

비복근으로 가는 경골 신경의 운동 신경분지의 변이에 대한 해부학적 고찰

최재구·강창균·고기석*·김준범·신동혁·김순흠

건국대학교 의과대학 성형외과학교실, 해부학교실*

For the contouring of calves, several surgical methods such as liposuction, resection of gastrocnemius muscle through selective neurotomy of motor nerve branch, have been introduced. It is impossible that calves are contoured by liposuction in case of muscular hypertrophy. It means that the contouring of calves, both the subcutaneous fat and underlying muscles resection method is very effective and has demonstrated satisfactory results. But this method is very invasive technique with notable scar. Also its major complications are injury of sural nerve and redundant skin as a result. On the other hand, denervation atrophy of gastrocnemius by selective neurotomy is less invasive, but it has been far less effective than muscle resection method. This study was performed to find out the causes of this dissatisfactory results of selective neurotomy based on experience of dissection of 42 popliteal fossae of 18 cadavers and 3 patients. The types and numbers of branching of motor nerves of tibial nerve to gastrocnemius were investigated and the results are as follows:

Among the 42 popliteal fossae, 31(74%) of medial heads and 33(79%) of lateral heads were innervated by single motor nerve branch, and 11 of medial heads and 9 of lateral heads were innervated by 2 motor nerve branches. We could classify the latter into 2 types: the one was initially single branch and then bifurcated (10 medial heads and 6 lateral heads), the other was initially two branched (1 medial head and 3 lateral heads). In case that 2 motor nerves were initially branched, the mean distance between the branching points on the tibial nerve was 4.6 mm. In cases that medial and lateral heads were innervated by 2 motor nerves, the mean distance between the entrances was 8.2 mm, and this estimate represented just two-dimensional value. The motor nerves that entered more distally run beneath the gastrocnemius and these patterns can be taken for the motor nerves of soleus. Among the 18 cadavers and 3 patients, the same branching pattern of motor nerve between right and left was found in only 4 cadavers.

The results of the calf contouring with selective neurotomy have been so far disappointing. On the basis of knowledge about anatomical variation of motor branching pattern to gastrocnemius, the results can be improved if the procedures are performed more precisely.

Key Words: Gastrocnemius, Motor nerve branch, Tibial nerve

Anatomical Study of the Variations of Motor Branches of Tibial Nerve to Gastrocnemius Muscle

Jai Koo Choi, M.D., Chang Kyun Kang, M.D.,
Ki Suk Ko, M.D.*, Joon Buhm Kim, M.D.,
Dong Hyuk Sinn, M.D., Sun Heum Kim, M.D.

Department of Plastic & Reconstructive
Surgery, Anatomy*, College of Medicine,
Konkuk University, Chungju, Korea

* 본 논문은 제 48차 대한성형외과학회
춘계학술대회에서 포스터 전시되었음.

Address Correspondence : Jai Koo Choi,
M.D., Department of Plastic and Reconstructive
Surgery, Choongju Hospital, Kon Kuk Medical
Center, 620-5 Kyohyeun-Dong, Chungju,
Chungcheonbuk 380-704, Korea.
Tel: 043) 840-8266 / Fax: 043) 844-8283 /
E-mail: jkchoi@kku.ac.kr

I. 서 론

아름다운 외모는 남녀노소 불문하고 모든 인간이 추구하는 기본적인 욕망이다. 하지만 이러한 아름다움의 표현방식은 시대적, 지역적 관습에 따라 조금씩 다르게 변화해 왔다. 특히 여성의 경우 근대화 이전엔 옷속에 감추어 두었던 부분들에 대한 적절한 노출을 통해 더욱 여성다운 아름다움을 추구하고자 하는 것이 현재 경향이고 이에 따라 동서양을 막론하고 곧고 길게 뻗은 다리가 아름다움의 기본요건으로 확립되게 되었고 이를 원하는 여성들을 위한 대퇴부(thigh)와 하퇴부(calf)의 윤곽교정술도 시행착오와 함께 많은 발전이 있었다. 지방흡입술(liposuction)을 비롯하여 직접적인 근육절제(muscle resection), 신경절단(neurotomy)을 통한 근육퇴축술(denervation atrophy) 등 여러 방법들이 실제 임상적으로 적용되고 있으나 각각의 장단점이 있고 적응증이 달라 각별한 선택기준을 두어야 한다. 특히 비복근(gastrocnemius)의 비후(hypertrophy)에 대한 윤곽교정은 지방흡입술로는 교정이 불가능하다. 따라서 이러한 경우는 근육절제술이나 신경절단을 통한 근육퇴축을 시행해야 하는데 전자는 비교적 만족스러운 결과를 얻었다는 보고가 있었으나 반면에 후자의 경우, 상당한 기대와는 달리 실망스러운 결과에 대한 보고만이 더러 있을 뿐이고 아직 그 원인에 대해서는 정확한 해명이 없는 상태다. 이에 저자들은 신경절단을 통한 비복근 퇴축술의 시술중 절단하고자하는 신경에 대한 전기자극시 나타나는 근육의 반응 및 그 신경분지의 위치가 일정치 않음을 확인하였고 만족스럽지 못한 결과에 대하여 그 원인을 숙고해 본 바 비복근의 내측두 및 외측두로 가는 경골신경(tibial nerve)의 운동신경가지(motor nerve branch)의 해부학적인 변이의 존재가 있을 것이라 추측하였다. 이에 본 연구는 시체의 슬와부(popliteal fossa)를 확인하고 비복근으로 가는 경골 신경 운동분지의 해부학적 유형을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

가. 실험대상

연구재료는 1999년과 2000년 2년에 걸쳐 건국대학교 의과대학 해부학교실에서 실습용으로 사용된 한국인 성인 남자 시체(cadaver) 11구와 여자 시체 7구 등 총 18구의 양측 36개의 슬와부에서의 비복근을 대상으로

하였다. 그리고 실제 3 차례의 신경절단을 통한 하퇴부 교정술에서 관찰되었던 사항도 결과에 같이 포함시켰다. 시체 18구중 4구의 경우 나이가 확인되지 않았고 확인된 14구의 나이는 최저 42세 최고 78세 사이에 분포하였고 평균 58.9세 이었다. 수술을 받은 세 명의 환자는 전부 20대 중반의 여자였다.

나. 해부 방법

시체를 복와위(prone position)로 눕히고 슬와부를 완전히 신전 시킨 상태에서 해부를 하였다. 대퇴부와 하퇴부에 걸쳐 배면에 '王'자 형의 각도를 한 뒤 절개를 가하고 근막층으로부터 피부와 피하지방층을 비복신경이 손상당하지 않도록 하면서 거상시켰다. 근위부로부터 대퇴 내측의 반막양근(semimembranosus)과 외측의 대퇴이두근의 원위부로 계속 박리하여 좌골신경이 경골신경과 총비골신경(common peroneal nerve)으로 갈라지는 부위를 확인한 다음, 비복근으로 가는 경골신경의 모든 운동신경가지를 확인하기 위하여 내측과 외측 비복근을 아킬레스건(Achilles tendon) 이행부위로부터 분리하여 양쪽으로 벌린 뒤 경골신경을 따라 원위부로 계속 박리 하여 경골신경이 가자미근(soleus)에 운동신경가지를 내고 후경골신경(posterior tibial nerve)이 되는 지점까지 박리하여 관찰하였다(Fig. 1, 2).

다. 측정 방법

다음과 같은 내용들을 관찰하여 측정하였다.

1) 경골신경으로부터 분지 되어 비복근으로 가는 운

동신경가지의 개수와 유형

- 2) 여러 개의 운동신경가지가 서로 분지되는 지점이 다를 경우 분지되는 지점간의 거리
- 3) 좌측다리와 우측다리간의 분지유형의 차이

그리고 부가적으로 족저근(plantar)과 가자미근(soleus)으로 가는 경골신경의 운동신경가지와 비복근(Gastrocnemius)으로 가는 운동신경가지 사이의 교통성(communication)의 존재 여부에 대해서도 관찰하였다. 거리의 측정은 슬관절이 완전히 신전된 상태에서 실시하였고, 직선거리를 버니어캘리퍼스로 측정하여 소수점 첫째자리까지 mm의 단위로 환산하였다.

III. 결 과

전체 42개의 슬와부의 박리 결과 비복근으로 가는 운동신경가지가 하나인 경우는 내측두와 외측두가 각각 31개(74%)와 33개(79%)였고, 두 개인 경우는 내측두가 11개(26%), 외측두가 9개(21%)였으며 그 이상의 운동신경가지가 존재한 경우는 없었다. 운동신경가지가 두 개인 경우는 다시 두 가지의 형태로 구별되었는데, 하나는 운동신경가지가 처음에 경골신경으로부터 분지될 때는 하나로 분지되었다가 이후 다시 두 개의 가지로 갈라지는 경우였고, 다른 하나는 처음부터 두 개의 가지로 분지되는 경우였다. 그래서 전자의 경우는 10개의 내측두와 6개의 외측두에서, 후자의 경우는 1개의 내측두와 3개의 외측두에서 관찰되었다. 전자의 경우 경골신경으로부터 분지점까지의 거리는 최저값 12.5 mm, 최고값 42.3 mm 사이에 분포하였고 평균 25.7 mm이었다.

비복근으로 가는 경골신경의 운동신경가지가 처음부터 두개로 분지되었던 1개의 내측두와 3개의 외측두에서 각각의 가지가 분지되는 지점간 거리의 측정치는 최저값 2.1 mm, 최고값 7.2 mm 사이에 분포하였고 평균 4.6 mm이었다. 이는 표본수가 적어서 통계학적 유의성은 없었다.

비복근으로 가는 운동분지의 유형은 Table III와 같았으며 각각 1개의 분지가 가는 경우가 더 많은 것으로 밝혀졌으며 통계학적 유의성이 있었다(Table III). 왼쪽과 오른쪽간에 운동신경가지의 분지유형이 동일했던 경우는 21례중 4례(19%)로 이는 좌우측 모두 내측두와 외측두 각각 하나의 운동신경가지가 존재하는 유형이었다. 그리고 다른 근육들, 특히 근접하여 위치하는 족저근과 가자미근의 운동신경가지와 비복근의 운동신경

가지 사이의 교통성은 모든 박리례에서 확인할 수 없었다.

IV. 고 찰

안면부 및 체부의 아름다움 뿐만 아니라 곧고 길게 뻗은 다리도 아름다움에 있어 기본 요건이라 할 수 있다. 그러나 근대화 이전 대개 의복으로 몸을 감싸던 시대에는 드러나 보이지 않던 부분들에 대한 미적 관심도는 떨어질 수밖에 없었다. 하지만 근대화와 더불어 의복에도 변화가 초래되고 특히 여성들의 경우 미니스커트의 출현과 함께 적당한 노출은 여성의 아름다움을 표현하는 방법이 되었다. 이러한 흐름은 자연스럽게 아름다운 체부와 하체에 대한 관심을 고조시켰고, 이에 맞추어 성형외과영역도 이 부분에 대한 윤곽술이 더불어 발달하게 되었다. 그러나, 하퇴부에 대해서는 외상이나 선천성 기형 및 질환에 의한 변형에 대한 교정에 대해서는 어느 정도 문헌이 보고되고 있지만, 굵은 하퇴부에 대해서는 지방흡입술에 대한 문헌^{1,2} 정도가 몇 개 있을 뿐, 특별한 보고가 아직 없는 상태이다. 즉 그만큼 미용성형외과 영역에 있어서 아직까지 아름다운 하퇴부의 윤곽을 얻기 위한 확실한 해결책이 제시되지 못하고 있는 실정인 것이다.

1999년 Aiache³에 의하면 하퇴부의 모습은 근육과 지방의 발달 정도와 분포에 의해 결정된다고 하였으며 비복근의 내측두 및 외측두에 의해 종아리의 모습과 윤곽선이 정해지고 가자미근에 의해 전체적인 크기가 정해진다고 하였다. 즉 하퇴부의 윤곽에 대한 교정은 피하지방층과 근육 모두에 관계된 방법이어야 하는 것이다. 하지만 하퇴부에 대해서는 윤곽교정을 위해 Shrudde¹가 1964년 처음으로 적용한 뒤 많은 시도가 있었으나 만족스러운 결과를 보고하는 문헌이 거의 없었다. 1990년 Kiyotaka²도 안면부나 복부에 지방흡입술을 시행하였을 경우 시술 받은 환자들의 80%가 넘는 숫자에서 만족도를 보인 반면 하퇴부에서는 50%밖에 되지 않았다고 보고하였다. 그는 또한 하퇴부에 지방흡입술을 적용시킬 수 있는 경우 피하지방층이 1.5 cm보다 두꺼운 경우에 효과를 얻을 수 있다고 하여 하퇴부에 있어 지방흡입술의 단독 적용만으로는 만족스러운 결과를 얻기가 힘들다는 것을 알 수 있다. 다시 말해 하퇴부의 윤곽교정을 위해서는 피하지방층에 대한 것 뿐만 아니라 근육에 대한 교정이 반드시 함께 이루어

져야 한다는 것이다.

이에 따라 비복근의 용적을 감소시키는 수술이 시도되었고 이를 크게 둘로 나누면 직접 근육을 절제해내는 방법과 신경절단을 통한 근육의 퇴축을 가져오는 방법이다. 근육을 직접 절제하는 방법은 하퇴부의 윤곽을 교정하는데 있어 특히 그 용적을 감소시키는데 있어 무엇보다도 확실한 방법이라 할 수 있다. 1998년 황세휘 등⁴은 근육절제에 대한 지침을 마련하고자 하퇴부의 모양에 대한 통계적인 보고도 하였다. 이러한 근육절제술은 그 결과가 만족스럽다는 것이 아주 매력적이기는 하지만 비복신경의 손상빈도가 높고 또한 갑작스런 하퇴부 용적의 감소로 발생하는 여분의 피부로 인한 부작용 등이 문제시되고 있다.

비복근의 용적은 또한 비복근으로 가는 운동신경을 절단함으로써 감소시킬 수 있는데, 이 역시 온전한 가자미근의 존재 하에 비복근의 기능 상실이 일상생활에 있어 별다른 부작용이 없다는 보고^{5,6}와 신경전도가 차단된 근육은 퇴축하여 그 기능과 용적이 감소한다는 데에 배경을 두고 있으나 그 정도를 예측하기 어려워 임상적으로 적용시키기가 어려웠다. 이러한 선택적인 신경의 절단은 아주 심한 통증의 조절이나 강제에 의한 족부변형(spastic foot)의 치료로 사용되어 왔을 뿐이다. 하지만 1980년 Daniel 등⁷이 압박궤양의 재건에 있어 신경재건을 하지 않은 근육피판을 사용했을 때에 사용된 근육피판의 퇴축률이 25 - 50%라 보고하였고, 토끼를 대상으로 한 실험에서 1992년 Bao⁸가 경골신경을 절단하였을 경우 토끼의 비복근의 용적이 한달 뒤 원래의 47.8%, 세달 뒤에는 40.3%로 감소한다는 보고와 함께 경골신경의 비복근으로 가는 운동신경의 절단에 의한 하퇴부의 윤곽교정에 대한 관심은 심히 고조되었고 더구나 근육절제술에 의한 교정술에서 문제가 되는 비복신경의 손상이나 잉여피부의 부작용도 피할 수 있어 직접 환자에게 적용되기 시작했다. 하지만 처음의 기대와는 달리 그 결과는 참으로 실망적이었고 아직까지 이론과 다른 그 결과에 대하여 이렇다할 해명이 없는 상태이다.

이러한 실망적인 결과에 대한 원인으로는 몇 가지를 생각해 볼 수 있다. 첫째, 불충분한 신경절단이 원인일 수 있다. 시술시 제한된 피부절개를 통해서 비복근으로 가는 운동신경을 확인하고 절제해야 하기 때문에 수술시야에서 확인되지 못한 운동신경으로 인해 근육의 퇴축이 실패할 수 있다. 둘째, 주위의 다른 근육으로

가는 운동신경과 비복근과의 교통성(communication)의 존재 가능성이다. 셋째로는 절단된 신경이나 아니면 주위의 근육으로부터 새로운 신경재생이 이루어져 비복근에 다시 신경전도가 이루어질 가능성이다(neurotization). 이외에도 몇 가지 원인으로 설명될 수 있는 사항이 더 있을 수 있겠으나 본 연구는 수술시 절단할 신경에 자극을 가했을 때 관찰된 근육수축의 범위가 일정치 않았음과 동일인에서도 좌우측 신경위치나 분지의 유형에 차이가 있음을 간파하고 이러한 원인들 가운데 첫째와 둘째로 제시한 해부학적인 측면을 규명하고자 진행되었다.

박리결과를 살펴보면, 비복근으로 가는 경골신경의 운동신경가지는 내측두로 가는 것이 평균 1.3개, 외측두로 가는 것이 평균 1.2개로 11개의 내측두와 9개의 외측두의 경우에서 두 개의 운동신경지가 분지되는 것이 확인되었다. 운동가지가 2개인 경우의 대부분은 처음에 한 개로 분지되었다가 이것이 다시 두 개로 분지되는 유형을 보여주었다. 두 개의 운동신경지가 비복근으로 들어가는 경우 그 두지점 간의 거리는 평균 8.2 mm이었으나 이는 비복근으로 들어가는 모든 운동신경가지를 확인하기 위하여 비복근을 양쪽으로 벌린 뒤 측정된 수치여서 2차원적인 거리에 불과하고 비복근을 제자리에 복귀시킨 후 관찰한 결과 두 개의 운동신경가지 중 좀더 원위부쪽에서 비복근으로 들어가는 가지들의 위치는 거의 비복근과 가자미근이 접하는 부분으로 평면적인 거리는 가깝다 하더라도 실제로 수술을 시행하면서 이런 신경가지들이 비복근으로 들어가는 것을 직접 육안으로 확인한다는 것은 쉽지 않을 것으로 생각된다. 또한 좌우측간의 분지유형은 4구의 시체에서만 좌측과 우측에서 같은 유형을 보여주어 많은 경우에서 좌측과 우측의 비복근으로 가는 운동신경가지의 분지양상이 서로 다를 수 있음을 알 수 있었다. 한편 족저근과 가자미근으로 가는 운동신경가지와 비복근으로 가는 운동신경가지 사이의 연결가지는 찾아볼 수 없었지만 표본이 비교적 적은 편이라 전혀 존재하지 않는다고 단정 내리기는 어려울 것으로 생각된다.

비복근의 운동신경 절단을 통한 하퇴부 윤곽교정술은 대개 슬와부에 작은 절개를 통해 시술되고 따라서 수술시야가 극히 제한된다. 이렇게 좁은 시야 내에서 비복근으로 가는 운동신경가지를 찾는다는 것은 그다지 쉬운 일이 아니다. 더구나 위의 박리 결과에서 보듯이 신경가지가 하나가 아니고 그 이상이면서 깊숙한

위치에서 비복근의 밑으로 주행하는 경우라면 가자미근의 운동신경가지를 절대로 다치게 해서 안 되는 상황에서 수술을 시행하는 의사에게는 막대한 어려움이 아닐 수 없다.

이와 같은 특징적인 해부학적 문제점들을 해결할 수 있는 몇 가지 방법들을 살펴보면, 먼저 신경 자극기(nerve stimulator)의 이용이다. 신경자극기의 장점은 일단 손쉽게 사용할 수 있으면서 적용하는데도 별다른 시간이 걸리지 않는다는 점이다. 하지만 환자에게 전신 마취를 했을 경우, 많은 용량의 근육이완제를 투여한 경우라면 가움성반응을 보일 수 있고, 또한 제한된 수술시야 내에서 신경자극기에 의한 근육의 경축(twitch)이 비복근에서 일어난 것인지 아니면 가자미근에서 일어난 것인지 해석이 어려울 수도 있다. 다른 방법은 비복근이 기시하는 부분으로부터 근위부 약 1/3 정도를 완전히 절제해 내는 방법이 있을 수 있다. 이는 비복근으로 가는 운동신경가지가 근육으로 들어가는 지점이 근육에서 찾아볼 수 없었던 다른 변형이 존재한다면 이 역시 확실한 해결책이 될 수는 없다. 그밖에 부가적인 내시경(endoscopy)의 이용으로 수술시야에서 눈으로 확인할 수 없는 부위에 대한 시각적 보조를 받을 수 있겠다.

이상에서 비복근으로 가는 운동신경가지에 대한 해부학적인 사항과 함께 하퇴부의 윤곽교정을 위해서는 피하지방층에 대한 처치도 중요하지만 무엇보다도 비복근의 형태와 그 용적을 변화시키는 것이 중요하다는 것을 알 수 있었다. 현재 비복근의 윤곽교정을 위해 시술되고 있는 방법 중 근육절제술은 그 효과가 비교적 만족스러워 신경절단을 통한 비복근의 퇴축술보다 많은 횟수로 시행되고 있다. 하지만, 신경절단에 의한 퇴축술이 지니는 장점도 있는데 먼저 짧은 길이의 피부 절개로 시술이 가능하고, 비교적 덜 침습적이고, 짧은

시간에 시술이 가능하고, 비복신경 손상의 발생빈도가 낮고, 잉여피부의 문제가 발생하지 않고, 그밖에 출혈이나 부종 같은 일반적인 합병증의 빈도도 낮다는 것이다. 따라서 신경절단을 통한 비복근 퇴축술이 근육절제술과 비슷한 정도의 결과를 가져올 수 있다면 수술 방법을 결정하는데 있어 선택의 여지가 없어질 것이다. 현재 분명히 보여지는 결과는 근육절제술보다 좋지 않지만 앞선 동물실험에서도 확인되었듯이 운동신경의 절단만 확실하게 할 수 있다면 충분히 만족스러운 결과를 얻을 수 있을 것이고, 이를 위해서는 비복근으로 가는 운동신경가지의 해부학적인 사항을 충분히 숙지하고 임상에 적용해야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

이번의 42개의 슬와부의 박리를 통하여 비복근으로 가는 경골신경의 운동신경가지의 분지형태 및 그 양상에 대하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

각각의 42개의 비복근 내측두와 외측두 중, 31개(74%)의 내측두와 33개(79%)의 외측두에서 하나의 운동신경가지가, 나머지 11개의 내측두와 9개의 외측두에서는 두 개의 운동신경가지가 분포함을 확인하였다. 비복근으로 가는 운동신경가지가 두 개인 20개의 경우(11개의 내측두와 9개의 외측두) 두 가지의 형태가 있었는데, 하나는 운동신경가지가 경골신경으로부터 처음 분지될 때에는 하나의 가지로 분지되었다가 이내 다시 두 개로 분지 되는 경우로 10개의 내측두와 6개의 외측두에서 이러한 유형을 보여주었고, 다른 하나는 경골신경으로부터 분지될 때부터 두 개의 가지로 분지 되는 경우로 한 개의 내측두와 세 개의 외측두에서 이러한 유형을 보여주었다. 비복근으로 가는 운동신경가

지가 경골신경에서 하나로 분지된 후 다시 두 개로 분지되는 경우에 둘째 분지점까지의 거리의 평균거리는 25.7 mm이었다. 비복근으로 가는 운동신경가지가 두 개인 경우 각각의 가지가 근막을 뚫고 근육으로 들어가는 지점 사이의 거리는 평균 8.6 mm 이었다. 하지만, 이 거리는 비복근의 모든 운동신경가지를 확인하고자 비복근을 아킬레스건 부착부위로부터 분리하여 양쪽으로 벌린 상태에서 측정한 것으로 평면적인 거리에 지나지 않고 비복근을 다시 원위치로 복원시킨 뒤 관찰한 결과 두 개의 운동신경가지 중 더 원위부쪽에서 근육으로 들어가는 가지는 비복근의 기시부 심부로 주행하면서 비복근과 가자미근 사이로 주행하다가 근육으로 들어가는 양상을 나타내었다. 좌측과 우측 다리를 비교해 볼 때, 좌우측이 서로 운동신경가지의 분지유형이 같은 경우는 21례중 단 4례였다.

결론적으로 비복근의 운동신경가지에 대한 해부학적인 사항을 숙지하고 시술한다면 이제까지의 결과보다는 보다 향상된 결과를 가져다 줄 수 있을 것으로 사료되며 그 동안의 좋지 않았던 결과의 원인들에 대해서 해부학적 지식만으로 해명하기는 어려운 사항에 대해서는 보다 깊은 연구가 필요할 것이라고 생각된다.

REFERENCES

1. Schrudde J: Lipexeresis as a means of eliminating local adiposity. *Aesth Plast Surg* 4: 215, 1980
2. Kiyotaka W: Circumferential liposuction of calves and ankles. *Aesth Plast Surg* 14: 259, 1990
3. Aiache AE: Calf implantation. *Plast Reconstr Surg* 83: 488, 1989
4. Hwang SH, Kim YK, Um KI, Seo IS: The Korean perspectives on beautiful leg shape. *J Korean Soc Aesth Plast Surg* 4: 331, 1998
5. Barfod B, Pers M: Gastrocnemiusplasty for primary closure of compound injury of the knee. *J Bone Joint Surg* 52: 124, 1970
6. Pico R, Luscher NJ, Rometsch M, de Roche R: Why the denervated gastrocnemius muscle flap should be encouraged. *Ann Plast Surg* 26: 312, 1991
7. Daniel RK, Faibisoff B: Muscle coverage of pressure points: the role of myocutaneous flap. *Ann Plast Surg* 8: 446, 1982
8. Bao WH: Changes in muscle of a muscle flap after severance of its innervating nerve. A preliminary study. *Chung Hua Cheng Hsueh Shao Shang Wai Ko Tas Chih* 8: 57, 1992
9. Gottfried L, Klaus E: The resection of gastrocnemius muscles in aesthetically disturbing calf hypertrophy. *Plast Reconstr Surg* 102: 2230, 1998