

골다공증성 압박골절에서 척추체 성형술 후 발생한 지연성 척수압박증 - 증례 보고 -

연세대학교 의과대학교 척추신경연구소*, 영동세브란스병원 신경외과학교실

오재근 · 조준형 · 신준재 · 진동규* · 조용은*

Delayed Spinal Cord Compression after Vertebroplasty in Osteoporotic Compression Fracture: A Case Report

Jae Keun Oh, M.D., Jun Hyung Cho, M.D., Jun Jae Shin, M.D., Dong Kyu Chin, M.D., and Yong Eun Cho, M.D.

Department of Neurosurgery, Yongdong Severance Spine Hospital, The Spine and Spinal Cord Institute*,
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Percutaneous vertebroplasty is a popular and minimally invasive procedure with injection of polymethyl methacrylate (PMMA) into a collapsed vertebral body under fluoroscopic guidance. Several complications have been reported including leakage into the spinal canal, intravascular leakage, pulmonary embolism, subcutaneous hematoma and infection. But most of these complications are happened in the early period after operation. We report a rare case of delayed spinal cord compression after vertebroplasty with polymethyl methacrylate cement and its treatment. A 55-year-old female presented with progressive low back pain and radiating pain on both legs for 1 month and suddenly developed paraparesis for 1 day. She was already performed percutaneous vertebroplasty 6 months ago due to osteoporotic compression fracture at the first lumbar vertebra (L1). During 5 months after vertebroplasty she didn't have any neurologic deterioration or pain, but on the serial radiologic examinations after vertebroplasty, progressive compression fracture of the previously operated site was seen. Magnetic resonance imaging showed a dislodgement of solid PMMA mass compressing spinal cord severely. So she was performed the operation, that is total laminectomy L1 and pedicle screw fixation T11-T12-L2-L3 and posterolateral fusion. After the surgery, her symptoms were improved and neurologic deficit was recovered.

Key Words: Polymethyl methacrylate bone cement · Percutaneous vertebroplasty · Complication · Spinal cord compression

서 론

척추체 성형술은 골다공증에 의한 압박골절 또는 전이성 척추 종양, 혈관종 등 병적골절에 의한 척추의 구조적 취약성을 안정화 시키는데 안전하고 효과적인 치료 방법이다¹⁾. 이

는 영상 투사기(fluoroscopic guiding)하에 주저앉은 척추체에 폴리메틸메타크릴산 시멘트(polymethylmethacrylate cement)를 주입하여 척추체를 안정화시키게 된다^{7,13,16)}. 최근 들어 고연령군의 증가로 인해 골다공증 환자가 많아짐에 따라 골다공증성 척추 압박골절도 늘어나게 되어 척추체 성형술은 매우 흔하게 행해지고 있다. Barr, Chiras, Deramond, Jensen 등의 보고에 의하면 환자의 통증은 척추체성형술 후 24시간 내에 80~90% 정도에서 경감한다고 한다^{1,5,7,10)}. 이 기술의 합병증으로는 시멘트의 척수관 혹은 인접 조직으로의 누출, 정맥 내 누출, 폐 경색, 주입 부위의 혈종, 감염 등이 보고되었다^{3,7,8,14,17,18,21)}. 하지만 이들 대부분의 합병증은 대개 척추체 성형술 후 초기

교신저자: 조 용 은
135-720, 서울특별시 강남구 도곡동 146-92번지
영동세브란스병원 신경외과학교실
전화: 82-2-2019-3390(교실비서), 3393(직통), Fax: 82-2-3461-9229
E-mail: ydnscho@yumc.yonsei.ac.kr

에 일어날 수 있는 합병증들로 이와 달리 저자들은 경피적 척추체성형술 후 폴리메틸메타크릴산 시멘트가 지연성 척수 압박증을 일으킨 드문 경우를 경험하였기에 문헌 고찰과 함께 증례 보고 한다.

증례

55세 된 여환은 1개월 전부터의 서서히 진행되는 요통과 양하지의 방사통과 내원 1일 전 갑자기 진행한 양하지 부전 마비를 증상으로 본원으로 내원하였다. 본환은 내원 6개월 전 골다공증성 압박골절로 진단받고(Fig 1), 타 병원에서 척추체 성형술을 받은 병력이 있었다. 척추체 성형술 이후 주기적으로 시행된 방사선 추적 검사(Fig 2) 상에서 특별한 이상 병력없이, 수술한 요추 제 1번 척추체에서 압박 골절이 점차 진행되는 양상이 관찰되었다. 그러나 수술 후 5개월 동안 요통이나 신경학적 이상 증상은 없었다. 내원 당시 시행한 신경학적 검사상 요추 1번 주위로 압통과 대소변 기능 장애 및 하지 부전 마비와 같은 신경학적 기능 이상을 보였으며, 운동 검사 상 고관절(G4/4), 무릎(G4/4), 발목 (G4-/4), 엄지 발가락(G4-/4-)의 근력 저하가 측정되었다. 컴퓨터단층촬영 및 자기공명영상에서 골 시멘트가 척수를 압박하고 있었고(Fig 3), 컴퓨터단층촬영상 골 시멘트가 뒤로 밀려나 척수관이 40% 정도로 좁아져 있었다(Fig 4). 이에 수술 시행하였다. 수술 시야 상 폴리메틸메타크릴산 시멘트의 굳은 단단한 덩어리가 후방으로 전이되어 전방에서 척수를 심하게 뒤쪽으로 압박을 하고 있었다. 후궁 절제술 후 양쪽 척추경을 제거한 척추경 후관절 경유(transpedicular transfacetial approach)를 통하여 척추체 절제술 및 폴리메틸메타크릴산 시멘트 덩어리를 미세 chisel로 조각내어 제거 할 수 있었다. 폴리메틸메타크릴산 시멘트 덩어리는 척수 앞쪽에서 신경을 심하게 압박하고는 있었지만, 압박 골절된 척추체와는 비교적 느슨하게 결합되어 유동적인 상태였으며, 척수경막과도

유착되어 있지 않아 쉽게 박리되었다. 척추체 절제술(total spondylectomy) 요추 1번 시행 후 이곳에 Harm's cage를 이용



Fig. 1. The lumbar MRI before the vertebroplasty.

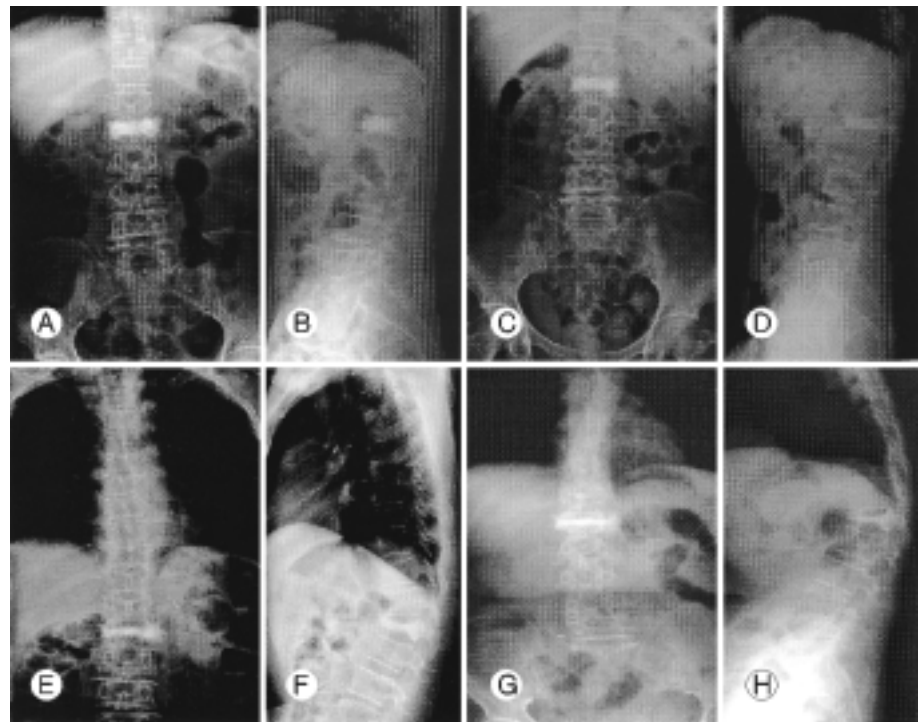


Fig. 2. The lumbar X-ray after the vertebroplasty. A. after 2months, B. after 3months, C. after 5months, D. after 6months.

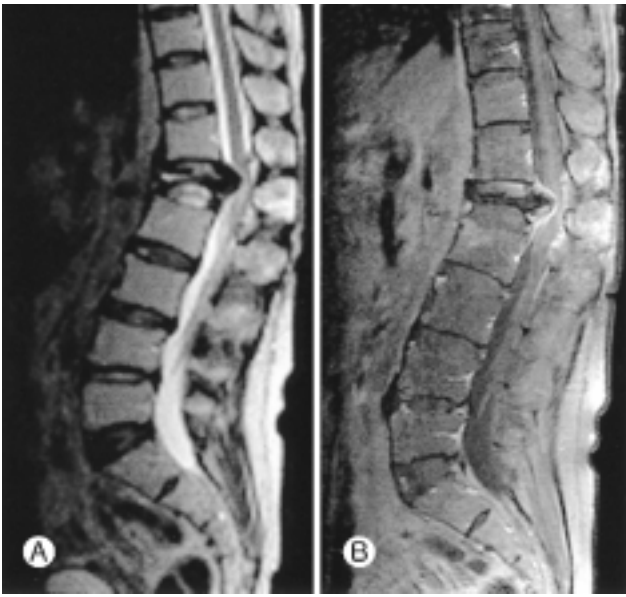


Fig 3. The lumbar MRI before the operation.



Fig 4. The lumbar CT before the operation.

하여 척추체 유합술을 시행하고, 흉추 11, 12, 요추 2, 3번 척추경 나사못 고정술 시행 후 후측방 자가골 유합술을 시행하였다(Fig 5). 수술 후 환자는 한달 뒤 부터는 양측 하지 근력은 보행 가능할 정도로 호전되었고, 대소변 장애는 없었으나 양측 다리의 시린감은 지속되었다.

고 찰

골다공증에 의한 척추의 압박골절은 노령 인구의 증가와

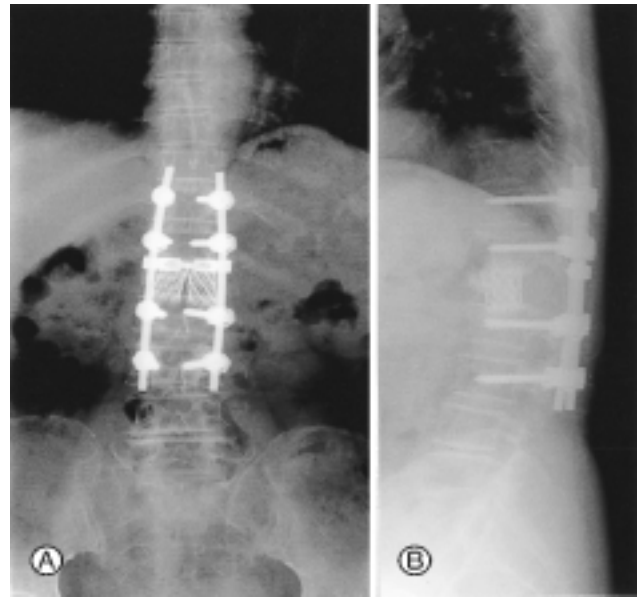


Fig 5. The lumbar X-ray after the operation.

함께 흔히 볼 수 있는 질환이다. 과거에는 골다공증성 척추 압박골절이 진단되면 자세 교정 후 장기간 침상 안정을 통해서 압박된 부위를 굳히는 치료가 흔히 행하여 졌다⁴⁾. 그러나 이러한 치료 방법은 시간이 걸리고 장기간 요통이 지속되고 흔히 재발하여 재압박 골절이 생기는 문제가 있었다. 이에 이러한 문제점을 보완하기 위해 척추체 성형술이 도입되게 되었다.

척추체 성형술이란 골 대체 물질을 척추내로 삽입하여 척추체의 보강을 통해 추체를 안정화시켜 통증을 감소시키는 것이다. 척추체 성형술에 의한 요통의 감소기전으로는 확실히 정립된 바는 없지만, 척추체의 안정화를 통해서 인접하는 척추간의 미세한 충격을 최소화함으로써 진통 효과를 얻는 경로 생각된다²⁾.

많은 저자들에 의해 다양한 합병증이 보고되었다. 매우 드문 합병증으로 Kim 등은 척추체 성형술 도중에 발생한 골 시멘트에 의한 심장 천공(cardiac perforation)한 경우를 보고 하였다¹¹⁾. Lim 등은 골다공증성 압박 골절 환자에서 척추체 성형술을 시행한 뒤, 골 시멘트가 척추체의 앞쪽으로 전이된 경우를 보고 하였는데, 이는 척추체 전반부가 골절되어 골 시멘트가 덩어리 형태로 전이되었다고 한다¹⁵⁾.

본 저자의 경우, 골다공증성 압박골절 부위를 척추체 성형술 시행하였으나, 시술한 부위의 척추체 모양이 서서히 변형되었고, 5개월 후부터 변형된 척추체가 척수를 압박하여

서서히 진행되는 양하지 부전 마비를 일으킨 경우로 지연성으로 발생한 척추체 성형술의 드문 합병증이다. 척추체 성형술 시행 시 점성액체 상태의 폴리메틸메타크릴산 시멘트가 신경관내로 누출되어 하지 마비를 일으킨 경우나 척추체 성형술 시행 받은 부위의 인접 마디에 새로운 압박 골절이 생기는 경우는 흔히 보고되었으나²⁰, 본 저자의 경우와 같이, 외상없이 척추체 성형술이 시행된 척추체에서 압박골절 및 변형이 진행되는 지연성 합병증이 발생한 경우는 현재까지 거의 발표되지 않았다.

이에 척추체 성형술을 시행한 척추체가 특별한 외상없이 지연성으로 척추 압박증을 일으킬 수 있었던 원인에 대해 문헌 고찰해 보았다.

먼저 척추체 성형술 후 압박 골절이 생기게 된 원인으로 척추체의 문제, 척추체와 폴리메틸메타크릴산 시멘트와의 상호 작용, 마지막으로 폴리메틸메타크릴산 시멘트의 문제를 생각할 수 있다.

Kyphoplasty와 같이 척추체에 공동(cystic cavity)을 형성하여 폴리메틸메타크릴산 시멘트를 주입하는 경우 공동을 형성하는 과정에서 압력에 의한 해면골 손상이 일어날 수 있다. 그러나 Chin 등이 발표한 Oseoplasty 경우와 같이 저압으로 골다공성 압박골절 부위 뼈잔기둥(bony trabecula)으로 투여 되어 압박골절 척추체에 상호교차(interdigitation)가 잘 된 경우라도 폴리메틸메타크릴산 시멘트 주입 시에 발생하는 높은 온도에 의해 주위 조직에 대한 괴사가 일어난다. 이런 열괴사와 이물 반응 및 미세혈관 구조의 손상 등에 의하여 주위 해면골 손상을 야기하게 된다. 이로 인해 폴리메틸메타크릴산 시멘트가 후방으로 점차 이동하며, 전방 골조직의 손상과 더불어 후방 돌출되어 척추를 압박할 수 있다. Tsai 등에 의하면 고온의 중합반응열(polymerization temperature)이 주위 조직의 열괴사와 골절된 해면골의 섬유조직들이 주입된 폴리메틸메타크릴산의 상호교차를 방해한다고 한다¹⁹. 척추체 자체의 골괴사가 진행되면서 지연적으로 척추체의 압박 골절이 진행될 수 있다. 또한 이런 시멘트 주위의 골괴사는 폴리메틸메타크릴산 시멘트가 골유도(osteinduction)나 골발생(osteogenesis)과는 전혀 무관하다는 특성과 더불어 압박골절된 척추내에 유동성의 독립된 폴리메틸메타크릴산 시멘트 덩어리로 존재하게 되는 현상을 초래한다. 그 결과 수술 부위 지연성 압박골절이 진행할 경우 시멘트 덩어리가 이동하며, 척추신경을 압박하는 것 같은 합병이 유발된다.

또한 압박 골절된 부위에 척추체와 접하는 폴리메틸메타크릴산 시멘트의 특성에 의해 척추체가 후방으로 전이 되는

경우를 생각할 수 있다. Krause 등은 반죽된 폴리메틸메타크릴산 시멘트가 매끄러운 척추체 표면에 있는 것이 불규칙한 면에 있는 것에 반하여 계면 강도(interface strength)가 높다고 보고하였다¹². 따라서 폴리메틸메타크릴산과 인접한 척추체의 표면 특성에 의해서도 지연성 척추 압박 골절을 유발할 수 있다. 수술 소견에서 보았듯이 폴리메틸메타크릴산 시멘트가 주위의 척추체와 상호교차가 되지 않아서 유동성인 채로 되어 이동(dislodgement)이 생기면서 척추신경을 압박하여 증상을 유발하게 된 것이다. 따라서 폴리메틸메타크릴산 시멘트 자체가 척추체와 융합되지 않음으로 해서 지연적으로 이러한 합병증을 유발하는 이유가 될 수 있다.

마지막으로 척추체 성형술시 사용한 폴리메틸메타크릴산 시멘트의 강도는 척추를 유지하는데 중요한 역할을 한다. 척추체 성형술 시에 혼합한 단량체(monomer)와 가루(powder)의 비율에 따라 척추를 지지하는 강도는 변할 수 있다. Jasper 등은 단량체와 가루의 비율의 차이가 시멘트의 물질 특성(material behavior)에 영향을 준다고 주장하였는데, 가루에 대한 단량체의 비율(monomer to powder ratio)이 0.53 mL/g 일때 압박에 의한 강도(compressive strength)가 가장 높다고 보고하였다⁹. 즉, 시멘트의 가루에 대한 단량체의 비율이 증가할수록 시멘트의 압박에 의한 강도, 항복 강도(yield strength), 탄성률(elastic modulus)을 유의하게 감소시킨다고 하였다. 임상적으로 정확한 가루에 대한 단량체의 비율은 측정되어 있지 않지만, 대개 척추체 성형술의 경우 0.60~0.74 mL/g 일거라고 추정한다. 이런 비율일 경우 강도가 16% 감소, 계수적으로는 7%가 감소할 거라 예상한다고 한다. 또한 De 등에 의하면 황산 바륨(barium sulphate)을 혼합하면, 시멘트의 물질 특성을 변화시켜 시멘트 강도를 감소시킨다는 보고도 있다⁸. 따라서 척추체 성형술시에 가루에 대한 단량체의 비율을 일정하게 유지하여 시행하고, 이물질을 혼합하지 않음으로써 시멘트 강도를 적정하게 유지하여 지연성 척추 압박 골절을 예방할 수 있다.

척추체 성형술시에 지연성으로 척추 압박증이 생길 수 있으며, 이에 대한 원인으로 폴리메틸메타크릴산 시멘트의 주입 시에 열괴사와 이물 반응 등에 의한 주위 해면골 손상, 척추체와 폴리메틸메타크릴산 시멘트와의 상호 인접한 특성, 마지막으로 척추체 성형술시에 사용하는 폴리메틸메타크릴산 시멘트의 혼합비가 시멘트의 압박에 의한 강도와 연관될 수 있다는 것이다. 따라서 척추체 성형술시에 척추체와 폴리메틸메타크릴산 시멘트의 상호 작용으로 인한 척추체의 변형, 이동의 가능성이 있다는 것을 항상 염두에 두고 주의하

여 시행하여야 한다.

결론

척추 성형술에서 지연성으로 수술부위 압박골절이 더욱 진행하고, 후방으로 이동한 시멘트 덩어리에 의해 척추 신경 압박이 나타날 수 있다. 이러한 원인으로는 척추체, 척추체와 폴리메틸메타크릴산 시멘트의 상호관계, 그리고 폴리메틸메타크릴산 자체의 문제를 생각할 수 있다. 이에 대해 폴리메틸메타크릴산 시멘트가 굳을 때 발생하는 발열량의 최소화 하는 방법과 폴리메틸메타크릴산 시멘트와 척추체간 상호교차를 증가시키기 위한 시멘트의 주입위치, 적절한 양 및 배합 비율에 대한 연구가 필요하다.

REFERENCES

- Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM: Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. **Spine** 25:923-928, 2000
- Burton AW, Rhines LD, Mendel E: Vertebroplasty and kyphoplasty: A comprehensive review. **Neurosurg Focus** 18(3), 2005
- Chen HL, Wong CS, Ho ST, Chang FL, Hsu CH, Wu CT: A lethal pulmonary embolism during percutaneous vertebroplasty. **Anesth Analg** 95:1060-1062, 2002
- Chin DK, Kim YS, Cho YE, Shin JJ: Efficacy of postural reduction in osteoporotic vertebral compression fractures followed by percutaneous vertebroplasty. **Neurosurgery** 58: 695-700, 2006
- Chiras J, Depriester C, Weill A, Sola-Martinez MT, Deramond H: Percutaneous vertebral surgery. Technics and indications. **J Neuroradiol(Fr)** 24:45-49, 1997
- Cotten A, Dewatre F, Cortet B, Assaker R, Leblond D, Duquesnoy B, et al: Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: Effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methylmethacrylate at clinical follow-up. **Radiology** 200:525-530, 1996
- Deramond H, Depriester C, Galibert P, Le Gars D: Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results. **Radiol Clin North Am** 36:533-546, 1998
- De Wijn, JR, Slooff TJ, and Driessens FC: Characterization of bone cements. **Acta Orthop Scand** 46:38-51, 1975
- Jasper LE, Deramond H, Mathis JM, Belkoff SM: The effect of monomer-to-powder ratio on the material properties of Cranioplastic. **Bone** 25(2):27S-29S, 1999
- Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion JE: Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: Technical aspects. **AJNR Am J Neuroradiol** 18: 1897-1904, 1997
- Kim SY, Seo JB, Do KH, Lee JS, Song KS, Lim TH: Cardiac perforation caused by acrylic cement: A rare complication of percutaneous vertebroplasty. **AJR Am J Roentgenol** 185(5):1245-1247, 2005
- Krause WR, Krug W, Miller J: Strength of the cement-bone interface. **Clin Orthop Relate Res** 163:290-9,1982
- Lee JU, Ryu KS, Park CK, Cho YS, Ji C, Cho KS, et al: Percutaneous Polymethylmethacrylate Vertebroplasty in the Treatment of Osteoporotic Thoracic and Lumbar Vertebral Body Compression Fractures: Outcome of 159 Patients. **J Korean Neurosurg Soc** 30:173-179, 2001
- Levine SA, Perin LA, Hayes D, Hayes WS: An evidence-based evaluation of percutaneous vertebroplasty. **Manag Care** 9:56-60, 2000
- Lim TH, Brebach GT, Renner SM, Kim JG, Lee RE, Andersson GB: Biomechanical evaluation of an injectable calcium phosphate cement for vertebroplasty. **Spine** 15:27(12):1297-302
- Noh CH, Yi JS, Lee HJ, Yang JH, Lee IW, Kim MC, et al: Effect of percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate to osteoporotic spinal compression fractures and bursting fractures. **J Korean Neurosurg Soc** 35:365-371, 2004
- Padovani B, Kasriel O, Brunner P, Peretti-Viton P: Pulmonary embolism caused by acrylic cement: A rare complication of percutaneous vertebroplasty. **AJNR Am J Neuroradiol** 20: 375-377, 1999
- Scroop R, Eskridge J, Britz GW: Paradoxical cerebral arterial embolization of cement during intraoperative vertebroplasty: Case report. **AJNR Am J Neuroradiol** 23:868-870, 2002
- Tsai TT, Chen WJ, Lai PL, Chen LH, Niu CC, Fu TS, et al: Polymethylmethacrylate cement dislodgement following percutaneous vertebroplasty; A case report. **Spine** 15:28(22):E457-

60, 2003

20. Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, et al: Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. **Radiology** 226:119-124, 2003
21. Yoo KY, Jeong SW, Yoon W, Lee J: Acute respiratory distress syndrome associated with pulmonary cement embolism following percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. **Spine** 29:294-297, 2004