



대퇴 경부 골절 환자의 치료에서 대퇴 경부 시스템 및 유관 압박 나사 간의 임상 결과 비교

황재광 · 이기원[✉] · 서동교 · 배주열 · 송명근 · 최한석

울산대학교 의과대학 강릉아산병원 정형외과학교실

Comparison of Clinical Outcomes for Femoral Neck System and Cannulated Compression Screws in the Treatment of Femoral Neck Fracture

Jae Kwang Hwang, M.D., Ph.D., KiWon Lee, M.D., Ph.D.[✉], Dong-Kyo Seo, M.D., Ph.D.,
Joo-Yul Bae, M.D., Ph.D., Myeong-Geun Song, M.D., Hansuk Choi, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Gangneung Asan Hospital, University of Ulsan College of Medicine, Gangneung, Korea

Received March 16, 2023

Revised March 30, 2023

Accepted April 26, 2023

✉Correspondence to:

KiWon Lee, M.D., Ph.D.
Department of Orthopedic Surgery,
Gangneung Asan Hospital, University
of Ulsan College of Medicine,
38 Bangdong-gil, Sacheon-myeon,
Gangneung 25440, Korea
Tel: +82-33-610-3249
Fax: +82-33-610-8050
E-mail: lkwsodr@naver.com

Financial support: None.

Conflict of interests: None.

Purpose: This study compared the clinical and radiological results of the femoral neck system (FNS) and cannulated compression screws (CCS) for the fixation of femoral neck fractures.

Materials and Methods: Patients who underwent FNS or CCS internal fixation for femoral neck fractures between January 2016 and January 2022 were analyzed retrospectively. The hip joint function using the Harris hip score (HHS) was evaluated three months and one year after surgery. The operation time, fracture healing time, and associated surgical complications in the two groups were compared and analyzed statistically.

Results: Seventy-nine patients were categorized into 38 FNS and 41 CCS groups. The FNS group had a longer operation time and higher postoperative HHS at three months ($p < 0.01$). Femoral neck shortening was lower in the FNS group ($p = 0.022$). There were no significant differences in the fracture healing time and other complications.

Conclusion: There were no differences in most clinical outcomes and complications between the two groups except for the three-month HHS and femoral neck shortening. This study suggests that FNS could be an alternative to CCS for treating femoral neck fractures.

Key Words: Femur, Neck fracture, Femoral neck system, Cannulated compression screws

서 론

대퇴 경부 골절은 흔한 고관절 골절로, 인구 고령화와 함께 지속적으로 발생률이 증가하고 있으며 이에 대한 치료 역시 중요한 과제가 되고 있다.¹⁻⁴⁾ 대퇴 경부는 해부학적 특성상

골절 시 혈행 차단이 쉽게 발생하여 불유합, 대퇴골두 무혈성 괴사 및 대퇴 경부 단축 등이 합병증으로 쉽게 발생할 수 있다.⁵⁻⁸⁾ 이러한 경우 고관절의 만성적인 통증 및 기능 장애를 유발하여 최종적으로 인공관절 치환술이 필요하게 될 수 있다.⁹⁻¹¹⁾ 대퇴 경부 골절에 대한 치료는 일반적으로 골절의 전

위 여부 및 연령을 고려하여 결정되며, 비교적 젊은 연령에서 전위가 심하지 않은 대퇴 경부 골절의 경우 일차적 내고정술을 시행하고 있다.^{12,13)} 내고정술 방법으로 현재까지 3개의 6.5 mm 유관 압박 나사(cannulated compression screws, CCS)가 가장 널리 사용되고 있으며^{12,14)} 압박 고 나사(dynamic hip screw, DHS)는 강력한 생역학적 안정성을 제공할 수 있으나 CCS보다 절개가 크고 침습적이라는 단점이 있다.^{15,16)} 최근 개발된 대퇴 경부 시스템(femoral neck system, FNS; DePuy Synthes, Warsaw, IN, USA)은 DHS에 비해 덜 침습적이면서도 DHS와 같은 생역학적 안정성을 부여하여 회전 안정성이 높고 수직 전단력에 대해 저항력이 크다는 장점을 가진 것으로 보고되고 있다(Fig. 1).¹⁶⁻¹⁸⁾ 하지만 사체에서의 생역학적 연구 이외의 임상 연구 자료는 부족한 상태로, 본 연구에서는 기존 가장 널리 활용되던 술식인 CCS를 이용한 내고정술과 FNS를 이용한 내고정술을 비교하여, 이의 임상적 효용성을 비교 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 강릉아산병원 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받고 진행되었으며(IRB No. 2022-02-012), 2016년 1월부터 2022년 1월까지 본원 정형외과에서 대퇴 경부 골절로 내고정술을 시행한 환자들을 후향적으로 분석하여 시행하였다. 후향적 의무기록 연구로 환자 서면동의는 IRB에 의해 면제 받았다. 모든 수술은 한 명의 고관절 전문 정형외과 전문의에 의하여 시행되었다. 연구 대상은 대퇴 경부 골절 환자 중 2016년 1월부터 2019년 8월까지 CCS를 이용하여 내고정술을 시행한 환자 60명, 2019년 9월부터 2022년 1월까지 FNS를 이용해 내고정술을 시행한 61명을 대상으로 하였다. 이 중 CCS군의 경우 외래 추시가 1년 이하로 시행된 18명, 동반된 다른 외상으

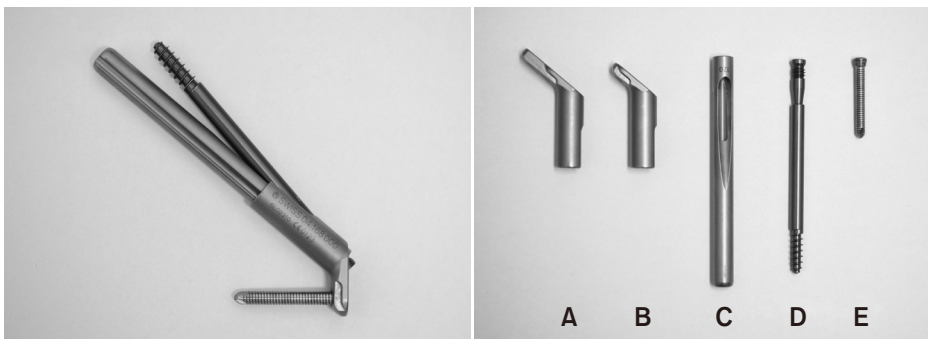


Fig. 1. Schematic diagram of femoral neck system. One-hole (A) and two-hole (B) plate in the stable angular structure (neck-shaft angle=130°, size of the locking screw=5.0 mm), (C) a round, blunt-headed screw bolt (diameter=10 mm, length=75-130 mm), (D) a round, blunt-headed anti-rotation screw that can be locked to the screw bolt (diameter=6.4 mm), (E) locking screw.

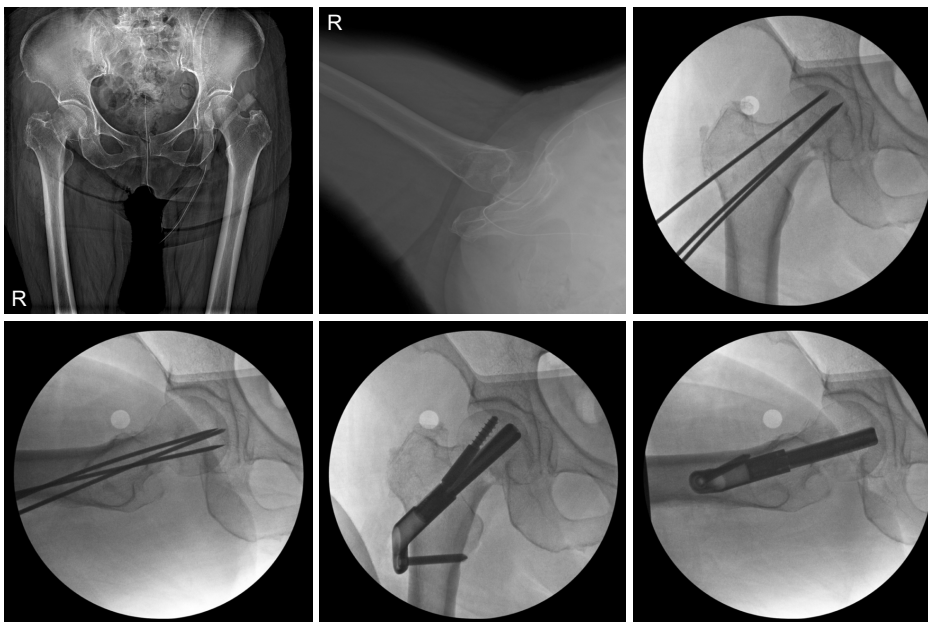


Fig. 2. A 63-year-old female with a right femoral neck fracture (Garden type 1) treated with the FNS (femoral neck system). Preoperative, intraoperative, and postoperative anteroposterior and lateral radiographs.



Fig. 3. A 59-year-old male with a left femoral neck fracture (Garden type 1) treated with the CCS (cannulated compression screws). Preoperative, intraoperative, and postoperative anteroposterior and lateral radiographs.

로 적절한 재활이 어려웠던 1명을 제외한 41명이 최종 연구 대상에 포함되었으며, FNS군의 경우 외래 추시가 1년 이하로 시행된 22명, 동반된 다른 외상으로 적절한 재활이 어려웠던 1명을 제외한 38명을 최종 연구 대상으로 하였다.

2. 수술 방법

모든 수술은 전신마취 혹은 척추마취하에 시행되었고 양와위로 환자를 위치시킨 후 무균적 방법으로 수술을 준비하였다. 절개 전 영상증폭기를 통해 유도 스테인만 핀 삽입 전 비관혈적 정복술을 시행하였으며, 정복 상태가 만족스러움을 확인하고 스테인만 핀을 삽입하여 일시적인 고정을 얻은 뒤 대퇴골의 대전자에서 간부 축으로 3-5 cm가량의 절개를 하여 내고정물을 삽입하고 고정하였다(Fig. 2, 3).

3. 수술 전, 후 관리

모든 환자를 대상으로 감염 예방을 위해 수술 30분 전 세팔로스포린 계열 항생제를 투여하였고, 술 후 24시간 동안 항생제를 투여하였다. 모든 환자들에게 양측 하지 항혈전스타킹을 적용하였으며, 술 후 자세 제한은 두지 않았다. CCS군은 수술 후 6주까지 체중부하를 허용하지 않았으며 6주부터 부분 체중부하를 허용하였고 3개월부터는 전 체중부하를 허용하였다. FNS군은 수술 후 4일째부터 보행 재활을 통한 능동적인 부분 체중부하 보행을 시행하였으며 수술 후

6주부터 전 체중부하를 허용하였다. 본 연구에서는 골밀도 검사 결과 및 골절 양상에 따른 보행의 차이는 두지 않았다. 수술 직후, 6일째 및 13일째에 각각 단순방사선 촬영을 시행하였고, 퇴원 후 외래 추시는 수술 후 6주, 3, 6, 12개월 뒤 시행하였다.

4. 결과 분석

FNS 및 CCS를 이용하여 내고정술을 시행한 환자군으로 분류한 후, 인구통계학적 자료 및 골절 분류(Garden법, Pauwels법),^{19,20)} 수술 시간, 수술 후 통증 정도(visual analog scale, VAS), 수술 후 3개월 및 1년의 해리스 고관절 기능점수(Harris hip score, HHS), 골유합에 걸린 기간 및 수술 후 대퇴 경부 단축 정도를 비교하였다. 수술 후 골절 정복의 정도는 가든 정렬 지수(Garden alignment index)¹⁹⁾를 이용하여 환측 대퇴 경부의 전후면 및 측면 사진을 기반으로 평가하였으며, 골유합은 골절 부위의 통증이 소실되고 전후면, 측면 방사선 검사에서 골절선이 소실된 것으로 정의하였고, 9개월 이후에도 유합이 진행되지 않았거나 3개월 이상 유합의 진행 소견이 없으면서 불유합의 증상(통증, 체중부하 보행 불가)이 동반된 경우 불유합으로 정의하였다.^{21,22)}

수술 후 합병증으로 수술 부위 감염, 삽입물의 대퇴골두 천공, 나사 뽑힘, 대퇴골두 괴사, 대퇴 경부 단축 및 불유합을 비교하였다. 삽입물의 대퇴골두 천공은 Morvan 등²³⁾이 정의한 방법에 따라 삽입물이 대퇴골두를 뚫고 돌출된 경우로 정



Fig. 4. Femoral neck shortening measurement.

의하였으며, 나사 뽑힘은 Chen 등²⁴⁾이 정의한 방법에 따라 단 순방사선 검사에서 2 mm 이상 나사가 외측으로 이동한 경우 로 정의하였다. 대퇴골두 괴사는 Slobogean 등²⁵⁾이 제안한 방 법으로 수술 후 방사선 사진과 비교하여 대퇴골두의 부분 함 몰 소견이나 연골하 투명한 부분의 존재로 정의하였다. 수술 후 대퇴 경부 단축 정도는 Zlowodzki 등⁷⁾이 사용한 방법(Fig. 4)을 이용하여 측정하였으며, 10 mm 이상 경부가 짧아진 경 우만을 합병증으로 분류하였다.^{26,27)}

고관절 기능 평가는 통증, 일상생활 정도, 변형 및 운동범 위를 포함한 HHS²⁸⁾를 사용하였고, 우수함(excellent)은 90–100점, 좋음(good)은 80–89점, 보통(medium)은 70–79점, 나쁨(poor)은 70점 미만으로 나누어 분류하였다.²⁹⁾

5. 통계 분석

통계 분석은 IBM SPSS Statistics 28.0 (IBM, Armonk, NY, USA) 소프트웨어를 이용하였으며, 연속변수들(나이, 체 질량지수, 수술 시간, HHS, 골유합에 걸린 시간, 수술 후 통 증 정도 및 대퇴 경부 단축 정도)은 독립 t-검정(independent t-test)을 이용하여 비교하였고, 명목변수들(성별, 불유합, 대 퇴골두 무혈성 괴사, 수술 후 단축 여부, 수술 후 정복 평가, 골절 유형)은 카이 제곱 검정(chi-square test) 또는 피셔 정확 검정(Fisher exact probability method)을 이용하였다. 통계적 유의수준은 p값이 0.05 미만인 경우로 하였다.

결 과

FNS군 38명, CCS군 41명, 총 79명의 사례를 분석하였다. 두 군에 속한 환자의 인구학적 특징의 통계적 차이는 없었 으며(Table 1), 두 군 모두 Garden 1형(FNS 34예, 89.5%; CCS

Table 1. Patients' Demographics

Variable	FNS	CCS	p-value
No. of cases	38	41	
Sex, male/female	14/24	12/29	0.474
Age (yr)	66.4±13.95	64.6±15.8	0.597
BMI (kg/m ²)	22.0±3.0	21.9±2.8	0.891

Values are presented as number only or mean±standard deviation. FNS: femoral neck system, CCS: cannulated compression screws, BMI: body mass index.

Table 2. Fracture Type of Patients Treated with FNS or CCS

Fracture type	FNS	CCS	p-value
Garden type			0.060
1	34 (89.5)	29 (70.7)	
2	4 (10.5)	5 (12.2)	
3	0 (0)	3 (7.3)	
4	0 (0)	4 (9.8)	
Pauwels type			0.451
1	3 (7.9)	4 (9.8)	
2	29 (76.3)	26 (63.4)	
3	6 (15.8)	11 (26.8)	

Values are presented as number (%). FNS: femoral neck system, CCS: cannulated compression screws.

29예, 70.7%) 및 Pauwels 2형(FNS 29예, 76.3%; CCS 26예, 63.4%)이 가장 많았고, 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 2).

수술 후 측정한 가든 정렬 지수(Garden alignment index) 는 CCS군의 나쁨 1예를 제외한 나머지 78명은 모두 우수함 혹은 좋음으로 분류되었다(Table 3).

수술 시간은 FNS군이 50.1±20.2분으로 CCS군 38.5±17.2분에 비해 더 길었으며(p<0.01), HHS는 FNS군에서 술 후 3개월 평가에서 통계적으로 유의하게 높았고(p<0.01), 술

후 1년 평가에서는 FNS군 81.6% (31예/38예), CCS군 80.5% (33예/41예)에서 good 이상의 기능 점수를 나타내었으며 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 4, 5).

수술 후 발생한 대퇴 경부 단축의 정도는 FNS군에서 유의하게 낮았으며($p<0.05$), 골유합까지 걸린 시간, VAS에는 유의한 차이가 없었다. 불유합, 대퇴골두 괴사, 나사 빠짐의 합병증은 두 군 간 유의한 차이가 없었다(Table 6).

고 찰

대퇴 경부 골절은 젊은 환자에서는 교통사고 및 낙상 등 고에너지의 외력으로 인해 발생하며 노인에서는 고령화로 인해 그 발생빈도가 지속적으로 증가 추세에 있다.^{1,2)} 그러나 대퇴 경부 골절은 해부학적 구조의 특수성으로 인해 내고정 시 대퇴골두 무혈성 괴사 및 불유합 등의 발생률이 높아 치료 방법 선택에 여러 의견이 있다.^{8,9,12)} 고령의 환자에서는 고관절 인공관절 치환술이 주로 사용되고 있으나³⁰⁻³²⁾ 젊은 환자의 전위가 비교적 적은 골절에서는 내고정술로 대퇴골두를 보존하는 것이 일차적인 치료 방법이다.^{8,12,31)} 내고정술의 방법은 CCS를 이용한 내고정술이 가장 널리 쓰이고 있으며 최소 침습적이면서도 생체역학적인 안정성을 제공할 수 있는 방법으로 알려져 있다.³³⁾ 하지만 난이도가 높고 수직 전단력 및 회전

력에 대한 저항성이 충분하지 못하여¹⁷⁾ 이를 개선하기 위한 다양한 방법이 시도되고 있다.

최근 개발된 FNS는 DHS와 유사하게 CCS보다 회전 안정성 및 수직 전단력에 대해 우수한 저항력을 가지면서도 DHS보다 덜 침습적인 장점을 가진 것으로 알려져 있다.¹⁷⁾ 현재까지 진행된 연구는 주로 사체를 이용한 생역학적 연구로, FNS가 CCS보다 생체역학적인 안정성이 유의하게 높은 것으로 확인되었으나¹⁷⁾ 실제 환자군에서의 연구는 현재까지 부족한 편이다.

FNS군과 CCS군의 수술 시간 비교 시 Hu 등²⁹⁾은 FNS군

Table 5. Comparison of the 1-Year Postoperative HHS between the FNS and CCS Groups

	FNS	CCS
1-Year postoperative HHS	87.0±11.2	85.0±10.1
Functional assessment		
Excellent (90-100)	21 (55.3)	22 (53.7)
Good (80-89)	10 (26.3)	11 (26.8)
Medium (70-79)	3 (7.9)	3 (7.3)
Poor (<70)	4 (10.5)	5 (12.2)

Values are presented as mean±standard deviation or number (%). HHS: Harris hip score, FNS: femoral neck system, CCS: cannulated compression screws.

Table 6. Comparison of the Complications between the FNS and CCS Groups

Complication	FNS	CCS	p-value
Non-union	3 (7.9)	2 (4.9)	0.582
Femoral head necrosis	2 (5.3)	4 (9.8)	0.451
Femoral neck shortening	4 (10.5)	13 (31.7)	0.022
Cut-out	0 (0)	0 (0)	-
Nail withdrawal	1 (2.6)	3 (7.3)	0.343

Values are presented as number (%). FNS: femoral neck system, CCS: cannulated compression screws.

Table 3. Comparison of the Postoperative Garden Alignment Index between the FNS and CCS Groups

Garden alignment index	FNS	CCS
Excellent	27 (71.1)	33 (80.5)
Good	11 (28.9)	7 (17.1)
Poor	0 (0)	1 (2.4)

Values are presented as number (%). FNS: femoral neck system, CCS: cannulated compression screws.

Table 4. Comparison of the Perioperative Characteristics between the FNS and CCS Groups

Variable	FNS	CCS	p-value
Operation time (min)	50.1±20.2	38.5±17.2	0.008
Perioperative blood loss (ml)	33.6±23.2	35.6±26.5	0.715
3-Month postoperative HHS	73.6±10.5	67.5±8.7	0.006
1-Year postoperative HHS	87.0±11.2	85.0±10.1	0.427
Healing time (mo)	11.3±5.2	12.4±8.4	0.513
Femoral neck shortening (mm)	5.5±3.28	8.3±5.0	0.004
Postoperative VAS score	2.1±0.4	2.1±0.8	0.830

Values are presented as mean±standard deviation. FNS: femoral neck system, CCS: cannulated compression screws, HHS: Harris hip score, VAS: visual analog scale.



Fig. 5. Complications associated with the internal fixation for treating femoral neck fractures. (A) A 75-year-old female with a right femoral neck fracture (Garden type 2) was treated with the femoral neck system (FNS). Anteroposterior radiograph of the one-year follow-up shows avascular necrosis of the femoral head. (B) A 68-year-old male with a right femoral neck fracture (Garden type 2) was treated with the FNS. Anteroposterior radiograph of the seven-month follow-up shows nonunion of a femoral neck fracture. (C) A 51-year-old male with a right femoral neck fracture (Garden type 3) was treated with the CCS (cannulated compression screws). Anteroposterior radiograph of a five-year follow-up shows screw withdrawal.

79.8±26.4분, CCS군 64.6±18.6분으로 보고하였으며, Zhou 등²⁷⁾은 FNS군 42.8±4.7분, CCS군 40.9±5.2분으로 보고하였다. 본 연구에서는 FNS군에서 50.1±20.2분, CCS군에서 38.5±17.2분으로 FNS군에서 통계적으로 유의하게 길었으나 ($p<0.01$) 이는 술자의 숙련도 및 선호도 등에 따라 다른 결과가 나올 가능성이 있다고 생각되며, 수술 시간에 차이가 있었으나 이로 인한 내과적 합병증 발생률 증가와의 관련성은 없었다.

본 연구에서는 HHS를 수술 후 3개월 및 1년 경과 시에 비교하였다. 수술 후 3개월에는 FNS군 73.6±10.5점, CCS군 67.5±8.7점으로 통계적으로 유의하게 FNS군이 높았으나 ($p<0.01$), 수술 후 1년에는 FNS군 87.0±11.2점, CCS군 85.0±10.1점으로 유의한 차이는 없었다. 저자들은 FNS가 CCS에 비해 생역학적으로 더 안정적이라고 판단하여 더 빠른 재활을 시행하였으며, 수술 초기 3개월 HHS가 FNS군에서 더 높게 도출된 것은 수술 후 거동 관리에 있어 두 군 간 차이를 두어서 나타났을 가능성이 있다. 수술 후 1년 HHS는 두 군 간 유의한 차이가 없어 최종적인 고관절 기능 회복에 있어 FNS와 CCS의 차이는 없는 것으로 판단된다.

대퇴 경부 골절에서 술 후 발생 가능한 합병증으로는 대퇴 골두 무혈성 괴사, 불유합, 대퇴 경부 단축, 삽입물의 대퇴골 구 천공 및 나사 뽑힘(screw withdrawal) 등이 있다.

무혈성 괴사는 FNS군 5.3% (2예/38예), CCS군 9.8% (4예/41예)로 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다 ($p=0.451$; Fig. 5A).

불유합의 경우 Hu 등²⁹⁾은 FNS군 10.0% (2예/20예), CCS군 12.5% (3예/24예)로 보고하였으며, Zhou 등²⁷⁾은 FNS군은 3.3% (1예/30예), CCS군은 6.6% (2예/30예)로 보고하

였다. 본 연구에서는 FNS군 7.9% (3예/38예), CCS군 4.9% (2예/41예)로 다른 연구와 비슷하였으며, 두 군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.582$; Fig. 5B).

대퇴 경부 단축이 10 mm 이상 발생한 경우는 FNS군 10.5% (4예/38예), CCS군 31.7% (13예/41예)로 FNS군에서 유의하게 낮았으며($p=0.022$), 이는 FNS가 외측면 금속판과 잠금나사, 볼트, 항회전 나사의 구성으로 역동적 압박을 제공하면서도 생역학적으로 안정적이기 때문으로 생각된다.^{17,18)}

삽입물의 대퇴골두 천공(implant cut-out)은 FNS군과 CCS군에서 모두 발생하지 않았으며, 나사 뽑힘은 FNS군 2.6% (1예/38예), CCS군 7.3% (3예/41예)로 FNS군에서 적었으나 통계적 유의성은 없었다($p=0.343$; Fig. 5C).

본 연구의 몇 가지 제한점은 다음과 같다. (1) 본 연구는 후향적으로 단일병원에서의 적은 수의 사례를 통해 분석하였기 때문에 검정력을 높이기 위하여 다기관 연구 등의 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. (2) 본 연구는 본원에 2019년 FNS를 이용한 내고정술이 도입된 이후 해당 환자에 있어서 FNS만을 이용하였기 때문에 동일 기간에 CCS와 FNS를 비교할 수는 없었다.

결론

대퇴 경부 골절의 내고정술에 있어서 FNS군과 CCS군을 비교하였을 때 FNS군이 수술 후 3개월째 높은 HHS를 보였으며, 더 낮은 대퇴 경부 단축을 보였으나 골유합에 걸린 시간, 합병증 등 대부분의 비교에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

FNS는 대퇴 경부 골절의 내고정술에 있어서 CCS와 더불어

어 사용할 수 있는 하나의 선택지가 될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

목적: 본 연구에서는 CCS 및 FNS를 이용한 대퇴골 경부 골절의 내고정술의 임상적, 방사선학적 결과를 비교하고자 하였다.

대상 및 방법: 2016년 1월부터 2022년 1월까지 본원 정형외과에서 대퇴 경부 골절로 CCS 혹은 FNS를 이용한 내고정술을 시행 받은 환자를 후향적으로 분석하였다. 환자들의 수술 후 3개월, 1년 후 각각의 HHS를 비교하였다. 수술 시간, 수술 후 골절 유합에 걸린 시간 및 합병증을 비교 분석하였다.

결과: CCS군 41명과 FNS군 38명, 총 79명의 환자를 대상으로 하였다. FNS군에서 수술에 소요된 시간이 더 길었으며, 수술 후 3개월에 시행한 HHS가 더 높게 평가되었다 ($p<0.01$). 대퇴 경부 단축은 FNS군에서 유의하게 적었다 ($p=0.022$). 골유합 기간 및 주요 합병증에서는 유의한 차이가 없었다.

결론: 수술 후 3개월 HHS와 대퇴 경부 단축을 제외한 대부분의 임상 결과 및 합병증에서 두 군 간의 차이는 없었다. 대퇴 경부 골절 수술에서 FNS를 이용한 방법은 기존의 CCS를 이용한 수술 방법과 더불어 하나의 선택지가 될 수 있을 것으로 생각된다.

색인 단어: 대퇴골, 경부 골절, 대퇴 경부 시스템, 유관 압박 나사

ORCID

황재광, <https://orcid.org/0000-0001-7485-1535>

이기원, <https://orcid.org/0000-0002-4353-9757>

서동교, <https://orcid.org/0000-0002-5071-6870>

배주열, <https://orcid.org/0000-0002-4602-7829>

송명근, <https://orcid.org/0000-0001-7448-873X>

최한석, <https://orcid.org/0000-0003-4695-3563>

References

- Cooper C, Campion G, Melton LJ 3rd: Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporos Int*, 2: 285-289, 1992.
- Choi ES, Shon HC, Kim YM, et al: Is the incidence rate of hip fractures still increasing in Korea?: an epidemiologic study based on National Health Insurance Database. *J Korean Orthop Assoc*, 51: 447-454, 2016.
- Stevens JA, Rudd RA: The impact of decreasing U.S. hip fracture rates on future hip fracture estimates. *Osteoporos Int*, 24: 2725-2728, 2013.
- Sterling RS: Gender and race/ethnicity differences in hip fracture incidence, morbidity, mortality, and function. *Clin Orthop Relat Res*, 469: 1913-1918, 2011.
- Yoon US, Kim JS, Min HJ, Seo JS, Yoon JP, Chung JY: Internal fixation for femoral neck fracture in patients between the ages of twenty and forty years. *J Korean Fract Soc*, 23: 1-5, 2010.
- Pauyo T, Drager J, Albers A, Harvey EJ: Management of femoral neck fractures in the young patient: a critical analysis review. *World J Orthop*, 5: 204-217, 2014.
- Zlowodzki M, Ayeni O, Petrisor BA, Bhandari M: Femoral neck shortening after fracture fixation with multiple cancellous screws: incidence and effect on function. *J Trauma*, 64: 163-169, 2008. Erratum in: *J Trauma*, 79: 704, 2015.
- Karaeminogullari O, Demirors H, Atabek M, Tuncay C, Tandogan R, Ozalay M: Avascular necrosis and nonunion after osteosynthesis of femoral neck fractures: effect of fracture displacement and time to surgery. *Adv Ther*, 21: 335-342, 2004.
- Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, Bhandari M: Complications following young femoral neck fractures. *Injury*, 46: 484-491, 2015.
- Estrada LS, Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE: Fixation failure in femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res*, (399): 110-118, 2002.
- Xu DF, Bi FG, Ma CY, Wen ZF, Cai XZ: A systematic review of undisplaced femoral neck fracture treatments for patients over 65 years of age, with a focus on union rates and avascular necrosis. *J Orthop Surg Res*, 12: 28, 2017.
- Florschutz AV, Langford JR, Haidukewych GJ, Koval KJ: Femoral neck fractures: current management. *J Orthop Trauma*, 29: 121-129, 2015.
- Yeo I, Lim SJ: Current treatment strategy for young adult femur neck fractures. *J Korean Orthop Assoc*, 50: 178-191, 2015.
- Park SW, Baek JR, Han SS: Treatment of femoral neck fracture with multiple pinning. *J Korean Fract Soc*, 12: 220-230, 1999.
- Hiranaka T, Tanaka T, Okumura K, et al: Clinical results of dual SC screw: a mini-sliding hip screw with an anti-rotating screw for femoral neck fractures. *Clin Orthop Surg*, 13: 449-455, 2021.
- Fan Z, Huang Y, Su H, Jiang T: How to choose the suitable FNS specification in young patients with femoral neck fracture: a finite element analysis. *Injury*, 52: 2116-2125, 2021.
- Stoffel K, Zderic I, Gras F, et al: Biomechanical evaluation of the femoral neck system in unstable Pauwels III femoral neck frac-

- tures: a comparison with the dynamic hip screw and cannulated screws. *J Orthop Trauma*, 31: 131–137, 2017.
18. Schopper C, Zderic I, Menze J, et al: Higher stability and more predictive fixation with the Femoral Neck System versus Hansson Pins in femoral neck fractures Pauwels II. *J Orthop Translat*, 24: 88–95, 2020.
19. Garden RS: Low-angle fixation in fractures of the femoral neck. *J Bone Joint Surg Br*, 43: 647–663, 1961.
20. Pauwels F: Der Schenkelhalsbruch. In: *Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates*. Berlin, Springer: 1–138, 1935. German.
21. Stassen RC, Jeuken RM, Boonen B, Meesters B, de Loos ER, van Vugt R: First clinical results of 1-year follow-up of the femoral neck system for internal fixation of femoral neck fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*, 142: 3755–3763, 2022.
22. Jeong SY, Lee JH, Park KC: Outcomes following treatment of geriatric distal femur fractures with analyzing risk factors for the nonunion. *J Korean Fract Soc*, 32: 188–195, 2019.
23. Morvan A, Boddaert J, Cohen-Bittan J, Picard H, Pascal-Mousselard H, Khiami F: Risk factors for cut-out after internal fixation of trochanteric fractures in elderly subjects. *Orthop Traumatol Surg Res*, 104: 1183–1187, 2018.
24. Chen Y, Li H, Dai L, Yin Q, Li D, Wang X: Imaging observation of percutaneous compression plate use in promoting femoral neck fracture healing. *J Int Med Res*, 49: 3000605211033501, 2021.
25. Slobogean GP, Stockton DJ, Zeng B, Wang D, Ma BT, Pollak AN: Femoral neck fractures in adults treated with internal fixation: a prospective multicenter Chinese cohort. *J Am Acad Orthop Surg*, 25: 297–303, 2017.
26. Haider T, Schnabel J, Hochpöchler J, Wozasek GE: Femoral shortening does not impair functional outcome after internal fixation of femoral neck fractures in non-geriatric patients. *Arch Orthop Trauma Surg*, 138: 1511–1517, 2018.
27. Zhou XQ, Li ZQ, Xu RJ, et al: Comparison of early clinical results for femoral neck system and cannulated screws in the treatment of unstable femoral neck fractures. *Orthop Surg*, 13: 1802–1809, 2021.
28. Harris WH: Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am*, 51: 737–755, 1969.
29. Hu H, Cheng J, Feng M, Gao Z, Wu J, Lu S: Clinical outcome of femoral neck system versus cannulated compression screws for fixation of femoral neck fracture in younger patients. *J Orthop Surg Res*, 16: 370, 2021.
30. Gjertsen JE, Vinje T, Engesaeter LB, et al: Internal screw fixation compared with bipolar hemiarthroplasty for treatment of displaced femoral neck fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Am*, 92: 619–628, 2010.
31. Roberts KC, Brox WT, Jevsevar DS, Sevarino K: Management of hip fractures in the elderly. *J Am Acad Orthop Surg*, 23: 131–137, 2015.
32. Angelini M, McKee MD, Waddell JP, Haidukewych G, Schemitsch EH: Salvage of failed hip fracture fixation. *J Orthop Trauma*, 23: 471–478, 2009.
33. Augat P, Bliven E, Hackl S: Biomechanics of femoral neck fractures and implications for fixation. *J Orthop Trauma*, 33 Suppl 1: S27–S32, 2019.