

골반 및 비구골절을 동반한 외상 환자에 있어서 정맥혈전색전증의 빈도

김지완 · 정현욱 · 김영창

인제대학교 의과대학 해운대백병원 정형외과학교실

목 적: 골반 및 비구골절을 동반한 외상 환자를 대상으로 정맥혈전색전증의 빈도를 확인하고 위험 요인을 파악하고자 한다.

대상 및 방법: 2011년 3월부터 2012년 2월까지 골반 및 비구골절로 수술을 시행한 성인 환자 23예를 대상으로 하였다. 모든 환자에 대하여 물리적(저분자량 헤파린) 방법을 사용하여 예방하였고, 수상 후 2주경에 심부정맥혈전증 컴퓨터단층촬영을 이용하여 정맥혈전증의 빈도를 파악하였다. 성별, 나이, 체질량 지수, 손상 중증 점수, 중환자실 재원일수, 수혈량, 수술시간, 수상 후 응고 장애 여부, 동반 손상을 조사하여 정맥혈전색전증과의 상관관계를 조사하였다.

결 과: 전체 23예 중 심부정맥혈전증이 5예, 심부정맥혈전증과 폐색전증이 동시에 발견된 경우가 1예, 폐색전증 2예로 정맥혈전색전증은 8예(34.8%)에서 발생하였다. 혈전증 위험 점수 14점 이상인 군에서 높은 빈도로 정맥혈전색전증이 발생하였다.

결 론: 골반 및 비구골절을 동반한 외상 환자의 치료에 있어 정맥혈전색전증의 합병증에 대해 각별한 관심이 필요하겠다.

색인 단어: 골반, 골반골절, 비구골절, 정맥혈전색전증, 심부정맥혈전증, 폐색전증

The Incidence of Venous Thromboembolism in Trauma Patients with Pelvic or Acetabular Fracture

Ji Wan Kim, M.D., Ph.D., Hyun-Wook Chung, M.D., Young Chang Kim, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Haeundae Paik Hospital,
Inje University College of Medicine, Busan, Korea

Purpose: To evaluate the incidence of venous thromboembolism (VTE) in trauma patients with pelvic or acetabular fracture and determine high risk factors.

Materials and Methods: Twenty-three patients who had a pelvic or acetabular fracture were enrolled between March 2011 and February 2012. All patients had mechanical and chemical prophylaxis and underwent deep vein thrombosis (DVT) computed tomography around 2 weeks after injury for evaluation of VTE. The relationships between VTE and each of sex, age, body mass index, injury severity score, intensive care unit stay, transfusion, operation time, coagulopathy, and associated injury were analyzed.

Results: A total of 8 patients developed VTE (34.8%), of which 5 had DVT, 2 had pulmonary embolism (PE), and one had both DVT and PE. The group with a VTE risk score of 14 or more had a significantly higher incidence of VTE.

Conclusion: Careful attention is needed in management of patients with pelvic or acetabular fracture.

Key Words: Pelvis, Pelvis fracture, Acetabular fracture, Venous thromboembolism, Deep vein thrombosis, Pulmonary embolism

통신저자 : 김 지 완

부산시 해운대구 해운대로 875, 인제대학교 해운대백병원
정형외과

Tel : 051-797-0990 • Fax : 051-797-0991

E-mail : H00106@paik.ac.kr

Address reprint requests to : Ji Wan Kim, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Haeundae Paik
Hospital, 875, Haeun-daero, Haeundae-gu, Busan 612-862, Korea

Tel : 82-51-797-0990 • Fax : 82-51-797-0991

E-mail : H00106@paik.ac.kr

접수: 2012. 5. 14

심사(수정): 2012. 6. 22

게재확정: 2012. 8. 27

서 론

정형외과 영역에서 외상 후 발생하는 정맥혈전색전증은 때로는 생명을 위협하는 치명적인 합병증이 될 수 있고 외상 후 7일 이후에 발생하는 사망의 가장 흔한 원인이다⁸⁾. 또한 정맥혈전색전증은 외상 환자에 있어 이환 및 사망을 예방할 수 있는 가장 흔한 원인이기도 하다^{4,20,22)}. 골반 및 비구골절은 정맥혈전의 고위험 인자로 알려져 있으며 Geerts 등⁴⁾은 혈전 예방 치료를 하지 않는 경우, 골반골절의 61%에서 심부정맥혈전증이 발생한다고 보고하였다. 하지만, 국내에서는 골반 및 비구골절 환자의 정맥혈전색전증 발생빈도에 대한 보고도 제대로 이루어지지 않고, 정맥혈전색전증의 예방에 대해서는 관심이 부족하여 폐색전증의 합병증으로 사망하는 경우가 적지 않으므로 이에 대한 조사가 반드시 필요하다고 할 것이다. 이번 연구에서는 골반 및 비구골절 환자에서 발생하는 심부정맥혈전증과 폐색전증의 빈도와 심부정맥혈전증의 발생부위를 확인하고, 정맥혈전색전증의 위험요인을 알아보고자 한다.

대상 및 방법

2011년 3월 1일부터 2012년 2월 29일까지 골반 및 비구골절로 수술을 시행한 18세 이상의 성인 외상 환자 23예를 대상으로 후향적 관찰 연구를 하였다. 연구 대상의 평균 나이는 52.1세(18~75세)였고 남자 14명, 여자 9명이었다. 골반환골절 12예, 비구골절 11예였다. 평균 체질량 지수는 24.3 (15.4~35.9), 손상 중증 점수는 평균 19.0점(8~41점), 중환자실 재원일수는 평균 7.6일(0~30일), 수혈량은 평균 5.2 unit (0~14 unit), 평균 수술 시간은 5.4시간(3~10시간)이었다(Table 1). 연구 대상에서 정맥혈전색전증의

Table 1. Summary of Clinical Data

Variables	Non-DVT group (n=15)	DVT group (n=8)	p-value
Age (yr)	50.6±17.7	55.0±16.1	0.722
Body mass index	24.1±3.0	24.7±5.9	0.948
Injury severity score	17.5±9.3	17.5±9.3	0.375
Intensive care unit stay (day)	7.6±8.6	7.6±7.7	0.844
Transfusion within 48 hours after injury (units)	4.7±5.0	6.1±5.4	0.514
Operation time (hr)	5.3±1.9	5.8±1.6	0.539
Time to surgery from injury (day)	6.5±3.0	12.4±7.8	0.092

Values are presented as mean±standard deviation. DVT: Deep vein thrombosis.

기왕력이 있는 경우, 심방세동과 같이 정맥혈전색전증의 위험성이 있어 warfarin 등의 항응고제를 복용하고 있는 경우는 제외하였다. 수상 직후에는 다량 출혈로 인해 혈전 예방제를 투여하기에 어려움이 있어 입원 직후부터 수술 전까지는 물리적 혈전 예방법인 순서적 압박장치(sequential compression device)인 SCD EXPRESS™ Compression System (Tyco Healthcare/Kendall, Mansfield, MA, USA)를 이용한 물리적 예방법을 시행하였고, 수술 다음날부터 항응고제 clexane (enoxaparin; Sanofi Aventis)을 하루 40 mg 피하주사하여 보행 시작 시까지 평균 18.3일(5~58일) 주사하였다.

정맥혈전색전증의 빈도를 파악하기 위해 수상 후 2주경에 심부정맥혈전증 컴퓨터단층촬영(deep vein thrombosis computed tomography, DVT CT)을 이용하였고, DVT CT는 평균 수상 11.6일(5~30일)째에 시행하였으며, 골반 및 비구수술 전 시행한 경우가 7예, 수술 후 시행한 경우가 16예였다. DVT CT는 골반과 하지정맥에 대한 컴퓨터단층 혈관촬영(pelvis and lower extremity vein CT) 및 폐색전증 단층촬영(pulmonary embolism CT)으로 구성된다. DVT CT의 촬영은 64채널 Discovery CT750 HD (GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA)를 이용하여 촬영하였으며, 비이온성

Table 2. Risk Score for Venous Thromboembolism

Variables	Weight
Underlying conditions	
Obesity	2
Malignancy	2
Coagulopathy	2
History of thromboembolism	2
Iatrogenic factors	
Central femoral line >24 hours	2
Blood transfusions (first 24 hours) ≥4 units	2
Surgical procedure >2 hours	2
Repair or ligation of major vascular injury	2
Injury related factors	
Spinal cord injury with paralysis	4
Spinal fracture	2
Pelvic fracture	4
Complex lower extremity fracture	4
Coma (Glasgow coma scale for 4~8 hours)	3
Abbreviated injury score >2	
Head	2
Chest	2
Abdomen	2
Age (yr)	
40~59	2
60~74	3
≥75	4

조영제 120 ml를 초당 3 ml의 속도로 주입하면서 2 mm 간격으로 10초간 흉부를 촬영하고, 흉부 촬영이 모두 끝나면 90초, 150초간 지연시켰다가 복강동맥부터 발끝까지 1 cm 간격으로 촬영하였다. 촬영 후 심부정맥혈전증의 진단 기준은 정맥 내 충만결손과 끊긴 점(cut off point), 정맥벽의 가는 조영 및 정맥의 확장으로 판단하였다. 임상적으로 심부정맥혈전증이나 폐색전증이 의심될 경우는 상기 검사를 시기에 상관없이 시행하였다. DVT CT는 1998년에 소개된 방법으로 1회의 조영제 주입으로 폐색전증과 심부정맥혈전증을 동시에 진단할 수 있는 민감한(sensitive) 방법이다⁹⁾.

성별, 나이, 체질량 지표, 손상 중증 점수, 중환자실 재원 일수, 수혈량, 수술시간, 수상 후응고 장애 여부, 동반 손상을 조사하여 정맥혈전색전증과의 상관관계를 조사하였다.

정맥혈전색전증의 위험 인자를 수치화하기 위하여 Greenfield 등⁵⁾이 제안한 혈전증 위험 점수를 이용하였다(Table 2). Fisher의 정확검정을 이용하여 성별 및 골절 위치에 따른 정맥혈전색전증 빈도를 비교하였다. 정맥혈전색전증 발생군과 비발생군으로 나누어 각 군에서 상기 지표의 차이를 Mann-Whitney 검정을 이용하여 분석하였다. 혈전증 위험 점수의 평균값을 기준으로 저위험군과 고위험군으로 나눠 정맥혈전색전증의 발생 빈도를 Fisher의 정확검정을 이용하여 분석하였다. 통계 프로그램은 PASW Statistics version 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며, 통계학적으로 유의한 p-value는 0.05 이하로 삼았다. 본 연구는 본원 임상연구심의위원회의 승인을 받았다(승인번호 2012-040).



Fig. 1. A 21-year-old female with injury severity score 29.

- (A) Three-dimensional computed tomography (CT) image of the pelvis showing pelvic ring injury (jumper's fracture) and right acetabular fracture (both column).
- (B) Sagittal reconstruction image of the lumbar-spine showing an L1 bursting fracture with neurologic deficit.
- (C) Postoperative X-ray of lumbar-spine.
- (D) Chest CT image showing a filling defect in the posterobasal segmental pulmonary artery right with vital sign 142/88-37.7-120-22 at postoperative 6 days.
- (E) Inferior vena cava filter insertion.
- (F) Postoperative X-ray after definitive surgery.

Table 3. Clinical Features of Patients who Experienced a Venous Thromboembolism

Case	Age (yr)	Sex	BMI (kg/m ²)	Type of fracture	ISS	Time to diagnosis (days)	State at diagnosis	Diagnosis	DVT site	Management
1	75	F	22.8	Pelvis B2	9	11	Postop.	DVT	EIV, FV, PV, PeV	AC
2	21	F	15.4	Both columns	29	8	Preop.	PE		IVC filter, AC
3	68	F	35.9	Pelvis B1	25	30	Postop.	DVT, PE	EIV	IVC filter
4	60	F	22.3	Post. wall	9	20	Postop.	DVT	PV, PTV	AC
5	52	M	24.7	Post. wall with femoral head fx.	18	9	Postop.	DVT	PeV	IVC filter, AC
6	49	M	22.9	Both columns	27	19	Postop.	DVT	CIV, FV	AC
7	58	F	29.4	Pelvis A1	17	6	Preop.	DVT	FV	AC
8	57	M	24.2	Pelvis C1	41	8	Postop.	PE		AC

BMI: Body mass index, ISS: Injury severity score, DVT: Deep vein thrombosis, F: Female, M: Male, Post.: Posterior, fx.: Fracture, Postop.: Postoperative, Preop.: Preoperative, PE: Pulmonary embolism, EIV: External iliac vein, FV: Femoral vein, PV: Popliteal vein, PeV: Peroneal vein, PTV: Posterior tibial vein, CIV: Common iliac vein, AC: Anticoagulants, IVC: Inferior vena cava.

결 과

전체 23예 중 심부정맥혈전증이 5예, 심부정맥혈전증과 폐색전증이 동시에 발견된 경우가 1예, 폐색전증 2예로 정맥혈전색전증은 8예(34.8%)에서 발생하였다. 이 중 임상 증상을 가진 경우는 없었으나, 폐색전증 1예에서 38도의 발열 증상이 있었다. 폐색전증이 발생한 3예 중 심부정맥혈전증을 동시에 가진 예를 포함한 2예는 외고정장치 등의 응급 수술 후 골반에 대한 본 수술(definitive surgery) 전에 시행한 DVT CT에서 발견되어 하대정맥 필터(inferior vena cava filter)를 삽입하고 수술을 시행하였으며, 나머지 1예는 수술 후 발견되어 항응고제를 이용한 치료를 시행하였다(Fig. 1). 심부정맥혈전증만 발생한 5예 모두는 일측성으로 발생하였고, 수술 후 검사에서 발견되어 항응고제 치료를 시행하였다(Table 3).

심부정맥혈전증 6예에 대한 혈전 발생 위치는 3예(50%)에서 복강내 정맥에서 혈전이 발견되었으며, 이 중 1예는 폐색전증과 동반되어 나타났다. 슬와정맥(popliteal vein)을 포함한 근위부 심부정맥혈전증이 2예(33.3%), 비골정맥(peroneal vein)에서 발생한 원위부 심부정맥혈전증 1예(16.7%)였다.

혈액 응고 장애를 가진 경우는 6예였고, 동반 손상은 모든 예에서 가지고 있었으며 동반 손상 정도를 나타내는 injury severity score를 이용하여 정맥혈전색전증의 빈도는 통계학적으로 차이를 보이지 않았다($p=0.236$, 0.133). 골절 위치에 따른 정맥혈전색전증의 빈도 차이는 보이지 않았다($p=0.611$).

정맥혈전색전증이 발생한 군과 발생하지 않은 군으로 나눠 비교하였을 때 혈전증 위험 점수는 발생한 군에서 평균

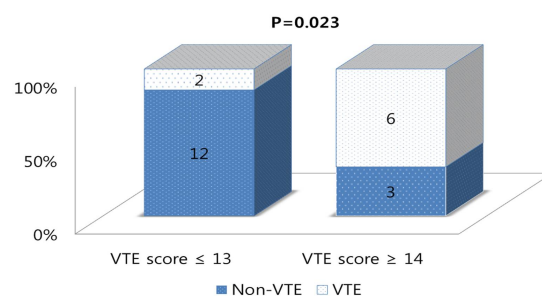


Fig. 2. Comparison of the rate of venous thromboembolism between subgroup with risk scores of 13 or less and 14 or more. VTE: Venous thromboembolism.

16.8점, 발생하지 않은 군에서 11.5점으로, 발생한 군에서 통계학적으로 유의한 수준으로 높았다($p=0.035$). 두 군에서 성별, 나이, 체질량 지표, 손상 중증 점수, 중환자실 재원 일수, 수혈량, 수술시간, 손상 후 응고 장애 여부의 차이를 비교하였을 때 통계학적으로 유의한 결과를 보이지 않았다. 전체 연구대상에서 혈전증 위험 점수는 13.3점으로, 13점 이하를 저위험군, 14점 이상을 고위험군으로 나눠 정맥혈전색전증 발생빈도를 비교하였을 때 고위험군에서는 9예 중 6예(66.7%), 저위험군에서는 14예 중 2예(14.3%)에서 나타나 고위험군에서 통계학적으로 의미 있게 높은 빈도의 정맥혈전색전증이 발생하는 것으로 나타났다(Fig. 2, $p=0.023$).

고 찰

골반 및 비구골절을 동반한 환자의 경우 정맥혈전색전증의 발생위험이 높으며, 발생률은 혈전증에 대한 예방을 하

지 않았을 경우 61%에 달하고⁴⁾, 예방을 한 경우 12~38% 정도라고 알려져 있다^{4,12,16-19)}. 또한 증상이 있는 정맥혈전색전증의 빈도는 심부정맥혈전증의 경우 3%⁷⁾, 폐색전증의 경우 2~10%, 치명적인 폐색전증은 0.5~2%에서 발생하는 것으로 알려져 있다¹²⁾. 이번 연구에서 나타난 정맥혈전색전증은 예방을 하였음에도 불구하고 34.8%에서 발생하였고, 증상을 보인 경우는 38°C의 발열과 함께 빈맥, 빈호흡이 있었던 폐색전증 1예(4.3%)였다. 폐색전증의 임상 증상은 모호하지만 환자의 임상 증상과 함께 폐색전증에 대한 의심을 가지고 검사를 시행하여 진단한 경우였다. 동양인의 경우 정맥혈전색전증의 빈도가 서구보다 낮은 것으로 인식하여 왔으나, 골반 및 비구골절 후의 정맥혈전색전증의 경우 인도에서 이루어진 연구에서 29%의 결과를 보였고¹⁷⁾, 이번 연구에서 보듯이 한국인에서도 35%에 달하는 것으로 나타나 서구와 크게 다를 바 없음을 확인할 수 있었다. 이번 연구는 정맥혈전색전증에 대한 예방 조치를 시행하였을 때 나타난 빈도로, 정맥혈전색전증에 대한 주의를 간과하는 국내 현실을 감안할 때 실제 빈도는 더 높을 것으로 예측된다. 골반 및 비구골절을 동반한 외상 환자에서 발생하는 정맥혈전색전증의 경우 인공관절 치환술과 같은 예정된 수술보다 높으며³⁾, 발생기전이 서로 다르다는 것을 이해해야 한다. 골반 및 비구골절의 경우 고에너지 손상이 대부분이고 이로 인해 혈관 구조물에 손상을 직접적으로 주거나 혈종으로 인한 압박의 간접적인 영향을 줄 수 있고, 거동 불능(immobilization) 상태의 지속, 수술 과정 중의 조작으로 인한 혈관 내피의 자극 및 손상으로 인해 발생한다는 것이다^{4,13,15)}.

DVT CT는 정맥에 대한 컴퓨터단층혈관촬영 및 폐색전증 단층촬영을 한 번의 조영제 주사로 약 3분의 촬영으로 검사가 완료된다. 컴퓨터단층정맥혈관촬영은 초음파검사와 함께 심부정맥혈전증을 진단하기 위해 사용되는 방법으로^{10,21)}, 초음파검사와 비교하였을 때 민감도 100%, 특이도 96~100%를 보였다^{2,11)}. 무엇보다도 초음파에서 발견할 수 없는 복강내 정맥(iliac vein)을 평가할 수 있고, 양측의 심부정맥과 폐색전증까지 동시에 검사할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 원위부 심부정맥혈전증은 초음파보다 진단율이 낮은 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 한 번의 검사로 폐색전증과 심부정맥검사를 동시에 확인할 수 있고, 원위부 심부정맥보다 임상적으로 의미가 큰 복강내 정맥을 관찰하기 위해 DVT CT를 진단 방법으로 선택하였다.

심부정맥혈전증이 발생한 위치에 대해서 살펴보면 50%에서 복강내 정맥, 33.3%에서 근위부 심부정맥에서 혈전이 발생하여 대부분에서 근위부 이상의 정맥에서 발생하였다. 폐색전의 95%에서 혈전은 근위부 심부정맥에서 기원하는 것으로 알려져 있고, 근위 심부정맥의 혈전증이 있는 경우

50% 이상에서 폐색전증이 발생한다고 하였다¹⁴⁾. 이번 연구에서 심부정맥혈전증과 폐색전증이 동시에 발견된 환자의 경우 외장골정맥(external iliac vein)에서 혈전이 발견되었고, 이와 관련하여 폐색전증이 발생한 것으로 여겨진다. 다른 보고에서와 같이 근위부 심부정맥혈전증은 아주 의미있게 받아들여야 할 것이다. 연구 결과에서 보여주듯이 임상 증상을 가진 정맥혈전색전증은 전체 발생 환자 8예 중 1예(12.5%)에 불과했고, 다른 보고에서도 선별검사에서 발견된 정맥혈전증의 5~10% 정도만 임상 증상을 보였다. 무증상의 정맥혈전색전증은 언제든지 치명적인 폐색전증을 일으킬 수 있으므로 이에 대한 관심과 예방이 필요하다 할 것이다. 저자들의 경우 골반에 대한 본수술 전에 정맥혈전색전증이 발견되면 하대정맥 필터를 삽입하고 본 수술을 진행하였는데, 환자와 의사 모두에게 안전한 치료 방법으로 생각하며, 본 수술 후에도 폐색전증은 추가로 발생하지는 않았다.

외상 환자에서 정맥혈전색전증의 위험인자는 다음과 같다^{1,4-6)}; 1) 고령, 2) 3일 이상의 침상 안정, 3) 혈전증의 병력, 4) 척추골절 5) 혼수 상태, 6) 사지마비 혹은 하지마비, 7) 골반골절, 8) 하지골절, 9) 하지의 중요 정맥의 봉합, 10) 하지의 복합 상처(complex wound), 11) 수상 후 24시간 동안 수혈량, 12) 장시간의 수술 시간, 13) 수상 후 골절 고정까지의 시간, 14) 대퇴정맥의 중심 정맥관 삽입. 이상의 각 위험 인자를 개별적으로 임상에 적용하기에는 번거로움이 있어 Greenfield 등⁵⁾이 제안한 혈전증 위험 점수를 이용하여 위험군을 선별하였고, 14점 이상을 고위험군으로 하였을 때 정맥혈전증이 의미 있게 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 14점 이상을 고위험군이라고 하였을 때 골반골절(4점)이 있으면 대개의 경우 수술 시간이 2시간 이상(2점) 소요되므로 나머지 위험인자 중에서 8점 이상인 경우를 고위험군으로 분류할 수 있는데, 이러한 고위험군 환자에 대해서는 각별히 유의해서 진료에 임하여야 할 것이다.

혈전 예방제로 사용한 저분자량 헤파린을 포함한 항응고제는 출혈에 대한 위험성을 증가시킬 수 있으므로 이번 연구에서 수술 후부터 사용을 하였는데, 특히 두개내 혈종이 있거나, 척수 손상, 중요 고형 장기 손상, 복합 골반골절이 있는 경우 주의가 필요하다고 하였다⁴⁾.

이번 연구는 연구 대상의 수가 적고 단일 의료 기관에서 이루어졌다는 한계가 있었다. 추후 대규모의 전향적 무작위 연구를 통한 정맥혈전색전증의 빈도와 예방 효과를 파악하여 골반 및 비구골절을 동반한 환자에 대한 예방 가이드 라인을 제시해야 할 것이다.

결 론

골반 및 비구골절을 동반한 외상 환자의 경우 정맥혈전색전증에 대한 예방을 하였을 경우 34.8%의 높은 유병률을 보였고, 특히 고위험군에서 발생빈도가 높았다. 따라서 골반 및 비구골절에 대한 치료에 있어 정맥혈전색전증의 합병증에 대해 각별한 관심을 기울이고 치료에 임해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) **Abelseth G, Buckley RE, Pineo GE, Hull R, Rose MS:** Incidence of deep-vein thrombosis in patients with fractures of the lower extremity distal to the hip. *J Orthop Trauma*, **10**: 230-235, 1996.
- 2) **Cham MD, Yankelevitz DF, Shaham D, et al:** Deep venous thrombosis: detection by using indirect CT venography. The Pulmonary Angiography-Indirect CT Venography Cooperative Group. *Radiology*, **216**: 744-751, 2000.
- 3) **Geerts WH, Bergqvist D, Pineo GF, et al; American College of Chest Physicians:** Prevention of venous thromboembolism: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines (8th Edition). *Chest*, **133 Suppl 6**: 381S-453S, 2008.
- 4) **Geerts WH, Code KI, Jay RM, Chen E, Szalai JP:** A prospective study of venous thromboembolism after major trauma. *N Engl J Med*, **331**: 1601-1606, 1994.
- 5) **Greenfield LJ, Proctor MC, Rodriguez JL, Luchette FA, Cipolle MD, Cho J:** Posttrauma thromboembolism prophylaxis. *J Trauma*, **42**: 100-103, 1997.
- 6) **Hak DJ:** Prevention of venous thromboembolism in trauma and long bone fractures. *Curr Opin Pulm Med*, **7**: 338-343, 2001.
- 7) **Helfet D:** Magnetic resonance venography to evaluate deep venous thrombosis in patients with pelvic and acetabular trauma. *J Trauma*, **51**: 178, 2001.
- 8) **Knudson MM, Morabito D, Paiement GD, Shackelford S:** Use of low molecular weight heparin in preventing thromboembolism in trauma patients. *J Trauma*, **41**: 446-459, 1996.
- 9) **Loud PA, Grossman ZD, Klippenstein DL, Ray CE:** Combined CT venography and pulmonary angiography: a new diagnostic technique for suspected thromboembolic disease. *AJR Am J Roentgenol*, **170**: 951-954, 1998.
- 10) **Loud PA, Katz DS, Bruce DA, Klippenstein DL, Grossman ZD:** Deep venous thrombosis with suspected pulmonary embolism: detection with combined CT venography and pulmonary angiography. *Radiology*, **219**: 498-502, 2001.
- 11) **Loud PA, Katz DS, Klippenstein DL, Shah RD, Grossman ZD:** Combined CT venography and pulmonary angiography in suspected thromboembolic disease: diagnostic accuracy for deep venous evaluation. *AJR Am J Roentgenol*, **174**: 61-65, 2000.
- 12) **Montgomery KD, Geerts WH, Potter HG, Helfet DL:** Thromboembolic complications in patients with pelvic trauma. *Clin Orthop Relat Res*, **(329)**: 68-87, 1996.
- 13) **Montgomery KD, Geerts WH, Potter HG, Helfet DL:** Practical management of venous thromboembolism following pelvic fractures. *Orthop Clin North Am*, **28**: 397-404, 1997.
- 14) **Moser KM, LeMoine JR:** Is embolic risk conditioned by location of deep venous thrombosis? *Ann Intern Med*, **94**: 439-444, 1981.
- 15) **Napolitano LM, Garlapati VS, Heard SO, et al:** Asymptomatic deep venous thrombosis in the trauma patient: is an aggressive screening protocol justified? *J Trauma*, **39**: 651-657, 1995.
- 16) **Russell GV Jr, Nork SE, Chip Routt ML Jr:** Perioperative complications associated with operative treatment of acetabular fractures. *J Trauma*, **51**: 1098-1103, 2001.
- 17) **Sen RK, Kumar A, Tripathy SK, Aggarwal S, Khandelwal N, Manoharan SR:** Risk of postoperative venous thromboembolism in Indian patients sustaining pelvi-acetabular injury. *Int Orthop*, **35**: 1057-1063, 2011.
- 18) **Stannard JP, Riley RS, McClenney MD, Lopez-Ben RR, Volgas DA, Alonso JE:** Mechanical prophylaxis against deep-vein thrombosis after pelvic and acetabular fractures. *J Bone Joint Surg Am*, **83-A**: 1047-1051, 2001.
- 19) **Stannard JP, Singhania AK, Lopez-Ben RR, et al:** Deep-vein thrombosis in high-energy skeletal trauma despite thromboprophylaxis. *J Bone Joint Surg Br*, **87**: 965-968, 2005.
- 20) **Steele N, Dodenhoff RM, Ward AJ, Morse MH:** Thromboprophylaxis in pelvic and acetabular trauma surgery. The role of early treatment with low-molecular-weight heparin. *J Bone Joint Surg Br*, **87**: 209-212, 2005.
- 21) **Stein PD, Fowler SE, Goodman LR, et al; PIOPED II**

Investigators: Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl J Med*, **354**: 2317-2327, 2006.

22) **White RH, Goulet JA, Bray TJ, Daschbach MM,**

McGahan JP, Hartling RP: Deep-vein thrombosis after fracture of the pelvis: assessment with serial duplex-ultrasound screening. *J Bone Joint Surg Am*, **72**: 495-500, 1990.