

다중검출기 컴퓨터 단층 영상 분석을 이용한 Resident's ridge의 형태학적 연구

아주대학교 의과대학 정형외과학교실*, 아주대학교병원 연골재생센터†, 인천 성민병원 정형외과‡

노정호^{††} · 민병현^{*†} · 박정욱^{*} · 안병문[‡]

Geometry of Resident's ridge with Multidetector-Row Computed Tomograph Image

Jeong-Ho Roh M.D.^{††}, Byoung-Hyun Min M.D.^{*†},
Jeong Wook Park M.D.^{*}, Byung-Moon Ahn, M.D.[‡]

*Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Ajou University, Suwon, Korea**

Department of molecular science and technology, Ajou University, Suwon, Korea[†]

Department of Orthopedic Surgery, Sung Min General hospital, Incheon, Korea[‡]

Purpose: The purpose of this study was to report the real geometry of Resident's ridge doing in anterior cruciate ligament reconstruction

Materials and Methods: From Jan 2007 to Aug 2007, 48 cases which had normal distal femoral condyle analyzed with Multidetector-Row Computed Tomography. Resident's ridge was defined as change of height above 1 mm in lateral wall of intercondylar notch. Anterior-posterior length of intercondylar notch, length and height of Resident's ridge, distance of Resident's ridge from posterior cortex were estimated with 3-D reconstruction using Lucion[®] program.

Results: Cases were 59 ± 16 years olds and male was 16 cases, female was 32 cases. 9 cases had no Resident's ridge, anterior-posterior length of intercondylar notch was 25.4 ± 3.5 mm, average of length and height of the Resident's ridge was 8.2 ± 2.6, 3.5 ± 1.5 mm. Distance of the Resident's ridge from posterior cortex was 7.6 ± 2.6 mm.

Conclusion: Resident's ridge was used as landmark in anterior cruciate ligament reconstruction, which presented in many cases and which had distinct length and height.

KEY WORDS: Resident's ridge, Multidetector-Row Computed Tomography, Anterior cruciate ligament reconstruction

서 론

전방십자인대 재건술시 정확한 해부학적인 터널 위치는 전방십자인대 재건술의 성공을 위하여 매우 중요하다. 특히 대

퇴골 터널을 만들 때 이 터널의 전후방 위치는 전방십자인대 재건술의 전후방 불안정성 실패를 결정하는 중요한 인자가 된다. 해부학적인 위치에서 너무 전방에 위치할 경우 전방 불안정성이 남게 되고 너무 후방에 위치 할 경우에는 대퇴골 후면의 피질골에 골절을 유발하게 된다. 그래서 대퇴골 터널을 만들 때 Resident's ridge 라 지금까지 불려온 구조물은 그 중요성이 강조되고 있다. 이 구조물은 십자인대 재건술시 정확한 대퇴부 터널의 위치를 잡기 위하여 제거되어야 하며 대퇴부 터널을 만들 때 방해가 될 수 있으며 정확한 대퇴부 터널의 기준점이 될 수 있다. Resident's ridge의 첫 기술은 1998년 William G. Clancy Jr.가 전방십자인대 재건술에 대해 설명하는 과정에서 처음 언급되었는데 정확한 대퇴골

* Address reprint request to

Byoung Hyun Min M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Ajou University, san 5, Wonchun-dong, Paldal-Ku, Suwon, Korea, 442-749.
Tel: 82-31-219-5220, Fax: 82-31-219-5229
E-mail: bhmin@ajou.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2007년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

터널을 만들 때 이 구릉을 대퇴골의 후벽으로 착각하여 대퇴골 터널이 해부학적인 위치보다 전방에 위치하게 되는 실수를 많이 하게 된다고 하였다. 그 후로 이 명칭은 거의 고유명사화 되어 대퇴골 외과의 후면의 앞부분(전방십자인대 부착부의 앞부분)에 존재하는 구릉을 일컫는 단어가 되었다. 대부분의 사람들이 이 Intercondylar lateral ridge의 중요성에 대해서는 인식하고 있으나 지금까지 이 구조물에 관한 연구는 거의 없었다. 또한 이 ridge의 형태학적인 연구나 위치, 실제 어느 정도나 존재하는지에 대한 연구는 지금까지 없었다. 1990년대 초 나선형 컴퓨터 단층 촬영기(Spiral CT)가 개발되어 일정 간격과 임의의 방향으로 영상을 재구성할 수 있고 3차원 재구성도 가능하게 되었으며, 최근에는 고해상도, 단축된 검사 시간, 3차원 영상의 재건 및 개선된 시간 해상도의 16 channel 다중검출기 컴퓨터단층촬영술(multidetector-row computed tomography)이 보급되면서 기존의 CT에 비해 많은 영역에서 진단적 가치를 높이고 있다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 Resident's ridge라 불리어온 이 과간외측구릉(intercondylar ridge)의 발현 빈도, 해부학적인 정의, 개인간의 차이에 대해서 MDCT를 이용하여 연구하였다.

대상 및 방법

2007년 1월부터 2007년 8월까지 본원을 내원한 환자 중 슬관절의 검사를 위해 MDCT (multidetector-Row Computed Tomography, 16 detector type, SOMATOM Sensation 16®, Siemens, Germany)를 촬영한 환자를 대상

으로 하였다. 대상 질환으로는 슬관절 부위 골절, 재발성 슬개골 탈구 및 아탈구, 슬부 염좌 등이 포함되었으며 과간 절흔에 골절부위가 침범된 경우나 슬관절의 골관절염의 소견이 보이는 환자들은 대상에서 제외하였다. 총 48례를 대상으로 하였으며 성비는 남성이 16례, 여성이 32례 이었으며 평균 연령은 59±16(17~78세)세 이었다.

MDCT를 이용하여 촬영한 데이터는 Lucion® 프로그램(MEVISYS Inc.)을 이용하여 3차원 재구성 분석을 하였다. 통계분석은 독립 쌍 t 검정과 t 검정을 이용하였다.

과간외측구릉의 해부학적 측정은 Lucion® 프로그램을 이용하여 3차원 재구성한 영상에서 대퇴골 원위부의 축상면 상에서 전방 십자인대 부착부(우측인 경우 11시 방향, 좌측인 경우 1시 방향) 상의 측면 영상을 추출하여 과간 절흔 상외측벽의 기저부에서 돌출된 부위(구릉)의 높이와 길이를 측정하였다(Fig. 1). 또한 구릉의 가장 고점이 있는 위치에서 과간 절흔의 전후방 길이를 측정하고 가장 고점에서 과간절흔의 상외측 가장 후벽까지의 거리를 측정하여 과간 구릉이 후벽에서 어느 정도 떨어져 있는지를 측정하였다. 과간 구릉(Resident's ridge)의 존재 유무는 구릉의 높이가 1 mm 이상인 경우 구릉이 있는 것으로 판단하였다¹¹⁾. 과간 절흔의 전후방 길이를 구릉의 크기와 위치간의 상관관계를 비교하였다. 또한 구릉의 해부학적인 크기를 성별에 따라 비교 분석 하였다.

결 과

Resident's ridge는 48례 중 39례에서 존재하였다. 과간



Fig. 1. Estimation of intercondylar ridge with 3D reconstructive image. (A) 3D reconstruction with Lucion program (B) Estimation of length and height of Resident's ridge

절흔의 상외측 벽의 전후방 길이는 25.4 ± 3.5 mm 이었으며 Resident's ridge의 위치는 과간 절흔의 후벽에서 7.6 ± 2.6 mm 떨어진 곳에 위치하고 있었으며 이는 후벽에서 평균 29.9% 떨어진 곳이 되었다. 과간 구릉의 해부학적 크기는 높이가 3.5 ± 1.5 mm 이고 길이가 8.2 ± 2.6 mm 이었다. 또한 과간외측구릉의 크기와 대퇴골 원위부의 크기간의 상관관계 분석을 위해 구릉의 높이를 대퇴골 원위부의 전후방 길이와 내외측 길이를 각각 독립 쌍 t 검정을 이용하여 분석한 결과 유의한 결과를 보이지 않았으나 과간 절흔의 전후방 길이와 과간외측구릉의 위치(과간 절흔의 후벽에서 과간외측구릉까지 거리)는 독립 쌍 t 검정 결과 유의한 상관관계를 보였다 ($P < 0.05$) (Table 2). 성별에 따른 과간 구릉의 변화는 길이의 경우만 유의한 차이를 보였으며 높이와 후벽으로부터의 거리는 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 1).

고 찰

현재까지 과간 절흔과 전방십자인대의 대퇴골 부착부에 관

한 해부학적 연구는 흔치 않았다. 그러나 1998년 Clancy에 의해 처음 Resident's ridge 라고 명명이 된 후 과간외측구릉 (Intercondylar lateral ridge)에 관한 연구는 현재까지 거의 연구 되지 않았다^{2-5,7,9-11)}. Carson 등은 전방십자인대 재건술시 가장 흔한 오류는 대퇴부 터널을 전방에 위치하는 것이라⁶⁾ 전방십자인대 재건술시 대퇴골 터널을 만들기 위해 절흔 성형술을 하면 흔히 과간 구릉을 발견하게 되고 이 과간 외측구릉은 대퇴골 터널의 위치 선정의 landmark로 사용하도록 권유되고 있다. 그러나 과간외측구릉에 대한 존재여부, 위치 및 크기에 대한 자료는 전혀 얻을 수 없었다. 이에 우리의 연구는 이 과간외측구릉의 실제 존재 여부 및 해부학적 정의에 대해 연구하게 되었다.

Mark 등은 이 과간 구릉이 좀더 두껍고 치밀한 피질골로 이루어져 있으며 이는 전방십자인대의 전방부에서 이의 보호대 역할을 한다고 가정하고 사체연구를 통해 이의 조직학적 연구를 하였으나 피질골 두께의 차이는 없었다고 보고하였다⁸⁾.

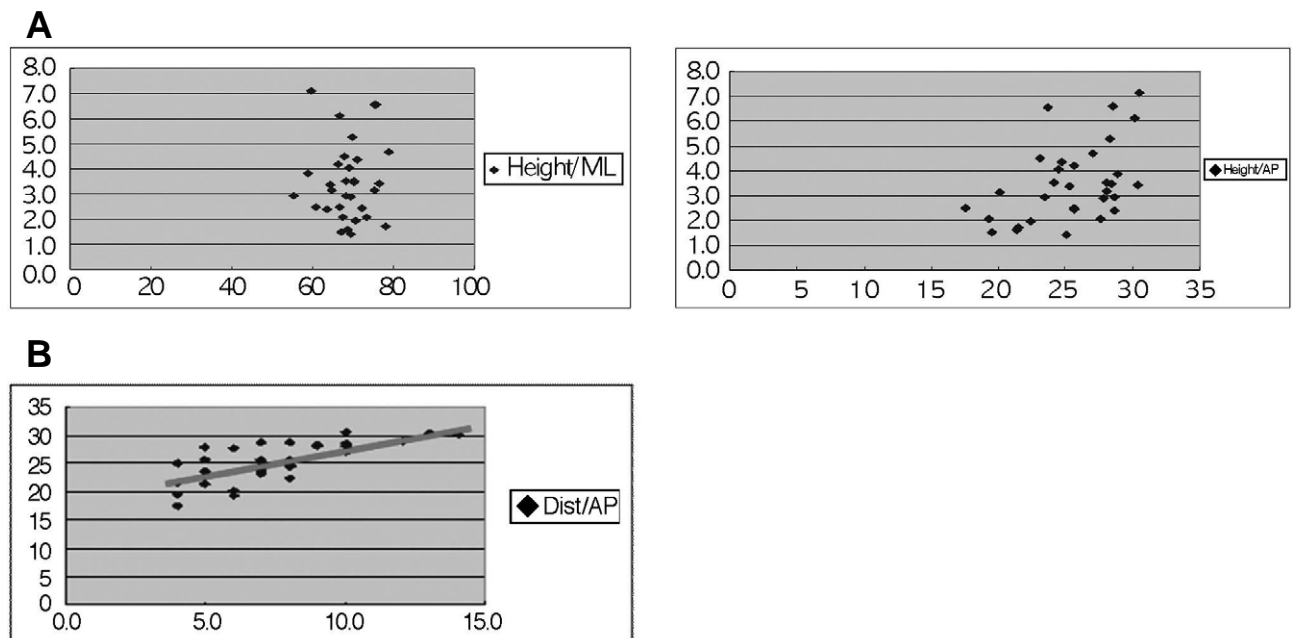
Mark 등에 의하면 과간 구릉이 90%에서 존재한다고 하였는데 본 연구에서는 약 80%에서 과간 구릉이 존재하였다⁸⁾. 이는 Mark등의 연구는 10례의 사체를 대상으로 한 것인 반

Table 1. Anatomic variation of intercondylar ridge in sex.

	Height	Length	Distance
Male	2.9 ± 0.7	7.0 ± 1.8	7.1 ± 1.8
Female	3.8 ± 1.8	8.9 ± 2.7	7.9 ± 3.0
P value	0.154	0.046	0.440

(T test)

Table 2. (A) Comparison between size of the knee and intercondylar ridge **(B)** Comparison between AP length of intercondylar notch and position of intercondylar ridge.



면에 본 연구는 96례를 대상으로 컴퓨터 단층 촬영 영상을 이용한 것에 의한 차이라고 생각된다. 과간외측구릉의 크기에 있어서는 과간 절흔의 크기가 크다고 그 크기가 큰 것은 아니었다. 그러나 과간외측구릉의 위치는 과간 절흔의 후벽에서 약 30% 앞쪽에 위치하며 이는 과간 구릉의 위치가 후벽에서부터 절대적인 위치에 존재하는 것이 아니라 슬관절의 크기에 따라 상대적인 위치에 존재한다는 것을 의미한다. 즉 과간 절흔의 크기가 클수록 좀더 앞쪽에 위치한다는 것을 보여 주고 있다. 즉 이는 크기가 큰 슬관절의 전방십자 인대 재건술시 과간 구릉이 관절경사 좀더 앞쪽에 위치하게 되므로 절흔성형술시 이 구릉을 제거하여야만 정확한 대퇴골 터널을 만들 수 있다는 것을 설명해준다. 반면에 작은 크기의 슬관절에서는 이 구릉의 위치가 비교적 뒤쪽에 위치한다는 것을 보여준다.

본 연구에서 과간외측구릉을 탐색하기 위해 컴퓨터 단층 촬영술을 사용하였다. 단층은 1 mm 의 두께이므로 실측에 비하여 오차가 있을 수 있다. 사체를 컴퓨터 단층 촬영하여 실측에 비교하여 보니 약 0.35 mm의 오차가 있었다. 본 연구에서 과간외측구릉의 높이가 3.5 mm 임을 고려할 때에 측정 방법에 의한 과간외측구릉의 존재에 대한 잘못된 판단은 없을 것으로 사료된다. 과간외측구릉의 위치는 대퇴골의 후방 피질골로부터 7.6 ± 2.6 mm 떨어진 위치에 존재하는데, 전방십자인대 재건술시 대퇴골 터널의 중심이 후방 피질골로부터 4~6 mm 에 위치하는 것을 감안하면 과간외측구릉의 위치는 좋은 landmark로 이용될 수 있을 것으로 사료된다. 즉 슬개건을 이용하기 위해 10 mm 정도의 터널을 만들 때에도 대퇴골 터널의 중심은 과간외측구릉의 후방에 위치하도록 한다면 대퇴골 터널의 전방 위치를 방지할 수 있을 것이다. 다만 슬관절의 크기가 작은 환자에서는 후방 피질골의 침범이 있는 지 잘 관찰하여야 할 것이다. 많은 수술의가 과간 절흔의 후방을 잘 관찰하기 위해 습관적으로 과간외측구릉을 제거하는 데, 과간외측구릉의 효과적인 이용을 위해 제거하여야 할 것으로 판단된다.

과간외측구릉은 많은 예에서 존재하며 이것의 해부학적 의의를 고려할 때 경험이 적은 전공의의 실수에 대한 경고의 목적으로 명명된 "Resident's ridge"는 이제 본연의 이름을 찾아야 된다고 생각된다.

결 론

과간외측구릉은 많은 예에서 존재하며 뚜렷한 길이와 높이가 있기 때문에 전방십자인대 재건술시 주요한 landmark로 사용할 수 있다.

REFERENCES

- 1) **Anderson AF, Lipscomb AB, Liudahl KJ, et al:** Analysis of the intercondylar notch by computed tomography. *Am J Sports Med* 1987;15: 547-552.
- 2) **Carson EW, Simonian PT, Wickiewicz TL, et al:** Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Instr Course Lect* 1998;47: 361-368.
- 3) **Dalton JD, Harner CD:** Surgical techniques to correct nonanatomic femoral tunnels. *Oper Tech Sports Med* 1998;6: 83-90.
- 4) **Girgis FG, Marshall JL, Al Mohajem ARS:** The cruciate ligaments of the knee joint: Anatomical, functional, and experimental analysis. *Clin Orthop* 1975;106: 216-231.
- 5) **Good L, Odensten M, Gillquist J:** Intercondylar notch measurements with special reference to anterior cruciate ligament surgery. *Clin Orthop* 1991;263: 185-189.
- 6) **Herzog RJ, Silliman JF, Hutton K, et al:** Measurements of the intercondylar notch by plain film radiography and magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med* 1994;22: 204-210.
- 7) **Houseworth SW, Mauro VJ, Mellon BA:** The intercondylar notch in acute tears of the anterior cruciate ligament: A computer graphics study. *Am J Sports Med* 1987;15: 221-224.
- 8) **Mark RH, Stephen AA:** Resident' ridge: Assessing the cortical thickness of the lateral wall and roof of the intercondylar notch. *Arthroscopy* 2003; 19: 931-935.
- 9) **Mensch JS, Amstutz HC:** Knee morphology as a guide to knee replacement. *Clin Orthop* 1975;112 :231-241.
- 10) **Muneta T, Takakuda K, Yamamoto H:** Intercondylar notch width and its relation to the configuration and cross-sectional area of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1997;25: 60-72.
- 11) **Shelbourne KD, Davis TJ, Klootwyk TE:** The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears: A prospective study. *Am J Sports Med* 1998;26: 402-408.

초 록

목적: 전방십자인대 재건술시 흔히 관찰하게 되는 Resident's ridge의 실제 형태학적 위치 및 모양을 알아보고자 한다.

대상 및 방법: 2007년 1월부터 2007년 8월까지 본원에서 시행한 48례의 정상 대퇴골 원위부를 촬영한 MD CT (Multidetector-Row Computed Tomography) 영상을 분석하였다. 과간절흔의 외측벽에서 1 mm 이상의 높이 변화를 보이는 경우를 Resident's ridge로 정의 하였다. Lucion[®] 프로그램을 이용하여 3차원 재구성한 영상을 통해 과간절흔의 전후방 길이, resident's ridge의 길이, 높이, 과간절흔의 후방 피질골로부터의 거리를 측정하였다.

결과: 환자의 평균 연령은 59 ± 16 세였으며 남성이 16례, 여성이 32례 이었다. Resident's ridge가 존재 하지 않았던 경우는 9례 이었으며 과간 절흔의 전후방 길이는 25.4 ± 3.5 mm, Resident's ridge 의 길이와 높이의 평균값은 각각 8.2 ± 2.6 , 3.5 ± 1.5 mm 이었으며 Resident's ridge의 후방 피질골로부터의 거리는 7.6 ± 2.6 mm 이었다.

결론: Resident's ridge는 많은 예에서 존재하며 뚜렷한 길이와 높이가 있기 때문에 전방십자인대 재건술시 주요한 landmark로 사용할 수 있다.

색인 단어: Resident's ridge, 다중검출기 전산화 단층촬영, 전방십자인대재건술