

뇌 기능 분화와 수학 창의적 문제해결력과의 관계 연구

이 강 섭 (단국대학교)

황 동 주 (영진전문대)

홍 지 창 (동해대학교)

이 상 원 (능인고등학교)

창의성과 지능, 뇌 기능 분화의 관계와 수학 창의성과 지능과의 관계에 대해서는 많은 연구가 이루어지고 있으나 뇌 기능 분화와 수학 창의성, 수학 창의적 문제 해결력과의 관계를 규명은 미흡한 상태이고, Balka(1974)의 연구에서는 수학 창의성과 일반 창의성은 관계가 없다는 연구결과가 있다. 이러한 사실을 바탕으로 생각할 때 뇌 기능 분화와 창의성간의 상관관계의 연구에서 얻어진 결과가 수학 창의성과 관계가 있는지 살펴볼 필요가 있다. 본 연구에서 남녀에 따른 뇌기능 분화의 차이와 좌뇌, 우뇌와 전뇌의 수행 수준이 수학 창의적 문제해결력과는 어떠한 관계가 있는지 알아보기 위해 대구광역시 내에 있는 초등학교 5학년의 40명을 대상으로 뇌 기능 분화 검사, 창의성 검사를 실시하여 서로의 관계를 분석했다. 연구 결과 뇌의 기능 분화 발달은 좌뇌는 남자가 우뇌는 여자가 높았으나 통계적으로 의미가 없었고, 전뇌 집단이 수학 창의적 문제해결력이 가장 높았으므로 전뇌를 고무 발달시킬 수 있는 교수전략에 관한 연구들이 계속 되어져야 할 것이다.

I. 연구의 필요성 및 목적

학교교육에서는 학업성취를 높이고 창의성을 기르기 위해서 어떠한 교육을 하여야 하는지에 대해 많은 관심을 가지고 있다. 학습의 결과로 나타나는 학업성취를 높여야 한다는 중요한 현실적인 과제와 함께 미래 사회에 적응하기 위해서는 창의적인 인간을 키우는 것도 중요한 과제이기 때문이다. 또한 학습자들은 서로 다른 능력과 특성을 가지고 있어서 이 모든 요인들이 서로 어떠한 관계가 있는지를 알아야 우리가 바라는 교육을 할 수 있다고 하겠다.

지금까지는 지능과 창의성에 관하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 창의성과 지능의 관계에 관한 기존의 연구들을 살펴보면 1) 창의성이 지능의 한 부분이란 주장(Binet & Simon, 1905; Guilford & Hoepfner, 1966; Cattell, 1971; Binet, 1986), 2) 지능이 창의성의 한 부분이란 주장(Sternberg & Lubart, 1991, 1992, 1995; Smith, 1970, 1971), 3) 창의성과 지능은 서로 중복되는 부분을 가지고 있다는 주장(Cox & Termon, 1926; Barron, 1963; Gough, 1957; Helson, 1971, 1976; Mackinnon, 1962, 1967, 1975), 4) 창의성과 지능은 본질적으로 같은 것이라는 주장(Haensly & Reynolds, 1989; Weisbery, 1986, 1988, 1993; Langley et al, 1987), 5) 창의성과 지능은 아무런 관계도 없다는 주장

(Getzels & Jackson, 1962; Wallach & Kogan, 1965; Torrance, 1975) 등으로 요약할 수 있다. 이러한 지능의 검사들은 대부분 좌측뇌를 측정하는 도구를 사용하여 검사한 것이다.

그러나 1958년 스페리(Sperry)의 연구에서 비롯된 인간의 뇌의 기능에 대한 많은 연구가 이루어졌다. 인간의 인지적 기능에서 개인적인 차이가 있으며 또한 뇌의 기능이 분화되어 있어 좌측뇌와 우측뇌의 하는 일이 서로 다르다는 것이 임상실험을 통하여 증명되었고, 이러한 성과들을 교육에 적용시키는 연구들이 1980년대부터 나오기 시작했고, 연구자들은 뇌의 기능분화에 관한 연구를 하여 왔다. 이와 관련된 국내연구는 1) 학습부진아 혹은 정신박약아의 뇌 기능 특성을 밝힌 연구(이경준, 1983 등), 2) 교과학습능력과 좌·우뇌 기능과의 관계를 밝힌 연구(하종덕, 1992 등), 3) 좌·우뇌기능 특성을 고려한 수업의 효과를 밝힌 연구(강호감, 1991 등) 4) 우뇌 기능 훈련을 통한 창의력 증진효과를 밝힌 연구(김종안, 1987 등), 5) 성 및 사회경제적 수준에 따른 뇌기능의 특성을 밝힌 연구(고영희, 1989), 6) 뇌기능 분화와 창의성의 관계연구(박숙희, 1994) 등이 있다.

이러한 뇌기능 특성에 관한 연구 결과를 창의적 사고의 이해에 적용하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 지금까지의 연구에서는 창의적 사고는 뇌기능의 특성상 우뇌의 인지활동이라고 주장하는 연구결과들도 많았으나(Wheatley, 1977; McCallun & Glynn, 1979; Gowan, 1979; Reynold & Torrance, 1978; 이철환, 1987), 창의성은 좌·우뇌의 기능을 통합적으로 자극함으로써 보다 더 잘 길러진다는 연구도 있으며(Grady, 1978; Garrett, 1976), 또한 Blackslee(1980)는 좌·우뇌가 통합될 때 창의성이 일어난다고 주장하였다. 이러한 외국의 연구결과를 요약 정리하면 창의성은 우뇌의 기능이며, 또한 좌·우뇌(전뇌)가 균형 되게 발달되었을 때 창의성이 더욱 높아진다는 것이다.

그러나 이러한 대부분의 연구결과와는 다르게 Uemura(1980), Katz(1983)의 연구에서는 언어적인 자극을 주어 한 창의성검사에서는 창의성은 오히려 좌뇌와 긍정적인 상관관계를 보였고, Poreh & Whitman(1991)의 연구에서도 확산적 사고요인과 뇌의 기능특성과는 의미 있는 상관관계가 없었다. 이와 같이 많은 연구에도 불구하고 아직까지 정확하게 일치된 의견은 없다.

또한, 수학 창의성과 지능, 학업 성취, 일반 창의성과의 관계에 관한 연구를 살펴보면 (1) 창의성 점수와 수학 학업 성취와의 상관관계 연구(Torrance, ; Banghart & Spraker, 1963; Evans, 1965; Haylock, 1987), (2) 수학 창의성과 수학 문제 해결력간의 상관관계 연구(Balka, 1974; Deridder, 1986), (3) 수학 창의적 문제 해결력과 수학 학업 성취와의 상관관계 연구(김홍원, 김명숙, 방승진, 황동주, 1997; 송상현, 1998) 등의 있다.

위의 연구 분석결과 창의성과 지능, 뇌 기능 분화의 관계와 수학 창의성과 지능과의 관계에 대해서는 많은 연구가 이루어지고 있으나 뇌 기능 분화와 수학 창의성, 수학 창의적 문제 해결력과의 관계 규명은 미흡한 상태이고, Balka(1974)의 연구에서는 수학 창의성과 일반 창의성은 매우 관계가 없다는 연구결과가 있다. 이러한 사실을 바탕으로 생각할 때 뇌 기능 분화와 창의성간의 상관의 연구결과에서 얻어진 결과가 수학 창의성과는 어떤 관계가 있는지 살펴볼 필요가 있다.

본 연구의 목적은 초등학교 고학년의 뇌 기능 분화와 수학 창의적 문제 해결력간에는 어떤 상관

관계가 있는지 알아보고, 더 나아가 각 하위 구성 요인간 알아보는 것이다.

II. 이론적 배경

1. 수학 창의적 문제 해결력

여러 수학자들이(Krutetskii, Aiken, Balka, Deridder, Hadamard, Poincare, Loewen, Fouche 등) 수학적 사고에서 창의성의 중요성을 강조하였다. 미국의 수학 교사 협의회에서는 1989, 1991년의 기준집(Standards)에서 다가오는 21세기를 대비하여 학생들은 수학적 소양을 지녀야 하며, 이를 위해서 학생들은 확산적이며 건전한 수학적 사고를 자극 받고 창의적인 아이디어를 꽃 피울 수 있는 도전감 있는 과제를 제공받아야 한다고 하였다. 그리고 한 가지 문제를 다양한 방법과 전략을 사용하여 풀게 하는 것은 이러한 수학적 사고를 신장시키는데 유용한 방법이라고 하였다. 창의적으로 수학 문제를 발견하고, 이해하고, 해결하는 수학 창의적 문제 해결력은 훌륭한 수학적 사고를 구성하는 중요한 능력이다.

수학 창의적 문제 해결력의 개념을 규명하기 위해서는 수학 창의적 사고 과정과 수학 문제 해결 과정을 함께 생각해볼 필요가 있다. Poincare(1952)와 Hadamard(1954)는 Wallas의 창의적 사고 과정 단계(준비-부화-조명-검증)가 수학에서의 창의적 사고 과정에서도 일어난다고 하였다. 그들은 수학적 사고를 논리적 사고와 직관적 사고로 구분하고, 전자는 의식적-형식적 성격이 강하고 후자는 무의식적-비형식적인 성격이 강하다고 하였다. 그리고 창의적인 수학적 사고는 두 가지 사고를 넘나들면서 일어나는데, 후자의 영역에 더 많이 속한다고 하였다.

수학에서의 문제 해결 과정은 Poyla가 설정한 단계(문제 이해 - 계획 수립 - 계획 실행 - 반성)에 의해 제시되고 있다. Poyla는 창조적인 문제 해결 과정을 고려하여 문제 해결 단계를 설정한 것은 아니다. Poyla는, 모든 문제 해결이 창조적인 과정을 요구하지 않기 때문에, 자신의 문제 해결 과정에서는 창조적인 과정이 포함될 수도 있고, 포함되지 않을 수도 있다고 하였다. 문제 해결 과정에서 Wallas의 모형이 무의식적, 직관적, 통찰적 성격을 강하게 반영한 것이라면, Poyla의 모형은 의식적, 계획적인 성격을 강하게 반영한 것이다.

이 두 가지 모형은 서로 대치되고, 조화될 수 없는 것인가? 이 모형이 서로 통합될 수 없는 것이라면, 인간의 두 가지 사고 과정(의식적 사고 과정과 무의식적 사고 과정)도 통합될 수 없다는 것이 된다. 그러나 인간의 사고 과정에 있어, 특히 창의적인 문제 해결 과정에 있어, 이 두 가지 유형의 사고는 서로 통합되고 조화를 이루며 나타난다. Poincare와 Hadamard도 창의적인 수학적 사고 과정은 의식과 무의식의 세계를 넘나들면서 일어난다고 하며 이점을 수궁한 바 있다.

Poyla의 의도적인 문제 해결 과정과 Wallas의 비의도적인, 창조적인 문제 해결 과정이 통합될 수 있다고 한 사람은 Armbruster(1989)이다. 그는 Wallas의 창의적 사고 과정 단계는 Poyla의 문제 해

결 단계와 여러 점에서 일치되고 있다고 하였다. 즉 준비와 문제 이해, 조명과 계획 실행, 검증과 반성의 단계는 서로 일치되며, 무의식적인 면이 강조되는 부화와 의식적인 면이 강조되는 계획 수립 단계만 서로 일치하지 않는다고 하였다.

그러나 그는 창조적 개인은 세마의 재구성에 의식적으로 영향을 미치는 상위 인지적 기능을 가지고 있으며, 따라서 창의적 사고 과정도 의도적으로 지도될 수 있다고 하였다. 동시에 그는 Wallas의 이론은 창의적 사고 과정이 직선적이라는 잘못된 가정을 지니고 있다고 비판하면서, 창의적 사고 과정은 상호 작용적이며 반복적인 것이라고 하였다. 즉 부화나 조명도, 그것이 일어나는 순간에는 의식이 개입되지 않지만, 그 전에는 많은 의식적인 노력이 있어야 한다고 설명하였다.

Isaksen과 Treffinger(1987)의 창의적 문제 해결 과정 모형(혼란 인식 - 자료 발견 - 문제 발견 - 아이디어 발견 - 해결책 발견 - 검증의 단계에 수렴적 사고와 확산적 사고가 작용하여 창의적 문제 해결 과정을 일으킨다는)도 Wallas와 Poyla의 모형을 통합할 수 있는 근거를 제시해 준다.

또한 문제 해결 과정은 문제 발견 - 문제 이해 - 문제 평가 - 문제 해결 단계에 비판적 사고와 창의적 사고가 작용하여 일어난다는 한국교육개발원(1991)의 사고 과정 모형도 Wallas와 Poyla의 모형을 통합할 수 있는 근거를 제시해 준다.

Kießwetter(1985)는 수학에서의 새로운 이론을 창출해내는 과정을 다음과 같은 4 단계로 설정하였다: (1) 질문의 요지를 파악하기 (2) 문제의 수학적 대상에 초점을 두어 해결해야 하는 문제를 진술하기 (3) 창의적이고 논리적인 절차를 거쳐서 새로운 용어, 수학 공식, 수학적 증명을 창출하기 (4) 수학적 표현, 공식, 증거 등을 제시함으로써 이미 확립된 관계들을 새로운 방법으로 대처하여 여러 분야에서 적용하기. 이 모형에서도 창의적인 과정과 논리적인 과정이 통합되어 있다.

2. 뇌 기능 분화와 발달

사람이 즐겁거나 슬픈 감정을 느끼고 생각하고 말하는 것은 모두 뇌의 역할이다. 뿐만 아니라 침이나 눈물이 나오게 하고, 몸의 각 부위를 움직이게 하는 것도 뇌가 하는 일이다. 사람의 뇌는 머리의 두개골 안에서 모든 정신과 몸을 움직이는 최고 사령탑 노릇을 하고 있는 것이다. 즉, 인간의 기억, 사고, 문제 해결 등에 있어서 정보 처리를 담당하고 있는 것은 인간의 뇌이다(황동주, 윤정진, 2001).

뇌는 크게 나누어 대뇌, 소뇌, 뇌간, 간뇌로 구성되어 있는데, 그 중 대뇌는 2개의 주먹을 붙여놓은 듯이 2개의 반구(hemisphere)로 나뉘어져 있다. 이때 몸의 오른쪽에 있는 것이 우뇌이고, 왼쪽에 있는 것이 좌뇌이다. 겉으로 보기에 똑같은 모양을 하고 있는(사실 자세히 보면 똑같은 모양은 아니다) 우뇌와 좌뇌는 각기 맡고 있는 일이 다르며, 이 양쪽을 연결해 주는 뇌량(Corpus callosum)이 있다. 이 뇌량을 통해서 좌·우뇌의 정보는 1초에 수만번의 상호 교류를 함으로써 양쪽 뇌가 하나의 통합된 기능을 수행하게 된다(Teyler, 1977). 뇌가 좌·우반구로 나누어지고 각기 다른 양태로 정보를 처

리하며 서로 다른 기능을 수행한다는 것이 분명하게 밝혀지기 시작한 것은 좌·우뇌를 연결하는 뇌량을 제거한 동물실험(Sperry, 1958)과 공상적인 그림의 지각실험(Levy et al., 1972) 등을 통해서이다. 또한 로저 스페리 박사는 우뇌와 좌뇌를 연결하는 다리와도 같은 뇌량이 없어진다면 우뇌와 좌뇌는 서로 고립되어 2개의 독립된 분할뇌가 된다. 실험 결과, 분할뇌 환자들은 물건을 보지 않은 상태에서 오른손에 쥐어진 연필은 알아맞힐 수 있었지만, 왼손에 쥐어진 연필은 짐작만 할 뿐 말로 표현하지 못했다. 왼손을 관장하는 우뇌에는 언어 중추가 없는데, 우뇌가 좌뇌와 연결이 되지 않기 때문이었다. 그럴 정도로 우뇌와 좌뇌의 역할 구분은 분명하다.

이는 1981년 노벨 의학상을 수상한 미국 캘리포니아공과대학의 로저 스페리에 의해 세상에 알려지기 시작했는데, 좌뇌는 논리적 사고와 분석적 사고의 중추로서 언어와 셈을 하는 능력이 우수하며, 우뇌는 시각적 사고와 공식적 사고의 중추로서 예체능계나 창의력을 필요로 하는 분야에서 기능을 발휘한다. 그러므로 학습 방식에서도 좌뇌와 우뇌는 기능적인 차이를 보이게 되며 이를 뇌의 기능분화(lateralization)라고 한다. 좌뇌는 언어적, 분석적, 논리적, 계열적, 수치처리적(digital operation)으로 정보를 받아들이고 처리하는 반면 우뇌는 비언어적, 종합적, 공간적(spatial), 창의적, 유추적인 방식으로 정보를 받아들이고 처리한다. (Kimura, 1967; Gazzaniga, 1970; Sperry, 1975; Bogen, 1977)

최근 영아기 때부터 12세 이후까지 뇌가 어떻게 단계별로 발달하는지 과학적으로 입증되었다. 이것은 아무리 훌륭한 교육이라도 뇌 발달 단계에 맞지 않는 교육은 아이 두뇌 발달에 도움이 되지 않는다는 것을 의미한다. 0세에서 3세까지는 전뇌가 고루 발달하고, 3세에서 6세까지는 고도의 종합적인 사고기능을 담당하는 전두엽이 발달하며 6세에서 12세까지는 언어담당 측두엽, 수학 물리학적 사고담당 두정엽이 발달한다. 또, 12세 이후에는 시각적인 기능 담당하는 후두엽이 발달한다.

고영희(1989)는 인간에 있어서 뇌의 기능분화는 2세 전후에 천천히, 지속적으로 이루어진다고 했다. Yakovlev와 Lecours(1967)는 두 뇌반구를 연결하는 뇌량은 6세경에 거의 발달하고 10세경에는 충분히 발달한다고 했다. 이제 초등학교에 입학하게 되면 학교에서 읽기 학습의 강제로 좌측뇌반구가 차츰 우세하게 되어진다.

3. 뇌 기능 분화와 창의성

창의적 사고의 이해에 뇌 기능 특성에 관한 연구 결과를 적용하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 창의성과 두뇌 기능과의 관계에 대하여 많은 연구들이 수행되었으나 창의적 사고에 있어 우뇌가 지배적이라는 견해와 좌·우뇌의 종합 기능에 의해서라는 견해가 있어 아직 일치를 보지 못하고 있다. 또한 이와는 상관없이 의지 작용에 의한 것이라는 견해도 있다.

가. 창의적 사고는 좌뇌의 인지 활동

Uemura(1980), Katz(1983)의 연구에서는 언어적인 자극을 주어 한 창의성검사에서는 창의성은 오

히려 좌뇌와 긍정적인 상관관계를 보였다.

나. 창의적 사고는 우뇌의 인지 활동

창의적 사고는 뇌기능의 특성상 우뇌의 인지활동이라고 주장하는 연구결과(Harnad, 1972; Olsen, 1977; Wheatley, 1977; McCallun & Glynn, 1979; Gowan, 1979; Reynold & Torrance, 1978; 이철환, 1987) 등이 있다.

Harpaz(1990)의 창의성과 뇌 기능 분화에 관한 연구를 보면, 창의성의 여덟가지 영역 중 좌뇌와는 한 가지 영역만 상관이 있었고, 네 가지가 우뇌와 전체적 혹은 부분적으로 상관이 있었다. Sterling과 Taylor 는 KTCPI(Khateni-Torrance Creativity perception Inventory)라는 창의성 검사와 SOLAT의 검사도구를 사용해 서로의 상관 관계를 보았는데 좌뇌보다는 우뇌와 상관 관계가 더 높았다($p < .001$). Denny와 Wolf(1984)는 우뇌 기능과 창의성과는 긍정적인 상관관계($r = .63$ to $r = .658$)이나 좌뇌와는 부정적인 상관관계($r = -.254$ to $r = 1.656$, $p = .001$)가 있다고 했다. 이철환(1987)의 국민학교 6학년울 대상으로 한 연구, 김종안(1987)의 성인 대상 연구에서도 우뇌 선호 집단이 좌뇌 선호집단보다 창의성이 높았다. 박숙희(1994)의 연구에서는 좌·우뇌의 성취수준은 창의성 총점과 좌뇌($r = .377$), 우뇌($r = .379$) 모두 정적인 상관관계가 있었으나 좌·우뇌간의 차이는 유의하지 않았다. 창의성의 하위변인 별로 보면, 융통성, 독창성은 우뇌가, 개방성은 좌뇌가 더 높은 상관관계가 있었으나 유창성은 유의한 상관 관계가 아니었다. 그러나 또 다른 박숙희(1999)의 연구에서는 좌뇌의 성취수준과 창의성 점수와의 상관계수는 .47이었고 우뇌와의 상관계수는 .39로 좌뇌와의 상관관계가 더 높았다. 이와 같은 결과는 지금까지 창의성은 우뇌의 기능이라고 한 연구결과와는 다른 것이었다.

다. 창의적 사고는 전뇌의 인지 활동

창의력을 증진시키기 위해서는 우뇌에 해당하는 기능만 자극하면 되는 것처럼 설명하는 Gowan의 견해에 반대하며, 창의적 사고는 우뇌 기능만을 집중적으로 자극함으로써 길러지는 것이 아니라 좌·우뇌의 기능을 통합적으로 자극함으로써 보다 더 잘 길러진다는 주장도 있다(Grady, 1978).

Garrett(1976)는 “원래 우뇌의 상상력은 좌뇌의 글을 쓰는 능력에 의해 전달되어 질 수 있다. 이와 같은 생리학적 조화는 뇌의 힘이 함께 작용하는 데서 나타나 전체로서만 달성되어진다.” 라고 하며 좌·우뇌의 통합된 효과를 강조하고 있다.

West(1975), Brandwein과 Onstein(1977), McCallum과 Glynn(1979), Parnes(1977) 등도 우뇌, 좌뇌의 기능이 합쳐질 때 창의성이 일어난다고 주장하고 있다. Blackslee(1982)도 좌뇌와 우뇌의 협조적인 상승 효과야말로 창의성이 참된 기초가 된다고 주장하고 있다.

한편 Herrmann(1991)은 전뇌를 통한 창의성 모형(whole brain creativity model)을 제시하며 창의적 사고력은 전뇌를 통해서 이루어진다고 했다.

다른 의견으로는 Poreh & Whitman(1991)의 연구에서도 확산적 사고요인과 뇌의 기능특성과는 의

미 있는 상관관계가 없었다.

4. 수학 창의성과 지능, 학업 성취, 일반 창의성과의 관계

가. 창의성 점수와 수학 학업 성취와의 상관관계 연구

Torrance 창의성 점수와 수학 학업 성취와의 상관관계는 일반적으로 Torrance 창의성 테스트 점수와 지능 지수와의 상관보다 낮다. Banghart와 Spraker (1963), Evans(1965)는 자신들이 개발한 수학 창의성 점수와 학업 성적간에 의미 있는 상관이 있음을 제시하였다. (이상 Aiken, 1973에서 재인용).

Haylock(1987)은 11-12살의 중학생 283명(교사의 지도를 따르지 못하는 수학적 능력이 매우 뒤떨어진 학생은 제외됨)을 대상으로 하여 수학적 사고에서 고정성을 극복하는 능력(OF), 다양한 수학적 산출물을 내는 능력(DP), 표준화된 수학 학업 성취 능력(MA)간의 상관 계수를 구하였는데, 이는 다음과 같다: OF/DP=.59, OF/MA=.65, DP/MA=.69. 이 상관계수들은 통계적으로 의미가 있지는 않았지만, Derrider의 연구에서 나온 상관 계수에 비해서 높은 지수이다. 이 연구에서 성취도 검사가 높은 집단에서 그렇지 않은 집단에서보다 창의성 점수의 분포가 더욱 컸다.

나. 수학 창의성과 수학 문제 해결력간의 상관관계 연구

Balka(1974)의 연구에서는 학생들에게 지능 검사와 수렴적 사고를 측정하는 문제 해결력 검사도 실시하였다. 수학 창의성 검사 점수와 수학 문제 해결력 검사 점수를 독립 변인으로 하고, 수학 성적, 지능, 일반 창의성 점수를 종속 변인으로 하여 중다상관계수를 낸 결과, $R=0.44, 0.45, 0.20$ 이었다. 이러한 사실은 각 변인들간에 상관 계수가 매우 낮음을 보여주는 것이다. 그는 수학 창의성과 일반 창의성은 거의 관계가 없으며, 따라서 창의성은 영역 독립적이라고 결론지었다.

Deridder(1986)는 6학년 학생 87명(캘리포니아 수학 학업 성취도 검사에서 70%ile 이상인 학생)을 대상으로 수학 영재를 판별하기 위해 캘리포니아 수학 학업 성취도 검사 도구, 지능 검사 도구, 사지선다형의 아이오아(IOWA) 수학 문제 해결력 검사 도구, 수학 과제 집착력 검사 도구(0-3점, 리커트 척도), 그리고 Balka가 만든 수학 창의성 검사 도구를 사용하였다. 창의성 측정 방법은 Balka와 동일하였다.

검사 결과, 문제 해결력과 창의성간에는 $r=.35$, 과제 집착력과 문제 해결력, 창의성간에는 각각 $r=-.01, .25$ 의 상관이 있는 것으로 나타났다. 지능과 창의성, 문제 해결력, 과제 집착력간에는 각각 $r=.24, .44, .35$ 의 상관이 있었다. 수학 학업 성취도 점수와 나머지 3개 변인들간의 상관관계는 모두 $r=.4$ 정도였다. 그러나 고지능군(128-150)에서는 지능과 창의성간에는 $r=-.47$ 수준에서 음의 상관이 나왔다.

다. 수학 창의적 문제 해결력과 수학 학업 성취와의 상관관계 연구

김홍원 외 3인(1997)의 연구에서는 초등학교 4-6학년 162명을 대상으로 하여 수학 창의적 문제 해

결력과 지능, 수학 창의적 문제 해결력과 수학 성적간에는 각각 $r=.48, .46$ 의 상관이 있었다.

III. 연구 모형 및 가설

1. 연구 모형

뇌의 기능화 발달에 영향을 주는 요인으로는 생물학적인 요인과 환경적인 요인으로 나누어 생각해 볼 수 있다. 뇌 기능 분화는 생물학적인 구조의 차이뿐만 아니라 사회적인 역할에서도 차이가 나기 때문에 남녀간의 차이는 뇌의 기능 분화에 차이가 나타나게 될 것이다. 이와 같이 뇌의 기능분화에 영향을 주는 성숙의 정도를 통제하기 위하여 초등학교 5학년으로 한정하여 뇌 기능 분화의 차이가 수학적 문제해결력에 어떠한 관련이 있는지 연구하고자 한다.

2. 연구의 가설

뇌의 기능 분화에서 좌뇌와 우뇌의 수행 수준은 남녀의 차이에 따라 다르게 나타난다고 보았다. 그러므로 이에 따른 연구 가설은 다음과 같이 세울 수 있다.

가설 1. 좌·우뇌의 수행수준이 성별에 따라 차이가 있을 것이다.

뇌기능 분화와 창의성에 관한 선행연구 결과에서도 창의적 사고는 우뇌가 지배적이라는 견해와 좌·우뇌의 종합 기능에 의한 것이라는 견해가 많았다. 이러한 뇌 기능 분화와 창의성간의 상관의 연구결과에서 얻어진 결과가 수학 창의성과의 관계가 있는지 살펴볼 필요가 있다.

가설 2. 뇌 기능 분화와 수학 창의적 문제 해결력간에는 상관관계가 있을 것이다.

2-1) 수학적 문제 해결력은 좌뇌 기능, 우뇌 기능, 전뇌 기능과 어떤 관계가 있는가?

2-2) 수학 창의적 문제 해결력의 하위 구성요인은 좌뇌 기능, 우뇌 기능, 전뇌 기능과 어떤 관계가 있는가?

학교의 장면이나 환경에 대한 관심 등을 통해 얻을 수 있는 사실에 관한 지식이나 기능(skills)을 측정하기 위해 개발된 습득도 척도와 수학 창의적 문제 해결력간의 관계를 살펴볼 필요가 있다.

가설 3. 습득도와 수학 창의적 문제 해결력간에는 상관 관계가 있을 것이다.

IV. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 대구에 위치한 D 초등학교 5학년 학생 1학급을 대상으로 하였다. Yakovler와 Lecours(1967)는 인간의 뇌의 기능분화는 10세 경에는 충분히 발달한다고 했고, 고영희(1989)는 구체적조작 시기인 7~11세까지는 지각에 의존하는(우뇌) 대신 합리적으로 생각하는(좌뇌) 능력이 같이 발달한다고 했다.

초등학교 5학년인 이 시기는 좌·우뇌가 고루 발달할 수 있는 시기라고 판단했기 때문에 연구대상으로 결정했다. 본 연구의 연구 대상인 D 초등학교가 위치한 지역은 사회 경제적으로 비교적 중·상류층이 거주하는 지역으로 부모의 학력 수준은 대졸 이상이였다.

2. 검사 도구

본 연구에서 뇌 기능 분화 검사(KK-ABC)와 수학 창의적 문제 해결력 검사의 A형 1부 검사를 사용하였다.

가. 뇌 기능 분화 검사(Korean Kaufman Assessment Battery for Children : KK-ABC)

본 연구에서는 뇌 기능 분화를 측정하기 위해 문수백, 변창진(1997)이 한국의 아동의 지적 능력을 사정하기 위해서 개발한 한국판 KK-ABC 검사를 사용하였는데, 이 검사는 네 개(순차 처리, 동시 처리, 인지처리, 습득도)로 구성이 되어 있으며, 약 30분에서 60분 소요되는 개별검사이다.

본 검사의 구성은 좌뇌의 기능을 측정하는 세 가지 하위 검사와 우뇌의 기능을 측정하는 일곱 가지, 습득도를 측정하는 여섯 가지 하위검사로 구성이 되어 있다. 좌뇌의 기능을 측정하는 순차처리의 하위 검사에는 손동작, 수회생, 단어배열로 구성 되어 있고, 우뇌의 기능을 측정하는 동시 처리의 하위 검사는 마법의 창, 얼굴기억, 그림통합, 삼각형, 시각유추, 위치기억, 사진순서로 구성이 되어 있으며 습득도 하위검사는 표현어휘, 인물과 장소, 산수, 수수께끼, 문자해독, 문장이해 등으로 구성이 되어 있다. 전뇌의 기능은 순차처리척도와 동시처리척도를 통합한 것으로 구성이 되어 있다.

본 검사의 양호도는 뇌 기능 분화를 측정하기 위해 문수백, 변창진(1997)이 한국의 아동의 지적 능력을 사정하기 위해서 개발한 한국판 KK-ABC 검사는 한국에 표준화 한 신뢰도가 $r=.89\sim.97$ 이었다.

나. 수학 창의적 문제해결력 검사(1부)

본 연구에서는 수학 창의적 문제 해결력을 측정하기 위해 한국교육개발원에서 표준화된 수학 창의적 문제 해결력 검사의 초등학교 4-6학년용 A형 1부 검사를 사용하였는데, 이 검사의 신뢰도는

$r=.87$ 이고, 유창성, 융통성, 독창성의 3개 하위 요인을 측정한다.

3. 자료분석

자료의 처리는 SPSS/PC 10.0K 윈도우용 통계 프로그램을 통해 처리한다. 뇌 기능 분화와 성별, 뇌 기능 분화와 수학 창의적 문제 해결력, 습득도와 수학 창의적 문제 해결력, 뇌 기능 분화와 수학 창의적 문제 해결력의 각 하부 요인간의 관계를 알아본다.

V. 결과 분석

1. 좌·우뇌의 수행수준이 성별에 따라 차이가 있는가?(가설 1)

뇌 기능 분화에서 남녀의 차이를 검증하기 위하여 t 검증하여 보았다. <표 1>에 의하면 좌뇌의 수행 수준이 남자가 약간 더 높았으나 통계적으로 의미가 없었다. 우뇌의 수행 수준이 여자가 높았으나 통계적으로 의미가 없었다. 전뇌의 수행 수준이 여자가 높았으나 통계적으로 의미가 없었다.

<표 1> 남녀별 좌·우뇌 수행 수준

뇌 기능 수행 수준	좌뇌	우뇌	전뇌
남녀별			
남	76.96	54.08	66.88
녀	76.93	64.00	73.71
t-검증	.995	.224	.334

2. 뇌 기능 분화와 수학 창의적 문제 해결력간에는 상관관계가 있을 것이다.(가설 2)

2-1) 수학적 문제 해결력은 좌뇌 기능, 우뇌 기능, 전뇌 기능과 어떤 관계가 있는가?

2-2) 수학 창의적 문제 해결력의 하위 구성요인은 좌뇌 기능, 우뇌 기능, 전뇌 기능과 어떤 관계가 있는가?

<표 2>에 의하면 수학 창의적 문제 해결력은 전뇌의 기능간에 $p < .05$ 수준에서 의미 있는 상관관계가 있었다. 또한 유창성, 융통성 모두 전뇌의 기능간에 $p < .05$ 수준에서 의미 있는 상관관계가 있었다.

<표 2> 뇌기능 분화와 수학 창의적 문제해결력과의 상관관계

뇌 기능 분화 \ 수학 창의적 문제해결력	유창성	융통성	독창성	창의성 총점
좌뇌	.240	.223	.203	.238
우뇌	.273	.270	.170	.266
전뇌	.333*	.323*	.219	.325*

3. 습득도와 수학 창의적 문제 해결력간에는 상관관계가 있을 것이다.(가설 3)

<표 3> 에 의하면 습득도와 수학 창의적 문제 해결력간에는 통계적으로 의미가 없었다.

<표 3> 습득도와 수학 창의적 문제해결력과의 상관관계

습득도 \ 수학 창의적 문제해결력	유창성	융통성	독창성	창의성 총점
습득도	.103	.149	.224	.144

VI. 논의 및 결론

본 연구에서 나타난 연구 결과를 선행연구들과 관련 지워 논의하면 다음과 같다.

첫째, 뇌기능 분화에서 좌뇌의 수행 수준이 남자가 약간 더 높았으나 통계적으로 의미가 없었다. 우뇌의 수행 수준이 여자가 높았으나 통계적으로 의미가 없었다. 전뇌의 수행 수준이 여자가 높았으나 통계적으로 의미가 없었다. 선행 연구에서는 남자가 우뇌가 우세하고 여자는 좌뇌가 우세하다는 주장이 많이 있다. 이 결과와 일치 하지 않았고, 비교적 많은 피험자를 대상으로 연구한 고영희(1989)의 연구에는 좌뇌는 남녀 사이에 차이가 없다는 연구결과와도 차이를 보이고 있다. 본 연구에서는 적은 피험자를 대상으로 하였기에 선행 연구결과와 일치 하지 않았다고 생각하며 이에 대한 연구는 많은 피험자를 대상으로 실시해야 하겠다.

둘째, 뇌기능 분화의 수행 수준과 수학 창의적 문제해결력의 관계는 전뇌에서 비교적 높은 상관관계를 보였으며 수학 창의적 문제해결력의 하위요인인 유창성과 융통성에서도 전뇌와 비교적 높은 상관관계를 보이고 있다. 이는 선행연구에서 창의성과 뇌 기능분화가 전뇌와의 상관관계가 높다는 결과와 일치한다.

셋째, 습득도와 수학 창의적 문제 해결력간에 유의할만한 상관관계는 없었다.

이상의 연구 결과를 종합하여 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 좌뇌의 수행 수준이 남자가 약간 더 높았으나 통계적으로 의미가 없었다. 우뇌의 수행 수준이 여자가 높았으나 통계적으로 의미가 없었다. 전뇌의 수행 수준이 여자가 높았으나 통계적으로 의미가 없었다.

둘째, 수학 창의적 문제해결력은 전뇌의 수행 수준과 모두 높은 상관관계가 있었으며, 수학 창의적 문제해결력의 하위요인인 유창성과 융통성도 전뇌의 수행 수준과 모두 비교적 높은 상관관계가 있었다.

셋째, 습득도와 수학 창의적 문제 해결력간의 상관관계는 통계적으로 의미가 없었다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 앞으로 뇌의 기능분화와 관련하여 다음과 같은 과제들이 지속적으로 연구되어야 할 것이다.

첫째, 뇌의 기능분화의 발달과 남녀, 지역별, 가정환경 등의 상관관계가 규명되어야 하며 이 규명에 따라 이들에게 뇌의 기능 분화 발달을 촉진시킬 수 있는 프로그램이 무엇이며 어떻게 실시해야 할 것인지 앞으로 연구되어야 할 것이다.

둘째, 전뇌 우세아 집단은 수학 창의적 문제해결력간에 상관관계가 비교적 높았으므로 전뇌를 고무 발달시킬 수 있는 교수전략에 관한 연구들이 계속 되어져야 할 것이다.

셋째, 본 연구에서는 뇌의 기능 분화 발달이 10세경에는 충분히 되어진다고 보고 초등학교 5학년을 대상으로 실시했다. 그러나 뇌의 기능이 연령의 차이에 따라 어떠한 변화가 있는지 비교하기 위해 다른 연령을 대상으로 한 연구를 통하여 연령별 변화를 비교해 보아야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강호감 (1991). 두뇌의 기능분화에 따른 교수전략이 창의력 및 자연과 학업성취에 미치는 영향, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 고영희 (1989). 한국인의 뇌, 아주대학교 논문집 11, pp.141-174.
- 김종안 (1987). 우뇌-경험 프로그램을 통한 창의성 증진에 관한 실증적 연구, 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
- 김홍원·김명숙·방승진·황동주 (1997). 수학 영재 판별 도구 개발 연구(II) - 검사제작편 - 한국교육개발원 CR 97-50. 한국교육개발원.
- 박숙희 (1994). 뇌의 기능분화와 창의성, 학업성취의 관련연구, 성신여자대학교대학원 박사학위논문.
- 박숙희 (1999). 뇌의 기능분화에 있어서 통합뇌와 비통합뇌의 차이에 관한 연구, 교육심리연구 13(1), pp.203-228
- 송상헌 (1998). 수학 영재성 측정과 판별에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 이경준 (1983). 학습부진아의 인지특성분석과 효율적인 교수전략 탐색연구, 박사학위논문, 중앙대학교 대학원.
- 이철환 (1987). 우뇌훈련을 통한 창의성 개발에 관한 실험연구, 연세대학교 교육대학원 석사학위논문.

- 하종덕 (1992). 우뇌기능 훈련이 뇌의 인지특성 및 수학적 문제해결력에 미치는 효과, 원광대학교대학원 박사학위논문.
- 한국교육개발원 (1991). 사고력 신장을 위한 프로그램 개발연구(V), 한국교육개발원 RR 91-18, 한국교육개발원.
- 황동주 · 윤정진 (2001). 창의성과 뇌기능 분화에 관한 탐색적 연구 - 유아 창의성 프로그램 개발 방향 모색 - 대한 사고력 학회 2001 연차학술발표대회, pp.23-39.
- Armbruster, B.B. (1989). Metacognition in creativity. In J.A. Glover, R.R. Ronning & C.R. Reynolds.(Eds.), *Handbook of creativity*. New York: Plenum Press, pp.177-181.
- Balka, D.S. (1974). *The development of an instrument to measure creative ability in mathematics*, Univ. of Missouri, Ph. D.
- Barron, F. (1963). *Creativity and psychological health*. Princeton, NJ: Van Nostrand.
- Blackslee, J.R. (1980). *The right brain*. New york: Anchor press.
- Bogen, J.E. (1975). *Some educational aspects of hemispheric specialization*. U. C. L. A. Educator. 17, pp.24-32.
- Cattell, R.B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton Mifflin.
- Denny, D. & Wolf, R. (1984). Abstract: Comparisin of two personality tests, As measures of left-right brain cerebral hemisphere preference and creative correlations. *The Journal of Creative Behavior* 18(2), p.142.
- Deridder, C.M. (1986), *A study of selected factors to identify sixth grade students gifted in mathematics*, Ph. D, The University of Tennessee. (UMI)
- Fouche, K.K. (1993). *Problem solving and creativity: Multiple solution methods in a cross-cultural study in middle level mathematics*. Ph. D. Uni. of Florida. (UMI).
- Garrett, S.Y. (1976). Putting our Whole brain to use ; A fresh look at the creative process. *The Journal of Creative Behavior* 10(4), pp.239-249.
- Gazzaniga, M. & LeDoux, J. (1978). *The integrated mind*, New York: Plenum
- Getzels, J.W. & Jackson, P.W. (1962). *Creativity and intelligence: Explorations with gifted students*. New York:Wiley.
- Gough, H.G. (1957). *California psychological inventory manual*. Palo Alto, CA:Consulting Psychologists Press.;
- Gowan, J.C. (1979). The production of creativity through right hemisphere imagery. *The Journal of Creative Behavior* 13(1), First Quarter, pp.39-49.
- Grady, M.P. & Luecke, E.A, (1978). Education and brain. Bloomington phi delta kappa educational foundation,(ERIC Document NO. EDO 153-258).

- Guilford, J.P. & Hoepfner, R. (1966). Creative potential as related to measures of IQ and verbal comprehension. *Indian Journal of Psychology* 41, pp.7-16.
- Haensly, P.A. & Reynolds, C.R. (1989). *Creativity and intelligence*. In J.A. Glover, R.R. Ronning, & C.R. Reynolds (Eds.). *Handbook of creativity*, New York: Plenum, pp.111-132.
- Harpaz, I. (1990). Asymmetry of hemispheric function and creativity ; A empirical examination.. *The Journal of Creative Behavior* 24(3). pp.161-170.Grady(1978).
- Haylock, D.W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren in *Educational Studies in Mathematics* 18, pp.59-74.
- Helson, R. (1976). Women and creativity. In A. Rothenberg & C. R. Hausman (Eds.), *The creativity question*, pp.242-250, Durham, NC: Duke University Press. (Reprinted from *Women mathematicians and the creative personality*, *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 36, 1971, 210-211, 217-220)
- Herrmann, N. (1991). The creative brain. *The Journal of Creative Behavior* 25(4), Fourth Quarter, pp.275-295.
- Katz, A.N. (1983). Creativity and individual differences in asymmetrical cerebral hemispheric function. *Empirical Studies of Art*, 3-16.
- Kießwetter, K. (1985). Wiczerkowski, W., & Prado, T. M(1993)의 논문 Programs and strategies for nurturing talents/gifts in mathematics에서 재인용(In *International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent*, Edited by Heller K. A et. al.(1993)).
- Krutetskii, V.A. (1976), *The psychology of mathematical abilities in school children*, The Univ. of Chicago Press.
- Mackinnon, D. (1962). The nature and nurture of creative talent. *American Psychologist* 17, pp.484-495.
- Mackinnon, D. (1967). The highly effective individual. In R. L. Mooney & T. A. Razik (Eds.), *Explorations in creativity*. New York:Harper & Row..pp. 55-68.
- Mackinnon, D. (1975). IPAR's contribution to the conceptualization and study of creativity. In I. A. Taylor & J. W. Getzels (Eds.), *Perspectives in creativity* (pp. 60-89). Chicago:Aldine.
- McCallum, R.S. & Glynn, S.M. (1979). Hemispheric specialization and creative behavior. *The Journal of Creative Behavior* 13(4), pp.263-273.
- NCTM (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*.
- Parnes, S.J. (1977). The general system, *The Journal of Creative Behavior* 11(1), pp.1-11.
- Poreh, A.M. & Whitman, R.D. (1991). Creative cognitive processes and hemispheric specialization.

The Journal of Creative Behavior **25**(2), pp.169-179.

- Reynolds, C.R. & Torrance, E.P. (1978). Perceived changes in styles of learning and thinking (hemisphericity) through direct and indirect training, *The Journal of Creative Behavior*, **12**, pp.247-251
- Smith, I.L. (1970). IQ, creativity, and the taxonomy of educational objectives: Cognitive domain. *Journal of Experimental Education* **38**(4), pp.58-60.
- Smith, I.L. (1971). IQ, creativity, and achievement : Interaction and threshold. *Multivariate Behavioral Research* **6**(1), pp.51-62.
- Sternberg, R.J. & Lubart, T.I. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human Development* **34**(1), pp.1-32.
- Sternberg, R.J. & Lubart, T.I. (1995). *Defying the crowd : Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: Free Press.
- Sternberg, R.J. & Lubart, T.I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist* **51**(7), pp.677-688.
- Teyler, T.T. (1977). *An Introduction to the Neuroscience Beatty*. In Jackson. et al, *The human brain*. New Jersey Prentice-Hall Inc.
- Torrance, E.P. (1975). Creativity research in education : Still alive. In I.A. Taylor & J.W. Getzels (Eds.), *Perspectives in creativity*, Chicago:Aldine, pp.60-89.
- Uemura, G.H. (1980). Individual differences in hemispheric lateralization, Unpublished Ph.D. dissertation, University of Maine, Orono, ME.
- Wallach, M. & Kogan, N. (1965). Creativity and intelligence in children. In J. McVicker Hunt (Eds.), *Human Intelligence*. New Brunswick, NJ : Transaction Books, pp.165-181.
- Weaver, J.F. & Brawley, C.F. (1959). Enriching the elementary school mathematics program for more capable children, *Journal of Education* **142**(1), pp.1-40.
- Weisbery, R. (1986). *Creativity, genius and other myths*. New York:Freeman.
- Weisbery, R. (1988). Problem solving and creativity. In R.J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity*, Cambridge University Press, pp.148-176.
- Wheatley, G.H. (1977). The right hemispheres role in problem solving. *Arithmetic Teacher* **25**, pp.36-39.
- Yakovler, P.I. & Lecours, A. R (1967). The myelogenetic cycles of regional myelination in the brain. Minkowski, I.A.(Ed), *Regional development of the brain in early life*, Oxford : Blackwell.