

MD-CT로 얻은 가쪽넙다리회돌이 관통동맥 3D 영상의 유용성

박수호¹ · 심정수¹ · 이상곤² · 박대환¹

대구가톨릭대학교 의과대학 성형외과학교실¹, 영상의학과교실²

Utility of Lateral Circumflex Femoral Artery Perforator's 3D Image with MD-CT

Soo Ho Park, M.D.¹, Jeong Su Shim, M.D.¹, Sang Kon Lee², Dae Hwan Park, M.D.¹

Departments of ¹Plastic and Reconstructive Surgery, ²Radiology, School of Medicine, Catholic University of Daegu, Daegu, Korea

Purpose: Currently, using perforator artery flaps especially anterolateral thigh flaps are widely used for reconstruction of extremities, head and neck. Obtaining a precise anatomical picture prior to operation will translate to a more accurate, efficient and safe procedure. Authors used 3D-image work up via 64-slice MDCT to make a more precise preoperative plan.

Methods: A total of 10 patients underwent soft tissue reconstruction with anterolateral thigh flap from December 2006 to December 2007. The 64-Channel MDCT (LightSpeed VCT, GE, USA) was used and 3D images were reconstructed. Findings from MDCT were applied to the preoperative planning and confirmed with intraoperative findings.

Results: The average number of perforator arteries from lateral circumflex femoral artery was 2. The average lengths of vascular pedicle from the origin of lateral circumflex femoral artery to the first and second perforator artery were 11.0 cm and 20.0 cm, respectively. The average diameter of the pedicle artery was 2.2 mm. The locations of the perforator arteries were mapped and localized on the body surface based on the MDCT result. These were confirmed through direct visualization intraoperatively.

Conclusion: MDCT has an advantage of obtaining

accurate images of the general anatomy and even fine structures like perforator arteries. By using this state-of-the-art diagnostic imaging technique, it is now possible to make an operative plan safely and easily.

Key Words: MD-CT, Lateral circumflex femoral artery, Perforator, ALT flap

I. 서 론

최근 들어 연부조직을 재건하는 방법을 선택함에 있어 최소 침습적이면서 높은 치료 성과를 보이는 관통동맥피관(perforator artery flap)을 사용하는 경우가 많아지고 있으며, 이에 따라 관통동맥피관의 중요성이 부각되게 되었다.¹ 특히 앞가쪽넙다리피관(anterolateral thigh flap)은 1984년 처음으로 소개된 이래 수부 사지 재건에서 두경부 재건까지 폭넓게 사용되는 피관이다.² 그러나 앞가쪽넙다리피관의 원천혈관(source artery)인 가쪽넙다리회돌이동맥(lateral circumflex femoral artery)에서 분지하는 관통혈관(perforator artery)의 위치는 변이(variation)가 많으며 이는 정확한 술전 계획을 위해 다소 어려움을 줄 수 있다. 유리피관술을 계획하고자 할 때, 술전에 공여부나 수혜부의 혈관에 대한 검사는 아주 중요한 문제이며, 특히 이 혈관들에 대한 정확한 영상으로 위치나 형태에 대한 정보를 먼저 알 수 있다면 수술의 정확성 및 수술시간 단축에 많은 도움을 줄 수 있다. 저자들은 64-slice MDCT(Multi-detector computer tomography) scanner를 이용한 3D-image work up를 통하여 보다 정확한 술전 계획을 세워 보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

2006년 12월부터 2007년 12월까지 앞가쪽넙다리피관술을 시행한 환자 10명의 술전 계획에 MDCT를 이용하여 관통혈관피관을 위치화(localization)하였다. 8명의 환자에서 유리피관술을 시행하였고 2명의 환자(case 3, 7)에서는 역혈류성 섬피관술(distally based island flap)을 시행하였다(Table I). 이 때 사용된 장비는 64-Channel

Received March 31, 2008

Revised April 23, 2008

Accepted May 2, 2008

Address Correspondence: Jeong Su Shim, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, College of Medicine, Catholic University of Daegu, 3056-6 Daemyung 4-dong Namgu, Daegu 705-718, Korea. Tel: (053) 650-4578 / Fax: (053) 650-4584 / E-mail: 21csue@hanmail.net

* 본 논문은 2007년 제62차 대한성형외과학회 학술대회에서 구 연 발표되었음.

Table I. Summary of Cases

Case	Sex/Age	Diagnosis	Site	Flap
1	F/66	Malignant fibrous histiocytoma	Leg	Free
2	M/47	Skin and soft tissue defect	Foot	Free
3	M/45	Skin and soft tissue defect	Knee	Distally based
4	M/47	Skin and soft tissue defect	Hand	Free
5	M/40	3 rd degree burn	Forearm	Free
6	M/47	Skin and soft tissue defect	Leg	Free
7	F/83	Malignant fibrous histiocytoma	Leg	Distally based
8	M/71	Chronic osteomyelitis	Ankle	Free
9	F/50	Skin and soft tissue defect	Foot	Free
10	M/55	Skin and soft tissue defect	Heel	Free

Table II. CT Parameters

Range	Xyphoid process to toe
Bolus tracking	Femoral artery
Collimation	1.25 mm
kVp	120
mAs	200 - 500 mA
Slice thickness	1.25 mm
Trigger threshold	140 - 160 H.U. ^d
Rotation speed	0.5s
Table speed	39.37 mm/rotation
Coverage speed	65.62 mm/sec
Detector coverage	40 mm
Pitch	0.984 : 1
Reconstructions	0.7 - 1.25 mm
Intervals	
Algorithm	Standard algorithm
Contrast material	
Volume	150 mL
Ratio	4 cm ³ /s

MDCT(LightSpeed VCT, GE, USA)였고 소프트웨어(AW 4.3_05, GE, USA)를 통하여 3D 영상으로 재구성하였다. CT 스캔의 프로토콜은 Table II와 같다.

환자는 수술 시와 동일한 supine 자세로 다리에 힘을 뺀 채 CT를 촬영하였다. 관통혈관이 2개 이상인 경우에는 근육피부관통 혹은 사이막피부관통혈관의 감별을

위해 축상의 단면영상을 확인하였다. 가능한 사이막피부관통혈관을 선택하였고, 원천동맥에서 피부까지 이르는 관통혈관 중 가장 굵고 선명하게 보이는 혈관을 선택하였다(Fig. 1). 이렇게 수술에 가장 이상적으로 보이는 혈관을 선택한 후 재구성된 3D 영상을 여러 각도로 관찰하여 선택된 혈관을 표시하고(Fig. 2) 그것을 다시 재구성된 피부에 위치화시켰다(Fig. 3). 위치화시킨 점을 실제 환자에게 적용하기 위하여 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)에서 무릎뼈 위가쪽(superolateral border of patella)을 잇는 선을 기준으로 하여 무릎뼈 위가쪽에서 관통혈관까지의 길이를 재어 표시하였다(Fig. 4). 수술 전 표시한 위치를 기준으로 피관을 도안하였으며, 도안의 내측부터 근막위로 먼저 피관을 거상하여 관통혈관을 찾아 술전 도안의 위치와 일치하는지 여부를 확인하였다. 이 후 필요에 따라 근막을 포함시키면서 혈관을 박리하였다.

III. 결 과

MDCT에서 관찰할 수 있는 가쪽넙다리뼈돌이동맥의 관통혈관은 평균 2개였으며, 성별에 따른 차이는 없었다. 가쪽넙다리뼈돌이동맥이 분지되는 시작점에서 첫 번째 관통혈관까지 피관줄기의 평균 길이는 11.0 ± 2.4 cm(6.9 - 14.5 cm), 두 번째 관통혈관까지의 거리는 20.0 ± 3.7 cm(10.5 - 23.0 cm)이었다. 분지되는 점에서 피관줄기 굵기는 평균 2.2 ± 0.8 mm(1.8 - 4.5 mm)로 관찰되었으며, 근육피부관통혈관이 89%, 사이막피부관통혈관이 11%에서 관찰되었다. 각각 모든 환자에서 체표면에 위치화시킨 부위와 도플러 검사로 확인한 위치, 수술 중

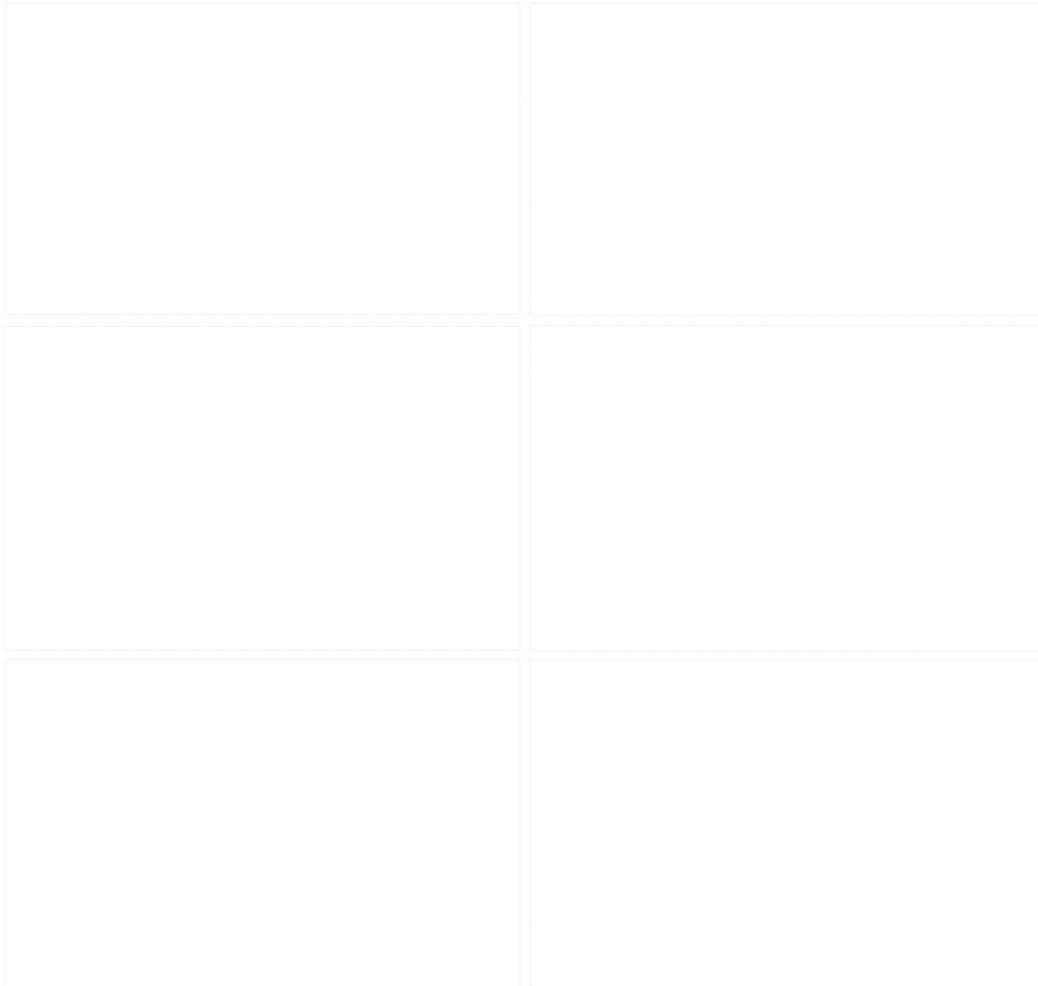


Fig. 1. Identification of pattern of perforator artery. (Above, left) The descending branch is divided from lateral circumflex femoral artery on the right side. (Below, right) The perforator artery emerges and reaches to subcutaneous level. Septocutaneous pattern is identified.

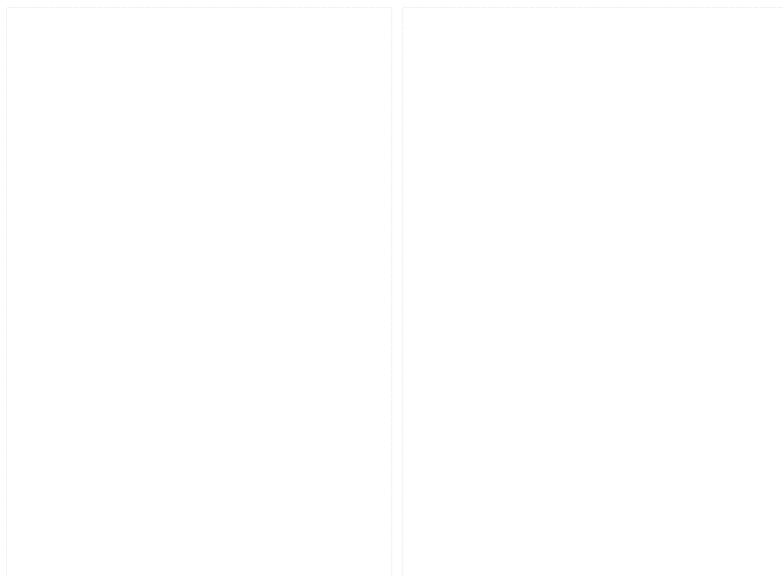


Fig. 2. Marking to the perforator artery on 3D image. (Left) Anteroposterior view. The perforator artery(white arrow) is divided from descending branch of lateral circumflex femoral artery(black arrow). (Right) Lateral view. It is better than A-P view to show the perforator artery that reaches to subcutaneous level.

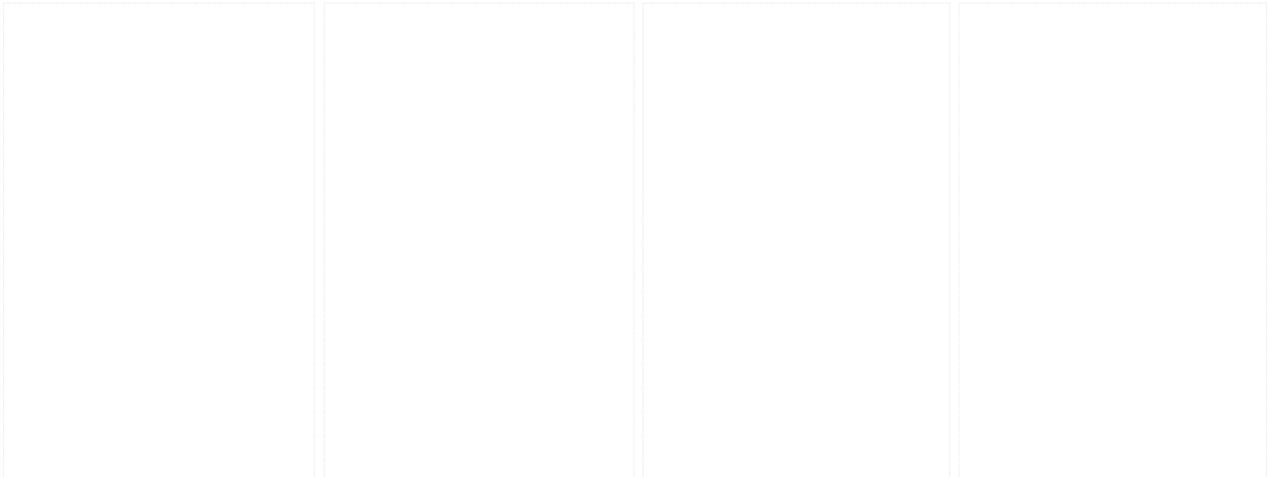


Fig 3. Localization of perforator arteries to 3D-rendered skin.

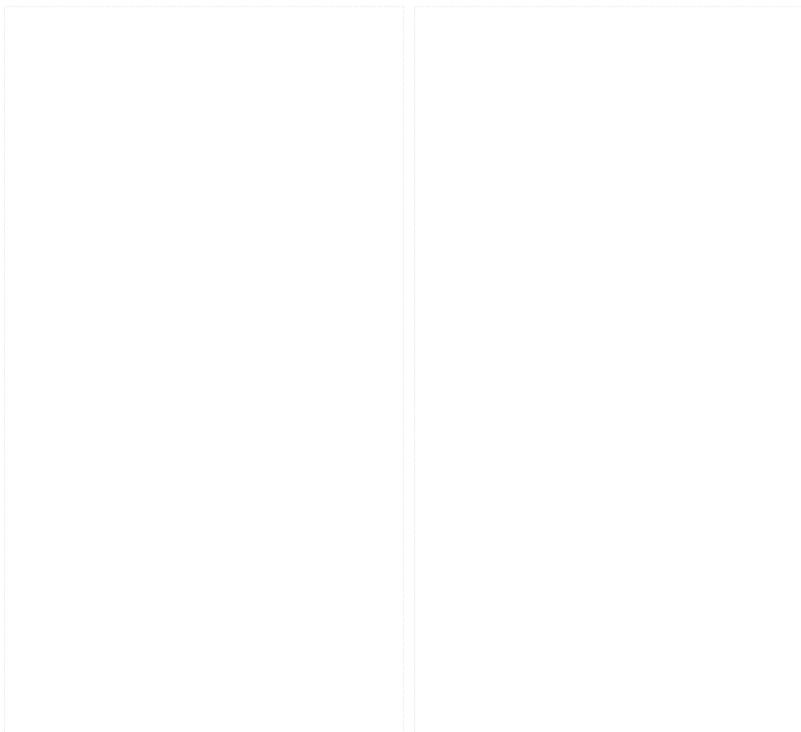


Fig. 4. Application to a patient. (Left) Drawing a line from ASIS to superolateral border of patella and calculate the length between the marked point and patella. (Right) Marking to the patient and confirm with a hand-held doppler.

관찰된 관통혈관이 모두 일치하였고 CT에서 관찰되지 않은 혈관이 수술 중 발견된 레(MDCT unreported surgical findings)는 없었다(Table III).

IV. 고 찰

현대에 들어 재건술이 발전함에 따라 기존의 고전적인 피판술의 사용은 점차 줄어들고 관통혈관을 이용한 피판술이 그 자리를 대신해 가고 있다. 그 중 앞가쪽넙다리피

판은 1984년 Song 등에 의해 소개된 이래 두경부, 수부사지 등의 재건에 폭넓게 이용되고 있다.² 이 방법은 공여부 합병증이 적다는 점, 충분한 혈관줄기를 얻을 수 있다는 점, 피판의 두께와 크기를 비교적 쉽게 큰 제약없이 할 수 있다는 점, 수술 시 체위변경이 특별히 필요하지 않고 공여부와 수혜부의 수술을 동시에 진행할 수 있어 수술 시간을 단축시킬 수 있다는 점 등의 장점이 있다.³ 그러나 앞가쪽넙다리피판의 주혈관(source artery)인 가쪽넙다리회돌이동맥(lateral circumflex femorla artery)에서 분

Table III. Correlation Between MDCT and Surgical Findings

Cases	NAP	Penetration pattern	CT-S	CT-USF
1	2	SC, MC	Very good	No
2	2	MC, MC	Very good	No
3	2	MC, MC	Very good	No
4	2	MC, MC	Very good	No
5	3	MC, MC, MC	Very good	No
6	2	MC, MC	Very good	No
7	2	SC, MC	Very good	No
8	1	MC	Very good	No
9	1	MC	Very good	No
10	2	MC, MC	Very good	No

NAP, number of arterial perforators; CT-S, correlation between MDCT and surgical findings; CT-USF, MDCT unreported surgical findings.

지하는 관통혈관(perforator artery)의 위치와 피관줄기의 주행 경로가 일정하지 않고 변이가 많아서 수술 전 검사와 피관줄기 박리 시 많은 시간과 주의를 요한다는 단점이 있다.⁴ 이런 문제를 해결하기 위해 보다 정확한 술전 검사가 요구되고 있다.

앞가쪽넙다리피관이 소개된 이래로 관통혈관의 분포나 주행에 대한 연구는 꾸준히 진행되고 있다. Wei 등⁵은 672례의 앞가쪽넙다리유리피관술 중, 초기 6례를 제외하고는 항상 적합한 관통혈관을 발견할 수 있었다고 발표하였고, 국내에서도 김은기 등⁶이 48례 중 47례에서 신뢰할 수 있는 관통혈관을 발견하였다고 하였다. 이 중 90% 이상이 위앞영덩뼈가시(anterior superior iliac spine)에서 무릎뼈 위가쪽(superolateral border of patella)을 잇는 직선상의 중점에서 반경 3 cm 이내의 거리에 존재하였다고 하였다. 약 90% 혹은 그 이상의 관통혈관들이 위에서 기술한 특정 부위에서 발견되고 있으나 바꾸어 말하면 그 외의 부위에서 발견되는 경우도 10%에 다다르는게 사실이다. 송현석 등⁷도 92.5%의 관통혈관만이 특정 부위에서 발견되었고, 13%의 관통혈관이 가쪽넙다리회돌이동맥의 가로가지에서 분지되었다고 보고하였다.

이에 술자들은 술전에 관통혈관을 확인하기 위한 검사로 주로 휴대용 도플러를 이용하여 왔었다. 도플러를 이용한 방법은 편리함이나 비용면에서 매우 우수하고 민감도(sensitivity)가 높지만 특이도(specificity)가 낮은 것으로 알려져 있다.⁸ 또 시술자나 자세, 소식자(probe)의 각도에 따라 달리 나타날 수 있고 혈관의 전체적인 해부구조를 보기에는 한계가 있다. 민감도와 함께 특이도를 높이기 위해 관통혈관의 피부투사 부위로 추정되

는 곳에 소식자를 닿기만 할 정도로 유지할 때는 혈류가 유지되다가 압박을 가하면 혈류가 느려지거나 정지한다는 사실에 바탕을 둔 관통혈관압박검사(perforator compression test)를 사용하기도 한다.⁹

술전 도플러를 이용한 지도화는 너무 민감하여 도플러 검사 상 혈행이 확인되었음에도 실제로 문합에 사용할 수 있는 수혜부 혈관이 존재하지 않는 경우가 있다.⁶ 수술 전 관통동맥위치를 도플러를 이용해 찾은 결과와 수술 중 결과를 비교하여 47.1%가 일치하였다는 보고가 있고¹⁰ 다른 연구에서는 40%에서 밖에 일치하지 않았다는 보고가 있다.¹¹

도플러의 한계를 보완하기 위해 최근에는 MDCT 등 발전된 영상기술을 이용하여 술전에 관통동맥의 위치나 주행을 파악하려는 시도가 이어지고 있다. Alonso-Burgos 등¹²은 유방절제술 후 유방재건을 위한 아랫배벽동맥(inferior epigastric artery) 관통혈관피관술의 술전 검사에 MDCT를 이용하였고, Chang 등¹³은 둔부의 재건을 위한 아래볼기동맥(inferior gluteal artery) 관통혈관피관술의 술전 검사에 MDCT를 이용하여 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다.

MDCT를 사용할 경우, 관통혈관의 정확한 피부투사 부위를 찾을 수 있을 뿐 아니라 도플러를 사용한 경우에는 확인하기 어려운 혈관의 기시부와 주행경로, 직경까지도 알 수 있다. 도플러를 사용하여 얻은 피부투사점은 관통혈관이 근막을 뚫고 올라온 지점만을 나타내기 때문에 수술 중 피관줄기를 박리할 때는 그 방향이나 경로를 예측할 수가 없다. MDCT의 경우 전체적인 해부학적 구조를 한 눈에 알 수 있어 박리를 위한 접근 방법이나

방향을 미리 예측할 수 있게 되고 이는 수술시간과 피관 줄기의 손상 가능성을 줄이는 데 큰 역할을 한다. 이와 같은 정확한 혈관 정보를 알기 위해서 고식적인 혈관조영술을 이용하는 경우도 있지만 매우 침습적이고 시술 후 환자가 취해야 할 자세가 불편하며 비용도 많이 든다. 혈관조영술에서는 알 수 없는 주위 조직과의 관계 역시 MDCT를 통해서 확인할 수 있다. 이를 통해 관통혈관이 사이막피부관통동맥(septocutaneous perforating artery)인지 근육피부관통동맥(musculocutaneous perforating artery)인지를 알 수 있고, 근육피부관통동맥일 경우에는 근육내 주행 거리의 길고 짧음을 비교할 수 있어서 수술에 유리한 혈관을 미리 알 수 있으며, 이를 보고 원하는 공여부를 우선적으로 선택할 수 있었다. MR(magnetic resonance) 혈관조영술도 사용할 수 있지만 높은 비용과 긴 검사 시간이 문제가 된다.¹⁴ MDCT는 이런 단점을 모두 보완하면서 그에 상응하는 효과를 낼 수 있었다. 하지만 방사선에 노출되어야 한다는 점, 조영제를 사용해야 한다는 점 등의 제약이 있다.

본 연구에 참여한 10명의 환자 모두에서 MDCT를 사용하여 체표면에 위치화시킨 점과 수술 중 관찰된 관통혈관이 모두 일치하였고, 주행경로 또한 일치하였으며, 이를 이용하여 수술을 성공적으로 마칠 수가 있었다. CT에서 관찰되지 않은 혈관이 수술 중 발견된 예는 없었다. 하지만, 술전 피부 표시점과 술중에 선택한 관통혈관의 일치도가 만족스러웠다고 하지만, 다소 주관적인 측정 결과이므로 일치도가 어느 정도로 정확한지, 오차 범위는 어떠한지에 대한 측정이 필요할 것으로 생각되며, 차후 도표화하여 좀 더 객관적인 조사를 추가해야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자들은 다양한 각도의 3D image를 가지고 혈관의 해부학적 위치에 대해 정확히 인지할 수 있었다. 지금까지 술전 검사 방법으로 가장 많이 쓰인 것은 도플러 등이었다. 이는 국소적인 위치 분석에 적절하게 사용되어질 수 있으나, 전체적인 구조를 보기는 힘든 방법이다. 그런 반면에 MDCT는 천공지 혈관처럼 가는 혈관에서 근육 등 주위의 구조물에 이르기 까지 전체적인 이미지를 정확하게 얻을 수 있다는 장점이 있어 수술 계획을 세우는데 좀 더 좋은 효과를 낼 수 있었다. 이렇게 현대의 발전된 영상 진단법을 사용하여 안전한 수술 계획을 세울 수 있을 것이며, 해부학적인 여러 가지 연구가 가능할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Geddes CR, Morris SF, Neligan PC: Perforator flaps: evolution, classification, and applications. *Ann Plast Surg* 50: 90, 2003
- Song YG, Chen GZ, Song YL: The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery. *Br J Plast Surg* 37: 149, 1984
- Yildirim S, Avci G, Akan M, Misirlioğlu A, Aköz T: Anterolateral thigh flap in treatment of postburn flexion contractures of the knee. *Plast Reconstr Surg* 111: 1630, 2003
- Valdatta L, Tuinder S, Buoro M, Thione A, Faga A, Putz R: Lateral circumflex femoral arterial system and perforators of the anterolateral thigh flap: an anatomic study. *Ann Plast Surg* 49: 145, 2002
- Wei FC, Jain V, Celik N, Chen HC, Chuang CC, Lin CH: Have we found an ideal soft-tissue flap? An experience with 672 anterolateral thigh flaps. *Plast Reconstr Surg* 109: 2219, 2002
- Kim EK, Hong JP: Sole reconstruction using anterolateral thigh perforator free flaps. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 32: 441, 2005
- Song HS, Park MC: The regional anatomy of perforating artery and pedicle for the anterolateral thigh free flap in the Korean. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 35: 19, 2008
- Hallock GG: The preexpanded anterolateral thigh free flap. *Ann Plast Surg* 53: 170, 2004
- Jeon BJ, Lim SY, Hyon WS, Bang SI, Oh KS, Mun GH: Anterolateral thigh flap: our experiences in head and neck reconstruction. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 33: 276, 2006
- Kimata Y, Uchiyama K, Ebihara S, Nakatsuka T, Harii K: Anatomic variations and technical problems of the anterolateral thigh flap: a report of 74 cases. *Plast Reconstr Surg* 102: 1517, 1998
- Tsukino A, Kurachi K, Inamiya T, Tanigaki T: Preoperative color Doppler assessment in planning of anterolateral thigh flaps. *Plast Reconstr Surg* 113: 241, 2004
- Alonso-Burgos A, Garcia-Tutor E, Bastarrika G, Cano D, Martinez-Cuesta A, Pina LJ: Preoperative planning of deep inferior epigastric artery perforator flap reconstruction with multislice-CT angiography: imaging findings and initial experience. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 59: 585, 2006
- Chang H, Heo C, Jeong J, Baek R, Minn K, Yoon C: Unilateral buttock reconstruction using contralateral inferior gluteal artery perforator flap with the aid of multi-detector CT. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 14: [Epub ahead of print], 2007
- Jin KN, Lee W, Yin YH, Choi SI, Jae HJ, Chung JW, Park JH: Preoperative evaluation of lower extremity arteries for free fibula transfer using MDCT angiography. *J Comput Assist Tomogr* 31: 820, 2007