



## 전산화 신경인지기능검사 배터리, CNS Vital Signs의 신뢰성과 타당성

C. Thomas Gualtieri a, \*, Lynda G Johnson b

a 신경정신의학과, 노스 캐롤라이나 신경정신의학 클리닉, 400 프랭클린 광장, 1829 이스트 프랭클린 스트리트,  
Chapel Hill NC 2751, 미국

b 신경정신의학과 클리닉, Chapel Hill NC 2751, 미국 노스 캐롤라이나 주 신경 심리학과 2006년 5월 31일 수락

### 개요

CNS Vital Signs (CNSVS)는 일상적인 임상 검사 장비로 개발 된 전산화 된 신경인지 테스트 배터리이다. 그 검사는 언어 및 시각 기억, 손가락 두드리기, 기호 숫자 코딩, 스트룹 검사, 주의 전환 검사, 연속 수행 검사 등 7 가지 테스트로 구성된다. CNSVS는 잘 알려진 신경 심리학적 검사의 배터리이기 때문에 심리 검사적 특성이 그것이 기반으로 하는 전통적인 검사의 특성과 유사할 것으로 예상해야 한다.

CNSVS에 대한 규범적 데이터베이스에 참여한 1069명의 피험자 7-90 세. 검사-재검사 신뢰도 (test-retest reliability, TRT)는 배터리를 두 번씩 분리 한 99 Ss에서 평가되었으며, 평균 62일; 그 결과는 동등한 기존 방식 및 컴퓨터화 된 검사에 의해 얻어진 결과와 비교할 만하다. 180명의 피험자, 정상인과 신경 정신병 환자의 동시 유효성 연구는 유사한 테스트의 동시 타당성과 비교 가능한 상관 관계를 나타낸다. 판별 타당성은 경도인지 장애 및 치매, 뇌진탕 후 증후군 및 중증 외상 성 뇌 손상, ADHD (치료 및 미 치료) 및 우울증 (치료 및 미 치료) 환자의 연구에 의해 뒷받침 된다. CNSVS의 검사는 괴병을 부리는 환자와 전환 장애가 있는 환자에게도 민감하다.

CNSVS 배터리의 심리 측정 특성은 기존의 신경 심리 검사의 특성과 매우 유사하다. CNSVS는 선별 도구 또는 일련의 평가 수단으로 사용하기에 적합하다. 그러나 그것은 공식적인 신경 심리학적 테스트를 대체 하는 것이 아니며, 진단이 아니며, 신경 심리학자들의 적극적인 참여가 없는 의료 환경에서는 제한된 역할만 할 것이다.

© 2006 신경심리학 국립 아카데미를 대표하여 엘스비어 (Elsevier Ltd) 발행.

키워드 : 테스트 개발 ; 신뢰성; 동시 타당성; 규범적인 데이터; 전산화 검사; 기억력; 정신 운동 속도; 반응 시간; 복합 주의력; 인지 유연성; CNS Vital Signs

전산화 신경인지 검사 (CNT's)는 정신 검사의 새롭고 발전하는 분야에 매우 적합하다. 속도, 효율성 및 저렴한 비용이 중요한 환경에서 상대적으로 경미한 신경인지 장애의 정도를 측정한다. 이론적으로는 최소한 CNT는 생산성, 효율성, 지식을 향상시킬 수 있다. 그러나 모든 기술과 마찬가지로, 전산화 검사에는 한계가 있다. 많은 전산화 배터리는 심리적 발달에 있어서 상대적으로 저조하다.

CNT는 기존 심리 테스트에 비해 몇 가지 장점이 있다. 여기에는 관리 및 점수의 일관성, 반복 검사에 적합한 다양한 대체 양식을 생성하는 기능, 정확한 자극 제어, 대상자 응답의 다양한 구성 요소를 추적하는 기능, 검사 비용의 효율성 향상, 대규모의 정확한 데이터베이스 개발 기능이 포함된다. 발표된 보고서는 기술의 실현 가능성, 환자에 대한 수용 가능성, 이와 다른 생성된 데이터의 신뢰성을 강조한다. CNSVital Signs (CNSVS)는 간단한 임상 평가 도구로 개발된 CNT 배터리이다. 새롭고 시도되지 않은 테스트가 개발된 많은 CNT 배터리와 달리 CNSVS는 익숙하고 잘 정립된 테스트로 구성된다. 언어 및 시각적 기억력, 손가락 태핑, 기호 숫자 치환, 스트룹 테스트, 주의 전환 테스트 및 연속 성능 테스트가 포함된다. 간단한 임상 평가 도구로 설계되었기 때문에 설치와 사용이 쉽다

CNSVS는 잘 알려진 신경 심리 검사 배터리이기 때문에 심리 검사 특성이 기존 검사와 유사하다고 추정한다. 그러나 그것은 단지 가정일뿐이다; 결국 PC는 정신 테스트의 관리를 위한 새로운 수단이다. 따라서 우리는 CNSVS의 규범적 구조에 대한 데이터를 수집하여, 검사-재검사 신뢰도, 동시 타당성 및 인지 장애의 경미한 정도와 관련된 3가지 조건의 판별 타당성을 확인했다 : 주의력 결핍 / 과잉 행동 장애 (ADHD), 초기 치매 및 외상 성 뇌 손상. 또한 결과를 조작하고자 하는 개인의 테스트 배터리 특성을 조사했다.

## 1. 방법

CNSVS 검사 배터리의 신뢰성과 타당성을 조사하기 위해 일련의 연구가 수행되었다. 일반적인 항목에서의 검사 수행 능력, 검사-재검사 신뢰도 및 다른 CNT와 비교된 동시 타당성과 전통적 심리 검사에 이르기까지 다양하다. 주의력 결핍/과다 활동 장애, 경증인지 손상 및 치매, 우울증 및 뇌 손상을 가진 환자의 판별 타당성 연구는 다른 곳에서 발표되었지만 새로운 형식으로 여기에 재현된다.

### 1.1. CNSVS 배터리

CNS Vital Signs 간략한 임상 평가 배터리에는 7 가지 테스트가 있다. 검사 배터리는 신경 심리학자가 널리 사용하고 있으며 신뢰할 수 있고 타당한 테스트로 구성된다. 검사는 인지 영역의 적절한 범위를 포함하며 경증인지 기능 장애의 대부분의 원인에 민감한 것으로 알려져 있다.

**Verbal memory (VBM) 언어 기억**과 **Visual memory (VIM) 시각 기억**은 레이 청각 언어 학습 검사 (Rey Auditory Verbal Learning Test)와 레이 시각 디자인 학습 검사 (Rey Visual Design Learning Test)의 각색이다. **VBM** 과 **VIM**은 인지 검사지만 회상 검사는 아니다. VBM 및 VIM의 올바른 응답을 합산하여 복합 기억력 또는 기억력 영역 점수를 생성한다.

**Finger Tapping Test (FTT) 손가락 태핑 테스트**는 할스테드 레이탄(Halstead-Reitan) 배터리의 핵심 테스트 중 하나이지만 비슷한 테스트는 Wundt, Galton 및 Cattell과 같은 19 세기 심리학자들에 의해 사용되었다.

**Symbol digit coding (SDC) 기호 숫자 코딩**은 기호숫자모달리티 검사((Symbol Digit Modalities Test ; SDMT) 자체에 기반하며 웨슬러 숫자 기호 치환 검사(digit symbol substitution test)의 변형이다.

FTT의 오른쪽과 왼쪽 탭 합계와 SDC의 총 올바른 응답은 "정신 운동 속도"에 대한 종합 점수를 생성한다.

CNSVS의 **Stroop Test(ST) (Stroop, 1935) 스트룹 검사**는 단순하고 복잡한 반응 시간을 생성하는 세 부분으로 구성된다. Stroop Test에서 두 개의 복잡한 반응 시간 점수를 평균하면 "반응 시간"에 대한 도메인 점수가 생성된다. 이 영역을 "정보 처리 속도"라고 부르는 것이 더 정확할 수 있다.

**SAT(Shifting Attention Test) 주의 전환 검사**는 한 명령어 세트에서 다른 명령어 세트로 신속하고 정확하게 전환 할 수 있는 능력을 측정합니다. NES2, CogState 및 CANTAB과 같은 다른 컴퓨터 배터리는 주의 전환 검사를 수행한다.

SAT와 같은 색-모양 검사는 인지 이미징 연구에 사용되었다. 인지 유연성을 위한 도메인 점수는 SAT에

대한 정확한 응답 수를 취하고 SAT 및 Stroop Test에서 오류 수를 뺀 값으로 생성된다.

**Continuous Performance Test(CPT) 연속 수행 검사**는 경계 또는 지속적 주의의 척도이다. "복잡한 주의"에 대한 도메인 점수는 CPT, SAT, Stroop에서 발생한 오류 수를 더함으로써 생성된다. 자극의 제시가 무작위이기 때문에 CNSVS의 두 가지 제시는 결코 동일하지 않다. 따라서 검사 배터리는 연속 관리에 적합하다. 몇 가지 검사는 단어나 도형 (VBM, VIM, SDC)의 "저장 장치"에서 자극을 이끌어 낸다. 여러 검사에서 반응 시간을 밀리 초 단위로 정확하게 기록한다 (VBM, VIM, FTT, ST, SAT, CPT). 진료실 보조원이 검사를 시작할 수 있으며, 4학년 읽기 수준의 어린이는 보조 배터리를 사용할 수 있다. 시각적 배열은 색맹 인 사람에게조차도 간단하고 읽기 쉽다.

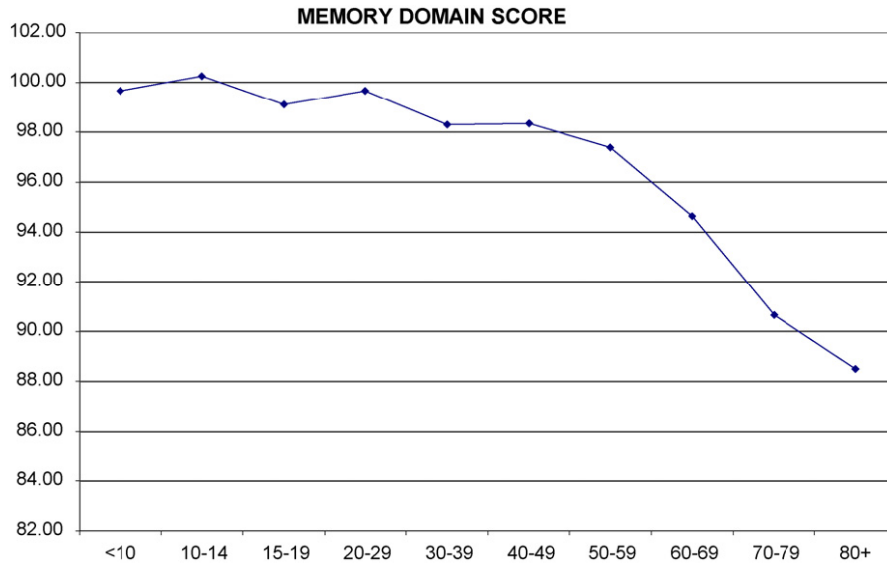


그림 1. 정상적인 피험자 7~ 90세의 복합 기억.

마우스, 조이스틱 또는 터치 스크린을 사용하지 않는 이유는 이러한 장치가 밀리 초의 정확도에서 허용할 수 없는 수준의 불안정성을 초래하기 때문이다. 최소 수의 키가 작동하므로 키보드 기술은 성능에 최소한의 영향을 준다. 이 테스트는 Windows 기반의 일반 PC에서 실행되며 약 30 분이 소요된다. 테스트가 완료 되자마자 보고서가 기계에 의해 생성된다.

테스트와 채점에 대한 자세한 설명은 부록 A에 나와 있다.

## 2. 규범적인 데이터

### 2.1. 대상(Subjects)

CNS Vital Signs 배터리의 표준 연구에 1천 69명의 정상적인 지원자가 참여했다. 그들은 과거 또는 현재의 정신질환이나 신경 질환, 머리 부상, 학습 장애 등 없이 건강했다. 어떤 중추적으로 작용하는 약물도 받지 않았다. 피험자는 7 - 90 세의 범위였다.

### 2.2. 결과

자료는 10세 이하 그룹으로 요약되었다 : 10세 미만, 10-14세, 15 - 19세; 79세까지, 그리고 마지막으로 80세 이상으로 나타났다. 인구 통계 및 규범 적 데이터는 부록 B에 제시되어있다. 1과 2, 복합 메모리(VBM + VIM) 및 정신 운동 속도 (FTT + SDC) 영역. 최고 성능은 생애의 30년 동안 달성되며 그 후

에 점차 감소한다.

### 3. 검사-재검사 신뢰도 (Test-retest reliability)

TRT는 CNSVS에서 99 Ss로 평가 받았는데, 전체 배터리를 두 차례 분리하여 평균 62일씩 분리했다. 검사 - 재검사 간격 범위는 1일에서 282일 까지이며, 평균 간격은 27일이다.

#### 3.1. 대상

정상적인 지원자(n = 40)와 신경 정신 질환 환자(n = 59)는 두 번 연속 방문 시 동일한 약물로 임상 적으로 안정적이다.

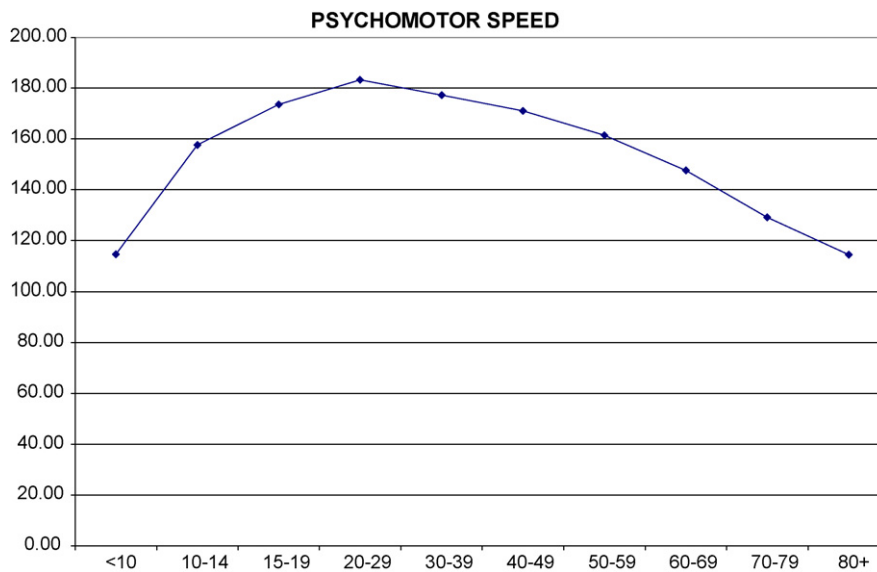


그림 2. 정상인 7세에서 90세 사이의 정신 운동 속도.

#### 3.2. 결과

결과는 표 1에 제시되어 있다. 이전 연구에서 우리는 Vital Signs 배터리는 다양한 테스트 결과가 정규 분포임을 발견했다. 두 가지 저장 : 연속 수행 검사에서 정확한 응답과 오류

피어슨(Pearson)의 r은 스피어먼(Spearman)의 rho가 사용 된 정규 분포가 아닌 모든 검사에 대해 계산되었다. 상관 계수는 표 1의 개별 검사와 영역 점수(대문자)에 대해 제공된다.

연령이나 임상 상태 모두 신뢰성에 영향을 미치지 않았다. 어린이/청소년, 청년 및 고령자의 신뢰도에는 차이가 없었다. 환자의 검사의 신뢰도는 정상인만큼 좋았다. 테스트 간 간격에 비해 신뢰성이 약간 감소했다 (부록 C 참조).

표 1.

CNS Vital Signs 검사의 상관 계수

검사/항목	<i>r</i>
기억력 (Memory)	0.726
정신 운동 속도 (Psychomotor speed)	0.869
반응 시간 (Reaction time)	0.795
인지 유연성 (Cognitive flexibility)	0.744
복합 주의력 (Complex attention)	0.645
언어 기억력, 총 정답 (Verbal memory, total correct)	0.611
시각 기억력, 총 정답 (Visual memory, total correct)	0.668
즉시 기억력, 총 정답 (Immediate memory, total correct)	0.667
지연 기억력, 총 정답 (Delayed memory, total correct)	0.625
손가락 두드리기, 오른손 (Finger tapping, right)	0.804
손가락 두드리기, 왼손 (Finger tapping, left)	0.776
손가락 두드리기, 총계 (Finger tapping, total)	0.831
기호 숫자 코딩, 정답 (Symbol digit coding, correct)	0.840
기호 숫자 코딩, 오류 (Symbol digit coding, errors)	0.623
스트룹, 간단 반응 시간 (Stroop, simple reaction time)	0.569
스트룹, 복합 반응 시간 (Stroop, complex reaction time)	0.554
스트룹 색-단어 반응 시간 (Stroop color-word reaction time)	0.868
스트룹 검사, 오류 (Stroop Test, errors)	0.314
주의 전환, 정답 (Shifting attention, correct)	0.773
주의 전환, 오류 (Shifting attention, errors)	0.697
주의 전환, 반응 시간 (Shifting attention, reaction time)	0.803
주의 전환 유효성 (Shifting attention, efficiency)	0.694
연속 수행, 정답 (Continuous performance, correct)	0.452 <sup>a</sup>
연속 수행, 오류 (Continuous performance, errors)	0.565 <sup>a</sup>
연속 수행, 반응 시간 (Continuous performance, Reaction time)	0.874

a 스피어먼(Spearman)의 *rho*

#### 4. 동시 타당성 (Concurrent validity)

CNSVS에 대한 피험자의 수행을 전통적 신경 심리 검사에서의 수행과 다른 컴퓨터 신경 신경 학적 검사 인 NES2 (Baker et al., 1985)와 비교하여 일련의 연구가 수행되었다. 기존의 테스트는 레이 청각 언어 학습 검사(Rey Auditory Verbal Learning Test), 웨슬러(Weyler) 기억력 검사의 논리 기억력 (Logical Memory), 안면 인식(Facial Recognition), 기계식 손가락 두드리기(mechanical finger tapper), 스트룹 검사(Stroop Test), 트레일(Trails B), 언어 유창성 검사( Verbal Fluency Test)였다. NES2에서 비교 테스트는 손가락 두드리기(Finger Tapping), 주의 전환(Switching Attention), 그리고 연속 수행 검사였다.

##### 4.1. 대상

다양한 신경 정신 장애가 있는 114명의 환자와 과 36명의 정상 피험자 ; 102명 남성과 78명의 여성; 10-85세, 평균 연령은 34.8세.

## 4.2. 결과

상관 계수는 표 2에 제시되어있다. CNSVS의 검사가 기존의 신경 심리 검사와 비교 할 때, 기억 검사, 지각 - 운동 속도(코딩) 및 실행 기능 검사에서 적절한 상관 관계가 발견되었다. CNSVS 검사는 NES2의 정신 운동 속도 검사(손가락 두드리기 및 코딩)와 집행 기능 검사와 비교적 상관 관계가 있었다. CNSVS의 CPT와 NES2의 상관 관계는 낮다. CNSVS 손가락 두드리기(finger tapping)는 NES2에서 finger tapping과 적절한 상관 관계가 있었지만 기술적 두드리기(mechanical tapper)에서는 상관 관계가 없었다.

표 2  
정상 대조군과 신경 정신병 환자의 CNSVS

	N	연령	MEM	PMS	RT*	ATT*	CF
<b>가벼운 인지 장애와 치매</b>							
통제군	88	63.7	94.86	140.97	711.14	12.75	31.48
MCI	37	66.4	86.91	119.24	783.69	34.04	12.89
EDEM	52	61.9	76.46	102.15	885.96	35.29	0.57
F			90.27	35.62	26.03	33.01	51.22
<i>P</i> <			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>뇌진탕 후 증후군과 심한 뇌 손상</b>							
통제군	143	42.0	98.43	172.08	647.49	7.60	44.53
MCI	13	47.4	90.70	139.07	816.15	17.77	21.38
EDEM	84	42.1	86.69	124.78	883.01	29.52	10.60
F			2.47	3.92	2.49	2.74	4.48
<i>P</i> <			0.0318	0.0023	0.0306	0.0192	0.0009
<b>ADHD가 있는 어린이 및 청소년, 치료 및 비 치료</b>							
통제군	101	12.35	100.65	155.14	712.07	17.24	28.49
ADHD 치료	177	13.08	96.67	149.60	707.39	29.32	23.29
ADHD 비치료	95	13.54	97.35	146.81	749.26	25.59	19.47
F			8.39	7.56	6.50	8.86	7.10
<i>P</i> <			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>우울증, 치료 및 비 치료 환자</b>							
통제군	68	41.30	98.47	171.42	642.73	8.11	43.77
우울증 치료	31	43.55	99.19	163.39	665.03	8.48	41.42
우울증 비치료	37	38.11	96.68	164.52	665.43	15.22	34.30
F			0.49	3.60	0.61	5.54	3.06
<i>P</i> <			0.6866	0.0153	0.6114	0.0013	0.0307

MEM, 기억력 영역 스코어; PMS, 정신 운동 속도 영역; RT, 반응 시간 영역; ATT, 복잡한 주의 영역; CF, 인지 유연성 영역. RT와 ATT 다음의 별표 (\*)는 낮은 점수가 더 좋은 결과를 나타낸다.

표 3

심하게 손상을 입은 신경 정신병학적 환자와 비해 죄병(Malingers) 및 전환 장애 가 있는 환자

	N	연령	MEM	PMS	RT*	ATT*	CF
치매(Dementia)	52	61.9	76.46	102.15	885.96	35.29	0.57
경도인지손상(MCI)	84	42.1	86.69	124.78	883.01	29.52	10.60
경도정신지체((Mild MR)	17	29.4	75.29	98.25	845.13	36.33	-5.13
전환장애(Conversion)	16	41.3	73.94	107.31	825.06	35.75	0.38
죄병(Malinger)	18	43.0	56.29	76.59	694.68	45.82	-2.71

### 5. 판별 타당도(Discriminant validity)

선진국에서 인지 장애의 가장 흔한 원인은 주의력 결핍/과다 행동 장애(AD/HD, attention deficit/hyperactivity disorder), 외상성 뇌 손상 (TBI, traumatic brain injury) 및 치매(dementia)입니다. 표 2의 데이터는 경도인지손상(MCI, mild cognitive impairment) 및 조기치매(early dementia) 환자에서 CNSVS 배터리 성능을 설명하는 논문 (Gualtieri & Johnson, 2006a)에서 다른 곳에서 발표되었다; 뇌진탕 후 증후군(PCS, post-concussion syndrome) 및 심한 외상성 뇌 손상 (Gualtieri & Johnson, 2005; Gualtieri & Johnson, 출판물 제출); 및 ADHD (Gualtieri & Johnson, Ms submissions). 각 연구에서, 환자들은 무작위로 선정되고 연령, 인종 및 성별에 따라 매치 된 CNSVS 표준 데이터베이스의 대상자들과 비교되었다. 우울증(depression) 환자는 비교 그룹으로 추가된다 (Gualtieri & Johnson, 2006c). 표 2의 *F* 통계는 MANOVA에 의해 생성되었다.

임상 환경에서의 검사 타당성에 대한 또 다른 기준은 실제 신경인지 장애가 있는 환자와 죄병(malingers)을 앓고 있거나 심리적인 이유(전환 장애, conversion disorders)로 인해 과장된 문제가 있는 사람들에게 대한 상대 성과를 평가하는 것이다. 표 3에서, 우리는 전환 장애 및 죄병(malingers) 환자와 비교하여 치매, 중증 외상성 뇌 손상 및 경도 정신 지체(Mild MR, mild mental retardation) 환자의 CNSVS 데이터를 제시한다. 진단은 공식적인 신경심리학적/신경정신학적 평가에 의해 CNSVS와 독립적으로 수립되었다. Malingers는 전체에서 최악의 성과를 보였다.

### 6. 토론

CNT는 마이크로 컴퓨터 시대부터 고용되어 왔지만 주로 연구나 항공 우주 의학 및 뇌진탕 관리와 같은 특수 임상 영역에서 사용되었다. 이 분야에서 통상적인 관행은 피험자가 실험 약물을 투여 한 후 또는 경기장에서 뇌진탕을 겪은 후 피험자의 성과를 기준치와 비교하는 것이었다. 이렇게 개발 된 검사를 "성능 평가 배터리"라고 한다. 그러한 테스트의 개발자들은 약물, 신경 독소, 뇌진탕 등에 대한 검사-재검사의 신뢰성과 민감성을 입증하기 위해 노력했지만, 임상이가 관심을 갖는 심리 측정 문제에 반드시 참여하지는 않았다 (Kane & Kay, 1992; Weber et al. 1998, Epstein et al., 2001; Forbes, 1998; Levin et al., 2001; Lopez et al., 2001; Riccio et al., 2001; McGee et al., 2000; Rohlman et al., 2000).

CNSVS 배터리는 임상 배터리로 사용되도록 설계 되었기 때문에 보다 일반적인 방법으로 장비를 표준화 해야 한다. 시간이 지남에 따라 안정성이 입증 될 뿐만 아니라 규범적인 구조, 확립 된 테스트와의 비교 가능성 및 민감도 인지 장애와 관련된 광범위한 임상 상태에 이르기까지 다양하다. 8세에서 90세까지의 표준 데이터는 1069명의 정상 피험자에서 인용한 것으로, 상당한 수이며 성숙과 노화와 함께 발생하는 인식의 알려진 변화들을 포착하기에 충분하다.

특히 이러한 연령대의 경우 데이터베이스를 확장해야 한다. 10세 미만, 15-19세, 80세 이상. 더 큰 수를 사용하면 더 좁은 나이 매개 변수 내에서 점수를 표준화 할 수 있다. 소수 민족 미국인들 사이에서도 데이터베이스를 확장해야 한다. CNSVS는 52개 언어로 번역되었으므로(부록 D 참조) 각 언어로 표준 데이터를 생성해야 한다.

그러나 대부분의 신경인지검사, 특히 전산화 검사의 경우 유사한 개선들이 환영 받을 수 있다. CNSVS는 테스트 재검사 (실제로는 대체 양식)와 관련하여 신뢰할 수 있는 테스트 배터리이다. 표 1의 모든 신뢰도 계수는 유의미하며 ( $P < .05$ ), 유사하고 전통적으로 보고 된 것과 비교할 만하다. 검사 및 기타 컴퓨터 검사 배터리의 유사한 검사 표 4의 25개 검사 점수 중 7가지가 "양호한" 상관 관계 ( $r > 0.8$ )에 대한 기존 표준을 초과하고 6가지는 "보통" ( $r > 0.7$ )에 대한 표준을 능가한다. 오직 5가지 점수만 상관 계수가 0.6보다 낮다. 5 개의 영역 점수에 대한 신뢰도 계수는 0.65에서 0.87 사이이다.

표 4

CNSVS와 NES2의 상관 관계 및 기존 신경 심리 검사

Comparison Tests	N	CNS VS		
		VBMtot	VIMtot	MEM
Rey Immediate Total	131	0.54	0.49	0.56
Rey Delayed Recall	131	0.52	0.50	0.53
Logical Memory Immed	49	0.45	0.26	0.35
Logical Memory Delay	49	0.56	0.18	0.33
Facial Recog Immed	49	0.30	0.06	0.29
Facial Recog Delay	49	0.35	0.21	0.36
		<b>FTT-R</b>	<b>FTT-L</b>	<b>Total</b>
FTT R (NES)	74	0.50	0.49	0.51
FTT L (NES)	74	0.44	0.52	0.50
Total Taps (NES)	74	0.41	0.41	0.48
FTT R (M)	49	0.23	0.24	0.26
FTT L (M)	49	0.13	0.17	0.17
Total Taps (M)	49	0.19	0.22	0.23
		<b>SDCC</b>		
SDC (NES)	74	0.60		
DSST (WAIS)	49	0.79		
		<b>ST3rt</b>	<b>Sterr</b>	
SwATT (side) (NES)	74	0.51	0.06	
SwATT (direction) (NES)	74	0.54	0.17	
SwATT Errors (NES)	74	0.16	0.55	
Stroop 3	49	0.51	0.08	
Stroop Errors	49	0.24	0.25	
Trails B	49	0.25	0.45	
Verbal Fluency Total	49	-0.39	0.11	
		<b>SATcorr</b>	<b>SATerr</b>	<b>SATrt</b>
SwATT (side) (NES)	74	0.34	0.26	0.08
SwATT (direction) (NES)	74	0.17	0.06	0.18
SwATT Errors (NES)	74	0.54	0.55	0.05
Stroop 3	49	-0.52	0.54	0.31
Stroop Errors	49	-0.37	0.50	0.06
Trails B	49	-0.22	0.29	0.03
Verbal Fluency Total	49	0.45	-0.28	-0.53
		<b>CPTcorr</b>	<b>CPTerr</b>	<b>CPTrt</b>
Correct Responses (NES)	74	0.04	0.20	0.30
Errors (NES)	74	0.14	0.26	0.28
Reaction Time (NES)	74	0.04	0.08	0.47

회색으로 표시된 항목은 상관 관계가  $P < 0.05$ 에서 유의 하다는 것을 나타낸다.

CPT 데이터는 낮은 상관 관계를 생성하지만 이는 CNSVS만의 고유 한 문제는 아니다. 오히려 그것은 CPT 자체에 내재 된 문제이다. 두 가지 일반적으로 사용되는 상업용 CPT 요금은 조금 좋아졌다. TOVA (주의 변수 테스트)는 TRT를 보고하지 않으며, 오히려 스플릿 절반 신뢰도를 보고한다. Conners CPT-II는 TRT를 보고하지만 23 명의 정상적인 피험자에 대해서만 보고한다. 우리가 가지고 있는 것처럼 원시



점수는 아니지만 항상 더 신뢰할 수 있는 종합 점수가 있다. CNSVS의 CPT 데이터를 준거 점수(평균에서 >2SD 이상)를 기준으로 "정상" 또는 "비정상"으로 점수를 매기고 일치 백분율을 측정 한 경우 CNS Vital Signs의 CPT는 NES2 CPT와 검사-재검사가 87.5% 일치한다. ("정상" 또는 "비정상"에 대한 준거 점수를 사용하는 TRT는 전산화 검사 MicroCog에 대해 신뢰성이 결정된 방법이다).

CNSVS의 테스트에 대한 신뢰도 계수는 교과서, 테스트 매뉴얼 및 기사에 인용 된 동등한 신경 심리 테스트 데이터와 비교되었다. 데이터 요약은 부록 E에 나와 있다. CNSVS의 검사는 이 점에서 다른 검사와 비교할 만하다 (표 5).

표 5

기존 검사, 전산화 된 검사, CNS Vital Signs의 검사-재검사 신뢰성

검사들/영역	기존		전산화 된		CNSVS
	<i>N</i>	<i>r</i>	<i>N</i>	<i>r</i>	<i>r</i>
기억력(Memory)	713	0.67-0.71	1801	0.65-0.69	0.66
정신운동 속도(Psychomotor speed)	1159	0.78-0.65	2228	0.72-0.79	0.88
손가락 탭핑(Finger tapping)	596	0.75-0.83	310	0.74-0.79	0.78
코딩(Coding)	563	0.87-0.88	629	0.78-0.85	0.82
스트룹 검사 Stroop Test)	224	0.64	471	0.74	0.75
인지유연성(Cognitive flexibility)	139	0.68-0.74	746	0.68-0.74	0.71
주의력(Attention)	554	0.70-0.73	1578	0.60-0.63	0.65
반응시간(Reaction time)	78	0.82	621	0.66-0.68	0.75

CNSVS와 같은 CNT 배터리의 단순성과 안정성은 높은 수준의 검사-재검사 신뢰성을 가져야 함을 시사한다. 다른 한편으로, CNT 배터리가 기존의 것보다 신뢰성이 떨어질 수 있다고 의심할만한 이유가 있다. 특히 언어적 기술이나 성격 특성과 같은 안정적인 특성이 문제가 될 때 매우 신뢰할 수 있는 점수를 제공할 수 있는 심리 검사. CNT 배터리는 일반적으로 상대적으로 불안정한 심리적 특성을 측정한다. 외부 요인 (약물, 병 상태, 시간)뿐만 아니라 내부 요인 (동기 부여, 피로감 등)의 영향을 받을 수 있기 때문에 기억, 주의력, 반응 시간 및 처리 속도, 정신 운동 속도 및 미세 운동 조정은 본질적으로 신뢰할 수 없다. 분위기, 경계 수준). 그럼에도 불구하고, 표 5의 데이터는 기존 및 전산 테스트의 신뢰성에 대한 광범위한 비교 가능성을 나타낸다.

CNSVS는 내용에 대해 보수적인 접근법을 취하고 유효성을 구성한다. 배터리 테스트는 수년간 사용 된 신경 심리 검사의 전산화 된 버전이다. 동등성의 추정치는 표 4에 요약 된 동시 유효성 연구에 의해서만 지원된다. CNSVS 배터리의 5 가지 테스트는 기존의 테스트가 서로 같기 때문에 기존의 등가물과도 상관 관계가 있다. CNSVS의 FTT는 NES2의 전산화 된 FTT와 적절하지만 기계식 태퍼는 상관 관계가 없다. 디지털 tapper가 더 나은 비교측정기였을 것이다. 위에서 지적했듯이 CPT는 문제가 있다.

부록 F에서 우리는 다양한 재래식 및 전산화 된 신경인지 검사의 동시 유효성 연구 자료를 제시한다. 문헌에서 보고 된 기억 테스트에 대한 중간 - 낮은 상관 관계는 0.4-0.46; 정신 운동 속도 테스트, 0.28-0.40; 실행 기능 검사를 위해, 0.41-0.48; 주의력 테스트를 위해 0.24-0.56; 반응 시간 테스트의 경우, 0.5-0.6. 정신 테스트 간의 상관 관계는 테스트가 동일하면 높을 것으로 예상되지만 자극 제시 방식이 다르면 낮을 것으로 예상된다.

예를 들면, 검사자에 의한 언어적 제시, 컴퓨터에 의한 시각적 표현; 또는 응답 양식이 다른 경우, 예를 들어 컴퓨터에 대한 응답으로 단어를 인식하는 경우 (Krengel et al., 1996). 결과적으로 PC에서 또는 개인적으로 테스트가 실행되는지 여부는 동시 유효성에 영향을 미치지 않는 것처럼 보인다. 전산 화 된 검사는 신경인지 장애의 일반적인 원인에 대한 간단한 임상 평가 도구로 사용하기에 적합하다. ADHD, 치매 및 가벼운 뇌 손상과 같은 증상은 수백만 명의 환자를 괴롭게 한다.

이러한 질환을 앓고 있는 환자는 일반적으로 환자의 보고서, 평가 척도의 주관적 데이터 또는 TOVA 나 Mini-Mental State Exam과 같은 총체적인 테스트에 의존하는 의사가 치료한다 (있는 경우). 저렴하고 효율적이며 신뢰할 수 있는 전산화 된 검사는 진단 및 환자 관리에 적어도 어느 정도 객관성을 부여 할 수 있다. 우리의 데이터 및 현재까지의 문헌은 전산화 된 신경인지 검사가 경증인지 기능 장애의 거의 모든 원인에 민감하다는 것을 나타낸다. 전산화 검사는 환경/산업 신경 독소에 대한 제약 연구 및 연구에 널리 사용된다. 그들은 다 기관, 국제 연구에서 관상 동맥 우회 술과 같은 절차의 인지적 영향을 측정하는 데 사용된다. 임상적으로, 이들은 프로 운동 선수의 뇌진탕 관리에 사용됩니다. 전산화 된 CPT는 ADHD 환자를 치료하는 심리학자와 의사들에 의해 널리 사용된다.

CNSVS 검사가 표 2 에 열거 된 조건에 민감하다는 사실 만 예상 할 수 있다. 조기 치매 환자는 경도인지 장애 환자보다 악화되며, 정상적인 대조군 보다 악화된다. 심각한 외상성 뇌 손상 환자는 뇌진탕 환자보다 악화되고 후자는 정상 대조군 보다 악화된다. ADHD 아동 및 청소년은 치료를 받는 것보다 치료받지 않은 상태에서 덜 잘 수행한다. 그러나 치료 된 ADHD 환자들은 여전히 정상 대조군 보다 잘 수행하지 못한다. 유사하게, 우울증 환자는 성공적으로 치료를 마친 후에도 성능은 정상화되지 않지만 더 잘 수행된다. 이 데이터는 검사 배터리의 기준 타당성을 지원한다.

CNSVS 는 또한 "나쁜 허위(faking bad)"인 개인의 조작에 민감하다. 피병자 그룹으로서, 치매, 정신 지체 및 심한 뇌 손상을 가진 환자들보다 더 점수가 안 좋다. CNSVS 의 기억력 검사는 사실 "강제된 선택" 검사이다. 모든 자극에 대해 스페이스 바를 누르면 60 점; 모든 스페이스 바를 전혀 누르지 않으면 60 점; 무작위로 응답하면 60 점이다. 피병자(Malingers) 그룹에서, 기억력 검사에서 56.3 점을 받았다.

그러나 이 데이터는 CNSVS 가 "진단" 테스트임을 입증하지는 않는다. 모든 테스트의 진단 유틸리티에는 완전히 다른 종류의 분석이 필요하며 아직 전산화 테스트가 해당 표준을 충족시키지 못했다. 예를 들어, ADHD 의 경우 Conners CPT 및 TOVA 와 같은 테스트의 진단 유틸리티가 비판을 받았다 (Dulcan & Popper, 1991). 하나는 CNSVS 의 복합 주의력 영역에서 "평균 미만" 점수에 기초하여 ADHD 를 완전히 진단하는 것이 좋지 않을 것이다. 또는 환자가 기억 테스트에서 부적절하게 점수를 매기므로 경도 인지 장애를 진단 할 수 있다. 다른 한편, 테스트는 특정 시점에서 환자의 기능 수준을 나타내며, 다른 테스트와 마찬가지로 정확하고 신뢰할 수 있다. 그러나 정보의 의미를 해석하는 것은 숙련 된 임상가의 책임이다. 진단은 여러 다른 출처의 데이터에 의존하는 임상 검사이다

CNSVS 와 같은 전산 화 된 검사의 결과는 진단 도구로서의 자격을 갖추는 데 필요한 특이성을 가지고 있지 않다. 그들은 경도 인지 기능 장애에 매우 민감하기 때문에 간단한 임상 평가 도구로 사용하기에 적합하다. 그러나 이것은 또한 경고한다. CNT 는 제대로 훈련되지 않은 임상가에 의해 잘못 해석되거나 오용 될 수 있는 방대한 양의 정밀한 데이터를 생성한다. 자신의 진료에 검사를 사용하는 정신과 의사나 신경과 의사와의 소통에서, 우리는 검사가 의미하는 바를 정확히 판단해서 다음에 무엇을 하든지 그들의 시설에 항상 감동하지 않는다. 자격이 없는 전문가에 의한 컴퓨터 화 된 테스트의 광범위한 사용은 우려의 원인이 된다. 다른 한편으로, 의학계에 의한 경증인지 기능 부전의 광범위한

탐지는 신경 심리학자가 상담에서 보다 적극적인 역할을 할 수 있는 기회를 제공한다. 왜냐하면 대부분의 의사들이 이해하기 힘들거나 다루기 힘든 인지 장애로 환자를 식별하기 때문이다.

신경 심리학자와의 대화를 통해 우리는 적은 비용으로 컴퓨터가 하는 일을 한다는 생각에 위협받는 것처럼 보이는 몇몇 사람들을 만났다. 이것은 이해 할 만한 반응이지만 근거가 없다. 우리 중 한 명(TG)은 CT 스캐너에 대한 신경 학자들의 반응을 기억할 만큼 충분히 오래되었다. - "그들은 더 이상 신경 학자가 필요하지 않을 것이다" 실제로, 신경학은 스캐닝의 출현 이후 번창했다. 그래서 신경 심리학이 있다. 어느 누구도 50 대와 60 대처럼 뇌 심부 자극 부위를 국소화하기 위해 신경 심리 검사를 사용하지 않는다. 기준은 기능 분석과 치료에 보다 중점을 두고 있다. 이것은 긍정적인 변화이다.

CNSVS 와 같은 전산화 된 테스트는 신경 심리학자가 중간 도구인데, 이는 환자의 주관적인 불편사항들보다는 정확하지만 진단 신경 심리적 배터리보다 결정적이지 않은 도구이다. 기존의 검사보다 빈번한 간격으로 적용하기가 더 쉽기 때문에 예를 들어 뇌졸중이나 뇌 손상으로 회복하는 환자의 연속 검사에 이상적이다. 우리 클리닉에서는 CNSVS 를 사용하여 신경 심리적 평가를 보완하고 순차적으로 치료 효과를 평가한다. 의사가 CNSVS 를 클리닉의 간단한 임상 평가 도구로 사용하면 신경 심리학자와의 상담이 필요한 문제를 자주 발견한다.

CNSVS 배터리의 정신 측정 학적 특성은 기존의 신경 심리 검사의 특성과 매우 유사하다. 특히 CNSVS 의 신뢰성 및 전산화 된 검사는 일반적으로 해당하는 신경 심리 검사와 유사하다. CNSVS 는 훌륭한 데이터베이스를 가지고 있습니다. 그것은 인지 손상의 가장 일반적인 원인에 민감하다. 그러나 그것은 공식적인 신경 심리 검사와 동일하지 않으며, 진단적이지 않으며 컨설팅 신경 심리학자의 적극적인 참여가 없다면 의료 환경에서 제한된 역할을 할 것이다.

## 감사 인사

Gualtieri 박사와 Johnson 박사는 CNS Vital Signs 검사 용 배터리 개발자 중 두 명입니다. Gualtieri 박사는 Astra-Zeneca, Bristol-Myers Squibb, Celltech, Cephalon, Eli Lilly, Glaxo-Smith-Kline, Medeva, Organon, Shire, Wyeth-Ayerst 및 UCB 를 대신하여 임상 실험을 수행했습니다. 그는 Eli Lilly, GSK, Pfizer, Shire 및 Wyeth 의 연사이자 컨설턴트였습니다. 이 연구는 Chapel Hill 과 Charlotte 의 North Carolina Neuropsychiatry Clinics 가 지원했습니다. 이 연구를 위해 외부 지원을 모색하거나 받지 않았습니다. 공개 : 본 백서에 제시된 데이터 중 일부는 2004 년 2 월 볼티모어에서 열린 국제 신경 심리 학회 연례회의와 2004 년 3 월 Miami 에서 열린 미국 신경 정신병 학회 (Neuropsychiatric Association) 회의에서 발표되었습니다.

## 부록 A. CNS Vital Signs 배터리

### A.1. 언어 기억력 검사 (verbal memory test, VBM) 및 시각적 기억력 검사(Visual Memory Test, VIM)

Vital Signs에는 언어 기억 (단어 목록 학습)과 시각 기억 (그림 학습)의 병행 검사가 포함된다. 검사는 사실상 동일하지만 자극, 다른 기하학적 모양으로 단어를 사용한다.

언어 기억 검사(VBM, verbal memory test)는 Rey Auditory Verbal Learning Test (Rey, 1964; Taylor, 1959)의 개작이다. 그러나 회상 테스트가 아닌 인식 테스트이다. CNS Vital Signs 버전에서는 15 개의 단어가 하나씩 화면에 표시됩니다. 2 초마다 새로운 단어가 나타난다. 피험자는 이 단어들을 기억하도록 요청 받는다. 그런 다음 30 단어의 목록이 표시된다. 15 개의 목표 단어가 15 개의 새로운 단어 사이에서 무작위로 혼합된다. 피험자가 원래 목록의 단어를 인식하면 스페이스 바를 누른다. 이 30 개 자극의 시행 후, 피험자는 다음 6 가지 검사를 수행한다. 약 20 분이 지난 후 배터리 끝 부분에 15 개의 대상 단어가 다시 나타나고, 15 개의 새로운 대상이 아닌 단어와 함께 섞여서 나타난다.

CNS Vital Signs의 언어 기억 검사(VIM, Visual Memory Test)는 Rey Visual Design Learning Test를 기반으로 한다; 후자는, 차례로 단어가 아닌 기하학적 도형을 사용하여 피험자에게 기억에서 형상을 그리도록 요구하는 레이 청각 언어 학습 검사와 유사하다. CNS Vital Signs에서 시각적 기억 검사는 언어 기억 검사와 같다. 15 개의 기하학적 도형이 제시됩니다. 피험자는 15 개의 새로운 형상으로 중첩된 도형을 식별해야 한다. 그런 다음 5 가지 검사들을 더 치른 후 지연된 인지 검사가 있다.

VBM은 단어-빈도 표에서 선택된 120 단어의 "저장소"에서 가져온다. VIM은 120 개의 간단한 기하학적 디자인의 저장소에서 가져온다. 점수는 올바른 누르기(correct hits)와 올바른 패스(correct passes)이며, 즉시(immediate)와 지연(delayed)이다. VBM 및 VIM의 올바른 응답을 합산하여 복합 기억력 또는 기억 영역 점수를 생성한다. 달성 할 수 있는 최고 점수는 120 점입니다. 가장 낮은 점수는 60 점입니다. 60 점 미만의 점수는 의도적인 과장을 의미한다.

### A.2. 손가락 두드리기 검사 (FTT, Finger Tapping Test)

FTT는 단순성과 신뢰성 때문에 신경 과학에서 가장 일반적으로 사용되는 검사이다. 그것은 운동 속도와 운동 및 시각 운동 능력에 기초한 미세 운동 제어에 관한 관련 데이터를 생성하기 때문이다 (Mitrushina et al., 1999). 이것은 1940 년대에 사용된 Halstead-Reitan 배터리의 핵심 테스트 중 하나였지만 19 세기 심리학자인 Galton 과 Cattell 에 의해 사용되었다. FTT는 뇌 손상을 판정하는 가장 민감한 신경 심리학 검사 중 하나로 간주된다. (Mitrushina et al., 1999)

CNS Vital Signs에서 FTT는 매우 간단한 검사이다. 피험자들은 10 초 안에 오른쪽 집게 손가락으로 스페이스 바를 최대한 많이 눌러야 한다. 그들은 이것을 연습을 위해 한번 하고, 그 다음에 세 번의 검사를 한다. 검사는 왼손으로 반복한다. 점수는 좌우 평균 탭 수이다.

### A.3. 기호 숫자 코딩 (Symbol Digit Coding, SDC)

기호 숫자 양식 검사(Symbol Digit Modalities Test, SDMT) (Smith & Jones, 1982)는 웨슬러 (Wechsler) DSST의 변형이지만 기호와 숫자의 위치는 바뀐다. SDMT의 임상적 및 심리측정학적 특성은 DSST의 것과 비슷하다. SDMT가 "더 어려운" 시험 일 수 있고 따라서 신경 독성에 더 민감할지라도 SDMT와 DSST의 성능은 높은 상관 관계가 있다 (Lezak, 1994). 스미스(Smith)는 SDMT가

"일반적으로 급성 또는 만성적인 '기질성(organic)' 대뇌 기능 장애가 있는 경우에 가장 민감하다고 말했다(Smith, 1982). CNS Vital Signs SDC에서는 숫자(digits)에 숫자(numbers)를 연결하는 방법을 배우기 위한 연습 세션이 주어진다. 검사 자체는 화면의 연속적 제시물의 구성으로 되어 있으며, 각각 줄에는 상단에 8개의 기호가 있고 하단에 8개의 빈 상자가 있다. 피험자는 강조 표시된 기호에 해당하는 번호를 입력한다. 2에서 9까지 숫자만 사용된다. 이것은 키보드의 "1"과 "!"사이의 혼란을 피하기 위해서입니다. 테스트는 120초 동안 지속된다. 목표는 120초 이내에 가능한 한 많은 정확한 숫자를 입력하는 것이다.

SDMT 나 DSST는 피험자가 코드를 기억하여 성능을 향상시킬 수 있기 때문에 반복적인 관리에 적합하지 않다(Hindmarch, 1980). 반복적으로 사용되는 경우 검사의 수정이 필요하다. ; 예를 들어, 연속적인 시행에서 무작위로 코드를 변경하는 것이다. CNS Vital Signs의 SDC는 32개의 심볼이 저장되어 있다. 테스트가 시행될 때마다 프로그램은 임의로 8자리 숫자와 일치하는 8개의 새 기호를 선택한다. 점수 매기기는 2분 내에 생성된 올바른 응답 수이다. FTT의 오른쪽 및 왼쪽 탭 합계와 SDC의 총 올바른 응답은 "정신 운동 속도"에 대한 종합 점수를 생성한다.

#### A.4. 스트룹 검사 (Stroop Test)

몇 년 동안 스트룹 검사의 여러 버전이 있었다. CNS Vital Signs에 채택된 수정 사항은 4가지 색상 / 색상 단어(빨강, 초록, 노랑, 파랑)만 사용하며, 스페이스 바(space bar) 하나의 키만 사용한다.

테스트는 세 부분으로 구성된다. 처음에는 **빨강(RED)**, **노랑(YELLOW)**, **파랑(BLUE)**, **녹색(GREEN)**이 (화면에는 검은 색으로 출력됨)이라는 단어가 화면에 무작위로 나타나며 단어를 보자마자 피험자가 스페이스 바를 누른다. 이것은 간단한 반응 시간 점수를 생성한다.

두 번째 부분에서는 빨강(RED), 노랑(YELLOW), 파랑(BLUE), 녹색(GREEN)이 화면에 나타나고 색상으로 출력된다. 단어의 색상이 단어의 내용과 일치하면 피험자가 스페이스 바를 누르라는 메시지가 나타난다. 이것은 복합 반응 시간 점수를 생성한다.

세 번째 부분에서는 빨강(RED), 노랑(YELLOW), 파랑(BLUE), 녹색(GREEN)이라는 단어가 화면에 나타나고 색상으로 출력된다. 단어의 색상이 단어의 내용과 일치하지 않으면 피험자가 스페이스 바를 누르라는 메시지가 나타난다. 이 부분은 또한 "색상 단어 반응 시간"이라고 하는 복합 반응 시간 점수를 생성한다. 색상 단어 반응 시간은 검사 2회 (78-188ms)에서 생성된 복합 반응 시간 ("스트룹 효과(Stroop effect)")보다 평균 120ms 더 길다. 세가지 부분은 또한 오류 점수를 생성한다. 스트룹 테스트에서 두 개의 복합 반응 시간 점수를 평균하면 "반응 시간"에 대한 항목 점수가 생성된다. 이 영역을 "정보 처리 속도"라고 부르는 것이 더 정확할 수 있다.

#### A.5. 주의 전환 검사 (The Shifting Attention Test, SAT)

주의 전환 검사 (The Shifting Attention Test, SAT)는 하나의 명령어 세트에서 다른 명령어 세트로 신속하고 정확하게 전환할 수 있는 능력을 측정한다. SAT 검사에서 피험자는 형상이나 색상으로 기하학적 대상과 일치 시키도록 지시 받는다. 화면에 3가지 그림이 나타나고, 1개는 상단에, 2개는 하단에 표시된다. 상단 그림은 정사각형 또는 원이다. 하단 그림은 사각형과 원형이다. 그림은 빨간색 또는 파란색이다.; 색상이 무작위로 혼합된다. 피험자는 하단 그림 중 하나를 상단 그림과 일치시키도록 요청 받는다. 규칙은 무작위로 바뀐다. 하나의 제시의 경우, 규칙은 그림을 색상에 따라, 모양에 따라 일치시키는 것이다. 이것은 90초 동안 계속된다. 목표는 할당된 시간 내에 가능한 많은 정확한 일치 항목을 만드는 것이다. SAT에서 얻은 점수는 다음과 같다 : 올바른 일치, 오류 그리고 반응 시간 (밀리초)이다.

인지 유연성을 위한 항목 점수는 SAT 에서 올바른 응답 수를 취하고 SAT 와 스트룹 검사에서 오류 수를 뺀 값으로 생성된다. 비록 Trails B 와 Wisconsin Cart Sort 는 간혹 주의력 전환 검사로 간주되지만 기존 신경 심리 검사의 개요에 SAT 와 정확히 유사하지는 않다. 그러나 NES2, CogState 과 CANTAB 과 같은 전산화 된 검사는 SAT 와 다르지 않은 주의력 전환 검사를 시행하고 있으며 SAT 와 같은 색상 테스트는 인지 이미징 연구에 사용되었다. (Le, Pardo, & Hu, 1998; Nagahama et al., 1998).

#### A.6. 연속 수행력 검사 (*The Continuous Performance Test, CPT*)

CPT 는 시간이 경과에 따른 주의 또는 지속적인 주의 또는 경계의 척도이다 (Rosvold & Delgado, 1956). 이 검사는 정신 질환과 밀접한 관계가 있기 때문에 대중적인 검사이다. ADHD (Epstein et al., 2001; Sykes et al., 1971), 학습 장애 (Lindsay et al., 2001; McGee et al., 2000), 간질 (Mirksy & van Buren, 1965) 및 조현병 (Vadhan et al., 2001; Wohlberg & Kornetsky, 1973) 환자에서 CPT 의 부족한 수행력이 보고 되었다. 일반적으로 중추 신경계 기능 장애에 민감하며, 어떤 특정한 조건에만 국한되지 않는다 (Riccio & Reynolds, 2001).

CPT 는 또한 여러 약물의 효과에 더 좋거나 나쁘게 민감하다. ADHD 아동에서는 각성제에 의해 CPT 의 수행 능력이 개선된다. (Barkley, 1977; Riccio et al., 2001). 알코올 섭취(Dougherty et al., 2000)는 CPT 의 수행력에 악영향을 미치지만, 니코틴은 검사 성능을 향상시키는 경향이 있다 (Levin et al., 2001). 어떤 항 경련제 약물(anticonvulsant medications)은 CPT 의 수행 능력을 저해한다 (Hutt et al., 1968).

Vital Signs 의 CPT 는 다른 버전들 보다 짧지만 일반적인 검사 버전이다. Vital Signs CPT 에서 피험자는 대상 자극 "B"에 응답해야 하지만 다른 문자에는 응답하지 말아야 한다. 5 분 안에 이 시험은 200 자를 제시한다. 자극의 40 개는 타겟(문자 "B")이고, 160 개는 타겟이 아니다 (다른 문자). 자극은 무작위로 제시되지만, 대상 자극은 "차단"되어 있으므로 검사 동안 매 분 마다 8 번 나타난다. 점수는 올바른 응답, 관여 오류 (commission errors) (충동 반응, impulsive responding) 및 생략 오류(omission errors) (부주의, inattention)입니다. CPT 는 또한 각 변수에 대한 피험자의 선택 반응 시간을 보고한다. "복합 주의"에 대한 항목 점수는 CPT, SAT, Stroop 에서 저지른 오류 수를 더함으로써 생성된다.

부록 B. CNS Vital Signs 에 대한 표준 데이터  
표 B.1 과 B.2 를 보라

표 B.1  
표준 데이터, 연령 7-39

그룹	<10	10-14	15-19	20-29	30-39
N	25	112	48	153	172
성별(% 남성)	28.0	53.6	56.3	31.5	36.1
인종					
백인	18	93	39	126	139
흑인	3	13	5	18	13
히스패닉	0	1	1	3	6
아시아	3	5	3	1	4
기타	0	0	0	4	0
손잡이(% 오른손)	100.0	89.7	91.7	89.5	87.0
컴퓨터 숙련도					
자주	28.6	56.7	92.0	94.6	76.9
가끔	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
전혀	71.4	43.3	8.0	5.4	21.8

연령	평균		표준편차		Mean		S.D.		Mean		S.D.	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
Age	8.0	1.3	12.6	1.5	16.9	1.5	24.3	3.1	34.9	2.9		
Memory	99.7	5.4	100.3	8.1	99.1	6.8	99.7	7.7	98.3	7.9		
Psychomotor speed	114.5	27.4	157.6	26.8	173.6	25.6	183.3	24.2	177.2	25.2		
Reaction time	814.9	139.3	690.5	108.2	638.8	70.6	601.3	87.3	613.3	85.9		
Complex attention	29.4	18.7	15.2	9.0	8.9	4.2	6.8	6.5	5.7	5.6		
Cognitive flexibility	12.5	16.3	32.3	15.6	44.1	9.9	49.3	10.1	48.2	11.4		
Immediate memory	50.5	4.2	51.6	3.7	50.3	4.8	50.8	3.7	50.4	4.1		
Delayed memory	47.7	4.3	48.7	5.0	47.9	4.9	48.7	5.0	47.9	4.6		
Verbal memory	53.6	3.4	51.9	6.7	51.9	4.1	52.4	4.8	52.2	4.9		
Visual memory	45.4	4.5	47.4	5.5	47.3	4.7	46.8	5.8	46.1	4.7		
FTT right	42.3	9.6	56.0	10.1	57.8	13.3	61.0	9.7	59.1	11.3		
FTT left	40.2	11.8	50.7	9.6	54.9	10.1	57.1	9.7	57.2	10.3		
FTT total	82.8	19.3	106.7	18.0	112.6	21.7	118.1	18.1	116.3	20.7		
SDC correct	32.0	11.6	50.8	12.3	61.0	11.8	65.1	11.6	60.9	11.0		
STsrt	408.7	115.5	271.0	66.1	275.4	56.4	269.1	73.7	283.9	105.0		
STcrt	757.4	103.3	631.2	97.6	594.6	68.1	550.1	94.0	564.9	79.7		
STstr	914.0	108.5	749.8	136.4	683.1	92.2	652.5	103.6	661.6	111.4		
ST errors	1.3	3.2	0.7	1.7	0.8	1.1	0.5	1.0	0.5	1.0		
SAT correct	34.2	10.7	45.2	8.9	52.3	7.4	55.0	7.0	53.4	7.7		
SAT errors	21.4	11.0	12.6	8.3	7.1	3.6	5.2	5.1	4.7	5.2		
SATRT	1146.5	309.7	1050.6	189.0	1005.7	121.0	988.2	156.3	1042.9	158.2		
SAT efficiency (q)	2.0	0.8	1.4	0.3	1.2	0.2	1.1	0.2	1.1	0.2		
CPT correct	37.8	4.1	39.4	3.0	39.8	0.7	39.8	0.7	39.9	0.4		
CPT errors	6.0	6.8	2.6	3.8	0.9	1.3	1.1	3.1	0.5	1.6		
CPTRT	550.8	62.8	431.7	45.8	404.8	52.4	399.5	55.6	392.6	48.8		

기억력 (Memory), 정신 운동 속도 (Psychomotor speed), 반응 시간 (Reaction time), 인지 유연성 (Cognitive flexibility) 복합 주의력 (Complex attention), 즉시 기억력 (Immediate memory), 지연 기억력 (Delayed memory), 언어 기억력 (Verbal memory), 시각 기억력 (Visual memory), 오른 손가락 두드리기 (FTT right, Finger tapping) , 왼 손가락 두드리기 (FTT left), 손가락 두드리기 총계 (FTT Total), 기호 숫자 코딩 (Symbol digit coding, SDC correct), 스트룹 간단 반응 시간 (Stroop, ST srt), 스트룹 복합 반응 시간 (ST crt), 스트룹 색상 단어 반응 시간 (STstr), 스트룹 검사 오류(ST errors) 주의 전환 정답 (Shifting attention, SAT Correct), 주의 전환 오류 (SAT errors), 주의 전환 반응 시간 (SATRT), 주의 전환 유효성 (SAT efficiency(q)), 연속 수행 정답 (Continuous performance, CPT correct) , 연속 수행 오류 (CPT errors), 연속 수행 반응 시간 (CPTRT)

표 B.2

표준 데이터, 연령 7-39

그룹	40-49	50-59	60-69	70-79	80+
<i>N</i>	212	160	87	74	26
성별(% 남성)	33.8	40.5	42.4	37.7	37.5
인종					
백인	189	141	72	71	25
흑인	15	9	10	3	0
히스패닉	2	4	0	0	0
아시안	1	4	1	0	0
기타	1	1	0	0	6
손잡이(% 오른손)	94.1	92.0	92.5	81.3	92.3
컴퓨터 숙련도					
자주	72.3	72.4	50.0	31.3	7.1
가끔	2.5	3.4	7.7	29.2	42.9
전혀	25.2	24.1	42.3	39.6	50.0

	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Age	44.7	2.9	54.3	2.8	64.3	2.9	74.1	2.8	83.0	2.6
Memory	98.3	7.8	97.4	7.5	94.6	8.7	90.7	8.5	88.5	8.2
Psychomotor speed	171.0	19.9	161.4	20.5	147.5	27.7	129.1	20.2	114.4	25.8
Reaction time	646.1	96.2	669.1	94.0	709.4	129.0	768.4	149.9	880.8	126.3
Complex attention	7.2	6.5	8.3	15.8	10.9	9.3	15.3	10.9	25.6	43.5
Cognitive flexibility	43.9	12.8	43.1	12.1	35.8	18.4	24.5	23.6	14.3	20.9
Immediate memory	50.4	3.9	49.7	4.3	48.9	4.8	46.4	4.8	45.3	4.7
Delayed memory	48.0	4.7	47.3	4.9	45.6	4.8	43.9	5.1	42.3	4.8
Verbal memory	52.5	4.5	52.0	5.1	49.6	6.3	48.4	5.7	47.1	5.1
Visual memory	45.8	4.9	45.2	4.7	43.8	6.3	41.7	5.4	41.0	4.6
FTT right	58.2	9.0	56.0	8.5	52.4	11.3	45.8	9.0	42.9	12.5
FTT left	56.5	7.8	54.6	8.1	51.1	10.4	46.9	7.9	43.0	10.6
FTT total	114.7	15.5	110.5	15.6	103.5	20.8	92.7	15.9	86.0	22.6
SDC correct	56.3	10.1	50.7	9.8	43.7	11.3	36.1	10.2	29.0	8.7
STsrt	284.3	57.1	310.0	96.5	308.5	89.4	372.8	133.2	440.3	160.9
STcrt	600.0	108.3	609.3	100.8	652.6	123.1	706.1	143.2	821.5	149.1
STstt	692.2	108.2	728.9	122.7	775.5	157.5	840.3	168.7	940.1	144.9
ST errors	0.7	1.5	0.7	1.2	1.3	3.0	1.0	1.5	0.6	1.2
SAT correct	50.5	8.1	49.8	7.7	45.7	11.1	38.5	14.6	30.9	11.6
SAT errors	5.9	5.9	6.0	5.9	8.6	8.5	12.9	10.8	16.0	9.6
SATRT	1101.6	161.3	1115.4	157.5	1149.2	204.6	1257.5	237.1	1312.7	211.9
SAT efficiency ( <i>q</i> )	1.3	0.3	1.3	0.3	1.4	0.5	2.0	1.3	2.3	1.0
CPT correct	39.9	0.5	39.7	2.4	39.9	0.5	39.6	1.0	38.6	7.0
CPT errors	0.7	2.3	1.6	14.3	1.0	1.8	1.4	1.6	9.0	38.4
CPT RT	408.8	48.1	424.8	58.3	409.4	57.0	442.8	58.1	449.1	58.5

**부록 C. 연령, 간격 및 임상 조건이 검사-재검사 신뢰도에 미치는 영향**

비록 T1과 T2 사이의 연령이나 간격이 실행 효과에 유의한 영향을 미치지 않는 것임은 분명하지만, 이것이 신뢰도와 어떤 관련이 있는지 여부를 결정하는 것이 적절했다. N의 99의 장점은 이 분석을 위해 피험자를 3개의 동일한 그룹으로 나눌 수 있다는 것이다.

신뢰도 지수는 5개의 항목 점수에 대해 다음 세 표에 제시된다. 표 C.1에서 아동 / 청소년, 청년 및 고령자의 신뢰도에는 차이가 없다.



표 C.2에서 우리는 검사 간격과 비교하여 신뢰도가 약간 감소함을 관찰 했다.

표 C.3에서 우리는 환자에서의 시험의 신뢰성이 정상적인 피험자들 보다 실제로 더 낮다는 것을 관찰한다.

표 C.1 세 연령 집단의 신뢰도 지수

Age	MEM	PMS	IPS	CF	ATT	Average
13.9	0.723	0.819	0.781	0.785	0.627	0.747
31.4	0.689	0.871	0.627	0.794	0.655	0.727
53.9	0.784	0.865	0.897	0.632	0.561	0.748

표 C.2 검사 간격 별 신뢰도 지수

Interval	MEM	PMS	IPS	CF	ATT	Average
3	0.727	0.844	0.859	0.795	0.726	0.790
28	0.78	0.837	0.6	0.743	0.626	0.717
156	0.54	0.8	0.736	0.668	0.663	0.681

표 C.3 임상 조건 별 신뢰도 지수

	MEM	PMS	RT	CF	ATT	Average
Normals	0.596	0.74	0.701	0.638	0.542	0.643
Patients	0.729	0.88	0.738	0.71	0.628	0.737

**부록 D. 54개 언어로 번역 된 CNSVS**

언어		
<i>Afrikaans</i>	<i>Hebrew</i>	<i>Sesotho</i>
<i>Arabic</i>	<i>Hindi</i>	<i>Spanish (Latin America)</i>
<i>Bengali</i>	<i>Hungarian</i>	<i>Spanish (Mexico)</i>
<i>Bulgarian</i>	<i>Ilocano</i>	<i>Spanish (Spain)</i>
<i>Cebuano</i>	<i>Italian</i>	<i>Swedish</i>
<i>Chinese Simplified (Malaysia)</i>	<i>Japanese</i>	<i>Tagalog</i>
<i>Chinese Traditional</i>	<i>Kannada</i>	<i>Tamil</i>
<i>Chinses Simplified (China)</i>	<i>Korean</i>	<i>Telugu</i>
<i>Croatian</i>	<i>Latvian</i>	<i>Thai</i>
<i>Czech</i>	<i>Malay</i>	<i>Turkish</i>
<i>Danish</i>	<i>Malayalam</i>	<i>Ukrainian</i>
<i>Dutch</i>	<i>Marathi</i>	<i>Urdu</i>
<i>English (United Kingdom)</i>	<i>Norwegian</i>	<i>Xhosa</i>
<i>English (USA)</i>	<i>Polish</i>	<i>Zulu</i>
<i>Finnish</i>	<i>Portuguese (Brazil)</i>	
<i>French</i>	<i>Portuguese (Portugal)</i>	
<i>French (Canada)</i>	<i>Punjabi</i>	
<i>German</i>	<i>Romanian</i>	
<i>Greek</i>	<i>Russian</i>	
<i>Gujarati</i>	<i>Serbian</i>	

## 부록 E. 기존 방식과 전산화 신경 인지 검사의 검사 - 재검사 상관 관계

Memory		References
Conventional tests	<i>r</i>	
Rey Auditory Verbal Learning Test	0.67-0.9 0.29-0.81 0.41-0.79	Shapiro & Harrison, 1990 Lemay et al., 2004 Mitrushina et al., 1991
Rey-Osterreith complex figure	0.57	Mitrushina et al., 1991
Recognition Memory Test	0.55-0.63 0.81 0.41-0.53	Coughlan & Hollows, 1984 Soukup et al., 1999 Bird et al., 2003
Buschke Selective Reminding Test	0.46-0.64 0.39-0.7	Dikmen et al., 1999 Salinsky et al., 2001
Hopkins VLT	0.39-.056	Barr, 2003
WMS-III	0.62-0.88	Tulsky et al., 2001
Wechsler Memory Scale	0.62-0.81 0.58-0.7 0.55-0.74 0.47-0.69	Mitrushina et al., 1991 Dikmen et al., 1991 McCaffrey and Lynch, 1992 McCaffrey and Lynch, 1992
Computerized Tests	<i>r</i>	
CANS-MCI	0.38-0.77	Tornatore et al., 2005
CANTAB	0.17-0.86	Lowe & Rabbitt, 1998
CDR (COGDRAS-D)	0.53-0.84	Simpson et al., 1991
CogState	0.26-0.69	Collie et al., JINS 2003
MicroCog	0.64-0.91	Elwood, Neuropsych Rev 2001
NES2	0.55-0.87	Letz, 1989
NEUROTRAX (Mindstreams)	0.84	Schweiger et al., Acta Neuropsych 2003

## 부록 E (계속)

Memory		References
Psychomotor speed		
Conventional Tests	<i>r</i>	
Digit symbol substitution	0.91	Salinsky et al., 2001
Digit coding (ISPOCD)	0.93	Lowe & Rabbitt, 1998
Symbol digit modalities	0.76–0.8	Smith and Jones, 1982
WAIS coding	0.86	Tulsky et al., 2001
Finger Tapping Test (FFT)	0.94	Gill et al., 1986
	0.86	Gill et al., 1986
	0.75	Bornstein et al., 1989
	0.71–0.76	Ruff & Parker, 1993
	0.04	Kelland et al., 1992
	0.64–0.87	Goldstein & Watson, 1989
	0.77–0.9	Dodrill & Troupin, 1975
	0.73	Ringendahl, 2002
	0.76	Salinsky et al., 2001
	0.58–0.93	Spreen & Strauss, 1991
Computerized Tests	<i>r</i>	
NES2 FTT	0.62–0.82	Letz, 1989
NEUROTRAX FTT	0.8	Schweiger et al., Acta Neuropsych 2003
NES2 symbol digit	0.7–0.92	Letz, 1989
NES 3 symbol digit	0.82	Letz et al., Neurotox 2003
Executive function		
Conventional Tests	<i>r</i>	
Trailmaking Test	0.41–0.65	Barr, 2003
Stroop Test	0.83–0.91	Salinsky et al., 2001
	0.22–0.53	Lowe & Rabbitt, 1998
	0.72–0.84	Lemay et al., 2004
	0.67–0.83	Franzen et al., 1987
	0.73–0.86	Golden, 1978
Computerized Tests	<i>r</i>	
CANS-MCI STROOP	0.8	Tornatore et al., 2005
NEUROTRAX STROOP	0.8	Schweiger et al., Acta Neuropsych 2003
CANTAB set shifting	0.09–0.7	Lowe & Rabbitt, 1998
CogState divided attention	0.31–0.72	Collie et al., JINS 2003
Attention and reaction time		
Conventional	<i>r</i>	
One-back Test (ISPOCD) RT	0.81	Lowe & Rabbitt, 1998
One-back Test (ISPOCD) No. Correct	0.28	Lowe & Rabbitt, 1998
Digit cancellation	0.9	Salinsky et al., 2001
WAIS Digit Span	0.83	Tulsky et al., 2001
Gordon diagnostic system	0.67–0.85	Kane & Kay, 1992
Auditory choice RT	0.85	Salinsky et al., 2001
Simple reaction time	0.82	Lemay et al., 2004
Choice reaction time	0.8	Lemay et al., 2004
Computerized	<i>r</i>	

부록 F. 다양한 기존 방식 및 전산화 신경 인지 검사의 동시 타당도(Concurrent validity)  
표 F.1-F.5.를 보라

표 F.1 전산화와 기존 기억력 검사의 동시 타당도 데이터

Battery	Test/domain	Conventional test	<i>r</i>	Reference
CalCAP	Learning/memory	RAVLT, WMS Vis Repro	0.18–0.41	Gonzalez et al., 2002
CANS-MCI	Free Recognition I	WMS Logical Memory	0.56	Tornatore et al., 2005
CANS-MCI	Guided Recognition I (errors)	WMS Logical Memory	0.49	Tornatore et al., 2005
CANS-MCI	Free Recognition II	WMS Logical Memory I	0.46	Tornatore et al., 2005
CANS-MCI	Free Recognition I & II	WMS Logical Memory II	0.52	Tornatore et al., 2005
CANS-MCI	Free Recognition I & II	WMS Logical Memory	0.54	Tornatore et al., 2005
CDR	Word recognition	MMSE	0.95	Keith et al., Brain Inj 1998
CDR (COGDRAS-D)	Immediate word recognition	MMSE	0.64	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Immediate word recognition	Kew Test of memory, aphasia and parietal function	0.63	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Immediate word recognition	Kendrick Digit Copying	0.28	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Delayed word recognition	MMSE	0.58	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Delayed word recognition	Kew Test of memory, aphasia and parietal function	0.68	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Delayed word recognition	Kendrick Digit Copying	0.34	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Delayed picture recognition	MMSE	0.65	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Delayed picture recognition	Kew Test of memory, aphasia and parietal function	0.65	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Delayed picture recognition	Kendrick Digit Copying	0.19	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Choice reaction time	MMSE	0.53	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Choice reaction time	Kew Test of memory, aphasia and parietal function	0.51	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Choice reaction time	Kendrick Digit Copying	0.28	Simpson et al., 1991
COGSCREEN	Visual assoc memory	Flight simulator	0.03–0.35	Taylor et al., 2000
COMP NCOG SCAN	Memory		0.53	Gur et al., 2001
CSI (HEADMINDER)	Memory	Buschke SRT	0.52	www.headminder.com
NES2	Pattern memory	WMS Visual Reproduction, immediate	0.37	Krengel et al., 1996
NES2	Pattern memory	WMS Visual Reproduction, delayed	0.35	Krengel et al., 1996
NES2	Pattern memory	Delayed Recog Span Test-Visual	0.47	Krengel et al., 1996
NES2	Associate learning	WMS Verbal Paired Associates	0.05–0.39	Krengel et al., 1996
NES2	Associate learning	WMS Memory Quotient	0.52	Krengel et al., 1996
NES2	Associate learning	WMS Delayed Recall	0.22	Krengel et al., 1996
NES2	Associate learning	Delayed Recog Span Test- Verbal	0.45	Krengel et al., 1996
NES2	Pattern memory	Benton Visual Retention Test	0.35	
NES2	Visual memory	Benton Visual Retention Test	0.34	
NES2	Pattern memory	Block Design	0.27	
NES2	Visual memory	Block Design	0.4	
NES2	Pattern memory	Memory Quotient	0.4	
NES2	Visual memory	Memory Quotient	0.3	
NES3	List learning	CVLT (immediate)	0.4	Proctor et al., 2000
NES3	List learning	CVLT short delay	0.38	Proctor et al., 2000
NES3	List learning	CVLT long delay	0.43	Proctor et al., 2000
NES3	List learning	PAL immediate	0.44	Proctor et al., 2000
NES3	List learning	PAL delay	0.51	Proctor et al., 2000
NES3	Pattern memory	WAIS-R Vis Rep immediate recall	0.14	Proctor et al., 2000
NES3	Pattern memory	WAIS-R Vis Rep delayed recall	0.25	Proctor et al., 2000
MicroCog	Memory		0.30–0.71	Elwood, 2001
WMS-III	Auditory immediate	CVLT Trials 1–5	0.33–0.74	Tulsky et al., 2001
WMS-III	Visual immediate	CVLT Short Delay	0.24–0.63	Tulsky et al., 2001
WMS-III	Immediate memory	CVLT Long Delay	0.07–0.53	Tulsky et al., 2001
WMS-III	Auditory delayed	Rey Osterreith	0.14–0.64	Tulsky et al., 2001
Average			0.449231	

표 F.2 신경 운동 속도에 대한 전산화와 기존 검사의 동시 타당도

Battery	Test/domain	Conventional test	<i>r</i>	Reference
CalCAP	Motor	Pegboard	0.22–0.40	Gonzalez et al., 2002
COGSCREEN	Motor coordination	Flight simulator	.08–0.25	Taylor et al., 2000
COMP NCOG SCAN	Sensorimotor		0.28	Gur et al., 2001
NES2	FTT	HRB FTT	0.69–0.74	Krengel et al., 1996
NES2	Symbol digit	WAIS-R Digit Symbol	0.45	Krengel et al., 1996
NES2	Symbol digit	Digit Symbol	0.47	
NES2	FTT	FTT	0.22	
NES2	Hand Eye Coordinatio	Purdue Pegboard	0.19–0.21	
NES3	FTT	HRB FTT	0.53–0.59	Proctor et al., 2000

표 F.3 전산화와 기존 집행 기능 검사의 동시 타당도

Battery	Test/domain	Conventional test	<i>r</i>	Reference
CalCAP	Executive function	Categories, Trails B, Stroop	0.36–0.43	Gonzalez et al., 2002
CANS-MCI	Stroop	Digit Symbol	0.59	Tornatore et al., 2005
COGSCREEN	Tracking	Flight simulator	0.00–0.44	Taylor et al., 2000
COMP NCOG SCAN	Executive function		0.52	Gur et al., 2001
NES3	Sequences A	Trails A	0.44	Proctor et al., 2000
NES3	Sequences A	Trails B	0.6	Proctor et al., 2000
MicroCog	Analogies		0.41	Green et al., 1994
WAIS-III	Processing Speed	Trails B	0.4–0.66	Tulsky et al., 2001
WAIS-III	Processing Speed	WCST	0.3–0.48	Tulsky et al., 2001

표 F.4 전산화와 기존 주의력 검사의 동시 타당도

Battery	Test/domain	Conventional test	<i>r</i>	Reference
CalCAP	Attention/working memory	PASAT, Digit Span, WMS Vis Span	0.24–0.37	Gonzalez et al., 2002
CDR	Spatial working memory	MMSE	0.94	Keith et al., 1998
CDR (COGDRAS-D)	Number vigilance	MMSE	0.27	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Number vigilance	Kew Test of memory, aphasia & parietal function	0.25	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Number vigilance	Kendrick Digit Copying	0.18	Simpson et al., 1991
COGSCREEN	Speed, working memory	Flight simulator	0.06	Taylor et al., 2000
CPT	Omission errors	WISC-R Coding	0.32	Klee & Garfinkel, 1983
CPT	Commission errors		0.25	Klee & Garfinkel, 1983
CPT	Total Errors		0.31	Klee & Garfinkel, 1983
CSI (HEADMINDER)	Attention/working memory	Digit Span	0.62	www.headminder.com
NES2	Digit Span	WAIS-R Digit Span	0.34–0.79	Krengel et al., 1996
NES2	Digit Span forward	Digit Span forward	0.44	
NES2	Digit Span backward	Digit Span backward	0.49	
NES3	Symbol Digit	WAIS-R DSST	0.7	Proctor et al., 2000
NES3	Visual Span	WAIS-R Vis Rep immediate recall	0.2–0.35	Proctor et al., 2000
NES3	Visual Span	WAIS-R Vis Rep delayed recall	0.35–0.56	Proctor et al., 2000
MicroCog	Numbers forward &		0.43–0.56	Green et al., 1994
MicroCog	Attention Index		0.72–0.85	Elwood, 2001
Working memory T	Alphabet Span	Alphabet Span	0.23–0.47	Waters & Caplan, 2003
Working memory T	Backward Digit Span	Backward Digit Span	0.22–0.55	Waters & Caplan, 2003
Working memory T	Missing Digit Span	Missing Digit Span	0.14–0.27	Waters & Caplan, 2003
Working memory T	Subtract 2 Span	Subtract 2 Span	0.29–0.74	Waters & Caplan, 2003
Working memory T	Running Item Span	Running Item Span	0.17–0.61	Waters & Caplan, 2003
Working memory T	Sentence (simple)	Sentence (simple)	0.23–0.67	Waters & Caplan, 2003
Working memory T	Sentence (complex)	Sentence (complex)	0.18–0.77	Waters & Caplan, 2003
WAIS-III	Working memory	MicroCog Memory Index	0.15–0.55	Tulsky et al., 2001

표 F.5 전산화와 기존 반응 시간 검사의 동시 타당도

Battery	Test/domain	Conventional test	<i>r</i>	Reference
CalCAP	Information processing	SDM, RT	0.35–0.38	Gonzalez et al., 2002
CANS-MCI	General reaction time	Digit Symbol	0.53	Tomatore et al., 2005
CDR	Choice reaction time	MMSE	0.54	Keith et al., 1998
CDR (COGDRAS-D)	Choice reaction time	MMSE	0.6	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Choice reaction time	Kew Test of memory, aphasia and parietal function	0.7	Simpson et al., 1991
CDR (COGDRAS-D)	Choice reaction time	Kendrick Digit Copying	0.59	Simpson et al., 1991
CRI (Headminder)	Processing speed	Symbol Digit	0.66	Erlanger et al., 2003
CRI (Headminder)	Simple reaction time	Grooved Pegboard	0.46–0.6	Erlanger et al., 2003
CRI (Headminder)	Complex reaction time	Grooved Pegboard	0.59–0.7	Erlanger et al., 2003
CSI (Headminder)	Response speed	Trails A and B	0.73–0.74	www.headminder.com
CSI (Headminder)	Processing speed	Symbol Digit Modalities	0.58–0.65	www.headminder.com
MicroCog	Reaction time		0.59–0.85	Elwood, 2001
WAIS-III	Processing speed	Trails A	0.12–0.56	Tulsky et al., 2001

## References

- Baker, E. L., Letz, R. E., Fidler, A. T., Shalat, S., Plantamura, D., & Lyndon, M. (1985). A computer-based neurobehavioral evaluation system for occupational and environmental epidemiology: methodology and validation studies. *Neurobehavioral Toxicology & Teratology*, *7*, 369–377.
- Barkley, R. A. (1977). A review of stimulant drug research with hyperactive children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *18*, 137–165.
- Barr, W. B. (2003). Neuropsychological testing of high school athletes. Preliminary norms and test-retest indices. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *18*, 91–101.
- Bird, C. M., Papadopoulou, K., Ricciardelli, P., Rossor, M. N., & Cipolotti, L. (2003). Test-retest reliability, practice effects and reliable change indices for the recognition memory test. *British Journal of Clinical Psychology*, *42*, 407–425.
- Bornstein, R. A., Miller, H. B., & Van Schoor, J. T. (1989). Neuropsychological deficit and emotional disturbance in head-injured patients. *Journal of Neurosurgery*, *70*, 509–513.
- Collie, A., Maruff, P., Darby, D. G., & McStephen, M. (2003). The effects of practice on the cognitive test performance of neurologically normal individuals assessed at brief test-retest intervals. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *9*, 419–428.
- Coughlan, A. K., & Hollows, S. E. (1984). Use of memory tests in differentiating organic disorder from depression. *British Journal of Psychiatry*, *145*, 164–167.
- Dikmen, S. S., Temkin, N. R., Miller, B., Machamer, J., & Winn, H. R. (1991). Neurobehavioral effects of phenytoin prophylaxis of posttraumatic seizure. *Journal of the American Medical Association*, *265*, 1271–1277.
- Dikmen, S. S., Heaton, R. K., Grant, I., & Temkin, N. R. (1999). Test-retest reliability and practice effects of expanded Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *5*, 346–356.
- Dodrill, C. B., & Troupin, A. S. (1975). Effects of repeated administrations of a comprehensive neuropsychological battery among chronic epileptics. *Journal of Nervous and Mental Disease*, *161*, 185–190.
- Dougherty, D. M., Marsh, D. M., Moeller, F. G., Chokshi, R. V., & Rosen, V. C. (2000). Effects of moderate and high doses of alcohol on attention, impulsivity, discriminability, and response bias in immediate and delayed memory task performance. *Alcohol and Clinical Experimental Research*, *24*, 1702–1711.
- Dulcan, M. & Popper, C. (1991). *Concise Guide to Child and Adolescent Psychiatry*. Washington.
- Elwood, R. W. (2001). MicroCog: Assessment of cognitive functioning. *Neuropsychology Review*, *11*, 89–100.
- Epstein, J. N., Johnson, D. E., Varia, I. M., & Conners, C. K. (2001). Neuropsychological assessment of response inhibition in adults with ADHD. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, *23*, 362–371.
- Erlanger, D., Feldman, D., Kutner, K., Kaushik, T., Kroger, H., Festa, J., et al. (2003). Development and validation of a web-based neuropsychological test protocol for sports-related return-to-play decision-making. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *18*, 316.
- Forbes, G. B. (1998). Clinical utility of the Test of Variables of Attention (TOVA) in the diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychology*, *54*, 461–476.
- Franzen, M. D., Tishelman, A. C., Sharp, B. H., & Friedman, A. G. (1987). An investigation of the test-retest reliability of the Stroop Color-Word Test across two intervals. *Archives in Clinical Neuropsychology*, *2*, 265–272.

- Gill, D. M., Reddon, J. R., Stefanyk, W. O., & Hans, H. S. (1986). Finger tapping: Effects of trials and sessions. *Percept and Motor Skills*, *62*, 675–678.
- Golden, C. J. (1978). *Stroop Color and Word Test: A Manual for Clinical and Experimental Uses*. Illinois: Stoelting Company.
- Goldstein, G., & Watson, J. (1989). Test-retest reliability of the Halstead-Reitan Battery and the WAIS in a neuropsychiatric population. *Clinical Neuropsychologist*, *3*, 265–272.
- Gonzalez, H., Mungas, D., & Haan, M. (2002). A verbal learning and memory test for English- and Spanish-speaking older Mexican-American adults. *Clinical Neuropsychologist*, *16*, 439–451.
- Green, R. C., Green, J., Harrison, J. M., & Kutner, M. H. (1994). Screening for cognitive impairment in older individuals. Validation study of a computer-based test. *Archives of Neuropsychology*, *51*, 779–786.
- Gualtieri, C., & Johnson, L. (2005). Allocation of Attentional Resources in Patients with ADHD: Maturational Changes from Age 10 to 29. *Journal of Attention Disorders*, *9*, 534–542.
- Gualtieri, C., & Johnson, L. (2006). Neurocognitive testing supports a broader concept of mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimers Related Dementia*, *20*, 359–366.
- Gur, R. C., Ragland, J. D., Moberg, P. J., Turner, T. H., Bilker, W. B., Kohler, C., et al. (2001). Computerized neurocognitive scanning: I. Methodology and validation in healthy people. *Neuropsychopharmacology*, *25*, 766–776.
- Hindmarch, I. (1980). Psychomotor function and psychoactive drugs. *British Journal of Clinical Pharmacology*, *10*, 189–209.
- Hutt, S. J., Jackson, P. M., Belsham, A., & Higgins, G. (1968). Perceptual-motor behaviour in relation to blood phenobarbitone level: A preliminary report. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *10*, 626–632.
- Kane, R. L., & Kay, G. G. (1992). Computerized assessment in neuropsychology: A review of tests and test batteries. *Neuropsychology Review*, *3*, 1–117.
- Keith, M. S., Stanislav, S. W., & Wesnes, K. A. (1998). Validity of a cognitive computerized assessment system in brain-injured patients. *Brain Injury*, *12*, 1037–1043.
- Klee, S. H., & Garfinkel, B. D. (1983). The computerized continuous performance task: a new measure of inattention. *Journal of abnormal child psychology*, *11*, 487–495.
- Krengel, M., White, R. F., Diamond, R., Letz, R., Cyrus, P., & Durso, R. (1996). A comparison of NES2 and traditional neuropsychological tests in a neurologic patient sample. *Neurotoxicology & Teratology*, *18*, 435–439.
- Le, T. H., Pardo, J. V., & Hu, X. (1998). 4 T-fMRI study of nonspatial shifting of selective attention: Cerebellar and parietal contributions. *Journal of Neurophysiology*, *79*, 1535–1548.
- Lemay, M., Bertram, C. P., & Stelmach, G. E. (2004). Pointing to an allocentric and egocentric remembered target. *Motor Control*, *8*, 16–32.
- Letz, R., DiIorio, C. K., Shafer, P. O., Yeager, K. A., Schomer, D. L., & Henry, T. R. (2003). Further standardization of some NES3 tests. *Neurotoxicology*, *24*, 491–501.
- Levin, E. D., Conners, C. K., Silva, D., Canu, W., & March, J. (2001). Effects of chronic nicotine and methylphenidate in adults with attention deficit/hyperactivity disorder. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *9*, 83–90.
- Lezak, M. D. (1994). Domains of behavior from a neuropsychological perspective: the whole story. *Nebraska Symposium on Motivation*, *41*, 23–55.
- Lindsay, R. L., Tomazic, T., Levine, M. D., & Accardo, P. J. (2001). Attentional function as measured by a continuous performance task in children with dyscalculia. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, *22*, 287–292.
- Lopez, S. J., Edwards, L. M., Floyd, R. K., Magyar-Moe, J., Rehfeldt, J. D., & Ryder, J. A. (2001). Note on comparability of MicroCog test forms. *Perceptual and Motor Skills*, *93*, 825–828.
- Lowe, C., & Rabbitt, P. (1998). Test/re-test reliability of the CANTAB and ISPOCD neuropsychological batteries: theoretical and practical issues. Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery. International Study of Post-Operative Cognitive Dysfunction. *Neuropsychologia*, *36*, 915–923.
- McCaffrey, R. J., & Lynch, J. K. (1992). A methodological review of “method skeptic” reports. *Neuropsychology Review*, *3*, 235–248.
- McGee, R. A., Clark, S. E., & Symons, D. K. (2000). Does the Conners’ continuous performance test aid in ADHD diagnosis? *Journal of Abnormal Child Psychology*, *28*, 415–424.
- Mirksy, A. F., & van Buren, J. M. (1965). On the nature of the “absence” in centrencephalic epilepsy: a study of some behavioral, electroencephalographic and autonomic factors. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *18*, 348.
- Mitrushina, M., Satz, P., Chervinsky, A., & D’Elia, L. (1991). Performance of four age groups of normal elderly on the Rey Auditory-Verbal Learning Test. *Journal of Clinical Psychology*, *47*, 351–357.



- Mitrushina, M. N., Boone, K. B., & D'Elia, L. F. (1999). *Handbook of Normative Data for Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Nagahama, Y., Sadato, N., Yamauchi, H., Katsumi, Y., Hayashi, T., Fukuyama, H., et al. (1998). Neural activity during attention shifts between object features. *Neuroreport*, *9*, 2633–2638.
- Proctor, S., Letz, R., & White, R. (2000). Validity of a computer-assisted neurobehavioral test battery in toxic encephalopathy. *Neurotoxicology*, *21*, 703–714.
- Rey, A. (1964). *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Riccio, C. A., & Reynolds, C. R. (2001). Continuous performance tests are sensitive to ADHD in adults but lack specificity. A review and critique for differential diagnosis. *Annals of the New York Academy of Science*, *931*, 113–139.
- Riccio, C. A., Waldrop, J. J., Reynolds, C. R., & Lowe, P. (2001). Effects of stimulants on the continuous performance test (CPT): implications for CPT use and interpretation. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, *13*, 326–335.
- Ringendahl, H. (2002). Factor structure, normative data and retest-reliability of a test of fine motor functions in patients with idiopathic Parkinson's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *24*, 491–502.
- Rohlman, D. S., Bailey, S. R., Brown, M., Blanock, M., Anger, W. K., & McCauley, L. (2000). Establishing stable test performance in tests from the Behavioral Assessment and Research System (BARS). *Neurotoxicology*, *21*, 715–723.
- Rosvold, H. E., & Delgado, J. M. (1956). The effect on delayed-alternation test performance of stimulating or destroying electrically structures within the frontal lobes of the monkey's brain. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, *49*, 365–372.
- Ruff, R. M., & Parker, S. B. (1993). Gender- and age-specific changes in motor speed and eye-hand coordination in adults: normative values for the Finger Tapping and Grooved Pegboard Tests. *Perceptual and Motor Skills*, *76*, 1219–1230.
- Salinsky, M. C., Storzbach, D., Dodrill, C. B., & Binder, L. M. (2001). Test-retest bias, reliability, and regression equations for neuropsychological measures repeated over a 12–16-week period. *Journal of International Neuropsychological Society*, *7*, 597–605.
- Schweiger, a., Doniger, G. M., Dwolatzky, T., Jaffe, D., & Simon, E. S. (2003). Reliability of a novel computerized neuropsychological battery for mild cognitive impairment. *Acta Neuropsychologica*, *1*, 407–413.
- Shapiro, D. M., & Harrison, D. W. (1990). Alternate forms of the AVLT: a procedure and test of form equivalency. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *5*, 405–410.
- Simpson, P. M., Surmon, D. J., Wesnes, K. A., & Wilcock, G. K. (1991). The cognitive drug research computerized assessment system for demented patients: A validation study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *65*, 95–102.
- Smith, A. (1982). Symbol Digit Modalities Test (SDMT). Manual (Revised). Los Angeles, Western Psychological Services. Smith, D. W. & Jones, K. L. (1982). *Recognizable Patterns of Human Malformation*. (3 ed.) Philadelphia: Saunders.
- Soukup, V. M., Bimbela, A., & Schiess, M. C. (1999). Recognition memory for faces: Reliability and validity of the warrington Recognition Memory Test (RMT) in a neurological sample. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, *6*, 287–293.
- Spreen, O., & Strauss, E. (1991). *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms and commentary*. New York: Oxford University Press.
- Sykes, D. H., Douglas, V. I., Weiss, G., & Minde, K. K. (1971). Attention in hyperactive children and the effect of methylphenidate (ritalin). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *12*, 129–139.
- Taylor, E. M. (1959). *The appraisal of children with cerebral deficits*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Taylor, J. L., O'Hara, R., Mumenthaler, M. S., & Yesavage, J. A. (2000). Relationship of CogScreen-AE to flight simulator performance and pilot age. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, *71*, 373–380.
- Tornatore, J. B., Hill, E., Laboff, J. A., & McGann, M. E. (2005). Self-administered screening for mild cognitive impairment: initial validation of a computerized test battery. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, *17*, 98–105.
- Tulsky, D. S., Saklofske, D. H., Wilkins, C., & Weiss, L. G. (2001). Development of a general ability index for the Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition. *Psychological Assessment*, *13*, 566–571.
- Vadhan, N. P., Serper, M. R., Harvey, P. D., Chou, J. C., & Cancro, R. (2001). Convergent validity and neuropsychological correlates of the schedule for the assessment of negative symptoms (SANS) attention subscale. *Journal of Nervous and Mental Disease*, *189*, 637–641.
- Waters, G. S. & Caplan, D. (2003). The reliability and stability of verbal working memory measures. *Behavior*



- research methods, instruments, & computers: a journal of the Psychonomic Society, Inc.*, 35, 550–564.
- Weber, B., Fritze, J., Schneider, B., Simminger, D., & Maurer, K. (1998). Computerized self-assessment in psychiatric in-patients: acceptability, feasibility and influence of computer attitude. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 98, 140–145.
- Wohlberg, G. W., & Kornetsky, C. (1973). Sustained attention in remitted schizophrenics. *Archives in General Psychiatry*, 28, 533–537.