파킨슨씨병 환자에서 편측 담창구파괴술의 효과*

가톨릭대학교 의과대학 신경외과학교실, 가톨릭뇌신경센터
조우진 · 이경진 · 지 철 · 박성찬 · 박해관
조정기 · 조경근 · 나형균 · 강준기 · 최창락

Efficacy of Unilateral Pallidotomy for Parkinson's Diesease

**Woo Jin Cho M.D., Kyung Jin Lee, M.D., Cheul Ji M.D.,
Sung Chan Park, M.D., Hea Kwan Park, M.D., Jung Ki Jo, M.D.,
Kyung Keun Cho, M.D., Hyung Kyun Rha, M.D.,
Joon Ki Kang, M.D., Chang Rak Choi, M.D.**

Catholic Neuroscience Center, Department of Neurosurgery, College of Medicine, The Catholic University, Seoul, Korea

Objectives : For Parkinsonian patients who had not reacted favorably on drug therapy are good candidate for ventroposterolateral pallidotomy, although not curative. We studied these patients after unilateral pallidotomy, to confirm the effectiveness and safety of this procedure.

Methods : We evaluated the 17 patients with idiopathic Parkinson's diesease who had undergone unilateral posteroventral pallidotomy. All patients responded to levodopa initially. Mean age was 55 years(38 - 75years), and mean duration of disease was 9.8 years(3 - 20years). Pre - and postoperative evaluation at 3 month intervals included Unified Parkinson's Disease Rating scale(UPDRS) scoring, Hoehn and Yahr(H & Y) staging, and neuropsychological examinations.

Results : Pallidotomy significantly improved parkinsonian symptom(tremor, rigidity, bradykinesia, dyskinesia, sensory symptom). Nine of 10 patients who showed dyskinesia preoperatively significant improvement. The mean dose of levodopa in 9 patients was lowered. The mean H & Y score and UPDRS score were improved in on and/or off time in 15 patients. Among patients who were not improved, one patient worsened, and the others showed no change. The mean overall UPDRS off score changed from 76 preoperatively to 44(33%) at 6 months and from 70 to 52(25%) at 1 year. Transient surgical morbidity was showen in four patients and included dysarthria, hypotonia and confusion.

Conclusion : We conclude that pallidotomy is safe and effective in patients who have levodopa - reponsive parkinsonism with severe symptom fluctuation. Unilateral pallidotomy also considered helpful to ipsilateral symptom. Unilateral pallidotomy can improve all of parkinsonian's symptom and allow to reduce the levodopa medication. Most of patients show satisfactory results.

KEY WORDS : Pallidotomy · Unified parkinson's disease rating scale · Hoehn and yahr staging · Microelectrode physiological recording.

서 론

파킨슨씨병의 치료를 위해 현재까지 여러 가지 외과적 치료방법이 시도되어 파킨슨씨병 증상을 호전시킬 수 있었으나 수술방법에 따라 각각 여러 가지 합병증이 보고 되었다.

1951년도에는 Hassler와 Riechert에 의해 뇌정위 시상핵파괴술이 진전의 치료에 좋은 효과를 보고한 후로 진전증 치료에 본 시술이 각광을 받았었다[5].

19세기 중반 레보도파의 개발로 수술적 치료가 감소하는 추세를 보였으나 레보도파 치료의 치료 말기에 심한 증세 변동과 이상운동증과 같은 합병증이 나타나므로 수술적

*본 연구는 가톨릭 중앙의료원 학술연구비의 지원을 받았음.

치료를 다시 도입하게 되었다.

파킨슨씨병은 동물 모델을 이용한 기저핵 기능의 병태생리 연구결과 내측 담창구의 감각운동 부위에서 유출되는 과도한 신경 활동 변화에 의한 것으로 보고된 후 치료를 위한 수술 방법도 시상핵파괴술에 대응해 담창구 파괴술이 다시 흥미를 끌게 되었다[2].

내측 담창구의 병소가 파킨슨 증상을 좋아지게 하는 것에 대한 기전은 불확실하나 내측 담창구에 뇌정위적 병소를 만들므로서 담창구에서 시상부로 전달되는 과도한 운동억제효과를 감소시키게 되고 전운동과 보조운동 피질에서의 정상적인 운동활성화를 유도하게 된다.

Leksell등은 복외측 담창구 수술이 시상핵 파괴술로 치료가 잘 않되는 운동완서와 같은 증세에 치료 효과를 얻었다고 하였다[14]. 저자들은 지난 3년간 43례의 후복측 담창구 파괴술을 시행하였으나 이들 환자중 수술 전후로 추적조사가 가능했던 17례를 대상으로 조사자료에 의한 담창구파괴술의 효과 및 안전성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

과거 3년간 특발성 파킨슨환자에서 한쪽 후복측 담창구 파괴술을 시행한 환자중 수술전후로 임상적추적이 가능하였던 17명의 환자를 대상으로 하였다. 환자는 운동완서, 경직 등 두가지 이상의 파킨슨증상이 있으면서 적어도 1년 이상의 레보도파에 반응을 하였던 환자로 Hoehn and Yare (H & Y) stage에서 on stage에 3이상 off stage에서 4이하, The Unified Parkinson 's Diesease Rating Scale(UPDRS)에 on stage와 off stage에 차이를 나타내는 환자를 대상으로 하였고 치매, 정신질환, 비전형적인 파킨스니즘, 내과적 문제가 있는 환자는 제외하였다. 평균 연령은 55세(38~75세), 남자가 9명, 여자가 8명, 평균 파킨슨병의 기간은 9.8년(3~20년)이었으며 후복측담창구 파괴술은 우측이 10명 좌측이 7명이었다. 평균 H&Y stage는 on일때는 2.6 off인 경우는 4.2였다(Table 1)

2. 방 법

임상적 추적 조사는 신경과와 신경외과에서 수술전후(수술직후, 3, 6, 12개월)에 하였으며 검사항목은 UPDRS, H & Y staging scale, Neuropsychometry test를 시행하였다.

수술은 앙와위에서 국소마취하에 두개의 중앙선에서 바깥쪽으로 20mm, 관상봉합선에서 앞쪽으로 10mm 되는 위치에 약 10mm 천공을 만들었다. 경막의 절개는 뇌척수액의 누출을 방지하기 위해 혈관의 손상을 주지 않는 범위로 최소한으로 작게 절개하였다. 표적보다 15mm 상방에서 지침봉(guide cannula)을 삽관하고 지침봉안으로 텅그스텐 미세전극을 삽입한 후 hydraluic microdrive(Stoelting, U.S.A.)를 이용해 마이크로미터씩 이동하였다. 미세전극에서의 전위신호는 증폭기(Grass - Astromed, U.S.A.)를 통해 증폭된 하나의 세포외 단위 활동성을 측정하여 외측 담창구에서는 불규칙하고 낮은 진폭과 낮은 빈도의 방전을 보였으며, 내측 담창구에서는 오디오에서의 배경신경소음과 비교적 규칙적이고 높은 진폭과 빈도(200~400Hz)의 방전을 나타냈다. 미세전극을 이용한 내외측 담창구의 신경세포의 활동성을 측정한 결과에 따라 내측 담창구에 폭 1.1mm, 길이 3mm의 대자극기(Radionics, U.S.A.)를 이용하여 2Hz, 2~3 volt의 전기자극을 주어 반대쪽 상 · 하지에 근육수축 운동반응이 아닌 동조(synchronous)의 경련(twitching) 반응을 보이는 신경생리학적 반응을 관찰하여 미세전극기록에서 내측 담창구에 해당되는 결과를 재확인하여 병소를 정하였다. 병소는 ansa lenticularis, 내측 담창구와 외측 담창구의 하단부를 포함시키기 위해 대부분 같은 선상에서 원통형으로 75℃, 60초로 2개 내지 3개를 만들었다.

수술 받은 환자의 임상적 추적조사를 위해 정기적으로 3, 6, 12개월 간격으로 시행하여야 되나 환자가 추적조사 일정에 맞춰 입원을 원치 않거나 환자 개인 사정으로 추적조사를 정기적으로 시행할 수 없어서 추적가능 했던 환자에서 6개월에 추적 조사된 군(6개월군)과 12개월에 추적 조사된 군(12개월군)으로 나누었다.

6개월군은 7명 12개월군은 10명으로 하였다.

결 과

평균 총 UPDRS는 수술후 6개월군에서 on일 때는 34%, off인 경우는 33% 12개월군에서 on일 때는 21% off인 경우는 25% 호전을 나타냈다(Table 2). 평균 Schwab and England ADL scale은 6개월군에서 off인 경우 69%의 호전을 나타냈으나 12개월군에서는 현저한 호전을 나타내지

Table 1. Patient characteristics

Sex	Male	9
	Female	8
Age	55(mean)	(38 - 75)
Side	Rt. 10	Lt. 7
Duration of PD	9.8(3 - 20yrs)	
H & Y stage	On 2.6	
(mean)	Off 4.2	

Table 2. Mean overall UPDRS before and after pallidotomy

	6 month group (7 patients)		12 month group (10 patients)	
	on	off	on	off
Preop	41	76	55	70
Postop	27	44	43	52
Improvement	34%	33%	21%	25%

Table 3. Mean schwab and england ADL scale

	6 month group (7 patients)		12 month group (10 patients)	
	on	off	on	off
Preop	73	39	76	50
Postop	87	57	78	59

Table 4. Mean UPDRS off-period subscores after pallidotomy

	6 month group (7 patients)		12 month group (10 patients)	
	preop	postop	preop	postop
Falling	1.9	1.2	2.1	2.3
Freezing	2.0	1.0	2.0	1.9
Sensory Sx	1.2	0.5	2.3	1.0
Tremor	1.7	0.7	1.3	0.9
Rigidity	5.9	3.1	7.8	5.8
Posture	1.4	0.6	2.0	1.9
Gait	1.9	1.0	2.3	1.8
Bradykinesia	1.8	1.1	2.6	2.4
Dyskinesia	3.7	0.5	4.6	1.8

(Dyskinesia scores were evaluated on condition)
Dyskinesia completely relapsed in one patient after 1 year

Table 5. Mean Levodopa doses(mg/day)

6 month group (7 patients)		12 month group (10 patients)	
preop	postop	preop	postop
885	439	840	770

In both group, pergolide was increased on two patients (2/7 in 6 month group 2/10 in 1 year group)

Table 6. Neurospychomeric testing result

Test	Score		p-value
	Base line (mean±SD)	Retest (mean±SD)	
K-MMSE	27.1± 1.6	27.3± 1.7	NS
Digit span forward	6.3± 0.8	6.4± 0.8	NS
Backward	3.4± 0.5	3.5± 0.7	NS
K-BNT	49.6± 4.2	49.4± 4.5	NS
HVLT free recall	18.2± 4.9	18.3± 4.8	NS
HVLT 20 min delay	5.1± 2.9	5.2± 2.7	NS
HVLT recognition	8.4± 2.7	8.3± 3.1	NS
Rey CFT copy	30.5± 7.3	30.1± 7.6	NS
Rey CFT immediate	9.8± 8.7	10.7± 7.6	NS
Rey CFT 20 delay	7.2± 7.7	8.6± 6.5	NS
Rey CFT recognition	5.7± 1.5	6.1± 1.6	NS
Wored fluency-category	25.7± 7.17	25.9± 5.7	NS
-Letter	18.3± 3.6	18.3± 5.7	NS
Stroop Test C-form	98.1±21.7	100.8±17.3	NS
C-W form	62.6±19.3	66.3±13.4	NS
Trail making test Part A(sec)	96.7±83.4	95.3±73.6	NS
Part B(sce)	192.1±51.5	191.1±50.6	NS
GDS	19.5± 6.1	17.7± 5.4	NS

GDS : Geriatric depression scale
NS : Non specific

않았다(Table 3).

12개월군에서 off인 경우 평균 UPDRS subscore는 감각증상, 진전, 강직, 이상운동증(dyskinesia)은 호전을 보였으나 falling freezing은 호전을 보이지 않았다(Table 4).

이상운동증은 on일때 6개월에 87% 1년에는 63%의 호전을 보였으나 1명의 환자에서는 호전을 보이지 않았다.

6개월군에서 수술전 levodopa용량은 평균 885mg/day였으나 수술후에는 평균 439mg/day였으며 2명의 환자에서 Pergolide의 용량이 증가했고 12개월군에서는 평균 840 mg/day였으나 수술후에는 770mg/day으로 감소했으며 2명의 환자에서 Pergolide의 용량이 증가했다(Table 5).

Neuropsychometric test(Samsung Neuropsychological Screening Battery)를 수술전, 후(3개월)에 시행하였으나 geriatric depression scale만 미미한 호전을 보였으며 이것은 운동기능의 호전 때문으로 사료된다(Table 6).

합병증으로는 4명의 환자에서 일시적인 언어장애(2명), 긴장저하(1명), 정신혼돈(1명)을 나타냈으나 모두 호전 됐다. 수술직후 2명의 환자에서 언어장애를 호소하였으나 한명은 일주일이내 좋아졌으나 다른 한명의 환자에서는 약 6개월 후에 호전을 보였으며 나중환자는 왼쪽 담창구파괴술였으며 수술중에 대자극에 언어장애를 보여서 단지 1개의 병변만을 만든 환자였다.

수술중 대자극을 주었을 때 자극에 대하여 8명의 환자에서 양측에서 자극에 대해 동조의 경련 반응하였으며 이들 환자중 5명의 환자에서 양측에 호전을 보였다.

수술결과는 환자의 만족도, 기능적 회복, 증상소실이 있는 경우(전체 UPDRS에서 30% 이상 호전을 나타내는 경우)는 good(우수), 환자는 만족하나 기능적 회복, 증상소실이 현저하지 않는 경우 fair(양호), 수술전과 변화가 없거나 나빠진 경우는 poor(불량)으로 나누어 분류하여 6개월군에서는 모두 우수였으며 12개월군에서는 60%에서 우수, 20%

양호, 20% 불량을 보였다.

고 찰

임상적 결과에서 내측담창구파괴술은 시상핵파괴술 보다 진전에 다소 덜 효과가 있거나 때로는 시상핵파괴술 만큼 좋은 효과를 보일 뿐만 아니라[3)13)] 운동완서, 강직의 증상을 호전시킬 수 있는 이점을 가지고 있는 보고가 있으며[1)3)4)9)10)], 시상핵파괴술은 진전에는 치료효과가 높으나 언어장애나 균형의 조절장애와 같은 합병증을 일으킬 수 있는 단점 등을 나타낼 수 있다.

담창구파괴술은 레보도파로 인한 이상운동증뿐 아니라 운동완서에도 효과를 나타낼 수 있는 치료법이다. 그중에서도 레보도파로 인한 이상운동증에 담창구파괴술이 가장 뛰어난 효과를 나타낸다. 담창구파괴술이 레보도파치료로 인한 이상운동증을 좋아지게 하는 기전에 대해서는 알 수 없으나 파킨슨 모델 원숭이에서 내측담창구 세포의 미세전극을 이용한 미세기록에서 이상운동증이 나타낼 때 발화율이 감소하는 것으로 나타났고[11)], 파킨슨씨병 환자의 수술중 기록된 미세기록에서 이상운동증이 나타날 때는 내측담창구의 활동성이 낮고 이상운동증이 나타나지 않을 때는 활동성이 높게 나타나는 것으로 미루어 파킨슨씨병의 증상은 시상-뇌피질 회로로 이러한 비정상적인 공급의 결과로 생각되는데 담창구파괴술은 이런 공급이상을 정상화시키는 것이다.

운동질환에 외과적 치료는 신경외과, 신경방사선과, 신경생리학에 의 발전과 운동조절에 대한 기능적 해부학의 이해로 인해 보다 향상되었다[4)8)].

뇌정위수술은 뇌정위수술기구를 머리에 고정하여 자기공명영상, 전산화단층촬영, 뇌실조영술과 같은 여러 종류의 영상 방법으로 표적에 대한 수치를 얻게되고 계산된 표적에 대해 정상적인 해부학적 또는, 영상방법에 따른 오차로 인한 정확성을 높이기 위해 미세전극 반미세전극으로 자발적인 신경세포 활동의 기록이나 전기자극을 이용하여 표적의 정확성을 높인다.

단위신경 세포의 미세전극을 이용한 기록에서 피각, 외측이나 내측 담창구에서 서로 다른 신경신호를 보이므로 내측담창구의 위치를 판단할 수 있게된다.

이러한 전기생리적 측정기록은 주위 구조물에 손상을 주지 않고 정확한 병소를 만들기 위한 노력이다.

실제 담창구파괴술의 병소에 대한 정확한 표적을 얻기 위해 신경영상기법에 의하거나 또는 미세전극을 이용하여 미세기록을 추가하여 내측 담창구에 정확한 표적을 구하여 효과적인 결과를 얻게 된다.

미세전극을 이용한 미세기록을 하지 않고 신경영상기법과 전기자극만으로 담창구파괴술을 시행한 Kondzioloka등은[7)] 수술후 평균 9개월에 전체 UPDRS off 점수가 평균 22% 호전을 보였고 UPDRS subscore에서 이상운동증, 진전, 강직, 운동완서는 의의 있는 호전을 보였으나 몸중심증상은 호전을 보이지 않았다. Excellent, good점수가 94% 보였으며 6%에서는 수술전과 거의 차이가 없었고 수술후 일시적인 언어장애 6.9%, 정신혼돈 1.7%를 나타냈다.

Kishore등도[6)] 24명의 환자에서 평균 6개월의 추적조사에서 평균 UPDRS 운동점수 및 생활계수의 의미 있는 호전을 보였으며 5명의 환자에서 일시적인 신경학적 합병증을 보였고 1명의 환자에서 영구적인 안면신경마비를 보였다고 보고하였다.

수술중 미세전극으로 미세기록 측정하여 담창구파괴술을 시행한 Lang등은[10)] 6개월에 UPDRS에서 off인 경우 운동점수가 28% 호전을 보였고 반대쪽 이상운동증이 82% 좋아졌고 몸중심의 증상은 6개월까지는 호전을 보였으나 그 이후부터는 호전되기 이전의 수술전 상태를 나타냈으며 전체 운동점수는 2년까지 유지하였다.

Krauss는[8)] 수술후 6개월에 94%에서 매우 호전을 보였고 6%에서는 조금 호전을 보였다.

그리고 이상운동증은 76%에서 완전히 또는 거의 없어졌으며 21%에서는 현저한 증세호전을 보였고 1명에서는 별 차이가 없었다.

대상과 방법등이 달라 신경영상기법만을 이용하거나 미세전극을 이용하여 전기신경생리 연구한 결과에 차이에 의의를 발견 할 수는 없었다. 미세전극을 이용한 미세기록을 측정한 저자들의 경우 12개월군에서 전체 UPDRS off기간에 호전율이 25%였으며 good이 1년 추적에서 60%를 나타냈고 총4명의 환자에서 언어장애, 정신착란, 근긴장저하를 일시적으로 보였다. 이상운동증은 6개월군에 87% 12개월군에는 63%의 호전을 보였으나 1명의 환자에서는 호전을 보이지 않았다.

Baron등은[1)] 15명의 환자에서 수술후 1년에 추적연구에서 전체 운동 UPDRS점수는 3개월에 24.9% 호전을 보였고 1년까지 유지됐으나 On 상태에서 freezing과 falling은 수술전 상태와 변화가 없었다.

저자들의 경우에도 이상운동증이 가장 좋은 치료효과를 나타냈으며 freezing, falling, posture는 수술후 6개월군에서는 호전을 보였으나 12개월군에서는 수술전과 큰 변화를 나타내지 않았다.

인지기능은 양측에 동시에 담창구파괴술 하는 경우 우울증, 강박질환, 무의지증, 가성연수마비, 시야손상 등과 같은

합병증을 일으킬 수 있으나 일반적으로 편측에 담창구파괴술을 하는 경우 이상을 초래하지 않는 것으로 보고되었으며[12)15)] 저자들의 경우 수술후 3개월에 비교적 짧은 추적기간의 신경정신인지검사에서 노인우울증상의 호전 외에는 변화가 없었다.

저자들이 담창구파괴술을 시행한 파킨슨씨병환자에서 추적 조사한 결과로 볼 때 수술 적응증이 되는 환자에서 담창구파괴술은 특별한 합병증 없이 일부 증상의 호전을 보일 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

저자들은 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 환자들은 담창구파괴술후 대부분 결과에 만족하였다. 수술환자의 약 60%정도에서 좋은 결과를 얻었다. 수술후 좋은 결과를 얻을 수 있는 증상들은 도파민치료로 인한 이상운동증, 경직, 진전, 통증 등이었다. 담창구파괴술은 짧은 추적기간이었으나 인지기능에 별다른 변화를 주지 않았다. 담창구파괴술후 일년이 경과되면서 6개월 때보다는 증상이 나빠졌거나 정체되었는데 특히 몸 중심에 관련증상들이었다. 수술전 약물에 반응이 안 좋은 경우나 몸 중심에 증상이 있는 환자는 좋은 수술 적응증이 아닐 것으로 사료된다.

• 논문접수일 : 2001년 2월 21일
• 심사완료일 : 2001년 6월 5일
• 책임저자 : 이 경 진
150 - 713 서울 영등포구 여의도동 62
가톨릭대학교 의과대학 신경외과학교실
전화 : 02) 3779 - 1834, 전송 : 02) 785 - 6365
E - mail : rhalee@cmc.cuk.ac.kr

References

1) Baron MS, Vitek JL, Bakay RAE, Green J, Kaneoke Y, Hashimoto T, et al : *Treatment of advanced Parkinson's disease by posterior GPi pallidotomy : 1 year results of a pilot study. Ann Neurol 40 : 355-366, 1996*
2) Delong MR : *Primate models of movement disorders of basal ganglia origin. TINS 13 : 281-285, 1990*
3) Dogali M, Fazzini E, Kolodny E, Eidelberg D, Sterio D, Devinsky O, et al : *Stereotactic ventral pallidotomy for parkinson's disease. Neurology 45 : 753-61, 1995*
4) Gross RE, Lombardi WJ, Lang AE, Duff J, William D, Hutchison, et al : *Relationship of lesion location to clinical outcome following microelectrode-guided pallidotomy for Parkinson's disease. Brain 122 : 405-416, 1999*
5) Hassler R, Mundinger F, Riechert T : *Stereotaxis in Parkinson syndrome. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 1979*
6) Kishore A, Turnbull IM, Snow BJ, R Fuente-Fernandez, Schulzer M, Mak E, et al : *Efficacy, stability and predictors of outcome of pallidotomy for Parkinson's disease-Six-month follow-up with additional 1-year observations. Brain 120 : 729-737, 1997*
7) Kondziolka D, Bonarotti E, Baser S, Brandt F, Kim YS, Lunsford LD : *Outcomes after stereotactically guided pallidotomy for advanced Parkinson's disease. J Neurosurg 90 : 197-202, 1999*
8) Krauss JK, Desaloms M, Lai EC, King DE, Jankoric J, Grossmann RG : *Microelectrode-guided posteroventral pallidotomy for teatment of Parkinson's disease : Postoperative magnetic resonance imaging analysis. J Neurosurg 87 : 358-367, 1997*
9) Laitinen LV, Bergenheim AT, Hariz MI : *Leksell's posteroventral pallidotomy in the treatment of Parkinson's disease. J Neurosurg 76 : 53-61, 1992*
10) Lang AE, Lozano A, Montgomery E, Duff J, Tasker RR, Hutchison W : *Posteroventral medial pallidotomy in advanced Parkinson's disease. N Engl J Med 337 : 1036-1042, 1997*
11) Papa SM, Desimone R, Fiorani M, Oldfield EH : *Internal globus pallidus discharge is nearly suppressed during levodopa-induced dyskinesias. Ann Neurol 46 : 732-738, 1999*
12) Retting GM, Lai EC, Krauss JK, Grossman RG, Jankovic J : *Neuropsychological evaluation of patients with parkinson's disease before and after surgery. In : Krauss JK, Grossman RG, Jankovic, eds. Pallidal surgery for the Treatment of Parkinson's Disease and Movement Disorders. Lippincott-Raven, 1998, pp211-231*
13) Subramanian T, Vitek J, Watts RL : *Microelectrode-guided stereotactic selective thalamotomy improves tremor but not bradykinesia in a young Parkinson's disease (PD) patient. Neurology 45 (Suppl 4) : A376, 1995*
14) Svennilson E, Torvik A, Lowe R, Leksell L : *Treatment of parkinsonism by stereotactic thermo lesions in the pallidal region : a clinical evaluation of 81 cases. Acta Psychiatr Neurol Scand 35 : 358-377, 1960*
15) York MK, Levin HS, Grossman RG, Hamilton WJ : *Neuropsychological outcome following unilateral pallidotomy. Brain 122 : 2209-2220, 1999*