

위계적 지능구조 모형의 적합도 검증에 관한 연구

신은영¹⁾ · 송인섭 · 최명구

극동대 · 숙명여대 · 극동대

〈요 약〉

본 연구의 목적은 Guilford의 지능이론에 근거해서 정신능력의 작용영역, 정보영역, 행동영역의 조합을 통해 16개의 지능요인을 제시하고 있는 송인섭(1997d)의 측정모형을 근거로 6개의 이론적 경쟁모형과 3개의 탐색적 경쟁모형을 설정하였다. 그리고 각 모형에 대한 적합성 검증을 통해 가장 타당한 지능의 구조모형을 찾고자 하였다. 본 연구의 표집은 5556명을 대상으로 하였으며 자료분석을 위해 LISREL8 프로그램을 사용하였다.

연구결과는 다음과 같다. 위계적 지능구조에 대한 확인적 요인분석 결과는 많은 요인분석적 지능모형들에서 나타난 것과 마찬가지로(Carroll, 1993; Gustafsson, 1984; Gustafsson & Undheim, 1996; Jensen, 1994, 1998; Vernon, 1950) g를 정점으로 하는 지능의 구조모형을 지지하고 있으며 16개의 측정변인들이 2단계의 요인들을 통해 g로 연결되는 3단계의 위계적 지능구조 모형이 통계적 타당성을 갖는 것으로 나타났다. 본 연구에서 2단계 요인으로 적합하게 검증된 요인은 결정적 지능요인(Gc)과 유동적 지능요인(Gf) 그리고 창의적 지능요인(CRE)이며 이들 2단계의 세 요인은 3단계의 g로 연결되는 것으로 밝혀졌다.

핵심어 : 지능, 위계적 구조

1) 연락처 :

서울시 강남구 수서동 동익아파트 801-804 Tel. 02-451-6145

E-mail : bzmom@kdu.ac.kr

I. 서론

1930년대를 전후해서 지능이론의 주된 조류를 형성했던 요인이론을 기반으로 인간의 지능을 측정할 것으로 추정되는 다수의 검사가 제작되었다. 지능연구에서 요인이론자들은 지능검사 밑에 작용하는 잠재적 구인인 요인의수와 요인들 간의 기하학적 배열에 관심을 갖는다.

지능요인의 수와 배열은 서로 밀접한 관련성이 있는데 일반적으로 인간의 지적 능력을 설명하기 위한 지능구성 요인의 수는 하나에서 180개까지로 구분되고 있다. 이때 요인의 수를 하나로 가정하는 지능연구자들은(Burt, 1949; Spearman, 1927; Vernon, 1950) g를 중심으로 한 지능구조의 위계성을 주장하고 지능의 다요인적 특성을 가정하는 지능 연구자들(Brown & Thomson, 1921; Guilford, 1959; Thomson, 1939; Thurstone, 1938)은 지능구조의 평행성을 주장한다 인간의 지적 능력에 동일한 가치를 지닌다는 평행성의 개념은 지능의 구조를 평면적인 단순구조로 보게 된다.

대표적인 다요인 지능론자인 Thurstone과 Guilford는 초기에 지능의 위계성을 부정하고 독립성을 강조하였다. Thurstone은 기본 정신능력 요인들이 서로 중간 정도의 정적 상관을 갖는 것으로 믿었고(Thurstone & Lohman, 1990) 이는 단순구조에 대한 요인 분석결과 사실임이 밝혀졌다. 또한 기본 요인들간의 상관자료를 갖는 요인으로서 g와 유사한 일반요인을 발견할 수 있었다. Guilford(1981, 1985) 역시, SOI모형에서 추출된 능력요인들 간의 상관을 인정하게되며 2단계 요인과 3단계 요인들을 가정하는 위계적 지능구조모형으로 SOI를 위계화 시키려고 한다(Brody, 1992; Messick, 1992; Undheim & Gustafsson, 1996).

결국, 다요인적 지능구조에서 나타나는 각 요인간의 상관관계를 설명하기 위해서는 더 광범위한 상위의 고차적인 요인들이 필요하다고 볼 수 있다.

인간의 정신구조를 위계적으로 본다면 지능구조의 정점에는 "무엇이 존재하느냐?"는 질문이 위계이론가들의 연구에서 관심의 대상이 된다. 최근의 경향은 위계적 지능모형에서 나타나는 요인간의 관계를 설명하기 위해 하나의 일반요인 'g'를 상위차원으로 도입하는데 일치를 보이고 있다(Brody, 1992; Jensen, 1994). 그러나 전통적인 지능의 구조모형이 g와 측정변인들 간의 직접적 관련성을 제시하고 있는 것과는 대조적으로 Carroll식의 위계모형은 g로 연결되는 위계적 구조모형에서 상위의 요인들을 단계별로 설정하고 있다(송인섭, 1998; Jensen, 1994; Bickley, 1995; Deese, 1993; Gustafsson, 1984; Keith, 1994; Undheim et al., 1987, 1996). 그 결과 모든 인지능력의 측정에서 위계구조의 최고 정점에는 Spearman이 제안했던 것과 비슷한 g의 특성이 나타나는 것으로 확인되었다

이상에서와 같이 지능의 구조에 대한 연구는 최근에 위계적 경향이 부각되고 있음을 알

수 있다. 특히 위계의 정점에는 g 가 위치하고 위계구조의 모형은 Spearman이 제시했던 2단계의 모형이 아닌 Carroll(1997)이 제시한 3단계의 위계적 지능구조 모형이 최근의 대표적 지능구조 모형이라고 할 수 있다.

그러므로 본 연구는 Guilford의 지능이론을 근거로 16개의 지능요인을 제시하고 있는 송인섭등(1997d)의 지능개념을 위계적 구조모형 내에서 경험적으로 검증하고자 한다. SOI를 기본 모형으로 한 지능의 개념을 위계적 구조 속에서 과학적으로 확인하고 특히 3단계 구조모형 속에서 지능의 구조를 해석해보려는 시도는 다요인적 지능 연구의 입장과 위계적 지능 연구의 입장을 통합할 수 있는 의의 있는 과정이라 할 수 있겠다.

II. 이론적 배경

1. 위계적 지능 구조 모형

지능의 다요인적 주장에 의해 요인간에 동등한 서열을 가지는 적성검사가 발달하게 되지만, 검사 배터리가 제공하는 여러 점수들의 예언 타당도보다 동일한 배터리로부터 추정 한 하나의 일반능력 요인의 예언 타당도가 더 높다는 것이 반복적으로 발견되었다. (Carroll, 1982 : McNemar, 1964: Ree & Earles, 1991a: Thorndike, 1985). 마찬가지로 Thurstone (1938)과 Guilford(1959)가 식별한 특수능력들도 학습자의 능력 프로파일과 수업방법을 적절히 조화시키려는 시도에서 크게 유용하지 않았고, 대신에 일반능력이 연구결과의 대부분을 설명했다. 그러므로 지능의 일반요인이 재부상하게 되었다(하대현, 1996). 또한 일반능력이 특수능력보다 학업성적을 더 잘 예언하는 결과들이 제시되자 현대의 지능 이론가들은 폭이 넓거나 좁은 능력을 모두 허용하면서 일반능력의 역할을 강조하는 지능의 위계적 모형을 채택해 나갔다. (송인섭, 1998; Bickley et al, 1995; Carroll, 1993; Gustafsson & Undheim, 1994; Jensen, 1994; Lohman, 1989). 즉, 지능의 일반요인이 재부상 하게 되었다.

인지심리학자도 개인차 중심의 지능 연구에서 수행 과정 중심으로 전환하면서 (Pellegrino & Glaser, 1982), g 의 존재를 확인하는 연구를 제시하고 있다. 인지 상관적인 접근의 McGue 와 Bouchard 의 연구(1989)에서는 개인의 총체적인 수행 수준을 제시하는 절편 모수치들이 기울기 모수치들 보다 심리 측정학적 능력 검사 점수들과 $r=.3$ 정도로 더 높게 상관됨을 나타낸다. (Brody, 1992; Gustafsson & Undheim, 1994). 인지요소적 접근에서는 과제 수행에서의 정보처리를 위한 집행과정으로서 메타요소가 지능의 개인차와 발달 차에 중요한 근원이며, 지적 수행에 관련된 과제들에 걸쳐 일반적이고

정신능력 검사들에서 하나의 g 를 출현시키는데 큰 책임이 있다는 가설을 제안한다. (Sternberg, 1981, 1985)

특히, 지능의 위계성에 대한 근거는 지능간의 독립성을 가장 강력하게 가정하고 있는 Gardner의 MI이론에서 찾아볼 수 있다. MI 이론은 모든 이론에 바탕을 두고 지능간의 독립성을 가정할 뿐만 아니라 하나의 지능을 구성하는 별개의 능력들간에도 준-독립성을 가정한다. (Brody, 1992; Gardner, 1983, p.176). 이러한 독립성에 대한 가정을 모든 지적능력들간의 상관울 기초로 g 의 개념이나 위계이론을 제안하는 심리측정학자들의 견해와 대치되는 것이다. 그러나 Messick(1992)은 MI 이론의 타당성을 비판하고 있다.

Burt(1949), Vernon(1971), Cattell(1971, 1987), Guilford (1981)의 위계구조에서 밝혀진 다요인들은 Gardner의 7개 지능 중 6개와 일치한다. 4개의 지능(언어, 논리-수학, 공간, 대인관계지능)은 고차 수준에 놓여지고, 다른 2개의 지능(신체-운동 및 음악지능)은 중간 수준에 놓여진다. (하대현, 1998). 이와 같은 위계구조는 MI의 6개 지능을 경험적으로 지지하면서도 다른 한편으로는 지능들간의 상호 상관성을 입증해 주는 것이다. 이러한 상호 상관성은 일반적인 지적 과정의 형태를 취하고 정보처리기능을 공유하는 형태를 취하므로, 다지능의 주요한 특징인 독립적 기능과 각각의 지능이 소유한 핵심적 정보처리 기제의 기능을 부정하게 된다.

그러므로 지능연구자들은 문제해결과정에서 작용하는 지능의 일반요인을 인정하며 일반요인은 지능의 고차적 위계구조를 통해 적절하게 식별될 수 있음을 제시하고 있다. 많은 인지능력 검사들을 통해서 볼 때 g 가 전체 공통요인 변량의 반 이상을 설명하는 것으로 나타나기 때문에(Carroll, 1997), g 는 지능의 구조 내에서 매우 중요한 요인이라 할 수 있다.

위계모형에서 측정변인들 간의 관계를 설명하기 위한 하나의 상위차원으로 g 를 도입해야 하는 필요성에 대해서는 강력한 일치성을 보이고 있다(Brody, 1992; Jensen, 1997). 또한 지능위 구조에서 g 를 정점에 두는 것이 새로운 지능 조직법은 아니다. 그러나 전통적인 지능의 구조모형들이 측정변인들과 g 와의 직접적 관련성을 가정하는 것과는 반대로 Carroll(1992, 1993, 1997)은 측정변인들이 g 로 연결되는 위계적 통로를 3단계로 설정하고 지능의 구조 속에서 일반요인이 갖는 영향력을 해석하고 있다. 최근의 위계적 위계적 지능 구조모형들(송인섭, 1998; 신은영, 1999a, 1999b; Bickley, 1995; Deese, 1993; Gustafsson, 1984; Jensen, 1994; Keith, 1994; Undheim & Gustafsson, 1987, 1996)은 Carroll처럼 g 로 연결되는 2단계 요인들을 다양하게 설정하므로써 측정변인들이 공유하고 있는 지능의 속성을 일반화시킬 수 있는 타당한 근거를 제시한다.

송인섭(1998)은 13개의 측정변인으로 구성된 유아의 지능요인들 간의 위계성을 검증하는 과정에서 2개 이상의 2단계 요인과 정점에 g 를 둔 3단계의 가설적 위계모형들을 설정

했다. 그 결과 13개의 측정변인이 3개의 2단계 요인을 거쳐 3단계의 g 로 요인부하 되는 위계구조 모형이 타당함을 발견하였다.

송인섭 외(1999), 신은영(1999)의 연구에서는 청소년을 대상으로 16개의 측정변인으로 구성된 지능요인들을 Guilford의 위계구조에 맞춰서 가설적 위계모형을 설정하고 검증하였다. 그 결과 16개의 측정변인이 g 로 직접 연결되는 2단계의 지능구조 모형보다는 16개의 측정변인들이 공유하는 특성을 중심으로 2단계 요인을 형성하고 3단계에 g 를 설정한 위계적 구조모형이 더 타당성을 갖는 것으로 나타났다.

g 를 중심으로 한 지능의 위계모형은 지능 다요인들이 구조적으로 동등성을 갖기 보다는 요인들간에 공유되거나 중첩된 변산을 종합함으로써 보다 광범위하고 높은 수준의 요인을 가정하고 있다. 위계적 지능구조 모형은 구체적인 지능의 측정변인이 갖는 특징에서부터 변인들간의 관계를 통한 상위의 대표 개념에 대한 정보를 제공한다. 이는 지능의 위계적 구조모형이 지능의 구조에 대한 새로운 해석 가능성을 갖는 모형으로 거론될 수 있음을 의미한다.

III. 연구 문제

1. 3단계의 위계적 지능구조 모형은 타당한가?

3단계의 위계적 지능구조는 Carroll(1993)의 3층이론(Three-Stratum Theory)에 근거한 지능구조 모형으로 본 연구에서는 다음과 같은 절차를 통해 3단계의 요인모형을 설정하였다. 정보*작용*행동의 조합을 통해 추출된 16개의 1단계 측정변인들은(송인섭외, 1997d) 각각 고유의 독특한 인간 능력을 측정하고 있다. 2단계 요인들은 이들 16개 측정변인들이 갖는 공통성을 정보영역, 작용영역, 행동영역별로 구분하였고 3단계 요인으로 g 를 정점에 두었다. 그리고 Carroll의 2단계 모형에서 Gf-Gc의 개념을 본 연구의 모형의 형성과정에서 2단계에 적용하였으며 3단계에는 g 를 두었다.

또한 16개 측정변인에 대한 요인분석을 통해 2단계 요인을 2개~ 4개로 설정하고 g 를 3단계에 놓는 탐색적 위계모형을 설정하였다.

그러므로 본 연구에서는 16개의 측정 변인들을 1단계 요인으로 놓고 2단계의 요인들을 이론적 배경에 따라 6가지 그리고 탐색적 수준에서 3가지로 구성하고 3단계에 g 를 놓는 위계적 경쟁모형들의 타당성을 확인하고자 한다.

2. 지능의 위계적 구조 속에서 Gf와 g는 동일한 위치를 갖는가?

Gustafsson(1988)은 Horn과 Cattell(1966)의 지능 모형을 가지고 g의 존재에 대한 확인적 요인분석을 실시한 결과 Gf와 g간에 거의 완전한 가까운 상관($r=.98$)을 발견하고 Gf를 위계구조의 정점에 두는 것이 합리적이라고 생각했다. 또한 그는 일반요인을 추출한 후 Vernon의 언어적-수리적-교육적(v:ed)요인과 실제적-기계적-공간적(k:m)요인을 추출하였다. 결국 Gustafsson의 확인적 요인분석결과는 지능의 전반적인 구조에서 g가 하나의 이론구인으로 설정될 수 있으며 Gf가 g와 동일한 위치를 갖는 것으로 가정할 수 있는 증거를 제시하였다.

Cattell(1987) 역시 g와 Gf의 상관이 높게 나타나는 것을 발견하고 비약적이긴 하지만 Gf를 '역사적' Gf 또는 Gf(h)라고 명명하고 있다.

지능의 측정변인들 간의 관계를 설명하기 위한 상위개념으로 g를 도입해야 한다는 점에서 지능 연구자들은 강력한 일치성을 보이고 있다. 그러나 이상에서의 연구결과들은 위계구조 내에서의 g의 위상에 대한 논쟁을 일으키고 있는 것이 사실이다. 그러므로 본 연구에서는 Gf-Gc를 상위의 개념으로 제시하고 있는 경쟁모형들에 대해 Gf와 g의 관계를 비교하므로써 g의 위상을 경험적으로 확인하고자 한다.

IV. 연구 모형

본 연구에서는 측정변인에 g의 직접적 영향력을 나타내는 2단계 모형(Spearman, 1927)과 1단계의 특수 능력을 나타내는 측정 변인의 상관 자료 분석을 통해 2단계의 광범위 능력요인을 설정하고 3단계에는 일반 요인으로서의 g를 두는 위계모형으로 지능을 구조화하였다. 그러므로, 본 연구에서 검증하려는 지능의 경쟁적 구조 모형은 모두 9개의 지능의 위계적 구조를 가정할 수 있는 가설적 위계모형으로 그 중 6개의 위계모형은 이론적 근거에 의해서, 나머지 3개의 위계모형은 경험적 근거에 의해 설정하였다.

1. 이론적 경쟁 모델

가. 모형 1.0.1:

〈표IV-1〉에서 Spearman의 2요인 이론에 근거한 모형을 제시하고 있다. 모형 1.0.1에서는 각 변인이 g만을 측정하고 있고 특수 요인들은 각 변인에 포함되어 있다. 이 모형은 모든 요인모형들 중 가장 단순한 모형으로 많은 검사 베타리들에서 g외에 다른 공통요인

들이 제시되고 있지만 Spearman이 제시하고 있는 2단계의 위계모형은 더 세부적인 설명을 필요로 하지 않는다 (Jensen, 1994).

〈표IV-1〉 이론적 경쟁모형

모형	모형의 특징	2단계	3단계
1.0.1	단일 요인에 근거한 2단계 모형	g	
1.2.1	Gf-Gc에 근거한 3단계 모형	Gf-Gc	g
1.2.2	행동영역에 근거한 3단계 모형	**O, **A	g
1.2.3	정보영역에 근거한 3단계 모형	*L*, *S*	g
1.3.1	Gf-Gc와 창의성에 근거한 3단계 모형	Gf-Gc-CRE	g
1.4.1	정신작용에 근거한 3단계 모형	U**,P**,E**,C**	g

나. 모형 1.2.1 :

고차적 요인분석을 통해 지능의 위계적 모형을 설정할 때 가장 일반적인 위계모형은 Cattell(1943)에 의해 개발된 유동적 지능(Gf)과 결정적 지능(Gc)이다.

Guilford(1980)는 자신의 지능구조를 위계화 시키는 과정에서 Gf 와 Gc가 기호적인 내용과 의미적 내용에 포함될 수 있음을 시사하고 있는데 이를 확인해보기 위해서 가설적 모형 1.2.1을 제시한다. 모형 1.2.1은 일반요인을 중심으로 Gf-Gc를 구분하는 위계모형으로 지능의 측정변인들이 감각적 내용을 통한 문제해결능력을 요구하는 경우에는 Gf가, 또는 주어진 정보내용이 언어적 의미를 가질 때는 Gc에 구조화시켜서 위계모형을 형성하였다.

다. 모형 1.2.2 :

인간의 능력을 각 영역별로 4*2*2 조합에 의해 16가지 차원으로 추출해낸 송인섭의 이론을 근거로 행동영역에서의 정돈형과 응용형을 2단계 요인으로 구성하고, 정점에 일반요인을 놓는 모형을 설정한다.(송인섭, 1998)

Guilford의 지능이론에 대한 위계성 검증을 연구하는 사람들이 SOI 내에 어떤 차원을 상위의 개념으로 구조화하느냐에 따라 위계적 적합성이 변화한다. (Chen & Michael, 1993; Ulosevich, Michael & Bechelor, 1991)고 본다. 그러므로 모형 1.2.2에서는 정신결과차원에 따른 지능의 가설적 구조화 모형을 검증모형으로 제시하였다.

라. 모형 1.2.3 :

모형 1.2.3. 은 Guilford의 지능차원 중 정보의 내용차원에 의해 2단계의 대집단을 형성

한 가설적 위계모형이다. Guilford의 SOI에서 상위의 요인들을 연구하는 사람들은 인간의 기본적인 세 가지 정신영역 중 정보영역의 요인들이 가장 분명하게 구분된다.(Clampham, 1996; Ulosevich, Michael & Bachelor, 1991). 그러므로 모형 1.2.3.은 지능의 위계적 구조모형을 설명할 수 있는 대안적 가설로 제안 될 수 있겠다.

마. 모형 1.3.1 :

요인분석을 통해 창의적 사고에 대한 과학적 접근을 시도한 Guilford(1967a)는 창의적 능력에 대한 본질을 정립하고 전통적인 지능의 개념과는 다른 지능의 개념을 정립하고 있다. 또한 Cave(1970)는 전통적인 지능의 요인(언어적, 비언어적) 들과 마찬가지로 창의적 사고가 지능과 관계가 있으면서 동시에 독특한 요인으로 존재함을 시사한다.

그러므로 본 연구에서는 Guilford의 이론을 근거로 송인섭(1998)이 재개념화한 16개의 지능요인을 가지고 모형1.3.1.을 가정할 수 있다. 즉, 2단계 요인에 창의적 사고를 포함하는 지능의 위계적 구조모형을 검증모형으로 제시할 수 있다.

바. 모형 1.4.1 :

Guilford 지능의 구조화를 위계적으로 검증할 때, Ulosevich 등 (1991)은 인간정신작용영역을 통한 지능의 개념화를 제시하고 있다. 즉, 창의적 사고와 인지, 평가의 정신작용에 의해 지적 능력이 개념화 될 수 있다고 본다. 송인섭(1998)도 정신작용을 통한 지능의 측정모형으로 인지와 기억을 포함하는 관습형과 실질형, 창의형, 평가형 요인을 제시하고 있다. 그러므로 모형1.4.1. 에서는 정신작용영역에 의해 나타나는 정신 결과 (행동영역)의 요인을 구분하기 어렵다는 문제를 지적하고 있으나, 본 연구모형 1.4.1.에서는 수렴적 사고에 해당되는 실질형 정신작용을 2단계의 대집단 요인으로 포함하는 위계모형을 설정하므로써 SOI내에서의 위계구조에 대한 통합적 증거를 제시하게 될 것이다.

2. 탐색적 경쟁 모형

재개념화된 Guilford의 지능 구인들을 가지고 청소년기 ~ 성인전기의 학생을 대상으로 직접적 경쟁 모형을 비교한 경험적 연구 결과는 찾아볼 수 없다. 그래서, 송인섭 등 (1995, 1998) 은 4~7세 유아의 지능구조 연구결과 경쟁적 모형을 형성하였다. 그의 연구에 의하면 지능요인들 간의 상관성이 서로 독립적이라기 보다는 정적상관이 높게 나온다는 사실을 통하여 정신능력 하위요인들 사이에 상호관계가 있음을 알 수 있고, 이는 위계적 시각에서 볼 때 경쟁모형을 형성할 수 있는 근거를 제시한다고 볼 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 이론적 모형으로 설정한 위계적 지능 구조의 2단계에 2~4개의 광범위 요인을 설정하였다는 사실을 토대로 본 연구에서 사용된 16개의 지능 구인들을

2~4개까지 탐색적 요인 분석을 하였다. 그 결과 서로 통합되는 요인들을 2단계의 요인으로 설정하여 3개의 탐색적 경쟁 모형 2.2.1, 모형 2.3.1, 모형 2.4.1을 설정하였다.

〈표IV-2〉 탐색적 경쟁모형

모형	모형의 특징	2단계	3단계
2.2.1	요인의 수를 2개로 고정시킨 3단계 모형	요인1,요인2	g
2.3.1	요인의 수를 3개로 고정시킨 3단계 모형	요인1,요인2,요인3	g
2.4.1	요인의 수를 4개로 고정시킨 3단계 모형	요인1,요인2,요인3,요인4	g

V. 연구 방법

1. 표집대상

본 연구의 분석 대상으로 설정된 표본집단은 전국의 고등학교 재학중인 1학년 학생부터 대학교 4학년 재학중인 남녀 학생 5556명이다. 검사지는 각 학년별로 1000부씩 배포하였으나 교사의 자율적 수업조정이 어려운 고등학교의 경우 수업상의 문제 때문에 배포된 검사지의 1/2 정도 실시할 수 있었다. 회수된 검사지들 중에서도 무반응 문항이 많은 검사지와 학년을 기재하지 않은 검사지는 분석에서 제외시켰다.

표본집단의 연령범위는 17 ~23 세로 청소년 중기에서 성인초기의 지능 특징과 발달적 안정성을 대표할 수 있는 연령으로 유아용 검사를 제작할 때 생길 수 있는 난이도와 변별도의 조정에 따른 문항 구성이 달라지지 않으므로 동일한 검사를 통해 능력 측정이 가능하다.

표집방법은 유층적 무선 표집에 충실하기 위해 전국의 각 지역에 고르게 분포하여 표집을 실시하였다. 본 연구에서 사용된 표집은 다음과 같다.

〈표V-1〉 학년별·성별 표집 수

성별 \ 학년	고등학교			대학교				합계	성별 구분 없음
	1	2	3	1	2	3	4		
남	141	457	563	286	274	314	333	2368	52
여	357	128	131	627	629	602	662	3136	
합계	498	585	694	913	903	916	995	5504	5556

2. 측정도구

인간의 지능구조와 변화를 연구하기 위해 본 연구에서 사용한 지능검사는 송인섭, 박정옥(1997d)이 제작한 진로 탐색검사 중 능력유형 검사를 사용하였다. 송인섭 등이 제작한 검사는 인간의 능력을 3차원적 개념으로 정의하고 16가지의 개별화된 지능요인을 측정하고 있다. 소요시간은 31분이다. 본 검사는 Guilford의 지능구조를 이론적 배경으로 재개념화되었으며 고·대학생을 대상으로 한국 상황에 맞게 표준화된 집단 검사다.

이 검사는 4~6개의 답지 중에 하나의 정답을 고르는 문제, 정답에 해당하는 도형을 고르는 문제, 그림을 그리거나 글자로 직접 답을 표현하는 문제들로 구성되어 있고 각 영역이 소 검사별로 약간씩 형식을 달리하고 있다. 측정도구에 대한 자세한 내용은 송인섭 외(1999), 신은영(1999)을 참고하시오.

3. 자료분석

본 연구에서는 LISREL 프로그램을 사용했고 지능 구조에 대한 이론 검증을 위해 4PM 방식을 사용했다.

VI. 연구 결과

위계적 지능구조 모형의 타당성을 LISREL 분석을 통해 확인한 결과는 다음과 같다.

1. 2단계 구조모형과 3단계 구조모형의 비교

본 연구에서는 측정 변인들이 직접적으로 일반 요인과 연결되는 2단계의 지능 구조 모형과 2단계의 대집단 요인들을 거쳐 3단계의 일반 요인을 형성하는 경쟁 모형을 비교하였다.

지능의 위계구조를 가정하는 여러 가지 모형과 자료를 함께 입력한 결과 컴퓨터는 미지수의 계산을 끝낸 후 모형이 주어진 자료에 잘 맞는지를 나타낸다. 일반적으로 사용되는 적합도 지수들이 <표VI-1>에 제시되어 있다. 주어진 자료에 대한 모형의 전반적인 측정치인 χ^2 는 모형의 부적절성을 측정하는 통계적 지수이다. 즉 가정된 모형이 현실적 자료에 적절할수록 χ^2 는 작아지며 $\chi^2 = 0$ 일 때 완전한 적합도를 의미한다.

〈표VI-1〉 2단계 위계구조와 3단계 위계 구조의 적합도 검증 N=5347

	모형	χ^2	df	GFI	AGFI	NFI	RMR
이론적 모형	1.0.1	6398.05	104	.91	.88	.38	.21
	1.2.1	9072.05	103	.91	.88	.40	.21
	1.2.2	6397.55	103	.91	.88	.38	.21
	1.2.3	6189.72	103	.91	.88	.40	.21
	1.3.1	670.50	102	.99	.98	.93	.036
	1.4.1	950.92	100	.98	.97	.92	.049
탐색적 모형	2.2.1	970.31	103	.97	.97	.91	.048
	2.3.1	836.10	102	.97	.97	.92	.045
	2.4.1	972.15	101	.97	.97	.91	.045

〈표VI-1〉에서 제시된 χ^2 의 값은 모든 모형들에서 크게 나타나고 있어 주어진 위계적 모형이 경험자료에 맞지 않는다는 “통계적 결정”을 내릴 수 있다. 그러나 χ^2 는 표본크기의 함수로 표시되기 때문에 표본이 매우 크면, 모형이 현실성을 잘 반영하고 있어도 모형과 현실간의 근소한 차이에도 “심각한 차이”를 갖는 부적절한 모형이라는 결과를 나타낸다.(이순목, 1990; James, Mulaik & Brett, 1982; Mulaik, 1987). 그러므로 본 연구에서의 전체표본의 수가 N=5347으로 제시된 모형들의 χ^2 의 값이 크고, 확률치가 낮을 수 밖에 없음을 예측할 수 있다. 특히 포화모형(saturated-model)에 비해 변인의 연결이 느슨하게 구성된 간명모형(overidentified-model)의 특징을 갖는 본 연구의 모형들을 큰 표본에 적용시킬 경우 χ^2 의 확률치는 작아진다. 자유도에 비해 χ^2 값이 크게 주어졌을 때는 모형에 대한 적합도를 평가할 수 있는 여러 가지 지수가 있다(Jöreskog & Sörbom, 1997). 모형의 적합도를 측정하는 지수들 중 가장 널리 사용되는 것들은 Jöreskog와 Sörbom(1984)의 LESREL 프로그램에서 사용되는 기초부합치(GFI), 조정부합치(AGFI), 추가지수(MI), Bentler와 Bonett(1980)의 비표준부합치(NNFI), 표준부합치(NFI) 등을 예로 들 수 있다.

〈표VI-1〉에 제시된 모형들을 비교해 볼 때 우선 지능의 2단계 위계구조를 가정하고 있는 모형 1.0.1 통계적 적합도 지수들이 $\chi^2 = 6398.05$ (df=104, n=5347), p=.00, AGFI=.88, NFI=.38로 나타나고 있어, 적합도 측정치들이 .90이상일 때 좋은 모형으로 판단될 수 있는 준거에 미치지 못하고 있다. 또한 본 연구의 분석자료가 상관자료임에

비추어 볼 때 RMR이 .05이상인 모형은 적합도 지수들이 의미를 갖지 못한다는 사실을 고려해 볼 때 모형1.0.1, 모형1.2.1, 모형1.2.2, 모형1.2.3은 타당한 모형으로 판단하기 어렵다.

그러므로 본 연구에서는 g를 장점으로 하는 2단계의 지능 위계구조보다는 3단계의 위계적 지능구조 모형(모형 1.3.1. ~ 모형 2.4.1.)이 지능의 구조적 특성을 더 잘 설명한다 하겠다.

2. 이론적 구조모형과 탐색적 구조모형의 비교

지능의 구조를 설명하는 데 있어 정점에 일반 요인(g)을 두고 3단계 위계 구조로 설명하는 것이 g의 직접적 영향을 받는 2단계 위계모형보다 더 타당함이 검증되었다. 그렇다면, 본 연구에서는 3단계 위계적 요인구조를 형성하고 있는 이론 또는 탐색적인 지능의 위계적 구조 중 가장 적합한 위계모형을 찾아내는 것이 또 하나의 연구문제가 될 수 있다.

〈표VI-2〉 2차 요인 분석 결과 나타난 적합도 지수 N=5347

모형		Q*	GFI	AGFI	NFI	RMR
이론적 모형	1.2.1	58.95	.91	.88	.40	.21
	1.2.2	62.11	.91	.88	.38	.21
	1.2.3	60.09	.91	.88	.40	.21
	1.3.1	6.57	.99	.98	.93	.036
	1.4.1	9.51	.98	.97	.91	.049
탐색적 모형	2.2.1	9.42	.98	.97	.91	.048
	2.3.1	8.20	.98	.97	.92	.045
	2.4.1	9.63	.98	.97	.91	.045

$$* Q = \chi^2 / df$$

〈표VI-2〉에 제시된 3단계의 위계적 지능구조를 갖는 이론적 모형들과 탐색적 모형들을 비교해 볼 때 자유도에 대한 χ^2 값이 크게 나타나고 있으며, 확률치가 "0"으로 주어진 모형이 자료에 잘 맞지 않는다는 심각한 결과를 초래하였다. 그러나 통계적 유의성이 과학적 유의성과 반드시 일치되는 것은 아니므로(Guttman, 1977)기타의 적합도 지수들을 보고 지능의 구조를 타당하게 설명하고 있는 모형 선택에 경험적 결론을 내리는 것이 타당할 것

이다. χ^2 값 외에 제시된 전반적이 적합도 지수들을 비교해 볼 수 있는데 우선 각 모형에서의 RMR을 비교한다. 이는 분석자료가 상관자료일 경우 RMR이 0.5이상인 모형의 적합도 지수들은 해석상의 의미를 갖지 못하기 때문이다(이순목, 1990).

그러므로 상관자료를 분석의 기본 단위로 사용한 본 연구에서 RMR이 .05이상인 모형 1.2.(RMR=.21), 모형 1.2.2.(RMR=.21), 모형 1.2.3.(RMR=.21)은 좋은 적합치를 나타내지 않으므로 경쟁 모형에서 제외시킬 수 있다. 8개의 경쟁 모형 중 3개의 모형을 제거한 나머지 경쟁 모형들의 적합도 지수의 비교는 <표VI-3>와 같다.

<표VI-3> RMR< .05 인 경쟁모형들의 적합도 지수 N=5347

모형		Q*	GFI	AGFI	NFI	RMR
이론적 모형	1.3.1	6.57	.99	.98	.93	.036
	1.4.1	9.51	.98	.97	.91	.049
탐색적 모형	2.2.1	9.42	.98	.97	.91	.048
	2.3.1	8.20	.98	.97	.92	.045
	2.4.1	9.63	.98	.97	.91	.045

* $Q = \chi^2 / df$

<표VI-3>에 제시된 이론적 위계모형 1.3.1. 모형 1.4.1.과 탐색적 위계 모형 2.2.1. 모형 2.3.1. 모형 2.4.1.의 전반적인 적합도 지수들을 통한 가장 타당성 있는 지능의 위계구조 모형은 다음과 같다.

<표VI-3>에서 우선 각 모형의 적합도 측정을 위한 통계적 지수로 χ^2 는 표본의 크기에 영향을 받으므로 자유도에 대한 χ^2 의 비율(Q)로(송인섭, 1982; Bentler & Bonnett, 1980; Schmitt, 1978; Shavelson & Bolstus, 1982; Wolfle, 1981)모형의 적합도 지수를 제시하였다. Q값이 10이상일 때 부적절한 모형으로 판단하는 Schmitt(1978)의 준거에 비춰볼 때 <표VI-3>의 경쟁모형들은 해석가능성을 갖는 모형들이라고 할 수 있다. 특히, 모형 1.3.1.은 χ^2 확률치가 5에 근접하고 있어, 다른 위계모형들보다 좋은 적합도를 나타내는 모형으로 판단할 수 있다.

본 연구에서 표본의 크기가 M=5347로, 표본의 크기가 $N \geq 200$ 일 때 타당한 적합도 지수로 볼 수 있는 GFI 값을 각 모형별로 비교할 수 있다. 즉, $N \geq 200$ 일 때 $GFI \geq .95$ 이면 "좋은 모형"(Mulaik, 1990; Silvia, 1988)이라는 준거에 비춰볼 때 <표VI-3>의 경쟁 모형들은 모두 타당한 위계모형으로 인정할 수 있다. GFI를 자유도에 대해 수정한 AGFI

역시 .97이상으로 3단계의 위계적 지능 모형들이 모두 적합함을 제시한다. 또한 Bentler와 Bonett(1980)이 제시한 NFI 역시 모든 모형에서 .90보다 크기 때문에 “잘 맞는 모형”으로 해석할 수 있다.

그러나 본 연구에서 제시된 위계적 지능구조 모형 중 적합도 검증을 통해서 가장 적합한 모형을 경험적으로 탐색하는 것이 목적이므로 <표VI-3>의 지능의 위계적 구조를 가정하는 모형들에 대한 적합도를 평가한다. Bentler와 Bonett(1980)이 제시한 ' χ^2 차이검증($\Delta\chi^2$)'은 경쟁모형들이 가지고 있는 간명도의 희생에 비해 적합도의 크기가 유의하게 증가하는지를 통계적으로 검증하는 방법이다.

<표VI-4>은 <표VI-3>의 경쟁모형들을 자유도가 큰 순서로 정리한 한 후 각 모형의 적합도 지수들을 비교한 결과이다.

<표VI-4> 경쟁모형들의 적합도 평가

모형	χ^2	df	Q	χ^2 의 유의성
2.2.1	970.31	103	9.48	.00
2.3.1	836.10	102	8.20	.00
1.3.1	670.50	102	6.51	.00
2.4.1	972.15	101	9.63	.00
1.4.1	950.92	100	9.51	.00
2.2.2 : 2.3.1	134.21	1	--	.01
2.3.1 : 1.3.1	165.60	0	--	.
1.3.1 : 2.4.1	-298.35	1	--	.01
2.4.1 : 1.4.1	21.23	1	--	.01

$$* Q = \chi^2 / df$$

<표VI-4>에서 모형2.3.1은 모형2.2.1보다 자유도가 1만큼 작기 때문에 간명도가 작은 모형이지만 간명도의 손실을 보상할 만큼 적합도($\Delta\chi^2$)는 증가했음을 알 수 있다. 모형2.3.1과 모형1.3.1의 경우 같은 크기의 자유도를 갖는 모형들로 두 모형의 적합도 평가는 계산할 수 없다. 평행적인 특성을 가지면서 똑같은 크기의 자유도를 갖는 두 모형의 적합도 검증은 <표VI-3>에서 Q값을 통해서 비교할 수 있다. 그러므로 Q값이 작은 모형1.3.1이 더 적합한 지능구조 모형임을 알 수 있다. 또한 모형1.3.1과 모형2.4.1의 적합도를 비교해 보면 $\Delta\chi^2$ 가 -298.35로 자유도 1을 갖는 χ^2 분포에서 -298.35는 '0'이라고 하기에는 대단히 작은 숫자로서 모형2.4.1은 모형1.3.1의 간명도를 희생할 만큼 적합한 모형이라고 볼 수 없다. 모형 2.4.1과 모형1.4.1을 비교해 보면 자유도 1만큼의 감소에 따른 χ^2 차이

가 21.23으로 .01수준에서 χ^2 값 10.83보다 크게 나타나고 있어 모형1.4.1의 적합도의 증가가 모형2.4.1의 간명함을 희생시킬 정도로 통계적 의미를 갖는다고 판단할 수 있다. χ^2 차이 검증 결과 나타난 모형들의 적합도를 평가해 보면 모형1.3.1이 다른 위계모형들 보다 지능의 구조를 나타내는데 더 적합함을 알 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 16개의 측정 변인을 대표하는 2단계 요인으로 결정적 지능, 유동적 지능, 창의적 지능을 설정하고 3단계에 일반요인 'g'를 놓는 모형1.3.1이 지능의 구조를 가장 타당하게 설명한다 (Q=6.51, GFI=.99, AGFI=.98, RMR=.036).

[그림 VI-1]에 제시된 것처럼 지능의 위계적 구조를 나타내는 모형 1.3.1은 Gf와 Gc 2개의 지능 요인과 독특하고 유연한 발산적 사고를 필요로 하는 1개의 창의적 지능 요인을 지능의 위계 내에서 2단계의 요인에 놓고 3단계의 정점에 일반 요인을 상정한 지능의 위계적 구조 모형이다. 1단계와 2단계의 표준화된 요인부하량이 [그림 VI-1]에 제시되어 있다.

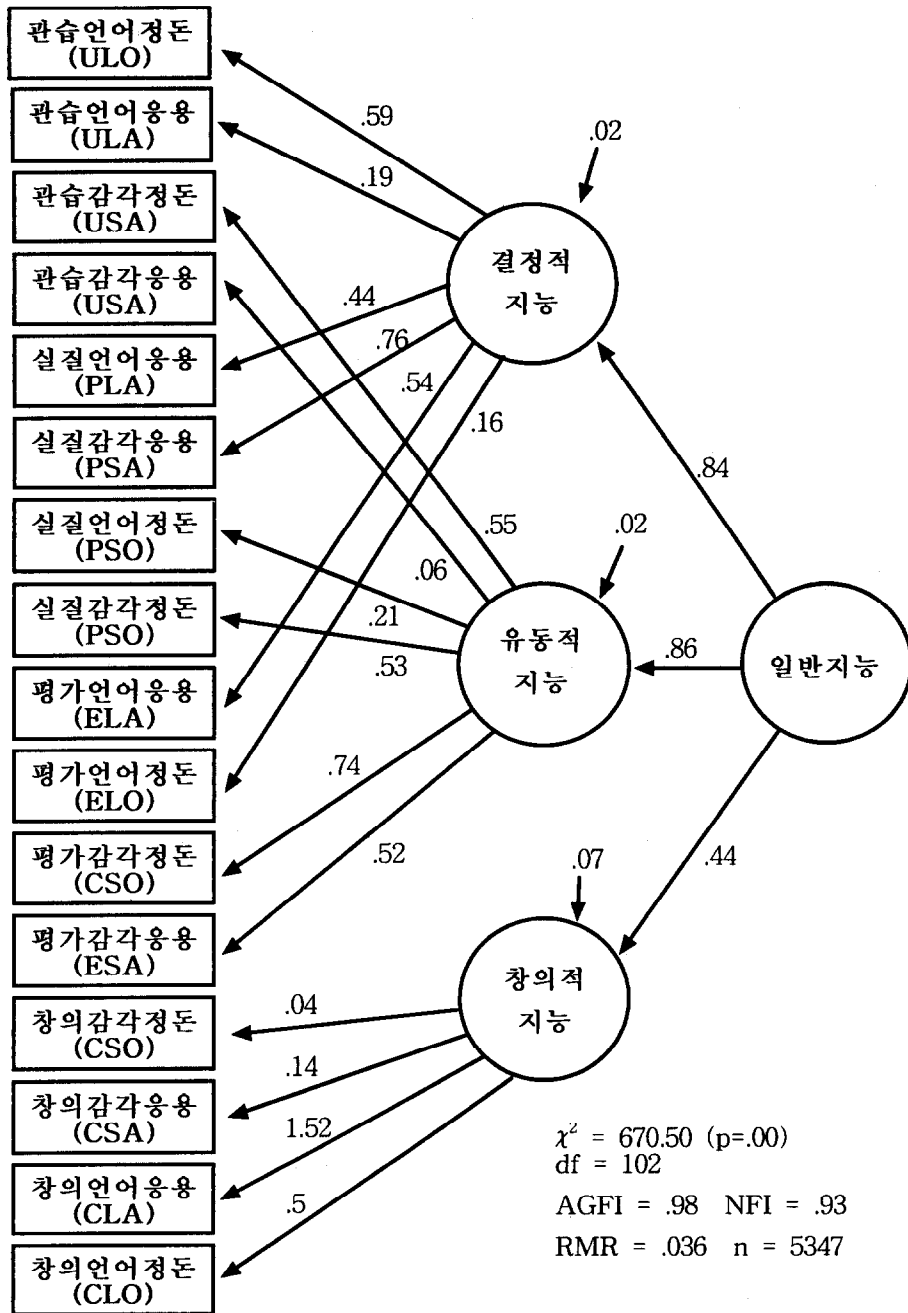
3. Gf와 g의 동일성

Gf와 g의 동일성을 비교하기 위해 [그림 VI-1]의 모형1.3.1에서 Gf와 Gc가 g에 대해서 갖는 부하량을 확인해 보았다. Gf와 Gc는 각각 .86와 .84으로 g에 똑같이 매우 높은 부하량을 갖는 것으로 나타났다.

〈표VI-5〉 모형1.3.1과 Gf, Gc모형의 적합도 평가 N=5347

모형	χ^2	df	χ^2 차이	df차이
Gf	757.13 (p=.00)	103	86.73	1
Gc	765.93 (p=.00)	103	86.43	1

〈표VI-5〉에서 Gf를 1.00으로 고정시켰을 경우 모형1.3.1과의 χ^2 차이는 86.63 (757.13-670.50)이고 Gc를 1.00으로 고정시켰을 경우 모형1.3.1과의 χ^2 차이는 86.43 (757.13-670.50)는 자유도 103을 갖는 χ^2 분포에서 볼 때 확률치가 '0'이다. 즉 86.73과 86.43은 '0'이라고 하기에는 너무 큰 숫자로서 모형1.3.1에서 g에 대한 Gf와 Gc의 요인 부하량은 높지만 각각의 부하량을 1로 고정시킨 결과는 χ^2 값이 높아져 모형의 적합도를 더 떨어지게 했다.



[그림 VI-1] 모형 1.3.1의 표준화된 요인부하량

그러므로 Gf와 Gc는 g와 높은 상관을 갖지만 g를 대신할 수 있는 동일개념으로 보기는 것은 타당하지 못함을 알 수 있다. 모형1.3.1의 위계적 구조모형에서 볼 때 Gf와 Gc는 g와 동일개념이라기 보다는 하위개념으로 이해하는 것이 더 타당하다고 볼 수 있다.

VII. 논의 및 결론

1. 논의

본 연구결과는 정점에 일반요인 (g)을 놓는 3단계의 위계적 구조모형이 지능의 구조설명에 적합한 것으로 나타났다. (Burt, 1949; Carroll, 1993; Gustafsson, 1988; Jensen, 1997, 1998; Vernon, 1950). 본 연구에서는 이론적 근거에 의해 6개의 위계적 경쟁모형을 설정하고 요인분석을 통한 탐색적 근거에 의해 3개의 경쟁모형을 가설적으로 상징하였다. 상정된 9개의 경쟁모형들은 연구문제에서 재개념화된 16개의 지능요인들의 상관자료를 가지고 형성되었으며 이들 중 가장 적합한 지능의 구조를 경험적으로 검증했다. 9개의 경쟁모형 중 1.0.1.은 Spearman의 2단계 요인구조에 의한 모형이고 나머지 경쟁모형 8개는 일반요인(g)을 정점으로 하고 2단계에 2~4개의 대집단 요인을 갖는 3단계 위계구조 모형이다.

g에 대한 능력요인들의 구조를 나타내는 2단계 또는 3단계의 위계적 연구 모형들을 비교해 볼 때 몇 가지 사실을 발견할 수 있다. 첫째, 측정변인들이 g에 대해 직접적인 영향을 받는 1차적 요인구조보다는 검사들간의 상관을 바탕으로 2단계의 대집단 요인을 통한 3단계 요인구조가 타당함을 알 수 있다. <표VI-1>에서와 같이 위계적 지능 구조를 가정하는 9개의 경쟁모형 중 3개의 대집단 요인을 통한 위계적 지능 구조가 2단계의 위계구조 모형(모형 1.0.1.)보다 이론적·경험적으로 타당하게 나타났다.

이는 지능의 위계구조가 단일 g의 영향을 직접적으로 받는다는 연구들(Jensen, 1994; Spearman, 1927)과 일치하지 않는 연구결과이다. 본 연구에서 검증된 16개의 지능요인들 간에 상관이 있다는 것은 각각의 지능요인들을 포함하는 거시적인 능력검사의 틀이 있음을 가정하게 한다. 그러나 각각의 측정변인들이 g로 직접 연결되기 보다, 일차적으로 2단계의 대집단 요인을 구성하고 각각의 대집단 요인이 상위의 집단을 형성하면서 g의 영향을 직·간접적으로 받는 지능의 구조가 모형이 지능의 위계적 구조를 설명하는 데 더 적절함을 지지한다.

본 연구에서 검증된 3단계 지능의 구조는 단일 g로 형성되는 요인모형이 적합치 않음을 제시하고 있는 Horn(1985)의 연구결과와도 일치한다. 즉, 그의 연구결과에 의하면 지능

검사의 많은 하위 차원들을 1차적 구조로 검증하는 Spearman의 모형은 $\chi^2 (=2982)$ 가 $df(152)$ 의 20배 정도로 나타나 본 연구에서 제시하고 있는 모형 1.0.1.과 같은 위계적 지능구조 속에서 일반지능의 개념을 부정하고 있다. 본 연구에서도 2단계의 위계모형의 $\chi^2 = 6398.05$, $df = 104$ 로 χ^2 확률치가 60배 이상으로 나타나고 있다.

둘째, 많은 요인분석적 지능모형들에서 나타난 것과 마찬가지로(Carroll, 1993; Gustafsson, 1984; Gustafsson & Undheim, 1996; Jensen, 1994, 1998; Vernon, 1950), 본 연구에서는 g 를 정점으로 하는 지능의 구조 모형을 지지한다.

16개의 지능 측정변인들에 대한 요인 부하량을 가지고 계산한 결과 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석간이 상관은 .983으로 일반요인간의 일치계수 .93보다 크게 나타나고 있다. 이는 서로 다른 방법론적 접근을 통해서 볼 때 g 의 존재가 명백함을 설명한다.(Bickley, 1995; Jensen, 1988; Jensen & Weng, 1994)는 입장을 지지하는 결과이다.

g 요인에 대한 해석은 계속적인 논쟁거리 (Brody, 1992; Carroll, 1993, 1997; Deese, 1993; Detterman & Sternberg, 1982; Keith, 1994; Klantzler & Jensen, 1993; Jensen 1997)이지만, 본 연구에서 경험적으로 검증된 이론적 모형(모형 1.3.1.)은 우선적으로 지능의 일반요인을 지지하는 것으로 나타났다. 즉, 일반요인에 대한 부하량간의 일치도 계수가 높다는 것은 여러가지 방법론적 접근을 통해서 보더라도 g 를 중심으로 한 지능의 요인구조가 안정적임(송인섭, 1998; Bickley, et al., 1995; Jensen & Weng, 1994) 을 지지한다.

셋째, 본 연구에서는 지능의 구조를 가장 적합하게 설명하는 위계적 모형으로서의 모형 1.3.1.은 g 를 정점으로 한 지능의 위계구조에서 3단계의 모형구조를 지지하고 있다. (Bickley et. al., 1995; Carroll, 1993; Cattell, 1987). 그러나 이들의 모형에는 1단계의 측정변인들을 통합하는 2단계의 대집단요인의 수와 특징에 있어서는 차이를 나타낸다. 즉, 모형 1.3.1.은 g 를 중심으로 하는 지능의 3단계 위계론자들 (Cattell, 1966; Carroll, 1993; Bickley, et. al, 1995; Jensen, 1994)과 일치하는 모형이지만 2단계의 요인설정에 있어서는 Gf 요인 Gc 요인 그리고 창의적 요인(CRE)의 3가지로, Carroll(1993)의 모형이나 Bickley 등(1995)의 모형과는 다른 위계 모형적 특징을 갖는다. 이러한 결과는 다차원적인 측면에서의 지능구인의 이해와 창의성 사고를 포함하는 지능의 구조가 적합함을 지지하는 결과라고 할 수 있다.

[그림 VI-1] 에는 3개의 대집단 요인들의 g 에 대한 표준화된 요인 부하량이 제시되어 있다. [그림 VI-1] 에서 창의적 지능요인(CRE)이 .44로 일반요인에 가장 낮은 부하량을 나타내고 있지만 이는 본 연구가 지능의 구조 내에 창의적 요인을 포함시킨 탐색적 시도라는 점에서 볼 때 앞으로의 반복연구를 통한 개선의 여지가 있다고 판단할 수 있다.

또한 자료에 비추어 기각 가능성이 높은 간명모형 1.3.1.이 적합도 검증에서 가장 유용

한 모형으로 선정되었다는 사실은 지능연구의 방법론적 측면에서 볼때 본 연구의 위계적 지능구조 모형 1.3.1.이 이론개발에 유용한 모형(Mulaik, James, Alstine, Bennett, Lind & Stilwell, 1990)임을 지지한다.

넷째 Gf와 Gc 요인들이 g에 대해 모두 높은 부하량을 갖는다. Gf(.86)와 Gc(.84)는 모두 g에 대해 높은 집중치를 갖는 상위인지 과정으로 보인다. (Jensen 1973; Horn, 1991; Gustaffsson & Undheim, 1992 1996; Horn & Donaldson, 1980; Vernon, 1950).

[그림 VI-1] 에 지시된 모형에서 요인 부하량들이 높은 것에서 낮은 것 순서대로 정리하면 (Gf=.86, Gc=.84, CRE=.44), g에 대한 세 요인의 설명력이 크다는 것을 알 수 있다. 그러나 <표VI-3>에 나타난 것처럼 Gf와 g가 분리될 수 없는 것임을 주장하는 연구 결과들(Cattell, 1987; Gustaffsson, 1984; Undheim & Gustaffsson, 1987, 1988)을 지지하지는 않는다. 일반적인 지능요인의 존재를 반박하고 있는 연구자들은 Gf가 g에 1.0의 표준화된 요인 부하량을 갖는다는 증거를 제시하면서 g와 Gf가 구별되지 않는다는 결론을 내리고 있다(Gustaffsson, 1984; Undheim & Gustaffsson, 1987). 그리고 이 결과는 지능이 단일 요인 g이상의 것이라는 증거로 해석된다.(Horn, 1991; Cattell, 1971, 1987). 즉 Gf와 Gc 모두 소집단 요인의 측정변인들을 대표하는 상위인 지이면서 g의 영향을 받는 하위개념일 뿐 Gf의 g와의 동일성은 경험적으로 부정되었다. 이는 Bickley(1995)의 연구와 일치하는 결과로 Gf-Gc 모두 g에 높은 집중성을 갖는 상위의 인지과정(Horn & Donaldson, 1980; Jensen, 1973; Vernon, 1950)을 대표하는 요인들이라 볼 수 있다.

본 연구에서 지시된 지능의 위계 모형 1.3.3은 각 측정변인들을 하나의 대집단 요인에 고정시켰다. Carroll(1993)와 Keith등(1995)은 각 측정 변인들을 2개 이상의 대집단 요인에 중복적으로 연결시켰을 때 (relax-model), 대집단 요인들이 g로 연결되기 전에 또 다른 상위의 개념들을 형성할 수 있는 가능성을 제시하고 있다. 그러므로 본 연구의 모형 1.3.1도 지능의 측정변인들과 그들간의 구조에 적합한 다른 모형들이 제시될 수도 있다(Carroll, 1993; Gustaffsson, 1984; Horn, 1991; Undheim & Gustaffsson, 1987, 1996).

2. 결론

본 연구결과는 지능의 개념을 이해하는 이론적 측면과 방법론적 측면 그리고 실제적 측면에서의 역할을 기대할 수 있다.

이론적 측면에서 인간의 능력구조가 평면적이기보다는 위계적 질서를 통해서 설명될 수 있음을 제시하고 있다. 특히 g를 중심으로 한 3단계적 위계구조의 적합성을 검증하므로써

전통적 위계구조인 Spearman의 2단계 구조론과 다요인적 접근법을 통합할 수 있는 경험적 자료를 제시하였다. 둘째, 본 연구에서 제시된 위계적 지능구조 모형은 각 측정변인들을 하나의 상위요인에 고정시켰다. 그러나 Carroll(1993)과 Keith등(1995)은 각 측정변인들을 2개 이상의 대집단 요인에 중복적으로 연결시켰을 때(relaxed-model), 또는 측정변인들이 2개 이상의 2단계 요인들과 3단계의 g 로 연결되기 전에 또 다른 상위의 개념들을 형성함으로써 4단계의 모형을 설정할 수 있는 가능성을 제시하고 있다(Carroll, 1993; Gustafsson, 1984; Undheim & Gustafsson, 1987; Horn, 1991; Gustafsson & Undheim, 1996). 그러므로 본 연구에서의 모형 1.3.1도 지능의 측정변인들과 상위개념들 간의 중복적인 연결구조로 설정된 다른 가설적 모형들과 비교해볼 필요가 있다. 또한 위계적 구조내에서 전통적인 지능의 요인 외에 창의적 요인을 2단계 요인으로 포함시킨 모형이 타당하게 나타나고 있으나 신은영(1999)의 연구에서와 마찬가지로 상위의 g 에서 2단계의 창의성요인으로 가는 부하량은 2단계의 다른 요인과 비교해 볼 때 낮게 나타나고 있어 이에 대한 후속연구가 필요하다 볼 수 있겠다. 2단계의 창의성요인에서 측정변인들로 이어지는 부하량 역시 극단적으로 나타나고 있어 이에 대한 고찰이 필요하다.

방법론적 측면에서는 다음과 같은 기여점이 있다. 요인분석과 경로분석의 접합인 구조방정식 모형을 사용함으로써 지능의 측정모형이 내포하고 있는 오차까지 추적했다는 점이다. 비실험 자료의 분석을 통한 이론개발 및 검증에서는 경로분석 또는 구조방정식 모형이 선호되고 있다. 특히, 경로분석의 경우 지능의 요인들 간의 연결관계가 가정되고 검증되므로서 변인들이 어떻게 서로 영향을 미치는가에 대한 "설명"을 쉽게 하는 반면 구조방정식 모형은 측정변인 뿐만 아니라 이론변인까지 포함하기 때문에 지능의 구조에 대한 복잡하고 다양한 설명기능을 제공한다.

참고문헌

- 송인섭 (1997a). 직업적성의 의미와 구조에 대한 연구. *교육심리연구*, 11(3), 69-100.
- 송인섭 (1997b). 유아지능의 분화에 대한 탐색적 연구. *교육심리연구*, 11(3), 한국교육심리학회.
- 송인섭 (1998). 지능의 위계 구조 분석 연구. *교육심리연구*, 12(2), 219-268.
- 송인섭, 박정옥 (1997d). 학과와 직업 선택을 위한 진로 탐색 검사. 서울: 중앙적성연구소.
- 송인섭 · 신은영 (1999). Guilford 지능요인의 재개념화에 대한 측정학적 타당성 연구. *교육심리연구*, 13(3), 207-228.
- 신은영 (1999). 다요인적 지능 구조모형의 위계성 검증. *교육심리연구*, 13(4), 67-91.
- 이순목 (1990). 공변량 구조 분석. 서울: 성원사.
- 이순목 (1995). 공변량 구조 분석의 축소파라미터 모형. *교육평가연구*, 8(2), 5-37.
- 하대현 (1996). 인간 지능 이론과 연구의 최근 동향과 과제. *교육심리연구*, 10(1), 127-153.
- 하대현 (1998). H. Gardner의 다지능 이론의 교육적 적용: 그 가능성과 한계. *교육심리연구*, 12(1), 73-100.
- 황정규 (1984). *인간의 지능*. 서울:민음사.
- 황정규 (1997). 지능의 요인 이론, 요소 이론, 다지능이론의 비교 분석. *교육심리 연구*, 11(1), 91-2119.
- Anastasi, A. (1965). *Individual differences*. New York:Wiley.
- Bickley, P.G., Keith, T.Z., & Wolfle, L.M. (1995). The three-stratum theory of cognitive abilities: Test of the structure of intelligence across the life span. *Intelligence*, 20, 309-328.
- Brody, N. (1992). *Intelligence* (2nd ed.). San Diego, California: Academic Press.
- Brown, W., & Thomson, G.H. (1921). *The essentials of mental measurement*. Cambridge University Press.
- Burt, C. (1949). The structure of the mind: A review of the result of factor analysis. *British Journal of Educational Psychology*, 19, 176-199.
- Carroll, J.B. (1982). The measurement of intelligence. In R.J. Sternberg (Ed.), *Handbook of human intelligence* (pp. 29-120). New York: Cambridge University Press.
- Carroll, J.B. (1992). Cognitive abilities: The state of the art. *Psychological Science*, 3, 266-270.
- Carroll, J.B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Carroll, J.B. (1997). Psychometrics, Intelligence, and Public Perception. *Intelligence*, 24(1), 25-52.
- Cattell, R.B. (1943). The measurement of adult intelligence. *Psychological Bulletin*, 40, 153-193.
- Cattell, R.B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1,

245-276.

- Cattell, R.B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Cattell, R.B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth, and action*. New York: North-Holland.
- Cave, R.L. (1970). "A combined factor analysis of creativity and intelligence". *Multivariate Behavioral Research*, 5, 177-191.
- Chen, S.A. & Michael, W.B. (1993). First-order and higher-order factors of creative social intelligence within Guilford's structure-of-intellect model: A reanalysis of structure-of-intellect model: A reanalysis of a Guilford data base. *Educational and Psychological Measurement*, 53, 619-641.
- Clapham, M.M. (1996). The construct validity of divergent scores in the structure-of-intellect learning abilities test. *Educational and Psychological Measurement*, 56, 287-292.
- Deese, J. (1993). Human abilities versus intelligence. *Intelligence*, 17, 107-116.
- Detterman, D.K. & Sternberg, R.J. (Eds). (1982). *How and how much can intelligence be increased*. Newwood, NJ: Ablex.
- Eysenck, H.J. (1939). Review of Thurstone's Primary Mental Abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 9, 270-275.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligence*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligence: The theory in practice*. New York: Basic Books.
- Guilford, J.P. (1959). Three faces of the intellect. *American Psychologist*, 14, 469-479.
- Guilford, J.P. (1967a). *The nature of human intelligence*. New York: Negraw-Hill.
- Guilford, J.P. (1980). Fluid and crystalized intelligence: Two fanciful concepts. *Psychological Bulletin*, 88, 406-412.
- Guilford, J.P. (1981). Higher-order structure-of-intellect abilities. *Multivariate Behavioral Research*, 16, 411-435.
- Guilford, J.P. (1985). The structure-of-intellect Model. *Handbook of intelligence*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Guilford, J.P. (1985). The structure-of-intellect model. In B.B. Wolman (Ed.), *Handbook of intelligence*. New York: Wiley, 225-266.
- Gustafsson, J.E. (1984). A unifying model of the structure of intellectual abilities. *Intelligence*, 8, 179-203.
- Gustafsson, J.E. (1988). *Hierarchical models of individual differences in cognitive abilities*. In R.J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 4, pp. 35-71). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Gustafsson, J.E. & Undheim, J.O. (1992). Stability and change in broad and narrow factors of Intelligence from ages 12 to 15 years. *Journal of Educational Psychology*, 84, 141-149.

- Gustafsson, J.E. & Undheim, J.O. (1994). Individual differences in cognitive functions. In D.C. Berliner & R.C. Calfee (Eds.), *The Handbook of Educational Psychology*. New York: Macmillan Publishing.
- Gustafsson, J.E. & Undheim, J.O. (1996). *Individual Differences in Cognitive Functions*. Berliner, D.C. Calfee, R.C.(Eds), Current issues of Educational Psychology. USA: Simon & Schuster Macmillan.
- Gustafsson, J.E. & Undheim, J.O. (1996). The hierarchical organization of cognitive abilities: Restoring general intelligence through the use of linear structure relations(LESREL). *Multivariate Behavioral Research*, 22, 149-171.
- Guttman, L. (1977). What is not what in Statistics. *The Statistician*, July.
- Hakistan, A.R. & Cattell, R.B. (1974). The checking of primary ability structure on broader basic of performance, *British Journal of Educational Psychology*, 44, 140-154.
- Horn, J.L. (1985). Remodeling Old Models of intelligence. *Handbook of intelligence*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Horn, J.L. (1991). *Measurement of intellectual capabilities: A review of theory*. In K.S. McGrew, J.K. Werder, & R.W. Woodcock(Eds), WJ-R technical manual. Allen, TX: DLM.
- Horn, J.L., & Cattell, R.B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized genera intelligence. *Journal of Educational Psychology*, 57, 253-270.
- Horn, J.L. & Donaldson, G. (1980). *Cognitive development in adulthood*. In O.G. Brim & J. Kagan (Eds.), Constancy and change in human development. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Horn, J.L. & Hofer, S.M. (1992). *Major abilities and development in the adult period*. In R.J. Sternberg & C. Berg (Eds.), Intellectual development(pp. 44-99). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- James, L.R., Mulaik, S.A., & Brett, J. (1982). *Causal Analysis: Assumptions, models, and data*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Jensen, A.R. (1973). The organization of human abilities. *American Psychologist*, 17, 475-483.
- Jensen, A.R. (1992a). Commentary: Vehicles of g. *Psychological Science*, 3, 275-278.
- Jensen, A.R. (1994). *Phlogiton, animal magnetism, and intelligence*. In D.K. Drterman(Ed.), Current topics in human intelligence: Vol. 4. Theories of intelligence. Norwood, NJ: Ablex.
- Jensen, A.R. (1997). Adoption data and two g-related hypotheses. *Intelligence* 25(1), 1-6.
- Jensen, A.R. (1998). *The g factor*. Westport, CT: Praeger.
- Jensen, A.R. & Weng, L.J. (1994). What is a Good g?. *Intelligence*, 18, 231-258.
- Jöreskog, K.G., & Sörbom, D. (1984). *LISREL VI User's Guide*. Mooresville, IN: Scientific Software.

- Jöreskog, K.G., & Sörbom, D. (1989). *LISREL 7: A guide to the program and applications* (2nd ed.). Chicago: SPSS.
- Jöreskog, K.G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8 for Windows* (Version 8.12) [Computer software]. Chicago: Scientific Software International.
- Keith, T.Z. (1994). Intelligence is important, intelligence is complex. *School Psychology Quarterly*, 9, 209-221.
- Keith, T.Z., & Witta, E.L. (1995). *Hierarchical and cross-age confirmatory factor analysis of the WISC-III: What does it measure?* *School Psychology Quarterly*.
- Klaczler, J.H., & Jensen, A.R. (1993). Psychometric g is still not unitary after eliminating supposed "impurities": Further comment on Carroll. *Intelligence*, 17, 11-14.
- Lohman, D.F. (1989). Human intelligence: An introduction to advances in theory and research. *Review of Educational Research*, 59(4), 333-373.
- Lunneberg, C.E. (1978). Some information-processing correlates of measures of intelligence. *Multivariate Behavioral Research*, 13, 153-161.
- Maxwell, A.E. (1961). Trends in cognitive ability in the older age ranges. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 63, 449-452.
- McGue, M., & Bouchard, T.J., Jr. (1989). *Genetic and environmental determinants of information processing and special mental abilities: A twin analysis*. In R.J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (vol. 5, pp. 7-46). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- McGrew, K.S., Werder, J.K., & Woodcock, R.W. (1991). *WJ-R technical manual*. Allen, TX: DLM.
- McNemar, Q. (1964). Lost: Our intelligence? Why?. *American Psychologist*, 19, 871-882.
- Messick, S. (1992). Multiple intelligence or multilevel intelligences? Selective emphasis on distinctive properties of hierarchy: On Gardner's Frames of Mind and Sternberg's Beyond IQ in the context of theory and research on the structure of human abilities. *Psychological Inquiry*, 3(4), 365-384.
- Mulaik, S.A. (1987). Toward a conception of causality applicable to experimentation and causal modeling. *Child Development*, 58, 18-32.
- Mulaik, S.A., & James, L.R., J.V., Benett, N., Lind, S., & Stillwell, C.D. (In Press). An estimation of goodness of fit indices for structural equation models. *Psychological Bulletin*.
- Pellegrino, J.W. & Glaser, R. (1982). Analyzing aptitudes for learning: Inductive reasoning. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (Vol. 1, pp. 269-345). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ree, M.J. & Earles, J.A. (1991a). Predicting success: not much more than g. *Personnel Psychology*,

- 44(2), 321-332.
- Schmitt, N. (1978). Path analysis of multitrait-multimethod matrices. *Applied Psychological Measurement*, 49, 304-313.
- Shavelson, R.J. & Bolus, R. (1982). *Self-Concept: The interplay of theory and methods*. Manuscript submitted for publication to *Journal of Educational Psychology*.
- Silvia, S. (1988). *Effects of Sampling Error and Model Misspecification on Goodness-of-Fit Indices for Structural Equation Models*. Ph.D. Dissertation, Ohio State University Columbus, Ohio.
- Spearman, C.E. (1927). *The ability of man: Their nature and measurement*. New York: Macmillan.
- Sternberg, R.J. (1981). Intelligence and nonentrenchment. *Journal of Educational Psychology*, 73, 1-16.
- Sternberg, R.J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- 하대현 역(1991). *신지능이론: 인간 지능의 삼위일체 이론*. 서울: 교문사.
- Thomson, G.H. (1939). *The Factorial analysis of human ability*. London: University of London Press.
- Thorndike, R.L. (1985). The central role of general ability in prediction. *Multivariate Behavioral Research*, 20, 241-254.
- Thurstone, L.L. (1938). Primary mental abilities. *Psychometric Monographs*, 1.
- Thurstone, L.L., & Lohman, D.F. (1990). *A century of ability testing*. Chicago: Riverside.
- Ulosevich, S.N., Michael, W.B., & Bachelor, P. (1991). Higher-order factors in structure-of-intellect(SOI) aptitude tests hypothesized to portray constructs of military leadership: A re-analysis of an SOI data base. *Educational and Psychological Measurement*, 51, 15-37.
- Undheim, J.O., & Gustafsson, J.E. (1987). The hierarchical organization of cognitive abilities: Restoring general intelligence through the use of linear structural relations (LISREL) *Multivariate Behavioral Research*, 22, 149-171.
- Undheim, J.O., & Gustafsson, J.E. (1996). *Individual differences in Cognitive Functions*. Handbook of educational psychology. C.B. David, C.C. Robert(Ed): Simon & Schuster Macmillan.
- Vernon, P.E. (1950). *The Structure of human abilities*. London: Methuen.
- Vernon, P.E. (1971). *The structure of human abilities*. London: Methuen.

Abstract

The Fitness-test on the Hierarchical Models of Intelligence

Eun-Young Shin · In-Sub Song · Myung-Goo Choi

The propose of this study is to verify the appropriateness of hierarchical structure of intelligence with 16 intellectual factors which are suggested by Song et al.(1997d). In this study we hypothesize 6 competing models based on Gf-Gc theory and 3 based on factor analysis. Then we explore the best fitness model of 9 hierarchical models. The sample sizes are 5556 including the highschool students and the university student in the area of Seoul, In-cheon, Pusan, Kwang-joo and Kong-joo. The LISREL8 program is used to analyze the data.

The results are follows:

The confirmatory factor analytic investigation shows the higher-order factor models are more suitable than the second-order factor model which Spearman(1927) suggested. Similar to Carroll' model(1993), this study supports the third-order factor model putting g-factor on the apex and the second-order factors are Gf-Gc-Gcr.

We consider the 3 strata hierarchical structure model as the most appropriate one to explain the intellectual structure.

The result of this study is expected to play a role in understanding the concept of intelligence.

In the theoretical aspects, it is possible to find that man's structure of ability is ordered hierarchically with g at the top rather than linearly. Especially the validity of 4 strata hierarchical structure which has 16 intellectual factors with g at the top is verified. This provides the experimental data which can unify the Spearman's single factor theory, traditional viewpoint of hierarchical and multi-factor approach like Gf-Gc to the hierarchical model.

Second, We cannot find the evidence that Gf is equal with g. Gf and Gc have high factor loading on g but it doesn't mean they are same. We can understand Gf is only the lower factor affected by g.

Third, the hierarchical model 1.3.1 verified as valid excludes the possibility that 16 measurement variables can be related with higher-concept overlappingly. But Carroll(1993), Keith et al(1996) suggested the relaxed-model or other higher-concepts between g and secone-order factors. So, model 1.3.1 can be more confirmatory test and modification.

In methodological aspect, with using the structure equation model connected factor analysis with path analysis it is possible to measure the error variance within the measurement model. And the latent variables which are the higher-order concept from the 16 intellectual factors and the causal relationships between the latent variables let the structure model lead to the factor structure of intelligence with *g* at the top of the hierarchical model.

Keyword : intelligence, hierarchical structure of intelligence

1차 심사 : 2002. 6. 10
발 표 : 2002. 6. 29
2차 심사 : 2002. 8. 12