

정적 교합성 골수강내 금속정 고정 후 지연유합시 역동화의 유용성

김원목 기념 봉생병원 정형외과

신규석 · 김종순 · 이동화 · 서진환*

= Abstract =

The Effect of Dynamization After Static Interlocking Intramedullary Nailing

Kyoo-Seog Shin M.D., Jong-Soon Kim M.D., Dong-Wha Lee M.D., Jin-Hwan Seo M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Bongseng Memorial Hospital, Pusan, Korea

We had investigated the effect of dynamization in static interlocking intramedullary nailing for the long bone fracture of the femur and tibia treated in Bongseng Memorial Hospital for last 3 years (from Jan. 1994 to Jan. 1997)

Total 62 patients (37 tibia, 28 femur) were treated, 35 cases were reamed at operation and 27 cases not reamed.

Following results were obtained;

1. In all except 24 fractures, the static interlocking intramedullary nail was preserved without dynamization and got to mean union time of 17.2 weeks (femur) and 6.4 weeks (tibia).
2. The 24 patients (14 femur, 10 tibia) did not show callus formation and complained of vague pain in fracture site at 20 weeks after static mode. In those cases, we tried dynamization as a initial treatment modality.
3. The success rate after dynamization was about 87%.
4. The interval between nailing and dynamization did not affect the success rate.
5. Dynamization could be done day surgery.

Key Words : Delayed Union, Interlocking Intramedullary Nailing, Dynamization.

※ 통신저자: 서진환

부산광역시 동구 좌천동 68-11 (601-051)

김원목 기념 봉생병원 정형외과

Tel : 646 - 9955 Fax : 631 - 8054

서 론

대퇴골 및 경골 등의 장관골 골절에서 정적 교합성 골수강내 금속정 고정은 견고한 내고정으로 인하여 조기운동 및 조기체중 부하가 가능하여 관절운동의 보존과 함께 골절부의 유합을 동시에 획득할 수 있어 널리 사용되고 있다. 초기에는 정적 교합성 골수강내고정을 시행한 대다수 골절에서 정적고정이 골절 부위에 체중분산(weight sharing)이 되지않는 체중부하장치(Weight bearing device)여서 지연유합이나 불유합이 초래된다고 생각하고 흔히 금속정 고정후 3개월경에 기본적으로 역동화를 시행하였다. 최근에는 골유합촉진을 위한 추가적인 조치가 없이도 정적 교합성 골수강내고정 후 대부분에서 만족할만한 높은 골유합을 얻을 수 있어서 유합촉진을 위한 역동화가 불필요하다고 주장되고 있다. 저자들도 정적 교합성 금속정 고정후 6-12주 경에 할수있는 정례적인 조기 역동화는 시행하지 않았다. 그러나 실질적으로 지연된 골유합을 보인 장관골에서 지연역동화의 효과를 경시할 수는 없겠다. 정적 교합성 골수강내 고정후 5개월이상 경과해도 골절부위에 동통이 있고 방사선 소견상 골절간격이 보이며 가골의 형성이 미미하였던 24례에서 역동화를 시행하였고, 이 후에 획득한 골유합 소견을 바탕으로 골유합 지연시 역동화의 유용성을 알아보고 정적고정 후의 골절간격과 골절부위에 따른 역동화의 효과를 파악하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1994년 1월부터 1997년 1월까지 3년간 본원 정형외과에서 대퇴골 및 경골 간부골절에서 정적 교합성 골수강내 금속정 고정술을 시행받은 62명의 환자 (37례 경골 골절, 28례 대퇴골 골절) 중에서 골유합의 지연으로 역동화를 시행한 24례를 대상으로 병력기록지, 방사선 사진 등을 분석하였다. 성별로는 남자가 14명, 여자가 10명이고 연령분포는 18세에서 59세로 평균 34세였다. 이환 부위는 경골이 14례, 대퇴골이 10례였다. 양측 경골이 이환된 경우가 1례, 양측 대퇴골이 이환된 경우가 2례, 동측의 경골과 대퇴골이 동시에 이환된 경우가 2례, 동측의 대퇴골과 대퇴골 경부의 골

절이 1례였다. 수상원인은 교통사고가 17례, 낙상4례, 산업재해 2례, 실족 1례였다. 폐쇄성 골절의 경우 수상후 1일에서 7일사이에 이환부위 및 전신상태가 안정화되면 수술하였고 평균 수술시기는 2.4일이었다.

개방성골절 Gustilo Type 1형은 가능한한 창상부 변연 절제술 및 창상세척술을 시행후 화공술없이 정적 교합성 골수강내 금속정 고정술을 시행하였다. Gustilo Type 2형은 창상이 치유된 후 수상 2주내에 비확공성 골수강내고정을 시행하였다. 비개방성 장관골 골절에서도 화공술에 따른 골피질 내측 2/3의 골수강내 혈관계의 파괴로 골절유합이 지연됨을 고려하여 저자들은 확공 골수정으로 치료가 가능한 경골, 대퇴골 간부골절을 가능하면 화공술은 피하고 대부분 정적 비확공 골수정으로 치료한 후 지연유합을 보인 골절에서 역동화의 효과를 조사하였다.

대퇴골의 경우에는 수술전 골전인을 충분히 실시하였고, 골절 수술대를 사용하여 술중에도 견인을 유지하였고 경골의 경우에는 C-arm 수술대를 사용하였다.

모든 장관골의 골절에서 정적 교합성 골수강내 고정을 시행하였고, 연부조직의 상처가 안정되면 조기 관절운동 및 부분체중부하를 시켰고, 부목고정은 시행하지 않았으나 족관절 골절을 동반한 경우에만 단하지 석고부목을 사용하였다. 수술후 익일부터 대퇴사두근의 등장성운동을 시키고, 술후 3-4일째부터 15 Kg 이하의 부분체중부하를 허용하였으며 전체중부하는 횡골절이나 짧은 사선상 골절에서 술후 1주일, 분쇄골절과 분절골절은 술후 4주째 허용하였다^{1,2)}.

완전한 골유합시기는 단순방사선 검사상 골절부 직경의 2/3의 골피질에 가골이 생기고 골가교가 형성되어 체중 부하에도 동통과 압통이 없는 시기로 정하였다^{3,4)}.

정적고정 후 5개월이 지나도 가골 형성이 보이지 않는 경우에 역동화를 시행하였는데 골절부위가 근위부에 있을때는 원위부 교합성 나사못을, 원위부에 있을 때는 근위부 나사못을 제거한 후 적극적인 체중부하를 권하였다.

결 과

정적교합성 금속정 내고정술 후 역동화를 시행하

Table 1. 골절유형과 역동화 후의 임상경과

Case, Age/Sex	Fracture		Interval(wks) to dynamization	Union time(wks) after dynamization
	level	(A0/OTA, W & H)		
1.	32/F	T, M A1 I	24	15
2.	21/M	F, U A1 I	20	18
3.	26/M	T, M A3 I	40	20
4.	43/M	F, U A3 I	25	25
5.	25/M	T, U A1 I	28	14
6.	34/M	F, L A3 I	24	15
7.	65/M	T, M A2 I	26	16
8.	32/F	F, L A2 I	24	17
9.	47/M	T C2 Segmental	40	Nonunion
10.	19/M	F, M B2 II	32	20
11.	36/M	F, M A2 I	28	14
12.	18/M	F, M A1 I	52	16
13.	20/M	F, M A1 I	36	15
14.	54/M	F, L A3 I	24	21
15.	25/M	T, U B2 II	32	26
16.	30/M	T, M B3 III	40	Nonunion
17.	24/M	T, M A3 I	24	16
18.	34/F	F C2 Segmental	28	23
19.	38/F	T, L A3 I	32	18
20.	20/F	F, M B3 III	24	Nonunion
21.	26/F	F, L A3 I	28	14
22.	55/M	T, M B2 II	55	27
23.	26/M	F, L A1 I	24	19
24.	49/F	F, M A2 I	20	21

* Level; T-tibia, F-femur, U- upper 1/3, M- middle 1/3, L-lower 1/3

* Diaphyseal fracture. - A, Simple fractures: 1, spiral 2, oblique 3, transverse.

B, Wedge fractures: 1, spiral fracture 2, bending wedge: 3, fragmented wedge.

C, Complex fractures: 1, spiral 2, segmental 3, irregular.

* OTA: Orthopaedic Trauma Association.

* W & H: Winkquist - Hansen

지않고 골유합을 얻은 38례(경골 23례, 대퇴골 18례) 중에서 대퇴골은 골유합 기간이 16.1주에서 27주로 평균 17.2주였고, 경골에서 골유합 기간은 15.5주에서 24.2주로 평균 16.4주였다.

역동화를 시행한 군에서 역동화까지의 기간은 20주에서 55주로 평균 30.3주였다. 1례의 경골 골절과 1례의 대퇴골 골절에서 정기적인 추시가 지연되어 1년이 상 경과한 후 역동화를 시행하였다. 14례 대퇴

골 골절중 13례에서 역동화후 평균 18.2주에 골유합을 보였고, 10례의 경골 골절중 8례에서 평균 19.4주에 골절유합을 보였다. 2례의 개방성 대퇴골 골절에서 골절부위에 2cm 이상의 단축 변형이 생겼는데 그중 1례에서는 확공술과 함께 보다 큰 직경의 금속정으로 치환하였다. 1례의 경골간부 골절에서는 불유합으로 비골의 부분절제술을 시행후 만족할만한 결과를 얻을 수 있었다. 골절 유형과 역동화 후의 임상

Table 2. Mean union time after dynamization(wks) with regard to gap of fracture site in static mode

	Femur		Tibia	
	M.U.T.*	cases	M.U.T.	cases
Gap < 3 mm	18.5	6	17.0	5
Gap > 3 mm	20.3	8	19.1	5
		14		10

*M.U.T. - Mean Union Time

Table 3. Mean Union Time after dynamization(wks) with regard to level of fracture site

Level	Femur		Tibia	
	M.U.T.*	cases	M.U.T.	cases
Prox. 1/3	19.5	2	20	2
mid. 1/3	19.1	6	18.8	6
distal 1/3	17.2	5	18	1
		13		9

*M.U.T - Mean Union Time

경과는 다음과 같다(Table 1).

정적 고정 후 주골편사이의 간격이 3 mm 이내인 경우 역동화 후 평균 골유합이 대퇴골과 경골에서 각각 18.5주와 17주였으나 주골편사이의 간격이 3 mm 이상인 경우 각각 20.3주와 19.1주로 주골편간격이 3 mm 이내인 경우가 역동화 후 골절유합에서 빠른 유합을 보였다(Table 2). 골절부위에 따른 역동화 후 골유합의 시기는 근위 1/3 골절에서 대퇴골 19.5주 경골 20주, 중간 1/3골절에서 대퇴골 및 경골 각각 19.1주와 18.4주, 원위 1/3 골절에서 각기 20.5주와 20.7주를 보였다(Table 3).

증례 보고

증례 1.

신0채(M/20) 교통사고로 우측 대퇴골 간부 분쇄골절로 협부가 좁아서 수상후 10일째 관혈적 정복술 및 금속판 내고정술을 시행하였으나 술후 3개월경에 금

Fig 1-A. 20 years old man with middle 1/3 femur fracture, metal failure.

B. after closed reduction and internal fixation with static interlocking nail with overreaming.

C. Dynamization was done 5 months after static mode.

D. Union was obtained 3 months after dynamization.

Fig 2-A. W-H type 4 ; AO/OTA B3 comminuted fracture of the femur shaft in a 18 years old male.

B. After closed reduction and internal fixation with static interlocking nail.

C. Dynamization was done 12 months after static mode.

D. union was obtained 6 months after dynamization.

고 찰

1940년 Küntscher nail이 소개된 이후 단점을 보완한 골수강내 금속정의 교합성 고정은 골편의 회전, 굴곡 및 각형성의 방지를 위하여 1952년 Mondy에 의해 처음으로 소개되었고, 1960년대 Küntscher에 의해 교합성 나사못 고정(Interlocking)이 도입된 이후 적응폭이 넓어졌고, Henley, Klemm과 Schellman은 경골 골절에서 골절의 양상에 따라 분류하고 골수강내 동적 및 정적 교합성 나사못 고정술을 시행하였다⁵⁾.

교합성 골수강내 금속정의 장점은 회전과 직선 부정배열(longitudinal malalignment)의 경향을 가지는 분쇄골절, 골소실, 부정유합, 불유합등에도 효과적으로 사용할 수 있다 하였다⁶⁾. Muller⁷⁾는 골절에 대하여 보존적이건 수술적이건 간에 평균 3-4개월 후까지 치료되지 않는 것을 지연유합이라 하였고 수상후 8개월 이후까지 비수술적 방법으로 골유합을 얻을 수가 없을 때 불유합이라 하였다. 골유합의 선행 호조건으로 Kalstorm등⁸⁾은 골절사이의 간격이 좁고, 적절한 기계적인 안정성과 충분한 영양의 혈류공급이 필요하다고 하였다. 정적 교합성 금속정 내고정장치(static assembly)는 기계적인 안정성이 높지만 체중부하(Load bearing)기구여서 체중응력(weight stress)이 골절 부위에 영향을 주지않는다. 따라서 이론적으로는 골절 치유과정이 방해되나 굴곡(bending), 회전(rotation) 등의 미세운동이 완전히 차단되지는 않아서 대부분의 경우에서 충분한 가골형성과 높은 골유합율을 보인다고 하였다⁹⁾. Riggins등¹⁰⁾은 체중부하(weight bearing)가 골절유합을 촉진한다는 개념에 반대하였으나 이론적으로나 임상적으로 역동화는 볼프의 법칙(Wolf's law)에 따른 조기 체중부하가 골절치유과정에 도움이 되는 것으로 인정받고 있고 역동화를 통한 골절부위에 축성하중(axial loading)이 일어나게 되어 체중분산(weight sharing)의 효과를 기대할 수 있다. 교합성 나사못 고정법을 이용한 골수강내 금속정 사용시 역동화(dynamization)는 근위부 또는 원위부 어느 한곳의 횡나사 고정을 제거하는 방법이다¹¹⁾.

일반적으로 역동화는 정적 골수강내 고정술후 10-16주에 부분적 체중부하 후 단축을 예방하면서 동적 고정으로 전환하는 것을 기본적 개념으로 한다. 과거에는 역동적 고정이 골유합을 촉진한다 하여 최초

Fig 3-A. 36 years old male with femur shaft fracture, W-H type 2.

B. After closed reduction and intramedullary fixation with static interlocking nail.

C. Postop. 7 months, distal locking screw dynamization.

D. Union was obtained at postoperatively 10 months.

속판의 파손으로 확공술 후 정적 골수강내 금속정고정을 시행, 술후 5개월에 원위 나사못 제거를 통한 역동화를 시행하였고 역동화 후 3개월에 골유합을 얻었다.

중례 2.

010준(18/M)

18세 남자환자로 교통사고에 의해 좌측 대퇴골 간부골절 및 좌측비구골절로 수상후 5일째 관혈적 정복후 교합성 골수강내 고정술 시행후 술후 55주에 가골형성이 미약한 지연유합 소견 보여서 역동화 후 6개월에 골유합을 얻었다.

중례 3.

36세 남자환자로 교통사고에 의해 우측 대퇴골 간부골절 수상후 4일째 골수강내 금속정 시행후, 술후 7개월경에 지연유합으로 원위 나사못 제거술 시행후 체중 부하를 시행하였다. 역동화후 3개월경에 가골형성과 골유합이 진행됨을 볼 수 있다.

정적고정을 한 후 대부분 역동화를 시행하였다¹²⁾. Klemm과 Bomer¹³⁾는 8-10주경에 역동화를 권하였고, 체중부하를 주면 골절면에 주어진 축성하중이 골유합을 촉진하게 된다고 믿어지지만, Wiss등¹⁴⁾은 정적 고정이라도 골절부위의 미세운동이 있으며 확공술 시 미세 골진들이 골이식의 역할을 하여 골형성을 촉진시키므로 정적고정의 역동화는 12주후 가교(bridge callus)가 불충분한 경우에만 한정하였다. Alho등¹⁵⁾은 역동화 과정이후 부정선열 및 단축이 많음을 지적하고 정적 고정방식이 골절의 회전 및 단축을 예방할 수 있고 조기관절운동, 조기 체중부하가 가능하며 역동적 고정대비해 골유합에 큰차이가 없다고 보고하고 부득이 역동화가 필요한 경우에는 4개월 이후 시행하도록 권유하였다. Johnstone등¹⁶⁾은 대퇴골 골절에서 부적절한 골유합소견을 보인 예에서 단축을 예방하기 위해 16주이후 역동화를 권하였다.

역동화 후의 합병증으로 단축과 회전변형이 생길 수 있으며 이를 예방하기 위한 조치로 술전 골수강내 고정물의 길이와 직경, 만곡정도를 정확히 측정함이 필요하며 동적고정의 전환도 가골형성이 보일 때 시작하는 것이 좋다고 하였다.

교합성 골수강내 고정 후 지연유합 및 불유합의 원인으로서는 고에너지 외상으로 인한 분쇄정도가 심한 경우와 분절골절에서 발생하였고 고정한 금속정의 굵기가 너무 굵은 경우에 협부 피질골을 너무 많이 확공하게 되어 혈액순환계의 손상이 초래되고, 골수강내 금속정이 길거나 굵은 경우 골절부위 간격이 발생하였다. 확공시 생긴 새로운 골절선의 발생도 원인으로 사료된다. 대부분의 정적 골수강내 금속정 삽입술 후 정례적인 조기 역동화가 없이도 만족스러운 골유합을 얻을 수 있었으나 지연유합이나 불유합이 발생한 사례들에서는 골유합을 촉진하기 위한 이차적인 방법으로 역동화, 자가해면골 이식술, 경골의 경우 동측 비골 절골술등 여러 가지를 고려할 수가 있겠다. 그중에서 가골형성이 불충분하거나 골간격이 큰 경우 간편하게 사용할수 있는 부가적인 조치로 역동화가 우선 시도 될 수 있겠다.

결론

저자들은 1994년 1월부터 1997년 1월 까지 3년간 대퇴골, 경골간부골절에 대하여 시술한 정적 교합성 골수강 내고정술을 시행한 62명의 환자중에서 지연유합으로 역동화를 시행한 24례를 추시 관찰하였다. 그결과, 정적 교합성 골수강 내고정 후 대부분의 대퇴골 및 경골간부 골절에서 추가적인 조치없이 성공적인 골유합을 얻을 수 있었으나 분쇄정도가 심한 경우(Winquist-Hansen type 3 이상) 와 분절골절의 경우 가골형성이 부족한 지연유합이 많이 발생하였고, 역동화를 시행한 24례의 간부골절에서 다음과 같은 사항을 관찰할 수 있었다.

1. 역동화의 성공률은 87% 였다.
2. 술후 1년이상 경과한 후 역동화를 시행한 2례에서도 만족할 만한 골유합을 얻을 수 있었다.
3. 역동화는 지연된 장관골 골유합에서 국소마취만으로 시행할 수가 있어 유용한 방법이라 사료된다.

REFERENCES

- 1) 권철수, 안종국, 김용욱, 김진혁, 김진구 : 골수강내 교합정을 이용한 경골골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 29: 111-118, 1994.
- 2) 서광윤, 권철수, 김용욱, 김진혁, 신동룡 : 대퇴골 및 경골골절에서 골수강내 나사못 금속정을 이용한 치료에 관한 임상적연구. *대한정형외과학회지*, 27:678-685, 1992.
- 3) 하상호, 유재원, 이병호 : 경골 원위간부 골절에서 골수강내 금속정을 사용한 치료. *대한정형외과학회지*, vol.29 No.2 April 1994.
- 4) Kempf I, Grosse A and Beck G : Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. *J bone Joint Surg*, 67-A: 709-720, 1985
- 5) Klemm K and Schellmann WD : Dynamische und statische verrigelung des arknagels. *Monastshr Unfallheik*, 75:568-575, 1972.
- 6) Clawson DK, Smith RF and Hansen ST :

- Closed intramedullary nailing of femur. *J Bone Joint Surg*, 53-A, 1971.
- 7) **Muller, M. E.** : Treatment of nonunions by compression. *Clin. Orthop.*, 43: 83, 1965.
 - 8) **Kalstrom G, Olerud S.** : Fractures of the tibial shaft. *Clin Orthop.* 1974; 105:82.
 - 9) **Thoresen BO, Alho A, Ekeland A et al** : Interlocking intramedullary nailing in femoral shaft fractures - a report of forty-eight cases. *J Bone Joint Surg(Am)*, 1985; 67: 1313- 1320
 - 10) **Riggins RS, Simannok C, Lewis DW et al** : Weight bearing: its lack of effect on fracture healing. *Int Orthop.* 1085; 9: 199-203.
 - 11) **Browner BD.** : The Grosse-Kempf locking nail. *Contemp Orthop.* 1984;8:17
 - 12) **Sojbjerg JD, Eiskjaer S, Moller-Larsen F** : Locked nailing of comminuted and unstable fractures of the femur. *J bone joint Surg(Br)*, 1990; 72: 23-25.
 - 13) **Klemm KW and broner M** : Interlocking nailing of complex fractures of the femur and tibia. *Clin Orthop*, 212:89-99, 1986.
 - 14) **Wiss DA, Flemming CH, Matta JM and Clark D** : Comminuted and rotationally unstable fractures of the femur treated with an interlocking nail. *Clin. Orthop*, 212: 35-47, 1986.
 - 15) **Alho A, Ekeland a, Stromsoe K, Folleras G and Troensen BO** : Locked intramedullary nailing for displaced tibial shaft fractures, *J Bone joint Surg*, 72-B: 805-809, 1990
 - 16) **Johnson KD, Johnston DWC and parker B** : Comminuted femoral shaft fractures treatment by roller traction, cerclage wires and intramedullary nail, or an interlocking intramedullary nail. *J Bone Joint Surg*, 66-A: 1222- 1234, 1984.