

위암의 근치적 위절제술 후 생체 전기 임피던스법을 이용한 체성분 변화의 1년간 추적관찰

전북대학교 의과전문대학원 외과학교실

황시은 · 김찬영 · 양두현

목적: 위암의 위절제술 후, 생체전기 임피던스법을 이용하여 1년 동안 체성분 변화를 알아봄으로써 위절제술에 따른 영양, 생리학적 연구의 기초 자료로 활용하고자 하였다.

대상 및 방법: 2003년 11월부터 2004년 11월까지 위암으로 근치적 위절제술을 시행 받고, 본 연구에 사전 동의를 해 준 98명을 대상으로 생체 전기 임피던스법(Inbody 4.0, Biospace, Korea)을 이용하여 간단한 임상적 지표에 따른 변화를 알아보았다.

결과: 체중은 술 후 1개월까지 6.7%, 6개월까지 9.4%의 감소를 보인다($P < 0.01$). 체지방량은 1개월까지 4.9%의 감소를 보이고 이후에는 변화하지 않았다($P < 0.01$). 체지방량과 내장지방은 6개월 동안 24.3%, 14.1%의 감소를 보였다($P < 0.01$). 여자가 남자에 비해 체중, 체지방량, 내장지방의 감소가 많았다($P < 0.05$). 병기 III-IV기 환자가 I기에 비해 부종지수가 높게 나타났다($P < 0.05$). Billroth I, II와 Esophagojejunostomy에 따른 유의한 차이는 체지방량으로 12개월 때 감소비율이 각각 27.6%, 22.1%, 41.2%이었다($P < 0.05$).

결론: 위절제 후의 부족한 영양 섭취와 체중 감소의 개선은 삶의 질과 관계되므로 영양, 생리학적 연구의 관심이 필요하다. 체성분 분석에 있어서 생체전기 임피던스법은 유용하게 사용될 수가 있었고 본 결과가 향후 위 절제와 관련된 영양생리학적 연구에 응용되기를 희망한다.

중심 단어: 위암, 위절제, 체성분, 생체전기임피던스법

서 론

다른 소화기관 수술과 달리 위절제술은 조기 포만과 식욕 감퇴로 인한 식이 감소, 위산 분비의 감소, 췌장효소 분비 감소로 인한 지방 흡수 장애, 역류성 식도염, 장내 세균총의 변화, 장운동의 항진, 설사 등의 복잡한 소화기관의 생리적 변화를 동반한다. 이런 이유로 오랜 기간 반기아상태에 있게 되어 체중은 급격히 감소하고 또한 오랜 기간 회복하지

방 법

2003년 11월부터 2004년 11월까지 본원 외과에서 위암으로 근치 가능한 위 절제술을 시행 받은 환자는 174명이었다(1기;122명, 2기;27명, 3기;20명, 4기;5명). 이들 중 본 연구에 대해 사전 동의를 해준 환자는 103명이었다(1기;78명, 2기;11명, 3기;10명, 4기;4명). 추적 기간 동안에 재발된 환자 3명과 연락이 두절된 2명을 제외한 98명을 연구 대상으로 하였다. 모든 환자에서 검사 시기는 수술 전, 수술 후 1개월, 2개월, 6개월, 12개월에 시행하였고, 체성분 측정에는 생체 전기 임피던스법(Inbody 4.0, Biospace, Korea)을 이용하였다. 측정을 위하여 환자는 가벼운 환의를 입도록 하여 옷의 무게를 최소화하였고 검사자는 측정 오차를 피하기 위하여 한 사람이 시행하였다.

위절제의 범위는 병소가 위의 중, 하부에 위치하였을 경

책임저자: 양두현, 전주시 덕진구 금암동 634-18
전북대학교 의과전문대학원 외과학교실, 561-180
Tel: 063-250-1570, Fax: 063-271-6197
E-mail: ydh@chonbuk.ac.kr

접수일: 2007년 8월 28일, 게재승인일: 2007년 10월 18일
본 논문의 요지는 2005년 대한외과학회 추계학술대회에서 구연되었음.

Table 1. Preoperative body compositions of stomach cancer patients by bioelectrical impedance analysis

	Total (n=98)	Sex		Stage		Anastomotic Method		
		M (n=72)	F (n=26)	I&II (n=87)	III&IV (n=11)	B-I (n=25)	B-II (n=67)	E-J (n=6)
Weight (kg)	63.3±10.4	65.5 [†] ±0.4	57.4±8.2	64.3*±10.4	55.9±7.0	65.1±13.0	61.5±9.0	63.3±8.4
BMI (kg/m ²)	23.7±3.0	23.5±3.1	24.2±2.9	24.0*±3.0	21.7±2.3	24.4±2.4	23.5±3.3	23.3±2.5
FFM (kg)	48.8±9.0	52.0 [†] ±7.6	39.8±5.6	49.5*±8.9	42.9±7.1	51.1±11.3	47.2±7.7	49.1±6.3
FM (kg)	14.5±5.0	13.5 [†] ±4.7	17.5±4.6	14.7±5.0	13.0±4.8	15.0±3.4	14.4±5.6	14.2±3.6
VFA	101.6±21.2	106.3 [†] ±88.7	88.9±19.3	102.5±21.1	94.4±21.5	106.6±25.9	99.6±19.4	104.0±18.7
EI	0.343±0.010	0.342±0.011	0.346±0.009	0.342*±0.010	0.349±0.011	0.342±0.011	0.342±0.010	0.349±0.018

P<0.05; [†]P<0.01 by ANOVA or t-test. BMI = body mass index (kg/m²); FFM = fat free mass (kg); FM = fat mass (kg); VFA = visceral fat area; EI = edema index (extracellular water/total body water); B-I = Billroth I anastomosis; B-II = Billroth II anastomosis; E-J = Roux-en-Y esophageojejunostomy.

우에는 위 부분절제, 상부에 위치하였을 경우에는 전절제술을 시행하였고, 병소의 위치에 따른 D1+β (7, 8a, 9번) 또는 D2 이상의 림프절을 청소하였다. 문합 방법으로 위십이지장 문합술(Billroth I, B-I)은 흡수성 봉합사를 이용한 손봉합, 위공장 문합술(Billroth II, B-II)은 전결장위치 연동문합의 방법으로 흡수성 봉합사를 이용한 손봉합을 하였고, 전 절제시에는 루와이식 식도공장문합(Roux en Y Esophageojejunostomy, E-J)을 기계문합으로 시행하였다.

수술 후 항암요법은 모든 환자에서 시행하였는데 I-II병기 환자는 경구용 항암제(5-FU)를 1년 6개월간 복용하고, III-IV병기 환자는 4~6개월 기간의 정주용 항암제를 투여하였다. 정주용 항암제의 종류로는 FAM (5-FU+adriamycin+mitomycin)을 투여받은 환자 7명, FP (5-FU+cisplatin) 항암제는 3명, capecitabin+cisplatin 항암제 환자 2명과, taxotere+cisplatin 투여환자 2명이었다.

생체 전기 임피던스법을 이용하여 측정된 체성분의 요소는 체중, 체질량지수(Body Mass Index, BMI), 제지방량(Fat Free Mass, FFM), 체지방량(Fat Mass, FM), 내장지방량(Visceral Fat Area, VFA), 부종지수(Edema Index, EI)였다. 전체 환자의 체성분 변화와 임상적 특징 중 성별, 문합 방법, 병기(I-II기와 III-IV기)에 따른 변화를 알아보았다. 측정값은 수술 전 측정치에 대한 비율(%)±표준편차로 표시하였고, 일부는 측정값±표준편차를 표시하였다.

통계적 검증을 위하여 윈도우용 통계패키지인 SPSS (version 14.0 for windows, Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 평균치 비교는 Student's t-test, ANOVA를 사용하였으며, 일정한 시간간격의 연속된 측정치의 비교는 반복측정 ANOVA를 사용하였다. 유의수준은 95% 신뢰수준에서 P value 0.05 미만이면 의미 있는 것으로 하였다.

결 과

1) 환자의 특징

전체 98명 중 남자 72명(73.5%) 여자 26명(26.5%)이었고 I-II기 환자는 87명(1기;76명, 2기;11명), III-IV기 환자는 11명(3기;8명, 4기;3명)이었으며 평균연령은 59.0세(±10.3, 범위;36-81세)이었다. 위절제와 문합은 부분절제가 91명(B-I; 25명, B-II;67명)이고 전 절제는 6명(E-J;6명)이었다. 이들의 체성분은 Table 1과 같다. 남자는 여자에 비해 체중과 제지방량, 내장지방이 많았고 여자는 체지방량이 많았다(P<0.01). I-II기 환자는 III-IV기 환자들에 비해 체중, 체질량지수, 제지방량이 많았고 III-IV기는 부종지수가 높았다(P<0.05). 문합에 따른 차이는 없었다.

2) 12개월의 체성분 변화

12개월 동안의 변화를 수술전과 비교한 비율(%)로 나타냈다(Fig. 1). 체중은 술 후 1개월까지 6.7% (±2.9)의 급격한 감소를 보인다(P<0.01). 이후에도 정도가 둔화되지만 6개월까지 유의하게 9.4% (±4.5) 감소하였다(P<0.01). 제지방량은 1개월까지 4.9% (±3.3)의 감소를 보이고 이후에는 변화하지 않았다(P<0.01). 체지방량과 내장지방은 수술 후 6개월째의 검사치가 24.3% (±14.3), 14.1% (±7.6)의 감소를 보였다(P<0.01). 부종지수는 1, 2개월까지 증가하다가 이후에는 감소하였다(P<0.05).

3) 성별과 체성분 변화

성별에 따른 변화를 Fig. 2로 나타냈다. 여자환자의 감소가 남자에 비해 많았던 요소는 체중, 제지방량, 내장지방이었다(P<0.05). 감소비율은 남녀 각각 12개월 때 체중 8.5% (±5.5), 13.6% (±6.4)이고, 제지방량은 4.5% (±3.8), 6.7% (±6.4)이며, 내장지방은 12.9% (±8.4), 23.7% (±9.7)이었다.

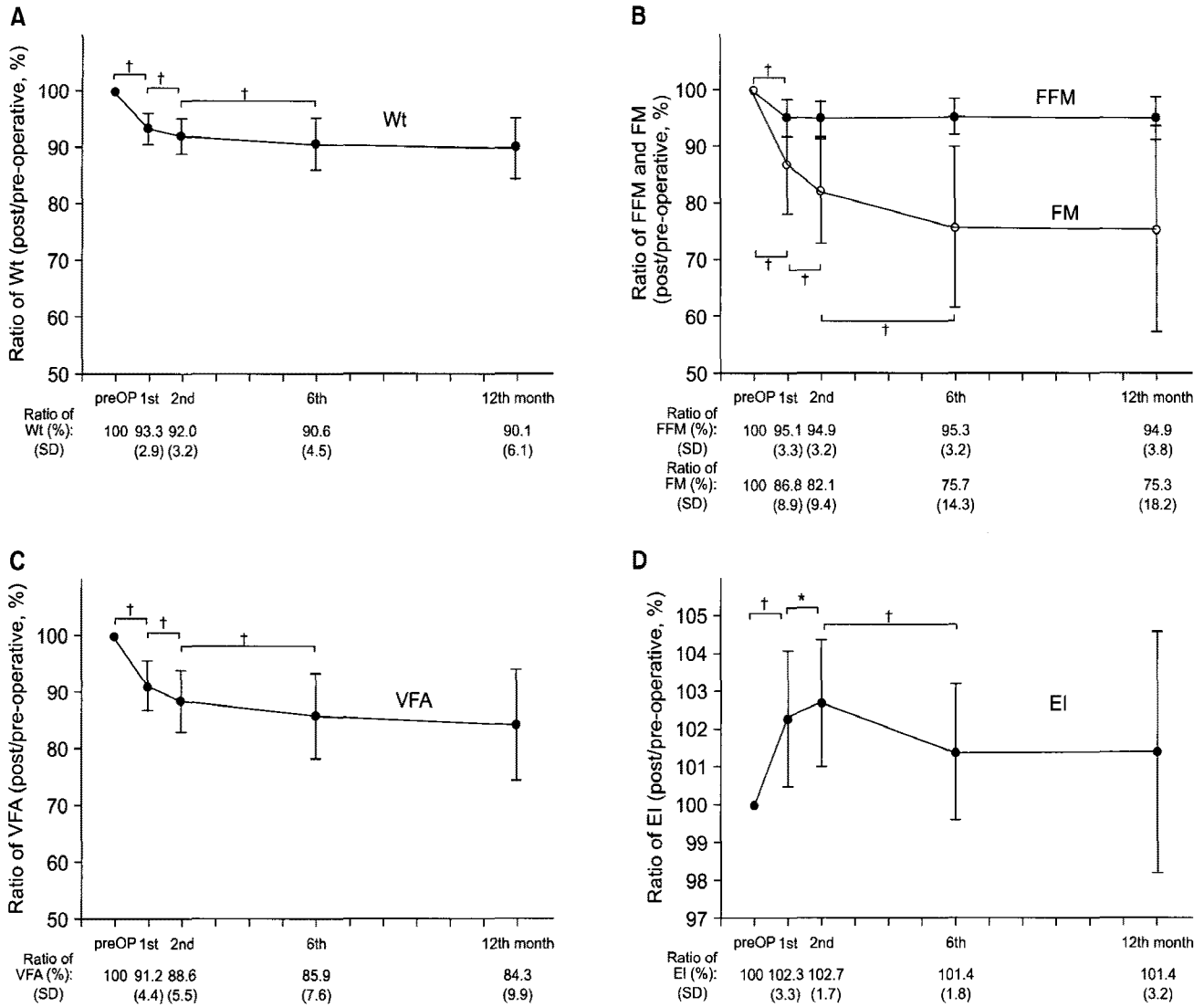


Fig. 1. Change of body compositions after radical gastrectomy during 12 months. (A) Change of weight, (B) changes of fat free mass and fat mass, (C) change of visceral fat area, (D) change of edema index. * P<0.05, †P<0.01 by paired t-test between measured value and previous it. Wt = weight (kg); FFM = fat free mass (kg); FM = fat mass (kg); EI = edema index (extra cellular water/total body water); VFA = visceral fat area.

4) 병기(I-II기, III-I기)와 체성분 변화

병기에 따른 변화를 Fig. 3으로 나타냈다. 차이가 있는 요소는 부종지수로 III-IV기 환자의 부종지수가 I-II기에 비해 높았는데 12개월 때 2.3% (±2.1), 1.1% (±1.8)의 차이를 보였다(P<0.05).

5) 문합방법과 체성분 변화

문합방법에 따른 변화를 Fig. 4로 나타냈다. 세 문합방법 간에 유의한 차이를 보이는 요소는 체지방량으로 B-I, B-II, E-J의 12개월 때 감소비율이 각각 27.6% (±17.4), 22.1% (±18.0), 41.2% (±15.3)이었다(P<0.05). 유의한 차이는 아니었지만 체중과 체지방량과 내장지방의 감소비율에 있어서도 E-J의 평균값은 낮았다. 그러나 E-J변화는 표준편차가

커져 체중인 경우에는 감소비율과 편차가 문합방법에 따라 각각 9.5% (±5.9), 9.4% (±5.8), 14.6% (±10.2)이고, 체지방량은 4.1% (±3.3), 5.3% (±3.3), 6.7% (±9.4)이며, 내장지방은 13.7% (±11.1), 15.0% (±8.9), 23.6% (±14.0)이었다.

고 찰

체성분을 분석하는 방법은 신장-체중 측정(body mass index), 피부두겹집기법(skinfold-thickness), 수중체밀도법(hydrodensitometry), DEXA (dual energy X-ray absorptiometry), 복부전산화단층촬영, 자기공명영상, 생체전기 임피던스법(bioelectrical impedance analysis) 등이 있다. 가장 정확한 검사방법은 수중체밀도법으로 알려져 있으나 매우 번거롭고 피검자의 숙련된 경험이 필요하기 때문에 현재에는 실험실

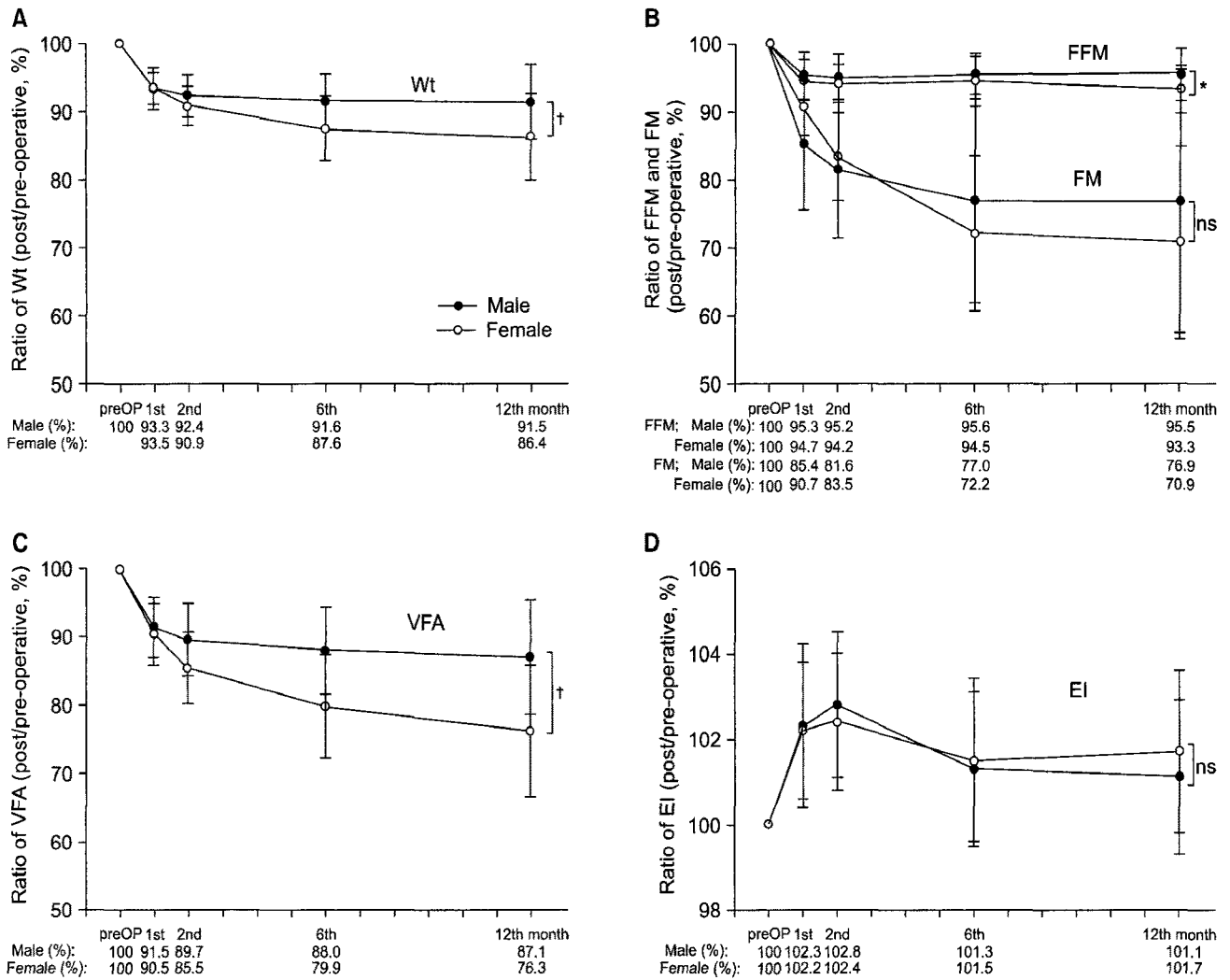


Fig. 2. According to the sex, change of body compositions compared with preoperative value after radical gastrectomy during 12 months. (A) Change of weight, (B) changes of fat free mass and fat mass, (C) change of visceral fat area, (D) change of edema index. *P<0.05, †P<0.01 by paired t-test between measured value and previous it. Wt = weight (kg); FFM = fat free mass (kg); FM = fat mass (kg); EI = edema index (extracellular water/total body water); VFA = visceral fat area.

에서 사용되는 수준이다. 각각의 검사법마다 장단점이 있으나 비침습적이고, 안전하며, 빠르고, 비교적 정확한 검사법으로 최근에 각광을 받고 있는 방법이 생체전기 임피던스법이다.(6) 생체전기 임피던스법은 인체에 미세한 전류를 통과시켜 체내 저항값을 측정하는 방법이다. 인체의 전극을 접촉시켜 전류를 흘려주면 전류는 주로 체수분을 따라 흐르게 되며 이를 통해 체수분의 부피를 측정할 수 있다. 체수분은 주로 근육에 분포하므로 체수분을 측정하여 체지방량을 산출할 수 있다. 체지방량을 산출하면 체중에서 체지방량을 빼서 체지방량을 구할 수 있다. 이처럼 임피던스법은 체내의 저항값을 기본으로 신체구성 성분의 양을 측정하는 방법이다.(7) 임상적 접근이 용이한 장점 때문에 이미 많은 임상 연구에서 활용되어지고 있다.(8,9) 그러나 생체전기 임피던스법을 이용한 위절제술 후의 체성분의 변화를 관찰한 연구는 많지 않고, 간단하지만 주요한 임상적 지

표에 따른 차이에 따라 위 절제후의 체성분의 변화를 이해하는 일은 영양생리학적 측면의 의의가 있다.

체중감소는 위 절제 후 수개월 이내에 급격하게 일어나서 7~15%의 감소를 보고하고 있다.(1,10) 본 연구에서는 수술 후 1개월 동안 6.7%가 급격히 감소하고 이후 6개월 동안 약 10%까지 유의하게 감소하였고 이후 1년까지는 거의 변화 없이 지속되고 있는 것을 관찰할 수 있었다. 체중 변화의 내용을 보면 단백질의 상태를 나타내는 체지방량이 1개월까지 감소를 보이고 이후에는 증감의 변화가 없이 안정화되고, 체지방량은 6개월 동안 꾸준히 유의하게 감소를 보이고 있어 체중의 감소는 체지방량 감소의 결과임을 알 수가 있다. 이는 계속되는 반기아상태로 인해 충분한 에너지 지원을 공급받지 못하게 되자 체내 지방을 꾸준히 소모하기 때문이다. 일반 수술에서는 음성-양성질소평형(negative-positive nitrogen balance)의 과정을 통해 빠르게 소실된 단백

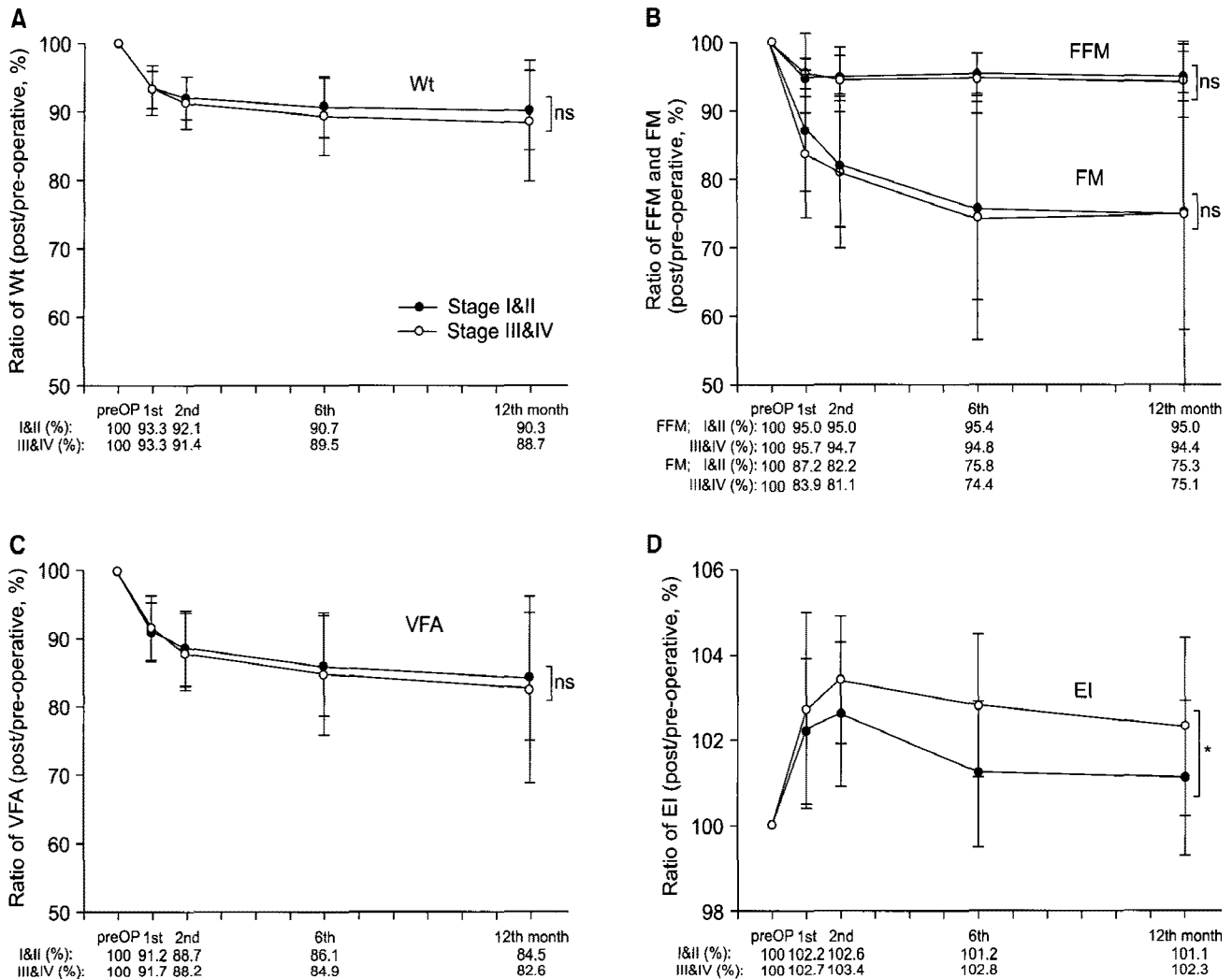


Fig. 3. According to the stage (I&II vs III&IV), change of body compositions compared with preoperative value after radical gastrectomy during 12 months. (A) Change of weight, (B) changes of fat free mass and fat mass, (C) change of visceral fat area, (D) change of edema index. * $P < 0.05$, $^{\dagger}P < 0.01$ by paired t-test between measured value and previous it. Wt = weight (kg); FFM = fat free mass (kg); FM = fat mass (kg); EI = edema index (extracellular water/total body water); VFA = visceral fat area.

질의 양을 회복하지만 위절제후의 계속되는 반기아상태는 1개월까지 소실된 단백질의 양을 이후에도 회복하지 못하게 한다. 그렇지만 1개월 이후에 더 이상의 감소도 일어나지 않는 것은 단백질절약효과(protein sparing effect)의 생리적 보상작용에 의해 부족한 에너지를 단백질 대신 지방에서 얻게 되기 때문이다.

체중의 유지와 조절은 음식물 섭취와 에너지소비량(energy expenditure)의 상호작용과 균형의 결과이다.(11) 체중 변화가 일어나면 변화가 지속되는 걸 막기 위하여 에너지소비량이 변동하는 보상작용이 따른다.(12,13) 즉 위절제 환자들처럼 반기아상태로 인한 체중의 지속적인 감소를 저지하기 위하여 에너지소비량을 감축시켜 필요로 하는 에너지 요구량을 적게 만드는 것이다. 결국 적은 음식물 섭취에 맞게 에너지소비량을 다시 조정하는 것인데 이런 과정을 거쳐서 부족한 에너지를 채우기 위해서 지방을 꾸준히

산화시키던 과정이 6개월 이후에는 안정적인 구성을 유지하게 된다. 물론 점차 꾸준히 증가하는 식이섭취량도 체성분의 균형에 도움을 주기도 한다. 이러한 이유들로 인해 위절제 후에 우려할 만한 단백질량영양 실조(protein-calorie malnutrition)는 잘 일어나지 않는다.(1,14-16)

여자 환자들의 체중 감소가 더 많았는데 어떤 원인에 의해서 이러한 성별의 차이가 있는지는 정확히 알려져 있지 않았다. 원래 체성분의 성별차이는 있어서 여자는 체지방이 적고 체지방이 많지만 내장지방은 남자가 많은 것으로 알려져 있다.(17,18) 본 연구의 결과에서 여자의 체지방의 감소가 보다 많은 것은 식이 섭취량이 남자보다 적었거나 부족한 에너지에 대한 보상 기전이 다를 가능성이 있다고 추측하였다. 그러나 체지방의 감소 차이는 유의하지 않았던 반면, 내장지방량의 감소가 여자에서 두드러진 점을 설명하기는 어려웠다.

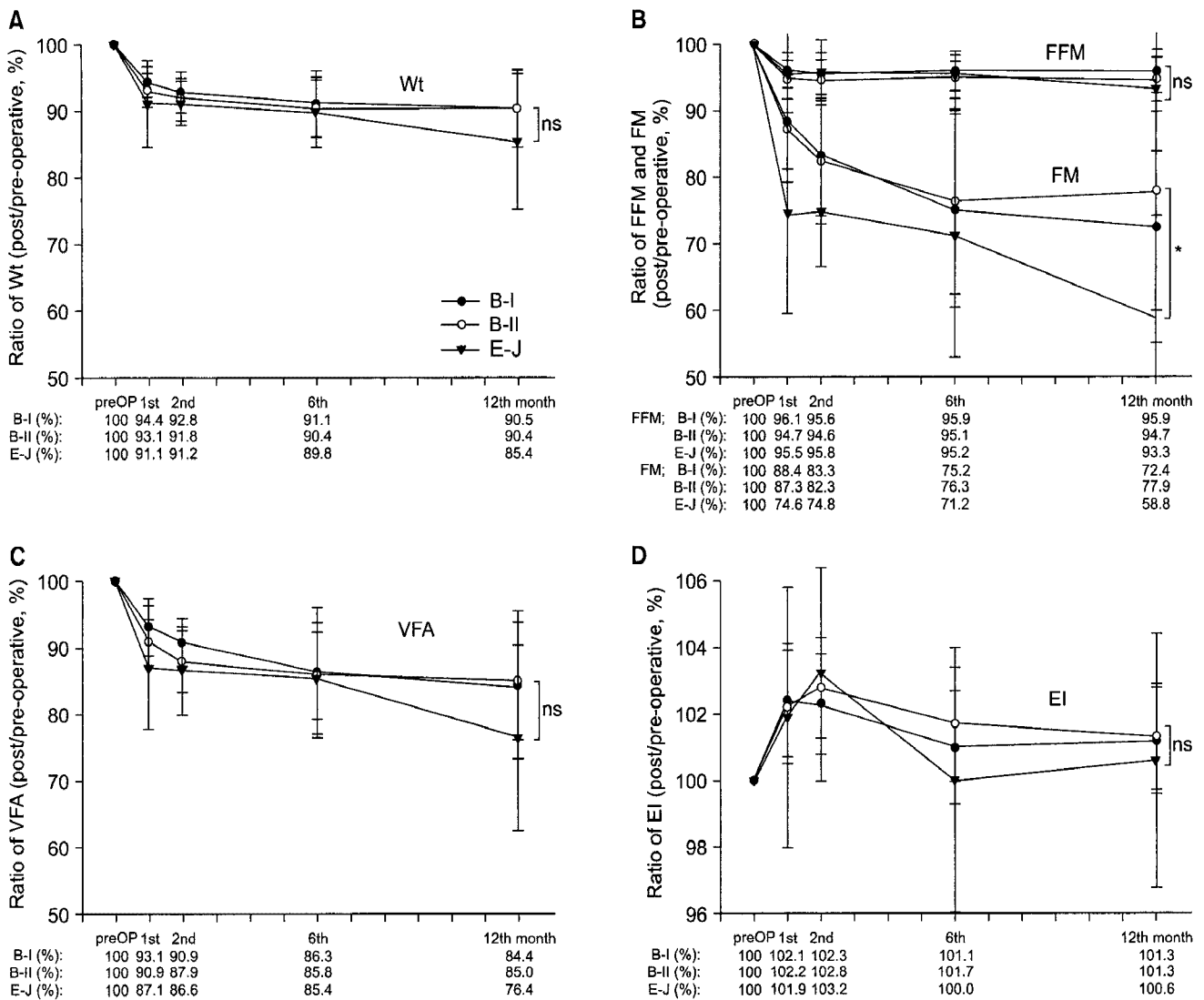


Fig. 4. According to the anastomosis, change of body compositions compared with preoperative value after radical gastrectomy during 12 months. (A) Change of weight, (B) changes of fat free mass and fat mass, (C) change of visceral fat area, (D) change of edema index. * $P < 0.05$, $^{\dagger}P < 0.01$ by paired t-test between measured value and previous it. Wt = weight (kg); FFM = fat free mass (kg); FM = fat mass (kg); EI = edema index (extracellular water/total body water), VFA = visceral fat area; B-I = Billroth I anastomosis; B-II = Billroth II anastomosis; E-J = Roux-en-Y esophagojejunostomy.

다른 임상적 지표에서 병기의 구분이나 문합방법 혹은 절제범위에 따라 체중감소의 차이가 나타나지 않은 점은 흥미로웠다. 저자들은 오심과 구토, 식욕저하를 동반하는 장기간의 항암요법을 투여 받는 III-IV기 환자나 위 전절제술을 받은 환자의 경우에 식이 섭취의 절대량이 현저히 부족할 것으로 예상하였었다. 그러나 예상외의 결과는 불리한 조건임을 인식한 환자와 보호자들의 음식의 종류와 방법에 대해서 많은 노력을 기울인 결과로 짐작하였다. 차이가 있던 체성분의 요소는 부종지수였다. 수술 전 III-IV기 환자의 부종지수는 I-II기에 비해 원래 높았는데 이는 소모성 질환인 암의 임상형태로 생각하였고, 수술 후에도 I-II기에 비해 오랫동안 높게 유지되어 나타나고 있었다. 문합방법에 따른 체중 변화 연구는 많이 시행되어 왔으며, 전통적

인 문합방법 중 Billroth I 술식이 가장 체중의 변화가 적고 루와이식 식도공장문합술의 체중의 변화가 가장 심한 것으로 보고되고 있다.(19,20) 그러나 차이가 유의하지 않다는 보고도 많다.(21-23) 본 연구의 결과는 비록 유의한 차이는 없었지만 루와이식 식도공장문합후의 변화 정도가 다른 두 전통적 문합방법에 비해 체성분 구성요소의 감소량이 많았다. 그러나 변화량의 표준편차가 다른 두 방법에 비해서 많았던 점은 두 방법보다 개개인의 대사적 적응과정이 훨씬 복잡하고 그 결과도 일정하지 않다는 것을 시사하는 것 같다.

근치적 위절제술 후의 전체 환자들과 성별, 병기, 문합방법의 간단한 임상적 지표에 따라 체성분의 변화를 알아 보았는데 6개월에 걸쳐 일어나는 체성분 요소의 감소는 영양생리학적 관심을 불러일으키기에 충분하다. 비록 단백질

량영양 실조(protein-calorie malnutrition)는 잘 일어나지 않는다고 하지만, 불충분한 영양공급과 이로 인한 체성분의 감소는 적지 않게 환자의 정신적, 신체적 스트레스가 되어 환자나 보호자는 영양섭취의 종류와 방법에 대해 많은 노력을 할애하게 된다. 면역영양학적 측면에서도 과도한 체중의 감소는 피로감, 사회적 활동의 무력감, 면역체계의 약화에 따른 감염의 위험과 암재발까지 초래할 수 있다.(24) 따라서 조기포만감과 식욕감퇴 및 복잡한 기전에 의해 발생되는 불충분한 영양공급을 막기 위해 외과적으로 공장주머니로 위 대치기관을 만든다거나 다양한 문합 방법을 시도하는 등의 노력을 해왔지만 시술이 어렵고 만족할 만한 결과를 낳지 못하였다.(25,26) 오히려 위절제술을 비만치료의 강력한 수단으로 발전하게 되면서 많은 연구자들이 위절제에 수반되는 복잡한 대사과정의 변화를 이해하려고 노력하게 되고, 1999년에는 ghrelin 호르몬의 발견으로 위절제후 대사기전의 연구에 활기를 가져다주었다.(27) 지금은 ghrelin 호르몬이 식욕을 조절하는 중요한 호르몬으로 잘 알려져 있어서 체중의 회복을 위해 심부전환자를 대상으로 한 임상적 활용의 보고도 나오고 있다.(28) 그 이외의 동물실험에서는 콜레시스토키닌, 세로토닌 같은 장호르몬에 대한 길항제 투여로 위절제후의 체중의 증가를 보고하고 있다.(29,30)

결 론

위 절제 후 체중의 감소는 당연한 결과로 받아들여져 의료진이 관심을 기울이지 않는 면도 있다. 조기 위암이 증가하고 장기 생존율이 증가하면서 이에 따른 삶의 질을 높이기 위해 많은 연구와 노력이 기울여지고 있는 요즘, 부족한 영양 섭취와 체중의 감소를 개선하려는 연구는 중요하고 필요한 부분이다. 특히 III, IV기 환자나 위 전절제술 환자의 경우에 영양학적인 관심이 보다 더 필요한 부분이다. 아쉽게도 본 연구에서는 조사된 III, IV기, 위 전절제술 대상 환자수가 작아서 결과를 충분히 설명하지 못한 한계를 가진다.

본 연구는 비록 간단한 임상지표를 통해 체성분의 변화를 1년간 추적한 결과이지만, 체성분 분석을 비침습적이고, 안전하며, 빠르고, 비교적 정확한 검사법으로 최근에 각광을 받고 있는 생체전기 임피던스법으로 유용하게 측정하였고, 본 연구의 결과가 향후 위 절제와 관련된 영양생리학적 연구에 활용될 수 있기를 희망한다.

REFERENCES

- Bae JM, Park JW, Yang HK, Kim JP. Nutritional status of gastric cancer patients after total gastrectomy. *World J Surg* 1998;22:254-260.
- Adachi S, Takeda T, Fukao K. Evaluation of esophageal bile reflux after total gastrectomy by gastrointestinal and hepatobiliary dual scintigraphy. *Surg Today* 1999;29:301-306.
- Armbrecht U, Lundell L, Stockbrugger RW. Nutrient malabsorption after total gastrectomy and possible intervention. *Digestion* 1987;37(Suppl 1):56-60.
- Iesato H, Ohya T, Ohwada S, Itagaki S, Yokomori T, Morishita Y. Jejunal pouch interposition with an antiperistaltic conduit as a pyloric ring substitute after standard distal gastrectomy: a comparison with the use of an isoperistaltic conduit. *Hepatogastroenterology* 2000;47:756-760.
- Armbrecht U, Lundell L, Lindstedt G, Stockbrugger RW. Causes of malabsorption after total gastrectomy with Roux-en-Y reconstruction. *Acta Chir Scand* 1988;154:37-41.
- Lorenzo AD, Andreoli A. Segmental bioelectrical impedance analysis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003;6:551-555.
- Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969;27:531-534.
- Kiyama T, Mizutani T, Okuda T, Fujita I, Tokunaga A, Tajiri T, Barbul A. Postoperative changes in body composition after gastrectomy. *J Gastrointest Surg* 2005;9:313-319.
- Hanaki N, Ishikawa M, Nishioka M, Kashiwagi Y, Miki H, Miyake H, Tashiro S. Bioelectrical impedance analysis to assess changes in body water compartments after digestive surgery. *Hepatogastroenterology* 2006;53:723-729.
- Takahashi S, Maeta M, Mizusawa K, Kaneko T, Naka T, Ashida K, et al. Long-term postoperative analysis of nutritional status after limited gastrectomy for early gastric cancer. *Hepatogastroenterology* 1998;45:889-894.
- Keeseey RE, Corbett SW. Metabolic defense of the body weight set-point. *Res Publ Assoc Res Nerv Dis* 1984;62:87-96.
- Leibel RL, Rosenbaum M, Hirsch J. Changes in energy expenditure resulting from altered body weight. *N Engl J Med* 1995;332:621-628.
- Weyer C, Pratley R, Salbe A, Bogardus C, Ravussin E, Tataranni P. Energy expenditure, fat oxidation, and body weight regulation: a study of metabolic adaptation to long-term weight change. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85:1087-1094.
- Bozzetti F, Ravera E, Cozzaglio L, Dossena G, Agradi E, Bonfanti G, et al. Comparison of nutritional status after total or subtotal gastrectomy. *Nutrition* 1990;6:371-375.
- Curran FT, Hill GL. Failure of nutritional recovery after total gastrectomy. *Br J Surg* 1990;77:1015-1017.
- Staelvon HC, Ibrahimbegovic E, Walther B, Akesson B. Nutrient intake and biochemical markers of nutritional status during long-term follow-up after total and partial gastrectomy. *Eur J Clin Nutr* 1992;46:265-272.
- Paul DR, Novotny JA, Rumpler WV. Effects of the interaction of sex and food intake on the relation between energy expenditure and body composition. *Am J Clin Nutr* 2004;79:385-389.

18. Tershakovec AM, Kuppler KM, Zemel B, Stallings VA. Age, sex, ethnicity, body composition, and resting energy expenditure of obese African American and white children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 2002;75:867-871.
19. Mellstrom D, Rundgren A. Long-term effects after partial gastrectomy in elderly men. A longitudinal population study of men between 70 and 75 years of age. *Scand J Gastroenterol* 1982;17:433-439.
20. Thomas WE, Thompson MH, Williamson RC. The long-term outcome of Billroth I partial gastrectomy for benign gastric ulcer. *Ann Surg* 1982;195:189-195.
21. Liedman B, Andersson H, Berglund B, Bosaeus I. Food intake after gastrectomy for gastric carcinoma: the role of a gastric reservoir. *Br J Surg* 1996;83:1138-1143.
22. Fuchs KH, Thiede A, Engemann R, Deltz E, Stremme O, Hamelmann R. Reconstruction of the food passage after total gastrectomy: a randomised trial. *World J Surg* 1995;19:698-705.
23. Liedman B, Andersson H, Bosaeus I, Hugosson I, Lundell L. Changes in body composition after gastrectomy: results of a controlled, prospective clinical trial. *World J Surg* 1997;21:416-420.
24. Tsuburaya A, Noguchi Y, Yoshikawa T, Nomura K, Fukuzawa K, Makino T, et al. Long-term effect of radical gastrectomy on nutrition and immunity. *Surg Today* 1993;23:320-324.
25. Kim W, Jeon HM, Hur H, Lee JH, Won JM. Jejunal pouch interposition (JPI) after distal gastrectomy in patients with gastric cancer. *J Korean Gastric Cancer Assoc* 2004;4:242-251.
26. Noh SM, Bae JS, Jeong HY, Lee BS, Cho JS, Shin KS, Song KS, Lee TY. Jejunal interposition after total gastrectomy. *J Korean Gastric Cancer Assoc* 2001;1:210-214.
27. Kojima M, Hosoda H, Date Y, Nakazato M, Matsuo H, Kangawa K. Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach. *Nature* 1999;402:656-660.
28. Nagaya N, Miyatake K, Uematsu M, Oya H, Shimizu W, Hosoda H, et al. Hemodynamic, renal, and hormonal effects of ghrelin infusion in patients with chronic heart failure. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:5854-5859.
29. Zittel TT, Glatzle J, Weimar T, Kless S, Becker HD, Jehle EC. Serotonin receptor blockade increases food intake and body weight after total gastrectomy in rats. *J Surg Res* 2002;106:273-281.
30. Zittel TT, Elm BV, Teichmann RK, Becker HD, Raybould HE. Cholecystokinin inhibits food intake at a peripheral extragastric site. *Ann NY Acad Sci* 1994;713:431-434.

= Abstract =

Changes in Body Composition after a Radical Gastrectomy for a Gastric Adenocarcinoma using Bioelectrical Impedance Analysis during the First Year following Surgery

Si Eun Hwang, M.D., Ph.D., Chan Young Kim, M.D. and Doo Hyun Yang, M.D.

Department of Surgery, Chonbuk National University Medical School, Jeonju, Korea

Purpose: We have evaluated changes of body composition for patients that underwent a radical gastrectomy for stomach cancer by the use of available bioelectrical impedance analysis during the first year following surgery. We plan to utilize these findings in nutritional and physiological studies.

Materials and Methods: We evaluated clinical changes in body composition in patients using the bioelectrical impedance method (Inbody 4.0, Biospace, Korea), between November 2003 to November 2004. A total of 98 patients agreed to enroll in this study among all of the patients that underwent a radical gastrectomy.

Results: The average weight decreased by 6.7%, and 9.4%, within the first and 6 months after surgery, respectively ($P < 0.01$). The fat free mass (FFM) dropped by 4.9% within the first month and there were no more changes after this period ($P < 0.01$). The fat mass (FM) and visceral fat area (VFA) decreased 24.3% and 14.1% within the first 6 months ($P < 0.01$), respectively. The reduction effects for female patients were greater than for male patients for weight, FFM and VFA ($P < 0.05$). The edema index was higher in patients with stage III-IV disease than in patients with stage I-II disease ($P < 0.05$). There were significant differences for Billroth I and Billroth II patients as compared to patients that underwent an esophagojejunostomy for a reduction of the FM, as measured in the in the 12th month after surgery (27.6%, 22.1%, and 41.2%, respectively; $P < 0.05$).

Conclusion: Since nutritional supplementation and an improvement in body weight loss after a radical gastrectomy is significantly related with quality of life, nutritional and physiological studies should be greatly considered. In this study, bioelectrical impedance analysis was very useful in analyzing the diminution of body composition and we hope this study on the nutritional and physiological aspects related to a radical gastrectomy will be useful for later studies. (J Korean Gastric Cancer Assoc 2007;7:228-236)

Key Words: Stomach cancer, Gastrectomy, Body composition, Bioelectrical impedance analysis