

지속적 주의의 이해와 응용

손영숙

철도경영연수원 산업심리부

지속적 주의(sustained attention)에 대한 연구는 심리학과 인간 공학 분야에서 지난 50여 년에 걸쳐 이루어져 왔다. 이들 연구가 그 양적인 축적에 비례하는 실제적인 활용 가치를 지녔는가에 대해서는 회의적인 시각도 없지 않지만 연구의 출발 자체가 이론적 관심보다 현실적 필요에 있었던 만큼 지속적 주의 연구의 활용 영역은 교통, 군사 및 산업, 임상 및 재활 등으로 다양하게 확대되어 왔다. 이 글에서는 지속적 주의 연구의 역사적 배경과 지속적 주의에 대한 신경생리적 기초를 살펴보고, 지속적 주의의 개인차를 측정할 수 있는 다양한 과제 및 이러한 과제의 수행에 영향을 미칠 수 있는 심리적 요인들을 알아보았다. 또한 지속적 주의 기능을 필요로 하는 여러 영역에서 지속적 주의 연구가 어떻게 활용되어 왔고, 어떤 한계를 지니고 있었는가를 종합함으로써 지속적 주의에 대한 응용연구의 방향을 모색해보고자 하였다.

일찍이 William James(1890)가 정의한 바에 따르면 주의(attention)란 "동시에 일어날 수 있는 여러 대상 물체 또는 생각 가운데 어느 하나가 뚜렷하고 분명하게 마음을 차지하는 것(vol.1, p. 403)"이다. 그러나 주의를 단일한 속성을 지닌 것이 아니며 여러 다양한 기능을 수행

하는 것으로 알려져 있다. 주의의 다양성은 여러 연구자들이 주의의 개념을 보다 잘 나타내기 위해 사용한 비유들을 살펴보아도 알 수 있는데 그 중 몇 가지 예를 들자면 부적절한 정보는 걸러 버린다는 의미에서 'filter' 또는 'gate', 중요한 정보를 부각시킨다는 의미에서 'spot light' 또는

* 이 글의 일부는 1999년 윤천 이성진 박사 정년기념 논문집 「인간탐구의 행동과학적 접근」에 수록되었음.

'zoom lens', 정신적 에너지와 같다는 뜻에서 'mental resources' 또는 'effort' 등이 있다 (LaBerge, 1995).

서로 독립적인 기능을 행사하는 주의의 요소로서 선택적 주의(selective attention), 분할주의(divided attention), 초점주의(focused attention), 지속적 주의(sustained attention) 등이 연구되었는데(LaBerge, 1995; Parasuraman, 1998; Posner & Raichle, 1994), 앞의 세 요소가 주의의 선택성 혹은 방향성 측면을 반영한다면 지속적 주의는 주의의 강도(intensity) 측면을 반영한다는 점에서 차이가 있다(Sanders, 1998). 주의의 선택성이 주변의 수많은 배경 자극 가운데서 의미 있고 적절한 자극을 변별해내는 기능과 관련이 있는 데 비해 주의의 강도 측면은 그러한 선택성을 오래 유지시키는 기능과 관련이 있다. 지속적 주의의 이러한 특성은 불규칙하고 드물게 출현하는 목표 자극에 대해 오랫동안 주의를 유지하는 것(Parasuraman, 1984), 또는 오랜 기간동안 어떤 자극에 대해 각성상태를 유지하는 것(Prinzel III & Freeman, 1997)으로 일컬어지는 지속적 주의의 정의에 잘 반영되어 있다.

지속적 주의는 흔히 경계력(vigilance)과 같은 의미로 사용되기도 하는데(Koelega, 1996; Parasuraman, 1984) 그 이유는 지속적 주의에 관련된 대부분의 경험적 자료가 경계력 연구를 통해 제공되었을 뿐 아니라 경계 과제가 지속적 주의 연구를 위한 기본 패러다임으로 간주되기 때문이다(Davies, Jones, & Taylor, 1984). 경계력 연구는 제 2차 세계대전 당시 레이더 감시병이 적군의 U보트 탐지에 종종 실패하면서부터 시작되었다. 레이더 감시병이 열심히 레이더

탐지기를 들여다보고 있음에도 불구하고 적군의 잠수함을 나타내는 신호를 놓치는 경우가 많아 이러한 현상을 이해하고 방지책을 마련하기 위해 연구가 시작되었으므로, 연구의 출발 자체가 이론보다는 현실적인 필요에 있었던 셈이다. 따라서 연구 초기에는 심리학보다 인간공학 분야에서 더 활발한 연구를 수행하였으며 이론적 측면에서의 지속적 주의에 대한 이해보다 경계 과제 수행에 대한 경험적 연구가 중심이 되었다. 그러한 경험적 자료가 심리학의 주의 이론과 연결될 수 있음을 알게 되면서 비로소 심리학 이론에서 다루어지기 시작했던 것이다(Koelega, 1996). 그 때문에 지속적 주의 혹은 경계력 연구 분야에는 독자적인 이론적 틀이 아직 없다고 할 수 있다. 주의에 대해서는 1950년대 이후 활발한 연구가 이루어지면서 다양한 이론들이 제시되었으나(주의 이론에 대해서는 Pashler, 1998 또는 Sanders, 1998 참조) 대부분의 이론이 선택적 주의를 중심으로 전개되었다. 반면에 지속적 주의는 주의의 인지적 측면보다도 각성, 피로, 스트레스 등과 같은 에너지 측면에 포함되면서 인지수행 모델에서 간과되는 경우가 많았다(Sanders, 1998).

경계 수행에 대해 체계적인 실험 연구를 처음 시도한 사람은 Mackworth인데, 1948년 시계검사(clock test)라고 불리는 실험실용 경계력 측정 과제를 고안하여 지속적 주의의 변화를 연구하였다(Koelega, 1996). 시계검사는 흰 색 바탕에 검은 색 포인터가 원둘레를 따라 시계 방향으로 한 칸씩 이동하다가 두 칸을 한꺼번에 움직이는 때를 탐지하여 반응단추를 누르도록 되어 있다. 피험자가 탐지해야 하는 신호는 1시간에 24번 불규칙하게 나타나며 과제 지속시간은 2시간인데 시간 경과에 따라 탐지수행의 변화를 기록

한 결과 과제 시작 후 불과 15-20분만에 신호 탐지율이 실제로 크게 떨어지는 것이 관찰되었다. 이 연구 이후로 같은 현상이 여러 차례 반복 검증됨으로써, 자주 출현하지 않는 신호를 오랜 시간에 걸쳐 시각 혹은 청각적으로 탐지해내야 하는 지루한 상황에서 시간 경과에 따라 신호 탐지의 효율성이 떨어지는 것을 "경계력 감소(vigilance decrement)"라고 명명하게 되었으며 이러한 현상의 본질을 규명하려는 연구자들의 시도가 수십 년 동안 계속되었다. 경계력 감소와 함께 전체적인 경계 수행 수준(overall vigilance level)도 지속적 주의 수행의 지표로 사용되어 왔다. 경계력 감소는 흔히 과제 전반부와 후반부 수행의 차이로서 나타나고 경계 수행 수준은 전체적인 정확탐지율 또는 반응시간 등으로 나타낸다.

현실 문제의 해결이 경계력 연구의 출발점이었던 만큼 경계력 혹은 지속적 주의 연구의 활용 분야는 레이더 감시, 전투기 조종과 같은 군사 분야를 비롯하여 공장의 제품 품질 검사, 항공기와 열차 등의 장거리 운전, 경비업체의 감시 업무, 원자력 발전소의 계기판 점검, 의료기기의 신호 판독, 그리고 주의장애 진단 및 인지기능 재활치료 등에 이르기까지 다양하다. 특히 최근의 기술 발달로 인해 공장, 발전소 같은 각종 시설물이나 고속철도, 비행기 같은 운송 수단에 첨단 자동화 시스템이 속속 도입되면서 지속적 주의 능력에 대한 요구가 점차 더 커지고 있다. 시스템을 직접 조작하는 것보다 자동으로 운영되는 시스템을 감시, 점검하는 업무의 비중이 점차 증대되면서 그러한 감시, 점검에서의 실수가 안전사고로 이어지는 사례가 많이 발생하기 때문이다(Kessel & Wickens, 1982; Molloy & Parasuraman,

1996; Thackray & Touchstone, 1989; Wiener, 1987).

이 글에서는 그 동안 주의 연구에서 상대적으로 소외되어온 지속적 주의 연구가 실제 장면에서 어떻게 활용되고 있는지, 실험실의 연구 결과들이 현장에 어떤 시사점을 제공할 수 있는지 혹은 어떤 한계를 가지고 있는지를 알아보려고 한다. 지속적 주의의 응용 문제를 다루기 위해서는 먼저 지속적 주의에 대한 기본적인 이해가 있어야 할 것이므로 지속적 주의의 신경생리적 기초와 지속적 주의를 측정하는 과제 및 검사도구, 그리고 지속적 주의에 영향을 미치는 심리적 요인들부터 간략히 살펴보기로 하겠다. 지속적 주의 기능과 그 응용 분야에 대한 이해를 통해 인지심리학 지식의 활용에 대한 관심도 새롭게 할 수 있을 것으로 기대한다.

I. 지속적 주의의 신경생리적 기초

지속적 주의는 지루하고 단조로운 감시(monitoring)과제 상황에서 각성 상태를 오래 유지하는 능력과 관련이 있으므로 일찍부터 각성이론(arousal theory)으로 경계 과제 수행을 설명하고자 하는 시도가 있었다. 각성이론은 뇌 안의 망상체가 피질 영역을 각성시키는 기능을 한다는 신경생물학적 발견에 기초한 것으로 각성수준이 인간의 과제 수행에 영향을 미친다는 입장이다. Mackworth를 비롯한 많은 초기 연구자들이 각성이론을 빌어 경계 과제 수행의 개인차와 경계력 감소 현상을 설명하고자 하였는데 주로 피부전도반응이나 심장박동 등과 같은 자율신경활동의 지표를 관찰하거나 EEG 등을 통해 각성상태와 경계 과제 수행간의 상관을 분석하는 방

법을 사용하였다. 단조롭고 지루한 과제 장면에서는 시간이 흐를수록 일종의 습관화가 형성되어 피질 각성수준이 저하되므로 주의과제 수행도 따라서 저하될 것이라는 설명이다(Mackworth, 1969, Sanders, 1998에서 재인용). 그러나 연구 결과, 둘 간의 일관성 있는 상관관계가 나타나지 않을 뿐 아니라 경계력 감소시 심장박동이나 근육활동이 오히려 증가하는 현상이 발견되기도 함으로써(Malmo & Surwillo, 1960) 각성이론의 타당성이 약화되었다. 보다 최근에 이루어진 연구 결과의 개관에서도 EEG 및 ERP를 통해 측정된 피질 각성수준의 저하와 경계력 감소 사이에 일관성 있는 동반관계가 발견되지 않았다(Parasuraman, Warm, & See, 1998).

각성이론이 경계력 감소 현상을 설명하는 데는 성공적이지 못하였으나 전체적인 경계 과제 수행 수준을 설명하는 데는 비교적 효과적인 것으로 보인다. 뇌의 각성수준은 뇌간의 청반에서 출발하여 전체 피질 영역으로 투사하는 NE (Norepinephrine) 회로에 의해 조절되는데(Kinomura, Larson, Gulyas, & Roland, 1996; Fernandez-Duque & Posner, 1997, Posner & Peterson, 1990), 최근 발달한 뇌영상 촬영 기법을 통해 지속적 주의 과제가 실제로 뇌간 및 시상의 활성화를 가져오는 것으로 확인되었다(Kinomura et al., 1996; Paus, Zatorre, Hofle, Caramanos, Gotman, Petrides, & Evans, 1997; Sturm, de Simone, Krause, Specht, Hesselmann, Radermacher, Herzog, Tellman, Muller-Gartner, & Willmes, 1999). 뿐만 아니라 뇌의 각성상태와 지속적 주의과제의 수행 수준 간에 실제로 상관이 있는 것으로 밝혀졌다. Parasuraman 등(1998)이 종합

한 약물학 및 뇌파 연구 결과에 의하면 약물을 통해 NE 분비를 감소시킬 경우 지속적 주의과제에서의 반응 시간이 증가하고, 다른 약물로 NE 분비를 다시 증가시킬 경우 주의과제의 반응시간 증가 현상이 사라졌다. 또한 주의과제 수행중 신호를 놓치는 순간의 뇌파를 측정하였더니 주의력 감소 상태에서 주로 발견되는 theta파의 활동이 증가하는 것으로 나타났다.

피질의 각성수준과 지속적 주의과제 수행간의 관계에 대해 좀더 상세한 그림을 제공하는 최근 연구로 Paus 등(1997)을 들 수 있다. 이들은 주의의 지속성에 따른 각성수준의 변화를 보다 직접적으로 밝혀내기 위해 피험자에게 1시간 동안 소리 자극을 듣고 있다가 소리가 달라질 때마다 반응하도록 하였다. 과제가 수행되는 1시간 동안 매 10분마다 지속적으로 뇌파와 혈류를 측정함으로써 시간 경과에 따른 뇌 활성화의 변화 추이와 주의과제 수행의 변화 추이를 직접 관련 지을 수 있었다. 연구 결과, 과제 수행이 지속됨에 따라 시상과 중뇌 등의 영역에서 활성화 감소가 관찰되었고 theta파의 활동 증가 또한 관찰되었다. 행동수준에서는 시간 경과에 따라 반응시간이 증가하였으나 정확탐지율에는 변화가 없었다. 탐지율이 감소하지는 않았지만 반응시간이 증가하였으므로 이들의 연구 결과는 현재로서는 유일하게 단조로운 감시과제에서 시간이 흐를수록 뇌의 각성 수준 감소와 지속적 주의과제 수행의 저하가 동반하여 발생한다는 것을 직접적으로 보여주는 증거라고 할 수 있다.

Paus 등(1997)의 연구에서 시간 경과에 따라 활성화 수준이 감소한 또 다른 뇌 영역은 우반구의 복외측 전두피질이다. 우반구의 전두엽은 주의 기능에 관여하는 뇌 구조 가운데서 특히 지속적

주의 기능에 관여하는 영역으로 지목되어 왔다 (Parasuraman et al., 1998; Pardo, Fox, & Raichle, 1991; Paus et al., 1997; Posner & Petersen, 1990; Sturm et al., 1999). Rueckert와 Grafman(1996)은 우측 전두엽에 손상을 입은 환자가 좌반구 손상환자나 정상인에 비해 시간경과에 따른 지속적 주의수행에서 더 큰 감소를 나타냄을 발견하였다. Coull, Frith, Frackowiak 와 Grasby(1996)도 정상인을 대상으로 지속적 주의과제를 수행하게 한 다음 PET 촬영법으로 피질영역의 혈류를 측정 한 결과 우측 전두엽이 지속적 주의기능과 관련됨을 확인하였다. 그러나 우측 전두엽 손상 환자에게서 경계력 감소가 관찰되지 않았다는 보고도 있다 (Godefroy, Cabaret, & Rousseaux, 1994).

우측 전두엽이 지속적 주의에 관여하는 양식은 뇌간의 각성 시스템과는 구분되는 것으로 보인다. Paus 등(1997)에 의하면 이 영역의 활성화가 시간 경과에 따라 감소하는 것은 각성수준의 변화와는 직접적인 관계가 없으며, 이 영역은 제한된 용량의 주의자원을 할당하는 역할을 담당한다. 따라서 우측 전두엽의 활성화 감소는 용량 제한적 통제 처리 과정에서 자동화 처리 과정으로의 이행을 반영하는 것으로 해석할 수 있다.

이러한 발견은 지속적 주의를 설명하는 또 하나의 이론적 입장인 주의자원이론과 연결된다 (주의자원 이론에 대해서는 Wickens, 1984 참조). 특정 대상에게 주의를 기울이는 것은 곧 그 대상에게 제한된 주의자원 가운데 일부를 할당하는 것이므로, 한 대상에게 주의를 지속적으로 기울이기 위해서는 주의자원을 계속 할당해야만 할 것이다(Fisk & Schneider, 1981; LaBerge, 1995). 이는 주의자원의 통제와 연결되는데, 일

반적으로 통제 및 실행 기능을 담당하는 영역은 전두엽으로 알려져 있다(Kolb & Wishaw, 1996). Paus 등(1997)은 단조롭고 반복적인 경계 과제의 장시간 수행이 각성수준의 감소와 자동화 처리의 증가를 가져오며 그와 함께 뇌간의 각성 시스템과 우측 전두엽의 주의통제 시스템의 활성화 수준이 저하되는 것이라고 결론지었다.

지속적 주의 기능을 뒷받침하는 뇌 영역으로 뇌간의 각성 시스템과 전두엽의 주의 시스템을 지목하는 Paus 등(1997)의 주장은 비교적 설득력이 있어 보인다. 이들의 제안은 뇌간의 각성 시스템과 전두엽의 주의통제 시스템, 그리고 이 둘을 연결하는 시상을 한데 묶어서 지속적 주의의 종합 신경망으로 설명한 Sturm 등(1999)의 의견과도 일치한다. 다만, 앞으로 우측 전두엽의 주의통제 기능과 자동화 처리 및 주의자원 할당의 효율성과의 관계를 행동 수준에서 좀더 구체화시키는 연구가 보완될 필요는 있을 듯하다. 예를 들면 Paus 등(1997)이 발견한 시간 경과에 따른 우측 전두엽의 활성화 감소가 이들의 설명대로 자동화 처리로의 이행(즉, 주의자원의 보다 효율적인 사용) 때문인지, 아니면 반대로 단조로운 과제의 지속에 따른 처리 자원 할당의 비효율성 (Fisk & Schneider, 1981) 때문인지를 가늠해 줄 수 있는 연구가 필요하다. 또한 Rueckert와 Grafman(1996)의 연구에서와 달리 우측 전두엽 손상 환자에게서 경계력 감소가 나타나지 않은 Godefroy 등(1994)의 연구 결과도 설명되어야 한다. 이러한 연구들이 보완된다면 신경생리학적 연구 결과를 통해 지속적 주의의 각성이론과 주의자원 이론의 조화로운 통합이 이루어질 수 있을 것이다.

II. 지속적 주의 능력의 측정

지속적 주의에 대한 연구가 경험적 연구를 바탕으로 이루어졌던 만큼 지속적 주의 능력을 측정하는 과제는 매우 다양하다. 그러나 그 원형은 일찍이 Macworth가 사용했던 시계검사와 크게 다르지 않으며 오늘날 임상장면에서 사용되는 다양한 검사들의 경우도 이것은 마찬가지이다. 이들 과제 하나 하나는 제각기 달라 보일 수 있으나 그 기본 특성은 상대적으로 드물게 출현하는 목표 자극을 장시간 탐지하도록 하는 것이며 과제에 사용되는 자극 양식이나 자극 제시율, 과제 지속 시간 등에서 조금씩 차이가 있을 뿐, 근본적으로 상이한 과제의 종류가 많은 것은 아니다. 여기에서는 전통적으로 경계력 연구에 사용되었던 실험과제와 이 실험과제를 바탕으로 발전한 임상 장면에서의 검사도구로 구분하여 지속적 주의 능력을 측정하는 도구들을 살펴보기로 하겠다.

1. 경계과제 (Vigilance Task)

실험 연구에서 널리 사용되어 온 경계 과제의 기본 형태는 모니터를 주시하다가 불규칙 주기로 나타나는 목표 신호를 발견하면 재빨리 반응하도록 한 다음 그 정확도와 반응 속도를 측정하는 것이다. 때로 정확 탐지율 이외에 실행오류 (commission error: 목표신호가 아닌데 반응함), 생략오류(omission error: 목표신호인데 반응 안 함), 신호탐지이론에 기초한 지각민감도 (d')와 반응준거(β) 등이 측정치로 사용되기도 한다. 예를 들어 Rueckert와 Grafman(1996)이 사용한 단순 경계 과제는 화면 중앙에 사각형이 제시되면 그 사각형을 주시하다가 그 안에 X

가 나타날 때 컴퓨터 자판의 스페이스바를 누르도록 지시한 다음 단순 반응시간을 측정하는 것이었다.

그러나 1950년대 이후 수많은 실험실에서 수많은 변형 과제들이 사용되면서 이들을 체계적으로 분류할 필요성이 대두되었다. Parasuraman과 Davies(Davies, Jones, & Taylor, 1984)는 신호제시율(高 vs. 低)과 변별유형(동시변별 vs. 연속변별)을 기준으로 하여 자극이 1분당 24회 이상 제시되면 신호제시율이 높은 과제로 분류하고 그 이하이면 신호제시율이 낮은 과제로 분류하였다. 또한 목표신호와 비목표 신호가 동시에 한 화면에 제시되면서 목표신호를 탐지해야 하는 경우를 동시변별과제, 화면에 하나씩 차례로 제시되는 일련의 신호 가운데서 목표신호를 탐지해야 하는 경우를 연속변별과제로 분류하였다. 연속변별과제의 경우 단순히 목표자극 하나만을 탐지하기보다는 일련의 자극이 정해진 순서대로 제시되는 것을 탐지해야 하는 경우도 있다. 예를 들면, 목표자극으로 숫자 9가 나타나면 반응하되 그 앞에 짝수가 왔을 때에만 반응단추를 누른다가, 그 앞에 5와 7이 순서대로 나왔을 때에만 반응단추를 누르는 것이다. 이처럼 목표자극 앞에 제시된 자극을 기억해야 하기 때문에 연속변별과제는 기억요인을 포함하며 동시변별과제보다 더 어려운 과제로 간주된다.

신호 제시율과 변별유형에 더하여 과제에 사용되는 자극이 감각적인 것인가(밝기나 크기 판단) 아니면 인지적인 것인가(글자 또는 숫자 등)에 따라 구분하는 자극 차원이 과제분류 기준에 추가되기도 하였다(Koelega, H. S., Brinkman, J. A., Hendriks, L., & Verbaten, 1989; See, Howe, Warn, & Dember, 1995). 감각과제의

한 예로 Prinzel III와 Freeman(1997)이 지속적 주의력의 성차를 보기 위해 사용한 공간과제와 시간과제를 들 수 있다. 공간과제의 경우 컴퓨터 화면에 한 쌍의 수직선이 분당 30회씩 제시되는데 이 가운데 다른 것보다 3mm 정도 길이가 더 긴 선이 나타나면 반응하는 것이다. 시간과제의 경우는 수직선의 제시 시간이 200ms인데 어느 한 선의 제시시간이 350ms로 다른 것보다 조금 길 경우 반응하는 것이다.

이들 과제를 통해 얻어지는 주의력의 주요 지표로서 전체적인 경계력 수준(overall vigilance level)과 경계력 감소 수준(vigilance decrement)의 두 가지를 들 수 있다. 경계 과제를 사용할 때의 문제는 주의력의 두 지표인 전체 경계력 수준과 경계력 감소 수준이 서로 독립적일 뿐 아니라, 이 두 지표를 나타내는 데 사용되는 측정치인 정확탐지율이나 반응 시간, 지각민감도(d'), 반응준거(β) 역시 각기 독립적으로 서로 다른 정보처리 측면을 반영한다는 점이다. 한 예로, Koelega 등(1989)이 지각민감도를 측정하여 발견한 결과에 의하면 전체적인 경계력 수준은 자원(또는 노력)의 요구 정도와 실제 자원 투입 정도에 의해 영향받는 반면, 경계력 감소는 과제 의존적이어서 인지과제를 사용하면 발생하지 않고 감각과제를 사용하면 발생한다. 이들은 또, 4가지 경계 과제를 동일 피험자에게 실시하였는데 한 개인 내에서 과제에 따라 전체 경계력 수준에 큰 차이를 보이는 것으로 나타나 이 측정치를 지속적 주의 능력으로 일반화할 때 문제가 있을 가능성을 시사하였다. 일부 연구자들이 개인차의 일관성을 이유로 경계력 감소 수준보다는 전체적인 경계력 수준이 더 나은 지속적 주의력의 지표라는 제안을 하기도 하였으나(Koelega,

1996; Matthews, Davies, & Holley, 1993; Parasuraman, 1984), 이는 Koelega 등(1989)의 연구에서처럼 피험자내 설계를 통해 한 개인 내에서의 과제간 일관성을 검증한 자료에 바탕을 둔 주장은 아니었다. 이처럼 전체 경계력 수준과 경계력 감소 수준 가운데 어느 쪽이 지속적 주의 능력을 더 잘 반영하는 지표인가에 대해서는 아직 명쾌한 답이 없는 상태이다. 경계과제를 실제 장면에서 활용하기 위해서는 이러한 문제들이 먼저 해결되어야만 할 것이다.

2. 연속수행과제(Continuous Performance Test: CPT)

연속수행과제는 경계 과제의 한 유형이라고도 할 수 있는데 1956년에 Rosvold와 Mirsky 등이 처음 사용한 뒤 다양한 형태로 개발되었다. 이 검사의 기본 형태는 연속적인 일련의 자극(숫자, 문자, 도형 등)에 주목하다가 가끔씩 나타나는 목표자극에 대해 선택적으로 반응하는 것이다. 예를 들면, A, C, D, G, K, R, U, V, W, Z, X 등을 불규칙한 순서로 제시하고 X가 나타나면 정해진 반응키를 누르도록 한다(CPT-X). 최근에는 전산화된 형태로도 많이 보급되고 있으며 GDS (Gordon Diagnostic System), TOVA (Test of Variables of Attention), MHS (Multi-Health System) 등이 그 예이다(Swanson et al., 1998).

이 과제는 매우 빠르게 자동화되는 속성을 지니며 천장효과가 쉽게 나타나는 단점이 있어서 몇 가지 변형이 사용되기도 한다. 한 예로 Bakan type의 연속수행과제는 영어 문자 가운데 X가 나타났을 때 그 앞에 나온 문자가 A였으

면 반응하고 그렇지 않으면 반응하지 않는 것이다(CPT-AX). 그 밖에 똑같은 자극이 연이어 나타날 경우에만 반응해야 하는 CPT-Double 또는 CPT-IP (Identical Pairs)와 특정 색깔을 한 모양이 제시될 때 반응하는 CPT (colored) Forms 등도 있다(Koelega, 1995). 이러한 유형의 검사에서는 지속적 주의능력 이외에 선택적 주의능력과 작업기억 능력이 함께 측정된다.

연속수행과제는 임상 및 재활분야에서 널리 활용되며 학습장애아 진단이나 주의장애아 진단에도 유용하다(Halperin, Wolf, Pascualvaca, Newcorn, Healey, O'Brien, Morganstein, & Young, 1988; Losier, McGrath, & Klein, 1996; Swanson et al., 1998). 주의장애 진단을 위해 활용될 경우 생략오류(omission error)는 주의유지장애의 지표로 해석되고, 실행오류(commission error)는 충동성의 지표로 해석되기도 한다(Halperin et al., 1988). 시각 대신 청각 자극을 사용하는 경우도 있는데 정상인을 대상으로 시각과제와 청각과제의 수행을 비교한 결과 청각과제가 시각과제보다 더 어려운 것으로 나타났다(Baker, Taylor, & Leyva, 1995).

Robertson, Manly, Andrade, Baddeley와 Yiend(1997; Manly, Robertson, Galloway, & Hawkins, 1999)는 전통적인 연속수행과제에서 천장효과가 쉽게 나타나는 단점을 보완하기 위해 변형과제를 제안하였다. SART (Sustained Attention to Response Task)라고 이름 붙인 이 과제는 뇌손상 환자 뿐 아니라 정상인들간의 개인차도 변별할 수 있다. Bakan type을 포함하여 전통적인 연속수행과제는 드물게 나타나는 목표자극에 반응하는 것이지만 SART에서는 비목

표자극에 대해 계속 반응을 하다가 목표자극이 나타나면 반응을 하지 않게 되어 있다.

좀더 구체적으로 말하자면, 1부터 9까지의 숫자가 무작위로 제시되는데 3을 제외한 모든 숫자에 대해 반응단추를 누르도록 하는 것이다. 그렇게 되면 목표 숫자인 3보다는 다른 숫자가 더 많이 제시되므로 각별한 주의를 기울이지 않으면 3이 나타났을 때에도 무심코 반응단추를 누르기 쉽다. Robertson 등(1997)은 이 과제가 반응에 대해 고도의 주의를 지속적으로 유지하도록 요구하며 일시적인 주의 이탈이나 착각을 민감하게 반영하면서도 반응 억제력이나 일반지능 요소와는 상관성이 거의 없다고 주장하였다.

그러나 이 과제는 전통적인 연속수행과제와는 다소 다른 속성을 측정하는 듯이 보인다. 자주 출현하는 비목표 자극에 계속 반응하게 함으로써 반응 자동화를 형성시킨 다음 가끔씩 나타나는 목표 자극에 대해 통제처리를 실행하도록 요구하는 것은 단조로운 감시작업 가운데 드물게 나타나는 목표 자극에 대해 반응하도록 하는 경계 과제와는 성질이 다를 수 있다. 또한 과제 지속시간이 5분 이내로서 과제 지속시간이 길어야 한다는 경계 과제의 조건(McGrath, 1963, Koelega, 1996에서 재인용)에서도 벗어나 있다. Robertson 등(1997)은 이 과제가 지속적 주의를 측정한다고 주장하였으나 그것이 다른 연속수행과제나 경계 과제를 통해 측정하는 지속적 주의와 동일한 것인가에 대해서는 좀더 연구가 필요하다고 하겠다.

3. 상쇄과제(Cancellation Test)

상쇄과제는 뇌손상으로 인해 발생할 수 있는 주의능력을 검사하기 위해 임상장면에서 많이 사

용되는데 복잡한 기계나 인위적인 실험실 상황이 요구되지 않으며 자기주도적으로 간단히 실시할 수 있다는 장점이 있다. 이 검사에서의 낮은 점수는 주의력 결여와 반응 기민성 부족을 의미한다(Lezak, 1995).

이 검사는 글자(글자 상쇄과제: Letter Cancellation Test) 또는 숫자(숫자 상쇄과제: Digit Cancellation Test)가 연속적으로 인쇄된 종이를 보면서 지정된 숫자 또는 글자가 나올 때마다 연필로 그어 표시하는 것이다. 이 검사에서 사용하는 측정치는 과제완료에 소요된 시간, 정반응 수, 실행오류 등이며 때로 지각 민감도나 반응 준거가 사용되기도 한다. 한 예로 Casagrande, Violani, Curcio와 Bertini (1997)가 사용한 검사에서는 A4용지에 12호 크기의 영문 대문자를 36X50 개 제시하고 2개 또는 3개의 목표 글자를 찾아내게 하였다.

상쇄검사에는 여러 가지 변형이 사용되기도 하는데, 예를 들어 Diller와 동료들은 9가지 유형의 상쇄과제를 개발하였다(Lezak, 1995). 이 가운데 들은 숫자, 들은 문자, 들은 간단한 세 글자 단어, 들은 간단한 도형, 그리고 나머지 하나는 간단한 그림으로 구성되어 있다. 각 검사는 한 줄에 52개씩, 6줄로 이루어져 있으며 각 줄마다 목표 자극이 18번씩 제시된다. 정상인의 경우 이 검사에서 0-2개의 오류를 나타내며 과제 수행시간이 120초 정도인 것으로 알려져 있다. 이 밖에 Bell Test라고 불리는 검사에서는 집, 말, 열쇠 등의 친숙한 물건 그림이 인쇄된 20 x 26 cm의 종이를 보면서 종 모양을 골라내어 체크하도록 되어 있다.

정상인에 대해서도 변별력이 있는 상쇄과제로서 Bridkenkamp가 개발한 d2검사를 들 수 있

다(Spreen & Strauss, 1991). 이 검사는 영어 소문자 d와 p로 구성되어 있는데 각 글자의 상하에 한 개 또는 두 개의 점이 찍혀 있다(dpddpp). 피검사자는 한 줄에 47 글자씩, 14줄로 이루어진 검사지에서 d에 점이 두 개 찍힌 것만 골라서 표시해야 하는데, 각 줄마다 20초씩의 시간 제한이 주어지므로 검사자가 “다음 줄”이라고 지시하면 한 줄을 다 끝내지 못하였다더라도 다음 줄로 넘어가야 한다. 채점은 피검사자가 표시한(오류 여부에 관계없이) 모든 글자의 개수(총점), 생략 오류 수, d2가 아닌데 잘못 표시한 오류수, 오류율(100x총오류/총점), 처음 4줄에서 발생한 오류 수, 마지막 4줄에서 발생한 오류수, 정확 반응수(총점-총오류) 등이다. 정상인을 대상으로 검사를 실시하여 요인분석을 실시한 결과 이 검사의 점수는 반응 속도나 운동협응, 시각 변별력과는 관련이 없으며 주의력 요인을 반영하는 것으로 밝혀졌다.

상쇄과제를 McGrath(1963, Koelega, 1996)에서 재인용)가 규정한 지속적 주의력 과제의 조건에 비추어 보면 탐지행동이 과제에 포함되어 있고 탐지신호가 분명하며 신호가 드물고 불규칙하게 출현하여야 한다는 항목은 충족시키나 과제 지속시간이 길어야 한다는 부분은 충족시키지 못하고 있다. 이것은 이 과제가 특히 뇌 손상에 의해 주의 기능의 장애를 나타내는 환자들을 대상으로 개발되어 현실적으로 장시간 실시가 불가능하였기 때문일 것이다.

III. 지속적 주의에 영향을 미치는 심리적 요인

2차 대전 이후의 많은 연구들이 지속적 주의

또는 경계 과제 수행에 영향을 미치는 요인들을 밝혀내기 위해 수행되었다(Gustafson, 1986; Hancock, 1989; Koelega, 1990; Koelega & Brinkman, 1986; Mackie, 1987; Wiener, 1987). 이들 연구에서 다루어진 요인들은 소음, 조명, 진동, 온도와 같은 물리적 환경요인, 알코올, 약물, 수면 결핍과 같은 생리적 요인, 그리고 성격, 지루함에 대한 내성, 기본 정보처리 능력과 같은 개인의 심리적 요인 등이다.

Mackie(1987)는 해군의 초음파 감시병을 대상으로 조사한 결과 물리적, 환경적 요인보다 심리적 요인이 경계 또는 지속적 주의 과제를 수행하는데 더 큰 영향을 미치고 있음에도 불구하고 실제 연구의 대부분은 환경적 요인의 영향을 다루고 있음을 문제점으로 지적한 바 있다. 이는 경계력 연구 초기에 많은 연구자들이 각성이론으로 경계 또는 지속적 주의 수행을 설명하려고 했던 것과 무관하지 않을 것이다. 경계력 감소가 각성 수준의 저하와 관련된다면 각성 수준을 자극하기 위한 물리적 개입(예컨대 약간의 소음이나 진동 등)이 경계력 감소를 방지할 수 있으리라는 예측이 가능하다. 이러한 논리에 의해 소음, 진동, 온도, 약물, 수면박탈 등의 물리적 또는 생리적 요인이 경계 과제 수행에 미치는 영향이 집중적으로 연구되었다(예를 들어 Mackie의 1987년 논문을 보면 수 십 년에 걸쳐 실험에 사용된 물리적, 생리적 요인들이 무려 50여 가지나 제시되어 있다). 각성이론은 심리적 요인의 영향에 대한 연구에도 기여하였는데 예를 들면 피질 각성 수준이 외향성자보다 내향성자에게서 더 높을 것이라는 가정 아래 외향성에 따른 경계 과제 수행의 비교가 이루어지기도 하였다.

지속적 주의에 영향을 미치는 심리적 요인에

대한 탐구의 필요성은 지속적 주의 능력의 개인차가 비교적 크고 일관성이 있다는 연구자들의 보고에 의해 뒷받침된다(Davies et al., 1984; Koelega, 1990, 1992, 1996; Matthews et al., 1993; Prinzel III & Freeman, 1997). Koelega(1996)가 인용한 바에 따르면 1976년에 Simon이 지속적 주의에 관련된 141개의 논문을 분석했더니 각 연구의 실험변인보다도 개인차 변인에 의한 설명량이 오히려 더 크게 나타났다고 한다. 이러한 개인차를 초래하는 근본 요인을 찾아낸다면 지속적 주의 능력이 요구되는 업무에 적합한 사람을 선발하고 필요한 직업 훈련을 시키는 데 매우 유용할 것이다.

이 글에서는 개인의 경계 과제 수행에 영향을 미치는 심리적 요인을 인지적 요인과 비인지적 요인으로 나누어 살펴보고 이러한 요인들을 측정함으로써 경계력 또는 지속적 주의 능력의 개인차를 효과적으로 예언할 수 있는가를 논의할 것이다.

1. 인지적 요인

경계력 또는 지속적 주의 능력을 예언해줄 수 있는 인지적 요인에 대한 연구는 별로 많지 않은데 그 가운데서도 긍정적인 결과를 발견한 연구는 더욱 드물다. 지속적 주의는 추리력, 기억력 등의 다른 인지 기능이나 일반지능과의 상관이 별로 없고 성별에 따른 차이도 크지 않은 것으로 알려져 있다(Davies et al., 1984; Matthews et al., 1993). 선택 및 분할주의와 같은 다른 주의 능력과의 관련성에서는 관련이 없다는 주장(Davies et al., 1984)과 관련이 있다는 주장(Lansman, Poltrock, & Hunt, 1983)이 었

갈린다. Davies 등(1984)은 한정된 신호 또는 작업에 오래 주의를 집중해야 하는 과제를 잘 하는 능력과 동시에 여러 신호 또는 과제에 주의를 적절히 배분할 수 있는 능력은 서로 별개이며 성격 특성에서 내향성자가 전자에 상대적으로 뛰어난 반면 후자에서는 외향성자가 더 뛰어나다고 보았다. 그러나 Lansman 등(1983)은 주의를 집중적으로 지속시키거나 배분하는 것은 모두 하나의 입력 자극을 다루는 능력에 의해 결정된다고 주장하였으며 실제로 동일 감각양식을 사용할 경우 단일 채널의 선택적 주의와 다중 채널의 분할주의 과제 수행간에 높은 상관관이 있음을 보고하였다. 이 같은 연구 결과의 불일치를 해소하기 위해서는 Koelega(1996)의 제안대로 지속적 주의 과제와 선택 및 분할 주의 과제를 동일 피험자 집단에 반복 실시하는 피험자내 설계를 사용할 필요가 있을 것이다.

지속적 주의 능력에 영향을 미치는 주요 정보처리 요소로서 빠른 약호화와 통제처리 능력이 보고되었다(Barrett, Alexander, Cellar, Doverspike, & Thomas, 1983; Fisk & Schneider, 1981; Fisk & Scerbo, 1987; Matthews et al., 1993). Barrett 등(1983)은 경계 과제에서의 신호 탐지율과 순차적 기억 검사에서의 절편간에 부적 상관을 발견함으로써 약호화가 경계 과제 수행의 주요 요인임을 시사하였다. Matthews 등(1993)도 경계 과제 수행의 가장 강력한 예언 변인으로 약호화 속도를 꼽았으며 과제의 성격에 따라 통제처리 능력도 영향을 미친다고 하였다. 또한 과제가 어려워지면 주의자원을 배분하는 능력과도 관련이 있는 것으로 나타났다. 그러나 단순 지각 능력이나 부호의 비교, 작업기억 등은 경계 과제 수행과 관련이 없

었다. 이들은 지속적 주의 과제의 수행을 예언하는 것이 현장에서 매우 유용할 것이라고 제안하였으나 인지적 정보처리 요소를 통해 경계 수행을 예측하려는 자신들의 시도가 그다지 성공적이지는 않았음을 인정하고 있다.

통제처리 능력이 경계력 감소에 영향을 미친다는 주장은 Fisk와 Schneider(1981; Fisk & Scerbo, 1987)에 의해 제기되었는데 통제처리와 자동화 처리의 특성상 전자는 주의자원을 지속적으로 필요로 하는 반면 후자는 주의자원에 대한 요구가 매우 적다(Schneider, Dumais, & Shiffrin, 1984). 이들의 주장에 따르면 단조로운 경계 과제 상황에서 경계력 감소를 방지하는 한 가지 방법은 반복 훈련을 통해 주의자원을 적게 소모하는 자동화 처리로 이행하는 것이다. 그러나 과제가 자극-반응 간의 일관성있는 관계 형성을 허용하지 않을 때에는 자동화가 이루어지기 어렵다. 예컨대, Bakan type CPT 처럼 X에 반응하되 그 앞에 A가 제시되었을 경우에만 단추를 누르는 과제에서는 X에 대한 자동화된 반응 형성이 허용되지 않는다. 이런 경우에는 자동화 처리 기제를 활용할 수 없으므로 처리 자원이 상대적으로 많이 요구되는 통제처리를 하게 되는데 과제의 성격상 동일한 단순 자극에 대해 고정적인 주의 할당이 이루어지고 그 결과 통제 처리의 효율성 감소로 인한 경계력 감소가 나타난다는 것이다. 경계력 감소를 방지하는 또 한 가지 방법은 이처럼 자동화를 허용하지 않는 상황일 때 적용되는데 가끔씩 처리자원의 자발적인 재할당을 통해 정보처리의 다양성을 가질 수 있도록 해주는 것이다. 처리자원의 재할당이란 과제 상황에 작은 변화를 줌으로써 과제 수행을 손상시키지 않는 범위 내에서 주의자원을 재분배하는 것을 말한다.

하지만 이들의 주장과는 반대로 처리자원 또는 노력이 많이 투입되면(즉, 통제처리 상황에서) 오히려 경계력 감소가 일어나지 않는다는 보고가 있다(Koelega et al., 1989). 또, 노력이 요구되는 통제처리가 아니라 자동화 처리에서 경계력 감소가 나타났다는 연구 결과도 있다(Bagnara et al., 1985, Koelega et al., 1989에서 재인용).

경계력 감소를 주의자원의 분배 혹은 통제처리/자동화 관점에서 설명하려는 시도는 앞서 언급했던 Paus 등(1997)의 보고 - 주의과제 수행시 시간 경과에 따라 우측 전두엽의 활성화가 감소하면서 반응 시간도 증가하였다 - 와 연결된다. 그러나 그러한 신경생리적 현상이 자동화 처리로의 이행에 따른 주의자원에 대한 요구 감소를 반영하는 것인지 아니면 고정적 자원 할당에 따른 통제처리의 효율성 감소를 반영하는 것인지는 판단하기가 어렵다. 만일 과제 수행의 행동적 지표에서 수행 감소가 전혀 발견되지 않았다면 이는 자동화 처리로의 이행으로 해석될 수 있을 것이다. 그러나 정확탐지율과 반응 시간이 서로 상반되는 결과를 나타냈으므로 어느 한 쪽으로 해석하기가 어려워진다.

비효율적 통제처리가 경계력 감소의 원인임을 인정한다고 해도 Fisk와 Schneider(1981)의 연구는 자동화 처리가 허용되지 않는 상황에서 경계력 감소가 나타난다는 것을 입증하였을 뿐 통제처리 능력의 개인차에 따라 경계력 감소 정도가 달라진다는 것을 보여준 것은 아니다. 또한 통제처리시 주의자원을 제한당하는 능력을 무엇으로 측정 혹은 변별할 수 있는지에 대해 아무런 언급이 없다. 그 대신 이들은 다양한 채널로 처리자원을 할당하는 방략 사용을 학습함으로써 경계

력 감소를 크게 줄일 수 있을 것이라고 제안하였다. 경계 과제의 전반적인 수행 수준에는 신뢰로운 개인차가 있지만 경계력 감소에서는 일관성 있는 개인차가 발견되지 않는다는 점을 상기한다면(Parasuraman, 1984) Fisk와 동료들의 연구는 지속적 주의의 개인차에 영향을 미치는 인지적 요인보다는 지속적 주의 수행에 일반적으로 영향을 미치는 인지적 요인을 다루고 있다고 보아야 할 것이다. 시간 경과에 따른 지속적 주의 수행의 저하 현상은 이들의 주장에 따른다면 주의자원 이론에 그 기초를 두고 있다고 말할 수 있다.

2. 비인지적 요인

경계 과제 수행에 영향을 미치는 심리적 요인 가운데 가장 많이 다루어진 것이 성격요인의 하나인 외내향성이다(Koelega, 1996). 외내향성은 Eysenck가 제안한 성격 차원 가운데 하나인데 그는 1950년대 무렵부터 널리 퍼진 각성이론에 기초하여 외내향성을 구분하였다(Eysenck, 1967, Koelega 1992에서 재인용). 그의 성격이론에 따르면 내향성자는 피질 각성수준이 높아서 오래 지속되는 단조로운 작업에 더 적합하며 실제로 더 높은 정확탐지율과 더 적은 오경보 반응을 나타낸다는 것이다. 1980년대에 이루어진 외내향성과 경계 과제 수행간의 관계를 개관한 논문들(예를 들면 Eysenck, 1988)은 내향성자가 외향성자보다 우수한 경계 또는 지속적 주의 수행을 나타낸다고 결론을 내리고 있다. 그러나 1960년부터 1990년 사이에 이루어진 경계 수행과 외내향성 성격 요인간의 관계 연구 총 53편에 대해 메타 분석을 실시한 Koelega(1992)는 내

향성자가 외향성자보다 신호 탐지에서 더 우수하고 보다 높은 지각 민감도를 나타내는 것이 사실 이기는 하나 통계적으로 볼 때 효과의 크기가 작다는 점을 지적하였다. 또한 경계력 감소 정도에 있어서는 외내향성자간에 차이가 없었기 때문에 내향적인 사람의 주의 지속 능력이 더 뛰어나다고 말할 수 없다고 보았다. 그러나 외내향성에서 극단 점수를 받은 사람들을 비교하거나 시각 과제를 사용한 경우에는 경계과제 수행의 차이가 두드러졌다. Koelega (1992)는 지금까지의 연구 결과가 일관성있게 나오지는 않았으나 그렇다고 성격차원이 경계 과제 수행의 예언 변인으로서의 가치를 지니지 못한다는 것은 아니며 외향성자의 경우 경계력 감소가 특별히 더 심한 것은 아니더라도 전반적인 경계 수행도가 낮고 수행의 변동폭이 더 클 가능성이 있다고 지적하였다. 외향성자의 이러한 특성이 경계력이 요구되는 과제에 적합한 것이 아님은 분명해 보인다.

외내향성과 관련되는 다른 요인으로서 피부전기반응을 통해 측정이 가능한 습관화 속도(speed of habituation)를 들 수 있다(Koelega, 1990, 1996). 습관화 속도는 상태 요인이 아니라 특성 요인으로서 지속적 주의가 필요한 감시과제(monitoring task)의 수행을 잘 예언하는 것으로 나타났다. 즉, 빠른 습관화를 보이는 사람과 느린 습관화를 보이는 사람을 비교해보면 후자의 경우가 경계 과제에서 더 나은 수행을 보인다는 것이다. 이러한 결과는 Koelega(1990)가 19개 연구에 대해 메타 분석을 실시함으로써 확인하였다.

경계 과제 수행에 영향을 미치는 또 다른 비인지적 요인으로 지루함을 견디는 능력을 들 수 있다. 지루함은 외부 자극의 다양성 결여로 인해 각

성이 적정 수준 아래로 낮아진 상태라고 할 수 있는데 행동의 구속을 받거나 상황에 대한 통제력을 갖지 못했을 때 특히 지루함을 느끼게 된다(Vodanovich & Kass, 1990). 예측할 수 없는 신호에 대해 경계를 늦추지 말아야 하며 제시되는 신호에 대해 수동적으로 반응할 수밖에 없는 경계 과제 장면은 지루함이 유발되기에 충분한 조건을 갖추고 있다. 이러한 과제 속성 때문에 경계 과제는 그 과제 자체에서 인지적 스트레스가 유발된다는 지적도 있다(Sawin & Scerbo, 1995). 경계 과제 수행을 전후하여 사람들의 스트레스 반응을 측정해보면 과제 수행후 스트레스 수준이 실제로 증가하며, 주관적 보고에서도 에너지 감소와 함께 지루함, 짜증 등이 증가하는 것으로 나타난다. 뿐만 아니라 그러한 기분의 변화나 지루함을 느끼는 정도가 적은 사람들의 경계 과제 수행이 더 좋은 것으로 나타났다(Hancock, 1989; Sawin & Scerbo, 1995).

Koelega 등(1989)은 4가지 경계 과제를 동일 피험자 집단에게 실시하면서 각 과제에 대해 지루함을 느낀 정도를 주관적으로 평정하게 한 다음 이것이 과제 수행과 상관을 보이는지를 분석하였다. 그 결과, 지루함을 느낀 수준에서는 4과제간에 차이가 없었음에도 불구하고 그 중 2과제에서는 경계력 감소가 나타났고, 다른 2과제에서는 경계력 감소가 나타나지 않았다. 따라서 이들은 지루함이나 흥미 유발과 같은 요인에 의해 경계력 감소가 나타나는 것은 아니라고 결론지었다. 그러나 이들의 연구에서는 과제 자체의 지루한 정도를 평가하였을 뿐(사실 모든 경계 과제는 당연히 지루하다!) 같은 지루함이라도 이를 다루는 개인의 능력 혹은 방략에 따라 과제 수행의 차이가 나타나는지를 검증한 것은 아니었다.

Sawin과 Scerbo(1995)는 지루함에 대해 민감한 정도를 측정하는 척도(boredome proneness scale)를 실시하여 지루함을 잘 견디는 사람과 그렇지 못한 사람을 구분한 다음 이들의 경계 과제 수행을 비교하였다. 그 결과 이들 간에 정적인 상관관계가 있음이 밝혀졌으며 지루함을 측정하는 척도 가운데서 부주의(inattention) 요인의 점수가 경계 과제 수행을 더 잘 예언하는 것으로 확인되었다. 이와 유사한 결과는 Scerbo와 동료들이 수행한 다른 관련 연구에서도 반복 검증되었는데, 지루한 과제를 참고 견디는 시간과 지루함 민감도 점수 사이에 -.50의 부적 상관관계가 있었으며 단조로운 경계 과제에 대해 지루함을 느낀 정도와 과제 수행저하 정도 사이에서 정적인 상관관계가 발견되었다 (Sawin & Scerbo, 1995에서 재인용). 이러한 지루함에서 스스로 벗어나려면 외부 자극에 의존하지 않고도 적정 수준의 내적 자극을 유지할 수 있어야 하기 때문에 단순히 지루함을 견디는 능력 뿐 아니라 지루함을 극복하기 위해 적절한 전략을 사용하는 능력도 경계 과제 수행에 영향을 미칠 가능성이 있다.

지금까지 살펴 본 비인지적 요인들은 공통적으로 각성이론에 기초를 두고 있는 것으로 보인다. 외내향성이나 습관화 속도, 지루함에 대한 내성은 모두가 피질 각성 수준을 내재적으로 높게 유지할 수 있는지 여부와 밀접하게 관련된다. 따라서 적절한 각성 수준을 유지, 통제하는 능력을 기초로 전반적인 지속적 주의 능력의 개인차를 어느 정도 예측할 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 지속적 주의의 응용

지난 50 여 년간 수행된 경계력 또는 지속적

주의 연구에는 비판의 소리도 있었지만(Wiener, 1987; Mackie, 1987; Koelega, 1996) 연구의 활용 분야가 레이더 탐지 이외에 비행기 조종, 열차 및 자동차 운전, 산업체에서의 제품 품질검사, 경비업체의 감시 업무 등으로 확대되는 성과도 있었다. 많은 안전사고가 인적 오류에서 비롯되며 그러한 인적 오류의 주요 요인으로 경계 실패 혹은 지속적 주의의 실패가 지목되고 있음을 (Edkin & Pollock, 1997; Gerbert & Kemmler, 1986; Mosier, Skitka, & Korte, 1994) 고려할 때 지속적 주의 연구의 응용적 가치는 매우 큰 것으로 보인다. 특히 모든 시스템이 자동화되면서 지속적 주의 능력의 중요성이 더욱 크게 부각되고 있다.

지속적 주의와 관련된 현장 연구는 주의력이 요구되는 업무에 적합한 인력을 선발하기 위한 도구의 개발, 활용(이달호, 1992; 이상원, 1991; Gopher, 1982), 안전사고의 원인 분석 (Edkin & Pollock, 1997; Smiley, 1990; Wiener, 1980), 작업수행을 저하시키는 주의 및 경계력 감소를 방지하기 위한 구체적인 방안 모색(Haga, 1984; Mackie, 1987; Mackie, Wylie, & Smith, 1994) 등에 적용되고 있으며, 실험실에서 개발된 경계력 측정 도구의 임상 장면 활용도 폭넓게 이루어지고 있다. 다음에서는 교통, 군사 및 산업, 임상 및 재활 등 세 분야로 나누어 지속적 주의 연구가 어떻게 활용되고 있는가를 좀 더 구체적으로 살펴보기로 한다.

1. 교통분야에서의 응용

지속적 주의 연구는 교통분야에서 일찍부터 활발히 이루어져 왔다. 장거리 트럭 운전이나 버스

운전, 기관차 운전에서 비행기 조종에 이르기까지 운전직업이 가지는 공통적인 특성 — 즉, 처음에는 다루기가 복잡한 기기일지라도 일단 능숙해지면 의식적인 노력 없이도 거의 반사적, 자동적으로 업무를 수행할 수 있으며, 대개의 경우 장시간 근무와 교대근무 등으로 근무시간이 불규칙하고, 그 때문에 주의력을 유지하기가 어려우며, 잠깐의 부주의로 인한 사고가 커다란 인명피해 및 재산상의 피해를 초래할 수 있다는 점 — 때문에 지속적 주의에 대한 연구는 교통분야에서 특히 중요하다. 최근의 기술 발달로 인해 비행기나 고속 열차, 심지어 자동차에도 자동 운전 시스템이 도입되는 추세이므로 지속적 주의에 대한 관심은 앞으로 더욱 커질 것이다.

교통분야에서 지속적 주의의 연구는 비행기 사고와 철도 사고의 원인 분석 및 예방 대책 마련이라는 맥락에서 가장 많이 이루어졌다(Cabon, Coblenz, Mollard, & Fouillot, 1993; Gerbert & Kemmler, 1986; Haga, S., 1984; Molloy & Parasuraman, 1996). Wiener(1980, 1987)는 미국에서 발생한 대형 비행기 공중 충돌 및 추락 사고를 인간공학적 측면에서 분석한 결과, 모든 비행사고의 가장 두드러진 공통점이 경계력 감소임을 확인하였다. 대부분의 사고에서 위험을 알리는 신호가 뚜렷하게 제시되고 있음에도 불구하고 매우 유능하고 숙련된 조종사가 그 신호를 인지하지 못하였다는 것이다. 이와 같은 주의 실패로 인한 사고는 시스템이 자동화되어도 여전한 것으로 나타났다. NASA의 최근 비행안전기록 시스템 데이터베이스 분석 결과에 의하면 자동화된 시스템 하에서 일어난 사고의 77%가 경계 실패에서 비롯되었으며 이들 사고의 대부분이 조종사가 자동화를 나

름대로 감시하고 있는 상황에서 발생하였다(Mosier et al., 1994, Molloy & Parasuraman, 1996에서 재인용). 비행기 조종사 자신들도 자동화 시스템과 관련하여 가장 큰 인적 오류의 요인은 경계 실패라고 말하고 있다(Gerbert & Kemmler, 1986).

경계력 감소로 인한 항공 사고는 특히 장거리 야간비행을 해야 할 때 일어나기 쉬운데 주의력 감소 상태가 조종사와 부조종사에게 동시에 일어난다면 사고 위험은 더욱 높아질 것이다. Cabon 등(1993)이 실제로 장거리 비행을 하는 조종사와 부조종사의 뇌파를 측정하여 보았더니, 이착륙 이외의 비교적 단조로운 비행구간에서 실제로 주의력 감소가 관찰되었다. 거의 대부분의 주의력 감소는 특히 의사소통이 단절되어 한 동안의 침묵이 있는 뒤에 나타났다.

지속적 주의는 철도 사고에도 중요한 요인으로 개입되어 있는데 최근 호주에서 발생한 열차 사고의 원인을 분석한 결과 지속적 주의가 원인이 된 사고가 전체 사고의 70%로 대부분을 차지하고 있었다(Edkin & Pollock, 1997). 우리나라의 경우도 최근 5년 동안 발생한 열차 사고에서 가장 큰 사고 요인이 취급 부주의(13% ~ 48%)로 나타나있다(철도청, 1998). 열차사고에서 주의력이 주요 원인이 되는 것은 열차 운전이 매우 반복적인 속성을 지니기 때문이다. 운전 경력이 오래될수록 철길도 익숙하고 정거장에 정차하였다가 출발하는 것도 무수히 반복되기 때문에 순간 순간 전달되는 각종 신호에 주의를 기울이는 데 소홀할 가능성이 커지는 것이다.

이러한 주의력 감소를 방지하기 위한 장치도 개발되어 실제로 활용되고 있는데 앞으로 우리나라에 도입될 고속철도를 포함하여 유럽 여러

나라에서 채택하고 있는 졸음 방지장치가 그것이다. 이 장치는 기관사가 운전을 하면서 핸들이나 페달에 일정한 압력을 가하고 있다가 손 또는 발을 떼는 동작을 주기적으로 반복하도록 한 것인데 만일 정해진 시간보다 오래 페달을 밟고 있거나 발을 떼고 있으면 일차적으로 경보음이 울리고, 경보음이 울리는데도 기관사가 적절히 반응하지 않으면 열차가 자동적으로 멈추도록 되어 있다. 프랑스 철도에서는 이러한 장치를 장착하는데서 그치지 않고 이 장치가 과연 주의력 감소 방지에 효율적인가를 검증하는 연구도 수행하였다 (Cabon et al., 1993). 실제로 열차를 운전하는 기관사에게서 뇌파, 안구운동, 심장 박동 등 각종 생리적 지표를 수집하여 분석한 결과, 현재의 졸음 방지장치가 어느 정도는 주의력 유지를 보장해주나 표면상으로는 정해진 행동을 충실히 수행하고 있더라도 순간적인 주의력 감소가 얼마든지 일어날 수 있다는 사실이 밝혀짐으로써 보다 개선된 장치의 필요성이 대두되었다.

사고와 주의력의 관련성이 밝혀짐에 따라 기관사 채용시 적성검사를 통해 사고 가능성을 조금이라도 줄여 보려는 노력 또한 이루어지고 있다. 한 예로 네덜란드 철도에서는 집중력, 주의력, 식별력 등을 측정하여 기관사 선발에 활용하고 있으며 (van der Flier & Schoonman, 1988), 항공사나 공군사관학교 등에서도 조종사 선발에 주의력 검사를 활용한다 (이달호, 1992; 이상원, 1991).

2. 군사 및 산업 분야에서의 응용

지속적 주의 연구의 출발이 제 2차 세계대전과 관련이 있었던 만큼 초기의 연구는 군사분야에서

활발히 이루어졌고 연구 결과는 공군 조종사 적성검사 개발 및 해군의 각종 레이더 탐지 오류 방지 등을 위해 활용되었다.

Smith, Mackie와 Wylie(1985, Koelega, 1996에서 재인용)가 영국 해군의 초음파 감시병을 대상으로 연구한 바에 따르면 Mackworth의 초기 연구 이래 신호탐지 설비의 자동화가 많이 이루어지고 장비의 성능도 많이 개선되었으나 이들 감시병이 당면한 지속적 주의력의 문제는 1950년대와 달라진 것이 없다. 아무리 장비가 현대화되어도 신호 탐지는 여전히 감시병이 해야 하고 신호를 놓치는 일도 여전히 발생한다. 작업 시간이 경과될수록 경계 수행이 감소하여 신호 탐지 오류가 증가하므로 경계력 감소를 예방할 수 있는 방안을 강구하는 것이 연구자들의 당면 과제 가운데 하나라고 할 수 있다.

Mackie 등(1994)은 초음파 탐지기를 감시하는 해군 경비병들에게 가장 견디기 힘든 스트레스는 감시업무의 지루함이라고 지적하였다. 이들은 초음파 감시 작업의 세 가지 속성으로서 단조롭고 지루함, 지극히 낮은 목표자극 발생 확률, 작업 결과에 대한 피이드백 부재 등을 지적하였는데 이는 경계력 감소가 나타나기 쉬운 조건과 일치한다. 적군의 잠수함 출현을 탐지하지 못할 경우의 위험성을 감안한다면 경계력 감소를 예방할 수 있는 대책을 마련하는 것이 무엇보다 중요하다. Mackie 등(1994)은 그 방안으로서 신호 투입(signal injection) 및 신호에 대한 피이드백 제공이 효과적일 것으로 제안하였다. 이들은 실험실 상황에서 그러한 신호투입이 실제로 경계력 감소를 예방하는지를 검증하였다. 실험 결과 신호 투입은 반응 역치를 낮출 뿐 아니라 지각적 민감도를 증가시킴으로써 경계 과제 수행을 향상

시키는 것으로 나타났다. 그러나 이와 함께 오경보(false alarm) 발생이 증가하는 부작용도 관찰되었다.

산업장면에서의 지속적 주의를 제품의 품질검사, 경비업체의 감시업무 등과 관련되는데 이들 업무에서는 생산 완료된 제품 가운데 가끔씩 발생하는 불량 제품을 놓치지 않고 찾아내고, 감시 모니터를 주의 깊게 보면서 가끔씩 발생하는 사건/사고에 민첩하게 대응해야 한다. 그런데 불량 제품 발생률이나 사건/사고 발생률이 상대적으로 낮기 때문에 시간이 흐를수록 경계력 또는 주의력 감소 현상이 필연적으로 나타나게 된다. Fox(1975, Koelega, 1996에서 재인용)는 품질검사 작업의 효율성이 작업시간 30분 경과 후에 40% 까지 감소함을 발견하였는데 이러한 단순 반복적인 업무에서 주의력을 유지하기 위해서는 통제 처리 능력이 필요한 것으로 알려져 있다(Fisk & Scerbo, 1987; Matthews et al., 1993). 단순 반복적인 감시 업무의 한 예로서 편지 걸봉의 주소를 보고 우편물을 분류하는 작업을 모사한 실험이 실시되기도 하였다. 실험 결과, 통제적 탐색과제(controlled search task) 수행 능력이 우편물 분류 작업의 속도와 정확성을 실제로 잘 예언하는 것으로 나타났다(Matthews, Jones, & Chamberlain, 1992, Matthews et al., 1993에서 재인용).

3. 임상 및 재활분야에서의 응용

지속적 주의력을 측정하는 과제들은 뇌손상으로 인한 인지기능 장애나(Robertson, et al., 1997; Rueckert & Grafman, 1996; Whyte, Polansky, Fleming, Coslett, & Cavallucci, 1995) 아동의 주의장애 진단(Corkum &

Siegel, 1993; Losier et al., 1996; Swanson, et al., 1998), 정신분열증 환자의 주의장애 진단 및 주의기능 재활훈련(Medalia, Aluma, Tryon, & Merriam, 1998; Nestor & O'Donnell, 1998) 등에 활용되며 최근에는 동물을 대상으로 한 항정신병 약물의 효과 검증 도구로도 사용되고 있다(Koelega, 1996).

주의장애는 뇌손상을 입은 환자들에게 가장 일반적으로 나타나는 증상인데 이들의 기능 장애 정도와 회복 정도를 평가하는 데 연속수행과제의 각종 측정치들이 활용되고 있다(Parasuraman, Mutter, & Molloy, 1991; Whyte et al., 1995). 임상적으로 특히 우반구의 손상이 있는 환자에게는 주의력 검사가 매우 중요한데 주의력이 손상되면 일상 생활에서의 사소한 부주의나 순간적인 주의 탈락으로 인해 위험한 상황에 처할 수도 있기 때문에 이를 명확히 평가하기 위해서이다. Robertson 등(1997)은 연속수행과제의 한 변형인 SART를 뇌손상(Traumatic Brain Injury) 환자에게 실시하고 보호자로 하여금 그 환자가 나타내는 일상 생활에서의 주의실패 정도를 평가하게 하였다. 연구 결과 지속적 주의력 점수와 일상생활에서의 주의실패 정도 사이에 의미 있는 상관성이 나타났다. 이는 지속적 주의력 검사가 주의 실패로 인한 일상생활의 곤란 정도를 예언해 줄 수 있음을 시사한다.

이 밖에도 연속수행과제는 주의장애 아동이나 정신분열증 환자의 주의기능 장애 정도를 평가하는 데 사용될 수 있다. Losier 등(1996)은 연속수행과제가 주의력결핍 과잉행동장애(ADHD) 아동과 정상 아동을 신뢰롭게 변별해주는가를 검증하기 위해 26개의 연구들에 대한 메타분석을 실시하였다. 그 결과 ADHD 아동이 정상 아동보다

더 많은 실행 및 생략 오류를 범한다는 사실이 확인되었다. 약물(methylphenidate) 투여를 받은 ADHD 아동은 그렇지 않은 아동보다 적은 오류를 나타냈다. 그러나 지속적 주의력의 결여가 ADHD 아동을 특징짓는 장애라고 볼 수 없다는 주장도 있다. Koelega(1995)는 ADHD 아동의 장애가 단순한 경계력 감소나 작성수준의 저하 때문이라기보다는 주의를 통제하는 능력과 관련된다고 보았다.

정신분열증 환자에게 흔히 나타나는 지속적 주의력의 장애 정도를 평가하기 위한 도구로서 가장 일반적으로 사용되는 것이 또한 연속수행 과제이다. 불규칙하게 가끔씩 출현하는 목표 자극을 탐지하는 이 과제는 다른 임상집단보다도 정신분열증 환자 변별에 특히 민감한 것으로 알려져 있다(Nestor & O'Donnell, 1998). 그러나 Rund, Ørbeck와 Landrø(1992)는 정신분열증 환자와 정동장애 환자에게 연속수행과제를 실시한 결과 두 집단 모두가 정상집단보다 낮은 지속적 주의력을 나타냄을 발견하였다. 이는 지속적 주의력의 결여가 여러 정신병리 가운데 정신분열증에서만 특징적으로 나타나는 것은 아닐 가능성을 시사한다. 그 밖에 실험실에서 개발되어온 다양한 경계 과제들이 정신분열증 환자의 주의력 향상을 위한 훈련 프로그램으로 활용되기도 한다. 6주 동안 다양한 경계 과제를 통해 훈련을 받은 환자 집단은 훈련을 받지 않은 환자 집단에 비해 주의력이 향상되었으며 분열증 증세의 호전 정도도 더 큰 것으로 나타나 경계 과제가 환자들의 인지재활 훈련 프로그램에 활용될 수 있음을 시사하였다(Medalia et al., 1998).

4. 지속적 주의 연구의 응용에 대한 평가와 전망

지금까지 살펴본 바와 같이 지속적 주의 연구의 응용분야는 매우 광범위하고 다양한 측면을 포함하고 있으며 학문적으로도 신경과학, 인간공학, 인지 심리학, 임상 심리학, 발달 심리학 등이 복합적으로 관련되어 있다. 그 활용 분야는 앞으로도 계속 확대될 가능성이 큰데 공장의 설비 자동화, 비행기, 기차, 자동차등의 운전 자동화, 그 밖에 원자력 발전소나 병원 등에서 활용하는 각종 자동화된 기기와 시스템 등을 안전하게 운용하기 위해서는 그러한 시스템과 기기 들의 상태를 지속적으로 감시하고 점검하는 "사람"의 역할이 다른 무엇보다 중요한 까닭이다(Mackie et al., 1994; Molly & Parasuraman, 1996). 각종 자동화 기기를 실수 없이 감시, 점검하기 위해 필요한 것이 바로 지속적 주의 능력인데 불행하게도 사람들은 일반적으로 이 기능이 매우 취약하다. 따라서 상대적으로 그러한 능력이 우수한 사람을 찾아낼 수 있는 방법을 개발해야 하고, 지속적 주의가 감소하는 것을 막을 수 있는 방법 또한 개발해야 한다. 그렇다면 지금까지 이루어져 온 지속적 주의 연구들은 그러한 현장의 필요를 충분히 충족시켜 주었는가? 그렇지 못하였다는 것이 연구자 자신들의 평가이다.

지속적 주의 연구의 역사는 짧은 것이 아니지만 그 동안 수행된 연구들은 실제적인 활용 측면에서 여러 가지 제한점을 가지고 있다(Wiener, 1987; Mackie, 1987; Koelega, 1996). 첫째, 경험적 연구의 전통에서 비롯된 다양한 경계 과제로 인해 대부분의 연구 결과가 과제 특정적(task-specific)이라는 한계를 지닌다. 연구의 양은 방대하지만 각 연구에 사용된 과제의 유형과

중속 측정치가 각기 다를 뿐 아니라 결과 또한 제각각이기 때문에 이를 통합하여 수렴적인 결론을 내리기가 어렵다. 왜 결과가 달리 나타나는 것인지, 그 의미가 무엇인지 등에 대한 충분한 이해가 이루어지지 못한 채 서로 비교하기 어려운 연구 결과들이 양산되어 온 것이다.

둘째, 실험실의 과제 상황과 현장의 과제 상황 간의 유사성 또는 전이 가능성이 문제될 수 있다. 실제 상황에서는 감시 작업이 다른 작업과 병행하여 이루어지는 경우가 많고 (예컨대, 계기판을 감시하면서 핸들이나 조종간을 조작하는 것), 실험과제보다는 동기 유발이 더 잘 된 상태이며 관리자의 감시나 독려, 동료 작업자와의 협업, 대화 등 다양한 상호작용이 함께 일어난다. 반면에 실험실에서는 모든 것이 통제되고 외부와의 상호작용도 차단되며 동기 측면에서도 큰 차이를 보일 수 있다. 그렇다면 실험실에서 발견된 경계력 감소나 신호 탐지 실패와 그 영향 요인 등을 통해 현장의 경계력 감소 현상을 과연 올바르게 이해할 수 있을 것인가 하는 의문이 자연스럽게 생겨난다.

셋째, 지금까지의 연구들이 대부분 경계력 감소와 관련된 여러 가지 현상 자체를 실험실에서 확인하고 재현하는데 일차적인 관심을 기울였기 때문에 정작 중요한 현실의 문제, 즉 경계력 감소를 방지하거나 감소시키는 방안을 찾기 위한 연구는 찾아보기가 어렵다. 또, 경계력 감소에 영향을 미치는 요인을 연구할 때에도 궁극적으로 그러한 요인을 실제 장면에서 통제할 수 있는 방안을 제안하고 그 효과를 검증해야 함에도 불구하고 많은 연구들이 영향 요인 자체를 제시하는 데 그치고 있다.

요약하면 연구 결과의 일반화와 현실적인 문

제해결 방안 부재가 지금까지의 연구가 가지고 있는 문제점이다. 이러한 문제점을 극복하고 실제 장면에서 효과적으로 적용될 수 있는 지식을 산출하기 위해서는 무엇보다 현장 밀착 연구가 필요할 것이다. Wiener(1987)는 경계력 연구 분야에서 필요한 것은 더 많은 연구가 아니라 이미 밝혀진 결과들을 실제에 적용하기 위한 노력이며, 결국은 실험실과 현장간의 간격을 좁히는 것이라고 강조하였다.

외국의 경우는 이미 그러한 추세가 연구에 반영되고 있다. 예를 들면, 철도사고의 원인이 되는 신호취급 오류 현상을 분석하기 위해 Haga(1984)는 기관사가 실제로 다루는 계기판과 유사한 통제 계기판을 제작하여 실험하였고, Cabon 등(1993)은 비행기 조종사와 철도 기관사의 주의력 변화를 측정하기 위해 실제 운전 및 조종 작업 중에 뇌파와 안구운동 등을 측정하는 연구를 하였다. 또, Mackie 등(1994)은 초음파 감시병의 주의력 저하 방지 방안을 연구하기 위해 실제 초음파 신호에 가까운 형태의 자극을 재현하였다. 뿐만 아니라 실험시간을 4시간으로 연장하고 야간에도 신호 탐지 실험을 실시하는 등 가능한 한 실제 상황과 유사한 실험 상황을 만들려는 노력을 아끼지 않았다.

그러나 무조건 실제 상황을 모사하는 연구를 하는 것이 해결책은 아니라는 주장도 있다. Sanders(1998)는 실제 상황에서 사용되는 과제는 모두 다르기 때문에 각각의 연구가 이를 모사하여 설계된다는 것은 과학적인 입장이 아니라고 주장한다. 오히려 이론을 중심으로 연구가 전개되고 그 결과로부터 응용에 필요한 시사를 얻어야 한다는 것이다.

다양한 현상을 설명해줄 수 있는 이론을 먼저

찾는 것이 효율적이라는 Sanders의 입장과 이론적 연구를 50년 동안 했으나 현장에 도움이 된 것이 별로 없으니 연구된 것을 어떻게 현장에 적용할 것인가를 고민해야 한다는 Wiener의 입장은 모두 나름대로 설득력이 있어 보인다. 그렇게 본다면 광범위한 응용분야를 가지고 있으면서 아직도 다양한 이론들이 시험되고 있는 지속적 주의 연구 분야야말로 앞으로 이론과 응용의 공조를 실험하기에 매우 적합한 영역이라고 할 수 있을 것이다.

V. 맺음말

지금까지 지속적 주의 또는 경계력에 대한 연구의 역사적 배경과 신경생리적 기초, 그리고 지속적 주의 능력을 측정하는 방법과 그러한 능력의 개인차에 기여하는 인지적, 비인지적 요인들을 살펴보고 끝으로 지속적 주의 능력이 요구되는 다양한 실제 상황과 그러한 상황에서 연구들이 어떻게 이루어지고 있는지 알아보았다. 마지막으로 50여 년의 역사에도 불구하고 정리되지 않은 연구 문제 몇 가지를 지속적 주의 연구의 응용 관점에서 짚어보려고 한다.

첫째, 지속적 주의의 개념과 이를 측정하는 도구 또는 과제와의 관계 문제이다. 지속적 주의는 그 기본 정의에 나타나 있듯이 선택된 대상(목표 자극)에 대해 오랫동안 각성 상태를 유지하는 능력을 가리키는데 지속적 주의 능력을 올바르게 측정하기 위해 어느 정도의 과제 소요 시간이 필요한가에 대한 기준을 찾기가 어렵다. 경계력 연구에 사용된 수없이 많은 과제들을 분석한 끝에 McGrath(1963, Koelega, 1996에서 재인용)가 규정지은 경계 과제의 조건에도 과제지속 시

간이 '길어야 한다'는 말만 있을 뿐 얼마나 길어야 하는가에 대해서는 분명한 언급이 없다. 다만 대부분의 과제에서 40분-60분 정도의 시간을 적용하고 있다고 덧붙일 뿐이다.

실제로 연구에 사용된 경계 과제나 지속적 주의 과제 가운데에는 짧게는 5 분에서(Robertson et al., 1997) 길게는 4 시간에 이르는(Mackie et al., 1994) 것까지 다양하게 존재한다. 업무 현장에서 발견되는 표면적 과제 속성을 있는 그대로 반영하자면 과제 지속시간이 길수록 타당성이 높다고 할 수도 있겠으나 Sanders (1998)의 지적대로 단지 과제시간을 여러 시간이나 여러 날로 늘인다고 해서 현장에 시사점을 줄 수 있는 발견이 나오는 것은 아닐 것이다. 지속적 주의 능력을 측정하려면 반드시 긴 시간 동안 과제 수행을 하도록 해야 하는가? 만일 그렇다면 적정한 시간은 어느 정도인가? 이 문제에 대해 아직은 답이 없다.

둘째, 과제 지속 시간의 문제는 결국 지속적 주의 수행의 두 가지 지표인 전체 경계력 수준과 경계력 감소의 문제로 연결된다. 지속적 주의력을 제대로 측정하려면 과제 지속시간이 길어야 한다는 명제는 과제 수행시간이 길어질수록 경계력 혹은 주의력을 유지하기가 어려워지며 따라서 수행이 감소할 것이라는 가정을 전제로 하고 있다. 그렇다면 경계력 감소가 전체적인 경계 수행보다 더 좋은 지속적 주의력의 지표인가? 이 문제에 대한 명쾌한 해답 역시 아직 없어 보인다. 이 글 앞부분에서 언급하였듯이 전체 경계력 수준과 경계력 감소가 지속적 주의력의 각기 다른 측면을 반영한다는 점을 상기한다면 이에 대한 해답 없이 현재처럼 전체적인 경계력 수행 수준과 경계력 감소 수준을 구분하지 않고 지속적 주의 능력

의 지표로 함께 사용한다는 것은 심각한 문제라 하지 않을 수 없다.

게다가 전체 경계력 수준과 경계력 감소 중 어느 쪽이 더 나은 주의력의 지표인가의 문제와 관계없이 해결되어야 할 문제가 또 있다. 전체 경계력 수준의 경우 사용하는 과제에 따라 한 개인 내에서 수행 수준에 큰 차이를 보이기 때문에 (Koelega et al., 1989), 어떤 과제를 통해 산출된 점수를 진정한 지속적 주의력으로 보아야 할지 알 수가 없다. 경계력 감소의 경우에도 지각적 민감도의 감소와 반응 준거의 감소 중에서 어느 것을 더 나은 지표로 볼 것인지, 또 반응시간의 증가와 정확탐지율의 감소 중에서 어느 것을 더 나은 지표로 볼 것인지에 대한 답을 구해야 한다. 이러한 문제에 대한 합의된 답이 없이는 실제 현장에서 인사선발의 도구로 경계 과제를 활용해보려는 사람들에게 혼란만 줄뿐이다.

셋째, 경계 과제 수행에 영향을 미치는 요인에 대한 연구는 지금까지 수행되어온 경계력 연구에서 매우 큰 비중을 차지함에도 불구하고 그 결과를 현장에 적용하는 데 필요한 체계화가 매우 미흡하였다. 지속적 주의 연구 결과의 응용 측면을 고려한다면 경계 과제 수행에 영향을 미치는 요인을 연구할 때 개인차 요인과 과제 요인으로 구분하는 것이 바람직해 보인다. 개인간의 과제 수행에 차이를 가져오는 요인을 밝혀내면 이를 기초로 지속적 주의능력이 요구되는 업무에 적합한 사람들을 선발할 수 있을 것이다. 약호화 속도와 같은 정보처리 능력이나 외내향성 성격, 지루함에 대한 내성 등은 이 범주에 포함된다.

반면에 과제 요인은 과제에 사용된 자극의 종류나 측정치, 자극 제시율, 과제가 요구하는 정보 처리 양식(예: 통제처리 vs. 자동화처리) 등을

말한다. 이러한 요인들이 개인차와 상호작용할 가능성도 없지는 않지만, 이들 요인의 경우 인사선발보다는 교육·훈련과 환경적 개입을 통해 경계력 감소를 줄이거나 방지하는 데 더 효율적으로 활용될 수 있을 것이다. 예를 들자면, Fisk 등(1981, 1987)이 언급하였듯이 통제처리가 요구되는 지루한 과제에서 보다 다양하게 처리자원을 할당하는 방법을 가르친다거나, 각성이론이 제안하듯이 작업 도중에 각성 시스템을 자극할 수 있는 외부적 개입(전화벨과 같은 소리 자극이나 짧은 휴식, 민트향과 같은 냄새 등)을 투입한다거나, 또는 지루함을 견딜 수 있는 요령을 가르치는 것 등이 있을 수 있다. 이러한 훈련 및 개입의 효과가 경험적으로 검증되어야 함은 물론이다. 그렇지만 그 이전에 무엇을 가르치고 어떤 환경을 제공해주어야 경계 수행이 향상될 수 있을 것인지를 먼저 알아야 할 것이다. 그러한 정보는 실험실 연구를 통해 제공될 수 있다.

넷째, 전통적인 경계 과제를 통해 나타나는 지속적 주의력과 자동화 과제에서 주로 발견되는 주의실패 혹은 착오(attentional slips and lapses)간의 관계를 규명할 필요가 있다. 지금까지, 통제처리가 요구될 때 경계력 감소가 나타난다는 Fisk와 Schneider (1981)의 주장과는 달리 자동화 처리가 일어날 때 경계력 감소가 나타난다는 보고도 있다는 사실을 언급한 Koelega 등(1989)과, 경계 과제 수행시 관찰되는 우측 전두엽의 활성화 감소를 자동화 처리로의 이행으로 해석한 Paus 등(1997), 그리고 자주 출현하는 비목표 자극을 통해 반응 자동화를 형성하도록 유도한 후 지속적 주의 능력을 측정하고자 한 Robertson 등(1997)이 자동화 처리와 경계 과제 수행간의 관계를 언급하였는데 이 문제에 대

해 연구자들이 좀더 관심을 가질 필요가 있어 보인다.

경계력 연구에서는 전통적으로 일정 시간 이상 지속되는 신호탐지 과제에서 전반적인 탐지과제 수행 수준이 낮거나 아니면 전반부에 비해 후반부의 탐지 수행 수준이 저하되는 현상에 대해서만 관심을 기울여 왔다. 그런데 현실에서는 전반적인 탐지 수행 수준이 매우 높고 전 후반부의 수행 수준에 일관성이 있다는 것만으로 충분하지가 않다. 지루하고 단조로운 과제 상황이므로 전체적으로는 좋은 수행 수준을 유지할지라도 순간적으로 주의가 이탈되어 결정적인 자극이나 신호를 놓칠 수 있기 때문이다. 이 같은 순간적인 주의 이탈은 경계 과제의 단조로움을 생각해볼 때 과제 시작 직후에도 얼마든지 일어날 가능성이 있다. 뿐만 아니라 Fisk와 Schneider(1981)의 주장과 달리 처리 자동화가 이루어진 이후에도 일어날 수 있다. 이렇게 본다면 경계 과제의 기준에서 '장시간 지속' 측면보다도 '불규칙하고 드물게 출현하는 목표자극' 측면이 더 강조될 필요가 있을 것이다.

주의와 관련된 실수가 나타나는 상황을 집중적으로 연구한 Reason(1990)에 의하면 과잉학습이나 자동화가 이루어진 경우 중간 중간마다 과제 수행 상황에 대한 주의 점점이 개입되어야 하는데 이것이 제대로 이루어지지 않을 때 중요한 자극을 놓치거나 잘못 지각하는 오류가 발생한다. 감시과제가 포함된 실제 장면에서 발생하는 안전사고의 많은 부분이 이러한 오류 때문임을 고려한다면 경계 과제와 통제처리 및 자동화 처리와의 관계를 규명하는 연구가 더 많이 이루어져야 할 것으로 보인다.

이상에서 필자 나름대로 실험실에서 밝혀진 내

용을 현장에 적용하기 위해 더 규명될 필요가 있다고 생각되는 사항들을 정리해 보았다. 앞에서도 언급하였지만 이러한 많은 문제점에도 불구하고 지속적 주의를 실험실과 실제 장면을 양방향으로 오가며 이루어지는 응용연구를 다양하게 시험하기에 매우 적합한 분야라고 생각된다. 그 이유는 다른 무엇보다도 지속적 주의가 적용될 수 있는 분야가 다양하다는 데서 찾아볼 수 있을 것이다. 경계력 연구 분야에 독자적인 이론 틀이 확립되어 있지 않다 하더라도 전통적인 주의 이론이나 수행 이론 등으로부터 충분한 이론적 뒷받침을 받을 수 있다는 것도 이유가 될 수 있다. 현장의 문제와 요구로부터 실험실 연구의 방향이 설정되고, 실험실 연구를 통해 현장 문제의 본질이 규명되는 양방향 상호작용을 통해 지속적 주의 연구가 응용 인지심리학의 한 모델이 되기를 기대해본다.

참고문헌

- 이달호 (1992). 조종사 선발용 검사기구의 개발 '에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
- 이상원 (1991). 컴퓨터를 이용한 조종사 선발 적성검사. 한국과학기술원 박사학위 논문.
- 철도청 (1998). 열차사고사례집.
- Baker, D. B., Taylor, C. J., and Leyva, C. (1995). Continuous performance tests: A comparison of modalities. *Journal of Clinical Psychology*, 51, 548-551.
- Barrett, G. V., Alexander, R. A., Cellar, D., Doverspike, D., Thomas, J. C. (1983). Use of an information-processing based test battery in an applied setting: Prediction of monitoring performance. *Perceptual and*

- Motor Skills*, 56, 939-945.
- Casagrande, M., Violani, C., Curcio, G., and Bertini, M. (1997). Assessing vigilance through a brief pencil and paper letter cancellation task(LCT): Effects of one night of sleep deprivation and of the time of day. *Ergonomics*, 40, 613-630.
- Cabon, PH., Coblenz, A., Mollard, R., and Fouillot, J. P. (1993). Human vigilance in railway and long-haul flight operation. *Ergonomics*, 36, 1019-1033.
- Corkum, P. V., and Siegel, L. S. (1993). Is the Continuous Performance Task a valuable research tool for use with children with Attention-Deficit-Hyperactivity Disorder? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34, 1217-1239.
- Coull, J. T., Frith, C. D., Frackowiak, R. S. J., and Grasby, P. M. (1996). A fronto-parietal network for rapid visual information processing: A PET study of sustained attention and working memory. *Neuropsychologia*, 34, 1085-1095.
- Davies, D. R., Jones, D. M., and Taylor, A. (1984). Selective- and sustained-attention tasks: Individual and group differences. In R. Parasuraman and D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 395-447). Academic Press.
- Edkin, G. D. and Pollock, C. M. (1997). The influence of sustained attention on railway accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 29, 533-539.
- Eysenck, M. W. (1988). Individual differences, arousal, and monotonous work. In J. P. Leonard (Ed.), *Vigilance: Methods, models, and regulation* (pp. 111-118). Frankfurt: Peter Lang.
- van der Flier, H., and Schoonman, W. (1988). Railway signals passed at danger. *Applied Ergonomics*, 19, 135-141.
- Fisk, A. D., and Scerbo, M. W. (1987). Automatic and controlled processing approach to interpreting vigilance performance: A review and reevaluation. *Human Factors*, 29, 653-660.
- Fisk, A. D., and Schneider, W. (1981). Control and automatic processing during tasks requiring sustained attention: A new approach to vigilance. *Human Factors*, 23, 737-750.
- Fernandez-Duque, D. and Posner, M. I. (1997). Relating the mechanism of orienting and alerting. *Neuropsychologia*, 35, 477-486.
- Gerbert, K., and Kemmler, R. (1986). The causes of causes: Determinants and background variables of human factor incidents and accidents. *Ergonomics*, 27, 1439-1453.
- Godefroy, O., Cabaret, M., & Rousseaux, M. (1994). Vigilance and effects of fatigability, practice and motivation on simple reaction time tests in patients with lesion of the frontal lobe. *Neuropsychologia*, 32, 983-990.
- Gopher, D. (1982). A selective attention test as a predictor of success in flight training. *Human Factors*, 24, 173-183.

- Gustafson, R. (1986). Alcohol and vigilance performance: Effect of small doses of alcohol on simple visual reaction time. *Perceptual and Motor Skills*, 62, 951-955.
- Haga, S. (1984). An experimental study of signal vigilance errors in train driving. *Ergonomics*, 27, 755-765.
- Halperin, J. M., Wolf, L. E., Pascualvaca, D. M., Newcorn, J. H., Healey, J. M., O'Brien, J. D., Morganstein, A., and Young, J. G. (1988). Differential assessment of attention and impulsivity in children. *Journal of American Accademy of Child and Adolescent Psychiatry*, 27, 326-329.
- Hancock, P. A. (1989). A dynamic model of stress and sustained attention. *Human Factors*, 31, 519-537.
- James, W. (1890). *Principles of psychology*. New York: Henry Holt & Co..
- Kinomura, S., Larsson, J., Gulyas, B., & Roland, P. E. (1996). Activation by attention of the human reticular formation and thalamic intralaminar nuclei. *Science*, 271, 512-515.
- Kessel, C. J., and Wickens, C. D. (1982). The transfer of failure detection skills between monitoring and controlling dynamics. *Human Factors*, 24, 49-60.
- Koelega, H. S. (1990). Vigilance performance: A review of electrodermal predictors. *Perceptual and Motor Skills*, 70, 1011-1029.
- Koelega, H. S. (1992). Extraversion and vigilance performance: 30 years of inconsistencies. *Psychological Bulletin*, 112, 239-258.
- Koelega, H. S. (1995). Is the continuous performance task useful in research with ADHD children? Comments on a review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36, 1477-1485.
- Koelega, H. S. (1996). Sustained attention. In O. Neumann and A. F. Sanders (Eds.), *Handbook of perception and action*, Vol. 3: Attention(pp. 277-331). Academic Press.
- Koelega, H. S., and Brinkman, J-A. (1986). Noise and vigilance: An evaluative review. *Human Factors*, 28, 465-481.
- Koelega, H. S., Brinkman, J-A, Hendriks, L, and Verbaten, M. N. (1989). Processing demands, effort, and individual differences in four different vigilance tasks. *Human Factors*, 31, 45-62.
- Kolb, B., and Whishaw, I. Q. (1996). *Fundamentals of human neuropsychology*. New York: Freeman and Company.
- LaBerge, D. (1995). *Attentional processing*. Cambridge: Havard University Press.
- Lansman, M., Poltrock, S. E. and Hunt, E. (1983). Individual differences in the ability to focus and divide attention. *Intelligence*, 7, 299-312.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Losier, B. J., McGrath, P. J., and Klein, R. M. (1996). Error patterns on the continuous performance test in non-medicated and

- medicated samples of children with and without ADHD: A meta-analytic review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 971-987.
- Mackie, R. R. (1987). Vigilance Research -- Are we ready for countermeasure? *Human Factors*, 29, 707-723.
- Mackie, R. R., Wylie, C. D., and Smith, M. (1994). Countering loss of vigilance in sonar watchstanding using signal injection and performance feedback. *Ergonomics*, 37, 1157-1184.
- Malmö, R. B., & Surwillo, R. B. (1960). Sleep deprivation: Changes in performance and physiological indicants of activation. *Psychological Monograph*, 74, 502.
- Manly, T., Robertson, I. H., Galloway, M., and Hawkins, K. (1999). The absent mind: further investigations of sustained attention to response. *Neuropsychologia*, 37, 661-670.
- Matthews, G., Davies, D. R., and Holley, P. J. (1993). Cognitive Predictors of Vigilance. *Human Factors*, 35, 3-24.
- Medalia, A., Aluma, M., Tryon, W., and Merriam, A. E. (1998). Effectiveness of attention training in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 24, 147-152.
- Molloy, R., and Parasuraman, R. (1996). Monitoring an automated system for a single failure: Vigilance and task complexity effects. *Human Factors*, 38, 311-322.
- Mosier, K. L., Skitka, L. J., and Korte, K. J. (1994). Cognitive and social psychological issues in flight crew/automation interaction. In M. Mouloua & R. Parasuraman (Eds.), *Human performance in automated systems: Current research and trends* (pp. 191-197). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Nestor, P. G., and O'Donnell, B. F. (1998). The mind adrift: Attentional dysregulation in schizophrenia. In R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain*(pp. 527-546). Cambridge: MIT Press.
- Pashler, H. (1998). *The psychology of attention*. Cambridge: The MIT Press.
- Parasuraman, R. (1984). Sustained attention in detection and discrimination. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention*(pp. 243-271). Orlando: Academic Press.
- Parasuraman, R. (1998). The attentive brain: Issues and prospects. In R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 3-15). Cambridge: MIT Press.
- Parasuraman, R., Mutter, S. A., and Molloy, R. (1991). Sustained attention following mild closed-head injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 13,789-811.
- Parasuraman, R., Warm, J. S., and See, J. E. (1998). Brain systems of vigilance. In R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain*(pp. 221-256). Cambridge: MIT Press.
- Pardo, J. V., Fox, P. T., & Raichle, M. E. (1991). Localization of a human system for sustained attention by positron emission tomography. *Nature*, 349, 61-64.

- Paus, T., Zatorre, R. J., Hofle, N., Caramanos, Z., Gotman, J., Petrides, M., and Evans, A. C. (1997). Time-related changes in neural systems underlying attention and arousal during the performance of an auditory vigilance task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 392-408.
- Posner, M. I., and Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Posner, M. I., and Raichle, M. E. (1994). *Images of mind*. New York: Scientific American Library.
- Prinzel III, L. J., and Freeman, F. G. (1997). Task-specific sex differences in vigilance performance: Subjective workload and boredom. *Perceptual and Motor Skills*, 85, 1195-1202.
- Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Robertson, I. H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B. T., and Yiend, J. (1997). 'Oops!': Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia*, 35, 747-758.
- Rueckert, L., and Grafman, J. (1996). Sustained attention deficits in patients with right frontal lesions. *Neuropsychologia*, 34, 953- 963.
- Rund, R. B., Ørbeck, A. L., and Landrø, N. I. (1992). Vigilance deficits in schizophrenics and affectively disturbed patients. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 86, 207-212.
- Sanders, A. F. (1998). *Elements of human performance: Reaction processes and attention in human skill*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sawin, D. A., and Scerbo, M. W. (1995). Effects of instruction type and boredom proness in vigilance: Implication for boredom and workload. *Human Factor*, 37, 752-765.
- Schneider, W., Dumais, S. T., and Shiffrin, R. M. (1984). Automatic and control processing and attention. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention*(pp. 1-27). Orlando: Academic Press.
- See, J. E., Howe, S. R., Warm, J. S. and Dember, W. N. (1995). Meta-analysis of the sensitivity decrement in vigilance. *Psychological Bulletin*, 117, 230-249.
- Smiley, A. M. (1990). The hinton train disaster. *Accident Analysis and Prevention*, 22, 443-455.
- Spreen, O. and Strauss, E. (1991). *A compendium of neuropsychological tests*. New York: Oxford University Press.
- Sturm, W., de Simone, A., Krause, B. J., Specht, K., Hesselmann, V., Radermacher, I., Herzog, H., Tellmann, L., Müller-Gärtner, H.-W., and Willmes, K. (1999). Functional anatomy of intrinsic alertness: evidence for a fronto-parietal-thalamic-bainstem network in the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 37, 797-805.
- Swanson, J., Posner, M. I., Cantwell, D., Wigal,

- S., Crinella, F., Filipek, P., Emerson, J., Tucker, D., and Nalcioglu, O. (1998). Attention-deficit/hyperactivity disorder: Symptom domains, cognitive processes, and neural networks. In R. Parasuraman (ed.), *The attentive brain* (pp. 445-460). Cambridge: The MIT Press.
- Thackray, R. I., and Touchstone, R. M. (1989). Effects of high visual taskload on the behaviours involved in complex monitoring. *Ergonomics*, 32, 27-38.
- Vodanovich, S. J., and Kass, S. J. (1990). A factor analytic study of the boredom proneness scale. *Journal of Personality Assessment*, 55, 115-123.
- Wiener, E. L. (1980). Midair collisions: The accidents, the systems, and the realpolitik. *Human Factors*, 22, 521-533.
- Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 63-102). Orlando: Academic Press. *Human Factors*, 22, 521-533.
- Wiener, E. L. (1987). Application of vigilance research: Rare, medium, or well done? *Human Factors*, 29, 725-736.
- Whyte, J., Polansky, M., Fleming, M., Coslett, H. B., and Cavallucci, C. (1995). Sustained arousal and attention after traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 33, 797-813.

1차 원고 접수 : 1999년 10월 21일
최종 원고 접수 : 2000년 7월 19일

Sustained Attention and Its Application

Sohn, Young-Sook

KNR Management Training Center, Dept. of Industrial Psychology

Over the past fifty years, there has been ample research in sustained attention, or vigilance, in the area of psychology and human factors. Although it was often questioned whether the large volume of research had a palpable impact on real world situations, various vigilance tasks and findings from the laboratory have been applied to the work world including transportation, military operation, inspection, safety management, and neuropsychological diagnosis and rehabilitation. Due to the increasing tendency of automation in industry, it is expected that there would be more and more dependence on human monitoring performance rather than on the ability of operating the system itself, which would in turn lead to the need for more effort to minimize the vigilance problem. The present study was aimed to review how the work in the laboratory was implemented to the real life problems and to discuss what needs to be done to bridge the gap between the two seemingly separate, but in fact quite interdependent worlds. A brief review of the neurophysiological basis of sustained attention, tools and tasks for measuring individual differences in sustained attention, and the psychological factors influencing vigilance performance was provided as well to understand the nature of vigilance problem.