

행동유전학 방법을 통한 인간 행동의 이해

허 윤 미
연세대학교

본 논문에서는 행동 유전학의 역사, 연구 방법론과 이에 따르는 문제점들을 간단히 기술하고, 행동 유전학에서 수행되어왔던 쌍둥이 및 입양아 연구, 그리고 인간 행동에 관련하고 있는 유전자 연구 결과들을 요약, 소개하고 있다. 쌍둥이 및 입양아 연구들은 대부분의 인간 행동이 정도에 있어서 차이는 있지만 유전의 영향을 받고 있음을 나타내고 있다. 쌍둥이 및 입양아 연구들은 또한 인간행동에 환경이 중요한 역할을 하는 것을 보여주고 있다. 그러나 그 환경들은 가정의 경제수준, 부모의 양육방식과 같은 가족 공유 환경이라기보다는 개인이 가족과 상관없이 고유하게 체험하는 개별 환경들이라는 것을 나타내고 있다. 일반적으로 인간 행동에 미치는 유전의 영향은 연령에 따라 증가하고 공유환경의 영향은 연령에 따라 감소하는 추세를 보이고 있다. 현재까지의 행동 유전학 연구들은 주로 미국, 북 유럽, 호주 등에서 거주하는 중상류 층의 백인들을 대상으로 수행되어왔다. 따라서, 연구 결과들을 유전 인자의 빈도나 문화 환경이 다른 한국인들에게 직접 적용시키기에는 어려운 점이 많다. 한국 심리학계에서도 쌍둥이 및 입양아 연구들이 활발히 진행되어 인간 행동에 끼치는 유전인자 탐색은 물론 그 유전자들이 한국 고유의 문화 및 환경과 어떻게 상호 작용하여 행동으로 발현되는지에 관해 깊이 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

이십세기에 들어서서 과학 발전의 가장 중요한 업적들 중의 하나로 유전자 지도 해독을 들고 있다. 유전자를 이용한 질병 치료, 인간 복제 등, 유전학의 놀라운 발전이 심리학에는 어떤 영향을 끼치고 있나? 본 논문에서는 심리학, 수량 유전학

(quantitative genetics), 그리고 분자 유전학(molecular genetics)을 통합한 학문이라고 볼 수 있는 행동 유전학을 소개하고자 한다. 먼저, 행동 유전학의 역사, 연구 방법론과 이에 따른 문제점들을 간단히 기술하고 미국, 북 유럽, 호주 등에서 주로 중상류

층의 백인들을 대상으로 수행되어왔던 행동유전학의 연구 결과들을 요약, 소개하여 독자들의 행동유전학에 관한 이해를 돕고, 아울러 한국에서도 심리학의 각 분야에서 행동유전학 연구가 활발하게 진행될 수 있도록 심리학도들의 관심을 고취시키는데 그 목적을 두고 있다.

행동 유전학의 주된 관심사는 인간 행동의 개인차를 유전과 환경의 영향으로 분석하여 인간 행동 발달의 원인을 규명하는데 있다. 행동 유전학의 역사는 Charles Darwin의 진화론으로 거슬러 올라간다. Darwin은 “종의 기원”에서 어느 집단에 있어서나 개인차가 있다는 것을 주장하였고, 그 집단의 개인차는 부분적으로 유전적 요인에 있다고 주장했다. 그리고 적자 생존의 원리에 의해서 그 집단의 특질은 유전이 되고 변화하게 된다고 주장하였다. Darwin의 사촌인 Francis Galton은 “종의 기원”에 많은 영향을 받아 인간 지능의 유전적 요인에 관심을 갖게 되었다. Galton은 저명 인사들의 가계를 조사하여, “유전에 의한 천재”(Hereditary Genius: An Inquiry Into Its Laws and Consequences, 1869)라는 책을 출판하였다. 유전에 의한 천재에서 Galton은 저명한 인사들의 가계에서 저명 인사들이 태어나는 경향이 있고, 특히 저명인사와 촌수가 가까운 친척일수록 저명 인사가 될 확률이 높다고 하였다. Galton은 오늘날 행동유전학의 주된 연구 방법인 쌍둥이 연구 방법, 입양연구 방법 등을 창안하여 행동유전학의 발전에 지대한 공헌을 하였다. Galton의 유전이론은 Gregor Mendel의 식물들을 이용한 실험에 의해 구체화되었다. Mendel은 유전인자들에 의해 특질이 후 세대에 전달되는 것을 보여주었고, 유전의 법칙으로 독립의 법칙과 분리의 법칙을 주장하였다. 오늘날 유전학의 급속한 발달로 DNA가 유전물질의 가장 근본이 되는 것

을 발견하게 되었고, DNA sequence를 해독함으로써, 인간의 행동에 영향을 끼치는 유전인자를 탐색하는 단계에까지 이르게 되었다.

행동유전학 연구 방법과 문제점들

1. 행동 유전학 연구 방법

유전학 이론은, 일정지역에 거주하고 있는 인구에 있어서 전체 변량(total variance)이 유전의 영향에 의한 변량(genetic variance)과 환경의 영향에 의한 변량(environmental variance)의 합이라고 가정하고 있다($V_t = V_g + V_e$). 유전변량 (V_g)은 다시 가산적 유전 변량(V_a ; additive genetic variance)과 비가산적 유전 변량(V_{na} ; nonadditive genetic variance)으로 나누어진다. 가산적 유전 변량은 유전의 효과가 유전인자의 분량에 따라 단순히 가산적으로 증가하여 발생하는 효과를 말한다. 따라서 유전의 효과가 유전인자의 합과 일치한다. 비가산적 유전변량은 유전인자들이 서로 상호 작용하여 발생하는 효과로서, 그102 효과가 유전인자들의 단순한 합과 일치하지 않을 때 나타나는 현상이다. 열성 및 우성 인자의 영향들이 유전의 비가산적 효과에 속한다고 할 수 있다. 환경변량(V_e)은 다시 공유환경의 변량(V_c)과 비공유환경의 변량(V_{nc})으로 나누어진다. 공유환경(shared environment)의 변량은 가족 구성원이 공통적으로 체험하는 환경의 영향을 나타낸다. 공유환경의 보기로서 가정의 사회경제적 수준 (SES), 형제들이 함께 다니는 학교, 함께 거주하고 있는 공동체의 영향 등을 들 수 있다. 공유환경은 공통 가정환경(common family environment) 또는 공통 환경(common environment)이라고 불리기도 한다. 비

공유환경(nonshared environment)의 변량은 개인이 가족 구성원들과 상관없이 개별적으로 체험하는 환경의 영향을 나타내는 것으로서, 개인 환경이라고 불린다(individual environment). 또는 고유환경(unique environment) 비공유환경은 한 가정에 거주하는 가족들이 서로 닮지 않게 하는 역할을 한다. 비공유환경의 예로서는 자녀에 대한 부모의 차별 대우, 개인의 우발적 사고 등을 들 수 있다. 이러한 공유환경, 비공유환경, 또는 유전의 영향을 측정하기 위해, 행동유전학에서는 쌍둥이 및 입양연구를 사용한다.

쌍둥이 연구: 전통적인 쌍둥이 연구 방법은 한 가정에서 성장한 일란성 쌍둥이와 이란성 쌍둥이의 유사성을 비교하여 유전과 환경의 영향을 측정하는 방법이다. 일란성 쌍둥이는 한 개의 정자와 한 개의 난자가 수정하여 생성되므로 100% 유전 인자를 공유하고 있다. 이란성 쌍둥이는 두 개의 난자와 두 개의 정자가 각각 수정하여 생성되므로 형제와 마찬가지로 약 50%의 유전인자를 공유하고 있다. 따라서, 어떤 특정 행동이 유전의 영향을 받는다면 그 행동에 있어서 일란성 쌍둥이가 이란성 쌍둥이보다 훨씬 더 유사해야 하고, 유전보다 공유환경의 영향을 받고 있다면, 유전을 공유하고 있는 정도가 다른 일란성 쌍둥이나 이란성 쌍둥이가 그 행동의 유사성에 있어서 차이가 없어야 한다. 어떤 특정 행동이 비공유 환경의 영향을 받고 있다면, 일란성 및 이란성 쌍둥이들이 그 행동에 있어서 유사성을 나타내지 않아야 한다. 쌍둥이의 유사성은 상관계수(intraclass correlation)로 나타낸다. 전체 변량중 유전의 영향이 차지하는 비율, 즉, 유전도(heritability = h^2)를 측정할 때는 일란성 쌍둥이(monozygotic twin; MZ)의 상관계수의 값과 이

란성 쌍둥이(dizygotic twin; DZ)의 상관계수 값의 차이를 두 배로 한 값으로 산출하며 [$h^2 = 2(r_{MZ} - r_{DZ})$], 전체 변량 중 공유환경이 차지하는 비율(c^2)을 측정할 때는 이란성 쌍둥이의 상관계수의 값의 두 배와 일란성 쌍둥이의 상관계수의 차이로 산출한다($c^2 = 2 r_{DZ} - r_{MZ}$). 전체변량 중 비공유환경의 영향이 차지하는 비율 (e^2)을 측정할 때는 1에서 일란성 쌍둥이의 값을 뺀 값($1 - r_{MZ}$)으로 나타낸다(Falconer, 1981).

함께 성장한 쌍둥이를 이용하여 행동의 개인차에 기여하는 유전도와 환경이 차지하는 비율을 산출하는 방법에는 몇 가지 문제점이 있다 (Plomin, DeFries, & McClearn, 1990). 그 문제점 중의 하나는 일란성 쌍둥이와 이란성 쌍둥이가 성장하는 환경을 공유하는 정도에 있어서 같다는 가정이다. 기존 연구 결과들을 살펴보면, 이 가정과는 달리, 일란성 쌍둥이들이 이란성 쌍둥이들에 비해, 같은 옷을 입고 다니고, 함께 공부하고, 같은 학교에 다니고, 같은 친구를 사귀고, 부모 및 주변 사람들로 부터 비슷하게 대우를 받는 등 환경을 더 많이 공유하는 것으로 나타났다(Loehlin & Nichols, 1976). 일란성 쌍둥이가 이란성 쌍둥이에 비해 더 많은 환경을 공유하고 부모로부터 더욱 비슷하게 대우를 받는다면, 일란성 쌍둥이들간의 높은 상관계수는 일란성 쌍둥이가 이란성 쌍둥이에 비해 더 많은 유전인자를 공유하고 있기 때문이 아니라, 일란성 쌍둥이가 이란성 쌍둥이에 비해 더 많은 환경을 공유하고, 주변 사람들로 부터 더 비슷하게 대우를 받기 때문이라고 해석될 수도 있다.

그러나 일란성 쌍둥이가 공유하는 환경이 일란성 쌍둥이들에게 단순히 수동적으로 주어지는 환경이 아니라, 일란성 쌍둥이들 자신이 능동적으로 만들어내는 환경이라고 보는 견해가 있다. Lytton

등 (1977)은 17쌍의 일란성 쌍둥이들과 29쌍의 이란성 유아 쌍둥이들이 어머니와 놀이하는 것을 비디오 테이프를 통해 관찰하여, 부모들이 일란성 쌍둥이들을 이란성 쌍둥이들보다 더 유사하게 대우하는지를 연구하였다. Lytton 등은 쌍둥이 부모들의 행동을 "부모가 시작한 행동"과 "부모가 쌍둥이들의 행동에 반응한 행동"으로 분류하였다. 부모가 시작한 행동에 있어서는 부모들이 일란성 쌍둥이들과 이란성 쌍둥이들을 대함에 있어서 차이가 없었다. 그러나, "부모가 쌍둥이들의 행동에 반응한 행동"에서는 부모들이 일란성 쌍둥이를 이란성 쌍둥이보다 훨씬 더 유사하게 대우 하였다. 즉, 부모들이 일란성 쌍둥이들을 더 비슷하게 대우하는 것은 일란성 쌍둥이들 자체의 유사한 행동에 단순히 반응하는 것이었다. 결론적으로, Lytton 등의 연구가 보여주는 것은, 일란성 쌍둥이들이 이란성 쌍둥이에 비하여 더 많은 환경을 공유하는 것은 사실이나, 환경 자체가 일란성 쌍둥이들의 행동을 유사하게 만드는 것이 아니라, 일란성 쌍둥이들의 유사한 행동이 일란성 쌍둥이들로 하여금 같은 환경에 처하도록 유도해 나가고, 주변 사람들로 부터 비슷하게 대우하도록 만든다는 것이다.

쌍둥이 연구는 분류적 교제(assortative mating)가 아니라는 가정을 하고 있다. 분류적 교제는 분류적 결혼(assortative marriage)이라고도 불리워지는데, 이는 어떤 특질에 있어서 서로 비슷한 남녀끼리 교제 또는 결혼하는 경향을 뜻한다. 예를 들어, 지능에 대해 분류적 결혼이 일어난다고 하면, 평균 지능보다 높은 지능을 소유한 남자가 평균 지능보다 높은 지능을 소유한 여자들과 결혼하는 경향이 있다는 것이다. 이러한 분류적 결혼이 일어나면, 그 자녀들의 지능이 평균보다 높은 경향을 나타내게 된다. 분류적 결혼은 일란성 쌍둥이의 유사성

에는 영향을 끼치지 않지만, 이란성 쌍둥이의 유사성을 높인다. 따라서, 분류적 결혼이 흔하게 일어난 경우, 분류적 결혼이 일어나지 않는 경우에 비해서 쌍둥이 연구는 공유환경을 더 높이 측정하고 유전도를 낮게 측정하게 되므로, 편향된 값(biased estimates)을 산출해낸다고 할 수 있다. 많은 연구들이, 연령, 지능(특히, 언어 지능), 교육 수준, 태도 등에 있어서 분류적 결혼이 이루어지고 있다는 것을 보여주고 있다(Vandenberg, 1972). 쌍둥이 연구에 있어서 분류적 결혼으로 인해서 일어나는 효과들을 통제할 수 있는 몇 가지 통계 방법들이 있지만, 각 방법들이 각각 다른 가정들을 가지고 있으므로 그 통계 방법들을 이용할 때는 가정들을 잘 검토해야 한다.

쌍둥이 연구에 따르는 또 하나의 문제점은 쌍둥이 연구 결과들을 쌍둥이가 아닌 사람들에게 일반화시킬 수 있는가 하는 쌍둥이의 "대표성" 문제이다. 일반적으로 쌍둥이는 태내 환경 조건이 쌍둥이가 아닌 단일 출생아(singleton)에 비해 열악하므로, 조산아로 태어나는 경향이 많고, 단일 출생아에 비해, 체중이 가볍고, 키가 작은 경향이 있으며, 아동기에 언어 지능에 있어서 다소 뒤떨어지는 경향이 있다(Hay and O'Brien, 1983). 그러나 이러한 신체 및 지능상의 취약점들은 아동기, 특히 취학을 전후한 시기에 대부분 극복된다고 한다(Wilson, 1983). 또한, 쌍둥이들의 이러한 특징들은 변량이 아니라 평균값에 영향을 끼치므로, 이러한 특징들 때문에, 쌍둥이 연구가 유전과 환경의 영향에 관한 편향적인 수치를 산출해내지는 않는다.

입양연구: 입양연구는 피험자 모집의 어려움 등의 이유로, 쌍둥이 연구만큼 흔하게 수행되지는 않지만, 유전과 환경의 영향을 측정하는 주된 연

구 방법 중의 하나이다. 입양으로 인해 떨어진 친부모와 자녀, 친형제들, 쌍둥이들은 가정환경을 공유하지 않고, 유전인자만을 공유하기 때문에 그들의 행동에 있어서의 유사성은 유전의 영향을 나타낸다. 또한 입양을 통해 한 가정에서 성장하는 입양아 형제들, 그리고 입양 부모와 입양 자녀들은 환경을 공유하고 유전인자는 공유하고 있지 않기 때문에 그들 사이의 유사성은 환경의 영향을 나타낸다. 쌍둥이 연구에서처럼 입양연구에서도 유사성을 나타낼 때는 상관계수를 이용한다. 친부모와 자녀, 그리고 형제들은 약 50%의 유전인자를 공유하고 있으므로, 떨어져서 살고 있는 친부모와 자녀, 친형제들, 이란성 쌍둥이들을 이용하여 유전도를 산출할 경우, 그들 간의 상관계수를 두 배 한다. 앞서 언급한 바와 같이, 일란성 쌍둥이는 유전인자를 100% 공유하고 있으므로, 떨어져서 성장한 일란성 쌍둥이간의 상관계수는 그 자체로서 유전도를 나타낸다. 한 가정에 입양된 입양 형제들, 그리고 입양부모와 입양아간의 상관계수는 그 자체로서, 공유환경의 영향이 차지하는 비율을 표시한다.

쌍둥이 연구와 마찬가지로, 입양 연구를 통해 유전과 환경이 차지하는 비율을 산출하는 방법에도 몇 가지 문제점이 있다. 그 중 하나는 선택적 입양 (selective placement)이다. 선택적 입양이란 입양아들이 무작위로 입양되는 것이 아니라, 신체적인 면을 포함한 여러 가지 면에서 친부모와 닮은 양부모에게 입양되는 경우를 말한다. 예를 들면 입양 기관에서 어떤 입양아의 친부모의 키가 큰 경우, 그 입양아를 키가 큰 양부모에게 입양을 시키는 경우 등이다. 이렇게 선택적 입양이 이루어졌을 경우에는 양부모와 입양 자녀간의 유사성을 순수하게 공유환경의 영향이라고 볼 수 없다. 현

재 대부분의 미국과 유럽의 입양기관에서는, 선택적 입양이 양부모로 하여금 자녀가 자기를 닮게 된다는 기대감을 지나치게 준다는 이유로 실시하지 않고 있다.

쌍둥이 연구에서와 마찬가지로, 입양 연구에서도 분류적 교제(assortative mating)가 일어나지 않는다는 가정을 하고 있다. 만약 분류적 교제가 일어난다면, 앞서 설명한 바와 같이 부모와 자녀간의 유사성을 증가시키기 때문에 입양연구를 통해 측정된 유전과 환경의 영향에 대한 수치는 편향된 것이라고 할 수 있다.

입양연구의 또 하나의 문제는 대표성 문제이다. 즉 자녀양육을 포기하고 입양시키는 친부모, 그리고 입양아나 입양부모가 전체 인구를 대표하는가 하는 문제이다. 입양연구에 있어서 대부분의 경우, 친부모에 관한 자료, 그 중에서도 특히 친아버지에 관한 자료를 수집하기가 무척 어렵기 때문에, 대표성 문제를 정확하게 진단하는 것이 용이하지는 않다. Scarr(1977)는 1948년부터 1952년 사이 미국 미네소타 주에서 자녀양육을 포기한 3600명의 여자들을 대상으로 지능 검사를 실시한 결과, 그들의 평균 지능은 100, 표준 편차가 15.4임을 발견하였다. 이 결과는 미국의 경우 자녀를 포기하는 친부모의 평균지능 및 표준편차가 전체 인구의 평균과 표준 편차가 비슷하다는 것을 보여 주고 있다. Horn등(1982)은 Texas에 거주하고 있는 약 300여 입양 가족들의 Minnesota Multiphasic Personality Inventory (MMPI) 점수를 분석하여 자녀를 포기한 친모가 입양모에 비해 정신 병리적 성향이 높다고 주장하고 있다.

입양아들은 지능 면에 있어서 평균 지능보다 다소 높은 경향을 보이고 있는데, 입양아들의 다소 높은 지능은 입양 가정의 양호한 성장환경의

영향이라고 보는 견해가 강하다(Locurto, 1990). 입양아들은 정신 질환 면에 있어서는 비 입양아와 차이가 나지 않지만, 알코올 및 약물 복용 등 청소년 비행 문제에 있어서는 비 입양아에 비해 높은 경향을 나타내고 있다(McGue, Sharma, & Benson, 1996). 비입양부모나 친부모에 비하여 입양부모들은 대체로 연령이 다소 높으며, 정서적으로 보다 안정되고, 지능, 교육수준 및 소득 수준에 있어서 높은 경향을 나타내고 있다 (Sharma, McGue, & Benson, 1996). 결론적으로 입양 연구는 이론적으로는 유전과 환경의 영향을 측정할 수 있는 이상적인 방법이나, 대표성 문제, 연구에 대한 친부모들의 비협조 등으로 인하여 입양아 연구의 결과들은 주로 미국과 유럽의 중상류층에 국한하여 일반화시킬 수 있다고 하겠다.

2. 유전도(heritability)의 개념

쌍둥이 및 입양연구를 통해 측정한 유전도(heritability)의 개념을 심리학의 각 분야에서 적절하게 사용하기 위해서는 그 개념에 대해 정확한 정의를 내릴 필요가 있다. 첫째, 유전도는 특정 행동의 개인차중 유전인자의 차이로 인해 발생하는 개인차의 비율을 나타낸다. 유전도는 광범위한 의미의 유전도(broad-sense heritability)와 협소한 의미의 유전도(narrow-sense heritability)로 나뉘어 지는데, 광범위한 의미의 유전도는 모든 종류의 유전적 요인을 합한 것으로서, 가산적 유전변량과 비가산적 유전변량을 합한 부분이 전체 개인차 변량에 차지하는 비율 $[(V_g + V_m) / V_t]$ 을 말하며, 협소한 의미의 유전도는 가산적 유전변량만이 전체 개인차 변량에서 차지하는 비율 $[V_g / V_t]$ 을 말한다. 둘째, 유전도는 한 개인의 속성을 직접적으로 나타내는

것이 아니라, 그가 속한 집단에 비교하여 나타내는 통계 수치이다. 즉, 어떤 집단에서 지능의 유전도가 50%이고, 그 집단에 속한 어떤 개인의 지능이 115일 때, 그 개인의 지능이 그 집단의 평균 지능(100)보다 15점이 높은 이유중의 대략 50%는 그 개인이 보유하고 있는 유전 인자들의 특징 때문이고, 나머지 대략 50%는 그 개인이 겪은 공유 환경 및 비공유환경 요인들 때문이라는 것이다. 따라서, 유전도는 영구 불변한 것이 아니라, 시대와 집단, 그리고 연령층에 따라서 달라질 수 있다. 유전도는 그 집단내의 유전인자의 빈도와 환경에 영향을 받으므로, 집단내의 특정 유전인자의 빈도가 변하거나, 그 집단내의 환경이 변하면 그 집단의 유전도가 변할 수 있다. 마지막으로, 유전도는 정확한 수치가 아니라, 통계적 수치이므로, 유전도도 다른 통계 수치들처럼 측정오차를 가지고 있다는 것을 유념해야 할 것이다(Plomin, DeFries, & McClearn, 1990).

행동 유전학 연구 결과들에 대한 검토

쌍둥이 및 입양아 등을 이용하여 이루어진 행동유전학 연구들은, 비록 정도의 차이는 있지만 인간의 여러 가지 행동들이 유전의 영향을 받고 있다고 결론을 내리고 있다. 그리고 가정경제수준과 같은 공유환경보다는 개별환경이 인간의 행동 결정에 더 중요한 영향을 준다는 것을 보여주고 있다. 본 논문에서는 쌍둥이와 입양아들을 이용한 대형 연구, 그리고 쌍둥이 및 입양 연구들에 관한 메타 분석(meta-analysis)들을 중심으로 하여, 행동유전학자들의 관심을 가장 많이 받은 지능, 성격, 직업흥미, 태도, 정신질환 등에 관한 연구

결과들을 간략하게 요약하고자 한다.

1. 지능

지능, 그 중에서도 특히 일반지능에 끼치는 유전과 환경의 영향에 관한 쌍둥이 및 입양아 연구는 거의 70년 이상 지속되어 왔다. Snyderman과 Rothman(1988)의 survey에 따르면, 유전이 지능 결정에 중요한 역할을 한다는 결론은 미국 심리학자들 사이에서 널리 받아들여지고 있다고 한다. 지능에 끼치는 유전과 환경의 역할에 관한 메타 분석의 결과를 살펴보면, 입양으로 인해 떨어져 성장한 형제들간의 지능의 평균 상관계수는 0.24이고, 헤어져진 친부모와 자녀간의 지능의 평균 상관계수도 0.24이라고 한다 (Plomin, DeFries, McClearn, & Rutter, 1997). 부모와 자녀, 그리고 형제간은 유전인자를 약 50% 공유하고 있으므로, 이 상관계수를 두 배하면, 지능에 끼치는 유전도는 약 50%라고 결론을 내릴 수 있다. 한 가정에 입양되어 성장하고 있는 입양아 형제들 간의 지능의 상관계수는 0.32라고 나타났는데, 이는 지능에 끼치는 공유환경의 영향이 약 30%라고 해석할 수 있다. 지능에 관한 쌍둥이 연구결과도 입양 연구결과와 비슷하다. 함께 성장한 일란성 쌍둥이들의 지능에 관한 평균 상관계수는 0.86이고 이란성 쌍둥이 평균 상관계수는 0.60인데, 이는 지능에 끼치는 유전도가 약 50%이고, 공유환경의 정도는 약 30%라는 것을 보여준다. 쌍둥이 및 입양아 연구를 종합하면 지능에 미치는 유전의 영향은 약 50%, 공유환경의 영향이 약 30%, 그리고 나머지 20% 가량은 비 공유환경의 영향 및 측정오차라는 결론이 내려진다. 그러나 이 메타 분석에 사용된 자료들은 주로 청소년들과 취학 후 아동들을 대상으로 한 연

구들이라는 것을 유념해야 한다.

취학 전 아동과 성인 및 노년을 대상으로 한 쌍둥이 및 입양연구는 많지 않다. 그러나 기존 연구들에 의하면 지능에 끼치는 유전도가 연령에 따라 증가하고 공유환경의 영향은 연령에 따라 감소한다고 한다. 미국, Louisville에서 Wilson(1983)은 쌍둥이들을 종단적으로 연구했는데, 유아기 (3 - 6개월)에는 일란성 및 이란성 쌍둥이들의 상관계수가 거의 차이가 나지 않다가 유아기를 지나면서 일란성 쌍둥이들의 상관관계는 점차 높아지고 이란성 쌍둥이들의 상관관계는 점차 낮아져서 15세에는 일란성 쌍둥이들의 상관계수는 0.86이 되고 이란성 쌍둥이들의 상관계수는 0.54가 되었다. 이 연구는 지능을 형성하는데 있어서 유아기에는 공유환경의 영향이 지배적이고 유전의 영향이 거의 나타나지 않다가, 그 이후 유전의 영향이 점점 증가하여 청소년기에 약 50%에 도달하고, 공유환경의 영향은 점차 감소하여 청소년기에 약 30% 가량으로 감소되는 것을 보여주고 있다.

McGue 등(1993)의 메타분석에 의하면, 성인기에 이르러 지능에 끼치는 유전의 영향은 거의 80%에 달하고 공유환경의 영향은 점차 줄어들어 거의 0%에 달하며, 개별환경의 영향이 약 20%를 차지한다고 결론을 내리고 있다. 최근 80세 이상의 노인들의 지능에 대한 유전과 환경의 영향에 관한 연구가 나와 주목을 끌고 있다. McClearn 등(1997)은 스웨덴에서 거주하고 있는 80세 이상의 110쌍의 일란성 쌍둥이들과 130쌍의 이란성 쌍둥이들에게 지능검사를 실시한 결과 일반 지능에 관한 유전도는 62%, 공유환경의 영향은 11%, 그리고 비공유환경의 영향은 27%임을 발견하였다. 이 연구는 80세 이상의 쌍둥이들 중에서도 정신적으로나 신체적인 면에서 건강하여 지능 검사를

치를 수 있는 노인들에 한해서 수행된 연구이므로 연구결과를 일반화시키는데 주의를 기울여야 한다.

대부분의 행동유전학자들은 지능과 같이 복잡한 심리적 특질은 단일 또는 몇몇 유전자들이 아니라 많은 유전자들에 의해 영향을 받는다고 추정하고 있다. Plomin과 Petrill(1997)은 미국의 학령기 아동들의 혈액을 분석하여 미토콘드리아 DNA, EST00083이 지능에 관련한다는 것을 발견하였다. 그러나 EST00083은 독일의 성인들을 대상으로 한 반복 검증 실험에서 지능과의 관련성을 나타내지 않았으므로 Plomin과 Petrill의 연구 결과에 대해 의문이 제기되고 있다(Moises 등, 1999).

Chorney 등(1998)은 6번 염색체 상의 IGF2R(Insulin-like growth factor 2 receptor) 유전인자가 IQ의 4점에 해당하는 약 1.5%의 지능의 개인차 변량을 설명한다고 보고하였다. 심리적 특질에 영향을 끼치는 유전인자를 찾는 실험들은 오류로 인해 긍정적인 결과를 산출할 확률이 높기 때문에, 여러 집단을 이용하여 반복실험(replication study)을 통해 실험결과를 검증하는 절차가 매우 중요하게 여겨지고 있다. EST00083과 IGF2R이 지능에 정말 관련되어 있는가에 대해 명확히 결론을 내리기 위해서는 다른 연구자들에 의한 많은 반복 실험들이 수행되어야 할 것이다.

2. 학업성취

초등학교에 있어서의 학업성취는 공유환경의 영향이 유전의 영향보다 훨씬 더 큰 것으로 보인다(Thompson, Detterman, Plomin, 1991; Brooks, Fulker, & DeFries, 1990). Thompson 등(1991)은 278쌍의 초등학교 쌍둥이들(연령: 6세-12세)의 읽기, 언

어, 그리고 수학 영역에 있어서의 학업 성취의 상관관계를 분석하였다. 일란성 쌍둥이들의 상관계수는 읽기 영역에서 0.94, 언어 영역에서 0.87, 수학 영역에서 0.91이며, 이란성 쌍둥이들의 상관계수들은 각각의 영역에서 0.79, 0.71, 0.81 이었다. 이 결과들은 학업성취에 미치는 유전의 영향이 20% 내지 32%, 공유환경의 영향은 약 55% 내지 71%인 것을 보여주고 있다.

Loehlin과 Nichols(1976)는 고등학생 1300 쌍의 일란성 쌍둥이와 864쌍의 이란성 쌍둥이들을 이용하여 학업성취에 나타난 유전과 환경의 영향을 검토하였다. 사회, 자연과학, 영어, 수학의 네 과목에서 일란성 쌍둥이의 상관계수들은 0.64 에서 0.72 사이에 있었고, 이란성 쌍둥이의 상관계수는 0.45 에서 0.52 사이에 있었다. 이 상관계수들은 학업성취에 미치는 유전의 영향이 약 40%, 그리고 공유환경의 영향이 약 30%라는 것을 보여주고 있다. Loehlin과 Nichols의 연구 결과는 지능에서와 같이, 연령이 높아짐에 따라 학업성취에 끼치는 유전의 영향이 증가하고, 공유환경이 차지하는 비율이 감소하는 것을 보여주고 있다.

3. 성격

본 논문에서는 성격에 대한 유전과 환경의 영향연구를 청소년기 이후, 자기보고 방법을 사용한 연구들에 국한하여 다루기로 한다. 청소년기 이전의 성격 연구들은 부모들의 자녀 성격에 대한 평가 방식을 주로 채택해 왔었는데 이 방법은 부모들이 쌍둥이들을 지나치게 유사하게 평가하는 경향이 있어서 편향된 수치를 나타낸다는 비판을 받아왔다.

Floderus-Myrhed등(1980)은 스웨덴에서 4987쌍의

일관성 및 7790쌍의 이란성 성인 쌍둥이들(연령: 17세 - 49세)을 대상으로 성격에 끼치는 유전과 환경의 영향을 연구했다. 내외향성(Extraversion vs. Introversion)에 관한 일란성 쌍둥이들의 상관계수는 0.51이며 이란성 쌍둥이의 상관계수는 0.21이었으며, 정서안정성(Neuroticism vs. Emotional Stability)에 관한 일란성 쌍둥이의 상관계수는 0.50이며 이란성 쌍둥이의 상관계수는 0.23이었다. Martin과 Jardin (1986)은 호주에서 거주하고 있는 2903쌍의 성인 쌍둥이들을 연구하여 Floders-Myrthed 등과 매우 유사한 연구 결과를 얻었다. Martin과 Jardin의 연구에서 내외향성에 관한 일란성 쌍둥이의 상관계수는 0.52였으며 이란성 쌍둥이의 상관계수는 0.17이었다. 그리고 정서 안정성에 있어서는 일란성 쌍둥이의 상관계수는 0.50이고 이란성 쌍둥이의 상관계수는 0.23이었다. 이 연구들을 분석해보면 내외향성 및 정서 안정성에 끼치는 유전의 영향은 약 50% 내지 60%이며 공유환경의 영향은 거의 없으며 대부분의 환경의 영향은 공유환경이 아닌 개별환경의 영향이라는 것을 알 수 있다.

부모와 자녀에 관한 입양 연구결과는 쌍둥이 연구들과 다른 결과를 나타내고 있다. Hendersen (1982)은 내외향성과 정서 안정성에 관한 입양 연구들을 분석한 결과 입양부모와 청소년 입양 자녀 간의 평균 상관계수는 거의 0에 가깝고 입양아와 헤어진 친부모와의 평균 상관계수는 0.15임을 발견하였다. Hendersen의 연구는 외향성과 정서안정성에 끼치는 유전의 영향은 약 30%이며, 공유환경의 영향은 거의 없다는 것을 보여주고 있다. 친부모와 자녀간의 상관계수는 가산적 유전변량만 포함하고 있으므로, Hendersen이 발견한 약 30%의 유전도는 가산적 유전 변량만을 나타낸다. 따라서, 쌍둥이 연구에서 보여준 50% 내지 60%의 유전적

변량은 성격에 비가산적 유전효과가 중요한 역할을 하는 것을 시사하고 있다. 특히 이란성 쌍둥이의 상관계수들이 일란성 쌍둥이의 상관계수들의 반에 못 미치고 있는 것이, 외향성 및 정서 안정성에 비가산적 유전의 영향이 높다는 것을 뒷받침해주고 있다(Lykken, 1982). 부모와 자녀간의 성격이 별로 닮지 않은 것을 종종 관찰하게 되는데, 이는 성격 형성에 가정 경제수준, 양육방식 등과 같은 가정환경이 거의 기여하지 않고, 가산적 유전영향보다 비가산적 유전의 영향이 중요하기 때문이라고 해석된다.

Pedersen 등(1988)은 떨어져서 성장한 쌍둥이와 한 가정에서 성장한 쌍둥이들을 이용하여 정서 안정성, 외향성, 충동성, 그리고 단조 회피성(Monotony-Avoidance)에 미치는 유전과 환경의 영향을 조사하였다. 연구에 참가한 쌍둥이들의 72%가 50세 이상 이었고, 평균연령은 58.6세 이었다. 외향성에 끼치는 유전의 영향은 41%, 정서 안정성에 끼치는 유전의 영향은 31%, 충동성에 끼치는 유전의 영향은 45%, 그리고 단조회피성에 끼치는 유전의 영향은 23%이었다. 그 중 외향성과 충동성에 미치는 유전의 영향은 거의 비가산적 유전 영향이었고, 정서 안정성 및 단조회피성에 끼치는 유전의 영향은 대부분 가산적 유전 영향이었다. 정서 안정성, 외향성, 충동성, 그리고 단조 회피성에 끼치는 환경의 영향은 대부분 비 공유환경의 영향이었고, 공유환경의 영향은 10%이하였다. Pedersen 등의 연구는 노년기에 이르러 성격에 미치는 유전의 영향은 다소 감소하고 비공유환경의 영향이 다소 증가하는 것을 보여주고 있다.

Cloninger 등(1996)은 11번 염색체상에 있는 D4 도파민 수용체 (DRD4) 에 관련하는 유전인자가 새로움을 추구하는 성격 특질 (novelty-seeking)에 영향

을 준다고 보고하였다. Cloninger의 '새로움 추구'는 그의 삼면성 성격 검사지 (Tridimensional Personality Questionnaire)에서 개발한 것으로서, 충동적이고, 새로운 것에 대한 탐색을 많이 하며, 흥분을 잘하고, 불안정한 성격 특질을 일컫는다. Cloninger가 발표한 이래로 미국(Benjamin et al., 1996; Pogue-Geile et al., 1998)을 비롯하여 핀란드(Malhorta et al., 1996; Ekelund, 1999), 이스라엘(Ebstein et al., 1996), 일본(Ono et al., 1997)등에서 반복 검증 실험들이 수행되었는데, 대다수의 실험들이 DRD4 유전인자가 '새로움 추구'의 개인차 변량의 약 4% 내지 6%를 설명하고 있다는 결과를 나타내고 있어서 DRD4와 새로운 것을 추구하는 인간행동의 관련성을 강력하게 뒷받침해주고 있다.

세로토닌의 기능과 관련된 유전인자, 5-HTTLPR이 정서 안정성에 영향을 준다는 보고 (Lesch 등, 1996)가 있었다. 그러나 이 연구 결과는 현재까지의 반복 실험들에서 실패하였으므로(Ball 등, 1997; Ebstein 등, 1997), 명확한 결론을 내리기에 미흡하다.

4. 직업흥미, 태도

Holland의 이론에 따르면 직업흥미는 여섯 가지 주제로 나누어진다. 즉, 현장형, 탐구형, 예술형, 사회형, 진취형, 사무형이다. Nichols (1978)는 직업흥미에 관한 쌍둥이 연구들을 요약한 결과 탐구형을 제외하고는 다섯 가지 주제에 관한 평균 유전도가 약 36%인 것을 발견하였다. 탐구형에 관한 유전도는 약 50%이었다.

태도와 신념체계가 어떻게 유지되고 변화하는가는 사회 심리학자들의 주된 관심사를 끌어 왔다. Eaves 등(1989)은 태도에 관해서 호주와 영국에서 수행된 대형 쌍둥이 연구들을 요약하여 분석하였

다. 쌍둥이들은 모두 성인들이었는데, 권위주의, 종교, 사회주의, 편견, 허용에 관하여 유전의 영향은 41%에서 63% 사이에 있었으며, 공유환경의 영향은 권위주의와 종교에 대한 의견이 22%이었고, 사회주의, 편견, 그리고 허용에 관한 공유환경의 영향은 거의 0에 가까웠다. 그러나, 태도는 분류적 결혼 현상이 높은 심리적 특질중의 하나이므로, 실제 공유환경의 영향은 Eaves 등의 연구에서 밝혀진 것보다 더 낮을 수도 있다.

5. 체 중

사람들은 종종 체중의 개인차는 식습관 또는 운동량의 차이에 달려 있다고 믿고 있지만 쌍둥이 연구와 입양연구는 체중의 개인차에 유전적 요인이 많이 작용한다는 것을 보여주고 있다(Grilo & Pogue-Geile, 1991). Grilo와 Pogue-Geile은 체중에 관한 부모 형제, 쌍둥이, 입양연구들을 메타 분석한 결과, 함께 성장한 일란성 쌍둥이의 상관관계는 0.80, 함께 성장한 이란성 쌍둥이의 상관관계는 0.43, 떨어져서 성장한 일란성 쌍둥이의 상관관계는 0.72이라는 것을 발견하였다. 떨어져서 성장한 쌍둥이들의 상관관계수가 함께 성장한 쌍둥이들의 상관관계수와 거의 차이가 없는 것으로 보아 성장환경이 체중에 끼치는 영향은 거의 없는 것으로 보인다. 또한, 한 가정에서 거주하고 있는 친부모와 자녀와의 상관관계수는 0.23 이었는데, 입양아와 그들의 친부모와의 상관관계가 0.26이었다는 것으로 미루어 보아, 친부모와 자녀와의 체중의 상관관계수 0.23은 가산적 유전효과라는 것을 알 수 있다. Grilo 와 Pogue-Geile의 연구 결과들을 종합하면, 체중에 미치는 유전의 영향이 약 70%이며, 공유환경의 영향은 거의 전무하며, 환경의 영향 약 30%는

모두 비공유환경의 영향이라는 것을 알 수 있다. 한 가정에서 함께 식사하고 음식을 공동으로 섭취한다는 사실이 체중의 개인차에 기여하지 않는다는 것은 주목할만한 발견이라고 할 수 있다.

Bouchard 등(1990)은 일란성 쌍둥이 12쌍을 3개월 동안 통제된 실험실에서 과도한 칼로리를 섭취시킨 후, 각 쌍둥이들의 체중 증가량을 측정하였는데 일란성 쌍둥이의 체중 증가량 상관계수는 0.50이었다. Bouchard 등의 연구는 모든 사람들이 똑같은 양의 식사를 하고 똑같은 양의 운동을 하더라도 유전적 요인으로 인해 체중에 있어서 개인차가 생길 수 있다는 것을 시사하고 있다.

Mathney(1990)는 일란성 쌍둥이들과 이란성 쌍둥이들의 체중을 출생 시부터 15세까지 측정하였는데, 출생시 체중에는 유전의 영향이 거의 없었으나 생후 첫 1년 동안 급격히 늘어나 약 60% 정도의 유전도를 보이고, 생후 1년 이후부터 청소년기까지 계속 60% 내지 70%의 안정된 유전도를 나타내는 것을 발견하였다. 생후 1년 이후부터 청소년기까지 공유환경의 영향은 거의 나타나지 않았다. Stunkard et al. (1986)은 4000쌍의 쌍둥이들을 대상으로 체중과 BMI (Body Mass Index)에 끼치는 유전과 환경의 영향을 분석하였다. 20세와 45세에 각각 측정하였는데 양 연령에 있어서 유전의 영향은 약 80%로 밝혀졌다. Mathney와 Stunkard 등의 연구를 종합하면, 체중에 관한 유전의 효과는 주로 생후 1년 동안 발현하여 급격히 증가하고, 그 이후는 대체로 안정된 경향을 나타내는 것으로 보인다.

6. 정신질환

정신질환은 행동유전학에서 가장 활발하게 연

구가 일어나는 분야 중의 하나이다. 정신 질환을 측정할 때는 종종 양분법, 즉, 정신 질환이 있는가 없는가 하는 방법으로 측정한다. 따라서 친척간의 유사성을 나타낼 때는 상관계수가 아닌 일치율(concordance)을 이용하여 표현한다. 일치율은 두 친척간에 함께 질환을 가지게 될 확률을 말하며, 통상 퍼센트로 표현한다. 예를 들어 정신분열증에 관한 형제간의 일치율이 10%일 경우, 이는 정신분열증 환자의 형제가 정신분열증에 걸릴 확률이 10%라는 것을 의미한다. 상관계수에 있어서와 마찬가지로 어떤 질환에 있어서, 근친일수록 일치율이 높으면 이는 그 질환에 유전의 영향이 작용한다는 것을 시사한다.

정신 분열증: 정신분열증에 관한 행동유전학 연구는 Heston (1966)의 정신분열증 환자들의 입양된 자녀에 대한 연구를 기점으로 하여 확산되기 시작하였다. Gottesman(1991)은 정신분열증에 관한 쌍둥이 연구들을 분석하여 이란성 쌍둥이의 평균 일치율이 17%, 일란성 쌍둥이의 평균 일치율은 48%임을 발견하여, 유전적 요인이 정신분열증에 기여하고 있다는 것을 보여주고 있다. Gottesman과 Bertelson (1989)은 정신 분열증에 있어서 불일치 하는 쌍둥이들, 즉, 쌍둥이들 중 한 명만 정신 분열증에 걸리고 다른 한 명은 정신 분열증에 걸리지 않은 쌍둥이들의 자녀들을 대상으로 정신 분열증 발병 상태를 조사하였다. 놀랍게도, 일란성 쌍둥이들에게는, 정신 분열증에 걸리지 않은 쪽의 자녀 중에서의 정신 분열증 발병률이 정신 분열증에 걸린 쪽의 자녀들 중의 발병률과 거의 차이가 나지 않았다 (17.4% 대 16.8%). 이 연구는, 일란성 쌍둥이는 비록 자신이 정신분열증에 걸리지 않았다 하더라도, 자신의 쌍둥이가 정신분열증에 걸렸다면,

자기도 자신의 쌍둥이와 마찬가지로 정신분열증 소인을 자녀에게 전달한다는 것을 보여주고 있다.

Kety(1994) 등은 정신분열증에 걸린 47명의 입양아와 정신분열증 증상이 없는 47명의 입양아들의 친부모 형제들과 양부모 형제들을 조사하였다. 정신분열증을 가진 입양아들의 친부모 또는 친형제들 중에 정신분열증에 걸린 사람들은 5%인 반면, 정신분열증에 걸리지 않은 입양아들의 친부모 또는 친형제들 중에 정신 분열증에 걸린 사람은 0% 이었다. 또한 정신 분열증을 가진 입양아들의 양부모 형제들 중에 정신 분열증에 걸린 사람은 한 명도 없었다. Kety 등의 연구는 정신분열증의 유전적 요인을 확고하게 해 주고 있다.

Tienari 등(1994)은 정신분열증 환자를 친부모로 가진 입양아들과 정상인을 친부모로 가진 입양아들을 비교하였는데, 연구 대상이 된 247명의 입양아들 중 10명이 정신 분열증 또는 이와 유사한 정신 질환을 앓고 있다는 것을 발견하였다. 그 열명중 8 명은 정신분열증 환자의 친 자녀들이었고, 2 명은 정상인의 친 자녀들이었다. 정신분열증 환자의 친 자녀들의 정신 질환상태와 입양 가정 환경을 분석해본 결과, 정신분열증이나 심각한 정신 질환을 가진 입양아들은 거의 모두가 결손, 또는 심각한 갈등이 일어나는 가정에서 성장하였고, 정상적이고 건전한 입양가정에서 성장한 입양아 중 정신분열증이나 심각한 정신 질환을 가진 자녀는 한 명도 없었다. Tienari 등의 연구는 정서적 갈등 등의 나쁜 가정 환경들이, 정신질환의 유전적 소인 발현을 촉진 시키고, 양호한 가정이 정신 분열증의 유전적 소인 발현을 억제시키는 역할을 할 수 있다는 것을 나타냄으로써, 정신질환 발병 원인에 있어서 유전과 환경의 상호작용의 중요성을 보여주고 있다.

정신 분열증에 관련된 유전 인자 발굴 사업은 Sherrington 등(1988)의 연구 이래로 꾸준히 진행되어 왔지만 현재까지는 뚜렷한 성과를 보지 못하고 있다. 5번, 6번, 8번, 10번 염색체 상의 특정 영역이 정신 분열증과 관련되어 있다는 보고들이 있었지만, 반복 실험에서 계속 실패를 나타내 왔다. 가장 최근에 발표된 Kendler(2000) 등의 연구에서 정신분열증이 유전하는 265가계의 1408명의 염색체가 분석되었는데, 5번(5q21-5q31), 6번(6p24-22), 10번(10p15-10p11) 염색체와 정신분열증의 관련성은 반복되지 않았고, 8번 염색체 (8p22-21)는 정신 분열증과 관련이 있는 것으로 나타났다.

우울증: 본 논문에서는 우울증의 두 하위 구조인 단극성 우울증(unipolar depression)과 양극성 우울증(bipolar depression)으로 나누어서 요약하도록 한다.

Wender 등(1986)은 단극성 우울증의 증세를 가지고 있는 71명의 입양아들과 단극성 우울증 증세를 가지고 있지 않는 입양아들의 친부모와 친척들을 검토했다. 단극성 우울증 증세를 가진 입양아들의 친척들 387명중에서 8%가 단극성 우울증 증세를 가지고 있었고, 단극성 우울증 증세를 가지고 있지 않은 입양아들의 친척들 344명중에서도 약 5%가 단극성 우울증 증세를 가지고 있었는데, 이 연구는 단극성 우울증 증세에 끼치는 유전의 영향이 비교적 적다는 것을 나타내고 있다. Kendler 등(1992)은 여자 성인 쌍둥이들을 대상으로 경미한 수준의 단극성 우울증을 가진 쌍둥이들에게서 일란성 쌍둥이의 일치율이 49%, 이란성 쌍둥이의 일치율이 42%라는 것을 발견하였다. Kendler 등의 연구는 경미한 단극성 우울증에는 유전의 영향이 적고 공유환경의 역할이 크다는 것을 보여주고 있다.

McGuffin 등(1993)은 Kendler 등의 연구에 참가하였던 여자 쌍둥이들을 다시 진단하여 그 중 4%만이 심각 수준의 우울증이라고 진단을 하였다. 또한, McGuffin 등은 새로운 진단기준에 따라 Kendler 등의 자료를 재분석하여, 경미한 단극성 우울증에는 공유환경의 영향이 유전의 영향보다 더 강하고, 심각한 수준의 단극성 우울증에는 유전의 영향이 공유환경보다 더 강하게 작용한다고 결론을 내렸다.

Bertelsen(1985)은 정신분열증에서처럼 일란성 쌍둥이들 중에 한 쪽은 양극성 우울증에 걸리고, 다른 한 쪽은 양극성 우울증에 걸리지 않은 일란성 쌍둥이들의 자녀들을 연구했다. 정신 분열증에서와 마찬가지로, 양극성 우울증에 걸린 쌍둥이의 자녀들에게서나 양극성 우울증에 걸리지 않은 쌍둥이의 자녀들에게서나 양극성 우울증에 걸린 확률은 10%였다. Mendelwicz와 Rainer(1977)는 양극성 우울증 증세를 가지고 있는 입양아들의 친척들 중에 7%가 양극성 우울증에 걸려 있고, 양극성 우울증 증세를 가지고 있지 않은 입양아들의 친척들 중에는 양극성 우울증 환자가 전혀 발견되지 않았다. Bertelsen(1985)과 Mendelwicz, 그리고 Rainer(1977)의 연구는 양극성 우울증에 미치는 유전적 요인을 강력하게 뒷받침해 주고 있다.

우울증에 관한 쌍둥이 및 입양아 연구를 종합해보면, 단극성 우울증은 증세가 심각할수록 유전의 영향을 많이 받고, 경미한 수준의 단극성 우울증은 공유환경의 영향을 많이 받으며, 양극성 우울증은 유전의 영향을 많이 받는 것으로 결론을 내릴 수 있다.

단극성 우울증과 양극성 우울증에 영향을 미치는 유전인자 발굴사업도 꾸준히 지속되어, 성 염색체인 X 염색체, 11번 염색체, monoamine oxidase

A(MAOA) 유전인자 등이 주목을 받아왔으나, 현재까지 대부분 반복 실험에서 실패해 왔다. 최근 Presig 등(2000)은 프랑스와 스위스의 여성 양극성 우울증 환자들의 염색체를 분석하여, MAOA 유전인자가 양극성 우울증과 관련되어 있다는 것을 반복하여 주목을 받고 있다.

반사회적 성격 장애 및 범죄행위: DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fourth Edition)의 기준에 의하면, 반사회적 성격장애는 15세 이전부터 시작하여 성인에 이르기까지 불법적인 행위, 사회적으로 허가되지 않은 행위, 무책임성, 공격성, 무분별함 등을 포함한다. 반사회적 성격 장애는 그 증상이 어린 시절부터 나타나지만, 모든 청소년 비행자들이 성인이 되어 반사회적 성격 장애를 가지게 되는 것이 아니고, 그들 중 극히 일부분만이 반사회적 성격장애자로 발전하게 된다(Plomin, DeFries, McClearn, & Rutter, 1997).

Schulsinger (1972)의 입양연구는 반사회적 성격장애를 가진 남자들의 일촌 친척(부모 자녀간 또는 형제간)이 반사회적 성격 장애가 될 확률은 정상인의 일촌 친척이 반사회적 성격 장애가 될 확률의 다섯 배가 되고, 반사회적 성격장애를 가진 여자들의 일촌 친척 (부모 자녀간 또는 형제간)이 반사회적 성격 장애가 될 확률은 정상인의 일촌 친척이 반사회적 성격 장애가 될 확률의 열 배가 된다고 보고하고 있다. 일촌 친척간에 반사회적 성격장애에 걸릴 확률이 높은 것은 입양으로 인해 떨어져서 살든지 함께 살든지에 상관없이 똑같이 적용되었으므로, 반사회적 성격장애가 가계에 흐르는 것은 가정 환경 요인보다는 유전적 요인에 의해서라는 것을 나타내고 있다. 또한 이 연구는

반사회적 성격장애의 유전도에 있어서 남녀 차이가 나며, 여자들의 경우 유전도가 훨씬 높은 것을 시사하고 있다.

Lyons(1995) 등은 3000쌍의 성인 남자 쌍둥이들을 대상으로 하여, 현재의 반사회적 성격장애 증세와 청소년기의 반사회적 성격장애 증세를 회상보고 형식으로 조사하였다. 현재의 반사회적 성격장애 증세에서는 일란성 쌍둥이의 상관계수가 0.47, 이란성 쌍둥이의 상관계수가 0.27로서 약 40% 가량의 유전의 영향과 10% 미만의 공유환경의 영향을 보여주었고, 청소년기의 증세에서는 일란성 쌍둥이 0.39와 이란성 쌍둥이 0.33으로서 약 20% 가량의 유전의 영향과 약 40%가량의 공유환경의 영향을 보여주었다. 이 연구에서 청소년기의 반사회적 성격장애 증세를 회상보고 형식으로 조사하였기 때문에 측정의 신뢰도가 낮을 가능성이 있지만, 이 연구 결과는 청소년기 이후 연령이 증가함에 따라 유전의 영향이 증가하고, 공유환경의 영향이 감소하는 경향을 나타내고 있다.

범죄에 끼치는 유전의 영향에 관한 연구는 범죄인에 대한 사회적 편견을 유발시킬 수 있다는 문제로서 많은 논란을 불러 일으켜 왔다. 특히 범죄 행위를 측정할 때 자기보고 형식을 취하여 연구자가 범죄인으로부터 솔직한 대답을 얻어내지 못하는 경우, 또는 연구자가 공공 기록만을 의존하여 법망을 빠져나가 붙잡히지 않은 상당수의 범죄인들이 연구대상에서 제외되었을 경우 등과 같은 범죄행위 연구 특유의 측정오차는 쌍둥이 및 입양 연구에도 적용되므로 연구 결과를 해석할 때 유의해야 할 점이다.

Lyons(1996)는 베트남 전쟁에 참전한 쌍둥이 3000쌍을 대상으로 범죄행위를 자기보고 형식으로 조사했는데, 15세 이전에는 주로 공유환경이 범죄행

위를 일으키게 한 원인이었다고 유전의 영향이 거의 0에 가까웠다. 그러나 성인기의 범죄행위에 있어서는 유전의 영향이 크게 작용한 것으로 나타났다.

Mednick 등(1984)은 덴마크에서 14,427명의 입양아들과 그들의 친부모 및 입양부모들의 범죄 기록을 조사하여 범죄 행위에 끼치는 유전의 영향은 물론 유전과 환경의 상호작용을 발견하였다. 입양부모나 친부모 중에 범죄 기록이 없는 입양아(남아)들 중에서 14%가 최소한 한 번은 범죄기록을 가지고 있었고, 친부모가 범죄 기록을 가지고 있지 않고 입양부모가 범죄기록을 가지고 있는 204명의 입양아 중에서 15%가 최소한 한 번의 범죄기록을 가지고 있어서, 입양부모의 범죄행위 자체는 입양아의 범죄행위를 설명하는데 크게 기여하지 않는다는 것을 보여주고 있다. 그러나, 친부모가 범죄 기록을 가지고 있고, 입양부모가 범죄기록을 가지고 있지 않는 1226명의 입양아 중에서는 20%가 최소한 한 번은 범죄기록을 가지고 있어서 범죄 행위에 관한 유전의 역할을 시사하였다. 범죄 행위의 원인을 설명하는데 있어서 유전과 환경의 상호작용을 보여주는 자료로서는 친부모와 입양부모 양쪽 모두 범죄기록을 가지고 있는 경우였었는데, 이 경우 입양아들 중에 25%(143명)가 범죄기록을 가지고 있었다. 즉, Mednick 등(1984)의 연구는 입양아들이 범죄행위에 대한 유전적 소인을 가지고 있을 때, 입양 부모의 범죄 행위는 입양아들의 범죄 행위의 유전적 소인을 발현시키는데 매우 중요한 역할을 하는 것을 보여주고 있다.

요약 및 결론

행동 유전학은 Darwin의 진화론으로부터 시작하

여 Galton과 Mendel에 의해 그 명맥을 이어왔고, 오늘날에는 수량 유전학, 분자 유전학과 연계하여 인간 행동 발달의 원인을 유전과 환경의 영향 및 그 상호작용으로 설명하고자 하는 학문이다. 행동 유전학에서는 인간 행동에 미치는 유전과 환경의 영향을 측정하기 위해 쌍둥이 및 입양아들을 이용한 연구들을 주로 수행해 왔는데 현재까지의 연구 결과들을 간단히 요약하면 다음과 같다.

지능의 경우 유년기에는 공유환경의 영향이 크고, 유전의 영향은 적는데 연령이 증가할수록 유전의 영향이 증가하고 공유환경의 영향이 감소한다고 한다. 지능에 영향을 미치는 유전 인자들로서 지금까지 발견된 것으로는 미토콘드리아 DNA EST00083과 6번 염색체 상의 IGF2R을 들 수 있는데, 이 관련성에 관해 좀더 확신을 갖기 위한 반복 연구들이 현재 진행 중이다.

지능에서와 같이, 학업성취에 끼치는 유전의 영향은 연령에 따라 증가하고, 공유환경의 영향은 연령에 따라 감소한다고 한다. 그러나 일반적으로 학업성취는 지능보다 공유환경의 영향을 더 많이 받고 유전의 영향을 덜 받는 것으로 나타나고 있다.

내외향성 및 정서 안정성에 끼치는 유전의 영향은 약 50% 내지 60%이며 나머지는 환경의 영향이라고 한다. 또한 내외향성 및 정서 안정성에 영향을 끼치는 대부분의 환경은 부모의 양육방식과 같은 가정 환경(공유환경)이 아니라, 개개인이 가족구성원과 별개로 체험하는 개인환경이라는 것이 나타났다. 내외향성에 영향을 미치는 유전의 영향은 가산적 유전 요인보다는 비가산적 유전 요인들이 주를 이루고 있다고 한다. 11번 염색체상에 있는 도파민 수용체(DRD4)에 관련하는 유전인자가 새로움을 추구하는 성격 특질에 영향을 준다는 것

이 발견되었는데 이 실험 결과는 여러 민족들에서 성공적으로 반복되어 현재 상당한 지지를 받고 있다.

직업흥미에 관한 유전도는 약 40% 내지 50%에 달하는 것으로 나타났다. 태도에 관한 유전의 영향은 약 40%에서 60% 사이에 있었으며, 공유환경의 영향은 0%에서 20% 사이에 있는 것으로 나타났다. 그러나, 비슷한 태도를 지닌 사람들끼리 결혼하는 분류적 결혼 현상이 매우 높으므로, 이를 감안하면 실제 공유환경의 영향은 20% 보다 낮을 수도 있다.

체중에 관한 유전의 효과는 출생 직후부터 생후 1년 동안 급격히 증가하여, 생후 1년 이후 성년기까지 대체로 안정된 경향을 나타내는 것으로 보인다. 공유환경은 생후 1년 동안 그 영향이 급격히 줄어들어 생후 1년이 지나고부터 성인이 되기까지 체중에 거의 영향을 끼치지 않는다고 한다.

쌍둥이 및 입양 연구들은 정신분열증의 유전적 요인을 확고하게 나타내고 있을 뿐 아니라, 양육환경 그 자체만으로는 정신분열증을 유발시키지 않는다는 것을 보여주고 있다. 그러나 쌍둥이 및 입양 연구들은 또한 우호적 양육환경이 정신분열증의 유전적 소인의 발현을 억제시킬 수 있고 열악한 양육환경이 유전적 소인의 발현을 촉진시킬 수도 있다는 것을 시사하고 있어 정신 분열증 및 이와 유사한 정신질환의 발병원인에 있어서 유전과 환경의 상호작용의 중요성을 나타내고 있다.

증세가 심각한 단극성 우울증은 유전의 영향이 강하고, 증세가 경미한 우울증은 공유환경의 영향이 강하다고 한다. 유전요인은 단극성 우울증에 비해 양극성 우울증에 더 강한 것으로 나타났다.

반사회적 성격장애의 유전도에는 남녀의 차이가 있는데 여자의 유전도가 훨씬 높은 것으로 나

타났다. 청소년기까지의 반사회적 성격 장애 및 범죄행위에 대해서는 공유환경의 영향이 강하고, 청소년기 이후 연령이 증가함에 따라 유전의 영향이 증가하고 공유환경의 영향이 감소하는 경향을 보여주고 있다. 또한, 범죄행위에 관한 유전적 소인이 있을 때 열악한 공유환경은 유전적 소인을 발현시키는데 중요한 역할을 한다고 한다.

정신질환, 그 중에서도 특히 정신 분열증과 양극성 우울증에 영향을 주는 유전 인자들에 대한 발굴사업은 행동 유전 학계에서 거의 10여 년간 지속되어 왔다. 현재까지는 거둬된 반복실험의 실패로 명확한 결론을 내리기는 어려운 실정이지만, 미국, 영국 등에서 엄청난 연구 노력과 비용이 지속적으로 투입되고 있는 분야이므로 조만간 결실이 기대된다.

심리학의 한 분야로서 행동 유전학의 주된 업적으로는 첫째, 생물학적인 정보를 제공할 수 있는 쌍둥이 및 입양아들을 이용, 환경과 유전의 영향을 분리하여 대부분의 인간 행동이 유전의 영향을 받는다는 사실을 제시했다는 점이다. 둘째, 종래의 많은 심리학자들이 인간 행동에 미치는 영향으로서 가정의 양육환경의 중요성을 강조한데 비하여, 행동 유전학에서는 환경을 공유환경과 비공유 환경으로 분리하여, 가정 환경과 같은 공유 환경보다는 인간의 개별적 경험과 가족 구성원과는 독립적으로 체험하는 개인적 환경이 인간 행동 발달에 중요한 영향을 미친다는 것을 제시하였다는 점이다.

현재까지 진행된 행동유전학 연구의 큰 제한점들 중의 하나는 인간 행동에 관련하는 유전 인자들이 어떤 mechanism을 통하여 행동으로 발현되는지에 관한 설명이 부족하다는 점이다. 유전인자는 단백질을 합성하는 부호에 불과하다. 따라서, 앞으

로는 인간 행동에 관련하는 유전인자들을 규명할 뿐만 아니라, 그 유전자들이 어떠한 신체내외의 공유 및 비공유환경 요소들과 상호 작용하여 행동으로 발현되는가에 관한 연구들이 수행되어야 할 것이다. 현재까지의 행동 유전학 연구 결과는 유전 인자들이 직접적이 아니라 간접적으로, 결정적이 아니라 확률적으로 인간 행동 발달에 영향을 미친다는 것을 시사하고 있을 뿐이다.

행동유전학 연구의 또 하나의 제한점으로는, 앞서 언급한 바와 같이 대부분의 연구들이 미국 및 유럽에 거주하고 있는 백인 중산층을 대상으로 이루어졌다는 점이다. 따라서, 연구 결과들을 문화와 유전 인자의 빈도가 다른 민족이나 인종들에게도 적용시킬 수 있는가에 대해서는 많은 의문이 제기되고 있다. 예를 들어, Abdel-Rahim (1990) 등은 이집트에 거주하고 있는 청소년 쌍둥이들을 대상으로 지능검사를 실시하여 일란성 쌍둥이와 이란성 쌍둥이의 상관 계수에 있어서 거의 차이가 나지 않음을 발견하고, 이집트 청소년들에 있어서 지능의 개인차는 유전의 영향이 거의 전무하고 공유환경의 영향이 매우 높다고 주장하고 있다. Elbedour (1997) 등도 이스라엘 지역에 거주하고 있는 베두인 아랍족의 청소년들의 지능을 연구하여 Abdel-Rahim(1990) 등과 비슷한 연구 결과를 발견하였다.

인종과 민족에 따라 행동에 미치는 유전과 환경의 영향이 차이가 나는 주된 이유는 유전인자의 빈도가 인종과 민족에 따라 큰 차이가 나고, 각 민족과 인종들이 거주하고 있는 지역의 물리적 및 문화 환경이 차이가 나기 때문이라고 추정된다. 한국인들은 유전 인자의 빈도가 백인들과 차이가 날 뿐 아니라, 한국의 문화가 미국이나 유럽의 문화들과 다르기 때문에 미국과 유럽에서 수행된 연구 결과들을 한국인에게 직접 적용시키는 것에는

무리가 있다. 앞으로 한국 심리학회에서도 쌍둥이 및 입양아 연구들이 활발히 진행되어 한국인의 행동에 끼치는 유전과 환경의 영향을 측정함은 물론, 행동에 관련되는 구체적인 유전 인자들을 발굴하고 그 유전 인자들이 한국 고유의 문화 및 환경과 어떻게 상호 작용하여 행동으로 발현되는지에 관해 깊이 있는 연구들이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- Abdel-Rahim, A. R., Nagoshi, C. T., & Vandenberg, S. G. (1990). Twin resemblances in cognitive abilities in an Egyptian sample. *Behavior Genetics*, 20, 33-43.
- Ball, D., Hill, L., Freeman, B., Eley, T. C., Strelau, J., Riemann, R., Spinath, F. M., Angleitner, A., & Plomin, R. (1997). 'The serotonin transporter gene and peer-rated neuroticism'. *Neuroreport*, 8, 1301-1304.
- Bouchard, C., Tremblay, A., Despres, J., Nadeau, A., Lupien, P. J., Theriault, G., Dussault, J., Moorjani, S., Pinault, S., & Fournier, G. (1990). The response to long-term overfeeding in identical twins. *New England Journal of Medicine*, 322, 1477-1482.
- Brooks, A., Fulker, D. W., & DeFries, J. C. (1990). Reading performance and general cognitive ability: A multivariate genetic analysis of twin data. *Personality and Individual Differences*, 11, 141-146.
- Chorney, M. J., Chorney, K., Seese, N., Owen, M. J., Daniels, J., McGuffin, P., Thompson, L. A., Detterman, D. K., Benbow, C., Lubinski, D., Eley, T., & Plomin, R. (1998). A quantitative locus associated with cognitive ability in children. *Psychological Science*, 9 (3), 159-166.
- Cloninger, C. R., Adolfsson, R., & Svrakic, D. M. (1996). Mapping genes for human personality. *Nature Genetics*, 12, 3-4.
- Eaves, L. J., Eysenck, H. J., & Martin, N. G. (1989). *Genes, culture, and personality: An empirical approach*. London: Academic Press.
- Ebstein, R. P., Novick, O., Umansky, R., Priel, B., Osher, Y., Blaine, D., Bennett, E. R., Nemanov, L., Katz, M., & Belmaker, R. H. (1996). Dopamine D4 receptor (D4DR) exon III polymorphism associated with the human personality trait novelty-seeking. *Nature Genetics*, 12, 78-80.
- Ebstein, R. P., Segman, R., Benjamin, J., Osher, Y., Nemanov, L., and Belmaker, R. H. (1997). 5-HT2c(HTR2C) serotonin receptor gene polymorphism associated with the human personality trait of reward dependence: Interaction with dopamine 4 receptor(D4DR) and dopamine D3(D3DR) polymorphisms. *American Journal of Medical Genetics (Neuropsychiatric Genetics)*, 74, 65-72.
- Ekelund, J., Lichtermann, D., Jaervelin, M-R, & Peltonen, L. (1999). Association between novelty seeking and type 4 dopamine receptor gene in a large Finnish cohort sample. *American Journal of Psychiatry*, 156 (9), 1453-1455.
- Elbedour, S., Bouchard, T. J. Jr., Hur, Y-M (1997).

- Similarity in general mental ability in Bedouin full and half siblings. *Intelligence*, 25, 71-82.
- Falconer, D. S. (1981). *Introduction to quantitative genetics*. London: Longman.
- Floderus-Myrhed, B., Pedersen, N., & Rasmunson, I. (1980). Assessment of heritability for personality based on a short form of the Eysenck Personality Inventory: A study of 12,898 twin pairs. *Behavior Genetics*, 10, 153-162.
- Galton, F. (1869). *Hereditary genius: An inquiry into its laws and consequences*. London: Macmillan.
- Gottesman, I. I. (1991). *Schizophrenia genesis: The origins of madness*. New York: Freeman.
- Gottesman, I. I., & Bertelsen (1989). Confirming unexpressed genotypes for schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 46, 867-872.
- Grilo, C. M., & Pogue-Geile, M. F. (1991). The nature of environmental influences on weight and obesity: A behavior genetic analysis. *Psychological Bulletin*, 10, 520-537.
- Hay D. A., and O'Brien, P. J. (1983). The La Trobe Twin Study: A genetic approach to the structure and development of cognition in twin children. *Child Development*, 54, 317-330.
- Henderson, N. D. (1982). Human behavior genetics. *Annual review of psychology*, 33, 403-440.
- Heston, L. L. (1966). Psychiatric disorders in foster home reared children of schizophrenic mothers. *British Journal of Psychiatry*, 112, 819-825.
- Horn, J. M., Loehlin, J. C., & Willerman, L. (1982). Aspects of the inheritance of intellectual abilities. *Behavior Genetics*, 1, 479-516.
- Kendler, K. S., Neale, M. C., Kessler, R. C., Heath, A. C., & Eaves, L. J. (1992). population-based twin study of major depression in women: The impact of varying definitions of illness. *Archives of General Psychiatry*, 49, 257-266.
- Kendler, K. S., Myers, J. M., O'Neill, F. A., Martin, R., Murphy, B., MacLean, C. J., Walsj, D., & Straub, R. E. (2000). Clinical features of schizophrenia and linkage to chromosomes 5q, 6p, 8p, and 10p in the Irish study of high-density schizophrenia families. *The American Journal of Psychiatry*, 157, 402-408.
- Kety, S. S., Wender, P. H., Jacobsen, B., Ingraham, L. J., Jansson, L., Faber, B., & Kinney, D. K. (1994). Mental illness in the biological and adoptive relatives of schizophrenic adoptees: Replication of the Copenhagen study in the rest of Denmark. *Archives of General Psychiatry*, 51, 442-455.
- Lesch, K. P., Bengel, D., Heils, A., Zhang Sabol, S., Greenburg, B. D., Petri, S., Benjamin, J., Muller, C. R., Hamer, D. H., & Murphy, D. L. (1996). Association of anxiety-related traits with a polymorphism in the serotonin transporter gene regulatory region. *Science*, 274, 1527-1530.
- Locurto, C. (1990). The malleability of IQ as judged from adoption studies. *Intelligence*, 14, 275-292.
- Loehlin J. C. & Nichols R. C. (1976). *Heredity, Environment, and Personality: A Study of 850 Sets of Twins*. Austin, TX: University of Texas Press.
- Lyons, M. J., True, W. R., Eisen, S. A., Goldberg, J., Meyer, J. M., Faraone, S. V., Eaves, L. J., &

- Tsuang, M. T. (1995). Differential heritability of adult and juvenile antisocial traits. *Archives of General Psychiatry*, 52, 906-915.
- Lyons, M. J. (1996). A twin study of self-reported criminal behavior. In G. R. Bock & J. A. Goode (Eds.), *Genetics of criminal and antisocial behavior* (pp. 1-75). Chisester, UK: Wiley.
- Lytton, H., Martin, N. G., & Eaves, L. (1977). Environmental and genetical causes of variation in ethological aspects of behavior in two-year-old boys. *Social Biology*, 24, 200-211.
- Lykken, D. T. (1982). Research with twins: The concept of emergence. *Psychophysiology*, 19, 361-373.
- Malhorta, A. K., Virkkunen, M., Rooney, W., Eggert, M., Linnoila, M., & Goldman, D. (1996). The association between the Dopamine D4 receptor (D4DR) 16 amino acid repeat polymorphism and Novelty Seeking. *Molecular Psychiatry*, 1, 388-391.
- Martin, N. G. & Jardine, R. (1986). Eysenck's contributions to behavior genetics. In *Hans Eysenck: Consensus and controversy*, eds. S. Modgil and C. Modgil, pp. 13-27. Philadelphia: Falmer.
- Mathney, A. P., Jr. (1990). Developmental behavior genetics: Contributions from the Louisville Twin Study. In M. E. Hahn, J. K. Hewitt, N. D. Henderson, & R. H. Benno (Eds.), *Developmental behavior genetics: Neural, biometrical, and evolutionary approaches* (pp.25-39). New York: Oxford University Press.
- McGue, M., Sharma, A., & Benson, P. (1996). The effect of common rearing on adolescent adjustment: evidence from a U.S. adoption cohort. *Developmental Psychology*, 604-613.
- McGue, M., Bouchard, T. J., Jr., Bouchard, Iacono, W. G., & Lykken, D. T. (1993): Behavioral genetics of cognitive ability: A life-span perspective. In R. Plomin & G. E. McClearn (Eds.), *Nature, nurture, and psychology*. (pp. 59-76). Washington. D. C.: American Psychological Association.
- McClearn, G. E., Johansson, B., Berg, S., Pedersen, N. L., Ahern, F., Petrill, S. A., Plomin, R. (1997). Substantial genetic influence on cognitive abilities in twins 80 or more years old. *Science*, 276, 1560-1563.
- McGuffin, P., Katz, R., Rutherford, J., Watkins, S., Farmer, A. E., & Gottesman, I. I. (1993). Twin studies as vital indicators of phenotypes in molecular genetic research. In T. J. Bouchard & P. Propping (Eds.), *Twins as a tool of behavioral genetics* (pp. 243-256). Chisester, UK: Wiley.
- Mendlewicz, J., & Rainer, J. D. (1977). Adoption study supporting genetic transmission in manic-depressive illness. *Nature*, 268, 326-329.
- Mednick, S. A., Gabrielli, W. F., & Hutchings, B. (1984). Genetic factors in criminal behavior: Evidence from an adoption cohort. *Science*, 224, 891-893.
- Moises, H. W., Yang, L., Kohnke, M., Vetter, P., Neppert, J. Petrill, S. A., & Plomin, R. (1999). Mitochondrial DNA marker EST00083 is not associated with high vs. average IQ in a

- German sample. *Intelligence*, 26 (4), 377-382.
- Nichols, R. C. (1978). Twin studies of ability, personality, and interests. *Homo*, 29, 158-173.
- Ono, Y., Manki, H., Yoshimura, K., Muramatsu, T., Higuchi, S., Yagi, G., Kanba, S. & Asai, M. (1997). Association between dopamine D4 receptor (D4DR) exon III polymorphism and Novelty Seeking in Japanese subjects. *American Journal of Medical Genetics*, 47, 501-503.
- Pedersen, N. L., Plomin, R., McClearn, G. E., & Friberg, L. (1988). Neuroticism, extraversion and related traits in adult twins reared apart and reared together. *Journal of Personality and Social Psychology*, 55, 950-957.
- Plomin, R., DeFries, J. C. & McClearn, G. E. (1990). *Behavior Genetics: A Primer*. New York: Freeman.
- Plomin, R., DeFries, J. C., McClearn, G. E., & Rutter, M. (1997). *Behavioral Genetics*. New York: W. H. Freeman and Co.
- Plomin, R. & Petrill (1997). DNA and personality. *European Journal of Personality*, 12, 387-407.
- Pogue-Geile, M., Ferrell, R., Deka, R., Debski, T., & Manuck, S. (1998). Human novelty seeking personality traits and dopamine D4 receptor polymorphisms: A twin and genetic association study. *American Journal of Medical Genetics (Neuropsychiatric Genetics)*, 81, 44-48.
- Preisig, M., Bellivier, F., Fenton, B., Baud, P., Berney, A., Courtet, P., Hardy, P., Golaz, J., Leboyer, M., Mallet, J., Matthey, M-L, Mouthon, D., Neidhart, E., N-B, M., S-D., E., Guimon, J., Ferrero, F., Buresi, C., Malafosse, A. (2000). *The American Journal of Psychiatry*, 157, 948-955.
- Scarr, S. (1977). Genetic effects on human behavior: Recent family studies. Lecture, Annual Meeting of the American Psychological Association, San Francisco.
- Schulsinger, F. (1972). Psychopathy: Heredity and environment. *International Journal of Mental Health*, 1, 190-206.
- Sharma, A. R., McGue, M., & Benson, P. L. (1996). The emotional and behavioral adjustment of United States adopted adolescents: Part I. An overview. *Child and Youth Services Review*, 18, 83-100.
- Sherrington, R., Brynjolfsson, J., Petursson, H., Potter, M., Dudleston, K., Barraclough, B., Wasmuth, J., Dobbs, M., & Gurling, H. (1988). Localisation of susceptibility locus for schizophrenia on chromosome 5. *Nature*, 336, 164-167.
- Snyderman, M. & Rothman, S. (1988). *The IQ controversy, the media and publication*. New Brunswick, NJ: Transaction.
- Stunkard, A. J., Eoch, T. T., & Hrubec, Z. (1986). A twin study of human obesity. *Journal of the American Medical Association*, 256, 51-54.
- Thompson, L. A., Detterman, D. K., Plomin, R. (1991). Associations between cognitive abilities and scholastic achievement: Genetic overlap but environmental differences. *Psychological Science*, 2, 158-165.
- Tienari, P., Wynne, L. C., Moring, J., Lahti, I., Naarala, M., Sorri, A., Wahlberg, K. E., Saarento, O., Seitamaa, M., Kaleyva, M., et al. (1994). The Finnish adoptive family study of

- schizophrenia: Implications for family research. *British Journal of Psychiatry Supplement* No. 23.
- Vandenberg, S. G. (1972). Assortative mating, or who marries whom? *Behavior Genetics*, 2, 127-157.
- Wender, P. H., Kety, S. S., Rosenthal, D., Schulsinger, F., Ortman, J., and Lunde, I (1986). Psychiatric disorders in the biological and adoptive families of adopted individuals with affective disorders. *Archives of General Psychiatry*, 43, 923-939.
- Wilson, R. S. (1983). The Louisville Twin Study: Developmental synchronies in behavior. *Child Development*, 54, 298-316.

1차 원고 접수: 2000년 9월 18일
수정 원고 접수: 2000년 11월 12일
최종 게재 결정: 2000년 11월 28일

Understanding Human Behaviors through Behavioral Genetic Studies

Hur, Yoon-Mi
Yonsei University.

The present study discussed the history, methodologies, findings, and the problems in behavioral genetics. The results of twin and adoption studies and those of molecular genetic studies that identified genes influencing human behaviors have been briefly reviewed. Twin and adoption studies indicate that most human behavioral traits are heritable, although the magnitude of heritability varies. Twin and adoption studies suggest that environments are also important in determining human behaviors. The relevant environmental factors, however, appear to be largely those that are not shared by family members (e.g., accidents or birth order) rather than those shared by family members (e.g., family socio economic status or parental rearing style). In general, genetic influences on most behavioral traits tend to increase with age, whereas shared environmental influences decrease. To date, most human behavioral genetic studies have been conducted for middle class Caucasians residing in the Unites States, Australia, and Northern European countries. Because gene frequency and cultures differ among ethnic groups and races, it is difficult to apply the results of behavioral genetic studies performed in Western societies to Koreans. It is necessary to conduct twin, adoption, and molecular genetic studies in Korea to resolve the issues of how genes interact with Korean cultures and relate to behavioral development in Koreans.