

대퇴골, 경골, 비골의 영양구멍에 대한 계측학적 연구

이혜연, 김현숙, 서진석¹, 정인혁

연세대학교 의과대학 해부학교실
연세대학교 의과대학 방사선과학교실¹

간추림 : 부러진 뼈의 복구나 혈관을 동반한 뼈이식을 시행할 때 그 뼈에 영양을 공급하는 동맥의 국소해부학이 매우 중요하다. 한국인의 다리 뼈에서 영양동맥이 뼈로 들어가는 영양구멍에 대한 계측적 자료를 세우기 위하여, 성인의 대퇴골, 경골, 비골 각 100개를 대상으로 영양구멍의 수와 열린 방향을 조사하고 그 위치를 계측한 후 지수를 산출하였다. 대퇴골의 영양구멍은 두개인 것이 53%였으며, 양쪽 구멍 수가 동일한 표본이 57.1%였다. 이 구멍은 대부분(97.3%) 위쪽(근위쪽)을 향해 열려 있었다. 대퇴골의 영양구멍은 거친선의 내측선에 있는 것이 가장 많았으며, 양쪽의 위치는 서로 달랐다. 이 구멍의 위치지수는 평균 46.4 ± 10.7 이었다. 경골의 영양구멍은 대부분이 한개였으며(91%), 모두 아래쪽을 향해 열려 있었다. 영양구멍은 경골 수직능선의 외측에 있는 것이 가장 많았으며(74.3%), 양쪽의 위치는 서로 달랐다. 이 구멍의 위치지수는 평균 33.4 ± 4.7 이었다. 비골의 영양구멍은 대부분이 한개였으며(81%), 88.0%가 아래쪽(원위쪽)을 향해 열려 있었다. 영양구멍의 위치는 비골의 뒷면에 있는 것이 가장 많았으며 향해 그 위치지수는 평균 47.9 ± 11.3 이었다. 대퇴골 영양구멍은 지름이 0.5mm에서 1.0mm미만인 것이 가장 많았고(46.6%), 경골 영양구멍은 지름이 1.0mm에서 1.5mm미만인 것이 가장 많았으며(53.2%), 비골 영양구멍은 지름이 0.5mm에서 1.0mm이하인 것이 가장 많았다(54.0%).

찾아보기 용어 : 영양구멍, 대퇴골, 경골, 비골, 위치지수

1. 머리말

뼈는 성장하며, 손상되면 회복과 재생이 가능한 살아있는 조직이다(Phemister, 1914; Albee, 1915). 뼈속으로 영양을 공급하는 혈관이 분포하며 이들 혈관은 뼈몸통의 영양구멍을 통하여 치밀뼈를 뚫고 뼈속으로 들어간다. 외상등에 의하여 큰 뼈의 결손이 있는 경우 이의 치유를 유도하기 위

하여 다른 부위의 뼈를 이식하는 치료법이 등장하였고, 이식골에 혈관을 동반시키고 미세혈관문합술로 영양혈관을 보존하면 이식된 뼈의 크기나 형태, 구조의 변화 없이 치유가 빠르고 결과가 좋은 것으로 보고되어 있다(Malizos 등, 1992). 경골의 큰 결손부위에 혈관을 동반한 비골이식 시도(Taylor 등, 1975) 된 이후 혈관을 동반한 비골이식은 골재건의 수단으로서

이 논문은 1993년 연세대학교 의과대학 정책과제연구비의 일부 보조로 이루어졌음.

각광을 받아왔다(Moore 등 1983: Usui 등, 1986: Gidumal 등, 1987: Aberg 등, 1988). 비골은 피질그물뼈로서 피질골의 안정성과 그물뼈의 골형성유도성상을 모두 갖추고 있어서 복합골(composite bone)이 필요한 곳에 좋은 이식재료로 쓰이고 있다(Edelman과 Barbacci, 1992). 이 뼈의 이식에 의하여 대퇴골머리의 무혈성 괴사에도 혈류의 공급이 가능하게 되었다(Malizos 등, 1992). 이러한 이식수술을 할 때 혈관이 완전하게 보존되는 것이 중요하며, 따라서 영양혈관이 뼈로 들어가는 위치를 아는 것이 필요하다. 영양구멍에 대한 객관적 자료 및 계측자료들은 수술이나 외상으로 인해 발생할 부작용이나 결과를 예측하는 데 도움이 되고, 자가골 이식을 할 때 그 뼈의 생존 가능성을 예견할 수 있게 한다. 따라서 영양동맥이 뼈로 들어가는 위치에 대한 관찰과 계측이 필요한 데, 이를 혈관조영사진에서 조사할 수도 있으나, 조영사진에서는 뼈 각 부분의 구조물들을 판별하기 어렵고, 뼈로 들어가는 정확한 위치를 판정하기가 쉽지 않다. 오히려 다른 뼈에서 영양구멍을 관찰하고 그 위치를 뼈의 각 구조물을 기준으로 판별하고, 계측하면 정확한 자료를 얻을 수 있다. 따라서 저자들은 마른뼈에서 영양구멍을 관찰하므로써 영양동맥이 뼈로 들어가는 위치를 조사하기로 하였다.

영양구멍은 뼈의 종류에 따라 그 수와 위치가 다르며, 인종에 따른 차이도 나타난다고 한다. 한국인에서 긴뼈의 영양구멍을 조사한 몇몇 자료가 있으나(김계운, 1969: 김갑택, 1984) 구멍의 위치를 정확히 계측하여 표준화한 자료는 없어 임상에 응용하기 어렵다. 이에 저자들은 다리의 중요한 뼈인 대퇴골, 경골, 비골에서 영양구멍의 수와 크기, 방향을 조사하고, 영양구멍의 정확한 위치를 계측하여 긴뼈 길이에서의 위치를 지수화하므로써 혈관

을 동반한 비골이식이나 이들 뼈의 손상 시 처치 및 예후를 판정하는데 도움이 되는 자료를 마련하기 위하여 이 연구를 시행하였다.

II. 재료 및 방법

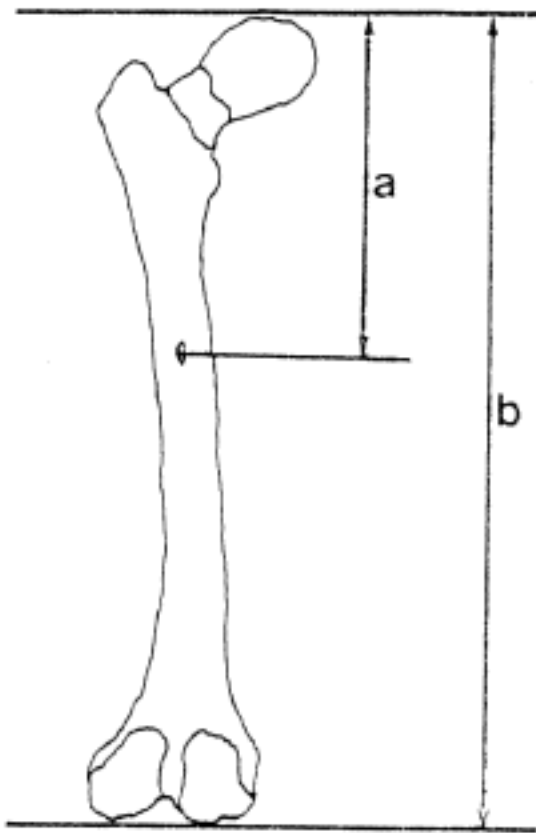
1. 재 료

연세대학교 의과대학 해부학교실에 보관된 한국성인의 대퇴골, 경골, 비골을 각각 100개씩 조사하였다. 모든 뼈는 건조된 상태였으며, 성별, 나이 등이 기록되어 있었다. 이들 뼈 중 동일인의 양쪽의 뼈가 모두 있었던 것은 대퇴골이 21쌍, 경골이 22쌍, 비골이 22쌍이었다.

2. 조사내용 및 방법

- 1) 영양구멍의 수
- 2) 영양구멍의 방향 : 대퇴골 21쌍, 경골 22쌍, 비골 22쌍에서 영양구멍의 방향을 조사하고 좌우를 비교하였다. 뼈의 위쪽(근위쪽)방향으로 열리는 것과 뼈의 아래쪽(원위쪽)방향으로 열려 있는 것을 구분하였다.
- 3) 영양구멍의 위치 : 100개의 뼈를 대상으로 영양구멍이 나타나는 곳의 위치를 뼈에 나타나는 선과 면을 기준으로 기록하였다.
- 4) 위치지수 : 100개의 뼈를 대상으로 측정하였다. 전체 길이를 계측하고, 뼈의 근위쪽 끝에서 영양구멍까지의 거리를 계측한 후 영양구멍의 길이(a)를 뼈 전체 길이(b)로 나눈후 100을 곱하여 산출하였다(Fig. 1). 영양구멍의 위치지수는 영양구멍이 근위쪽에서 뼈 길이의 몇 %되는 지점에 있는가를 나타낸다.
- 5) 영양구멍의 크기 : 대퇴골 21쌍, 경골 22쌍, 비골 22쌍에서 영양구멍의 크기

를 조사하고 양쪽을 비교하였다. 구멍으로 지름이 1.5mm, 1.0mm, 0.5mm인 바늘을 넣어 구멍 속으로 1cm이상 들어가는지 관찰하고 크기를 분류하였다.



$$In = a/b \times 100$$

a : length from proximal end to foramen of long bone

b : total length of long bone

Fig. 1. Measurement of the positional index of the nutrient foramen in a femur.

III. 연구 결과

1. 대퇴골의 영양구멍

대퇴골의 영양구멍은 모든 표본에서 관찰할 수 있었으며, 구멍이 두개인 것이 가장 많아 53%였고, 한개인 것은 41%였다 (Table 1). 대퇴골 100개에서 관찰한 영양구멍의 수는 오른쪽에 82개, 왼쪽에 85개

로 모두 167개였다. 영양구멍의 수를 동일인에서 비교하여 보면 양쪽의 구멍 수가 같은 것이 57.1%였으며, 이들 중에서는 구멍이 양쪽에 두개씩 있는 것이 가장 많았다(58.3%). 양쪽의 구멍수가 차이가 있는 경우는 오른쪽의 수가 왼쪽보다 많은 경우가 대부분이었으며(77.8%), 이들 중 구멍이 오른쪽에 두개 왼쪽에 하나 있는 것이 66.7%를 차지하였다. 영양구멍은 거친선의 내측선에 있는 것이 가장 많았으며(58.9%), 거친선 위에 있는 것과 거친선 외측선에 있는 것도 관찰하였다(Table 2). 한 표본에 영양구멍이 여러개 있는 경우 각각의 위치는 서로 달랐으며, 동일인의 양쪽표본에서도 서로 달랐다. 영양구멍의 위치 지수는 28.6에서 70.0까지 다양하였으며, 그 평균은 46.4 ± 10.7 이었다. 지수의 분포는 fig. 2와 같다. 구멍이 한개인 표본의 평균 지수는 오른쪽이 42.3 ± 6.7 , 왼쪽이 47.0 ± 9.5 로 왼쪽이 아래쪽에 위치하였다($P=0.038$). 한 쪽에 구멍이 두 개 있었던 경우는 지수가 오른쪽과 왼쪽이 차이가 없었으며, 근위쪽의 구멍은 평균 37.0 ± 4.4 , 원위쪽 구멍은 평균 56.7 ± 6.0 이었다. 근위쪽 구멍과 원위쪽 구멍 사이의 거리는 표본마다 다양하여 16mm에서 121mm까지 떨어져 있고, 그 평균거리는 83.2 ± 26.1 mm였다. 원위쪽과 근위쪽 구멍 지수의 차이는 평균 19.7 ± 6.0 이었다. 구멍의 크기는 위치에 상관없이 다양하였다.

42개의 쌍을 이룬 대퇴골의 영양구멍 73개에서 영양구멍의 크기를 측정하였다. 지름이 0.5mm이상 1.0mm미만인 것이 가장 많아 46.6%였으며, 0.5mm미만인 것도 17.8%에서 관찰하였다(Table 3). 영양구멍의 수가 양쪽이 동일한 경우는 양쪽구멍의 지름이 비슷하였으며, 양쪽의 수가 다른 경우는 수가 적은 쪽의 구멍이 컸다. 42개의 대퇴골에 있는 73개의 영양구멍 중

위쪽을 향해 열려 있는 것은 97.3%였고, 아래쪽을 향해 열리는 것은 2.7%였다. 아래쪽으로 열리는 것은 영양구멍이 양쪽에 두개씩 있던 동일인의 대퇴골에서 관찰하였다. 이 때 오른쪽의 것은 근위쪽에 있는 것이, 왼쪽은 원위쪽에 있는 것이 아래쪽으로 열려 있었다. 아래쪽으로 향하는 영양구멍은 같은 표본에서 위쪽으로 열리는 것보다 지름이 작았다.

Table 1. The number of the nutrient foramen in femurs(%)

number	Right (n=50)	Left (n=50)	Total (n=100)
1	40	42	41
2	56	50	53
3	4	4	8
4	0	4	4

Table 2. The site of the nutrient foramen in femurs and its incidence(%)

site	Right (n=82)	Left (n=85)	Total (n=167)
Linear aspera	35.4	24.7	29.8
Medial lip of linea aspera	53.3	60.0	58.9
Lateral lip of linea aspera	7.3	15.3	11.3

Table 3. Comparison of the diameter of the femoral, tibial and fibular nutrient foramens

Diameter(mm)	Femur (%)	Tibia (%)	Fibular (%)
Below 0.5	17.8	0.0	44.0
Over 0.5, below 1.0	46.6	31.9	54.0
Over 1.0, below 1.5	34.2	53.2	2.0
Over 1.5	1.4	14.9	0.0

2. 경골의 영양구멍

경골의 영양구멍은 대부분 하나였으며

(91%), 두개인 것이 9%였고 세개 이상은 관찰하지 못하였다. 오른쪽과 왼쪽의 영양구멍 수는 차이가 없었다. 오른쪽 50개에서 54개의 영양구멍을 왼쪽 50개에서 55개의 영양구멍을 관찰하였다. 경골의 영양구멍은 수직능선의 외측에 있는 것이 가장 많았으며(74.3%), 위치가 다양하였다(Table 4). 영양구멍은 모두 아래쪽을 향해 열려 있었다. 영양구멍의 위치지수는 평균 33.4 ± 4.7 이었고, 범위는 14.5에서 55.4로 대퇴골이나 비골의 지수 범위보다 좁았다. 영양구멍이 한개인 경우 위치지수는 오른쪽과 왼쪽이 차이가 없었으며, 평균 34.0 ± 3.0 이었다. 위치지수의 분포는 Fig. 2와 같다. 영양구멍이 두개인 경우 근위쪽 것의 지수는 오른쪽이 18.2 ± 3.0 , 왼쪽이 31.5 ± 2.9 로 오른쪽이 더 위쪽에 위치 하였으며($P=0.0003$), 원위쪽 것의 지수도 오른쪽이 33.2 ± 2.1 , 왼쪽이 40.4 ± 11.2 로 오른쪽이 더 위쪽에 있는 경향을 보였으나 통계적 의의는 없었다($P=0.125$).

22쌍의 경골에서 47개 영양구멍의 크기를 측정하였다. 영양구멍은 지름이 1.0mm에서 1.5mm사이의 것이 가장 많았고(53.2%), 0.5mm미만인 것은 없었다(Table 3). 동일인의 표본을 비교해 보면 수가 같은 경우는 영양구멍의 크기가 양쪽이 비슷하였고, 다른 한쪽에 수가 더 많은 경우는 한개만 있는 쪽의 영양구멍이 더 컸다. 영양구멍은 모두 아래쪽을 향하여 열려 있었다.

Table 4. The site of the tibial nutrient foramen

site	Right (n=54)	Left (n=55)	Total (n=109)
Vertical ridge	9.3	3.6	6.4
Medial to vertical ridge	9.3	20.0	14.7
Lateral to vertical ridge	77.7	70.9	74.3
Interosseous border	3.7	5.5	4.6

3. 비골의 영양구멍

비골의 영양구멍은 대부분 한 개였고 (81%), 영양구멍을 관찰할 수 없었던 표본이 하나 있었다. 구멍이 2개인 것(18%)을 포함하여 100개 표본에서 모두 117개의 영양구멍을 관찰하였다.

영양구멍은 비골의 뒷면에 있는 것이 가장 많았으며(54.8%), 비골의 모든 면과 모서리에서 관찰되었다(Table 6). 영양구멍의 위치지수는 20.3에서 72.4까지 다양하였으며, 40에서 50사이에 분포하는 것이 가장 많았다(35.9%), 위치지수의 분포는 Fig. 3과 같고 그 평균은 47.9 ± 11.3 이었다.

22쌍의 비골에서 50개의 영양구멍의 크기를 측정하였다. 지름이 0.5mm에서 1.0mm 미만인 것이 가장 많았고(54.0%), 1.5mm보다 큰 것은 없었다(Table 3). 오른쪽과 왼쪽의 수가 다른 경우는 한개만 있는 쪽의 크기가 더 컸다. 영양구멍 중 88%는 아래쪽을 향하여 열렸으며, 12%는 위쪽을 향하여 열렸다. 위쪽을 향하여 열리는 표본의 83.3%는 영양구멍이 두개였던 왼쪽 표본이었으며, 원위쪽의 구멍이 위쪽으로 열렸다. 16.7%는 오른쪽 것이었으며 구멍이 한개인 표본이었다. 위쪽으로 열리는 구멍의 83.3%는 아래쪽으로 열리는 구멍과 크기가 같거나 작았다.

Tabel 6. The site of the nutrient foramen in 100 fibulas

site	Right (n=55)	Left (n=62)	Total (n=117)
Posterior surface	47.3	56.5	52.3
Medial crest	38.2	29.0	33.3
Between med. crest & interosseous border	9.1	11.3	10.3
Lateral surface	1.8	3.2	0.8
Posterior border	3.6	0.0	0.8

IV. 고 찰

대퇴골에는 깊은대퇴동맥의 관통가지 중 첫번째 가지가 영양동맥으로 분포하며 표본에 따라서는 아래쪽의 관통동맥 가지가 또다른 영양동맥이 되어 분포하기도 한다고 알려져 있다. 영양동맥이 뼈의 피질골을 뚫고 뼈속으로 들어갈때 영양구멍을 통과하게 된다. 대퇴골에서 관찰되는 영양구멍의 수는 문헌에 따라 그 빈도가 차이가 있어 하나인 것이 대부분이라는 보고도 있기는 하나(Lutken, 1950), 대부분의 문헌에서는 구멍이 두개인 것이 가장 많고 그 빈도가 50% 이상인 것으로 보고되어 있다(Mysorekar, 1967; 김갑택, 1984; Forriol, 1987; Sendemir와 Cimen, 1991). 저자들이 한국인의 뼈를 대상으로 관찰한 경우에도 2개인 경우가 53%였고, 네개까지 관찰하였다. 영양구멍의 수는 9개까지도 보고되어 있다(Sendemir와 Cimen, 1991). 양쪽 영양구멍의 차이에 대하여는 보고된 바가 없으며, 저자들이 관찰한 바에 의하면 양쪽의 영양구멍 수는 동일한 경우가 더 많았으며, 수에 차이가 있는 경우는 오른쪽에 더 많은 경향을 보였다. 영양구멍이 없는 경우가 3.3%라는 문헌도 있으나(Mysorekar, 1967) 저자들은 모든 대퇴골에서 영양구멍을 확인할 수 있었다.

대퇴골의 영양동맥은 일반적으로 거친선 주위에서 치밀골을 뚫고 들어가는 것으로 알려져 있다(Lexer등, 1904; Anseroff, 1934; Laing등, 1953). 그러나 영양구멍의 정확한 위치는 연구자나 대상에 따라 다르게 보고되어 있다. 저자들이 한국인을 대상으로 조사한 바에 의하면 영양구멍이 거친선내측선에 있는 것이 58.9%로 가장 많았다. 서양인을 대상으로 한 연구결과들을 살펴보면 거친선내측선과 외측선 사이에 있는 것이 가장 많다는 보고(48% ;

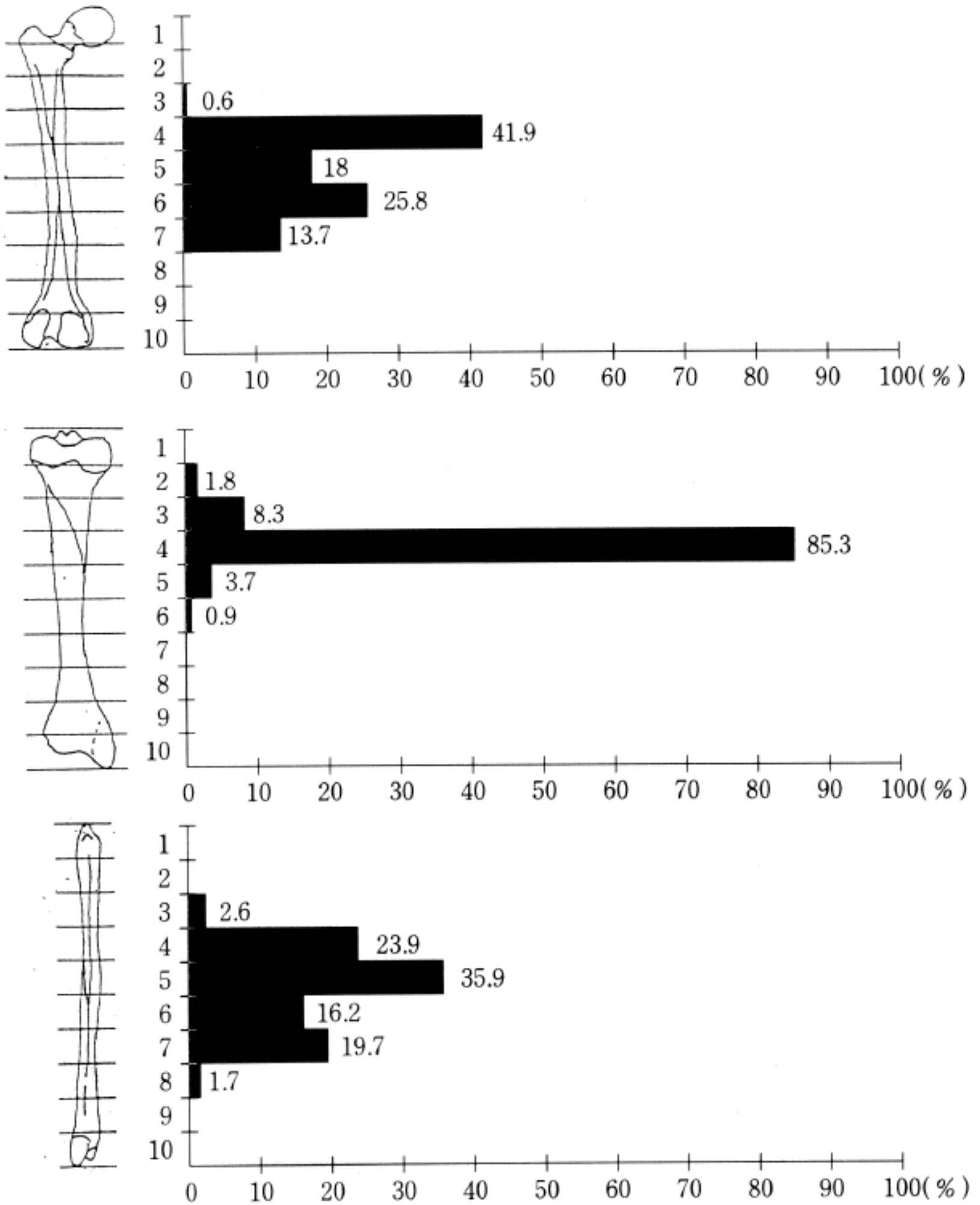


Fig. 2. The distribution of the nutrient foramen is illustrated along the length of the long bone. (The numbers adjacent to the bars are the percentage of the foramen in that particular one-tenth of the long bone) A : femur, B : tibia, C : fibula

Mysorekar, 1967)나, 거친선위에 있는 것이 가장 많다는 보고(41.2% ; Sendemir와 Cimen, 1991)들이 있다. 영양구멍의 위치를 알아보기 위하여 연구자마다 뼈의 길이를 여러 등분하여 그 위치를 관찰하여 보고하였다. 코카시안의 뼈를 6등분하였을 때 위에서 3번째구역에 있는 것이 50%, 4번째구역에 있는 것이 40%로 뼈의 중간 1/3에 있는 확률이 90%라고 보고되어 있다(Mysorekar, 1967). 한국인에서 조사한 다른 연구자의 결과는 이와 달리 뼈를 세 등분하였을 때 중간에 있는 것이 52%이고, 근위쪽에 있는 것이 46.5%라고 한다. 저자들은 이를 더 정확히 알아보기 위하여 뼈의 길이를 측정하고 영양구멍의 위치를 계측하여 지수를 산출하여 분석하였다. 그 결과 뼈를 10등분 하였을 때 4/10 위치에 있는 경우가 가장 많았다. 또한 구멍이 한 개인 경우와 두 개인 경우에 위치에 차이가 있었으며, 한개인 경우에도 두번째로 많이 나타나는 위치가 6/10이었으며, 5/10 위치에 나타나는 빈도는 적은 것이 특징이었다. 또한 원위쪽으로는 7/10 위치보다 더 아래쪽에 영양구멍이 있는 것은 없다는 것도 특징이다. 대퇴골 영양구멍의 방향에 대하여는 별로 보고된 바가 없고 한 문헌에서 모든 영양구멍이 위쪽을 향하여 열려 있다고 보고되어 있다(김갑택, 1984). 그러나 저자들이 관찰한 바에 의하면 그 빈도는 낮으나 (2.7%) 영양구멍이 두개있던 표본에서 두개 중 작은 것이 아래쪽을 향해 열려 있는 것을 관찰하였다.

경골의 영양구멍은 서양인에서 조사된 바에 의하면 90% 이상이 한개라고 보고되어 있다(Mysorekar, 1967 ; Forriol, 1987 ; Sendemir와 Cimen, 1991). 한국인에서 저자들이 조사한 결과도 한개인 표본이 91%이고, 두개인 경우가 9%로 다른 종족의

결과와 비슷하였다. 경골의 영양동맥은 가자미근의 시작 부위인 수직능선의 바로 아래에서 경골의 뒤외측 피질골을 뚫고 들어간다고 설명되고 있다(Nelson등, 1960). 한국인에서 경골의 영양구멍의 위치를 관찰한 결과도 영양구멍이 수직능선의 외측에 있는 것이 가장 많았으며, 코카시안에서는 외측면에 있는 것이(Mysorekar, 1967), 10세기 불란서인은 뒷면에 있는 경우가 가장 많은 것으로 보고(Sendemir와 Cimen 1991)되어 있으므로, 종족에 따른 차이는 없는 것으로 생각한다. 경골의 경우 영양구멍은 모두 아래쪽으로 열려 있었으므로, 영양동맥은 아래쪽에서 위쪽으로 상승하는 방향으로 피질골을 뚫을 것으로 생각한다. 영양구멍의 위치를 전체 경골 길이를 기준으로 분석하여 본 다른 자료들을 보면 그 위치가 비교적 일정하여 코카시안의 경우는 아래쪽에 있는 경우는 없고 세등분 하였을 때 위쪽 1/3부위에 있는 것이 80%이며(Mysorekar, 1967), 10세기 불란서인의 경우는 지수가 24.4-56.3 사이에 있는 것이 90.6%라 한다(Sendemir와 Cimen, 1991). 한국인에서 조사한 결과 위쪽 1/3에 있는 것이 90.4%라는 보고가 있었다(김갑택, 1984). 저자들은 위치 지수를 산출하여 분석하였으며, 평균 지수는 34.0이었고, 대부분이 위쪽에 있었다. 한개인 경우는 양쪽의 지수가 차이가 없었으나 두개인 경우는 오른쪽의 근위쪽 구멍이 매우 위쪽에 위치하는 것이 특징이었다.

비골의 영양동맥은 비골동맥에서 나오며 이 동맥이 내려가다가 비골 중간이나(O'Brien, 1977), 중간보다 근위쪽에서(Taylor, 1975) 피질골을 뚫고 들어가는 것으로 설명되어 있다. 몇몇 경우에는 두개의 영양동맥이 존재한다고(Taylor, 1975) 보고되어 있기도 하나 정확한 빈도

에 대한 조사는 없다. 한국인에서 관찰한 바에 의하면 비골의 영양구멍은 한개인 것이 81%였고, 두개인 것이 18%였다. 다른 연구에서도 영양구멍이 두개인 빈도가 다양하게 보고되어 있으며, 조사대상에 따라 그 빈도는 4.0-26.1%라 한다(Mysorekar, 1967; Guo, 1981; 김갑택, 1984; Mckee, 1984; Sendemir와 Cimen, 1991). 한국인 비골은 영양구멍이 없는 것이 1%이며 중국인이 1.7%(Guo, 1981)이므로 동양인에서는 영양구멍이 없는 빈도가 낮으나, 힌두족이 3.9%(Mysorekar, 1967), 코카시안은 5.5%(Mckee, 1984)이며, 불란서인의 10세기경 무덤 뼈는 구멍이 없는 것이 18.9%(Sendemir와 Cimen, 1991)로 서양인에서는 비교적 많은 것으로 보고되어 있다. 비골 영양구멍의 방향을 조사한 결과에 의하면 위쪽 방향으로 열리는 것은 구멍이 두개 있었던 표본에서 대부분 관찰되었으며, 위쪽으로 열리는 것보다 크기가 작거나 같았고 원위쪽에 있었다. 따라서 위쪽으로 열리는 영양구멍으로는 덧영양동맥이 지날 것으로 생각한다. 힌두족에서 위쪽을 향해 열리는 비골 영양구멍의 빈도는 5.0%라 보고되어 있다(Mysorekar, 1967).

저자들이 결과에 의하면 비골의 영양구멍은 뒷면에 있는 것이 가장 많았다. 같은 한국인을 대상으로 한 다른 연구결과는 저자들과 달라서 내측능선위에 있는 것이 78.4%, 내측능선과 뒷모서리 사이에 있는 것이 12.8%, 내측능선과 뼈사이모서리 사이에 있는 것이 8.8%라고 한다(김갑택, 1984). 코카시안은 뒷면에 있는 것의 빈도가 67.5%(Mckee, 1984)로 저자들의 결과와 비슷하였다. 힌두족의 비골에서 영양구멍은 내측능선위에 있는 것이 가장 많고(56%) 179개 표본 중 앞면에 있는 것도 한쪽 보고되어 있다(Mysorekar, 1967).

이러한 다양한 결과는 인종의 차이로 볼 수도 있으나 비골의 각 면과 선의 경계를 어떻게 정하는가에 따라 달라질 수 있는 것으로 생각한다. 저자들이 비골 영양구멍의 위치지수를 산출하여 분석한 결과에 의하면 영양구멍은 비골 길이를 10등분 하였을 때 다섯째 부분에 위치한 것이 가장 많았고(35.9%), 넷째 부분에 있는 것이 두번째로 많았으며(23.9%). 넷째에서 일곱째 부분 사이에 있는 빈도는 모두 95.7%였다. 힌두족이나 코카시안에서 보고된 바에 의하면 세등분하였을 때 가운데에 위치하는 것이 96%라 한다(Mysorekar, 1967; Mckee, 1984). 한국인에서 지수를 구하지 않고 뼈를 삼등분하여 관찰한 결과는 서양인과 비슷하였다(김갑택, 1984).

세뼈의 영양구멍의 위치지수를 비교해보면 영양구멍은 모두 몸통의 중간부분에 있었으나, 경골의 경우는 영양구멍이 있는 위치가 다른 뼈보다 한정되어 있었고, 중간 위쪽으로 치우쳐 있었다. 양쪽 영양구멍의 위치는 비대칭이었고, 각 뼈마다 있는 자리가 매우 다양하였다. 또한 세 뼈의 영양구멍 크기를 비교해 보면 경골의 것이 가장 크고 대퇴골, 비골의 순이었다. 그러나 대퇴골은 두개의 영양구멍이 있는 것이 대부분이었으므로 영양구멍의 크기가 경골보다 작더라도 더 많은 혈액공급이 이루어질 것으로 생각한다.

비골이나 경골의 영양구멍의 크기는 다른 문헌에서는 찾아볼 수 없는 자료이다. 저자들이 계측한 대퇴골 영양구멍의 지름은 0.5mm에서 1.5mm미만인 것이 81.8%였으나 0.5mm이하인 것도 17.8%에서 관찰하였다. 한국인의 뼈를 대상으로 다른 연구자가 밀림자를 이용하여 계측한 보고에 의하면 지름이 1mm이하인 구멍이 32%라고 한다(김갑택, 1984). 저자들의 결과에 따르면 1.0mm이하인 것은 64.4%였다. 이러

V. 요 약

한 차이는 두 연구의 계측방법에 따른 차이를 먼저 생각해야 하는데 저자들은 영양구멍의 구멍이 매우 작아 밀립자로 계측하는 것이 부적당한 것으로 생각하여 뼈의 작은 구멍 크기를 측정하는 일반적인 방법을 따라 일정한 크기의 바늘을 구멍에 넣어 측정하였다. 서양인에서 구멍에 일정 크기의 바늘을 넣어 측정한 결과와 비교하면(Mckee, 1984), 0.71mm이하인 것은 87.1%로 가장 많았으며, 0.71mm이상 1.1mm이하인 것은 5.4%이고 지름이 1.1mm이상인 것은 7.5%에 불과하였다.

골절 치유과정에 있어서 혈류가 없으면 골절의 치유가 어렵고 불유합이 일어난다. 골절에 의해 영양동맥의 파열과 골막혈관의 박리가 동반될 수 있으므로 긴뼈의 경우 골절 위치가 매우 중요하다(Trueta, 1974). 저자들이 조사한 각 뼈의 영양구멍의 위치와 크기에 대한 결과들은 영양동맥이 뼈로 들어가는 위치를 판정하는데 도움이 될 것으로 생각하며, 또한 뼈가 부러졌을 경우 그 부러진 위치를 보아 영양혈관이 뼈로 들어가는 위치가 손상되었을 확률을 계산할 수 있을 것이다. 또한 혈관을 동반한 비골이식을 시행할 때 혈관이 완전하게 보존되도록 영양혈관이 뼈로 들어가는 위치를 아는 것이 필요하다(Bonnel 등, 1981). 즉 영양구멍의 위치를 알므로써 수술이나 외상으로 인하여 발생하는 부작용이나 결과를 예측할 수 있고, 이러한 위치를 계측한 객관적인 수치를 이용하면 자가골이식에서 그 골의 생존가능성의 중요한 지표로 얻을 수 있을 것이다. 그러나 저자들의 결과에서 나타난 것처럼 사람에게 따라서 각 영양구멍의 위치에 변이가 많으므로 정확한 혈관의 위치를 알기 위해서는 수술하기 전에 공여골과 수여골의 혈관 촬영을 시행하는 것이 바람직하다고 생각한다.

부러진 뼈의 복구나 혈관을 동반한 뼈이식을 시행할 때 그 뼈에 영양을 공급하는 동맥의 국소해부학이 매우 중요하다. 한국인의 다리 뼈에서 영양동맥이 뼈로 들어가는 영양구멍에 대한 계측적 자료를 세우기 위하여, 성인의 대퇴골, 경골, 비골 각 100개를 대상으로 영양구멍의 수와 열린 방향을 조사하고 그 위치를 계측한 후 지수를 산출하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 대퇴골의 영양구멍은 두개인 것이 53%였으며, 양쪽 구멍수가 동일한 표본이 57.1%였다. 이 구멍은 대부분(97.3%) 위쪽(근위쪽)을 향해 열려 있었다. 대퇴골의 영양구멍은 거친선의 내측선에 있는 것이 가장 많았으며, 양쪽의 위치는 서로 달랐다. 이 구멍의 자리는 다양하여 그 위치지수는 28.6에서 70.0이었으며, 이 중에서 31에서 40 사이에 분포되어 있는 것이 가장 많았다(41.9%). 지수의 평균은 46.4 ± 10.7 이었다.

2. 경골의 영양구멍은 대부분이 한개였으며(91%), 모두 아래쪽을 향해 열려 있었다. 영양구멍은 경골 수직능선의 외측에 있는 것이 가장 많았으며(74.3%), 양쪽의 위치는 서로 달랐다. 이 구멍의 위치지수는 14.5에서 55.4로 다른 뼈보다 좁았고, 31에서 40사이에 분포하는 것이 가장 많았다(85.3%). 지수의 평균은 33.4 ± 4.7 이었다.

3. 비골의 영양구멍은 대부분이 한개였으며(81%), 88.0%가 아래쪽(원위쪽)을 향해 열려 있었다. 영양구멍의 위치는 비골의 뒷면에 있는 것이 가장 많았으며, 그 위치지수는 20.3에서 7.24로 다양하였고, 41에서 50사이에 있는 것이 가장 많았다

(35.9%). 지수의 평균은 47.9 ± 11.3 이었다.

4. 지름이 일정한 바늘로 영양구멍의 크기를 측정하였다. 대퇴골의 영양구멍은 지름이 0.5mm에서 1.0mm미만인 것이 가장 많았고(46.6%), 경골의 영양구멍은 지름이 1.0mm에서 1.5mm미만인 것이 가장 많았으며(53.2%), 비골의 영양구멍은 지름이 0.5mm에서 1.0mm이하인 것이 가장 많았다(54.0%).

참고문헌

- 김갑택 : 한국인 장골이 골간 영양공에 관한 형태학적 연구. 연세대학교 대학원 석사논문, 1984
- 김계윤 : 장관골의 영양공에 대한 국소해부학적 고찰. 제2보 대퇴골에 대하여. 전남의대잡지 6: 453-459, 1969
- Aberg M, Rhdholm A, Holmberg J, Wieslander JB : Reconstruction with a free vascularized fibular graft for malignant bone tumor. Acta Orthop Scand 59: 430-437, 1988
- Albee FH : Bone graft surgery. Philadelphia, WB Saunders. 1915
- Anseroff NJ : Die arterien der langen knochen des menschen. Zeitschrift fur Anatomie und Entwicklungsgeschichte 103: 793, 1934
- Bonnel F, Lesire M, Gomis R, Allieu Y, Rabischong P : Arterial vascularization of the fibula. Microsurgical Transplant techniques diaphysis-superior epiphysis. Anatomica Clinica 3: 13-22, 1981
- Edelman R, Barbacci D : Fibular regeneration. J Foot Surg 31: 368-371, 1992
- Forriol F, Gomez L, Gianonatti M, Fernandez R : A study of the nutrient foramina in human long bones, Surg Radiol Anat 9: 251-255, 1987
- Gidumal R, Wood MB, Sim FH, Shives TC : Vascularized bone transfer for limb salvage and reconstruction after resection of aggressive bone tumor. J Reconstr Surg 2: 77-84, 1986
- Guo F : Observations of the blood supply to the fibula. Arch Orthop Traumat Surg 98: 147-151, 1981
- Laing PG, Pembury, Kent : The blood supply of the femoral shaft. J bone Joint Surg 35B: 462-466, 1953
- Lexer E, Kuliga P, Turk W : Untersuchungen uber Knochenarterien. Berlin, A Hirschwald, 1904
- Lutken P : Investigation into the position of the nutrient foramina and the direction of the vessel canals in the shafts of the humerus and femur in man. Acta anat 9: 57-68, 1950
- Malizos KN, Beris AE, Xenakis TA, Korobilias AB, Soucacos PN : Free vascularized fibular graft: a versatile graft for reconstruction of large skeletal defects and revascularization of necrotic bone. Microsurgery 13: 182-187, 1992
- Mckee NH, Haw P, Vettese T : Anatomic study of the nutrient foramen in the shaft of the fibula, Clin Orthop Related Research 184: 141-144, 1984
- Moore JR, Weinland AJ, Daniel RK : Use of free vascularized bone grafts in the treatment of bone tumors. Clin Orthop 175: 37-44, 1983
- Mysorekar VR : Diaphysial nutrient foramina in human long bones. J Anat 101: 813-822, 1967
- Nelson GE, Kelly PJ, Peterson LFA, Janes

- JM : Blood supply of the human tibia. J Bone Joint Surg 42-A:625—636, 1960
- Phemister DB : The fate of transplanted bone and regenerative power of its various constituents. Surg Gynecol Obst 19: 303—333, 1914
- O'Brien BM : Microvascular reconstructive surgery. London, Churchill, 1977, pp 278—280
- Sendemir E, Cimen A : Nutrient foramina in the shafts of lower limb long bones: situation and number. Surg Radiol Anat 13:105—108, 1991
- Taylor GI : The free vascularized bone graft. Plast Reconstr Surg 55:533, 1975
- Trueta J : Blood supply and the rate of the healing of tibial fractures. Clin Orthop Related Research 105:11—26, 1974
- Usui M, Ishii S, Yamamura M, Minami A, Sakuma T : Microsurgical reconstructive surgery following wide resection of bone and soft tissue sarcomas in the upper extremities. J Reconstr Surg 2:77—84, 1986

Abstract

**A METRIC STUDY OF THE FEMORAL, TIBIAL AND
FIBULAR NUTRIENT FORAMENS IN KOREAN ADULTS**

LEE Hye Yeon, KIM Hyun Sook, SUH Jin Seok¹, CHUNG IN Hyuk

Department of Anatomy, Department of radiology¹, Yonsei University College of Medicine, Seoul Korea

For the recovery of broken bone or the free vascularized bone graft, the vascular topography of the nutrient artery is very important. To establish the metric data of the nutrient foramen, its number, direction and site had been observed, and the size and position were measured. The results are as follows.

1. In 53% of the femurs, the number of the nutrient foramen was two, and in 57.1% of the paired materials. The number in both side was not different. The femoral nutrient foramen opened toward the superior direction in the most cases(97.3%). The foramens appeared most commonly(58.9%) on the medial lip of the linea aspera of the femur. The positional index was variable between 28.6 to 70.0 and it was 46.4 ± 10.7 in average. Foramina appeared most commonly(41.9%) in the 30-40 index area of total length of the femur.
2. The number of the tibial nutrient foramen was one in 91.0% of the cases. All of the foramen opened toward the inferior direction. The foramen was most commonly observed on the lateral to vertical ridge of the tibia(74.3%). Dividing the fibular into 10 parts, the positional index of the tibia was variable between 14.5 and 55.4, and it was 33.4 ± 4.7 in an average. In 85.3% of the cases, the foramen observed in 4th segment.
3. The number of the fibular nutrient foramen was one in the most cases(81.0%). The direction of the foramen was inferior in 88.0% of the cases. The foramen positioned on the posterior surface of the fibular and its average positional index was 47.9 ± 11.3 , and its range was 20.3 to 72.4. The foramen was observed in 5th segment in the most cases(35.9%).
4. The size of the nutrient foramen was measured by the various sized stylet. The diameter of the femoral nutrient foramen was ranged from 0.5mm below 1.0mm in 46.6% of the cases. The that of the tibia was ranged from 1.0mm below 1.5mm in 53.2% of the cases. And that of the fibular was ranged from 0.5mm below 1.0mm in 54.0% of the cases.

Key Word : Nutrient foramen, femur, tibia, fibular, positional index.