

측두엽 간질 수술 후 기억 변화의 결정인

양 귀 화 황 성 훈[†]

계요병원

유 희 정

울산대학교 의과대학
서울 아산병원 정신과

이 상 암 강 중 구

울산대학교 의과대학
서울 아산병원 신경과

본 연구는 전측 측두엽 절제술의 기억 성과를 알아보고자 했다. 측두엽 절제 환자중 해마 경화가 확인되고 오른손잡이이며 지능이 70이상인 사례(우측두엽 21명, 좌측두엽 17명)를 대상으로 했다. 논리기억, 언어 연합학습, 도형재생, 시각 연합학습 등을 수술 2개월 전 시점과 수술 16개월 후 시점에서 각각 측정하였다. 다변량분석 결과, 수술부위(좌우측두엽), 기억 재료(언어/시각 기억), 평가시기(수술 전/후), 그리고 성별의 사원상호작용이 유의미했다. 효과의 원천은 여자가 좌측두엽 절제후 언어기억이 향상되고, 남자는 우측두엽 수술 후 언어기억이 호전되는 양상에 있었다. 이는 수술 동측 반구의 재료 특정적 기억 저하, 대측 반구의 기능 해방 효과, 그리고 성차로서 여성에 특유한 언어기억의 높은 가소성이 상호작용해 기억변화의 양상을 결정함을 말해준다. 의외의 결과로, 수술 후에 기억이 전반적으로 호전되었는데(평가시기의 주효과), 기억 검사가 수술에 임박한 시점에서 고된 의학적 검사와 함께 이뤄져서 수술전 기억이 과소추정되었을 가능성을 논의하였다. 또한 수술후 기억 변화를 예측하는 추가적 변인을 탐색하였는데, 언어기억의 예측 변인은 수술시 연령이었다. 조기 수술일수록 기억의 예후가 좋았다. 반면 수술전 기억의 수준이나 발병 연령의 설명력은 유의하지 않았다. 한편 시각기억의 변화에 대한 분석에서는 어떤 예측 변인도 찾아지지 않았다. 시각기억 변화의 불확실성의 원인으로서는 시각기억 검사의 타당도 문제를 논의했고, 위치 기억 과제를 대안으로 채용하는 방안을 제시했다

주요어 : 전측 측두엽 절제술, 재료 특정적 기억 저하, 성차, 수술시 연령, 시공간 기억

[†] 교신저자(Corresponding Author) : 황 성 훈 / 계요병원 / 경기도 의왕시 왕곡동 280-1
FAX : 031-452-4110 / E-mail : thinkgrey@hanmail.net

측두엽 간질의 치료를 위해서 다양한 검사 절차를 통해 간질 병소가 있는 쪽을 가려내고, 약제 난치성인 경우는 수술을 통해 그 부위를 제거하는 방법을 사용한다. 신경 심리학적 평가가 간질의 진단과 치료에서 하는 역할중 하나는 간질 병소의 편측화에 관한 정보를 제공하는 것이다. 뇌파 검사, 뇌영상 기법, 와다 검사(Wada test; Wada & Rasmussen, 1960) 등의 의학적 검사와 함께 신경 심리 평가가 진단의 도구로 활용되는데, 이중 기억 검사가 어느정도 편측화 가치를 갖는지가 이슈가 된다. 신경 심리 평가의 다른 역할은 외과적 수술의 인지적 성과(cognitive outcome)를 측정하는 것이다. 뇌의 일부를 잘라내므로 인지 기능이 영향을 받을 수 있을 텐데, 수술의 결과로 생기는 인지적 손실과 이득을 평가하고 예측하는 것이 또 다른 이슈가 된다.

본 연구에서는 두번째의 이슈를 다룬다. 간질 치료를 목적으로 측두엽을 절제했을 때 인지적 성과가 어떤지를 기억력을 중심으로 보려 한다. 측두엽 절제 후에 생기는 기억력 변화를 보여주는 고전적인 예가 H. M.의 사례이다(Scoville & Milner, 1957). 그의 총체적 기억 상실은 간질 때문에 양측 측두엽을 모두 절제한 결과로 생긴 것이었다. 최근에는 인지적 손실을 적게 하기 위해 충분한 수술 전 평가 절차를 거치지만 측두엽 제거 수술의 결과로 기억은 분명 영향을 받는 부분이 있다(Hermann & Wyler, 1988). 기억 변화를 설명하는 변인으로는 재료특정적 기억 저하 모형, 호혜적 변화 모형, 그리고 성차를 들 수 있는데, 이를 차례대로 개관하면 다음과 같다.

재료 특정적 기억 저하 모형

수술의 결과로 생기는 기억 저하가 H. M.처럼 전반적 기억 상실에 이르지 않는다는 대신에 수

술을 통해 제거되는 측두엽 부위에 따라 특정적이고 국소적인 기억의 변화가 생긴다. 즉, 수술한 반구의 위치와 기억 재료가 상호 작용하는 패턴인데, 좌반구를 수술한 경우는 언어 기억이 선택적으로 떨어지고, 우반구를 수술했을 때는 시각 기억이 저하된다. 절제되는 간질 병소의 위치에 따라 특정 재료에 대한 기억이 선택적으로 영향받는 현상을 재료 특정적 기억 저하(material-specific memory decline)라고 한다(Loring & Meador, 1997).

좌측두엽 절제 후에 언어 기억이 저하된다는 점은 일관되게 보고되고 있다. 청각적 언어 학습 검사의 지표가 유의하게 저하되었고(Ivnik, Sharbrough, & Law, 1987), 웨슬러 기억검사의 논리 기억(logical memory)이 선택적으로 떨어졌으며(Saykin, Gur, Sussman, O'Connor, & Gur, 1989), 캘리포니아 언어학습 검사(California Verbal Learning Test; Delis, Kramer, Kaplan, & Ober, 1987; 이하 CVLT)의 지표가 저하되었다(Hermann, Seidenberg, Haltiner, & Wyler, 1995; Berenbaum, Baxter, & Seidenberg, 1997). 최근의 연구에서도 좌측두엽 수술 후 웨슬러 기억 검사나 CVLT의 지표가 저하되는 결과가 반복 검증되고 있다(Bengtson et al., 2000; Stroup et al., 2003).

반면 우측두엽 절제 후에 시각 기억이 절제된다는 이론에 대해서는 결과가 엇갈리고 있다. 우측두엽 절제 후에 도형 기억의 결함이 나타나고(Milner, 1975), 웨슬러 기억 검사의 도형 재생 검사(visual reproduction)가 유의하게 떨어진다고(Saykin et al., 1992)는 보고가 일부에서 있다. 그러나 시각 기억에 변화가 없다는 결과도 자주 보고되고 있다(Rausch & Crandall, 1982; Novelly et al., 1984; Ivnik et al., 1987; Saykin et al., 1989). 따라서 재료 특정적 기억 저하 모형중 한 측면(좌측두엽 수술과 언어 기억의 저하)은 잘 입증되고 있으

나, 다른 한 측면(우측두엽 수술과 시각 기억의 저하)은 덜 신뢰롭다. 우측두엽 절제 후에 시각 기억의 변화에 대해 일관된 결과가 없는 것은 시각 기억 검사의 타당도 문제에 기인한다는 분석이 있으며(정지현, 황성훈, 유희정, 강중구, 이상암, 2003), 비언어적 기억의 측정치가 얼마나 진정으로 비언어적인가에 대한 논쟁이 계속되고 있다(Lee, Yip, & Jones-Gotman, 2002).

재료 특정적 기억 저하 모형을 단순화하면, 좌측두엽은 언어 기억을 담당하고, 우측두엽은 시각 기억을 각각 담당하므로, 수술한 측두엽에 해당하는 기억 기능이 저하된다는 것이다. 주로 수술한 반구측에 해당되는 기억 기능의 변화에 초점을 맞추고 있다. 따라서 수술 반구의 반대측에 해당하는 기억 기능의 변화를 설명할 모형이 요구된다.

호혜적 기억 변화 모형

이에 대한 설명을 제공하는 연구로 Novelty 등(1984)을 들 수 있다. 이들에 따르면 특정 기억의 저하와 특정 기억의 향상이 반구간에 호혜적으로 발생한다고 한다. 즉, 좌측두엽 절제 후에 언어 기억은 감소하나, 그 반대편 기능인 시공간 기억은 향상되었다. 우측두엽 절제 후에 시공간 기억은 변화가 없었으나, 맞은 편 기능인 언어 기억은 향상되었다. Saykin 등(1992)의 결과도 비슷해서, 좌측두엽 절제했을 때 언어 기억은 감소하나 시각 기억은 향상되었다. 우측두엽을 절제했을 때는 반대 양상이었다. 다른 연구에서도 좌측두엽 절제후 언어 기억은 감소하나 시각 기억은 호전되고(Ivnik et al., 1987), 우측두엽 절제 후에 언어 기억이 향상되는 패턴이다(Rausch & Crandall, 1982; Trennery, Westerveld, & Meador, 1995a; White et al., 2000).

즉, 잃는 것이 있으면 얻는 것이 있는 호혜적 관계(reciprocal relationship)이다. 재료 특정적 기억 저하 모형이 수술로 인해 '잃는 것'에 초점을 맞추고 있다면, 호혜적 기억 변화 모형은 '얻는 것'에 초점을 맞추고 있다. 수술 반구의 반대측에서 기억 향상이 일어나는 것은 해방 현상(release of function phenomena)으로 설명된다(Rausch & Crandall, 1982). 간질 병소가 맞은 편 기능을 간섭하고 있는 상태에서 수술이 병리적 영향으로부터 해방시켜주므로 기능의 향상이 나타난다는 것이다. 즉, 반대편에서 일어나는 기억 향상은 수술로 인해 기능 해리(diachisis)가 되고, 그 결과로 온전한 반구가 병든 반구의 병리적 영향으로부터 벗어남으로써 생기는 효과이다(이에 대한 개관을 위해서는 Saykin et al., 1989의 서론 부분을 보라).

그러나 해방 효과를 지지하지 않는 연구들도 적지 않다. Saykin 등(1989)의 연구에서 좌측두엽 절제 후에 대측 기능인 시각 기억의 향상이 없었고, 우측두엽 절제 후에 언어 기억의 변화가 없었다. Hermann, Seidenberg, Haltiner 및 Wyler(1995)에서는 우측두엽 절제 후에 대측 기능인 언어 기억에서 유의미한 변화를 발견하지 못하였고, 이런 결과는 비교적 최근에도 보고되고 있다(Stoup et al., 2003). 따라서 호혜적 변화 모형의 신뢰도는 강건하지 못하다.

재료 특정적 기억 저하 모형과 호혜적 기억 변화를 종합하면 측두엽 수술후의 기억 변화에 대한 기본적인 예측이 가능해진다. 수술한 반구의 동측에 특정적인 기억은 선택적으로 저하되고(material specific ipsilateral memory deficit), 대측에 해당하는 기억은 향상되는 패턴이다(contralateral advantage). 즉, 좌측두엽을 절제한 경우에는 언어 기억의 손실이 있을 것이고 반대측 기억인 시각 기억에는 호전이 있을 것이다. 반대로 우측두엽을 잘라낸 경우는 시각 기억은 잃고 언어 기억

은 얻는 변화를 보일 것이다.

기억 변화의 매개 변인으로서 성

간질 병소의 위치와 기억 재료의 유형이외에 기억 변화를 매개하는 것으로는 성별 변인을 들 수 있다. 주로 성차는 여자가 좌측두엽 절제 후 남자보다 언어 기억의 성과가 좋게 나타나는 패턴이다. Trenerry 등(1995a)은 측두엽 절제 전후에 논리 기억의 변화를 측정했는데, 좌측두엽 절제 시 여자는 논리 기억이 향상되나, 남자는 감소되었다. 좌측두엽 수술 후 언어 기억의 여성 우위는 여러 연구에서 보고되고 있다(Geckler, Chelune, Trenerry, & Ivnik, 1993; McGlone, 1994; Trennery, Jack, Cascino, Sharbrough, & So, 1996; Davies, Bell, & Wyler, 1998; White et al., 2002).

반면에 성별이 수술 성과에 영향을 주기는 하나, 수술 부위나 기억 재료와 상호작용하지 않는 결과들도 있다. 즉 성별의 주효과만을 발견한 연구들이 있는데, 수술 부위에 관계없이 여자가 남자보다 언어 기억이 우수하고(Bengtson et al., 2000), 수술 전후에서 모두 여자가 남자보다 언어 기억이 높다는 보고도 있어서(Berenbaum et al., 1997), 매개 효과를 입증하지 못한 경우도 있다.

성별의 매개 효과에 대한 설명중 하나는 여자가 언어 기억이 덜 편재화되어 있다는 것이다. 좌측두엽 간질에서 여자의 언어 기억은 좌측 해마의 용량뿐만 아니라 우측 해마의 용량과도 유의하게 상관되어 있었다(Trenerry et al., 1995a). 즉, 여자는 언어 기억이 좌측 해마에 몰려있는 것이 아니라 좌, 우에 걸쳐 대칭적으로 분포되어 있으므로 좌측두엽 절제의 영향을 덜 받는다는 것이다. 두번째 설명은 여자가 언어 기억에서 가소성(plasticity)이 더 뛰어나다는 것이다. 발병하면

서 뇌에 병소가 자리잡았을 텐데, 여자는 병소의 영향에도 불구하고 복원력있게 언어 기억을 유지해 왔고, 수술로 병소가 제거되자 언어 기능의 향상으로 나타난다는 설명이다.

기억 변화의 다른 예측 변인들

정리하면, 간질 병소의 위치와 기억 재료의 유형에 따라 측두엽 절제가 기억에 미치는 영향이 달라지고, 여기에 성차가 중요한 매개 변인으로서 상호작용한다. 그러나 이밖에도 제 4, 제 5의 변인들이 다양하게 작용한다. 먼저, 연령에 관련된 변인으로서, 발병이 조기일수록 수술의 기억 성과가 좋고, 반면에 늦게 발병할수록 기억의 손실이 크다(Hermann et al., 1995; Seidenberg et al., 1997). 수술시 연령도 기억 성과에 영향을 주는데, 일찍 수술을 할수록 예후가 좋아서 젊은 나이에 수술을 한 사람은 거의 호전되는 결과를 보였다(Powell, Polkey, & McMillan, 1985; Davies et al., 1998).

또한 수술 전 기억 기능이 높을수록 수술 후의 기억 저하는 커진다(Ivnik, Sharbrough, & Laws, 1988; Oxbury & Oxbury, 1989; Chelune, Naugle, Lüders, & Awad, 1991). 가진 것이 많을수록 수술로 인해 잃을 것이 많은 셈인데, 이에 대한 설명이 ‘해마의 기능적 적절성 가설(hypothesis of hippocampal functional adequacy)’이다. 수술전 기억력이 온전하다는 것은 좌측 해마의 기능적 적절성이 높다는 것을 의미하므로(Sass et al., 1990), 기능을 제대로 발휘하던 해마 조직이 수술로 인해 제거될 가능성이 높으며, 그 결과로 언어 기억의 손실이 크다는 설명이다. 또한 해마가 온전한 정도가 수술의 인지적 예후와 관련되어 있는데, 수술전 해마 병변이 있을수록 기억 성과는 좋은 양상이다(Lencz et al., 1992; Sass et al., 1992).

연구 물음 및 예언

아직 국내에는 측두엽 간질 수술에 따른 기억 변화를 보고한 연구들이 많지 않다. 박재설, 강연옥, 이봉진, 홍승봉, 서대원(1997)의 연구가 측두엽 절제를 받은 간질 환자의 기억에 대한 것이지만, 수술 후의 기억 수행만을 다루고 있어서 변화의 양상을 살피기는 어렵다. 반면, 진주희 등(2000)은 수술후 기억 변화를 다루고 있다. CVLT, 논리 기억 검사, 레이 도형 기억 검사(Rey Complex Figure Test; Meyers & Meyers, 1995) 등을 실시하였는데, 좌측두엽을 절제 후 CVLT의 학습 곡선이 유의하게 저하되었다. 그러나 연구 관심사중 하나인 논리 기억이나 레이 도형 기억에 관한 언급은 찾을 수 없다.

본 연구에서는 선행 연구들의 발견을 배경으로 치료 목적으로 측두엽을 절제했을 때 기억 기능에 어떤 변화가 일어나는지를 밝히려 한다. 간질이 제어되는 대신 기억을 잃을 것이라고 짐작할 수도 있겠는데, 앞선 연구들에 따르면 꼭 그렇지는 않다. 수술 후 기억에서 잃는 것이 있으면 반대로 얻는 것도 있으며, 기억 손실이 있

어도 범위가 국소적일 가능성이 있다. 기억 변화의 양상에 대해 다음 세 가지의 이론이 기본적인 틀을 제공한다: 재료 특정적 기억 저하, 호혜적 기억 변화, 언어 기억 성과에서 여성의 우위가 기억 변화의 윤곽을 잡아준다. 그러나 시각 기억 검사가 진정으로 시각 기억을 측정하는가의 문제, 해방 현상의 신뢰도가 높지 않은 문제 등 때문에 불확실성의 한계에 부딪힌다. 기억 변화의 전체 그림중 일부에 대해서는 확신을 가지고 강한 예언을 할 수 있으나, 다른 일부에 대해서는 불확실한 가운데 약한 예언을 할 수밖에 없는 상황이다.

이런 한계를 고려해서 본 연구는 표 1처럼 예측을 강한 것과 약한 것으로 나누었으며, 모두 8개의 예측을 검증하려 한다. 시각 기억을 포함하는 예측은 모두 불확실한 것으로 분류했다. 강건한 결과들이 보고되고 있는 좌측두엽 수술과 언어 기억의 변화는 강한 예측으로 분류했다. 애매한 것은 우측두엽 수술 후 언어 기억의 해방이 나타날지에 대한 것이었다. 언어 기억은 타당하나, 해방 현상의 신뢰도가 낮기 때문이었는데, 이런 점을 고려해 제 3의 분류를 택해서 중등도

표 1. 기억 변화에 대한 예언의 분류

일련 번호	예측의 강도	수술 부위, 기억 재료, 성별에 따른 조건	예상되는 기억변화
1	강한 예측	좌측두엽 수술, 언어 기억, 여자	향상
2	강한 예측	좌측두엽 수술, 언어 기억, 남자	저하
3	약한 예측	좌측두엽 수술, 시각 기억, 여자	향상
4	약한 예측	좌측두엽 수술, 시각 기억, 남자	향상
5	중간 예측	우측두엽 수술, 언어 기억, 여자	향상
6	중간 예측	우측두엽 수술, 언어 기억, 남자	향상
7	약한 예측	우측두엽 수술, 시각 기억, 여자	저하
8	약한 예측	우측두엽 수술, 시각 기억, 남자	저하

예측으로 분류하였다.

또다른 연구 물음으로 수술 후의 기억 예후를 예측하는 요인이 무엇인지를 밝히려 한다. 기억 손실을 가져오는 위험 요인을 미리 가려낼 수 있는데, 일반적으로 수술전 기억 수행이 높고 해마의 병변이 없으며, 늦은 나이에 발병하고 늦은 나이에 수술을 할수록 기억의 손실이 크다. 본 연구에서는 이중에서도 수술전 기억 수준, 발병 연령, 수술시 연령을 중심으로 예측 변인을 탐색하고자 한다.

방 법

연구대상

1995년 1월부터 2001년 1월까지 서울 소재의 한 종합 병원의 신경과에서 측두엽 간질로 진단 받고, 치료를 위해 측두엽 절제 수술을 받은 환자 중 다음의 선발 기준을 충족하는 사례들을 분석에 포함시켰다: 1) 뇌영상기법을 통해서 해마 병변이 확인된 환자를 포함시켰으며, 해마 병변이 없는 측두엽 간질 환자의 경우는 배제하였다. 2) 해마 병변외에 종양을 비롯한 다른 구조적 변화가 있는 경우는 배제하였다. 3) 간질 병소가

반구 양측에 모두 있거나 결정되지 않은 경우는 배제하였다. 4) 손잡이의 효과를 배제하기 위해 오른손잡이만 포함시켰다. 5) 한국판 웨슬러 지능 검사(Korean Wechsler Intelligence Scale; 전용신 서봉연, 이창우, 1963; 이하 KWIS)의 전체 지능이 70점 미만인 경우는 제외했다.

배제 기준에 따라 최종적으로 38명의 피험자들이 연구 표본이 되었다. 간질의 병소와 성별에 따라 집단을 구분했는데, 인구학적 변인과 지능은 표 2와 같다. 교육연한에서 남자(12.58년)가 여자(11.26년)보다 유의미하게 높았다, $F(1, 34) = 4.26, p < .05$. 또한 여자(18.57년)가 남자(14.31년)보다 더 오랜 간질 병력을 가지고 있었다, $F(1, 34) = 3.15, p = .085$. 그밖에 연령, 발병 연령, 지능 등에서는 집단간 차이가 없었다.

측정도구

WMS-R

기억 평가를 위해 웨슬러 기억 척도 개정판 (Wechsler Memory Scale-Revised; Wechsler, 1987; 이하 WMS-R)중 4개의 소검사를 사용했다. 각각은 논리 기억(logical memory), 언어적 연합 학습(verbal paired associate), 도형 재생(visual reproduction), 시각적 연합 학습(visual paired associate)이었다. 전자의

표 2. 간질 병소와 성별에 따른 인구학적 변인과 지능

	우측두엽		좌측두엽	
	남($n=9$)	여($n=8$)	남($n=10$)	여($n=11$)
연령	27.67(6.89) [†]	29.38(10.01)	28.10(7.95)	30.27(7.38)
교육연수	12.44(2.55)	11.13(1.13)	12.70(1.77)	11.36(2.06)
유병기간(년)	11.22(6.32)	18.87(8.83)	17.10(8.54)	18.36(6.93)
발병연령	16.44(6.31)	10.62(7.74)	11.00(7.02)	11.91(9.76)
전체지능	102.67(11.51)	100.38(9.93)	98.80(12.41)	92.82(11.85)

[†] 괄호 안은 표준편차임.

두 개는 언어 기억 지표를 구성하고, 후자의 두 개는 시각적 기억 지표를 이루는 검사이다. 본 연구에서도 각각을 언어 기억 측정치와 시각 기억 측정치로 삼았다.

소검사 각각은 즉시 회상 과제와 30분 후의 지연 회상 과제로 세분된다. 그래서 각 검사마다 두개의 점수(즉시 및 지연 조건)가 얻어지는데 이를 종합하기 위해 절약 점수(saving score)를 계산했다(파지 점수 = 지연 회상/즉시 회상 × 100). 절약 점수는 즉시 회상된 재료들중 몇 퍼센트가 지연 회상에서도 남아있는가를 반영하는 수치로서 일종의 파지율 지표이다. 결과적으로 각 피험자마다 기억 재료별로 두 개의 절약 점수가 얻어졌다: 언어 기억 절약 점수는 논리 기억과 언어적 연합학습의 절약 점수의 평균으로 산출했고, 시각 기억 절약 점수는 도형 재생과 시각적 연합 학습의 평균으로 계산하였다.

KWIS

선발 기준중 하나인 지능을 평가하기 위해 KWIS를 사용하였다. 전체 지능을 기준으로 정신 지체에 해당하는 경우(70 미만)는 연구에서 배제하였다.

절 차

약제 난치성 간질 환자인 피험자들은 외과적 수술 여부를 검토하기 위해 입원 하에 여러 가지 의학적 절차를 거쳤다. 뇌파 검사, 뇌영상 기

법 검사, 와다 검사, 비디오 모니터링 등이 행해졌고, 수술전 평가의 일환으로 기억 검사를 비롯한 신경 심리 평가가 이뤄졌다. 표 3에서 보듯이 1차 기억 검사와 수술간의 간격은 약 60일 정도로 두 집단간에 차이가 없었다. 측두엽 간질의 병소가 확인되고, 수술 치료가 가능하다고 판단한 사례에 대해 측두엽 절제술이 행해졌다. 수술은 전측 측두엽 절제술(anterior temporal lobectomy)로 이뤄졌다. 이는 병소가 위치한 측두엽의 앞쪽 4~6cm를 절제하는 것으로, 측두엽 피질과 해마, 편도핵 등의 내측 구조가 제거되었다. 수술을 마친 환자들은 퇴원후 외래 방문 치료를 받았고, 약 16개월 후에 동일한 항목으로 2차 신경 심리 평가를 시행했다.

분석 방법

언어 및 시각 절약 점수를 다음의 설계에 따라 분석하였다. 먼저, 피험자간 변인으로 간질 병소의 위치(좌/우 측두엽)와 성별이 포함되었다. 여기에 피험자내 변인으로 기억 재료(언어/시각 기억)와 평가 시점(수술 전/후)이 추가되었다. 2×2×2의 혼합 설계에 따르는 다변량 분석(multivariate analysis of variance)을 적용했다.

두번째로는 수술후 기억 변화의 위험 인자를 알아보기 위해 중다 회귀 분석을 하였다. 선행 연구에서 예측 변인으로 밝혀진 수술전 기억 수행, 발병 연령, 수술시 연령 등이 수술 후의 기억 수행을 예측하는지 분석하였다. 종속 변인은

표 3. 기억 평가와 수술간의 시간 간격

	우측두엽 간질	좌측두엽 간질	t	p
1차검사와 수술의 간격(단위:일)	60.59(95.78) [†]	67.33(119.74)	-.19	.85
수술과 2차검사의 간격(단위:월)	16.65(7.56)	16.24(7.79)	.47	.64

[†] 괄호안은 표준편차임.

표 4. 성별과 간질 병소에 따른 수술전후 절약 점수의 평균과 표준편차

	수술전		수술후	
	언어기억	시각기억	언어기억	시각기억
우측두엽 간질				
남 자	41.84(15.47) [†]	68.57(10.33)	55.16(14.08)	63.14(11.62)
여 자	55.46(13.13)	58.31(9.66)	62.66(13.36)	63.85(9.31)
좌측두엽 간질				
남 자	40.22(15.86)	55.48(17.87)	44.02(15.39)	64.44(13.50)
여 자	38.15(17.41)	65.90(14.07)	51.55(11.25)	61.23(11.98)

[†] 괄호 안은 표준편차임.

수술후 기억 점수로 하였고, 언어 기억 측정치와 시각 기억 측정치에 대해 각각 중다 회귀 분석을 하였다.

결 과

간질 병소(좌측두엽, 우측두엽)×성별(남자, 여자)×기억 재료(언어적, 시각적 기억)×평가 시점(수술 전, 후)의 다변량 분석 결과, 간질 병소의 주효과, 기억 재료의 주효과, 그리고 평가 시점의 주효과가 각각 유의미했다, $F(1, 34) = 5.68, p < .05$; $Pillai's Trace = .551, F(1, 34) = 41.95, p < .0001$; $Pillai's Trace = .17, F(1, 34) = 7.01, p < .01$. 상호작용효과로는 간질 병소, 성별, 기억 재료, 평가 시점을 모두 포함하는 사원 상호작용이 유의미하였다, $Pillai's Trace = .12, F(1, 34) = 4.81, p < .05$.

해석을 위하여 최상위 효과인 사원 상호작용의 단순 효과를 분석하였다. 먼저, 간질 병소의 위치에 따라 단순 상호작용 효과를 보았다. 우측두엽 간질을 절제한 경우는 성별, 기억 재료, 그리고 평가 시점의 단순 삼원 상호작용이 유의미하지 않았다², $F(1, 34) = 1.56, m$. 반면, 좌측두엽의 간질병소를 절제한 경우는 단순 삼원 상호작용이 유의 수준에 가까워졌다, $F(1, 34) = 3.57, p = .07$. 이를 해석하기 위해 좌측두엽 수술시 언어지는 삼원 상호작용을 성별에 따라 분해하였다. 남자의 경우는 기억 재료와 수술 시점의 단순 상호작용이 유의미하지 않았다, $F(1, 34) < 1$. 그러나 여자의 경우는 기억 재료와 수술 시점의 단순 상호작용이 유의미하였다, $F(1, 34) = 4.54, p < .05$. 이어서 단순 주효과를 분석하였는데, 언어 기억에서는 평가 시점의 주효과가 유의미하였으나³, $F(1, 136) = 5.21, p < .05$, 시각 기

1) 다변인 변량 분석의 준거로 보통 Wilks' lambda를 쓰나, 본 분석에서는 표본의 크기가 작고 집단의 크기가 다른 점 등 때문에 Tabachnick와 Fidell(1989)의 추천에 따라 좀더 강건한 준거(robust criterion)인 Pillai's trace를 사용하였음.

2) 피험자간 변인의 단순 주효과를 분석하기 위한 오차 변량은 전체 사원상호작용의 것을 사용함. 즉, A=간질병소, B=성별, C=기억재료, D=평가시점이라고 할 때, $MS_{C \times D \times S/AB}$ 를 오차 변량으로 분석함.

3) 피험자내 변인에 대한 단순 효과를 검증하기 위한 오차 변량으로는 Kirk(1995, pp. 534-535)의 추천에

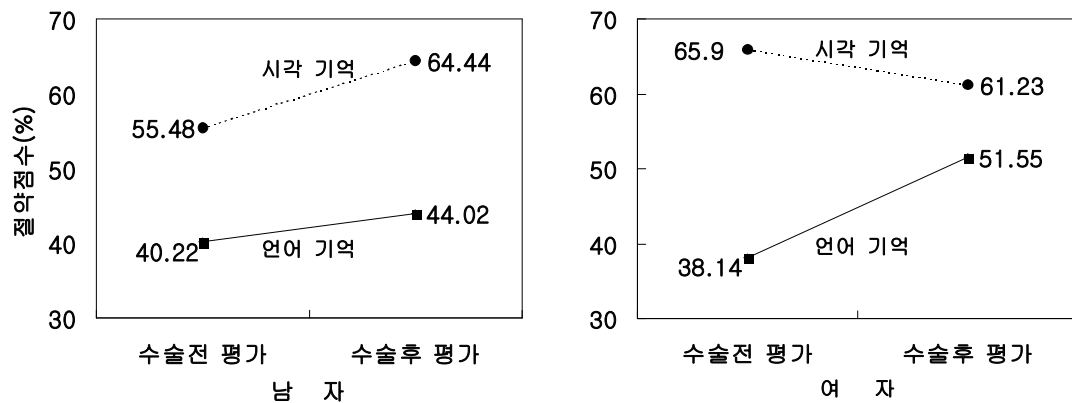


그림 1. 좌측두엽 절제시 기억 변화

역에서는 평가 시점의 주효과가 나오지 않았다, $F(1, 136) < 1$.

그림 1에서 보는 것처럼 좌측두엽 절제를 받은 후에 여자는 언어 기억이 유의미하게 증가하였고, 시각 기억에는 변화가 없었다. 반면에 남자는 좌측두엽 절제 후에 시각 및 언어 기억에 유의한 변화가 없었다. 우측두엽을 절제한 경우는 성별, 기억 재료, 평가 시점에 따른 상호작용이 나타나지 않았다. 따라서 사원상호작용의 원천은 여자 환자들이 남자와는 다르게 좌측두엽 절제 후에 언어 기억이 수술 전보다 호전되는 패턴(예측 1)에 있었다.

사원 상호작용의 해석을 풍부히 하기 위해, 단순 효과의 분석 순서를 다르게 해 보았다. 먼저 성별을 기준으로 분해하였는데, 여자의 경우는 간질 병소, 기억 재료, 평가 시점의 단순 삼원 상호작용이 유의미하지 않았다, $F(1, 34) = 1.57, m$. 반면 남자의 경우는 삼원 상호작용이 유의수준에 근접하였다 $F(1, 34) = 3.42, p = .07$. 남

자가 보이는 삼원 상호작용을 간질의 위치에 따라 분석하였는데, 좌측두엽 병소를 절제한 경우는 기억 재료와 평가 시점의 상호작용이 유의하지 않았다, $F(1, 34) < 1$. 그러나 우측두엽을 절제했을 때는 기억 재료와 평가 시점의 상호작용이 유의했다, $F(1, 34) = 4.00, p < .05$. 이어서 단순 주효과를 분석하였는데, 시각 기억은 평가 시점에 따른 차이가 없었으나, $F(1, 136) < 1$, 언어 기억은 평가 시점의 단순 주효과가 유의미하였다, $F(1, 136) = 4.21, p < .05$.

즉, 그림 2에서 보는 것처럼 남자의 경우 우측두엽을 절제했을 때 시각 기억에 변화가 없으나 언어 기억은 유의하게 호전되었다. 사원 상호작용은 원천은 남자가 여자와는 다르게 우측두엽 수술 후 언어 기억이 특징적으로 호전되는 패턴(예측 6)에 있었다 분석의 순서를 달리한 두 가지 단순 효과 분석을 종합하면, 성별을 포함하는 사원 상호 작용 효과의 원천은 여자는 좌측두엽 절제 후에 언어 기억이 호전되고, 반면 남자는 우측두엽 절제 후에 언어 기억이 향상되는 변화 양상에 있었다.

교육 연한과 유병 기간에서 남녀 차이가 있는 점을 고려해서, 이를 공변인으로 삼아서 전체 분

따라 관련된 오차 변량들을 합친 것(pooling)을 사용함. 4개의 오차 변량($MS_{S/AB}$, $MS_{C/S/AB}$, $MS_{D/S/AB}$, $MS_{C \times D/S/AB}$)을 합쳤는데, 그 과정에서 자유도가 증가함.

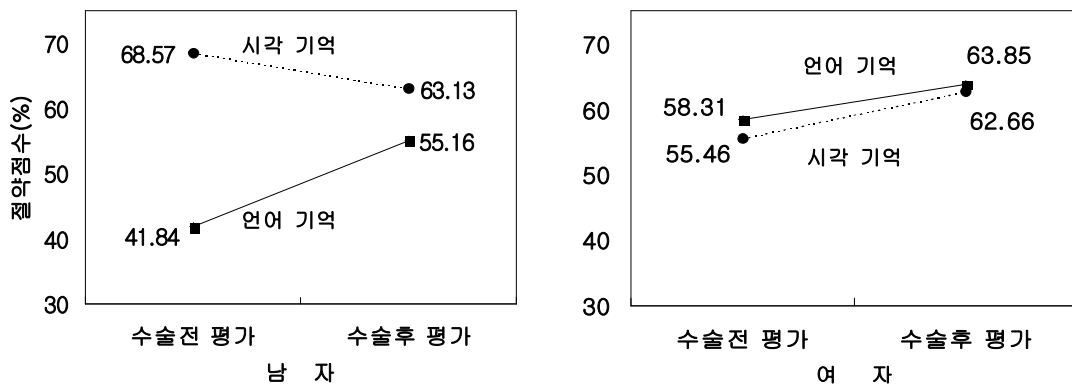


그림 2. 우측두엽 절제시 기억 변화

석을 다시 하였다. 결과는 앞선 분석과 대등소이었다. 간질 병소, 성별, 기억 재료, 평가 시점의 사원 상호작용이 유의미하게 유지되었다, $Pillai's Trace = .14$, $F(1, 32) = 4.98$, $p < .05$. 다른 삼원 및 이원 상호작용도 앞선 분석과 유사했으며, 다만 평가 시점의 주효과와 기억 재료의 주효과가 사라지는 패턴이었다. $Pillai's Trace = .04$, $F(1, 32) = 1.32$, ns ; $Pillai's Trace = .07$, $F(1, 32) = 2.37$, ns . 따라서 수술 전부터 존재하던 학력과 유병 기간의 차이가 본 연구의 주요 발견인 성차를

포함한 상호작용 효과를 산출한 것은 아니었다.

기억 변화의 예측 변인에 대한 회귀 분석

중다 회귀 분석의 첫번째 단계로, 앞선 다변량 분석의 독립 변인인 간질 병소의 위치, 성별, 그리고 간질 병소와 성별의 상호 작용항을 먼저 투입하였다. 그 결과, 표 5에서 보듯이 예측 모형은 수술 후 기억 수준을 유의미하게 설명했다. 분석의 초점은 수술 부위나 성별이외의 추가적

표 5. 측두엽 수술 후 기억 변화의 예측 변인에 대한 단계적 회귀 분석

투입 변인의 조합	R^2	F	ΔR^2	$F(\Delta)$
종속 변인: 수술 후 언어 기억				
단계 1. 수술부위(A), 성(B), 상호작용(A×B)	.21	2.94 [*]		
단계 2. A, B, A×B + 수술 전의 언어 기억, 발병연령, 수술시연령 [†]	.33	3.95 ^{**}	.12	5.76 [*]
종속 변인: 수술 후 시각 기억				
단계 1. 수술부위(A), 성(B), 상호작용(A×B)	.01	.14		
단계 2. A, B, A×B + 수술 전의 시각 기억, 발병연령, 수술시연령	.01	.14	. [‡]	-

[†] 탐색적인 목적에서 3개의 변인을 순차적 방법(stepwise method)으로 투입함.

[‡] 수술전 기억, 발병 연령, 수술시연령중 유의미한 예측 변인으로 추가되는 것이 없었음

^{*} $p < .05$, ^{**} $p < .01$

변인을 찾는 데 있으므로, 두번째 단계로는 발병 연령, 수술시 연령, 수술전 기억 수준 변인을 순차적으로 투입했다. 설명력이 큰 것부터 차례대로 회귀식에 넣어서(stepwise method), 어떤 변인이 잔여 변량을 유의미하게 설명하는지를 탐색했다. 그 결과, 수술시 연령이 수술후 기억 수행을 예측했다. 수술시 연령의 추가는 회귀 모델의 예측력을 약 12% 증가시켰다. 수술시 연령이 젊을수록 수술 후 언어 기억 수행은 높아지는 관계였다, $\beta = -.35$, $t = -2.4$, $p < .05$.

수술후 시각 기억에 대해서도 동일한 절차의 회귀 분석을 하였다. 간질 병소, 성별, 그리고 두 변인간의 상호작용으로 이뤄진 예측 모델은 수술후 시각 기억 수행을 설명하지 못했다. 추가적인 예측력을 가진 변인을 찾기 위한 순차적 분석에서 어느 것도 유의미한 공헌을 하지 못했다. 즉, 시각 기억의 수술 성과는 예측 모형이 모두 빗나가는 결과였다. 사후 분석으로 수술 후 시각 기억과의 단순 상관 계수를 산출했는데, 각각 $-.14$ (발병연령), $-.18$ (수술시 연령), $-.15$ (수술전 시각 기억)로 낮은 수치였다. 즉, 예측 변인의 후보로 고려되었던 변인들이 시각 기억의 변화와 무관했다.

논 의

기억 변화에 관한 8개 예측의 점검

본 연구의 핵심적인 결과는 두 가지로 요약된다. 하나는 좌측두엽 수술 후에 여자는 남자에 비해 언어 기억의 향상되는 것이고, 다른 하나는 우측두엽 수술 후에 남자는 여자에 비해 언어 기억이 향상되는 것이다. 표 1에 비취 점검하면, 예측 1, 6이 입증되고, 나머지들은 입증되지 않

은 결과이다. 강한 예측중 한 개, 그리고 중간 예측중 한 개가 입증되었고, 약한 예측은 불확실한 속성과 일관되게 모두 지지되지 않았다.

좌측두엽 절제후 언어 기억에서 여자는 향상을 보이나 남자는 그렇지 않는 결과(예측 1)는 재료 특정적 기억 저하와 성별 변인이 상호 작용함을 말해준다. 즉, 좌측두엽을 절제하면 동측 기억 기능인 언어 기억이 영향을 받되, 성별에 따라 차이가 있어서 여성은 기억의 향상을 보인다는 것이다. 앞서 밝혔듯이 여성의 언어 기억은 좌측에 덜 편재되어 있기 때문일 수 있으며, 발병과 함께 자리잡은 간질 병소의 병리적 영향력에 대해 복원력이 높기 때문일 수 있다. 측두엽 간질에서 기억 기능의 기능적 재조직화(functional reorganization)가 가능하다는 Seidenberg 등(1997)의 결과에 비취볼 때, 절제된 좌측두엽 이외의 영역에서 언어 기능을 보상하고 있는 상태였을 것이다. 좌측두엽 절제로 병소가 제거되자, 병리적 간섭이 사라지고, 그 결과 기존의 언어 기억은 상대적으로 강화되어, 호전으로 나타났을 것이다.

반면에 남자의 경우는 재료 특정적 기억 저하 모형에 따라 좌측두엽을 절제하면 언어 기억이 떨어지리라는 것을 비교적 강하게 예측하였는데(예측 2), 이것이 입증되지 않았다. 예측과 다르게 좌측두엽 절제 후에 남자의 언어 기억은 변함없이 유지되었다. 이에 대한 설명은 다른 조건에 관계없이 전반적인 기억 기능이 수술 후에 호전되는 양상에서 찾을 수 있다. 뒤에서 논의하겠지만, 수술전 평가가 고된 입원 검사들과 함께 실시되어서 기억 기능을 과소 추정하고, 반면에 수술 후 기억은 과대 추정하였을 가능성이 있다. 절차상의 혼입이 있었던 것인데, 이를 감안한다면 좌측두엽을 절제한 남자의 기억 유지 양상은 본래 있을 기억 저하를 대체해서 나타난 것으로

풀이할 수 있다.

우측두엽 절제후 남자의 언어 기억이 향상된 것(예측 6)은 수술 후의 기능 해방 현상과 일관되는 결과이다. 즉, 예측한 대로 우측두엽의 간질 병소를 제거하자 대측의 언어 기억 기능은 그동안의 간섭에서 벗어나 더 좋아지는 변화를 보였다.

반면, 예측 5와 다르게 여자는 우측두엽 수술 후에 언어 기억의 해방이 두드러지지 않았다. 이는 여성의 언어 기억 가소성이 높은 점과 연관지어 볼 수 있다. 추론해 본다면, 간질 병소가 우측두엽에 생기면서 맞은 편인 언어 기억 기능은 간섭을 받았을 것이다. 가소성이 높은 여자는 간섭받던 언어 기억을 기능적 재조직화를 통해 수술전부터 보상하고 있었을 가능성이 있다(Seidenberg et al., 1997). 그림 2를 보면 수술전 언어 기억이 41.84(남) 대 58.31(여)로 여자가 이미 높아져 있는 것을 확인할 수 있다. 그래서 수술로 우측두엽이 제거되자, 남자의 언어 기억은 새롭게 해방되는 데 반해, 이미 복원되었던 여자는 호전의 폭이 좁았을 수 있다. 그러나 이는 추측해 볼 수 있는 한가지 가능성일 뿐이고, 여자가 남자에 비해 기능적 재조직화가 더 활발히 일어나는지에 대해 추후 연구가 필요하다. 두번째로는 선행 연구에서도 우측두엽 절제 후에 언어 기능의 향상을 발견하지 못한 경우가 있는 등(Hermann et al., 1995; Stoup et al., 2003), 해방 현상 자체의 이론적 신뢰도가 낮은 점을 그 이유로 꼽을 수 있다.

정리하면, 수술한 동측 반구의 재료 특징적 기억 저하, 대측 반구의 기능 해방, 그리고 성차로서 여성의 언어 기억 우위 현상이 측두엽 수술 후의 기억 변화를 설명하는 중요한 세 가지 축임을 알 수 있다. 그러나 각 모형은 제한된 신뢰도를 갖고 있다. 각 모형의 신뢰로운 부분이 만

나면 설명력이 강해지고, 신뢰롭지 못한 부분이 상호작용하면 약해지는데, 본 연구에서 제기한 8개 예측의 검증 결과는 이런 패턴과 대체로 일치한다.

수술 후 기억 호전은 왜 일어났나?

기억 변화에서 평가 시기의 주효과가 유의미하였다. 다른 조건에 관계없이 수술 전(52.99%)보다 수술 후(58.26%)에 기억이 향상되는 패턴이었다. 이는 선행 연구들이 대부분 수술 후에 기억의 저하를 보고하였던 것과 불일치하는 결과이다. 수술 후에 신뢰로운 기억 향상을 보이는 경우는 3%에 불과하다는 보고(Stoup et al., 2003)에 비춰볼 때 의외의 발견이다.

반면에 특정 조건에서 기억의 향상을 보고하는 경우는 자주 있었다. 좌측두엽 수술 후에 여자에게서 특징적으로 언어 기억의 향상이 있는 점을 들 수 있다(Trenerry et al., 1995a). 또한 수술 전 해마 경화가 뚜렷한 경우는 감소가 5% 미만에서 나타난다(Seidenberg et al., 1996). 이에 비춰본다면, 본 연구의 표집들은 MRI에서 모두 해마 경화가 확인된 경우여서, 감소의 폭이 상대적으로 적을 가능성이 있다. 모든 피험자들이 수술전부터 해마의 기능적 적절성이 낮았기 때문에 더 잃을 것이 없었고, 신경적 소음(neural noise; Hermann, Wyler, & Richey, 1988)이 수술로 인해 감히자 기억이 호전된 것으로 해석할 수 있다.

수술후 기억이 향상된 또다른 원인으로 기억 검사와 수술간의 시간 간격을 들 수 있다. 표 3에서 보듯이, 1차 기억 검사와 수술간의 간격은 약 60일이었다. 그런데 이 자료의 중간값(median)을 내보면, 12일이었다. 즉, 반수이상인 기억 검사를 받고서 곧 수술에 들어갔다는 의미이다. 다른 연구들이 평균 3~6개월인 점을 고려하면

수술에 매우 근접해서 이뤄진 것이다. 본 연구가 행해진 병원의 특징이 수술전 종합적인 검사(work-up)를 수술 직전에 한다는 것이었다. 발작을 조절하는 약을 끊은 상태에서 머리에 전극을 붙이고 비디오와 기기가 연결된 방에서 머물면서 간질 발작을 모니터하는 절차, 와다 검사 등 신체적으로 힘겹고 침습적인 절차가 이뤄지는 시기에 신경 심리 평가가 시행되었다. 따라서 1차 기억 검사는 환자의 실제 기능을 과소 추정했을 수 있다.

반면 수술과 2차 평가간의 간격은 16개월이었다. 다른 연구들은 짧게는 1개월(Saykin et al., 1989)에서 길게는 12개월(Novelly et al., 1984)이었고, 6개월 후가 대부분이었다(Chelune et al., 1991; Hermann et al., 1995; Berenbaum et al., 1997; Bengtson et al., 2000; White et al., 2002). 따라서 16개월은 상대적으로 긴 시간이었다. 수술의 초기 급성기가 지나고 나면, 첫째동안 매우 적은 호전이 일어나고(Loring, Trennery, Naugle et al., 1992), 장기적으로 적기는 하지만 기억 호전이 지속된다(Blakemore & Falconer, 1967). 본 연구의 환자들은 자연적 호전이 일어날 시간적 여유가 많았던 셈이다. 종합하면, 1차 평가는 고된 의학 적 검사가 진행되는 힘든 시점에 이뤄져서 기억 기능이 과소추정되고, 2차 평가는 자연적 회복을 허락하는 넉넉한 간격으로 이뤄져서 상대적으로 과대추정되는 상황이었을 수 있다.

이를 확인하기 위해 사후 분석을 하였다. 수술

후 언어 기억 점수와 1차 검사의 간격, 그리고 2차 검사의 간격간에 상관을 산출했다. 상관 계수는 각각 $-.42(p = .008)$, $-.06(p = .72)$ 이었다. 즉, 1차 검사와 수술간의 시간 간격이 짧을수록 수술 후에 언어 기억이 호전되었고, 반면에 수술과 2차 검사간의 간격은 수술 성과와 관련이 없었다. 관련성을 더 확인하기 위해, 추가적인 회귀 분석을 하였다. 앞선 회귀 분석에서 기억 변화의 예측 변인으로 수술부위, 성별이외에도 수술시 연령이 포함된다는 결과를 얻은 바 있다. 여기에 더해서 1차 검사와 수술간의 시간 간격이 잔여 변량을 추가적으로 설명하는지 분석했다.

1단계로 수술 부위, 성별, 그리고 둘간의 상호작용을 투입하였다. 2단계로는 수술시 연령 변인을 추가하였다. 3단계로 관심 변인인 1차 검사와 수술간의 시간 간격을 강제 투입하였다. 표 6에서 보듯이 1차 검사의 간격의 추가는 기존 회귀 모형의 설명량을 유의미하게 증가시켰다. 수술에 임박해서 이뤄질수록 수술 후 기억은 향상되는 양상이었다, $\beta = -.37$, $t = -2.67$, $p < .05$.

따라서 수술에 임박한 힘겨운 입원 검사 절차의 일부로 실시된 1차 평가는 환자의 기억력을 과소 추정하였고, 그 결과로 조건에 관계없이 수술 후에는 기억 향상이 일어난 것으로 추론할 수 있다. 절차상의 혼입을 감안한다면 본 연구에서 기억 기능의 가벼운 호전이나 유지 양상은 기억 저하를 대체해서 나타난 것으로 풀이할 수 있다. 향후 연구에서는 사전 평가가 환자의 기능

표 6. 1차 검사 수술 시간 간격의 예측력을 알아보기 위한 단계적 회귀 분석

단계	투입 변인의 조합	R^2	F	ΔR^2	$F(\Delta)$
1	수술부위(A), 성(B), 상호작용(A×B)	.21	2.94 *	-	-
2	A, B, A×B + 연령	.32	3.95 *	.12	5.76 *
3	A, B, A×B + 연령 + 1차 검사의 간격	.45	5.18 **	.13	7.13 *

* $p < .05$, ** $p < .01$

이 충분히 발휘할 수 있는 안정된 시기에 이뤄져야 한다는 교훈을 얻은 셈이다.

수술시 연령이 발병 연령보다 더 중요한 예측 변인인가?

측두엽 수술의 기억 성과를 결정하는 중요한 결정인은 수술 부위와 성별이었다. 이에 더해, 수술전 기억 수준, 발병 연령, 수술시 연령을 추가적인 예측 변인의 후보로 검토했는데, 언어 기억의 유의미한 예측 변인은 수술시 연령이었고, 반면에 수술전 기억 수준이나 발병 연령은 등록되지 못하였다. 즉, 수술시 연령이 발병 연령에 비해 예측력이 유의미했다. 조기 수술일수록 언어 기억의 성과가 좋았고, 고연령 수술이 위험 인자였다.

선행 연구의 결과는 엇갈리고 있다. 수술시 연령보다 발병 연령이 언어 기억 성과를 더 폭넓게 예측한다는 결과도 있고(Hermann et al., 1995), 반면에 본 연구와 일치하게 논리 기억의 예측에서 수술시 연령이 발병 연령보다 설명력이 더 크고(Davies et al., 1998), 일찍한 수술일수록 성과가 좋아서 기억 향상을 보인다는 결과도 있다(Powell et al., 1985; Seidenberg et al., 1997). 수술이 일종의 신경 손상이라고 볼 때 젊어서 한 수술일수록 추후 회복력이나 가소성이 높다는 것은 쉽게 이해된다. 수술시 연령의 예측력이 더 크다는 결과는 발병 연령에 관계없이 인지 기능의 예후를 위해서는 조기 수술이 중요하다는 점을 시사한다.

왜 수술전 기억 수준은 예측 변인이 못되나?

측두엽 절제후의 기억 변화를 다루는 연구들에서 예측 변인으로서 가장 많이 보고된 것중

하나가 수술전 기억 수준이다. 수술 전 기능이 높은 것이 기억 저하의 위험 인자라는 점은 여러 연구에서 공통되게 보고되었다(Ivnik et al., 1988; Oxbury & Oxbury, 1989; Chelune et al., 1991; Hermann et al., 1995; Trener, Jack, Cascino, Sharbrough, & Ivnik, 1995b; Berenbaum et al., 1997; Davies et al., 1998; White et al., 2002; Stroup et al., 2003). 따라서 수술전 기억 수준의 예측력이 떨어지는 결과는 선행 연구들에 비춰볼 때 예외에 가깝다.

기존 연구에서 수술전 기억 수준의 예언력이 강력한 배경에는 통계 분석의 오류가 포함되어 있다. 중다 회귀를 통해 기억 변화의 위험 인자를 찾고자 하는 연구들에서 차이 점수를 종속 변인으로 쓰는 경향이 있다(Chelune et al., 1991; Hermann et al., 1995; White et al., 2002). 즉, 수술 후 기억 점수에서 수술전 기억 점수를 빼고, 이 수치를 수술전 기억 점수가 예측하는지를 분석한다. 따라서 종속 측정치(차이 점수)와 독립 변인(사전 점수)은 처치 효과(즉, 수술의 영향)와는 별개로 상관될 수밖에 없다(Keppel & Zedock, 1989). 그 결과로 수술 전 기억 수준의 예측력은 인공적으로 부풀려지게 된다.

언어 기억의 차이 점수를 종속 변인으로 재분석을 해보았다. 예상대로, 예측 변인은 수술시 연령에서 수술 전 기억 수준으로 바뀌었다, $R^2 = .50$, $F = 8.27$, $p < .0001$; $\Delta R^2 = .44$, $F(\Delta) = 29.33$, $p < .0001$. 선행 연구들과 일관되게, 수술전 언어 기억이 높을수록 수술 후 언어 기억의 수준은 떨어지는 패턴이었다, $\beta = -.73$, $t = -5.42$, $p < .0001$. 따라서 수술전 기억 수준의 높은 설명력의 일부는 통계적 인공물(artifact)일 가능성이 있으며, 향후 연구에서도 차이 점수의 사용을 지양해야 할 것으로 보인다.

수술 후 기억 점수를 종속 측정치로 사용한

경우에는 수술전 기억 수준의 예측력이 본 연구처럼 줄어들 수 있다. 또한 본 연구의 피험자들은 모두 해마 경화가 확인된 경우로 해마의 기능적 적절성이 모두 떨어지는 집단이었다. 수술전 기억 수준이 해마의 기능적 적절성과 밀접히 관련되어 있는 점을 감안하면, 피험자들은 수술전 기억 수준이 하향 평준화 상태였을 것이다. 따라서 수술전 기억의 변량 폭이 상대적으로 좁았을 것이고, 그 결과 수술전 기억 수준의 예측력이 떨어졌을 수 있다.

시각 기억을 예측하는 변인은 없는가?

본 연구에서 시각 기억에 관련된 긍정적 발견을 찾을 수 없었다. 그림 1과 2에서 보듯이 시각 기억은 조건에 무관하게 50~60%의 절약 점수에 고정되어 있는 양상이다. Lee 등(2002)의 상위 분석(meta analysis)은 재료 특정적 기억 저하 모형중 시각 기억 부분의 타당도를 잘 요약해주는데, 이에 따르면 도형 재생 검사를 시각 기억의 측정치로 쓴 연구들에서 우측두엽 절제후 시각 기억이 저하된다는 가설이 입증될 확률은 30~48%로 낮았고, 좌측두엽 절제후 시각 기억이 향상된다는 가설이 지지될 확률도 38~50%에 그쳤다.

예측 변인을 찾고자 한 회귀 분석에서도 간질 병소의 위치와 성별, 그리고 둘간의 상호 작용으로 구성된 예측 모형은 시각 기억에 관한 한 부합하지 않았다. 추가적인 변인들도 시각 기억에 대한 예측에서 모두 빗나가는 결과를 보였다. White 등(2002)은 좌측두엽 절제 후에 도형 재생을 예측하는 변인을 탐색하였는데, 본 연구와 비슷하게 수술전 기억 수준, 성별, 해마 경화의 정도 중 어느 것도 설명력이 없는 결과를 보였다.

따라서 시각 기억에 관해서 아무 것도 아닌 결과(null result)가 나온 것은 비슷한 실패를 했던

선행 연구들의 연장선에 있다. 반면, 수술 후 시점의 횡단적 평가에서 우측두엽 절제 집단이 시공간 기억이 떨어짐을 성공적으로 입증한 연구들을 찾을 수 있다(Smith & Milner, 1981, 1989; Pigott & Milner, 1993; Bohbot et al., 1998; Nunn, Polkey, & Morris, 1998; Nunn, Graydon, Polkey, & Morris, 1999). 이들은 전형적인 시각 기억 측정치인 도형 기억을 사용하지 않았다는 특징이 있다. 대신, 여러 개의 장난감을 놓고 그 이름과 위치를 기억하는 과제(Smith & Milner, 1981, 1989; Nunn et al., 1999), 여러 개의 추상적 도형을 제시하고, 모양과 위치를 기억하는 과제(Nunn et al., 1998), 일상 생활의 한 장면(complex scene)을 본 다음, 그속의 물건과 위치를 기억하는 과제(Pigott & Milner, 1993), 카페트 밑에 가려진 부저의 위치를 기억하는 과제(Bohbot et al., 1998) 등 소위 '위치 기억' 과제를 사용했다는 것이 공통분모이다.

황성훈, 유희정, 송원영, 박은희(2001)의 개관에 따르면, 시공간 기억은 '대상 기억'의 요소(예: "빨강고 동그란 공이...")와 '위치 기억'의 요소(예: "...방의 오른쪽 구석에 있다")로 나눌 수 있다고 한다. 대상 기억은 언어 기억과 혼입되기 쉬우나, 위치 기억은 우측두엽의 기억 기능을 타당하게 채는 것으로 분석된다. 재래 연구에서 자주 쓰였던 기억 과제들은 변별력이 떨어지는 대상 기억의 요소가 강한 것들이었다. 따라서 위치 기억의 요소가 강화된 과제를 사용하는 것이 해법이 될 수 있다. 위치 기억 과제를 채용한 향후 연구는 시각 기억과 관련된 불확실성을 줄임으로써 측두엽 수술후의 기억 변화 양상을 더 선명하게 보여줄 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 발견한 측두엽 절제후 기억 변화 패턴의 결정인은 다음의 네 가지로 압축할 수 있다: 1) 수술 동측 반구의 재료 특정적 기억 저

하, 2) 수술 대측 반구의 기능 해방 현상, 3) 성차로서 여성에게 특유한 언어 기억의 높은 가소성, 4) 그리고 조기 수술의 좋은 성과이다. 논의 과정에서 수술전 기억 기능이 과소 추정되었다는 문제점을 발견할 수 있었고, 예측 변인을 탐색할 때 수술 전후의 차이 점수를 사용하는 것이 수술전 기억 수준의 예측력을 인위적으로 높인다는 향후 연구를 위한 교훈을 얻을 수 있었다.

그러나 본 연구의 한계중 하나로 표집의 수가 적다는 점을 들 수 있다. 각 조건당 피험자의 수가 8~11명으로 적었던 점이 본 연구의 신뢰도를 떨어뜨리고 통계적 절차의 검증력을 낮추는 요인으로 작용했을 가능성이 있다. 그러나 본 연구의 표집크기가 한 센터에서 5년간 수집한 사례의 최대치인 것을 감안한다면, 향후에는 비슷한 평가 절차를 가진 센터들이 공동의 자료 원천(data pool)을 만들고 함께 연구하는 노력이 요구된다.

이에 더해, 측두엽 절제의 기억 성과를 결정하는 요인중 본 연구가 다루지 못한 것들이 남아 있다. 대표적인 것으로 해마의 온전성과 와다 검사중 실시하는 기억 수행 패턴을 들 수 있다. 본 연구는 해마 경화가 있는 환자들로 해마 온전성 변인을 고정시켰으나, 관련 연구들에 따르면 수술전 동측 및 대측의 해마 온전성이 수술후의 기억 성과를 결정한다. 또한 뇌반구를 한쪽씩 마취시켜가면서 각 반구의 기억 수행을 측정하는데 이때의 기억 패턴이 수술후 기억 예후를 결정한다(Loring et al., 1995; Kneebone, Chelune, Dinner, Naugle, & Awad, 1995; Chelune & Najm, 2000; White et al., 2002; Stroup et al., 2003). 해마의 병리를 다루기 위해서는 MRI 자료, 잘라낸 해마의 조직 검사 결과 등이 필요하다. 와다 검사는 신경과 전문의가 직접 행하는 의학 검사

절차이다. 그래서 이런 영역들로 향후 연구를 확장시키기 위해서는 전공이 다른 연구자들간의 더 긴밀한 협업이 요구된다.

참고문헌

- 박재설, 강연욱, 이봉건, 홍승봉, 서대원(1997). 기억 검사들의 비교 연구: 대뇌측두엽 절제 환자를 중심으로. 1997년도 한국심리학회 연차학술대회 발표 논문집, 835-847.
- 전용신, 서봉연, 이창우(1963). KWIS 실시 요강. 서울: 중앙 교육 연구원.
- 진주희, 강연욱, 박재설, 서대원, 홍승철, 홍승봉(2000). 측두엽 간질 수술 전후의 인지 기능 변화: 기억력을 중심으로. 2000년도 한국심리학회 연차학술대회 발표 논문집, 38-39.
- 황성훈, 유희정, 송원영, 박은희(2001). 측두엽 간질의 기억 손상과 수술후 기억 변화의 양상에 대한 개관. 한국심리학회지: 임상, 20, 375-389.
- 정지현, 황성훈, 유희정, 강중구, 이상암(2003). 내측 측두엽 간질의 병소를 기억 검사로 편재화할 수 있는가? 한국심리학회지: 임상, 22, 883-895.
- Bengtson, M., Martin, R. M., Sawrie, S., Gilliam, F., Faught, E., Morawetz, R., & Kuzniecky, R. (2000). Gender, memory, and hippocampal volumes: Relationships in temporal lobe epilepsy. *Epilepsy and Behavior*, 1, 112-119.
- Berenbaum, S. A., Baxter, L., & Seidenberg, M. (1997). Role of the hippocampus in sex differences in verbal memory: memory outcome following left anterior temporal lobectomy. *Neuropsychology*, 11, 585-591.

- Blakemore, C. B., & Falconer, M. A. (1967). Long-term effects of anterior temporal lobectomy in certain cognitive functions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 30, 364-367.
- Bohbot, V. D., Kalina, M., Stepankova, K., Spackova, N., Petrides, M., & Nadel, L. (1998). Spatial memory deficits in patients with lesions to the right hippocampus and to the right parahippocampal cortex. *Neuropsychologia*, 36, 1217-1238.
- Chelune, G. J., & Najm, I. M. (2000). Risk factors associated with postsurgical decrements in memory. In H. O. Lüders, & Y. Comair (Eds.), *Epilepsy surgery* (2nd ed., pp. 497-504). Philadelphia: Lippincott-Raven.
- Chelune, G. J., Naugle, R. I., Lüders, H. O., & Awad, I. A. (1991). Prediction of cognitive change as a function of preoperative ability status among temporal lobectomy patients seen at 6-month follow-up. *Neurology*, 41, 399-404.
- Davies, K. G., Bell, B. D., Bush, A. J., & Wyler, A. R. (1998). Prediction of verbal memory loss in individuals after anterior temporal lobectomy. *Epilepsia*, 39, 820-828.
- Delis, D. C., Kramer, J., Kaplan, E., Ober, B. A., & Fridlund, A. (1987). *California Verbal Learning Test: Research edition*. New York: Psychological Corporation.
- Geckler, C., Chelune, G., Trenerry, M., & Ivnik, R. (1993). Gender related differences in cognitive status following temporal lobectomy patients. *Archive of Clinical Neuropsychology*, 8, 226-227.
- Hermann, B. P., & Wyler, A. R. (1988). Neuropsychological outcome of anterior temporal lobectomy. *Journal of Epilepsy*, 1, 35-45.
- Hermann, B. P., Wyler, A. R., Richey, E. T. (1988). Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with complex partial seizures of temporal lobe origin. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10, 467-476.
- Hermann, B. P., Seidenberg, M., Haltiner, A., & Wyler, A. R. (1995). Relationship of age at onset, chronologic age, and adequacy of preoperative performance to verbal memory change after anterior temporal lobectomy. *Epilepsia*, 36, 137-145.
- Ivnik, R. J., Sharbrough, F. W., & Laws, E. R. (1987). Effects of anterior temporal lobectomy on cognitive function. *Journal of Clinical Psychology*, 43, 128-137.
- Ivnik, R. J., Sharbrough, F. W., & Laws, E. R. (1988). Anterior temporal lobectomy for the control of partial complex seizure: Information for counseling patients. *Mayo Clinic Proceedings*, 53, 783-793.
- Keppel, G., & Zedeck, S. (1989). *Data analysis for research designs: Analysis of variance and multiple regression/correlation approaches*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Kirk, R. E. (1995). *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences* (3rd ed.). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Kneebone, A. C., Chelune, G. J., Dinner, D. S., Naugle, R. I., & Awad, L. A. (1995). Intracarotid amobarbital procedure as a predictor of material-specific memory change after anterior temporal lobectomy. *Epilepsia*, 36, 857-865.
- Lee, T. M. C., Yip, J. H., & Jones-Gotman, M. (2002). Memory deficits after resection from

- left or right anterior temporal lobe in humans: A meta-analytic review. *Epilepsia*, 43, 283-291.
- Lencz, B. A., McCarthy, G., Bronen, R. A., Scott, T. M., Inserni, J. A., Sass, K. J., Novelly, R. A., Kim, J. H., & Spencer, D. D. (1992). Quantitative MRI in TLE: Relationship to neuropathology and neuropsychological function. *Annals of Neurology*, 31, 629-637.
- Loring, D. W., & Meador, K. J. (1997). Neuropsychological assessment for epilepsy surgery. In T. E. Feinberg, & M. J. Farah (Eds.), *Behavioral neurology and neuropsychology* (pp. 657-666). New York: McGraw-Hill.
- Loring, D. W., Meador, K. J., Lee, G. P., King, D. W., Nichols, M. E., Park, Y. D., Murro, A. M., Gallagher, B. B., & Smith, J. R. (1995). Wada memory asymmetries predict verbal memory decline after anterior temporal lobectomy. *Neurology*, 45, 1229-1333.
- Loring, D. W., Trennery, M. R. et al. (1992). Time effects on post-temporal lobectomy memory: A multicenter cooperative report. *Clinical Neuropsychology*, 6, 350.
- McGlone, J. (1994). Memory complaints before and after temporal lobectomy: do they predict memory performance or lesion laterality? *Epilepsia*, 35, 529-539.
- Meyers, J. E., & Meyers, K. R. (1995). *Rey complex figure test and recognition trial: Professional manual*. Psychological Assessment Resources.
- Milner, B. (1975). Psychological aspects of focal epilepsy and its neurological management. In D. Purpura, J. Penry, & R. Walter (Eds.), *Advances in neurology* (pp. 299-321). New York: Raven Press.
- Novelly, R. A., Augustine, E. A., Mattson, R. H., Glaser, G. H., Williamson, P. D., Spencer, D. D., & Spencer, S. S. (1984). Selective memory improvement and impairment in temporal lobectomy for epilepsy. *Annual Neurology*, 15, 64-67.
- Nunn, J. A., Graydon, F. J. X., Polkey, C. E., & Morris, R. G. (1999). Differential spatial memory impairment after right temporal lobectomy demonstrated using temporal titration. *Brain*, 122, 47-59.
- Nunn, J. A., Polkey, C. E., & Morris, R. G. (1998). Selective spatial memory impairment after right unilateral temporal lobectomy. *Neuropsychologia*, 36, 837-848.
- Oxbury, J. M., & Oxbury, S. M. (1989). Neuropsychology, memory, and hippocampal pathology. In E. H. Reynolds, & M. R. Trimble (Eds.), *The bridge between neurology and psychiatry* (pp. 135-150). London: Churchill Livingstone.
- Pigott, S., & Milner, B. (1993). Memory for different aspects of complex visual scenes after unilateral temporal or frontal resection. *Neuropsychologia*, 20, 1-15.
- Powell, G. E., Polkey, C. E., & McMillan, T. (1985). The new Maudsley series of temporal lobectomy I: Short-term cognitive effects. *British Journal of Clinical Psychology*, 24, 109-124.
- Rausch, R., & Crandall, P. H. (1982) Psychological status related to surgical control of temporal lobe seizure. *Epilepsia*, 23, 191-202.
- Sass, K. J., Spencer, D. D., Kim J. H., Westerveld, M., Novelly, R. A., & Lencz, T. Verbal

- memory impairment correlates with hippocampal pyramidal cell density. *Neurology*, 40, 1694-1697.
- Sass, K. J., Sass, A., Westerveld, M., Lencz, T., Rosewater, K. M., Novelly, R. A., Kim, J. H., & Spencer, D. D. (1992). Russell's adaptation of the Wechsler Memory Scale as an index of hippocampal pathology. *Journal of Epilepsy*, 5, 24-30.
- Saykin, A. J., Gur, R. C., Sussman, N. M., O'Connor, M. J., & Gur, R. E. (1989). Memory deficits before and after temporal lobectomy: Effect of laterality and age of onset. *Brain and Cognition*, 9, 191-200.
- Saykin, A. J., Robinson, L. J., Stafiniak, P. et al. (1992). Neuropsychological change after anterior temporal lobectomy: acute effects on memory, language and music (pp. 263-290). In T. L. Bennett (Ed.), *Neuropsychology epilepsy*. New York: Plenum Press.
- Scoville, W. B., & Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 20, 11-21.
- Seidenberg, M., Hermann, B. P., Dohan, Jr, F. C., Wyler, A. R., Perrine, A., & Schoenfeld, J. (1996). Hippocampal sclerosis and verbal encoding ability following anterior temporal lobectomy. *Neuropsychologia*, 34, 699-708.
- Seidenberg, M., Hermann, B. P., Schoenfeld, J., Davies, K., Wyler, A. R., & Dohan, Jr., F. C. (1997). Reorganization of verbal memory function in early onset left temporal lobe epilepsy. *Brain and cognition*, 35, 132-148.
- Smith, M. L., & Milner, B. (1981). The role of the right hippocampus in the recall of spatial location. *Neuropsychologia*, 19, 781-793.
- Smith, M. L., & Milner, B. (1989). Right hippocampal impairment in the recall of spatial location. *Neuropsychologia*, 27, 71-82.
- Stroup, E., Langfitt, J., Berg, M., McDermott, M., Pilcher, W., & Como, P. (2003). Predicting verbal memory decline following anterior temporal lobectomy. *Neurology*, 60, 1266-1273.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (1989). *Using multivariate statistics* (2nd ed.). New York: Harper and Row Publisher.
- Trener, M. R., Westerveld, M., & Meador, K. J. (1995a). MRI hippocampal volume and neuropsychology in epilepsy surgery. *Magnetic Resonance Imaging*, 13, 1125-1132.
- Trener, M. R., Jack, Jr., C. R., Cascino, G. D., Sharbrough, F. W., & Ivnik, R. J. (1995b). Gender differences in post-temporal lobectomy verbal memory and relationships between MRI hippocampal volumes and preoperative verbal memory. *Epilepsy Research*, 20, 69-76.
- Trener, M. R., Jack, Jr., C. R., Cascino, G. D., Sharbrough, F. W., & So, E. L. (1996). Bilateral magnetic resonance imaging-determined hippocampal atrophy and verbal memory before and after temporal lobectomy. *Epilepsia*, 37, 526-533.
- Wada, J., & Rasmussen, T. (1960). Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance: Experimental and clinical observations. *Journal of Neurosurgery*, 17, 226-282.
- Wechsler, D. (1987). *Wechsler Memory Scale-Revised: Manual*. New York: The Psychological

Corporation.
White, J. R., Matchinsky, D., Beniak, T. E., Arndt,
R. C., Walczak, T., Leppik, I. E., Rarick, J.,
Roman, D. D., & Gumnit, R. J. (2002).
Predictors of postoperative memory function
after left anterior temporal lobectomy. *Epilepsy
and Behavior*, 3, 383-389.

원고접수일 : 2003. 9. 1

게재결정일 : 2004. 1. 5

K C I

Determinants of the memory change after anterior temporal lobectomy

Kyu-Hwa Yang* Seong-Hoon Hwang* Hee-Jung Yoo** Sang-Ahm Lee*** Joong-Koo Kang**

*Keyo Hospital

**Department of Psychiatry, College of Medicine, Ulsan University, Asan Medical Center

***Department of Neurology, College of Medicine, Ulsan University, Asan Medical Center

The present study investigated the memory outcome of anterior temporal lobectomy(TL). 21 right and 17 left TL patients who passed the inclusion criteria(having confirmed hippocampal sclerosis, right-handed, older than 16 years, and full scale IQ higher than 69) performed logical memory, verbal paired associate, visual reproduction, and visual paired associate about 2 month before and 16 month after the surgery. In the MANOVA, four-way interaction among side of surgery(left/right), memory material(verbal/visual), phase(pre/post operation), and gender was significant. The source of effect was analyzed to locate in verbal memory improvement of women after left TL and that of men after right TL. It implies that material-specific memory decline in ipsilateral lobe, release of function in the contralateral lobe, and higher plasticity of verbal memory in women as a gender difference may interact to determine the pattern of memory change. In addition we explored the predicting variables of memory change. To the prediction of verbal memory change, age at operation made a significant contribution, but pre-operation memory level or age at onset did not. On the other hand, as for the visual memory we failed to find any predicting variable. To solve the null result from visual memory, a proposal to adopt the position memory task as an alternative measure was presented.

Keywords : anterior temporal lobectomy, material-specific memory decline, gender difference, age at surgery, visuospatial memory