

만성신부전증환자에서 부갑상선 절제술 시 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 측정의 의의

고려대학교 의과대학 외과학교실

김우영 · 손길수 · 배정원 · 구범환 · 이재복

The Value of Intraoperative Quick Parathyroid Hormone Assay in Patients with Renal Hyperparathyroidism

Woo Young Kim, M.D., Gil Soo Son, M.D., Jeoung Won Bae, M.D., Bum Hwan Koo, M.D. and Jae Bok Lee, M.D.

Purpose: Intraoperative quick parathyroid hormone assay (PTH) was introduced in the parathyroid surgery since 1988 and the value in patients with primary hyperparathyroidism was well recognized in the literature. The purpose of this study was to evaluate the usefulness of intraoperative rapid PTH assay in patients with renal hyperparathyroidism by comparing intraoperative PTH results and the biochemical results at postoperative 6th month, including PTH values.

Methods: Fifteen consecutive patients of renal hyperparathyroidism underwent total parathyroidectomy and immediate autotransplantation from November 2003 to February 2005. PTH levels were measured by PTH assay at the induction of anesthesia (baseline level) and in 20-minute intervals after excision of the last parathyroid gland. More than 50% drop of initial PTH level was considered as completeness of parathyroidectomy.

Results: Twenty minutes after resection, PTH levels decreased by 83.7% in 14 patients and by 50.2% in one patient. Ten patients (67%) were cured but 5 patients (34%) showed high PTH levels after 6 months. The drop rate of intraoperative quick PTH level in cured patients was 92% at 26 minutes after parathyroidectomy and was significantly different from 73.3% of persistent or recurrent five patients ($P=0.047$). Preoperative PTH level, calcium level, alkaline phosphatase level and preoperative localization were not different in the cured and recurrent or persistent patients of renal hyperparathyroidism.

Conclusion: The value of intraoperative quick PTH assay

in patients of renal hyperparathyroidism was questionable. More than 92% drop of intraoperative PTH level at 26 minutes after parathyroidectomy could predict success in our study. (Korean J Endocrine Surg 2005;5:93-99)

Key Words: Intraoperative quick PTH assay, Renal hyperparathyroidism, Parathyroidectomy

중심 단어: 수술 중 급속 부갑상선호르몬 측정법, 신성 부갑상선기능항진증, 부갑상선절제술

Department of Surgery, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

서론

만성신부전증 환자에서 발생하는 이차성 부갑상선 기능항진증은 골다공증, 골 동통 및 대사장애, 소양증 등으로 인하여 내과적 치료를 시행하는데 약 5~10%의 환자는 부갑상선 수술 대상이 된다.(1-6) 여기서는 이차성 부갑상선 기능항진증과 신성 부갑상선 기능항진증을 동일하게 사용했다. 수술치료의 목표는 기능항진된 부갑상선 조직을 모두 제거하여 칼슘 균형을 정상화시키는 것이다.(7) 수술 치료는 소양증, 골 동통 및 대사장애를 감소시키고, 삶의 질과 심장 기능의 향상을 가져온다.(8-11) 수술 후 재발 혹은 지속성 부갑상선 기능항진증의 발생 비율은 5~12%로 부갑상선 수술방법과는 차이가 없는 것으로 알려져 있으며, (5,12,13) 재발 관련인자로는 불충분한 부갑상선 조직의 제거가 가장 중요한 요인으로 간주된다.(5,13) 수술 중 부갑상선 호르몬 측정은 일차성 부갑상선 기능항진증 환자의 수술에 이용되면서, 이차성 부갑상선 기능항진증의 수술에도 충분한 부갑상선 절제의 확인 방법으로 이용되고 있다 (6,9,14). 이차성 부갑상선 기능항진증의 수술 시 부갑상선 호르몬 측정의 의의를 확인하고자 본 연구를 시행하였다.

책임저자 : 이재복, 서울시 구로구 구로동 80번지
☎ 152-705, 고려대학교 의과대학 구로병원 외과
Tel: 02-818-6677, Fax: 02-859-5941
E-mail: jbleemb@korea.ac.kr
게재승인일 : 2005년 11월 30일

방 법

고려대학교 의과대학 외과학교실에서는 2003년 11월부터 2005년 2월까지 만성신부전증에 의한 속발성 부갑상선 기능항진증 환자 15명을 부갑상선 전절제술 및 전완부 자가 이식을 시행하면서 수술 중 부갑상선 호르몬 측정을 시행하였다. 전완부 부갑상선 자가 이식은 1~2 mm의 부갑상선 절편을 8~12개 전완부 근육에 이식하였고, 수술 중 부갑상선 호르몬 측정은 중앙실험실의 부갑상선 호르몬 측정키트 (Elecys 2010)를 이용하여 마취 직후, 수술시야에서 확인된 부갑상선 절제 직후, 절제 후 10~20분 후에 각각 정맥혈을 채취하여 측정하였다. 수술 시 확인된 부갑상선이 4개 이하인 경우는 전완부 자가 이식 전에 추가로 부갑상선 호르몬을 측정하였다. 수술 중 급속 PTH측정은 Elecsys® Systems 1010/Modular Analytics E170로 Roche사의 PTH kit의 사용서에 따라 실시하였는데, Sandwich Principle을 이용한 화학발색법(chemiluminiscent method)은 84개 아미노산 배열 중 N-terminal 26~32번에 대한 단일항체와 C-terminal fragment 55~64번의 단일항체를 반응시켜 intact PTH를 측정하였다. 반응시간은 약 18분이며 혈액채취와 검사실 전달 과정을 포함하여 20~30분이 소요되었다. 수술 전 환자의 나이, 성, 투석 기간, 혈중 칼슘 측정치, 인산염 측정치, 부갑상선 호르몬(PTH) 측정치는 Table 1과 같고 수술 시 부갑상선 호르

몬 감소율, 수술 후 6개월째의 칼슘 및 PTH 측정치를 조사하여 PTH 측정치가 6개월 이내에 계속해서 정상범위보다 높았던 환자를 지속성 부갑상선 기능 항진증, 6개월 이내에 정상으로 회복되었다 다시 증가된 환자를 재발성 부갑상선 기능 항진증 환자로 구분하여 수술 실패로 판단하였다.(12) 수술 중 부갑상선 호르몬 측정 시간을 조사하여 실제 측정 시간을 구분하였고, 성공적 부갑상선 절제술을 시행한 환자와 실패한 부갑상선 절제술 환자간의 데이터 비교는 Student t-test를 시행하였다.

결 과

1) 신성 부갑상선 기능항진증 환자의 임상적 특성 (Table1, 2)

15명 환자의 평균 연령은 46.2세였고, 남자 5명, 여자 10명이었다. 환자의 부갑상선수술 시행 전 평균 신장 투석치료 기간은 13.2년이었고, 수술 적응증은 내과적 치료에 반응하지 않는 혈중 전체 칼슘 11 mg/dl 이상의 고칼슘혈증 8명(53%), 심한 골다공증 4명(27%), 골동통 3명(20%)이었다. 모든 환자는 1주일에 2~3회의 신장투석 치료를 시행하고 있었고, 내과적 치료로 칼슘과 1,25 dihydroxycholecalciferol을 투여 받고 있었다. 평균 혈중 전체 칼슘 10.8 mg/dl (정상 9~10.5 mg/dl), 평균 인산 6.6 mg/dl (정상 2.3~47 mg/dl)이었고, 평균 알칼라인 포스파타제 187.6 IU (정상 40

Table 1. Clinical and biochemical characteristics of 15 patients of renal hyperparathyroidism

Case	Age (Yrs.)	Sex	Yrs. of dialysis*	Ca (mg/dl) [†]	P (mg/dl)	Alk P [‡] (IU)	PTH [§] (pg/ml)
1	56	F	15	11.5		306	1,503
2	49	M	12	11.2	6.1	215	841
3	32	M	14	10.34	6.1	99	1,170
4	49	F	17	11.23		152	1,133
5	47	F	12	11.37	5.8	118	998.3
6	34	F	11	10.19	7.1	78	1,207
7	55	F	7	10.02	8.39	443	1,694
8	44	M	13	10.06	6.2	163	3,000
9	50	F	18	11.3	6.4	114	1,371
10	56	M	15	10.95		135	1,223
11	39	M	13	11.1	6.8	278	1,648
12	46	F	16	11.86	6.4	363	1,812
13	43	F	11	10.77		89	1,059
14	47	F	12	10.09	7	172	1,563
15	45	F	13	11.01	6.2	85	1,308
Mean	46.2	5 : 10	13.2	10.8	6.6	187.6	1,435.3

*Yrs. of dialysis: Period of renal dialysis before parathyroidectomy; [†] Ca = total serum calcium, normal 9.0~10.5mg/dl; [‡] Alk P = abbreviation of alkaline phosphatase, normal 40~111 IU, [§]PTH = intact PTH radioimmunometric assay, normal 15~65 pg/ml.

Table 2. Results of parathyroidectomy in 15 patients of renal hyperparathyroidism

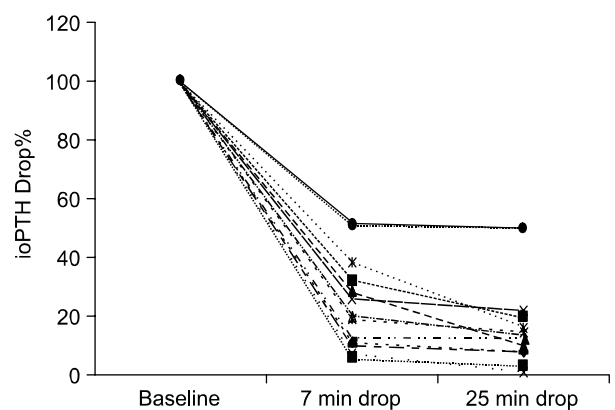
Case	*Op Time	† Sampling	‡ Drop%	PTH 6mo	Ca 6mo	§Pathology	PT No.	¶Results
1	210	15	4	50	8.1	Adenoma	4	success
3	200	17	10	15	7.9	Hyperplasia	4	success
7	240	36	8	16	8.5	Hyperplasia	4	success
8	240	30	12	11	10.4	Hyperplasia	4	success
9	300	40	7	33	6.7	Hyperplasia	3	success
10	210	30	7	41	8.4	Hyperplasia	4	success
11	190	20	3	59	8.8	Hyperplasia	4	success
13	180	20	1	16	9.4	Hyperplasia	3	success
14	240	30	14	61	8.7	Hyperplasia	4	success
15	200	19	8	64	9	Adenoma	2	success
Mean	221	25.7	7.4	36.6	8.59			
2	250	10	20	279	7.1	Hyperplasia	4	recurrent
12	240	42	14	123	8.5	Hyperplasia	4	recurrent
4	220	18	22	186	8.4	Hyperplasia	3	persistent
5	160	26	16	414	8.8	Hyperplasia	4	persistent
6	210	33	50	357	9.2	Hyperplasia	2	persistent
Mean	216	25.8	24.4	271.8	8.4			

*Op Time = minutes of operation time; † Sampling = true time of blood sampling after parathyroidectomy, minutes; ‡ Drop % = percent of intraoperative quick PTH level to initial baseline sample at the induction of anesthesia; §Pathology = hyperplasia means nodular hyperplasia and Adenoma means multiple adenomas of parathyroid glands; || PT No. = number of parathyroid glands removed during total parathyroidectomy; ¶Results = success means normal PTH levels at the 6th postoperative month. Recurrent means recurrent hyperparathyroidism and persistent means persistent hyperparathyroidism which is decided by the level of 6th month PTH sample.

~111 IU)로 증가되어 있었다. 면역방사계측검사법(immuno-radiometric assay)으로 측정된 혈중 부갑상선 호르몬은 841~3,000 pg/ml (정상 15~65 pg/ml)로 증가되어 있었다.

2. 수술중 급속 부갑상선 호르몬 측정 결과

부갑상선 전절제술의 평균 수술 시간은 240분(표준편차 ±33.9분)이었고, 수술 중 부갑상선 호르몬 측정은 모든 환자에서 마취유도 후 즉시, 부갑상선 전절제 후 5분, 부갑상선 전절제 후 20분에 시행하였다. 실제 측정 시간을 기록한 결과는 마취유도 후, 평균 7.8분, 25.7분에 시행되었고 4예에서 추가적인 부갑상선 호르몬 측정이 있었다(Table 2). 14명 환자의 7분 및 26분의 부갑상선 호르몬 감소율은 76.7%, 83.7%이었고, 1명(case number 6 (Table 2))의 환자에서는 50.2%의 감소를 보였다(Fig 1). 수술 시 갑상선 결절로 2명의 환자에서 갑상선 일엽 절제술을 시행하였고, 1명의 환자에서는 부갑상선과 구분이 안 되는 결절 1개를 절제 생검하


Fig. 1. Results of intraoperative Quick PTH assay in patients of renal hyperparathyroidism.

였다. 수술 중 제거된 부갑상선의 개수는 4개 10명, 3개 3명, 2개 2명이었다. 수술은 수술 후 20분 부갑상선 호르몬 측정치가 50% 이상 감소되면 종료하였다.

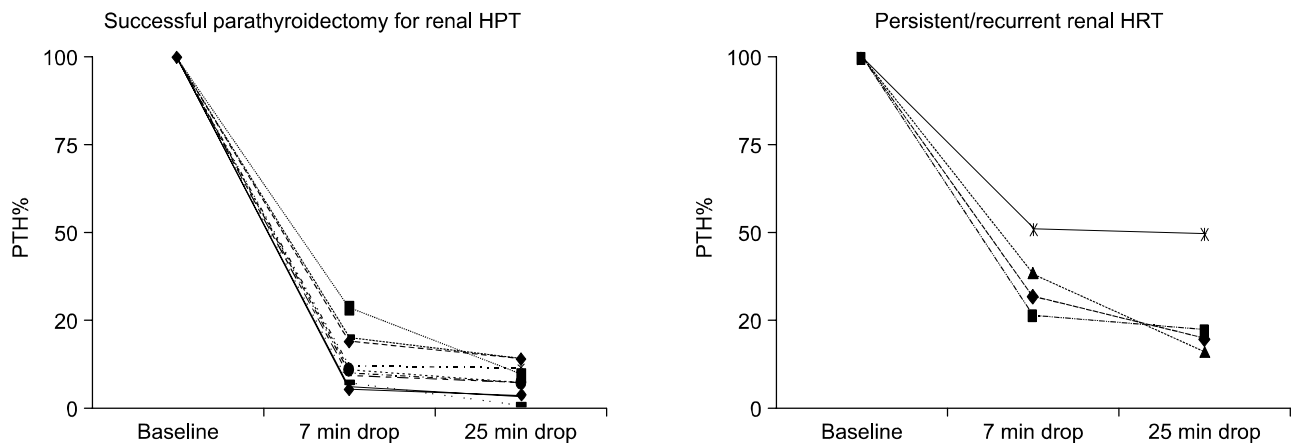


Fig. 2. Results of intraoperative quick PTH assay in patients of successful parathyroidectomy (A) and in patients of persistent or recurrent renal hyperparathyroidism (B).

3. 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 측정 결과와 6개월 후 치료 결과 비교

평균 8.4개월의 추적 조사가 이루어졌으며(1.3~16.4 개월), 6개월 후 부갑상선 호르몬 측정 결과 최대 64 pg/ml, 최소 11 pg/ml (평균 36.6 pg/ml)으로 정상 범위 내의 측정값을 나타낸 환자가 15명 중 10명으로 나타났으며, 나머지 5명은 최대 414 pg/ml, 최소 123 pg/ml (평균 271.8 pg/ml)으로 정상 범위 이상이었다. 이는 수술 후 20분의 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소량이 86% 이상이었던 10명(66%)의 환자가 6개월 후 부갑상선 호르몬 측정 결과에서 모두 정상 범위 내에 있었으나, 그 이하였던 환자 5명(33%)은 모두 정상 범위를 넘어섰다(Fig. 2). 이 중 4명(case number 2, 12, 4, 5 (Table 2))의 환자는 수술 후에는 정상범위(수술 중 급속 부갑상선 호르몬 78% 이상)내에 있었으나, 각각 6개월 후에 279, 123, 186, 414 pg/ml로 정상 범위에서 증가된 상태를 보였다. 또한, 5명 중 1명(case number 6 (Table 2))은 50%의 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소를 보였고, 6개월 후 부갑상선 호르몬은 357 pg/ml로서, 이들 5명의 환자들은 재발성 혹은 지속적 부갑상선 기능 항진증을 보였다. 칼슘은 9.0~10.5 mg/dl을 정상 수치로 간주하였을 때, 수술 전 평균 10.8 mg/dl로 약간의 고칼슘혈증으로 나타내고 있었으나, 수술 6개월 후 칼슘 수치는 평균 8.4 mg/dl로, 이 중 11명의 환자가 저칼슘혈증을 보이고 있었다. 병리학적 소견은 선종 2예, 결절성 증식증 13예였다.

결과를 정리하자면, 수술 후 6개월에 정상범위의 부갑상선 호르몬을 나타내는 환자(case number 1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15 (Table 2))는 수술 후 20분 부갑상선 호르몬 감소가 평균 92%, 수술 후 6개월에 정상 범위보다 증가된 부갑상선 호르몬을 보이는 환자(case number 2, 12, 4, 5, 6 (Table 2))는 평균 73.3%의 감소를 보였다($P=0.047$).

고 찰

만성신부전증에 의한 부갑상선 기능항진은 내과적 치료와 신장이식에 의하여 90% 이상 조절이 된다.(1-5,15,16) 최근 Calcium sensing receptor에 작용하는 calcinimimetics (R568, AMG073)의 등장으로 내과적 치료 성공률이 더욱 증가될 것으로 보인다.(17) 그러나, 5~10% 정도는 수술적 치료가 필요하게 된다.(1-5,15,16) 부갑상선전절제술의 적응증은 신장이식을 시행하지 않은 환자에서는 Calciphylaxis, 적절한 내과적 치료에도 불구하고 높은 부갑상선 호르몬 측정치와 high turnover bone disease를 보이는 환자(병적 골절, 고칼슘, 고인산염증, 소양증, 골동통 등), 신장이식 환자에서는 아급성 고칼슘혈증, 2년 이상 지속적 고칼슘혈증, 신장기능 악화, 급성 췌장염, 신결석증 및 진행성 골 병변을 보이는 경우이다.(4,5)

수술 방법은 부갑상선 아전절제술(Subtotal parathyroidectomy), 부갑상선전절제술과 전완부 자가이식술(total parathyroidectomy and autotransplantation)이 주로 시행되는 수술이며 부갑상선 전절제술 단독시행도 치료결과가 유사하나, 부갑상선 전절제술 단독시행은 재발율에 있어서 좋은 결과를 보여주고 있지만, 비타민D와 경구 칼슘제제를 계속 복용해야 하는 부작용이 따른다.(4,15) 이번 연구에서는 수술 중 급속 부갑상선 호르몬(ioPTH) 감소량 측정을 부갑상선 전절제술과 전완부 자가이식술에서 시행하였다.

부갑상선 아전절제술은 부갑상선을 모두 확인한 후 가장 정상에 가까우며, 크기가 작은 부갑상선을 혈액 공급이 손상되지 않도록 하면서 40~60 mg을 남기는 수술이며 수술 후 재발시 다시 경부 수술을 시행해야 하는 어려움이 있지만 재발율은 8% 정도로 알려져 있다.(4)

부갑상선 전절제술 및 전완부 자가이식 수술은 부갑상선

발견 시 모두 제거한 후 가장 정상에 가깝고 작은 부갑상선의 일부를 1 mm 조각으로 만들어 전완부에 이식하는 것으로 아전절제술에 비해 소양증 및 근육약화와 같은 임상증상 호전이 좋고, 골밀도 회복이 높았고, 재수술율이 적었다고 한다.(18) 그러나 두 가지 수술에 대한 비교에서는 모든 수술이 2~8%의 유사한 재발률을 보여 부갑상선 수술 원칙에 충실하면 어떤 방법을 시행하든 동일한 결과를 나타낸다고 하겠다.(4,15)

수술 중 급속 부갑상선 호르몬 측정법은 수술 후 혈중 칼슘치와 95% 일치하는 것으로 알려져 있으며,(19) 이와 수술 전 병변의 위치 확인이 동반될 경우 다병변 미확인 가능성, 수술 시간, 잠재적 수술 합병증 발생 등의 감소를 가져올 수 있어서 최소 절개, 최소 침습적인 수술을 가능하게 하고 이의 결과가 표준 수술과 동등하거나 비용적, 효율적으로 도와주는 방법이 되고 있다.(7,20) 또한, 수술 후 재발 혹은 수술 실패로 인한 부갑상선 기능항진증으로 5~12% 정도의 환자가 재수술을 시행 받는다. 이는 4개 이상의 부갑상선이 있을 경우, 부갑상선의 완전 절제가 이루어지지 않은 경우, 남겨진 부갑상선 조직이 증식하는 경우 등이 원인이 된다.(5,15,16,21,22) 이와 같은 재발 혹은 수술 실패로 인한 부갑상선 기능항진증에서도 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 측정법을 이용하여 병변의 위치 확인 및 완전 병변 절제 시행에 있어서도 의미가 있다고 한다.(21,22)

수술 중 급속 부갑상선 호르몬 결과는 수술 시작 전 마취 유도 후, 부갑상선 절제 5분 후, 10분 후에 측정하여 처음 측정치의 50% 이상 감소가 확인되면 성공적 부갑상선 절제가 이루어지고, 수술결과 또한 통계적으로 의미 있을 것으로 판단한다(Miami criterion).(5,12,13,15,16,20,22-24) 그러나, 이차성 부갑상선 기능 항진증 환자에 비해 수술 시행 후 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소변화는 정상 신장 기능을 가진 환자에서 변화량이 감소한다고 보고되었다.(5,24,25) 이는 신부전 환자에서 부갑상선 호르몬의 반감기가 증가하기 때문이다(신부전; 6.6분 vs 정상 신장 기능; 2.2분). 하지만, 이러한 현상은 부갑상선 호르몬 대사가 환자마다 다양할 수 있고, 수술 전 부갑상선 호르몬과 더 큰 관계가 있으며, 일차성 갑상선 질환에서도 찾아볼 수 있다.(5,24-27) 따라서, 이번 연구에서는 수술 후 5분과 10분이 아닌 20분 후의 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소량을 측정하였다. 물론, 5분, 10분 후의 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소가 이차성 부갑상선 기능 항진증 환자에서 의미가 없다고 할 수 없다.(13-15) 마취 유도 후와 10분 후 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소량, 30분 후의 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소량은 수술 성공률과 밀접한 관계가 있다고 밝혀졌기 때문이다.(13,15,16) 또한, 수술 30분, 40분 경과 후 측정한 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소량도 이차성 부갑상선 기능 항진증 수술에서는 의미가 있다는 보고가 있다.(5,13)

이번 연구에서 부갑상선 기능 항진증 환자의 부갑상선 절제술 시행 6개월 후 부갑상선 호르몬, 칼슘 수치를 측정하여 수술 성공 여부를 조사하였다. 부갑상선 기능 항진증 환자의 부갑상선절제술 시행 후 장기간 성공률에 대한 연구에서 5년간 매년 부갑상선 호르몬을 측정한 결과 부갑상선 호르몬 정상 범위에서 상승한 소견이 1회라도 있는 환자 중에서 첫 1년의 상승 빈도가 가장 높은 것으로 보고되었다.(23) 이는 수술 후 경과 기간이 지날수록 부갑상선 호르몬의 큰 감소가 나타날 가능성은 적지만, 경과 기간이 길수록 부갑상선 호르몬의 정상으로의 변화가 가능하며(단, 성공적 절제가 이루어졌을 경우), 6개월을 기준으로 수술 실패를 단정짓기는 어렵다는 것을 보여준다. 그러므로, 장기간의 부갑상선 호르몬 측정으로 수술 성공 여부를 확인하는 것이 필요하다. 또한, 칼슘은 9.0~10.5 mg/dl을 정상 수치로 간주하였을 때, 11명의 환자가 저칼슘혈증을 보였다. 수술 후 20~85%에서 저칼슘혈증이 발생하고, 이는 수술 전 골병변이 심하거나 혈중 알카라인 포스파타아제가 높은 환자에서 흔하다.(4) 칼슘과 인산염의 장기적 관찰도 필요할 것이다.

최근까지 이차성 부갑상선 기능 항진증 수술에서의 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 측정법이 일차성 부갑상선 기능 항진증 수술에서의 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 측정법만큼 효과가 정립되어있지 않았다.(19,20) 이는 앞서 말한 바와 같이, 신부전에 의한 이차성 부갑상선 기능항진증 환자에서의 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소 변화량이 적다는 데에 기인한 바가 크다.(5,18,25-27) 그리하여, 이차성 부갑상선 기능항진증 환자에서 수술 중 급속 부갑상선 호르몬 감소 변화량이 감소하는 원인 중 하나인 non-(1-84) 부갑상선 호르몬의 영향을 받는 inact 부갑상선 호르몬 측정법과 부갑상선 호르몬을 정확하게 측정할 수 있는 CAP(cyclase activating parathyroid hormone)을 이용한 방법을 비교한 연구에서 수술 후 5, 10, 15분에서의 intact한 부갑상선 호르몬 감소량보다 수술 후 5, 10, 15분에서의 CAP측정에서 더 많은 감소량을 보였다. 일차성 부갑상선 기능항진증 환자에서보다 신성 부갑상선 기능 항진증 환자에서는 non-(1-84) 부갑상선 호르몬의 양이 더 증가한 상태여서 CAP 측정이 보다 정확한 진단 방법이며, CAP측정결과는 부갑상선 호르몬 감소시간이 빠르고, 이에 따라 감소 변화량도 더 크다고 알려져 있다. 이는 CAP를 이용하여 이차성 부갑상선 기능 항진증에서의 부갑상선 절제 수술을 시행하는 것이 수술 시간을 단축하고, 위음성을 감소시켜 더 효과적일 수 있다는 것이다.(5,18,25)

결 론

만성신부전증환자에서 부갑상선 절제술시 수술 중 부갑상선 호르몬 측정방법은 수술의 종결을 결정하는데 유용한

방법이었고, 부갑상선 절제 후 20분의 부갑상선 호르몬 측정치는 부갑상선 호르몬 감소가 92% 이상이라면 충분한 부갑상선 절제가 되었다고 할 수 있겠다. 그러나, 소량의 표본 조사로 인한 한계가 드러났으며, 이를 기준으로 삼을 시 위 음성, 민감도, 수술시간이 증가하며, 특이도, 정확성의 감소가 나타난다. 따라서, 이차성 부갑상선 기능 항진증에서 더욱 효율적인 부갑상선 호르몬 표지자를 이용하여 대량의 표본 조사 및 장기간의 관찰 검사를 시행하는 것이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- Hognestad J, Flatmark A. Hyperparathyroidism in uremia and after kidney transplantation. *Scan J Urol Nephrol Suppl* 1977; 137.
- Lundgren G, Asaba M, Magnusson G, Pieper R, Alveryd A. The role of parathyroidectomy in the treatment of hypercalcemia before and after renal transplantation. *Scan J Urol Nephrol Suppl* 1977;42:149.
- Diethelm AG, Edwards RP, Whelchel JD. The natural history and surgical treatment for hyperparathyroidism associated with renal disease. *Am J Surg* 1990;160:337.
- Sancho JJ, Sitges-Serra A. Surgical approach to secondary hyperparathyroidism. In: Clark OH, Duh QY, Kebebew E, editors. *Textbook of Endocrine Surgery*. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p510-7.
- Lokey J, Pattou F, Mondragon-Sanchez A, Minuto M, Mullineris B, Wamborgue F, et al. Intraoperative decay profile of intact (1~84) parathyroid hormone in surgery for renal hyperparathyroidism-a consecutive series of 80 patients. *Surgery* 2000;128: 1029-34.
- Yamashita H, Cantor T, Uchino S, Watanabe S, Ogawa T, Moriyama T. Sequential changes in plasma intact and whole parathyroid hormone levels during parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism. *World J Surg* 2005;29:169-73.
- Pasieka JL. Surgical approach to secondary hyperparathyroidism. *Prob Gen Surg* 2003;20:61-7.
- Chow KM, Szeto CC, Kum LC, Kwan BCH, Fung TMK, Wong TYH, et al. Improved health-related quality of life and left ventricular hypertrophy among dialysis patients treated with parathyroidectomy. *J Nephrol* 2003;16:878-85.
- Weber T, Zeier M, Hinz U, Markus TS, Büchler W. Impact of intraoperative parathyroid hormone levels on surgical results in patients with renal hyperparathyroidism, *World Journal of Surgery, Official Journal of the International Society of Surgery*, Published online: 11 August 2005.
- Kao PC, van Heerden JA, Grant CS. Clinical performance of parathyroid hormone immunometric assays. *Mayo Clin Proc* 1992;67:637-45.
- Hruska KA, Korkor A, Martin K, Slatopolsky E. Peripheral metabolism of intact parathyroid hormone: role of liver and kidney and the effect of chronic renal failure. *J Clin Invest*. 1981;67:885-92.
- Irvin GL 3rd, Solorzano CC, Carneiro DM. Quick intraoperative parathyroid hormone assay: surgical adjunct to allow limited parathyroidectomy, improve success rate, and predict outcome. *World J Surg* 2004;28:1287-92.
- Chou FF, Lee CH, Chen JB, Hsu KT, Sheen-Chen SM. Intraoperative parathyroid hormone measurement in patients with secondary hyperparathyroidism, *Arch Surg* 2002;137:41-344.
- Yamashita H, Gao P, Cantor T. Comparison of parathyroid hormone levels from the intact and whole parathyroid hormone assays after parathyroidectomy for primary and secondary hyperparathyroidism. *Surgery* 2004;135:149-56.
- 한승혁, 이상철, 강이화, 구영석, 박형천, 노현정 등. 말기 신부전 환자에서 부갑상선 기능항진증으로 외과적 부갑상선 절제술을 시행 받은 환자의 임상적 경과. *대한신장학회지* 2002; 21:108-16.
- Elizondo ME, Di'az-Aguirreitia FJ, Mondarain JA, Vidaur F. Intraoperative monitoring of intact pth in surgery for renal hyperparathyroidism as an indicator of complete parathyroid removal. *World J Surg* 2005;29:1-6.
- Cohen A, Silverberg SJ. Calcimimetics: therapeutic potential in hyperparathyroidism, *Current Opinion in Pharmacology* 2002;2:734-9.
- Rothmund M, Wagner PK, Scharck C. Subtotal parathyroidectomy versus total parathyroidectomy and autotransplantation in secondary hyperparathyroidism: a randomized trial. *World J Surg* 1991;15:745-50.
- Starr FL, DeCresce R, Prinz RA. Normalization of intraoperative parathyroid hormone does not predict normal postoperative parathyroid hormone levels. *Surgery* 2000;128:930-6.
- Seehofer D, Rayes N, Ulrich F, Muller C, Lang M, Neuhaus P. Intraoperative, measurement of intact parathyroid hormone in renal hyperparathyroidism by an inexpensive routine assay. *Langenbeck's Arch Surg* 2001;386: 440-3.
- Chou FF, Lee CH, Chen HY, Chen JB, Hsu KT, Sheen-Chen SM. Persistent and recurrent hyperparathyroidism after total parathyroidectomy with autotransplantation. *Ann Surg* 235, 1:99-104
- George L, Irvin III, Alberto S, Molinari, Cesar Figueroa, Carneiro DM. Improved success rate in reoperative parathyroidectomy with intraoperative PTH assay. *Ann Surg* 229, 6: 874-9.
- Westerdahl J, Lindblom P, Bergenfelz A. Measurement of intraoperative parathyroid hormone predicts long-term operative success. *Arch Surg* 2002;137:186-90.
- Daniel Seehofer, Nada Rayes, Jochen Klupp, Thomas Steinmuller, Frank Ulrich, Christian Muller. Predictive value of intact parathyroid hormone measurement during surgery for

- renal hyperparathyroidism. Langenbecks Arch Surg 2005;390: 222-9.
- 25) Yamashita H, Gao P, Noguchi S, Cantor T, Uchino S, Watanabe S. Role of cyclase activating parathyroid hormone (1- 84 PTH) measurements during parathyroid surgery potential improvement of intraoperative PTH assay. Ann Surg 2002; 236: 105-11.
- 26) Yamashita H, Cantor T, Uchino S, Watanabe S, Ogawa T, Moriyama T. Sequential changes in plasma intact and whole parathyroid hormone levels during parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism. World J Surg 2005;29:169-73.
- 27) Carneiro DM, Solorzano CC, Nader MC, Ramirez M, Irvin GL III, Comparison of intraoperative iPTH assay (QPTH) criteria in guiding parathyroidectomy: Which criterion is the most accurate? Surgery 2003;134:973-81.
-