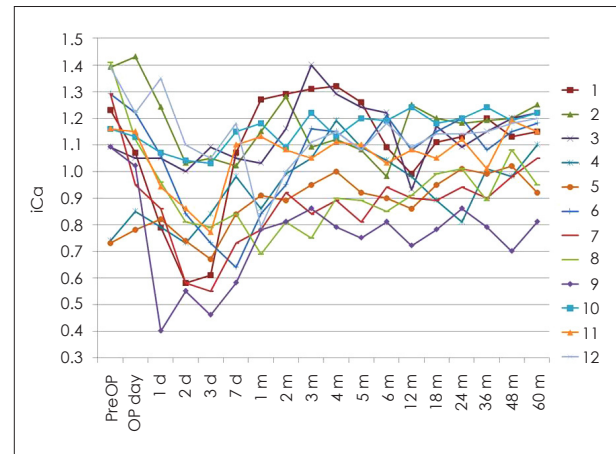
No	Age/Sex	CKD period (y)	HD period (y)	PreiPTH	PreCa	PreiCa	PreIP	iPTH (after5y)	Ca (after5y)	iCa (after5y)	IP (after3y)
1	54/F	20	6	1240.0	10.8	1.23	20	283.3	8.5	1.15	3.5
2	53/M	15	4	723.2	12.1	1.39	15	504.5	9.8	1.25	5.3
3	50/M	14	12	1535.0	10.2	1.09	14	562.7	9.2	1.22	7.6
4	48/F	15	15	1524.0	10.1	0.74	15	2.1	8.9	1.1	6.2
5	45/F	22	21	2126.0	9.9	0.73	22	62.4	8.6	0.92	4.1
6	43/M	24	20	1336.0	10.9	1.29	24	15.7	8.4	1.18	5.2
7	49/M	9	9	2434.0	10.0	1.29	9	3.3	9.9	1.05	4.2
8	55/M	14	3	1038.0	10.5	1.41	14	48.5	9.0	0.95	5.7
9	41/M	3	1	1260.0	9.9	1.09	3	34	7.3	0.81	4.8
10	52/M	21	12	497.2	9.2	1.16	21	60	9.1	1.22	3.5
11	45/F	19	13	1700.0	9.6	1.16	19	310	7.1	1.15	4.2
12	48/F	16	16	310.0	10.2	1.39	16	30	8.5	1.2	4.4

CKD period (y): chronic kidney disease period after diagnosis (years), HD period (y): hemodialysis period before operation (years), PreiPTH: preoperative intact parathyroid hormone level (15–65 pg/mL), PreCa: preoperative calcium level (8.2–10.7 mg/dL), PreiCa: preoperative ionized calcium level (1.13–1.32 mmol/L), PreIP: preoperative inorganic phosphorus level (2.5–4.5 mg/dL), after5y: at 5 years after operation, after3y: at 3 years after operation

Table 2. Imaging study for localization of parathyroid gland hyperplasia and site of resection

No	^{99m} Tc-sestamibi				US				CT				Operation			
	RU	RL	LU	LL	RU	RL	LU	LL	RU	RL	LU	LL	RU	RL	LU	LL
1		0	0			0	0			0	0		0	0	0	
2	0	0	0			0		0		Non available			0	0	0	P
3			0		0		0		0		0		0	0	0	
4		0	0		0	0	0	0		0	0		P	0	0	0
5	0	0	0	0		Non available			0	0	0	0	0	0	0	p
6		0	0	0		0	0	0		0		0	p	0	0	0
7	0	0	0	0		0	0	0		0	0	0	P	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0		0		Non available			0	P	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P
10	0	0	0		0	0	0			Non available			0	0	0	P
11	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0
12	Non available				0	0	0	0	0		0		0	0	0	P

^{99m}Tc-sestamibi: ^{99m}Technetium-sestamibi parathyroid scan, US: ultrasonography, CT: computed tomography, RU: right upper parathyroid gland, RL: right lower parathyroid gland, LU: left upper parathyroid gland, LL: left lower parathyroid gland, P: partial resection

**Fig. 1.** Change of serum iPTH level before and after parathyroidectomy. iPTH: intact parathyroid hormone, OP: operation.**Fig. 2.** Change of serum iCa level before and after parathyroidectomy. iCa: ionized calcium, OP: operation.

tamibi parathyroid scan, 경부 초음파, 경부 전산화단층촬영의 민감도는 각각 82.5%, 82.5%, 75%였고, 과잉 부갑상선(supernumerary parathyroid gland)은 발견되지 않았다.

수술은 3예에서 커진 3개의 부갑상선을 절제하였으며, 나머지 9예에서는 부갑상선 아전절제술을 시행하였는데(Table 2), 부갑상선 3개만 제거한 3예는 수술 후 모두 부갑상선 기능항진을 보였고, 부갑상선 아전절제술을 시행한 9예 중에서는 1예만 부갑상선 기능항진을 보여, 부갑상선 3개만 제거한 군에서 통계학적으로 유의하게 재발이 많았다($p=0.018$).

부갑상선 호르몬의 수치는 술 후 5년 경과시 기능항진이 4예(33.3%), 정상범위 6예(50.0%), 기능저하가 2예(16.7%)였다. 기능항진을 보인 4예 중 3예(25.0%)는 부갑상선 3개만 절제하였던 경우로 술 후 지속적인 기능항진을 보였고, 1예(8.3%)는 부갑상선 아전절제술을 시행한 경우로 술 후 6개월간 정상수

치였으나 이후 기능항진을 보였다. 정상범위를 보인 6예 중 4예(33.3%)는 5년간 정상범위를 유지하였고, 2예(16.7%)는 술 후 평균 $21.0(\pm 3.0)$ 개월간 기능저하를 보이다 이후 정상범위로 회복되었다. 부갑상선 기능항진을 보인 4예의 술 전 부갑상선 호르몬 및 칼슘 수치는 각각 1299.6 ± 371.3 , 10.7 ± 0.9 로 정상화되었던 6예의 평균인 1094.5 ± 595.1 , 10.1 ± 0.5 보다 다소 높았으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.598$, $p=0.360$). 기능저하를 보인 2예는 모두 부갑상선 아전절제술을 시행한 경우로 술 후 지속적인 기능저하를 보였다(Fig. 1).

칼슘수치는 술 후 5년 경과시 10예(83.3%)에서 정상범위, 2예(16.7%)에서 저칼슘혈증을 보였으며, 정상범위를 보인 10예 중 8예는 1주 내에 정상범위로 되었고, 2예는 술 후 평균 $10.5(\pm 7.5)$ 개월간 저칼슘혈증을 보이다 이후 정상범위를 보였고, 저칼슘혈증을 보인 2예 중 1예는 부갑상선 3개만 절제, 1예는 부

갑상선 아전절제술을 시행한 경우로 모두 술 후 지속적인 저칼슘혈증을 보였다.

혈청 이온화 칼슘은 술 후 5년 경과시 7예(58.3%)에서 정상범위, 5예(41.7%)에서 저칼슘혈증을 보였다. 정상범위를 보인 7예는 술 후 평균 $15.6(\pm 14.1)$ 개월간 저칼슘혈증을 보이다 이후 정상범위로 회복되었으며, 저칼슘혈증을 보인 5예는 모두 술 후 지속적인 저칼슘혈증을 보였다(Fig. 2). 저칼슘혈증을 보인 5예 중 2예는 부갑상선 기능저하가 있었으나, 3예는 부갑상선 기능이 정상범위였다.

혈청 무기인은 술 전 모두 증가되어 있었으며 술 후 3년 경과시 6예(50.0%)에서 정상범위를 유지했으나, 6예(50.0%)에서는 정상범위보다 높았다. 정상범위를 보인 6예는 대부분 술 후 정상범위를 유지했으며, 증가를 보인 6예 중 3예(25.0%)는 술 후 지속적인 증가를 보였고, 3예(25.0%)는 평균 $7.7(\pm 3.1)$ 개월간 정상범위를 보이다 이후 증가했다. 혈청 알칼리성 인산가수 분해효소는 술 전 2예(16.7%)에서 정상범위, 10예(83.3%)에서 정상보다 높았으나, 술 후 점차 감소하여 술 후 평균 $3.8(\pm 3.2)$ 개월 이후 모두 정상범위로 되었다.

수술 전 환자들이 호소하던 증상 중 심한 소양감, 손발저림, 골통증, 설사 등은 술 후 약 33.3%에서 100%까지 전반적으로 호전되는 양상을 보였다. 모든 환자들은 술 후 조직검사에서 부갑상선 증식증을 보였다. 술 후 모든 환자에서 반회후두신경 손상이나 출혈, 감염, 장애종 등의 합병증은 없었다.

고 찰

부갑상선 기능 항진증은 원인에 따라 일차, 이차, 삼차로 나뉜다. 일차성 부갑상선 기능 항진증은 특별한 생리적인 자극이 없는 상태에서 부갑상선 호르몬이 과도하게 분비되어 고칼슘혈증이 나타나는 것으로, 가장 흔한 원인은 단일 부갑상선 선종으로 약 85%를 차지하고 그 외 부갑상선 증식증, 다발성 부갑상선 선종, 부갑상선 암종 등이 있다. 이차성 부갑상선 기능 항진증은 부갑상선의 기능은 정상이나 다른 원인으로 혈청 칼슘 수치가 낮아져 이를 보상하기 위해 부갑상선이 증식되어 부갑상선 호르몬 분비가 증가되는 것이며, 삼차성 부갑상선 기능 항진증은 저칼슘혈증을 보상하기 위해 부갑상선 호르몬 분비가 항진되는 상태가 장기간 지속되어 원인질환의 교정에도 불구하고 칼슘이온농도가 부갑상선 호르몬에 대한 양성 되먹이기 기전으로 비가역적인 부갑상선 호르몬 분비가 증가되는 것이다.

이차성 부갑상선 기능 항진증의 치료는 크게 내과적 치료법, 에탄올 주입법, 수술적 치료법 등이 있다.

내과적 치료는 식이 인을 제한하거나 calcium carbonate 등

의 인 결합제를 사용하여 혈중 인 농도를 조절하고, 혈중 칼슘 농도를 높은 정상범위로 유지한다.⁴⁾

에탄올 주입법은 결절성으로 커진 부갑상선에 선택적으로 에탄올을 주입하여 부갑상선을 응고시켜 괴사시키는 방법으로, 최소 침습적 치료라는 장점이 있으나, 3개 이상의 선이 커져있다면 장기적으로 효과가 적으며, 초음파로 접근이 어려운 경우는 적용할 수 없고, 조직을 괴사시켜 유착시키기 때문에 반회 후두신경의 손상이 발생할 수 있다는 단점이 있다.⁷⁾ 에탄올 주입에 의한 조직 유착을 보완하기 위해 최근에는 활성 비타민 D를 부갑상선으로 직접 주입하는 방법이 연구 중이다.⁸⁾

내과적 치료에 저항을 보이는 심한 부갑상선 기능 항진증에서는 수술적 치료를 고려해야 하며, 수술은 고칼슘혈증에 의한 대사장애를 줄일 수 있고, 다른 질환을 치료할 때 고칼슘혈증에 의하여 야기될 수 있는 문제를 없앨 수 있으며, 비가역적인 부갑상선 기능 항진증의 합병증을 예방할 수 있다.

수술 적응증은 내과적 치료에도 불구하고 6개월 이상 지속적으로 부갑상선 호르몬이 800 pg/mL를 넘거나 고칼슘혈증이 있을 때, 골밀도 검사상 T-score가 -2.5보다 감소되거나 병적 골절이 있을 때, 소양감이나 골통증, 심한 혈관내 석회화나 근육병이 있을 때 등이다.⁹⁾

이차성 부갑상선 기능 항진증의 수술적 치료로는 주로 부갑상선 전절제술 후 자가이식을 시행하거나 하지 않는 방법, 부갑상선 아전절제술, 또는 수술 후의 저칼슘혈증의 빈도를 줄이기 위해서 증식되어 있는 부갑상선만을 절제하는 방법 등이 있으나, 어느 방법이 가장 우수한 수술법인지는 아직까지 확실히 밝혀져 있지 않다. 부갑상선 전절제술 후 자가이식은 4개의 부갑상선을 모두 제거한 뒤 가장 정상으로 보이는 부갑상선의 10~15 mg을 상완 요골근에 이식하는 것으로, 보고에 따르면 5~38%에서 술 후 고칼슘혈증이 지속되어, 2~6%에서 이식한 부갑상선의 재수술이 필요할 수 있으며, 5~30%에서는 12개월 이후에도 이식한 부갑상선의 기능이 돌아오지 않아 저칼슘혈증이 지속될 수 있다고 하였다.¹⁰⁾ 그러나 재발시 부분마취 하 상완부에 이식한 부갑상선으로의 접근이 용이하다는 장점이 있으며, 부갑상선 아전절제술에 비해 재발률이 더 낮다는 보고가 있다.¹¹⁾ 부갑상선 아전절제술은 가장 작거나 정상으로 보이는 부갑상선 1개의 약 50 mg만 남기는 술식으로, 술 후 재발은 5~17% 정도이며, 남긴 부갑상선의 크기 및 생존에 영향을 받는다고 알려져 있다.¹²⁾ 부갑상선 아전절제술의 경우 상완부로 이식을 하지 않으므로 투석환자에서 상완부를 보존할 수 있다는 장점이 있으나, 재발시 경부 접근으로 인한 합병증이 있을 수 있다.¹³⁾ 커져있는 부갑상선만을 절제하는 경우 수술 성공률은 약 85% 정도이며,¹⁴⁾ 부갑상선 3개만 절제하는 경우 약 30%의 환자에서 부갑상선 기능항진이 지속될 수 있다.¹⁵⁾ 본 연구에서

는 부갑상선 3개만 제거한 경우 부갑상선 아전절제술에 비해 통계학적으로 유의하게 재발이 많았다. 따라서, 커진 부갑상선 3개만을 제거한 경우 지속적 부갑상선 기능항진을 보일 가능성이 큰 것으로 사료되며, 부갑상선 아전절제술이 완벽하지는 않지만 그래도 효과적인 수술 방법이라 생각된다.

수술시 중요한 것은 4개의 부갑상선을 모두 찾는 것이며, 부갑상선 아전절제술시 특히 중요한 것은 정상으로 보이는 1개의 부갑상선을 찾는 일이다.⁹⁾ 따라서, 술 전 영상학적 검사로 증식증과 정상을 구분하는 것이 중요하며 이는 ^{99m}Tc-sestamibi parathyroid scan, 경부 초음파, 경부 전산화 단층촬영으로 예측할 수 있다.^{16,17)} 병리학적으로 이차성 부갑상선 기능 항진증은 부갑상선의 과증식을 특징으로 하며 대부분은 4개 모두에서 과증식의 소견을 보인다. 이러한 이유로 수술시에 반드시 모든 부갑상선을 확인하고 절제해야만 한다.

부갑상선 수술의 합병증으로는 주로 성대마비와 술 후 저칼슘혈증이 나타날 수 있다. 술 후 저칼슘혈증이 나타나는 기전으로는 술 후 남아있는 부갑상선의 기능이 정상화 되었음에도 불구하고 혈중 부갑상선 호르몬 수치가 상대적으로 감소하여 혈중내의 칼슘이 빠르게 급격하게 재분포되면서 생기는 골기아 증후군으로 설명할 수 있다. 골기아 증후군은 수술 전 칼슘, 알칼리성 인산가수 분해효소, 부갑상선 호르몬 수치가 높은 경우 발생 가능성이 높은 것으로 알려져 있으나,¹⁸⁾ 본 연구에서 술 후 지속적인 저칼슘혈증이 발생한 환자군의 술 전 평균 부갑상선 호르몬, 칼슘, 알칼리성 인산가수 분해효소 수치는 다른 군과 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 술 전 골기아 증후군의 발생이 의심되는 환자들의 경우 술 후 조기에 칼슘제제와 비타민 D 제제를 병용 투여하는 것이 좋다.

수술 후 재발에는 조직검사상 결절성 변화 유무, 과잉 부갑상선의 존재, 수술 방법, 수술 중 남기는 부갑상선 조직의 양 등이 중요한 인자이나,^{19,20)} 아직 남기는 부갑상선 조직의 양과 술 후 부갑상선 기능의 관계에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 부갑상선 아전절제술이나 전절제술 후에도 기능항진이나 기능저하를 일으킬 수 있기 때문에 부갑상선 조직을 얼마나 남겨야 하는지는 아직 분명치 않으며 향후 남기는 부갑상선의 양과 장기적인 부갑상선 기능에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Demeure MJ, McGee DC, Wilkes W, Duh QY, Clark OH. Results of surgical treatment for hyperparathyroidism associated with renal disease. *Am J Surg* 1990;160(4):337-40.
- 2) Leal CT, Lacativa PG, Gomes EM, Nunes RC, Costa FL, Gandelmann IH, et al. Surgical approach and clinical outcome of a deforming brown tumor at the maxilla in a patient with secondary hyperparathyroidism due to chronic renal failure. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2006;50(5):963-7.
- 3) Sundaram M. Renal osteodystrophy. *Skeletal Radiol* 1989;18(6):415-26.
- 4) Lee JS. The management of secondary hyperparathyroidism in chronic renal failure: is it adequate even in the recent years? *Korean J Intern Med* 1999;57(4):502-12.
- 5) Fassbinder W, Brunner FP, Brynger H, Ehrich JH, Geerlings W, Raine AE, et al. Combined report on regular dialysis and transplantation in Europe, XX, 1989. *Nephrol Dial Transplant* 1991; 6 suppl 1:5-35.
- 6) Salem MM. Hyperparathyroidism in the hemodialysis population: a survey of 612 patients. *Am J Kidney Dis* 1997;29(6):862-5.
- 7) Fukagawa M, Kitaoka M, Tominaga Y, Akizawa T, Kakuta T, Onoda N, et al. Guidelines for percutaneous ethanol injection therapy of the parathyroid glands in chronic dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18 Suppl 3:iii31-3.
- 8) Saito A, Matsumoto Y, Oyama Y, Asaka M, Yokoyama H. Effectiveness of weekly percutaneous maxacalcitol injection therapy in patients with secondary hyperparathyroidism. *Ther Apher Dial* 2010;14(1):98-103.
- 9) Madorin C, Owen RP, Fraser WD, Pellitteri PK, Radbill B, Rinaldo A, et al. The surgical management of renal hyperparathyroidism. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2012;269(6):1565-76.
- 10) Rothmund M, Wagner PK. Total parathyroidectomy and autotransplantation of parathyroid tissue for renal hyperparathyroidism. A one- to six-year follow-up. *Ann Surg* 1983; 197(1):7-16.
- 11) Rothmund M, Wagner PK, Schark C. Subtotal parathyroidectomy versus total parathyroidectomy and autotransplantation in secondary hyperparathyroidism: a randomized trial. *World J Surg* 1991;15(6):745-50.
- 12) Delmonico FL, Wang CA, Rubin NT, Fang LS, Herrin JT, Cosimi AB. Parathyroid surgery in patients with renal failure. *Ann Surg* 1984;200(5):644-7.
- 13) Dumasius V, Angelos P. Parathyroid surgery in renal failure patients. *Otolaryngol Clin North Am* 2010;43(2):433-40, x-xi.
- 14) Moalem J, Guerrero M, Kebebew E. Bilateral neck exploration in primary hyperparathyroidism--when is it selected and how is it performed? *World J Surg* 2009;33(11):2282-91.
- 15) Sitges-Serra A, Caralps-Riera A. Hyperparathyroidism associated with renal disease. Pathogenesis, natural history, and surgical treatment. *Surg Clin North Am* 1987;67(2):359-77.
- 16) Sung ES, Ji YB, Choi YY, Kim JY, Park JS, Lee YJ, et al. Comparative Study of preoperative imaging detection and localization test for hyperparathyroidism. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2012;55(9):565-70.
- 17) Tae K, Lee YS, Kim KR, Lee HS, Park DW, Park YS, et al. Radiologic diagnosis and surgical treatment of primary hyperparathyroidism. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2006;49(7):733-9.
- 18) Brasier AR, Nussbaum SR. Hungry bone syndrome: clinical and biochemical predictors of its occurrence after parathyroid surgery. *Am J Med* 1988;84(4):654-60.
- 19) Coulston JE, Egan R, Willis E, Morgan JD. Total parathyroidectomy without autotransplantation for renal hyperparathyroidism. *Br J Surg* 2010;97(11):1674-9.
- 20) Melck AL, Carty SE, Seethala RR, Armstrong MJ, Stang MT, Ogilvie JB, et al. Recurrent hyperparathyroidism and forearm parathyromatosis after total parathyroidectomy. *Surgery* 2010;148(4):867-73; discussion 873-5.