

선형가속기를 이용한 삼차신경통의 정위적 방사선수술: 증례보고

동국대학교 일산불교병원 방사선종양학과

윤 형 근

삼차신경통은 삼차신경의 안면피부 분포를 따라서 일시에 생기는 전기적 쇼크와도 같은 강한 통증이다. 약물치료로서 통증을 제어할 수 없게 되면 여러 가지 시술로 통증제어를 시도하게 된다. 정위적 방사선수술은 비침습적인 방법으로 부작용이 거의 없이 유의한 통증완화를 이루어 내는 것으로 밝혀져 있다. 그동안 삼차신경통의 방사선수술에 감마나이프가 주로 사용되었지만 최근에 선형가속기도 사용되기 시작하였다. 저자는 삼차신경통 환자 1명에 선형가속기를 이용하여 방사선수술을 시행하였다. 뇌간으로부터 나온 삼차신경 기시부에 5 mm collimator를 이용하여 85 Gy를 조사하였다. 환자는 치료 후 20일 경부터 통증이 거의 소실되었으며 6개월이 지난 현재까지 약물복용 없이도 통증이 없는 상태이다. 환자는 안면 무감각증 등 부작용이 없었다. 선형가속기를 이용한 정위적 방사선수술로 삼차신경통을 치유한 예는 아직 국내에서 보고된 적이 없기에 문헌고찰과 함께 보고한다.

핵심용어: 삼차신경통, 선형가속기, 방사선수술

정위적 방사선수술은 정위적으로 정의된 표적에 많은 양의 방사선을 높은 정확도로 1회에 집중 조사하는 치료기법을 말한다. 1980년대 이전에는 주로 감마나이프를 이용한 방사선수술이 많이 시행되었지만 1980년대 이후에는 선형가속기도 이용되기 시작하였다.¹⁾ 선형가속기를 이용한 정위적 방사선수술은 주로 뇌 동정맥 기형이나 각종 양성 및 악성 종양의 치료에 주로 이용되어 왔지만 최근에는 기능적 방사선수술에도 이용되고 있다. 기능적 방사선수술은 간질이나 뇌신경(cranial nerves)에서 기원하는 신경통의 치료 등에 많이 쓰이는데 기존에는 주로 감마나이프로 시술이 이루어졌으나 점차 방사선수술 전용 선형가속기를 사용하여 시술하는 경우도 증가하고 있다.¹⁾ 한편 삼차신경통은 안면통증의 흔한 원인으로 얼굴 한쪽에 국한되어 생기는 경우가 많으며 삼차신경의 안면피부 분포를 따라서 일시적으로 생기는 전기적 쇼크와도 같은 강한 통증이 특징이다.²⁾ 본 병원에서는 선형가속기를 이용한 정위적 방사선수술로 삼차신경통을 치유한 예를 경험하였는데 방사선종양학회지, 신경외과학회지 및 Medline 검색 결과 아직 국내에서 보고된 적이 없기에 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

증례 보고

환자는 69세 남자로 왼쪽 안면부위의 통증을 주소로 내원하였다. 환자는 3년 전부터 삼차신경의 두 번째 가지 분포영역인 왼쪽 윗입술 부위와 왼쪽 뺨에 전기 오르는 것처럼 통증이 오면 입도 못 벌리고 말도 못하는 상태로 1~2분 지속되었다. 치과 병원에서 치료 중 본원 내원 1개월 전부터 상기 증상 정도가 심해지고 빈도가 증가해서 본원 외래로 내원하였다. 본원에 내원하기 전에 환자는 Carbamazepine (Tegretol®) CR 200 mg 1.5 T를 하루 3회씩 복용하였다. 환자는 평소 고혈압이 있어서 복용 중이었으며, 본원 내원 2개월 전에 뇌졸중(우측 뇌경색)으로 한방병원에서 치료받았다. 본원 내원 시에 환자의 혈압은 140/90 mmHg이었다. 이학적 검사소견상 의식은 명료했고 동공 반응이나 외안근 운동에 이상이 없었으며 안면 마비나 안면 감각 이상이 없었고 설하 신경의 기능도 정상이었다. 전신의 감각 이상은 없었으나 좌측하지의 운동기능이 Grade V 중 IV로 약간 저하되어 있었다. 내원 2개월 전에 외부 병원에서 시행한 컴퓨터단층촬영 결과 우측 전뇌부에 국소적인 뇌경색의 소견이 있었다. 검사소견을 종합한 결과 환자는 삼차신경통으로 진단되었다. 환자는 내원 후 4일간 Tegretol®의 투여 용량을 회당 2 T씩 하루 3회로 늘렸으나 통증이 완화되지 않아서 선형가속기를 이용하여 정위적 방사선수술을

이 논문은 2006년 2월 8일 접수하여 2006년 4월 11일 채택되었음.
책임저자: 윤형근, 동국대학교 일산불교병원 방사선종양학과
Tel: 031)961-7560, Fax: 031)961-7564
E-mail: yunhg@dankook.ac.kr

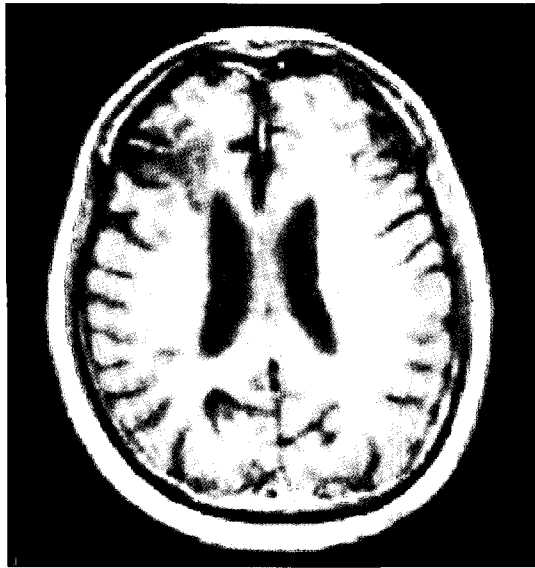


Fig. 1. Magnetic resonance image with stereotactic markers.

시행하였다.

정위적방사선수술은 Leibinger system을 이용하였으며 선형가속기는 Clinac 1800 (Varian Medical System, USA)의 6 MV X-선을 사용하여 시술하였다. 환자의 머리에 head ring을 핀으로 고정하고 fiducial이 부착된 판(plate)를 head ring에 고정한 후에 자기공명영상(MRI) 촬영을 하였다(Fig. 1). 자기공명영상은 3 mm 간격으로 촬영하였다. 자기공명영상을 Leibinger STP3형 방사선수술 치료계획용 워크스테이션으로 영상획득(image acquisition)한 후에 방사선수술 치료를 계획하였다. 자기공명영상에 나타나는 삼차신경 뿌리 기시부(root entry zone, REZ)를 회전중심점으로 하고 5 mm 직경의 원형 collimator를 사용 6개의 arc를 이용하여 방사선을 조사하였다. REZ에 위치한 isocenter에 85 Gy를 조사하였으며 뇌간은 50% 등선량곡선 밖에 위치하였다(Fig. 2).

환자는 방사선수술 후 수일간 미열이 있었으나 안면감각저하나 안면마비는 없었으며 방사선수술 4일 후부터 통증이 완화되기 시작하여 20일 후부터는 통증이 거의 없어졌다. 방사선수술 후 6개월이 지난 현재 진통제 복용 없이도 통증이 전혀 없는 통증의 완전관해 소견을 보이고 있다.

고 찰

삼차신경통은 안면부의 감각을 담당하는 5번째 뇌신경인 삼차신경의 이상으로 인해 갑자기 칼로 찌르는 듯하고 전기에 감전된 듯한 심한 통증이 얼굴에 발생하는 병으로 특히 40세 이상의 남자에서 많이 생긴다. 흔히 입 주위나 잇몸 근처 그리고 눈 주위에 통증이 나타나며 세수를 하거

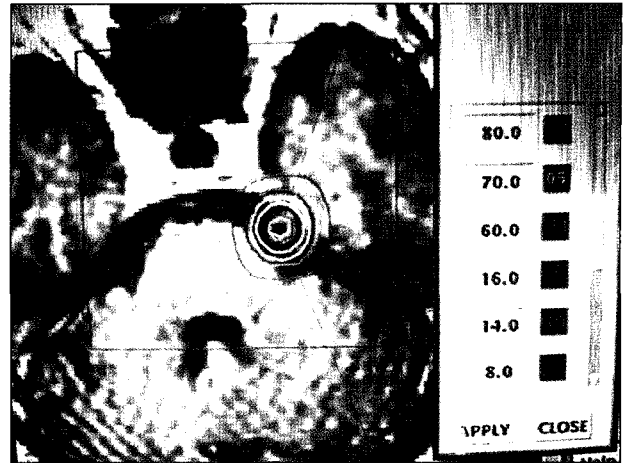


Fig. 2. The dose distribution of the linear accelerator radio-surgery using 5 mm collimator through the trigeminal root entry zone.

나 면도를 하거나 음식을 먹을 때 혹은 바람이 얼굴을 스쳐도 통증이 발생하여 수초 혹은 수분간 지속된다. 간혹 치통으로 오인되어 치과에서 발치를 하고 신경치료를 하여도 통증이 사라지지 않는다.

삼차신경통의 원인은 여러 가지가 있으나 가장 흔한 것은 삼차신경이 뇌에서 나오는 부위가 뇌혈관에 의해 만성적으로 접촉, 압박되어서 신경이 자극되고 삼차신경의 탈수초화(demyelination)가 일어나서 통증이 발생하는 경우가 대부분이다.³⁾ 일부에서는 뇌종양이 삼차신경을 압박해서 발생하기도 한다. 이외에 다발성 신경경화증 등 퇴행성 신경질환으로 발생하는 경우도 있다.

삼차신경은 뇌에서 나와서 3가닥으로 나누어져 첫 번째 가지는 이마와 눈 주위의 감각을, 두 번째 가지는 코, 코 옆, 윗입술과 광대뼈부위의 감각을 담당하며, 세 번째 가지는 아랫입술과 턱 부위의 감각을 담당한다. 따라서 어떤 가지에서 통증이 발생하느냐에 따라서 통증이 나타나는 부위가 다양하다. 병이 깊어질수록 통증이 매우 심해져 나중에는 참을 수 없을 정도의 통증을 유발한다.

삼차신경통 초기에는 약물치료를 우선적으로 고려한다.⁴⁾ Carbamazepine (Tegretol[®]), Gabapentin (Neurontin[®]) 등의 약물로 통증을 완화시킬 수 있지만 부작용이 있고 점차 약물을 늘려야 한다는 단점이 있다. 수술적인 방법으로는 수술 현미경을 이용하여 뇌간으로 들어가는 삼차신경을 압박하는 뇌혈관을 확인한 후 삼차신경과 압박혈관을 분리시키고 그 사이에 Teflon 등 특수 스폰지를 삽입하는 방법이 쓰이는데 ‘미세혈관감압술’ 혹은 ‘삼차신경-뇌혈관 분리 감압술’이라고 부르며 삼차신경을 손상하지 않고 높은 치료율을 달성하는 방법이다. 수술에 적합하지 않은 경우나 수

술을 원치 않는 경우에 대해서 여러 가지 최소 침습수술이 시행되고 있다. 고주파를 이용한 삼차신경응고술, 알코올 등을 이용한 말초삼차신경 차단술 등이 쓰인다. 방사선수술은 비침습적 내지 최소침습 시술로 효과적인 통증 완화가 가능하므로 점점 더 많이 사용되고 있다. 방사선수술 장비로는 감마나이프가 가장 많이 사용되어 왔으나 근래에 선형가속기와 사이버나이프도 사용되고 있다.

감마나이프 방사선수술은 삼차신경의 신경 뿌리(nerve root)에 정위적으로 방사선을 집중조사해서 통증을 치료하는데 75~84%에서 통증이 완화되며 부작용물도 낮지만 시술 후 통증 완화까지 최대 4개월의 시간이 필요한 것이 단점이다.⁵⁾ Lopez 등⁶⁾이 최소 70 Gy 이상 조사한 38개의 삼차신경통 방사선수술 연구들의 결과들을 종합 분석한 바에 따르면 통증은 특징적으로 3개월 이내에 완화되며 처음에 전체 환자의 3/4에서 통증의 완전관해가 이루어지지만 3년까지 통증 없이 지내는 사람은 처음에 통증이 없어진 사람 중 절반인 것으로 나타났다. 방사선수술 후에 약을 영구적으로 완전히 끊을 수 있었던 환자는 전체의 절반 미만이었으며, 가장 흔한 부작용은 감각이상이었다. Petit⁷⁾는 감마나이프 방사선수술이 삼차신경통 환자에서 부작용이 거의 없이 유의한 통증 감소를 가져와서 삶의 질을 향상시킨다고 보고하였다. Tawk 등⁸⁾의 연구에서 감마나이프 수술 3개월 후에는 통증 제어율이 71%로 높았으나 24개월 후에는 50% 이상에서 통증제어가 안 되는 것으로 나타났고 전체 환자 중 37%가 안면 무감각증을 경험하였는데 특히 통증치료반응이 좋은 경우에 부작용도 높았다. McNatt 등⁹⁾은 49명의 약물치료에 반응하지 않는 삼차신경통 환자들에게 감마나이프 4 mm collimator로 최대선량 80 Gy가 되게 방사선 수술을 시행한 결과 61%에서 지속적인 통증제어가 가능하였다.

Pollock¹⁰⁾이 미세혈관감압술과 방사선수술 결과를 비교한 바에 따르면 시술 후 3년 경과 시 약물 사용 없이 통증이 없는 비율이 72% 대 59%로 미세혈관감압술이 유의하게 높았다. Sheehan 등¹¹⁾의 연구에서도 감마나이프 방사선수술 3년 후에 어느 정도 통증 제어가 이루어지는 비율이 70%로 미세혈관감압술 결과보다는 다소 낮았지만 수술이 어렵거나 수술을 꺼리는 환자들에서 감마나이프가 부작용의 위험이 비교적 적은 간편한 시술인 것으로 나타났다. Sheehan 등의 연구에서는 최대선량이 50~90 Gy로 비교적 낮은 경우가 많았는데 선량을 높였다면 결과가 좀 더 좋았을 것으로 생각된다. Shetter 등¹²⁾의 연구에서는 이전에 삼차신경통으로 감마나이프 수술을 받은 환자들도 훗날 필요시에 추가적인 어려움 없이 미세혈관감압술을 시행할

수 있었고 성공률도 이전에 감마나이프 수술을 안 받은 환자와 유사한 것으로 나타났다. 즉 미세혈관감압술 수술 소견상 이전에 감마나이프 수술을 받았던 환자들 6명 중에서 과도하게 arachnoid가 두꺼워지거나 신경자체가 외관상 눈에 띄게 변화한 경우는 없어서 삼차신경 기시부위로부터 혈관을 성공적으로 분리 이동시키는데 감마나이프 수술로 인한 추가적인 어려움은 없었다. 다만 한 환자에서는 삼차신경이 상소뇌동맥과 접촉하는 부위에 작은 동맥경화반(atherosclerotic plaque)이 나타났다.

Henson 등¹³⁾은 최소 침습수술 중 가장 흔히 사용되는 감마나이프 방사선수술(GK)과 경피적으로 시행되는 retrogas-serian glycerol rhizotomy (GR)를 비교하였는데 GR이 감마나이프 방사선수술에 비해서 안면 감각저하 등의 부작용이 많았고 실패율이 높았지만 통증 완화가 더 빨리 이루어져서 삼차신경통을 응급하게 완화해야 하는 경우에 유리한 것으로 보고하였다. 반면 감마나이프는 부작용을 적게 유발하면서도 장기적인 통증 제어에 유리하여 GR보다는 더 좋은 치료법으로 나타났다.

재발성 삼차신경통에 감마나이프 수술을 재시행한 경우도 통증 제어율은 높았으나 16%에서 안면 무감각증이 나타나는 등 부작용 비율도 높았다.¹⁴⁾

1980년대 이전에는 방사선수술에 주로 감마나이프만 사용되었으나 80년대 이후에 선형 가속기의 사용이 시작되었고 선형가속기의 기계적인 정확성과 치료 기술이 감마나이프와 동일한 정도로 발전함에 따라서 선형가속기를 이용한 방사선수술이 점점 더 흔히 사용되게 되었다.¹⁵⁾ 국내에서도 동정맥 기형이나 종양 등에 선형가속기를 이용하여 방사선수술을 시행한 결과들이 보고된 바 있다.¹⁶⁾ 그러나 선형가속기를 이용한 방사선수술은 동정맥 기형, 전이성 뇌종양, 뇌수막종 등의 뇌기저부 종양에 주로 쓰여 왔으며 삼차신경통 치료 등 기능적 방사선수술에는 상대적으로 드물게 사용되었다.¹⁵⁾ Ma 등¹⁾은 기능적 방사선수술에 전용 선형가속기를 사용해서 시술하는 경우 arc를 7개 이상 사용하고 arc간의 오차가 0.5 mm 이하이면 감마나이프와 유사한 정확도를 갖는다고 설명했다. Smith 등²⁾은 전용 선형가속기를 이용하여 60명의 삼차신경통 환자에서 방사선수술을 시행하였다. 방사선량은 회전중심점에 70 내지 90 Gy를 조사하였는데 평균값은 83.3 Gy이었고, 특히 연구대상 기간 뒷부분에 해당하는 35명의 환자에는 90 Gy를 조사하였다. 75%에서 5 mm collimator를 이용하였고 25%에서 7.5 mm collimator를 이용하였다. 평균 관찰기간 23 개월에 56.1%에서는 진통제 없이도 통증이 전혀 없는 매우 좋은 경과를 보였고 31.7%에서는 통증이 50 내지

90% 경감된 좋은 경과를 보였으며 12.2%에서는 통증이 약간 좋아지거나 변화가 없었다. Chen 등¹⁷⁾은 선형가속기를 이용하여 32명의 삼차신경통 환자에서 방사선수술을 시행하였다. 4 mm collimator, 단일 회전중심점에 5~7개의 non-coplanar arc를 이용하여 삼차신경의 cistern 부분 중 뇌에 가장 가까운 부분이 85~90 Gy를 받도록 하였다. 치료 후 중간값 기준으로 6주 후에 78%의 환자에서 통증완화가 잘 이루어졌다. 두 명에서 새로운 삼차신경 기능 이상이 나타났을 뿐 다른 부작용은 없었다. Goss 등¹⁸⁾은 전용 선형가속기를 이용하여 5 mm collimator로 최대선량 90 Gy를 조사하였는데 76%에서 통증의 완전소실이 이루어졌으며 통증 소실까지의 기간의 중간값은 2개월이었다. 32%에서는 치료 후 4~13개월에 통증이 재발하였으며 32%에서 안면 무감각증이 생겼으나 통증이 동반된 무감각증은 없었다. Kubicek 등¹⁹⁾이 선형가속기를 이용하여 삼차신경통 환자를 최대선량 82.3~100 Gy로 방사선수술 한 후에 중앙값 54개월까지 비교적 장기추적 관찰하였다. 대상 환자 중 70%는 이전에 삼차신경통 제어를 위한 수술을 시행한 환자였고 20%는 원발성이 아닌 2차적인 삼차신경통 환자였다. 전체 환자 중 35%에서 통증이 완전히 소실되었고 43%에서 통증이 50% 이상 소실되었는데 통증이 완전 소실된 환자들 중 63%에서는 중앙값 21.5개월에 통증이 재발하였다.

선형가속기에 의한 방사선수술의 큰 문제점은 치료시간이 길다는 것이다.²⁰⁾ 본 증례보고의 경우도 5 mm 원형 collimator로 6개의 arc를 이용하여 회전중심점에 85 Gy를 조사하였는데 arc당 평균 M.U. (monitor units)수가 2,926.2였으며 선량률을 최대치인 400 M.U./min로 하여도 한 arc당 약 7.5분의 실조사시간이 필요해서 전체적으로 약 45분의 실조사시간이 필요하였다. 치료를 위해서 회전중심점을 맞추는 데 필요한 시간, 각 arc마다 위치를 재조정하는 데 필요한 시간 등을 합하면 거의 두 시간 정도의 치료시간이 필요하였다. 또한 장시간의 계속적인 방사선조사에 따라 기계에 무리가 갈 수도 있으므로, 전용 가속기를 설치해서 치료를 시행하는 것이 더 바람직할 것으로 생각된다.

약물치료에 반응하지 않는 삼차신경통의 치료 방법으로 감마나이프 수술에 이어 선형가속기를 이용한 방사선수술도 유용하다는 것이 밝혀지고 있다. 방사선 조사시간이 긴 문제점은 있지만 최근 국내 방사선종양학과들 중 방사선수술 시스템을 갖춘 곳들이 많아짐에 따라 향후 점차 많이 시술될 수 있을 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

1. Ma L, Kwok Y, Chin LS, Yu C, Regine WF. Comparative analyses of linac and Gamma Knife radiosurgery for trigeminal neuralgia treatments. *Phys Med Biol* 2005;50:5217-5527
2. Smith ZA, De Salles AA, Frighetto L, et al. Dedicated linear accelerator radiosurgery for the treatment of trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 2003;99:511-516
3. Brown C. Surgical treatment of trigeminal neuralgia. *AORN J* 2003;78:744-758
4. Liu JK, Apfelbaum RI. Treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurg Clin N Am* 2004;15:319-334
5. Horowitz M, Ochs M, Carrau R, Kassam A. Trigeminal neuralgia and glossopharyngeal neuralgia: two orofacial pain syndromes encountered by dentists. *J Am Dent Assoc* 2004; 135:1427-1433
6. Lopez BC, Hamlyn PJ, Zakrzewska JM. Stereotactic radiosurgery for primary trigeminal neuralgia: state of the evidence and recommendations for future reports. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004;75:1019-1024
7. Petit JH, Herman JM, Nagda S, DiBiase SJ, Chin LS. Radiosurgical treatment of trigeminal neuralgia: evaluating quality of life and treatment outcomes. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003;56:1147-1153
8. Tawk RG, Duffy-Fronckowiak M, Scott BE, et al. Stereotactic gamma knife surgery for trigeminal neuralgia: detailed analysis of treatment response. *J Neurosurg* 2005;102:442-449
9. McNatt SA, Yu C, Giannotta SL, et al. Gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia. *Neurosurgery* 2005;56: 1295-1301
10. Pollock BE. Comparison of posterior fossa exploration and stereotactic radiosurgery in patients with previously nonsurgically treated idiopathic trigeminal neuralgia. *Neurosurg Focus* 2005; 18:6-8
11. Sheehan J, Pan HC, Stroila M, Steiner L. Gamma knife surgery for trigeminal neuralgia: outcomes and prognostic factors. *J Neurosurg* 2005;102:434-441
12. Shetter AG, Zabramski JM, Speiser BL. Microvascular decompression after gamma knife surgery for trigeminal neuralgia: intraoperative findings and treatment outcomes. *J Neurosurg* 2005;102:259-261
13. Henson CF, Goldman HW, Rosenwasser RH, et al. Glycerol rhizotomy versus gamma knife radiosurgery for the treatment of trigeminal neuralgia: an analysis of patients treated at one institution. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005;63:82-90
14. Pollock BE, Foote RL, Link MJ, et al. Repeat radiosurgery for idiopathic trigeminal neuralgia. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005;61:192-195
15. Deinsberger R, Tidstrand J. Linac radiosurgery as a tool in neurosurgery. *Neurosurg Rev* 2005;28:79-88
16. Kim JH, Choi TJ. Radiosurgery with Linac Based Photon Knife in Cerebral Arteriovenous Malformation. *J Korean Soc Ther Radiol Oncol* 2003;21:1-9

17. Chen JC, Girvigian M, Greathouse H, et al. Treatment of trigeminal neuralgia with linear accelerator radiosurgery: initial results. *J Neurosurg* 2004;101 Suppl 3:346-350
18. Goss BW, Frighetto L, DeSalles AAF, et al. Linear accelerator radiosurgery using 90 gray for essential trigeminal neuralgia: results and dose volume histogram analysis. *Neurosurg* 2003;53:823-830.
19. Kubicek GJ, Hall WA, Orner JB, Gerbi BJ, Dusenbery KE. Long-term follow-up of trigeminal neuralgia treatment using a linear accelerator. *Stereotact Funct Neurosurg* 2004; 82:244-249
20. Gerbi BJ, Higgins PD, Cho KH, Hall WA. Linac-based stereotactic radiosurgery for treatment of trigeminal neuralgia. *J Appl Clin Med Phys* 2004;5:80-92

Abstract

Linear Accelerator Radiosurgery for Trigeminal Neuralgia: Case Report

Hyong Geun Yun, M.D.

Department of Radiation Oncology, Dongguk University International Hospital, Goyang, Korea

Trigeminal neuralgia is defined as an episodic electrical shock-like sensation in a dermatomal distribution of the trigeminal nerve. When medications fail to control pain, various procedures are used to attempt to control refractory pain. Of available procedures, stereotactic radiosurgery is the least invasive procedure and has been demonstrated to produce significant pain relief with minimal side effects. Recently, linear accelerators were introduced as a tool for radiosurgery of trigeminal neuralgia beneath the already accepted gamma unit. Author have experienced one case with trigeminal neuralgia treated with linear accelerator. The patient was treated with 85 Gy by means of 5 mm collimator directed to trigeminal nerve root entry zone. The patient obtained pain free without medication at 20 days after the procedure and remain pain free at 6 months after the procedure. He didn't experience facial numbness or other side effects.

Key Words: Trigeminal neuralgia, Linear accelerator, Radiosurgery