

음악청취이론으로서의 뇌의 음악적 기능 연구

권 오 연

I. 들어가는 글	2. 고든의 화음에 관한 뇌의 기능 연구
II. 뇌의 기능에 대한 일반적 이해	IV. 소리의 지각과 관련된 뇌의 우세성에 대한 연구 결과 고찰
III. 음지각에서 나타나는 뇌의 비대칭적 기능 분포	V. 나오는 글
1. 음악에 대한 일반적인 뇌의 기능	

I. 들어가는 글

인간이 음악을 듣고 느끼고 이해하는 곳에서 발생하는 여러 문제, 즉 음악의 청취와 감상과 동반되는 여러 문제들이 음악학자들의 관심의 대상이 된 것은 그리 오래된 일은 아니다. 18세기에 소리의 과학인 음향학이 독립된 학문영역이 된 이후 소리를 기본재료로 하고 있는 음악에 대한 학문적 관심이 높아져 갔다. 그러나 그것은 주로 음의 발생과 전파에 관한 것이었지 음악의 청취와 감상에 관한 연구는 부진했었다. 이석원은 그의 「음악심리학」에서 그 이유로 이제까지의 사회적 통념으로는 음악감상이 비 생산적인 행위일 뿐 아니라 수동적이고 비 전문적인 행위이기 때문에 이에 관한 문제는 음악학 연구 대상의 우선 순위에서 항상 뒷전으로 밀려나 있었다는 것을 지적하였다.¹⁾

음악 청취에 대한 연구는 1863년 발표된 독일의 물리학자이며, 의학자이며 음악학자였던 헬름홀츠(Hermann von Helmholtz 1821-1894)의 저서 「생리

1) 이석원, 「음악심리학」 58-59쪽.

학적 기초로서의 음인지 이론」(Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik)을 기점으로해서 시작되었다. 그는 이 책을 통해 인간이 음을 어떻게 지각하느냐 하는 문제를 설명하는데, 그의 설명은 우리 청각기관의 생리적 구조와 현상에 의존하고 있다. 즉 그를 필두로 음향의 지각에 대한 연구가 활발해져서 청각기관과 신경계를 통하여 인간이 소리를 어떻게 듣느냐 하는 청각생리학적 관심사들 뿐만 아니라 감각기관을 통해서 들어온 소리가 어떻게 음악적 단위인 음으로 표상되느냐 하는 지각심리학적 관심사들이 활발한 연구의 대상이 되었다. 즉 심리 음향학적(psychoacustics) 연구가 활발히 이루어진 것이다. 이리하여 심리 음향학은 19세기의 음악학의 한 영역으로 확고한 자리를 굳히게 된다. 이렇듯 음악 청취에 대한 연구가 19세기 헬름홀츠를 기점으로 해서 본격화 되었지만 그의 연구는 앞에서도 언급했듯이 음의 지각의 범주들²⁾ 벗어나지 못했다. 이런 헬름홀츠의 심리음향적 연구는 다른 누구보다도 독일의 음악가 겸 과학자였던 슈툼프(Carl Stumpf 1848-1936)에 의해 계승되었고 그는 심리음향학적 연구(음의 지각에 대한 연구)가 음악심리학적 연구(음의 인지에 대한 연구)로 확장되도록 유도한 사람이다. 음의 지각에 대한 연구를 넘어 음의 인지에 대한 관심은 점차 높아져 20C에 들어와 머셀(J. Mursell)은 음악심리학에로의 새로운 접근을 본격적으로 시도한 사람이다. 귀를 통하여 음향을 지각한 후 일어나는 정신적 과정인 음의 인지는 음악심리학의 - 더 세분해서 표현한다면 인지심리학의 - 독립된 영역을 형성한다. 즉 여기서의 개개의 음향들이 청각기관에 의해 감지된 후 그 음향들이 우리의 마음속에 들어와 발생하는 문제를 다룬다.³⁾

위에서는 음악의 청취와 감상에 대한 연구가 어떻게 이루어져 왔으며, 그것이 어떻게 음악학 내의 연구분야로 자리잡게 되었는가를 간단히 설명하였다.

결국 음악의 청취와 감상의 첫번째 단계는 귀를 통한 소리의 수용이라고 할 수 있다. 소리의 수용문제는 귀의 구조와 기능에 대한 이해를 필요로 하

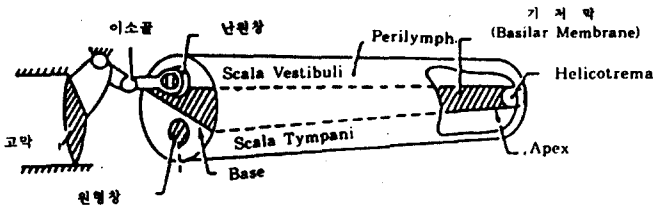
2) 지각(perception)이란 감각기관(귀)을 통해서 수용된 소리를 음악적 경험에 근거하여 연관짓는 것이다.

3) 음악감상의 과정 중 지각과 인지에 대해 좀 더 자세하게 알고 싶으면 이석원 저 「음악심리학」의 3장~6장을 참조 바람.

는데 이 부분의 연구는 앞에 언급한 헬름홀츠의 연구결과를 비롯해 많은 연구결과가 나와 있다.⁴⁾

귀를 통한 소리의 수용방법을 간단히 요약하면 다음과 같다. 귀는 외이(外耳), 중이(中耳), 내이(內耳)의 세 부분으로 이루어져 있고 외이는 공기의 진동을 고막까지 전달하며, 고막을 기준으로해서 시작되는 중이 속의 이소골(ossicular chain)은 고막의 진동과 같이 움직여서 진동을 반원창(혹은 전정창)을 통해 내이로 전달한다. 전해진 진동은 내이의 와우각(달팽이관, cochlea) 속의 액체로 전해지는데 이 와우각은 나선 모양의 뼈 사이에 있는 관으로 소리를 듣는데 아주 중요한 기능을 하는 것이다. 이 나선모양의 관(달팽이 모양의 관)을 펴서 확대해 놓으면 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 와우각을 펴 놓은 모습



와우각은 액체로 채워져 있으며 중이까지는 공기를 통해 진동이 전해지지만 내이에서는 액체를 통해 진동이 전달된다. 와우각은 <그림 1>에서 볼 수 있듯이 기저막이라고 불리는 부드러운 막에 의해 위, 아래로 나뉘어져 있다. 이 기저막에는 많은 털세포들이 있어 그것은 뇌와 연결되어 있다. 와우각 내의 액체의 움직임은 기저막의 털세포들을 움직이게 하고 이 털세포 말초신경(청신경)에 감지된 자극이 뇌까지 전달됨으로 우리는 소리를 지각할 수 있다. 그러나 이때 지각되는 소리는 물리적 소리가 아니라 귀의 특수성에 의해 여과된 상태여서 우리는 모든 물리적 소리를 다 들을 수도, 또 그대로 들을 수도 없다.⁵⁾ 결국 우리의 귀는 물리학적으로 규명된 것에 비하면 모든 것을 축소하며 이 축소기능은 ‘음의 지각’에서가 아니라 ‘소리의 수용’에서 다루어

4) 대부분의 음악음향학, 음악심리학과 관련된 서적에는 귀의 구조와 기능을 통한 음악청취이론이 다루어진 부분이 들어있는 것이 보통이다.
5) 이석원, 위의 책 72-86쪽 참조.

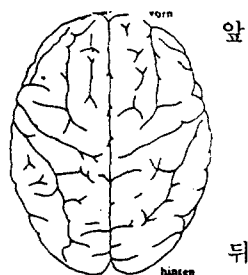
져야 할 것이다.⁶⁾ 결국 이것은 인간의 음악적 행위의 일종인 음악감상행위를 연구하는 데 있어 생리학이 관계할 수 밖에 없는 이유가 되기도 한다.

이제 물리적 단위였던 소리가 귀를 통해 뇌까지 전달되는 과정을 알아보았다. 이렇게 전해진 청자극을 어떤 식으로 뇌가 처리하는가에 대한 문제는 음악학자들에 의해서 이제까지 언급한 귀의 기능에 대한 문제보다 훨씬 덜 연구되어졌다. 1960년대에 이르러서야 음악적 자극에 대한 뇌의 기능에 대한 연구는 뇌에 대한 의학적 발달에 힘입어 본격화되기 시작하였다. 그리고 70년대부터 발표된 이 분야의 많은 실험결과들은 사람들이 보통 생각하고 있는 것 같이 음악이 단순히 뇌의 우반구에 속한 기능이 아니며 뇌는 아주 다양한 방법으로 음악적 자극을 처리한다는 사실을 밝혀내기 시작하였다. 본 글은 이제까지 발표된 연구결과를 토대로 음악적 구조에 대한 뇌의 기능에 대해 고찰해 보도록 하겠다. 이는 음악청취 이론을 위한 생리학적 이론의 한 부분을 이루는 것이라 할 수 있다.

II. 뇌의 기능에 대한 일반적 이해

인간의 뇌는 서로 대칭을 이루는 두 부분으로 나뉘어져 있고 그것은 좌반구(左腦半) 우반구(右腦半)라 표현된다.

<그림 2> 위에서 본 뇌의 모습



이 뇌의 두 부분은 일종의 신경섬유다발인 뇌량(corpus callosum)에 의해 서로 연결되어 있다. 그리고 이 뇌의 두 부분은 서로 다른 특정한 종류의 정

6) 이석원, 위의 책 86쪽.

보치리에 우위성을 지니고 있다. 예를 들어서 모든 오른손잡이와 거의 대부분의 왼손잡이의 경우 언어능력은 좌반구의 기능에 속한다.⁷⁾ 만일 이 좌반구가 손상됐을 때는 언어 능력에 상당한 장애가 오는 반면 우반구의 손상은 언어 능력에 별다른 결과를 가져오지 않는다.⁸⁾

60년대와 70년대 초반에 이런 뇌의 좌·우반구의 기능분석을 통해 뇌의 기능을 좀더 잘 이해하고자 하는 연구가 많이 이루어졌다. 이 분야에 획기적이라고 할만한 공헌을 한 사람은 신경생물학자이며 노벨상 수상자이기도 한 로저 스페리(Roger Sperry)라고 할 수 있다. 그는 아주 심한 간질병 환자의 발작을 줄이기 위해서 뇌의 좌반구와 우반구를 연결하는 뇌량을 절단시켰는데(1968년 실험) 그는 이 실험을 통해 획기적인 사실을 밝혀내게 된다. 즉 뇌의 좌반구와 우반구는 서로 다른 기능을 가지고 있다는 사실을 밝혀낸 것이다. 물론 이 사실은 100년도 더 전부터 의사들이 알고 있었던 것이지만, 이것을 과학적으로 입증한 것이 그의 업적이라고 볼 수 있다. 그에 따르면 각각의 뇌반구들은 자신의 고유한 정신(독:Geist), 고유한 생각, 고유한 기억력을 소유하고 있다. 뇌의 좌반구는 논리적인 생각을 할 수 있는 능력을 소유하고 있을 뿐 아니라 언어적 능력도 좌반구에 속한다. 또한 이 곳은 논리의 근원지로서 분석적 사고를 가능하게 하며, 무엇인가를 구성하고 통제하는 능력도 함께 가지고 있으며 어떤 문제를 신중하게 단계적으로 해결해 나가는 능력도 포함하고 있다. 이 반면 뇌의 우반구는 언어적 능력과는 상관이 없다.⁹⁾ 우반구는 상징적이고 비유적인 방법으로 생각한다. 우반구는 어떤 규칙을 따르기를 좋아하지 않으며 좌반구는 이해하지 못하고 비 이성적이라고 외면해 버리

7) 뇌신경과 신체 부분과의 연관 관계는 서로 반대이다. 즉 뇌의 좌반구는 신체의 오른쪽 부분과 연관되어 있다.

8) 오른손잡이와 같은 두 부분의 뇌 중 좌반구가 우반구보다 기능적으로 우세하다는 것을 의미하고, 일반적으로 대부분의 사람은 뇌의 좌반구가 우반구보다 우세하다.

9) Searleman 1977, Sperry 1968는 좌반구가 손상된 사람들도 단어를 말할 수 있는 것을 관찰에 의해 밝혀 내고 우반구도 어느 정도는 언어적 정보들을 처리할 수 있을 것으로 생각했고, 뇌의 두 부분은 서로 다른 특정한 능력들을 서로 나눠가지고 있는 것이라기 보다는 어떤 능력이 어느 쪽에 더 강하게 속해 있는가의 문제, 즉 정도차의 문제라고 봐야한다는 견해를 펼쳤다. M. G. Wessels 「Kognitive Psychologie」, 283-284쪽.

는 즉흥적이고 상상력이 풍부한 일들을 즐겨한다. 시간 감각이 속해 있는 좌반구가 선적(linear)으로 행동하는 반면 공간 감각이 속해 있는 우반구는 종합(synthetic)하는 능력, 예감하는 능력, 예술적인 행위를 가능케 해주는 능력을 갖고 있다.¹⁰⁾ (표 1)에서는 일반적으로 이해되고 있는 뇌의 우반구와 좌반구의 기능을 정리해 보았다.

(표 1) 뇌의 우반구와 좌반구의 기능¹¹⁾

좌반구 (dominant)	우반구 (non-dominant)
언어적 (linguistic)	비구두적 (nonverbal)
구두적 (verbal)	총체적 (holistic)
연속적, 단계적 (sequential)	시각적, 공간적 (visual-spatial)
분석적 (analytic)	상징적, 표상적 (imagistic)
논리적 (logical)	종합적 (synthetic)
컴퓨터 우호적 (computer-like)	직관적 (intuitiv)
계획적 (propositional)	형이상학적 (metaphoric)
선적 (linear)	비교적 (appositional)
수학적 (mathematical)	비선적 (nonlinear)
	형태적 (configurational)
	상대적 (relational)
	즉흥적 (simultaneous)

일반적으로 양쪽 뇌 중 어느 한쪽이 우세한 것이 보통이고 이 우세한 뇌반구가 인간의 생각과 행동을 결정짓는데 중요한 역할을 한다고 알려져 왔다. 그러나 그 우세한 정도는 지문이 다른 것 만큼이나 다양하다. 이런 인간의 뇌의 좌·우 우세성(cerebral dominance 혹은 hemispheric asymmetry)은 동물에게는 나타나지 않는다. 인간에게 있어서 이런 특징은 유전적으로 타고나는 것이지만 어느 쪽 뇌가 우세한 기능을 갖는가는 생후 1년안에 확정된다.

10) Dietmar Gottschall, 「Das gespaltene Gehirn und die Kreativität」

11) 이 표의 출처는 Donald A. Hodger의 「Split-Brain Research: A New Frontier」, 79쪽.

그러나 6살 미만의 어린이들에게는 양쪽 뇌가 거의 비슷한 정도로 우세하다. 그러나 어느 한쪽 뇌가 선천적으로 우세하다 해도 이것은 인간이 성장하는 과정에서 받는 외적 영향에 의해 어느 정도 변화되어질 수 있다. 예를 들면 왼손잡이를 오른손잡이로 교정한다든지 하는 경우가 그것에 해당된다. 어느 쪽 손을 주로 사용하는가나 언어적인 발전 등은 뇌의 발달에 깊이 연관되어 있다.¹²⁾ 그러므로 언어적 발달이 늦는 것은 뇌의 발달이 늦어짐을 나타낸다.

왼손잡이를 오른손잡이의 반대개념으로 받아들여서는 안된다. 또한 어느 쪽 뇌가 우세한가와 선호하는 손도 동일시해서 생각해서는 안된다. 선호하는 손은 유전적일 수도 있고 교육에 의한 학습효과일 수도 있기 때문이다. 인간은 약 9개월 정도부터 사용하기를 선호하는 손이 나타나기 시작하지만 약 만 4살이 되어야 확실해진다. 일반적으로 남자아이에서 보다 여자아이에게서 이것은 빨리 결정된다. 왼손잡이지만 글씨만은 오른손으로 쓰는 경우도 많다. 왼손잡이의 2/3의 경우 언어능력은 좌반구에서 우세하다. 나머지 1/3은 언어능력을 우반구에 갖고 있거나 양쪽뇌에 골고루 퍼져 있다.¹³⁾ 학교에서 아이들을 오른손잡이로 교육시키려는 경향이 있는데 이것은 지양되어야 한다. 무리한 오른손잡이로의 전환은 말더듬이나 행동장애를 일으킬 수도 있다. 독일 의사이자 언어교정 교육자인 비르트(Günter Wirth)는 왼손잡이의 원인을 3가지로 정리하였다.¹⁴⁾ 그 첫째는 선천적인 우반구의 우세이고¹⁵⁾ 두번째는 유아기의 뇌의 좌반구의 손상이고 세번째는 선천적 후천적으로 오른손이 없는 경우이다.¹⁶⁾ 언어적 기능은 보통 오른손잡이의 경우 왼손잡이에게서 보다 좌반구에만 강하게 속해 있다. 그러나 양손잡이의 경우나 여러 언어를 구사하는 사람들에게는 언어기능이 어느 한쪽에만 치우쳐 있지 않고 양쪽뇌에 골고루 퍼져 있음을 알 수 있다. 왼손잡이의 경우는 언어기능이 좌반구에 속하거나 양쪽 뇌에 퍼져 있거나 하여 오른손잡이에게서 보이는 좌반구에서의 집중 현상은 보이지 않는다.¹⁷⁾ 비르트의 연구 결과만 봐도 언어능력이 누구에

12) G.Wirth, 「Sprech-und Sprachstörungen.」, 52쪽 54쪽.

13) Wirth, 위의 책 52쪽.

14) Wirth, 위의 책 53쪽.

15) 이와는 반대로 선천적인 뇌의 좌반구의 우세가 오른손잡이의 원인은 아니다.

16) 이런 경우 언어능력의 우세성은 뇌의 우반구에 나타난다.

17) Wirth, 위의 책 53쪽.

게나 뇌의 좌반구에 속해 있지 않고 꼭 우세한 뇌쪽에 속해 있지도 않음을 짐작할 수 있다. 결국 뇌의 두 부분은 서로 다른 능력을 서로 절대적으로 나눠가지고 있다기 보다는, 그 우세성의 정도가 다른 것이라는 가정을 해 보기에 충분한 동기를 그의 실험결과들은 부여한다고 볼 수 있다.

III. 음지각에서 나타나는 뇌의 비대칭적 기능 분포

1. 음악에 대한 일반적인 뇌의 기능

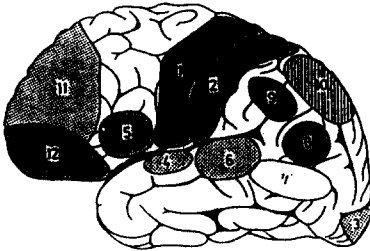
청자극과 관련된 뇌의 기능에 대한 관심은 음악적 소리나 다른 비언어적 소리의 지각에 대한 연구를 유발시키기에 충분하였다. 시각적인 것이나 촉각적인 것에 대한 반응양식과 같이 청각적인 것에 있어서도 뇌의 좌반구와 우반구는 비대칭적인 기능을 보인다. 즉 언어적이거나 비언어적 자극이 귀를 통해 뇌에 전달됐을 때 그것에 대한 식별능력은 좌반구와 우반구에서 서로 다른 것이다. 처음에는 음악과 관계된 뇌의 기능에 대한 지식이 주로 임상사례 연구결과에서 유래된 것이었다. 심한 실어증에 시달리고 있는 환자 중 몇몇 사람이 그 전에 잘 알던 노래를 전혀 부르지 못한다거나 잘 알고 있던 선율을 알아듣지 못한다든지 하는 증상을 보이고, 그 뿐 아니라 음악적 능력을 소유하고 있던 환자들이 약간의 언어장애나 혹은 전혀 언어장애를 일으키지 않은 상태에서 그들이 소유하고 있던 음악적 능력 중 몇개를 잃어버리는 현상을 보이자¹⁸⁾ 사람들은 모든 음악적 기능이 오른쪽 뇌에 치중되어 있지 않다는 가정을 이끌어 내게 되었다.

뇌의 우반구에 대한 체계적 연구, 즉 어떤 음악적 기능들을 우반구가 우세하게 가지고 있는가에 대한 연구는 1962년 의학자 밀너(B. Milner)에 의해 시작되었다.¹⁹⁾ 그녀는 미국의 심리학자 시쇼어(Carl Seashore)의 '음악적 능력 테스트' (Test of Musical Ability)의 부분 테스트(Subtest)를 이용하여 음악에 관련된 뇌의 기능을 연구하였다. 그녀의 연구결과에 의하면 왼쪽 측

18) H.W.Gordon, 「Hemispheric Asymmetries in the perception of musical chords」, 387쪽.

19) B.Milner, 「Laterality effects in audition」.

두엽(temporal lobectomies)²⁰⁾이 제거된 사람이 오른쪽 측두엽이 제거된 사람보다 음색과 조성기억에 대한 테스트에서 더 좋은 성적을 기록하였다. 즉 이 실험에서는 오른쪽 뇌가 음색이나 조성기억에서는 우세하다는 것을 보여준 것인데 이 연구는 특별히 비언어적 청각정보에 대한 체계적 연구의 시작이었다는 점에서 의의가 깊다.



<그림 3> 측면에서 본 좌반구의 모습

이 그림 중 4번이 청취에 관계하는 것이다. 이외에도 1번은 운동적(motorisch)인 것에 관여하며, 21) 2번은 지각(sensible)에 관여한다.

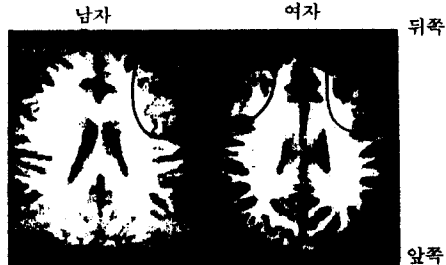
보통 이런 종류의 비언어적 청각정보는 우세하지 못한 쪽의 뇌에서 더 잘 처리되는 것이 보통이다. 1964년 그녀는 다시 한번 시쇼어의 부분테스트 중 리듬테스트를 이용

해서 리듬은 어느 한쪽 뇌의 기능이 아니라 양쪽 뇌의 기능이라는 것도 밝혀냈다. 그녀는 왼쪽 측두엽이 제거된 환자나 오른쪽 측두엽이 제거된 환자나 시쇼어의 리듬테스트에서 같은 성적을 얻었으며, 또한 그녀는 이 실험에서 오른쪽 측두엽이 약화된 환자에게 노래를 부를 것을 부탁했는데 그들의 노래에서 리듬적 요소는 파괴되지 않은 채 그대로 불리워졌다.

뇌의 음악적 기능에 대한 밀너의 연구는 키무라(D. Kimura)의 1964년 연

20) 대뇌의 한 부분으로 흔히 관자놀이 부분에 해당된다. <그림 3>을 참조.

21) 언어구사시 사용되는 뇌가 좌반구인가 우반구인가에 대한 논란 외에도, 남녀에 따라 뇌사용 부분이 다르다는 가설은 최근(1995, 2)에 에일 대 의대에 의해 밝혀졌다. 이 결과에 의하면 남자는 좌반구의 일부분만 사용하는 반면 여자는 양쪽 뇌 모두를 사용한다(그림 참조, 출처:조선일보 1995, 2, 18).



구²²⁾에 의해서 계승·발전되었다. 그는 선율을 실험재료로 사용하였는데 헤드폰을 통해 양쪽 귀에 따로따로 음악을 들려주는 방법을 선택하였다. 바로크 시대의 음악의 선율 중 짧은 부분을 발체해서 평범한 지원자들에게 들려주고, 들었던 선율을 기억했다가 나중에 다시 그것과 같은 것을 골라내도록 하는 것이었다. 실험의 결과는 왼쪽 귀에 음악을 들려주었을 때 훨씬 좋았다. 이 결과는 선율 재지각에는 우반구가 우세하다는 이론을 다시 한번 입증하였다. 키무라의 연구결과는 쉥크바이러(D.P. Schankweiler)에 의해 1966년²³⁾ 확장되었다. 그는 관현악곡적으로 작곡된 선율을 왼쪽과 오른쪽의 측두엽이 제거된 환자들의 양쪽귀에 따로따로 들려주었다. 결과는 어느쪽 귀로 듣나 오른쪽 측두엽이 제거된 환자들에게서는 선율 재지각에 큰 어려움이 발생했다. 결국 선율 재지각에는 오른쪽 뇌가 중요하다는 키무라의 실험결과가 다시 한번 확인된 것이다. 1960년대의 밀너, 키무라, 쉥크바이러를 이어 1970년대 들어서는 뇌의 음악적 기능에 대한 연구가 좀더 세분화되어졌다. 즉 관현악적 선율이 갖고 있는 여러가지 음악적 요소를 분리해서 연구하는 추세가 강해졌다. 대부분의 경우 양쪽 귀가 따로따로 실험되어졌을 뿐만 아니라, 리듬이나 선율 등의 재지각 능력을 통하여 여러가지 음악적 요소가 분리되어 그에 상응하는 뇌의 음악적 기능이 연구되어졌다.

2. 고든의 화음에 관한 뇌의 기능 연구

1970년에 행해진 음악 심리학자며 교육자인 고든(H.W. Gordon)의 실험²⁴⁾은 위에 언급한 당시의 경향을 잘 반영하고 있을 뿐 아니라, 그 이후 이 분야의 연구들이 활발해질 수 있도록 자극했던 대표적인 실험이다. 본 글에서는 고든의 이 실험을 자세히 고찰해 봄으로써 뇌의 음악적 기능에 대한 연구의 구체적인 예를 제시하고, 그것의 연구 가능성과 연구 방법에 대한 숙고의 기회로 삼아보려고 한다.

22) D.Kimura, 「Left-right differences in the perception of melodies.」, 355-358쪽.

23) D.P.Schankweiler, 「Effects of temporal lobe damage on perception of dichotically presented melodies.」, 115-119쪽.

24) H.G.Gordon, 「Hemispheric Asymmetries in the perception of musical Chords.」

그의 실험은 숫자·리듬이 첨부된 선율·화음 등 3가지 테스트로 구성되어 있지만 본 글에서는 음악과 관련된 선율과 화음테스트만을 중심으로 논해보도록 하겠다.

첫번째 테스트는 선율테스트인데 휘파람 소리와 비슷한 음색을 갖는 리코더로 연주되어서 음색과 화음면에서 별 의미가 없게끔 만들어졌다. 두번째 테스트는 오직 화음(chord)으로만 이루어져 있는데 이 화음은 전자오르간으로 연주되었다. 이 화음들은 양쪽 귀에 따로따로 들려졌다. 고든은 이 두개의 테스트를 통해 음악과 관련된 뇌의 기능을 세분화해서 더 정확히 설명해 보고자 하였다. 그러면 그의 테스트를 좀더 자세히 살펴보기로 하겠다.²⁵⁾

(1) 선율테스트

그는 선율테스트를 위해 바로크 시대의 음악과 작곡가 미상의 춤곡들에서 80가지의 선율을 선택하였다. 이 선율들은 4마디로 이루어졌으며, 각각의 선율은 같은 시간내(약 4초간)에 연주되었다. 선율을 본격적으로 들려주기 전 양쪽 귀에 동시에 한 선율을 실험 신호로 들려주었다. 이렇게 한 후 서로서로 독자적인 리듬과 음 높이들이 잘 어울리게 구성된 2개의 선율을 헤드폰을 통해 양쪽 귀에 따로따로 들려주었다. 이렇게 한 후 3초정도의 간격을 두고 양쪽귀에 동시에 4개의 선율을 순차적으로 들려주었다(<그림 4> 참조).

<그림 4> 선율테스트 방법



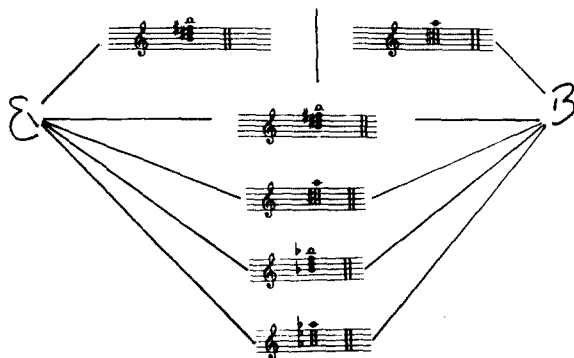
25) 고든은 20명의 남자 대학생을 대상으로 그의 실험을 했는데, 이들의 나이는 평균 19세였고, IQ는 120을 넘었다. 또한 그들은 상당히 수준높은 음악단체에 속해 있는 사람들이었다. 또한 모두 오른손잡이였으며, 이 테스트의 목적에 대한 사전 지식은 없는 상태에서 테스트를 받았다.

피실험자는 이렇게 순차적으로 양 귀에 들려진 4개의 선율 중에서 양쪽 귀에 따로따로 들려준 선율들을 찾아내어야만 했다. 이런 류의 실험이 전·후반부로 10번씩 2번, 즉 20번 행해졌다.

(2) 화음테스트

화음 테스트도 선율테스트와 거의 같은 방식으로 행해졌다. 그러나 몇가지 점에서는 차이를 보이는데 첫째는 선율 대신 화음이 사용됐다는 것, 둘째는 처음에 실험신호를 주지 않았다는 것, 셋째는 화음의 길이가 2초동안 지속되도록 구성됐다는 점이다. 화음테스트는 40번 실시되었는데, 10번씩 4개의 그룹으로 나누어져 실시되었다. 각각의 화음은 근음, 3음, 5음과 8음이나 7음 중 한개가 선택되어 4개의 음으로 구성되었고, 전자 오르간에 의해서 연주되었다. 그리고 각 화음의 근음의 높이는 가능한 차이가 없도록 구성되었다. 이외에도 화음테스트의 4그룹은 서로 조금씩 특징있게 구성되었다. (<그림 5> 참조). 피실험인의 과제는 선율테스트에서와 같이 4가지 순차적으로 양쪽 귀에 들려지는 화음 중 처음 두 화음과 같은 화음을 골라내는 것이다.

<그림 5> 화음테스트의 예



(3) 고든 테스트의 결과

선율테스트에서는 오른쪽 귀와 왼쪽 귀 사이에 큰 차이가 없었다(표2 참조). - 물론 약간의 차이(약4%)를 보이긴 하지만 이 크기는 선율테스트에서의 유의 수준(possibility level)-왼쪽 귀 1%, 오른쪽 귀 3%-을 고려한다면 별 의미를 갖지 못한다.

(표 2) 선율과 화음 테스트에 나타난 오른쪽과 왼쪽 귀의 차이

	평 균		
	왼쪽 귀	오른쪽 귀	두 귀의 차이
선율테스트	77.5 % (P<0.01)	73.5 % (P<0.03)	약 4 %
화음테스트	71 % (P<0.01)	63 % (P>0.05)	약 8 %

* P는 유의수준을 의미함. P=1면 100%를 의미함.

화음테스트에서는 선율테스트에서 보다는 두 귀의 차이가 나타난다. 즉 왼쪽 귀가 오른쪽 귀보다는 화음지각에 있어서 우세하다. 이외에도 각각의 테스트에서 후반부의 성적이 전반부의 성적에 비해 일반적으로 향상되어졌다. (표3 참조)

(표 3) 테스트 전반부와 후반부의 성적 비교

	왼쪽 귀	오른쪽 귀
선율 테스트 (전반부 대 후반부)	- 7.6 % (P>0.1)	- 10.15 % (0.06>P>0.05)
화음 테스트 (1,2그룹 대 3,4그룹)	- 12.37 % (0.04>P>0.03)	- 9.92 % (0.07>P>0.06)

* 성적의 차이가 +이면 전반부가 후반부보다 우세하고, 성적 차이가 -이면 후반부가 전반부보다 우세한 것을 의미함

이러한 전반부와 후반부에서의 성적변화는 한쪽 귀가 다른쪽 귀에 비해 불균형적(비대칭적)으로 강화(혹은 약화)되는 현상으로 이해될 수 있다. (표 2)에 의하면 화음테스트의 경우에서만 왼쪽 귀에서 후반부 테스트 성적이 분명히 향상됐을 뿐 선율테스트에서는 왼쪽귀도 성적향상이 많이 둔화되어 나타난다. 오른쪽 귀의 경우는 각각의 유의 수준을 고려해 본다면 화음, 선율 두 테스트에서 다 의미있는 큰 변화는 나타나지 않는다. 결론적으로 왼쪽 귀와 오른쪽 귀 사이에 그 성적 차이가 확실한 테스트, 즉 화음 테스트에서만 우

세한 쪽 귀, 즉, 왼쪽귀가 후반부에서 향상된 성적을 보여 준다고 할 수 있다. 또한 이 사실은 오른쪽 뇌가 왼쪽 뇌에 비해 학습 능력이 뛰어나다는 가정을 가능케 한다. 결국 화음 테스트의 경우에서만 왼쪽 귀와 오른쪽 귀(오른쪽 뇌와 왼쪽 뇌)의 기능적 차이가 나타날 뿐이다. 그러나 III. 1.에서 언급된 밀너의 선율테스트의 결론, 즉 선율 재지각에 있어서 왼쪽 귀(우반구)가 우세하다는 것은 고든의 연구 결과에서는 재확인 될 수 없었다. 선율지각에서 어느 쪽 귀도 분명한 우세를 나타내지 않았기 때문이다. 결국 무조건적으로 우반구에 음악적 기능이 속한다는 생각은 재검토되어야 하는 것이다.

(4) 고든 테스트의 해석

고든의 테스트는 좌·우뇌가 각각 고유한 음악적 기능을 갖고 있다는 가정에서 출발하였다. 그의 테스트 중 선율테스트의 경우를 보면 이곳에 사용된 선율은 리듬과 음높이라는 두 가지 음악적 요소를 동시에 포함하고 있다. 선율을 재지각하는 과정에서 리듬과 음높이는 종합적으로 기여할 수 있으나 그 중 한개에만 근거해서도 얼마든지 선율 재지각의 과제를 풀었을 가능성이 있다. 물론 선율테스트에서 음색이란 요소는 고정적 요소로 처리했기 때문에 선율 재지각에 별다른 기여를 할 수 없었을 것이다. 화음테스트의 경우에는 모든 리듬적 요소가 배제됨으로써 화음 재지각 시 오직 서로 다른 음높이만이 중요한 역할을 했다. 이 경우도 역시 음색을 한가지로 통일시킴으로 음색은 화음 재지각에 별다른 기여를 하지 못했다. 결국 선율 재지각에는 리듬과 음높이라는 두 가지 요소가 작용했다. 만일 음높이가 선율 재지각에 결정적 요소로 작용했다면 화음테스트에 기여했던 음높이에 대한 구별능력은 선율 재지각시 사용된 음높이 구별능력과는 질적으로 다른 것이었을 것이다. 그래야 선율과 화음테스트가 보여주는 상반된 결과가 설명될 수 있을 것이다. 이 질적 차이에 대한 가장 그럴듯한 설명으로 선율선이 갖는 단순한 음에서 음으로 이어지는 식의 음높이 변화와 화음에 의해 만들어지는 음높이 표본(pattern of pitches) 사이의 대비를 생각해 볼 수 있을 것이다. 만일 그렇다면 고든의 선율과 화음테스트 결과에 비추어 보아 뇌 기능의 비대칭성(cerebral dominance)은 전자가 아니라 후자, 즉 음높이 표본에 의한 음높이 구별의 경우에만 나타날 것이다. 그러나 이 논리로 III. 1.의 밀너의 실험결과

를 상기해보면 이 논리가 그리 타당해 보이지 않는다. 그녀는 뇌의 음 기억 능력(조성, 음색)을 연구하기 위해 측두엽 제거수술을 받은 환자들에게 한음 한음을 비교하는 과제, 즉 음높이 변화를 찾아내는 과제를 준 결과 우반구가 손상되지 않은 환자의 경우 훨씬 좋은 결과를 나타냈다. 결국 고든의 선율테스트에서 선율을 구별하기 위해 음높이 변화가 구별 요소로 작용했을 경우에도 분명히 뇌의 비대칭성이 드러났어야 할 것이다. 그러나 고든의 선율테스트의 결과는 양쪽 뇌가 거의 비슷한 성적을 보여줬다. 결국 선율테스트에서 뇌의 비대칭성이 나타나지 않았다는 것은 선율 재지각을 위해 질적인 음높이 차이보다는 리듬이 결정적 요소로 작용했을 것으로 추측해 볼 수 있다. 피실험자는 선율 재지각을 위해 양쪽 귀에 동시에 들려오는 선율들이 고유하게 갖고 있는 리듬적 요소를 기억해 두었다가 선율 재지각시 활용했을 것이다. 그렇다면 양쪽 뇌는 리듬적 측면에서는 같은 정도의 기능을 갖고 있다고 볼 수 있다 - 선율테스트의 결과가 양쪽 귀에서 거의 같다. 이런 리듬적인 면에서의 뇌의 기능적 대칭성은 밀너의 측두엽 제거 수술을 받은 환자들을 대상으로 한 테스트에서도 나타난다. 그녀의 테스트에서는 왼쪽 측두엽이 제거된 환자(오른쪽 측두엽이 제거된 환자)의 경우가 음기억(조성 음색)능력 테스트에서는 높은 점수를 획득한 것과는 다르게 리듬테스트에서는 된 쪽 측두엽이 제거된 환자에서와 오른쪽 측두엽이 제거된 환자에서서 같은 성적이 나왔다. 또 다른 연구에서 즉 보근(F.E. Bogon)과 고든(H.W. Gordon)²⁶⁾은 0.5 %의 아모바비탈(amobarbital, 마취제의 일종)을 사용, 우반구를 잠시 약화시킨 후 피실험자에게 노래를 부를 것을 부탁했는데, 그 결과 선율은 많이 훼손된 상태로 노래가 불리어졌으나 리듬적 측면은 그리 큰 훼손 없이 재생됨으로 리듬적 기능이 좌반구의 기능에 속함을 증명해 내었다. 보근은 또한 리듬이 좌반구의 기능에도 속하기 때문에 고든의 선율테스트의 결과가 양쪽 뇌에서 비슷하게 나왔다고 자신의 연구결과 해석부분에서 주장하기도 하였다. 그는 고든 테스트의 피실험자가 선율이 갖고 있는 특징적인 리듬을 찾아 선율 재지각시에 사용했기 때문에 양쪽 뇌의 성적이 비슷한 데 이 경우 선율 재지각

26) H.W.Gordon, 'Musical tests for functional lateralization with intracarotid amobarbital (in preparation)', 1971년.

에 리듬적 측면을 기준으로 할 것인가 음높이를 기준으로 할 것인가는 순수히 우연적 결정이지 테스트에 사용된 선율의 성격에 의해서 결정되는 것은 아니라고 생각했다. 보근의 선율 재지각을 위해 선율이 내포하고 있는 리듬적 요소가 사용됐다는 주장은 설득력 있게 보이지만, 왜 그렇게 했는지에 대한 이유는 분명치 않다.

화음테스트의 경우에는 우반구가 화음 재지각에 훨씬 더 뛰어남이 나타났음은 이미 언급한 바이다. 또한 화음테스트에서는 왼쪽 귀가 오른쪽 귀에 비해서 학습능력이 큼이 드러났다. 결국 화음지각 능력에서만 양쪽 뇌의 비대칭성이 나타났다.

우리는 고든의 연구에서 결론적으로 두가지 가정을 이끌어 낼 수 있다. 첫째는 리듬지각 능력은 양쪽 뇌에 골고루 퍼져 있으며, 피실험자는 선율을 오직 리듬에 의해서만 구별하였다. 둘째는 리듬은 좌반구의 기능에 속하며 선율은 오른쪽 뇌에 속한다. 그리하여 피실험자들은 판단기준을 그때 그때 임의로 바꿔가며 테스트에 임했다. 결국 이 두가지는 가정일 뿐이다. 양쪽 뇌가 각기 가지고 있는 음악적 능력에 대한 연구는 계속되어야 하며 그 중 리듬과 선율(음높이)문제도 예외는 아니다.

IV. 소리의 지각과 관련된 뇌의 우세성에 대한 연구결과 고찰

1970년대 고든을 필두로 소리의 지각에 대한 뇌의 기능연구가 활발해졌다. 그러면 우선 70년대까지의 양쪽 뇌의 음악적 능력에 대한 연구결과들을 정리해 보도록 하겠다.

1) 집중력이 요구되는 상황, 예를 들어서 어떤 소리가 들릴지 그렇지 않을지 모르는 상황에서는 좌반구가 우세하다. 즉 그 소리가 어떤 소리인가를 파악할때 오른쪽 귀로 그 소리를 듣는다(S. Haydon과 F.J.Spellacy 1973).

2) 구두적 자극(verbal stimuli)에 대한 지각에는 좌반구가 우세하고 시계 소리나 소음과 같은 비구두적 자극(non-verbal stimuli)에는 우반구가 더 우세하다(D.J. Bakker 1967, F.K.W. Curry 1967).

3) 음높이 구별능력에 관계된 양쪽 뇌의 기능의 차이에 대한 연구는 아직 확실한 결과에 도달하지는 못했지만 약간의 주파수 변화(약 2-30 Cents

정도)를 알아내는 능력에 있어서는 좌반구가 우세하다(K. Rushford-Murray 1977).

4) 우반구가 우세한 음세기 구별 능력을 갖고 있다(D.G. Doehring 1972).

5) 선율 지각에 있어서의 우반구의 우세성은 오른쪽 뇌가 손상된 환자들을 대상으로 한 연구(R.H. Brookshire 1975, D.P. Schankweiler 1965)와 일반인을 대상으로 한 양쪽 귀 테스트(dichotic listening, D. Kimura 1964, 1967)를 통해 밝혀졌다. 또한 선율이 허밍처럼 들릴 때도 우반구가 우세하다. 즉 비언어적 목소리의 지각도 우반구의 기능에 속한다(F.L. King과 D.Kimura, 1972). 선율지각에 있어서의 우반구의 우세성은 단어를 피아노 선율에 맞추어서 부르게 한다든지 숫자를 조성적 짜임새(tonal pattern)에 맞추어 부르게 한다든지 비교적 복잡한 자극들의 지각능력에 대한 연구결과에 의해 뒷받침 되고있다(H. Goolglass & M. Calderon 1977).

6) 화음지각은 우반구에서 우세하다(H.W. Gordon 1970, D.L. Molfese 1975).

7) 리듬지각에 관련된 뇌의 기능은 완전한 결론에 도달하지 못했지만 M. Natale의 1977년 연구²⁷⁾에 의하면 리듬지각은 좌반구의 기능에 속한다. 그러나 그레고리(A.H. Gregory)·해리먼(J.C. Harriman), 로버츠(L.D. Roberts)의 1972년 공동연구²⁸⁾에 의하면 그 반대가 적용됨으로 리듬에 관련된 연구는 좀더 이루어져야만 한다.

8) 여러 개의 연구들은 우반구가 가창능력에 깊이 관계되어 있음을 밝혀내었는데 고트(P.S. Gott)의 연구²⁹⁾에서도 우반구가 손상된 사람에게서 언어능력은 손상되지 않게 나타나는 반면 가창능력의 상실이 현저하게 나타났다. 또한 보근과 고든의 위에 언급한 1971년 실험에서도 아모바비탈에 의해 우반구가 약화되면 언어능력과 가창능력이 동시에 상실되는데 이 중 가창능력은 언어능력보다 훨씬 빨리 회복되는 것이 보통이다.

9) 음악가와 비음악가 사이에 음악과 관련된 양쪽 뇌의 기능상의 차이가 존재하는지에 대한 대답은 아직 완전하지 않다. 그러나 음악가는 선율 재지각을 위해서 선율적 요소를 사용하고 그것은 좌반구에서 일어나는 반면 비음악가는 이런 경우 우반구가 관계한다.³⁰⁾ 그 반면 프랭클린(E.E. Frandlin)

27) M.Natale, 'Perception of nonlinguistic auditory rhythms by the speech hemisphere', Brain and Language 1977, 4호, 32-44쪽.

28) A.H.Gregory, J.C.Harriman, L.D.Roberts, 'Cerebral dominance for the recognition of rhythm', Psychonmic Science, 1972, 28호, 75-76쪽.

29) P.S.Gott, 'Cognitive abilities following right and left hemispherectomy', in Cortex, 1973, 2호, 266-274쪽.

과 같은 사람은 음악과 관련된 뇌의 기능실험에서 음악가와 비음악가 사이의 차이를 발견하지 못했다.³¹⁾

10) 시쇼어의 '음악적 재능테스트' (Tests of Musical Talents 1960)의 성적은 우반구가 약화된 사람들에게 나쁘게 나타났다: 그 중에서도 음색과 조성에 대한 기억 테스트의 성적은 특히 나쁘게 나타났다(H.W. Gordon 1974, B. Milner 1962).

위에 나열한 연구결과들은 우반구가 음악적 지각작용과 음악연주에서 좌반구보다 깊이 관여하고 있다는 주장들을 뒷받침해주고 있는 듯 보인다. 그러나 몇 가지 부분은 완전한 결론을 내리기에는 아직 미흡하고 더 많은 연구가 요구되어진다.

V. 나오는 글

이렇듯 1970년 고든의 실험 이후 70년대는 음악적 지각능력에 관계된 뇌의 기능연구가 의학자·심리학자·음악학자 등에 의해서 활발히 행해졌지만, 어떤 결정적인 결론에는 도달하지 못한 상태였다고 볼 수 있다. 그러나 뇌의 음악적 기능연구 분야의 여러가지 방법론과 연구가능성을 제시해 준 시기였다고 볼 수 있다. 60년대는 대부분 뇌에 이상이 있는 환자들을 이용해서 측두엽 제거라는 방법을 통해 양쪽 뇌의 기능을 연구하였던 반면 70년대는 건강한 사람을 대상으로 연구하는 새로운 방향이 제시됐다. 즉 병자들에게서 얻은 결과가 과연 건강한 사람들에게 별 무리없이 적용될 수 있는가에 대해서 회의가 생긴 것이다.³²⁾ 뿐만 아니라 음악적 기능도 세분화되어서 연구되기 시작된 것이 고든의 연구부터라고 할 수 있다. 음악청취에 관한 연구 중

30) T.G.Bever & R.J.Chiarello, 「Cerebral dominance in musicians and non-musicians」, Science, 1974, 185호, 537-539쪽.

31) E.E.Franklin, 「Auditory laterality effects for verbal and melodic stimuli among musicians and non-musicians」, Paper presented at the Southern Regional. MENC Convention, Atlanta, April 1977.

32) 근래에는 90년대 핵자기공명단층촬영기술의 발달로 뇌의 활동부분의 촬영이 가능해졌기에 얼마든지 건강한 사람을 대상으로 한 뇌의 기능 연구가 가능해졌다.

인지쪽의 연구(음악심리학적 연구)가 20세기 후반에 들어와 음악지각 쪽의 연구(심리음향학적 연구)보다 활발한 것과 같은 느낌을 받게 된다면, 그것은 꼭 그런 것 만은 아니다. 본론에서 다룬 내용과 같은 음지각에 대한 연구는 꾸준히 계속되어져 오고 있다. 특히 음악의 지각에 대한 연구는 음악적 요소 별로 더욱 세분화되어지고 있다. 80년대와 90년대에 이르러서는 선율의 재지각, 협·불협화음의 지각, 화성지각, 음악적 구조지각, 리듬과 속도지각 등으로 세분화되어 활발한 연구가 진행되고 있다. 이제까지 연구된 모든 결과들을 재검토하고 비평하기에는 지면이 제한되어 있기에 이 분야의 자세한 연구결과들에 대한 고찰은 다음 기회로 미루기로 한다. 어쨌든 음악지각 분야에 있어서의 뇌의 기능에 대한 연구결과들은 음악교육자들에게도 특별한 의미를 지닐 수 있으리라 생각된다. 교육철학이나 교육과정이나 교육실습 등의 분야에서 의미있는 적용이 가능하지 않을까 생각된다.

참 고 문 헌

- Bakker, D. J., 'Left-right differences in auditory perception of verbal and non-verbal material by children', Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1967, 19호.
- Bogen, J. E. & Gordon H. W., 'Musical tests for funtonal lateralization with intercardial amobarbital', Nature, 1971, 230호.
- Brookshire, R. H., 'Recognition of auditory sequences by aphasia, right-hemisphere-damaged and non-brain-damaged subjects', Journal of communication Disorders, 1975, 8호.
- Curry, F. K. W., 'A comparison of left-handed and right-handed subjects on verbal and non-verbal dichotic listening tasks', Cortex 1967, 3호.
- Dochring, D. G., 'Ear asymmetry in the discrimination of monaural tonal sequences', Canadian Journal of psychology, 1972, 26호.
- Goodglass. H. & Calderon, M., 'Parallel processing of verbal and musical stimuli in right and left hemispheres', Neuropsychologia, 1977, 15호.
- Gordon, H. W., 'Hemispheric Asymmetries in the perception of musical chords',

Cortex VI 1970.

- Gordon, H. W., 'Auditory specialization of the right and left hemispheres', in M. Kinsbourne & W. L. Smith (Eds.), *Hemispheric disconnection and cerebral function*, Springfield III : C. C. Thomas, 1974.
- Gottschall, Dietmar., 'Das gespaltene Gehirn und die Kreativität.', in der Zeitschrift 'Gesellschaft' 1983, 9호.
- Hodges, Donald A., 'Split-Brain Research : A New Frontier', 1978.
- Kimura, D., 'Left-right differences in the perception of melodies', *Quarterly Journal of Experimental Psychology* : 1964, 16호.
- Kimura, D., 'Functional asymmetry of the brain in dichotic listening', *Cortex* 1967, 3호.
- King, F. L. & Kimura, D., 'Left-ear superiority in dichotic perception of vocal non-verbal sounds', *Canadian Journal of Psychology*, 1972, 26호.
- Milner, B., 'Laterality effects in audition', in V.B. Mountcastle (Ed.), *Interhemispheric relations and cerebral dominance*. Baltimore: John Hopkins. 1962.
- Philipps, Peter., 'Erfolgreich als Ganzhirn-Mensch.', *Die Welt* 誌 254호 1983년 10월 31일.
- Rushford-Murray, K., 'Left-right differences in the processing of instrument tone segments', *Council for Research in Music Education, Bulletin* 52, 1977.
- Schankweiler, D. P., 'Effects of temporal lobe damage on perception of dichotically presented melodies', *Journal of comparative physiological psychology* 1966, 62호.
- Scheid, Peter & Eccles, John. C., 'Music and Speech : Artistic Functions of the Human Brain', *Psychology of Music* 3, 1975.
- Wessells, Michael G., 'Kognitive Psychologie', Harper & Row 출판사, New York.
- Wirth, Günter., 'Sprech-und Sprachstörungen', *Deutscher Ärzte- Verlag*, 1977.
- 이석원, 「음악심리학」, 심설당, 1994.