

연구보고서

컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구

사공준 · 박철용 · 배대석 · 허한철 · 손수호 · 조성민 · 배성진

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2020 년 10 월

연구기관: 영남대학교 산학협력단

연구기간: 2020.04.12.~ 2020.11.30.

연구책임자: 사공준 (영남대학교 의과대학 교수)

공동연구원: 박철용 (영남대학교 의과대학 교수)

공동연구원: 배대석 (영남대학교병원 정신건강의학과 담당)

보조연구원: 허한철 (영남대학교병원 직업환경의학과 전공의)

보조연구원: 손수호 (영남대학교병원 직업환경의학과 전공의)

보조연구원: 조성민 (영남대학교병원 직업환경의학과 전공의)

보조연구원: 배성진 (영남대학교병원 직업환경의학과 전공의)

요 약 문

연구기간 2020.04.12.~ 2020.11.30.

핵심 단어 KCNT, 신경행동검사, 신경계 유해인자

연구과제명 컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구

1. 연구배경

○ 유기용제에 의한 중추신경계의 이상은 증상이 비특이적이고 만성으로 경과가 진행되면 비가역적, 영구적인 장애로 이어질 수 있으므로 조기에 발견하는 것이 필수적이다. 현재, 특수건강검진 유해인자 중 신경계통에 영향을 미치는 여러 인자의 검사는 현재 1차 검사에서 의사의 문진, 이학적 검사로만 시행되고 있는 현실이다. 1차 검사에서 증상이 있는 수검자는 2차 검사로 컴퓨터 신경행동검사 또는 임상심리검사 등을 받도록 제시되어 있으나 현재 거의 실시되고 있지 않다. 이는 일선 검진기관의 입장과 사업장과의 협의 등 현실적인 원인이 있을 수 있겠으나, 명문화, 수치화된 1, 2차 검사 대상자 선별기준, 검사과정과 판정에 대한 표준화 방법 부재에 따른 실무진들의 소극적 태도가 제일 주요한 원인으로 평가된다. 따라서, 근로자들의 중추신경계 장애를 예방하고, 증상이 있는 근로자의 조기발견을 위해 특수건강검진에서의 컴퓨터 신경행동검사를 활성화하기 위한 방법을 제시하는 연구를 수행하였다.

2. 주요 연구내용

□ 연구결과

○ 신경계 유해인자에 노출된 근로자의 근무경력 및 문진표상의 결과에 따라 1차 검사에서 신경행동검사의 실시 대상자 선별안을 제시하였

다.

○ 1차 검사 결과에서 하위 30%를 cut-off로 실시한 결과, 약 10%의 수검자가 요관찰자에 해당되어 2차 검사를 실시하였다. 이들을 대상으로 신경행동검사 6개 항목을 선정하여 2차 검사를 수행하였다.

○ 선별검사 실시 대상자 240명 중 9.8%인 23명에서 C1, 0.8%인 2명에서 D1에 해당되는 결과를 보였다.

○ 신경행동검사를 수행할 검사 인력을 위한 검사자 매뉴얼과 의사를 위한 표준화된 판정지침안을 제시하였다.

○ 위의 결과를 토대로 신경행동검사 대상자, 판정지침의 가이드라인을 제시하고 실무지침 개선을 위한 후속 연구과제의 방향을 제시하였다.

□ 시사점

○ 신경계 유해인자 노출 근로자들 중 10년 이상 경력이 있거나 또는 관리가 필요한 개인을 대상으로 특수건강진단에서 신경행동검사를 1차에 실시했을 때, 신경계 선별검사로서의 가능성을 확인하였다.

○ 기존에 2차 검사로 거의 실시 되지 않았던 신경행동검사를 적용한 결과 1% 수준에서 D1에 해당되는 수준의 유소견자가 발견되었다.

3. 연구 활용방안

□ 제 언

○ 신경계 유해인자에 노출되는 근로자 중 요관찰자, 유소견자를 특수건강진단에서 선별하여 조기 예방하기 위해 컴퓨터 신경행동검사를 1차 검사에 실시할 필요성이 있다.

○ 본 연구에서 제안한 선별검사안, 판정지침안의 활용성을 검토하여 향후 실무지침 개정 작업 등의 근거자료로 활용할 수 있을 것이다.

□ 개선방안

- 일선 특수건강진단 기관에서 신경행동검사를 실시하고 지속가능할 수 있도록 제도 정비와 지침 마련이 필요하다.
- 후속사업으로써 본 연구에서 적용된 선정지침, 판정지침을 여러 특수건강진단 기관에 확대 적용하는 연구가 필요하다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 영남대학교 의과대학 교수 사공준
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이미영 연구위원
 - Tel: 052-703-0855
 - E-mail: cookmom@kosha.or.kr

차례

I. 서론	1
1. 연구목적 및 필요성	1
2. 연구 목표	4
3. 기대효과 및 활용방안	5
II. 문헌고찰	6
1. 신경독성물질	6
2. 유기용제와 만성독성뇌증	12
3. 만성독성뇌증의 분류	16
4. 독성물질 노출에 의한 중추신경계 장애 진단방법	20
5. 신경행동검사	25
III. 연구 방법	36
1. 연구 참여기관 및 대상자의 선정	36
2. 검사배터리에 대한 신뢰도 확인	42
3. KCNT 프로그램 사용자 교육과 표준화	44
IV. 연구 결과	55
1. 컴퓨터 신경행동검사의 실시	55

2. 검사자의 Feedback	71
3. 특수건강진단 실무지침 개정안 제시	78
4. 연구의 제한점, 향후 개선방향	83
V. 결론	91
1. 요약	91
2. 제언	92
참고문헌	99
Abstract	93
부록	101

표 차례

[표 I -1] 2018년도 건강진단 종류별 실시현황	2
[표 I -2] 만성독성뇌증 인정사례	2
[표 II -1] 신경독성물질의 종류, 노출원 및 임상적 특징	6
[표 II -2] 만성독성뇌증의 분류	19
[표 II -3] 기본적인 신경학적 검사	23
[표 II -4] 컴퓨터 신경행동검사와 면접시 신경행동검사의 장단점의 비교	32
[표 III-1] 부호숫자짜짓기 검사의 타당도	37
[표 III-2] 신경행동검사 2차 선택검사시 검사항목	41
[표 III-3] 컴퓨터 신경행동검사, 재검사에서의 평균 수행점수와 신뢰도 계수	43
[표 IV-1] 기관별 신경행동검사 실시건수	56
[표 IV-2] 수검자의 연령, 성별분포	57
[표 IV-3] 수검자의 학력 분포	57
[표 IV-4] 수검자의 연령대별 점수, 반응속도, 표준편차의 분포	58
[표 IV-5] 2차검사 실시자의 1차 검사 결과	60
[표 IV-6] 2차검사 실시자의 검사 결과	71
[표 IV-7] 신경행동검사에 대한 검사자의 의견	73
[표 IV-8] 신경행동검사의 활용도 선정지침, 판정지침에 대한 의견 ..	75
[표 IV-9] 특수건강진단 신경계 검사별 수가(2019년 기준)	85
[표 IV-10] 전산화신경인기능검사의 상대가치점수	86

[표 IV-11] CNT-주의력검사(CNT-Attention)의 상대가치점수	87
[표 IV-12] CNT-기억력(CNT-Memory) 검사의 상대가치점수	87
[표 IV-13] 신경행동검사 항목별 수가 산정 기준안	88

그림 차례

[그림 I -1] 신경계 선별검사 기준에 따른 위양성, 위음성자와 요관찰자, 유소견자 모식도	3
[그림 III-1] 연구추진단계	36
[그림 III-2] 출장검진에서의 부호숫자 짝짓기 검사	39
[그림 III-3] 부호 숫자 짝짓기 결과화면	40
[그림 III-4] 검사자 실무 교육과 단체 대화방 개설	45
[그림 III-5] 검사자 교육 매뉴얼	54
[그림 IV-1] 수검자의 연령대별 점수 평균 변화	59
[그림 IV-2] 수검자의 연령대별 반응속도 평균 변화	59
[그림 IV-3] 수검자의 연령대별 반응속도 표준편차 변화	60
[그림 IV-4] 선택반응시간 (수검자 A)	61
[그림 IV-5] 글자색 맞추기 검사 (수검자 A)	61
[그림 IV-6] 숫자 더하기 검사 (수검자 A)	62
[그림 IV-7] 숫자 구분 검사 (수검자 A)	62
[그림 IV-8] 숫자 외우기 검사 (수검자 A)	63
[그림 IV-9] 부호 숫자 짝짓기 검사 (수검자 A)	63
[그림 IV-10] 선택반응시간 (수검자 B)	65
[그림 IV-11] 글자색 맞추기 검사 (수검자 B)	65
[그림 IV-12] 숫자 더하기 검사 (수검자 B)	66
[그림 IV-13] 숫자 구분 검사 (수검자 B)	66
[그림 IV-14] 숫자 외우기 검사 (수검자 B)	67

[그림 IV-15] 부호 숫자 짝짓기 검사 (수검자 B)	67
[그림 IV-16] 선택반응시간 (수검자 B)	68
[그림 IV-17] 글자색 맞추기 검사 (수검자 B)	68
[그림 IV-18] 숫자 더하기 검사 (수검자 A)	69
[그림 IV-19] 숫자 구분 검사 (수검자 A)	69
[그림 IV-20] 숫자 외우기 검사 (수검자 A)	70
[그림 IV-21] 부호 숫자 짝짓기 검사 (수검자 A)	70
[그림 IV-22] 신경행동검사 프로그램의 인터페이스에 대한 의견	73
[그림 IV-23] 신경행동검사 프로그램의 검사전 설명에 대한 의견	74
[그림 IV-24] 신경행동검사 프로그램의 검사소요시간에 대한 의견	74
[그림 IV-25] 신경행동검사 프로그램의 선별검사로서 활용도에 대한 의견	75
[그림 IV-26] 신경행동검사 프로그램의 수검자 선정지침에 대한 의견	76
[그림 IV-27] 신경행동검사 프로그램의 판정지침에 대한 의견	76
[그림 IV-28] 검진 시 불편함에 대한 응답 분포	77
[그림 IV-29] 신경계 유해인자 취급 근로자의 신경행동검사, 판정 흐름도	82

I. 서론

1. 연구목적 및 필요성

1) 배경 및 필요성

특수건강진단 대상 유해인자 중 유기화합물과 금속류 및 가스류 등 약 95종 이상의 물질들이 중추신경계 장애를 유발할 가능성이 있는 물질로 분류되어 있고, 해마다 해당 근로자들이 이들 물질에 대한 특수건강진단을 받고 있다. 현재 특수건강진단 항목으로 지정된 유기용제는 톨루엔, 크실렌, TCE 등 108종의 유기화합물이 있고, 이중 신경계에 유해한 영향을 미치는 인자는 80여종으로 알려져 있다. 이들 유기용제를 취급하는 근로자들이 신경학적 증상을 호소하거나, 근무기간이 길어 만성노출이 의심될 경우, 2차 검사에 신경행동검사를 시행하도록 지정이 되어 있으나, 특수건강진단 실무에서 이 검사가 활용되는 것은 극히 드문 현실이다. 2018년도 건강진단 종류별 실시현황을 살펴보면, 2017년에 2,023,574건, 2018년에는 2,146,908명의 근로자가 특수건강진단을 받았는데, 이중 유기화합물 취급으로 특수건강진단을 받은 근로자 수는 659,744명이었다. 그러나, 신경행동검사를 2차 검사로 실시한 인원을 파악해보면 2016년도에 192명, 2017년도에 187명, 2018년도에 139명으로 0.1% 미만의 매우 낮은 비율이다<표I-1>. 또한, 최근 20년간 보고된 직업성 만성독성뇌증이 10건 내외의 사례보고 수준임을 볼 때, 이는 다른 선진국에 비해 현저히 낮은 수치이다<표 I-2>. 이는 우리나라가 유기용제 노출을 잘 관리하고 근로자들이 노출이 적어서라기보다는 발견하지 못하고 지나간 사례가 많다는 해석이 현실적이다.

<표-1> 2018년도 건강진단 종류별 실시현황

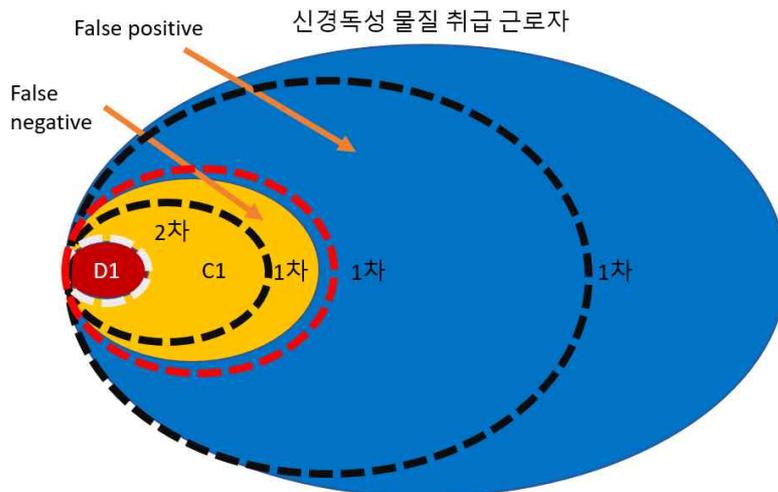
구분	사업장(개소)				근로자(명, 구성비(%))			
	18년	17년	증감	증감률	18년	17년	증감	증감률
전체	93,991	83,388	10,603	11.3	2,147,824	2,023,783	124,041	6.1
특수 건강진단	93,981	83,362	10,619	11.3	2,146,908	2,023,574	123,334	6.1
야간작업	38,743	36,148	2,595	6.7	1,049,195	1,049,195	3,661	3.5
유기화합물					659,744		-	
신경행동 검사실시					139	187	-	

<표-2> 만성독성뇌증 인정사례

년도	나이/ 성별	기간 (년)	산업	작업	노출수준	신경학적 증상	ISW 범주
1991	41/남	1	전자	침윤	-	기억 상실, 인지기능 저하, 보행장애	2B
1992	38/여	1	제화	도장	11.2	보행장애, 실어증, 인지기능 저하, 뇌 MRI의 다발성 강도	3
1998	40/남	10	기계 제조	도장	0.7-15.5	손 마비, 실어증, 소뇌증후군	3
2001	51/남	10	고무 보트	본드 작업	톨루엔: 86-91ppm	안면마비, 우울-불안, 뇌 MRI 백질 병변	3
2001	45/여	10	고무 보트	본드 작업	톨루엔: 86-91ppm	두통, 어지러움, 손과 발의 감각이상	1
2001	45/남	15	조선	도장	0.0-4.6	불면증, 두통, 기억 상실, 우울	2A
2001	48/남	14	조선	도장	0.0-4.6	불면증, 두통, 기억 상실, 강박장애	2A
2002	37/남	10	접착 테잎	도장	-	기억 상실, 자폐 경향	2A
2007	48/남	8	전자	세척	TCE: 41-43ppm	기억 상실, 실어증, 불면증, 우울	2B
2008	44/남	15	고무 벨트	절단	톨루엔: 0.2-0.3 ppm	보행장애, 소뇌성 운동 실조	3

일선의 특수건강진단 기관에서 신경계 유해인자에 대한 1차 검사는 현재 의사의 문진과 이학적 검사로만 한정되어 있는데, 2차 검사가 제대로 시행되지 않고 있는 사유로는 일선 특수건강진단 기관의 사정과 수검자의 상황 등 여러 가지가 있겠으나 1차 검사로 실시할 수 있는 검사 방법과 2차 검사에 대한 방법, 선별기준, 판정 기준 등이 실무지침에 제시되어 있지 않은 것이 가장 큰 원인일 것이다. 따라서, 전체 신경계 유해인자 취급 근로자들 중 적절한 선별기준을 마련하여 최소한의 위양성, 위음성을 내면서 요관찰자(C1), 유소견자(D1)을 파악하는 것이 이상적이다<그림I-1>.

장기간 유기용제를 취급한 근로자들에게서 저농도 만성노출의 경우 대사산물을 이용한 선별검사는 제한점이 있으므로 중추신경계 자각증상이나 기능저하를 조기에 선별할 수 있는 검사도구가 특수건강진단에 활발하게 사용되어야 한다. 이를 위하여 특수건강진단 기관에서 간편하게 중추신경계 기능이상자를 선별하고 확인할 수 있는 표준화된 검사도구와 검사과정을 개발할 필요가 있다. 아울러 검사자와 관련 전문가에게도 명문화된 검사 방법과 판정 지침이 제시되어야 할 필요성이 있다.



<그림 I-1> 신경계 선별검사 기준에 따른 위양성, 위음성자와 요관찰자, 유소견자 모식도

2. 연구 목표

1) 신경행동검사의 필요성 확인

- (1) 국내외 직업성 신경계 질환 역학 및 실태 문헌고찰
- (2) 국내외 직업성 신경계 관련 검진실태 파악

2) 신경행동검사 표준화

- (1) 신경행동검사 대상자 선별기준 제안
- (2) 특수검진기관 실무 종사자를 위한 검사 방법 표준화 제안
- (3) 직업환경의학과 의사를 위한 판정 지침 제안

3) 신경행동검사 확대방안 및 실무지침 개정안 제시

특수건강진단 실무지침 중 신경계 유해인자 노출 근로자에 대한

- (1) 신경행동검사 대상, 방법 판정, 사후관리, 작업복귀 지침 제안
- (2) 신경행동검사 가이드 북 제작
- (3) 2021년 신경행동검사 활성화 시범사업 계획 제안

3. 기대효과 및 활용방안

1) 기대효과

본 연구를 통해 유기용제 취급 근로자들의 신경계통 장애 발생의 실태를 파악하고, 일선 특수검진기관에 신경행동검사의 필요성 및 활용 방안을 제시할 수 있을 것이다.

이를 통해 그 동안 실시되지 않았던 신경행동검사의 확대 실시를 통해 유기용제 노출 근로자의 만성독성뇌증과 같은 직업병의 조기발견, 예방에 기여할 수 있을 것이다.

2) 활용방안

연구성과 활용구분	1. 법제도 반영 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 기술지침·매뉴얼개발 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 사업에 활용 <input type="checkbox"/> 4. 교육, 연구 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 논문게재 및 발표 <input checked="" type="checkbox"/> 6. 특허 출원·등록 <input type="checkbox"/> 7. 후속연구추진 <input checked="" type="checkbox"/> 8. 단행본 발간 <input type="checkbox"/> 9. e-연구리뷰 <input type="checkbox"/> 10. R2P보고서 <input type="checkbox"/> 11. 기타 <input type="checkbox"/>
연구성과 활용계획	본 연구결과에 따라 특수건강진단의 유해인자 중 신경계에 영향을 주는 유기용제 관련 검사의 제도의 활성화, 개선을 도모하고, 근로자건강진단 실무지침 개선을 포함한 2차 검사 지침 및 표준화 방안제시에 근거자료로 활용

II. 문헌고찰

1. 신경독성물질

세계보건기구(WHO, 1986)는 “어떤 독성물질에 만성적으로 폭로되는 경우 그 폭로 수준이 허용농도 이하의 저농도라 할지라도 인체에 유해한 영향을 줄 수 있음이 명백하며 현재는 대규모의 급성중독 사건들에 주의하고 있지만 명백하지는 않으나 중추신경계의 중요한 기능인 지능, 기억, 정서와 다른 신경계에 미치는 만성적 영향에 대해 관심을 기울여야 한다”고 경고한 바 있다. 즉, 신경독성물질에 의한 중독이 초기에는 뚜렷하지 않을 수 있으나, 축적이 지속되는 경우 잠재적 위험은 점차 커지며 삶의 질을 악화시킨다. 현재 유통중인 모든 화학물질들을 대상으로 저농도 만성적 폭로가 중추신경계에 미치는 영향을 검증한 후 이용하는 것은 현실적으로 불가능할 것이나, 일부의 유기용제에서 만성폭로에 의한 건강영향, 신경계 장애가 연구되었다. Anger와 Johnson(1985)은 850종 이상의 화학물질이 신경행동기능의 저하를 일으킬 수 있다고 보고하고, 어떤 물질이 신경독성이 있는 것으로 증명되거나 혹은 추정되는 물질과 비슷한 성분을 가질 경우 이 물질은 안전성이 확인될 때까지는 신경독성이 있다고 추정하는 것이 타당하다고 보고하였다<표II-1>.

<표II-1> 신경독성물질의 종류, 노출원 및 임상적 특징

신경독성물질	노출원	임상양상
금속 비소	살충제, 염료, 방청도료, 전기도금 공장, 해 산물, 용광로, 반도체	급성 : 뇌병증, Mee'line, 경련, 신 부전 만성: 말초신경병, 뇌병증, 과각화증

납	납탄환, 밀조 위스키, 살충제, 칼 습보충제, 차 체판넬공장, 축전기 생산과 재활용공장, 주조 공장, 용광로, 납포함 도료, 송수관	급성 : 뇌병증, 변비, 복통, 포르피 린증 만성 : 뇌병증과 말초신경병
망간	제철소, 용접봉, 금속표면처리, 비 료, 폭죽 제작, 성냥, 건전지	급성 : 기분장애, 환각, 감정불안 만성 : 파킨슨병
수은	실험기구, 전기기구, 아말감, 전기 도금, 사진, 펠트천 제작	급성 : 두통, 감정불안, 구역, 호흡 곤란, 열, 진전, 신부전 만성 : 운동실조, 진전, 뇌병증, 사 회활동 위축, 말초신경병, 치은염
주석	캔공장, 전기부품, 폴리비닐 플라 스틱, 살진 균제	급성 : 기억장애, 경련, 지남력장 애 만성:뇌척수병증
유기용제		
이황화탄소	비스코스레이온, 방부제, 직물공 업, 고무시 멘트, 니스제, 전기도 금공장	급성 : 뇌병증 만성: 말초신경병, 파킨슨병
노말헥산, 메틸부틸케톤 (methyl-N-butyl ketone)	도료, 래커, 니스제, 금속세정 화 합물, 속건성 잉크, 직물공업	급성 : 혼수 만성 : 말초신경병
사염화에틸렌 (perchloroethylene)	도료 제거제, 디그리스, 석유추출 물, 드라이 클리닝, 직물공업	급성 : 혼수 만성 : 말초신경병, 뇌병증
톨루엔 (toluene)	고무용액, 크리닝제, 풀, 도료, 페 인트시너, 래커, 가솔린, 항공연료	급성 : 혼수 만성 : 운동실조, 뇌병증
삼염화에틸렌 (trichloroethylene)	디그리스, 니스제, 전기제품공장, 접제거제, 카 페인추출공정, 드라 이클리닝	급성 : 혼수 만성 : 뇌병증, 뇌신경(trigeminal and facial nerve) 병증
살충제		

유기인제	농약공장, 화학물질 제조	급성 : 콜린성발증(cholinergic crisis) 만성 : 운동실조, 마비, 말초신경병
카바메이트	농약공장, 화학물질 제조, 살충제, 정원관리 제품(예 : Sevin)	급성 : 땀과 침을 흘림, 배뇨정체를 특징으로 하는 콜린성발증 만성 : 진전, 말초신경병

1) 독성물질 노출에 의한 중추신경계 장애의 특징

신경계 독성물질에 만성적으로 폭로됨으로써 발생하는 증상들의 특징은 매우 비특이적이다. 즉, 증상의 대부분이 자신의 자각증상이나, 때로는 가족, 동료들에 의한 진술에 의존할 수밖에 없고, 증상의 표현 역시 사람마다 표현의 방식과 체감하는 강도의 차이가 다양하다. 역설적이게도 중추신경계 장애가 심하게 진행된 상태의 환자에서는 오히려 증상의 호소가 거의 없을 수 있다. 또한, 두통, 만성피로, 수면장애의 증상들이 서로 영향을 주는 것처럼, 주관적 증상들을 이용하여 중독의 여부나 정도를 판단하는 데는 매우 큰 어려움이 따른다(Singer, 1990).

산업현장에서 신경독성물질에 만성적으로 폭로되는 근로자들에게서 발생할 수 있는 중추신경장애는 다음과 같은 특징을 가진다.

1. 장애자체를 포착하기 어렵다(subtle)
2. 장애가 천천히 진행된다 gradual)
3. 뇌세포는 통증없이 파괴된다(no pain cell)
4. 발견되더라도 연령의 증가와 유사한 현상을 보인다(getting old)
5. 일반인들은 이에 대한 이해가 부족하다 (link public awareness)
6. 신경독성은 축적되어 나타나므로 중독자 자신이 장애를 자각하기 어렵다(cumulative)

7. 신경계장애의 잠복기는 매우 길다(long latency period)

(1) 독성물질 노출에 의한 중추신경계 장애 증상

신경계 독성물질의 만성적 노출에 의해 발생하는 증상들은 매우 비특이적이다. 따라서 심한 경우, 증상의 유무를 환자나 가족, 동료들의 주관적 판단에 의존하여 확인할 수도 있고, 중추신경계 장애가 진행된 경우에는 자신의 증상을 정확하게 표현하지 못하는 경우도 있다. 앞서 언급한 것처럼 두통, 만성피로, 수면장애, 성기능 저하 등을 유도하고 수면장애와 성기능 저하가 인격이나 정신활동의 장애를 초래할 수 있는 것이다(Singer, 2009). 신경계 독성물질에 만성적으로 폭로된 근로자들이 흔히 호소하는 중추신경계 관련 자각증상은 다음과 같다.

- (1) 인격의 변화(Personality changes)
 - (가) 흥분성(Irritability)
 - (나) 사회성 감소(Social withdrawal)
 - (다) 동기저하(Amotivation)
- (2) 정신기능의 변화(Mental changes)
 - (가) 단기 기억력 감소(Problems with memory for recent events)
 - (나) 집중력 감소(Concentration difficulties)
 - (다) 정신기능 저하(Mental slowness)
- (3) 수면장애(Sleep disturbance)
- (4) 만성피로(Chronic fatigue)
- (5) 두통(Headache)
- (6) 성기능 저하(Sexual dysfunction)
- (7) 손과 발의 감각이상(Numbness in the hands or feet)

(8) 정신기능의 저하(Recognition that there has been a loss of mental function)

(9) 협조운동장애(Motor incoordination)

가) 인격의 변화

인격의 변화로 나타날 수 있는 대인관계 혹은 사회활동의 변화에 관한 질문을 통하여 인격의 변화를 간접적으로 평가할 수 있다. 이미 중추신경계 장애가 초래된 경우 자신의 증상을 적절히 표현하는 능력이 저하되어 있을 수 있음을 염두에 두어야 하며 환자의 표현을 신뢰할 수 없는 경우 환자를 오랫동안 생활해 온 직장 상사나 동료, 가족들에게 증상을 물어볼 수 있다.

나) 정신기능의 변화

신경독성물질의 만성적 폭로에 의한 중추신경계 장애는 최근의 사건에 대한 기억력을 주로 저하시키며, 오래 전 기억들은 잘 보존되는 경향이 있다. 예를 들어, 폭로전에 입력된 기억은 폭로에 영향을 받지 않으므로 입사 전 혹은 유해물질에 폭로되기 전의 사건에 대한 질문을 통하여 최근의 사건들에 대한 기억을 비교해볼 수 있다. 집중력이 저하된 환자는 의사가 묻는 질문의 요점을 이해하지 못하여 엉뚱한 대답을 하기도 한다.

다) 수면장애

신경독성물질은 수면과 관련된 내분비계를 혼란시키므로 '잠이 잘 오지 않는다', '자다가 자주 깬다', '꿈자리가 사납다', '아주 얇게 잠든다' 등의 증상을 자주 호소할 수 있다.

라) 만성피로

대부분의 근로자들은 늘 피곤하다고 호소한다. 업무량이 증가하여 만성피로가 생길 수도 있으나 신경독성물질에 의한 자율신경계의 기능장애로 피로감이 심해질 수 있음을 염두에 두어야 하며 만성피로에 의한 의욕저하를 호소하는 경우 우울증(depression)과 감별해야 한다.

마) 두통

신경독성물질 노출에 의해 혈관성 두통, 긴장성 두통, 편두통 등이 나타날 수 있고 흔히 여러 기전이 혼합되어 두통을 일으킬 수 있다. 신경독성물질의 대부분이 두통을 일으킬 수 있다는 사실을 염두에 두고 두통의 특성, 부위 및 기간 등에 관한 자세한 문진이 필요하다.

바) 성기능 저하

신경독성물질에 장기간 노출된 근로자는 자신의 성기능 저하를 연령의 증가에 따른 자연스런 변화로 받아들이는 경우가 많고, 스스로 호소하는 경우는 드물며 다른 증상에 비해 구체적 호소가 적은 편이므로 주의깊게 확인해야 한다.

사) 손과 발의 감각이상은 말초신경장애 부분에서 다루어질 것이다.

아) 정신기능의 저하

정신기능이 현저하게 떨어진 느낌은 고농도 신경독성물질의 급성폭로 후에 흔히 나타나며 환자는 폭로전의 일들을 더 잘 기억한다. 많은 환자들이 페인트 스프레이 작업을 한 후부터 머리가 맑지 못하다고 호소한다.

자) 협조운동장애

환자가 협조운동장애를 직접 호소하는 경우는 적으며 ‘웃을 입을 때 단추를 채우기가 예전에 비해 어둔하지는 않습니까?’, ‘손이 떨리거나 어둔해져서 정밀한 작업을 하는 부서에서 다른 부서로 옮긴 적이 있습니까?’라는 질문이 증상의 발견에 도움이 될 수 있다. 한편 기구를 제대로 질 수 없거나 보행이 어려울 정도의 장애는 중추신경계 장애의 최종단계에 해당한다.

중추신경장애 관련증상을 조사할 때 근로자가 호소하는 증상이나 의사에 의해 추가로 확인된 증상은 중추신경계 장애의 가장 초기에 나타나는 징후로서 중추신경계의 영구적 장애를 예방하는데 중요한 역할을 하므로 충분한 시간을 할애해야 한다. 이미 정신기능의 저하가 진행된 근로자의 경우 지각능력, 기억력, 집중력 등의 장애 때문에 질문을 이해하지 못하여 정확한 증상을 조사하기 어려운 경우가 있을 수 있다. 이러한 경우, 직장 동료, 상사 및 가족들로부터 근로자의 중추신경계 관련증상에 대한 정확한 정보를 얻어야 한다.

2. 유기용제와 만성독성뇌증

유기용제는 물에 녹지 않는 지방, 기름, 유지 등과 같은 물질을 녹일 수 있는 화합물이며, 종류가 상당히 많고, 탄소와 수소분자를 기본으로 이루어져 있다. 이들 화합물은 각각의 물리적인 성상이나 구체적인 화학적 성질에 있어서 비슷한 것이 거의 없이 다양하나, 공통적인 특성이 하나 있으며, 신경계에 독성이 있다고 보고되어 왔다. 이는 유기용제가 지방친화도가 높아 지방 성분이 높은 신경계에 친밀성이 있기 때문이다. 유기용제는 인체 내로 흡수되면 주로 간에서 대사가 되며, 뇌와 같은 지방이 풍부한 조직(lipid-rich tissue)에 축적된다(Sainio MA Sr., 2015). 만약 화학물질인 유기용제가 신경계의 신경해부학적인 변화를 유발하거나, 신경화학적, 신경생리학적, 신경행동학적 영향을 나타내어 신경계의 기능이 잘못된 기능을 하게 된다면 신경독성물질이라고 할 수 있다(Harry et al., 2001).

수백만의 근로자들이 매일 규칙적으로 신경독성이 있는 유기용제에 직업적으로 노출되고 있으며, 노출되는 근로자들의 직업은 건축, 금속가공, 자동차 도장, 인쇄, 광택, 강화 플라스틱 제조, 선박제조, 선박 도장 등이 있고, 페인트, 광택제, 접착제, 세척제 등으로 유기용제가 사용되고 있다. 노르웨이에서는 남성 근로자의 11%와 여성 근로자의 7%가 매일 유기용제에 노출되고 있고, 핀란드에서는 근로자 중 20%가 근무 환경 중에서 유기용제를 취급하는데, 10% 정도가 유기용제 때문에 불편함을 느낀다고 보고하고 있다(Leiraet al., 2006; Tuomi and Ahonen, 2010). 영국에서는 규칙적으로 유기용제를 사용하는 근로자가 전체 근로자 중 8%에 해당한다고 보고하고 있고, 미국에서는 유기용제에 노출되는 근로자가 900만 명 이상으로 추정하고 있으며, 이는 일반 인구의 3.7%에 해당한다고 보고하였다. 뉴질랜드의 경우는 인구의 2.7%에 해당하는 10만 명 정도의 근로자가 유기용제에 노출되고 있다고 보고하고 있다(VisserI

et al., 2011; van der Hoek et al., 2001). 전 세계적으로는 유기용제 시장이 매년 2.5%씩 성장하고 있으며, 2015년까지 생산 예상량이 1,990만 톤이고, 수백만 명의 근로자들이 매년 유기용제에 노출되고 있다고 보고하고 있다(Wildes, 2007; Furu et al., 2014).

최근에 와서 사업장 위생과 환경이 좋아지고, 근로자의 개인 보호구 사용이 과거보다 훨씬 양호해져 직업적 노출수준은 감소하고 있으나, 여전히 많은 사업장의 근로자들이 아직 부적절한 환기와 고온 작업으로 유기용제에 노출되고 있다(Kim et al., 2010).

유기용제는 호흡기와 피부를 통하여 흡수가 된다. 스티렌과 같은 유기용제는 혈액에 더 높은 용해성이 있어서 흡입을 하는 경우 더 높은 혈액 농도를 나타낼 수 있으며, 이로 인해 더 심각한 중추신경계 영향을 나타낼 수 있다고 보고하고 있다(Baker et al., 1985). 그러므로 체내에서 “어떤 장기가 혈액이 얼마나 풍부하게 공급되는 조직이나”와 “지방의 구성이 어느 정도가 되느냐”에 따라서 유기용제와 그 대사물질의 축적 정도가 결정되며, 목표 장기가 된다. 또한 저분자성 지방친화성 유기용제는 혈액뇌장벽(blood-brain barrier)을 통과하며 뇌에 축적되게 된다(Jin et al., 2004). 유기용제가 뇌와 같은 신경계에 영향을 주는 기전은 유기용제가 지방친화성이 높아 세포막에 있는 지질구조의 변화를 일으킬 수 있고, 신경세포 접합부에서 전달과정을 저해하여 영향을 준다고 하며(Dodd et al., 2000), 세포의 단백질 중 지방친화부분과 상호작용하여 신경섬유로 가는 축삭의 전달을 저해하여 영향을 주고 있다고 보고하고 있다(Jin et al., 2004). 또 다른 기전은 반응성 산소를 생산하는 것과 관련이 있다. 즉 산화 스트레스, 미토콘드리아 손상, 핵산의 손상 및 유리기 유도 지질 과산화(free-radical-induced lipid peroxidation)가 발생하여 신경세포가 죽을 수도 있는데(Corsi et al., 2007; Vettori et al., 2005), 이 과정에서 유기용제를 흡입하는 경우 N-methyl-D-aspartic acid (NMDA) 수용체 기능이 억제되고, 만성적으로 노출이 되는 경우에는 수용체 조절이 잘못되어 glutamate에 의해 유도되

는 독성이 쉽게 일어나며, 반응성 산소를 더 많이 생성하게 되어 영향을 받는 것으로 보고되고 있다(Dodd et al., 2000; Bowen et al., 2006).

이러한 유기용제의 특성으로 인하여 급성으로 고농도의 유기용제에 노출되면 어지럼증, 불균형, 방향감각상실, 술에 취한 상태 등의 증상이 나타나고, 매우 높은 농도의 유기용제에 노출되면 의식을 잃고, 경련을 일으키거나 사망할 수 있다(Sainio MA Sr., 2015). 그러나 이러한 급성 영향은 굳이 신경독성이라고 말하지않는데, 이는 유기용제 자체의 약리학적 영향으로 신경화학적 변화를 일으키기 때문에 굳이 신경독성이라고 말하지 않는다(Harry et al., 2001). 그러므로 신경독성이라함은 만성독성뇌증(chronic toxic encephalopathy, CTE)처럼 영구적으로 뇌에 영향을 나타내는 것을 말하며, 이는 오랜 기간 동안 저농도의 유기용제에 노출되어 나타날 수 있다(Keski-Santti et al., 2010; van Valen et al., 2012). 1960년대 초 핀란드의 Helena Hanninen에 의해서 이황화탄소 노출에 의한 사례가 보고(Hanninen, 1964)된 후 직업적인 유기용제 노출에 의한 뇌의 만성적인영향의 증거들이 나타나기 시작하였고, 이를 “psycho-organic syndrome”, “organic solvent syndrome”으로 제안되었다. 노르웨이 등의 국가에서도 1970년대에 오랜 기간 동안 유기용제에 노출된 후 발생하는 증상과 증후에 대한 인식과 보고가 있어 오다가, 최근에 와서 만성독성뇌증은 중추신경계에 대한 영구적인 신경독성의 영향으로 정의되고 있으며, 경한 정도의 인지기능 저하에서부터 일할 수 있는 능력을 상실하는 정도의 신경정신학적 기능 이상에 이르기까지 다양하다고 보고하고 있다(van Valen et al., 2012; Sainio MA Sr., 2015). 즉 유기용제에 직업적으로 오랜 기간 노출되는 경우 뇌증(encephalopathy)이 발생할 수 있으며, 이를 유기용제에 의한 만성독성뇌증(solvent induced chronic toxic encephalopathy)으로 서술하고 있다(Baker et al., 1985; Edling et al., 1990; Baker, 1994; Mikkelsen, 1997). International Classification of Diseases (ICD-10)에서는 유기용제에 의한 만성뇌증을 정의된 유발인자(defined causal agent)(코드: T52.x; organic solvent)로 인한 독성뇌

증(toxic encephalopathy)(코드: G92)으로 표기하고 있으며(WHO, 2007), Diagnostic and Statistical Manual for Mental Disorders, Fourth Edition(DSM-IV)에서는 substance-induced persistent dementia (코드: 292.82), amnestic (코드: 292.83), other cognitive disorder (코드: 294.9)로 표기하고 있다(American Psychiatric Association, 1994).

유기용제에 의한 만성독성뇌증의 징후로는 상당히 넓은 범주의 비특이적인 인지적 이상 증상, 신경학적 증상, 신체적 증상, 정서관련 증상이 포함되어 있다(Kaukiainen et al., 2004; Keski-Santti et al., 2009; Sainio MA Sr., 2015). 이러한 증상과 징후는 두 가지 범주로 나눌 수 있는데, 하나는 기억력 손상과 인지 기능손상이 있는 범주이며, 인지기능의 손상은 주의(attention), 집중(concentration), 추상적 개념(abstraction), 사고(thinking), 계획(planning)에서 이상이 있을 수 있다. 또 다른 하나는 정서적 조절(emotional control) 및 동기(motivation)의 손상이며, 정서적 불안정(emotional lability), 흥분(irritability), 추진력 감소(reduced initiative and energy)를 들 수 있다(Sainio MA Sr., 2015). 그러나 이러한 증상들 자체가 비특이적이기 때문에 동일한 증상을 나타낼 수 있는 비직업적인 유해인자도 고려를 해야 한다. 예를 들면 전반적으로 신체 상태가 좋지 않은 경우, 정신의학적인 질환, 음주를 많이 하는 경우, 미취업 상태 등을 들 수 있으며, 이를 고려해야 한다고 보고하고 있다(Kaukiainen et al., 2004; Furu et al., 2012).

이와 같이 넓은 범주에서 만성독성뇌증의 증상과 증후를 서술하고 있지만, 많은 선행 연구에서 연구자들은 만성독성뇌증의 특징으로 인지학적 증상에 초점을 두고 있다. 즉 인지기능관련 증상 중 기억력의 손상과 집중의 어려움을 만성독성뇌증의 특징으로 보고하고 있다(Juntunen, 1978; Edling et al., 1990; Kaukiainen et al., 2009a; Kaukiainen et al., 2009b). 만성독성뇌증을 가진 근로자에 대해 신경정신학적 평가를 해보면 기억력, 특히 작동 기억력(working memory), 학습(learning), 주의력(attention), 시공간(visuospatial) 기능, 추상적

추론(abstract reasoning), 정보처리 속도(speed of information processing)에서 결핍이 발생한다고 보고하고 있다(Morrow et al., 1992; van Hout et al., 2006; Bast-Pettersen, 2009; van Valen et al., 2012).

저농도로 오랜 기간 동안 유기용제에 노출되어 발생하는 인지학적, 정신학적 영향은 상당히 서서히 발생하기 때문에 만성독성뇌증은 객관적으로 진단하기 어렵고, 이러한 이유 때문에 직업병으로 인식되기 어려웠으며, 널리 받아들여지지 않았다. 그러나 최근 수십 년 동안 많은 나라들에서 만성독성뇌증이 직업병으로 받아들여졌고, 1990년부터 유럽에서는 직업병 목록에 인정이 되었으며, 2009년부터 국제노동기구의 직업병 목록에도 포함되었다(Triebig and Hallermann, 2001; Sainio MA Sr., 2015).

3. 만성독성뇌증의 분류

1970년대부터 북유럽에서는 직업적으로 발생하는 만성독성뇌증에 대해 임상적진단 기준을 정하여 사용해왔으며(Juntunen, 1978), 1985년에는 WHO와 함께 유기용제로 인해 발생할 수 있는 만성독성뇌증의 진단기준과 분류를 발표하였다(WHO, 1985). 또한 미국 노스캐롤라이나의 Raleigh에서도 유기용제의 신경행동학적 영향에 대한 워크숍이 개최되어 유기용제로 인한 만성독성뇌증의 진단기준과 분류를 발표하였는데, 이 워크숍에서는 WHO의 분류 중 class II를 두 가지로 구분하여 하나는 성격과 기분에 있어서 변화가 있는 type 2A와 인지기능의 손상을 나타내는 type 2B로 구분하여 발표하였다(Baker and Seppalainen, 1986; Cranmer and Goldberg, 1986) <표II-2>.

이러한 유기용제의 만성적 노출에 의한 만성독성뇌증을 세계보건기구(WHO)에서는 1형(Type I)인 기질적 정동 증후군(organic affective syndrome), 2형(Type II)인 경증 만성독성뇌증(mild chronic toxic encephalopathy), 3형(Type III)인 중증 만성독성뇌증(severe chronic toxic

encephalopathy)의 세 가지 형으로 분류하고 있다. 또한 국제 유기용제 워크숍(International Solvent Workshop, ISW)에서는 WHO의 만성독성뇌증 분류 중 경증 만성독성뇌증을 두 가지로 구분하여 유형 1, 유형 2A, 유형 2B, 유형 3으로 총 네 가지 유형으로 분류하고 있다. WHO 분류 중 기질적 정동 증후군(organic affective syndrome)인 WHO type I은 우울(depression), 불안정(irritability), 무관심, 일상 활동에 대한 흥미 저하(loss of interest in daily activities)의 증상이 수일에서 수 주 동안 지속되며, 후유증은 보통 없고, 가역적인 경우이며, 이러한 증상이 발생하는 병태생리학적 기전은 알려져 있지 않는 경우이다. 경증 만성독성뇌증(mild chronic toxic encephalopathy)인 WHO type II는 기질적 정동 증후군에 비해 증상이 심해지며, 피로, 인격변화, 감정장애, 기억력 감소, 주의력 감소, 정신운동기능(속도, 주의, 스킬) 저하, 단기 기억력 감소가 수주에서 수개월 이상 지속되는 경우이고, 이 경우는 비가역적인 경우도 있다. 중증 만성독성뇌증(severe chronic toxic encephalopathy)인 WHO type III는 가장 심한 경우로, 사회생활과 직업적인 기능 작업에 지장이 있을 정도의 심한 지능 소실이 있고, 추상적 사고의 손상, 판단력 손상이 나타나며, 인격변화가 나타나고, 뇌기능의 장애가 나타나는 경우이다. 이 형태는 경증 만성독성뇌증과 비슷한 비정상적인 형태이나 더 광범위하고 더 심한 기능 결핍이 있는 상태이고, 신경생리학적 검사나 신경방사선영상학적 검사에서 비정상 소견을 찾을 수 있으며, 보통 비가역적인 상태이다.

한편 국제 유기용제 워크숍 분류인 Raleigh 분류 중 “증상만(symptom only)”으로 표기된 Type 1은 증상만 나타나는 경우이며, 환자는 피로(fatigability), 기억력 저하(memory impairment), 집중하기 어려움(difficulty in concentration), 의욕상실(loss of initiative) 등의 비특이적인 증상만 있고, 신경정신학적 기능 이상 등의 객관적인 증거는 없으며, 노출을 중단하면 가역적으로 회복되는 경우이다. Type 2A는 “지속적 인격의 변화와 기분 변화가 있는(sustained personality or mood change)” 상태이며, 피로(fatigue), 정서적 불안

정(emotional lability), 충동조절(impulse control), 전반적인 기분, 의욕(general mood and motivation)과 관련된 인격의 현저하고 지속적인 변화(change in personality)가 있는 경우이다.

Type 2B는 “지적 기능의 손상(impairment in intellectual function)”이 있는 인지기능 장애가 있는 경우로 집중하기 어려움(difficulty in concentration), 기억력 손상(impairment of memory), 학습능력 저하(decrease in learning capacity)가 있으며, 객관적 검사에서 증명이 되는 경우이다. 또한 이 경우는 경미한 신경학적손상이 있을 수 있으며, 이 단계에서 회복의 여부는 불확실한 단계이다. Type 3은 “치매(dementia)”의 단계이며, 전반적인 지능 및 기억력에 현저한 저하(deterioration in intellect and memory)가 있고, 신경학적 증후나 신경방사선영상학적 소견이 함께 나타나기도 한다. 이 단계는 노출을 중지 하면 일반적으로 진행은 되지 않으나 회복되기가 힘든 비가역적인 단계이다.

<표II-2> 만성독성뇌증의 분류

WHO (1985) criteria	International Solvent Workshop (1986) Raleigh criteria
기질성 정동 증후군 (Type 1) 우울, 불안정, 일상 활동 흥미 저하 수일~ 수주 동안 지속, 가역적	유형 1 (Type 1) : 증상만 나타남 피곤, 기억력 저하, 집중력 저하, 의욕상실 등 비특이적 증상 - 인지장애 없으며 가역적
경증 만성독성뇌증(Type 2) 피로, 인격변화, 감정 장애, 기억력 감소, 주의력결핍, 정신운동기능 저하, 단기기억력 감소, 수주~수개월 이상 지속, 회복여부 불확실	유형 2A (Type 2A) : 지속적 기분장애, 인격장애 성격변화 동반 피로, 감정적 불안정, 충동조절장애, 의욕저하, 정동장애 유형 2B (Type 2B) : 인지기능장애 집중력 장애, 기억력 손상, 학습능력 감소 증상, 객관적 검사 인지기능 손상 발견 - 경미한 신경학적 손상 가능, 회복여부 불확실
중증 만성독성뇌증(Type 3) 사회적 직업적 기능에 영향, 심한 기능저하, 기억력 저하, 추상적 사고장애, 판단력 저하, 비가역적	유형 3 (Type 3) : 치매 현저한 전반적 지능 저하, 기억력 장애 - 회복 힘들 노출 중단시 더 진행되지는 않음

4. 독성물질 노출에 의한 중추신경계 장애 진단방법

1) 설문지 증상조사

다수의 근로자를 대상으로 정해진 시간 내에 증상 유소견자를 선별해야 하는 우리나라 근로자 건강진단의 현실을 고려할 때 구조화된 증상조사지는 편리하고 경제적인 방법이 될 수 있으나 증상조사지가 가지는 한계와 단점을 고려하여야만 한다. 즉 증상조사지는 가벼운 증상에 대한 민감도가 낮고, 유사한 증상을 가지는 질병에 대한 특이성이 낮으며, 학력이 매우 낮거나 정신기능이 손상된 환자의 경우 질문을 이해하지 못하여 증상의 호소가 오히려 적을 수도 있음을 유의해야 한다.

2) 신경행동검사(neurobehavioral test)

신경독성물질의 폭로에 의해 가장 먼저 나타나는 기능적 변화(functional change)는 신경행동기능(neurobehavioral performance)의 변화이다. 신경행동검사는 인지기능과 운동기능 등 넓은 범위의 중추신경계 기능을 비침습적으로 평가할 수 있는 검사방법이다. 우리나라에서도 보고된 바 있는 만성중독성 뇌증(chronic toxic encephalopathy)에서도 유기용제에 만성적, 반복적으로 폭로된 환자가 혈액검사, 뇨검사, 간기능검사 등 일반 화학적 검사는 물론 근전도, 뇌파검사 등 신경생리검사가 모두 정상이었음에도 불구하고 지남력, 기억력의 장애가 있고 신경행동검사에서도 주의력, 단기기억력, 계산능력, 판단력 등 신경행동기능이 저하된 것으로 보고된 바 있다(천용희, 1991; 강성규 등, 1992).

신경행동검사의 선택은 검사에 주어진 시간, 얻어야 하는 정보의 양과 질, 검사의 신뢰성과 타당도, 검사가 이루어 지는 주변 환경, 대상자의 특성(연령과 교육수준 등), 검사의 목적 등에 따라 결정된다(Lezak, 1995). 우리나라에 도입

되어 직업환경의학과에서 현실적으로 이용할 수 있는 검사는 면접방식의 WHO-Neurobehavioral Core Test Battery(WHO-NCTB)와 컴퓨터방식의 Korean Computerized Neurobehavioral Tests (KCNT)(Sakong et al., 2007)이 있다.

WHO Neurobehavioral Core Test Battery(WHONCTB)는 Symbol Digit, Digit Span, Benton Visual Retention Test, Santa Ana Dexterity Test, Simple Reaction Time, Pursuit Aiming II 및 Profile of Mood States(POMS)의 7개의 소검사(subtest)로 구성되어 있다. 종이와 연필, 시계를 이용하여 일대 일 면접 방식을 통하여 검사가 이루어지므로 일부 소검사에는 매우 숙련된 검사자가 필요하며 검사과정에 검사자 편견(examiner 제4장 신경계질환425bias)이 개입될 수 있다. 신경행동기능의 점수화에도 주의가 필요한데 특히 Pursuit Aiming의 경우 채점과정에 주관이 개입되기 쉬우므로 결과의 재현성을 유지하기 위해서는 반드시 동일한 사람이 채점을 해야 한다. 필기구에 익숙하지 않은 수검자의 경우 신경행동기능의 저하 잘못 평가될 수 있으므로 주의가 필요하다. Digit Span과 Benton Visual Retention Test는 검사자와 수검자간의 대화를 통하여 검사가 이루어지므로 조용한 검사 공간이 필요하다. 모든 소검사를 수행하는데 약 1시간 가량이 소요되고 한번에 한 명의 피검자만을 검사할 수 있어 여러 사람을 검사할 경우 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. 컴퓨터 신경행동검사(Korean Computerized Neurobehavioral Tests)는 개인용 컴퓨터와 신경행동검사용 프로그램이 검사자를 대신하여 검사와 채점을 한다. 소항목은 Simple Reaction Time(단순반응시간), Choice Reaction Time(선택반응시간), Colour Word (색글자 짝짓기), Digit Classification(숫자구분), Additions(숫자더하기), Symbol Digit(부호숫자 짝짓기), Digit Span(forward, backward)(순방향, 역방향 숫자외우기), Finger Tapping Speed(손가락 두드리기)로 구성되어 있다. 한 검사자가 5-10명의 근로자를 동시에 검사할 수 있어 근로자 집단건강진단이나 직업환경의학과 외래에서 사용하기 편리하다.

대상자의 인구학적 변수, 증상, 과거력 등을 입력할 수 있으며, 검사자의 필요에 따라 소항목의 선택이 자유롭고, 검사시간을 조절할 수 있고, 다양한 종류의 측정치(평균반응시간, 반응시간의 표준편차 등)가 컴퓨터에 의해 자동으로 계산되어 즉시 출력되므로 외래에서 검사 즉시 피검자에게 검사를 설명해줄 수 있다. 컴퓨터 화면을 통하여 검사방법이 설명되므로 설명이 규격화되어 검사자의 역할이 적으므로 검사자 편견을 최소화할 수 있는 장점도 있다. 검사의 타당도와 신뢰도에 관한 연구가 확인되었으며(정종학 등, 1998; 사공준 등, 2000) 신경독성물질에 폭로되지 않은 일반 근로자들의 검사결과가 내장되어 중추신경 장애가 의심되는 피검자의 신경행동기능을 정상인들의 신경행동능력과 즉시 비교할 수 있어 선별기준(예: 정상인의 분포에서 5~10 % 이하를 이상자로 선별)을 적용하기가 매우 편리하다.

3) 신경심리검사 (neuropsychological test)

증상조사에서 중추신경계 관련증상이 확인되고 신경행동검사를 통하여 중추신경기능의 저하가 의심되는 경우 보다 정밀한 검사를 통하여 확진을 할 수 있다. 신경심리검사의 경우 경험이 많은 신경심리검사 전문가에게 의뢰하는 것이 바람직하다. 현재 국내 의료기관의 신경심리검사실에서 일반적으로 실시되는 신경심리검사들은 아래와 같다.

- ① 한국형 웨슬러 지능검사(K-WAIS) : 국내외에서 가장 널리 사용되는 검사로 Verbal Intelligence (언어성 검사)와 Performance Intelligence(기능성 검사)로 구성되어 있으며 정상범위에 관한 자료가 있어 환자의 상태를 평가하기 쉬운 장점이 있다.
- ② Benton 신경정신검사(Benton Neuropsychological Assessment)
- ③ Memory Assessment Scale(MAS)
- ④ Korean Boston Naming Test
- ⑤ Bender Gestalt Test

⑥ Conner' Continuous Performance Test, using Adult Neurological Norm
⑦ Wisconsin Card Sorting Test

4) 신경학적 검사(neurologic examination)

중추신경계 증상을 호소하는 환자에서 신경학적 검사는 필수적이다. 신경학적 검사를 실시함으로써 증상의

정도를 파악할 수 있고 다른 질환과 감별진단을 할 수 있다. 흔히 사용되는 신경학적 검사는 <표II-3>과 같다.

<표II-3> 기본적인 신경학적 검사

Mental status
Orientation (person, place, time)
Concentration (immediate recall. "serial sevens")
Short-term memory (recall of three items at 15 minutes)
Remote memory
Affect (does the patient appear depressed?)
Cranial nerves
I : olfactory (cloves, coffee, or other common odors)
II : visual acuity, visual fields (to confrontation), fundoscopic examination
III, IV, VI: Extraocular movements, pupillary responses
V: facial sensation, strength of muscles of mastication
VII : strength of facial muscles
VIII : hearing to whispered word; tuning fork evaluation (e.g., Rinnes's and Weber's tests with 256-Hz tuning fork)
IX, X: palatal movement
XI : sternocleidomastoid and trapezius muscle strength
XII : tongue strength; any atrophy of tongue; protrusion and lateral

movement
Motor
Tone and muscle bulk Manual strength testing graded using modified Medical Research Council (MRC) scale (0 : no movement ; 1 : flicker of movement ; 2 : moves with gravity eliminated ; 3 : overcomes gravity ; 4 : some resistance, but not normal [4-, 4+ added when appropriate] ; 5 : normal)
Reflexes
Muscle stretch reflexes of ankles, knees, brachioradialis, biceps, triceps: these reflexes are rated 0 to 4 (0 : absent ; 1 : diminished ; 2 : normal ; 3 : hyperactive ; 4 : clonus). Of the cutaneous reflexes, the response to plantar stimulation is the most important.
Sensation
Touch (light touch with finger or cotton wisp) Pain (pin prick) Temperature Position Vibration (128-Hz tuning fork) Cortical sensation (i.e., double simultaneous stimulation, two-point discrimination, graphesthesia)
Cerebellar, station, and coordination
Finger-to-nose and heel-to-shin testing Rapid alternating movements (i.e., finger tapping, opening-closing hand, pronation-supination, heel tapping) Romberg test (stability standing with eyes closed) Normal gait and tandem gait

5) 신경생리검사(neurophysiological tests)

증상조사나 신경행동검사에 비해 보다 객관적인 단서를 얻을 수 있는 장점이 있는 반면 경증도의 중추신경계 기능의 변화에 대한 민감도가 낮은 편이므로

로 신경생리검사에서 정상으로 판명되어도 경증도의 기능이상의 가능성을 염두에 두어야 한다. 뇌파검사(EEG)는 대부분의 의료기관에서 실시하기 편리한 장점이 있으나 민감도가 낮은 편이다. 뇌전위유발검사(brain evoked potentials, BEP)는 환자와의 의사소통에 장애가 있을 때 유용하게 사용될 수 있다. 특히 감각전위유발검사(sensory EP)는 신경독성물질 폭로의 영향을 잘 감지할 수 있다는 보고도 있다(Otto, 1986).

6) 신경영상검사

CT나 MRI를 이용하여 변화를 평가할 수 있고, PET과 SPECT 등을 기능적 평가에 이용할 수 있다. 증상과 신경행동기능의 저하가 있지만, 영상검사에서 정상으로 나타나는 경우가 많다. 비교적 고가의 검사라는 단점 때문에 널리 사용되지는 않으나 유사한 증상의 다른 질환과 감별진단을 위해 사용하기도 한다. CT상에는 대뇌위축이 나타날 수 있으나 매우 드물고 고농도의 톨루엔을 흡입하는 경우(접착제의 흡입) 뇌백질의 광범위한 변화나 시상(thalamus)에 양측성의 low signal intensity가 MRI에 나타나기도 한다. 저농도의 톨루엔에 만성적으로 폭로되는 경우 MRI에는 특이한 소견이 나타나지 않는 것으로 알려져 있다.

5. 신경행동검사

1) 신경행동검사의 필요성

직업환경의학 분야에서 신경행동검사는 크게 두 가지 목적으로 사용될 수 있다. 첫째, 현재 신경계장애를 유발할 수 있는 물리적, 화학적 및 공학적 환경에 폭로되는 근로자들 중 신경계장애를 가지는 근로자를 선별하여 유해인자로

부터 격리, 치료 혹은 적절한 보상을 받도록 조치를 취하는 선별검사로 이용될 수 있다. 한번의 신경행동검사로 이상자를 선별하기 위해서는 신경계장애가 없고 신경독성물질에 폭로되지 않는 근로자들의 평가를 바탕으로 한 참고범위가 필요하다. 신경행동기능 자체가 개인차가 크기 때문에 정상범위자료 구축을 위한 대상자 수는 많아야 한다. 대규모 정상치를 획득하기 위해서는 검사자의 편견이 적은 검사들을 선택하고 여러 연구자들이 표준화된 검사과정을 이용하여 자료를 축적하는 것이 필요한데, 현재 신경독성물질에 폭로되지 않는 사람들의 자료를 이용하여 정상범위의 신경행동기능 즉 표준치를 만드는데 이용할 수 있다. 검사자편견과 표준화된 검사과정을 고려할 때, 검사자편견이 적은 컴퓨터 신경행동검사가 면접식보다 유리하다.

둘째, 현재 이상 수준 혹은 질병에 해당하지 않으나 신경계기능의 저하가 연령증가에 의한 자연적인 저하보다 빠른 속도로 진행되는 고위험군을 조기에 발견하여 유해요인을 차단함으로써 비가역적인 신경계 장애의 진행을 예방하는 것이다. 유기용제에 의한 신경계장애는 신경세포의 파괴로 인한 비가역적 질환이므로 질병의 조기발견이라는 2차 예방보다 질병의 발생을 예방하는 1차예방이 필요하다.

폭로중단을 통한 질병발생의 예방이라는 목적을 달성하기 위해서는 신경행동기능의 변화가 평가되어야 하며 이를 위해서는 신경행동기능의 반복적 측정이 필요하다. 즉 신경행동기능을 반복적으로 측정해야만 중추신경계 기능이 감소되는 속도를 측정할 수 있다.

우리나라 산업보건제도의 현실을 고려할 때 주기적으로 이루어지는 근로자 건강진단에 신경행동검사를 정례적(routine) 검사로 활용하는 것이 하나의 방법이 될 수 있다. 특히 채용시 건강진단과 배치전 건강진단에 기본적인 신경행동검사를 수행한다면 향후 발생할 수 있는 신경계 장애유무를 판단하는데 있어 폭로전 측정치(pre-exposure baseline)로 활용하여 중추신경계 장애를 예방하는데 기여할 수 있다.

신경행동검사를 정례적으로 수행하는 데는 현실적 어려움이 다소 있을 수 있으나 이러한 어려움은 간단하면서도 민감도가 충분한, 경제적인 신경행동검사를 사용함으로써 극복될 수 있을 것이다.

2) 신경행동검사의 의의

만성적으로 진행되는 중추신경계 장애의 특징으로 인하여 현장에서의 집단 건강진단을 통하여 신경독성 물질 폭로근로자의 중추신경계 장애를 조기에 발견하기란 매우 어렵다는 것은 누구나 인정하고 있는 현실이다. 이미 우리나라에서도 보고된 바 있는 만성중독성 뇌증 (chronic toxic encephalopathy)의 경우 유기용제에 만성적, 반복적으로 폭로된 환자가 혈액검사, 뇨검사, 간기능검사 등 일반화학적검사는 물론 근전도, 뇌파검사 등 신경생리학적 검사소견이 모두 정상이었음에도 불구하고 지남력, 기억력의 장애를 호소하고 신경행동검사에서도 주의력, 단기기억력, 계산능력, 판단력 등 신경행동기능이 저하된 것으로 보고된 바 있다(천용희, 1991; 강성규 등, 1992). 만성중독성 뇌증에서 나타난 신경행동검사의 필요성 외에도 신경행동검사를 이용한 신경행동기능의 관찰이 신경계기능을 평가하기 위한 유용한 도구로 활용될 수 있는 타당성은 다음과 같다(Singer, 1990).

1. 신경행동기능은 감각기관을 통하여 측정이 가능하며 감각과 운동신경계는 외부환경과 인체기관의 경계역할을 한다. 그러므로 의사는 감각기관을 통하여 신경행동기능을 평가함으로써 인체의 전체 시스템에 대한 빠른 평가를 할 수 있다.
2. 신경계 기능은 대단히 복잡하기 때문에 인체 반응도 상당히 다양하나 신경행동기능은 양적으로 측정될 수 있는 장점이 있다.
3. 뇌의 해부학적 영상 등 형태학적변화는 신경독성의 대부분의 경우에 있어서 사용이 제한되어져 있고, 더구나 세포수준에서의 변화에 민감하지

못하고, 그 정도가 동일한 물리적 손상에도 매우 상이한 형태를 나타낼 수 있다.

4. 신경행동기능은 화학적 유해인자로 야기되는 기능장애에 특히 민감하다.

5. 뇌는 대단히 민감하고 복잡하기 때문에 실제로 어떠한 조직이 영향을 받더라도 뇌기능 전체가 영향을 받을 수 있으므로 신경행동기능의 관찰은 다른 기관과 조직에 대한 이상을 평가할 수 있다.

6. 뇌 신경세포는 재생되지 않으므로 신경독성물질로부터의 손상은 영구적이고 축적효과를 갖는다. 신경행동기능의 변화는 화학적 독성효과에 의한 뇌기능의 기능적 장애를 가장 빨리 보여준다.

3) 신경행동검사의 개발

산업화 과정에서 발생할 수 있는 화학물질에 의한 신경계장애는 일부 임상 의사 혹은 동물실험을 통해 간헐적으로 보고되어 왔으나 산업장의 작업환경이 많이 개선된 1960~70년대에 이르러 임상적으로 명백하지 않으나 폭로자가 증상이나 기능의 변화를 호소하는 준임상적(subclinical) 장애에 관한 관심이 높아져 저농도의 폭로에 가장 먼저 나타나며, 비침습적이며 운동, 감각, 인지기능 등 넓은 범위의 기능을 평가할 수 있는 신경행동기능의 변화에 관한 연구가 시작되었다.

1960년대 후반 Stewart 등(1968, 1969)이 스티렌과 삼염화에탄의 실험적 폭로에 의한 신경계 영향을 평가하기 위하여 신경행동검사를 사용하였고 Hanninen(1971)은 이황화탄소의 만성적 폭로에 의한 장애를 평가하기 위한 목적으로 신경행동기능을 포괄적으로 평가할 수 있는 검사들을 배터리형태로 사용하여 유기용제의 독성평가에 있어 신경행동검사의 이용을 점차 증가시키는 계기가 되었으며 오늘날 대부분의 신경행동검사가 배터리형태로 구성되는 배경

이 되었다.

4) 신경행동검사 배터리

신경행동검사의 선택은 주어진 상황과 대상자의 특성에 따라 결정되어야 하며 특히 신경계 장애의 선별검사를 위한 검사는 짧은 시간에 많은 정보를 줄 수 있고, 신뢰성과 타당성이 있어야 한다(Lezak,1995). 1960년대 중반부터 1980년대 초반까지 약 60여 가지의 각기 다른 신경행동검사들이 50여 작업장에서 납, 수은, 이황화탄소 등에 노출되는 근로자들의 역학조사를 위해 사용되었다 (Johnson과 Anger,1983). 1980년대 후반에 이르러 185개의 단면조사 연구에 사용된 각종 신경행동검사항목의 종류가 250개에 달함에 따라(Anger, 1990) 표준화된 검사방법에 관한 관심도 증가하게 되었다. 현재까지 개발되어 사용되어 온 배터리형태의 신경행동검사에는 다음과 같은 종류가 있다.

(1) 면접식 신경행동검사

가) Halstead-Reitan Battery

127개의 세부 항목으로 구성된 배터리로서 일부 검사가 신경독성 선별검사에 적당하다 할지라도 배터리 전체를 선별검사 목적으로 이용하기는 비용과 시간이 많이 드는 편이다.

나) Helsinki Neurobehavioral Test Battery

Hanninen(1985)에 의해 개발된 배터리로서 개인의 신경행동기능을 평가하기 위하여 사용된다 .

다) Pittsburgh Occupational Exposures Battery(POET)

신경 독성 효과에 민감한 검사로 그려진 90분 짜리 배터리이다. WAIS-R, Wechsler Memory Scale, 학습 (learning), 기억 (memory), 시각적 공간지각 (visuospatial), 시각운동(visuomotor)검사들로 구성되어 있다 .

라) WHO Neurobehavioral Core Test Battery(NCTB)

가장 먼저 표준화된 신경행동검사 배터리이다. 1983년 WHO와 NIOSH는 근로자의 신경계 장애의 평가에 신경행동검사를 사용한 경험이 있는 각국의 연구자들로 전문가 그룹을 구성하였다. 핀란드의 Hanninen에 의해 주도된 이 그룹은 Symbol Digit, Digit Span, Benton visual memory test, Santa Ana dexterity test, Simple Reaction Time, Pursuit Aiming 및 Profile of Mood States의 7개의 소검사로 Neurobehavioral Core Test Battery를 구성하였다 (Santa Ana 와 Simple Reaction Time 외 다른 검사는 저작권이 있음). POMS는 검사의 구성 당시부터 문화적 배경의 차이에 영향을 많이 받을 것으로 예상되었으나 신경독성의 초기증상으로서 정서장애가 가지는 중요성 때문에 배터리에 포함되었다.

현재 전 세계적으로 가장 많이 사용되는 면접식 신경행동검사 배터리로서 우리나라에서도 이세훈 등(이세훈, 1990; 이세훈과 이승한, 1991; 이세훈 등, 1995)에 의해 보급된 후 많은 연구자들이 적용한 바 있다.

1999년 스웨덴의 스톡홀름에서 열린 '제 7차 직업환경의학분야에서의 신경행동검사 방법과 효과에 관한 국제 심포지움'에서 여러 나라들의 연구결과(중국 130편; 한국 13편; 폴란드 11편; 남아프리카 3편; 미국 3편; 에콰도르 1편)를 토대로 제시된 NCTB의 제한점 및 고려해야 할 요인을 요약하면 다음과 같다. NCTB는 12년 이상의 교육기간을 가지는 성인대상자에서 적절하게 사용될 수 있다. 8-10세 사이의 대상자에서는 타당성이 다소 감소하며 8년 미만의 대상자에서는 타당성을 인정하기 어려운 것으로 나타났다. 즉 낮은 교육수준을 가진 대상자에서 신 행동기능이 저하되어 있을 때 바닥효과(floor effect) 때문인지 혹은 낮은 교육수준으로 인한 기능저하인지를 구분하기가 어렵다. 교육기간 뿐만 아니라 서구식교육이 아닌 다른 교육제도에서 교육받은 대상자의 경우 교육의 질의 차이도 결과해석에 고려되어야 할 혼란변수로 남아있다.

일부 아시아 국가(한국과 중국)에서 적용가능성을 인정받았다 하더라도 아프리카와 남미 등 개발도상국 국가들에 있어 적용가능성(구성 타당도)은 충분

하지 않다. 그러나 이들 지역에서도 폭로군과 대조군을 구분하는 구분타당도 (criterion validity)는 역학적 연구에는 이용할 만한 수준이다 .

각 국가마다의 문화적 배경의 차이가 현실적으로 존재하므로 정서장애를 평가하는 POMS 의 경우 영어권에서는 정서장애를 민감하게 반영할 수 있으나 그 내용을 동양권 즉 한국어나 중국어로 번역하여 사용하기는 어렵다는 것이 한국과 중국연구자들의 공통적인 의견이다.

일대일 면접방식을 통하여 검사가 이루어지므로 매우 숙련된 검사자가 필요하다. 특히 목적 점찍기(Pursuit Aiming)의 경우 채점과정이 매우 주관적이므로 채점의 재현성을 유지하기 위해서는 반드시 동일한 사람이 채점을 해야 한다.

또 다른 문제는 문맹자와 같은 낮은 교육수준의 대상자들에게 검사방법을 정확하게 지시하기가 쉽지 않다는 것이다.

NCTB의 제한점을 개선하기 위한 방안으로 남아프리카의 Nell 등(1999)은 Computerized Performance Probe Test Battery를 개발하여 NCTB와 함께 사용하고 있으며 중국의 Liang 등은 컴퓨터 신경행동검사인 Neurobehavioral Evaluation System(NES)에 바탕을 둔 NES Chinese version에서 중국인의 정서에 맞는 문형을 사용하여 정서장애에 측정에 이용하고 있다. 또 우리나라와 같이 POMS를 사용하지 않는 경우도 적지 않다.

(2) 컴퓨터 신경행동검사

측정의 정확성, 검사방법의 표준화, 자료처리의 용이성 등 컴퓨터가 가지는 고유한 장점을 살리면서 검사자의 주관에 의해 영향을 많이받는 면접식 신경행동검사의 단점을 보완하기 위하여 1980년대 중반부터 컴퓨터를 이용한 신경행동검사를 위한 프로그램이 개발되기 시작하였다. 컴퓨터를 이용한 신경행동검사의 가장 큰 장점은 검사과정 즉 자극의 제시와 반응과정을 표준화할 수 있다는 것이다. 컴퓨터를 이용한 검사의 표준화는 의사와 환자사이의 교감을 감소

시켜 컴퓨터 신경행동검사의 임상적 활용에는 제한점으로 작용하기도 하지만 역학적 연구에서는 매우 큰 장점이 될 수 있다. 즉 많은 양의 자료를 객관적인 방법을 이용하여 구할 수 있어 오차를 줄이고, 공변량의 보정을 통해 보다 견고한 모델을 추정할 수 있다는 역학적 관점에서의 효율성은 근로자 집단을 대상으로 하는 연구자들에게는 큰 매력이 아닐 수 없다<표II-4>.

<표II-4> 컴퓨터 신경행동검사와 면접식 신경행동검사의 장단점의 비교

구분	컴퓨터 신경행동검사	면접식 신경행동검사
상대적 장점	검사방법의 표준화, 정확성, 간결성 반응각각에 대한 측정과 분석검사 항목의 선택성 신속한 결과 검사자 편견이 없다 자료보관의 용이성, 호환성 비전문인도 시행가능	재현성 간단한 장비 자극의 다양성 검사의 보편성 자료의 비교성
상대적 단점	모니터와 키보드로 제한 컴퓨터의 친숙도에 따라 변화 검사도중 피검자의 관찰이 제한 검사자와의 rapport 제한	측정오차의 가능성 많은 시간소요 검사자편견의 가능성검사 중 피드백의 제한 반응각각의 분석이 불가능 어떤 항목에선 객관성 결여

면접식 신경행동검사의 종류만큼 다양하지는 않으나 지금까지 개발되어 역학적 연구에 이용되어온 컴퓨터 신경행동검사는 MicroTox System(EcKerman 등, 1985), Neurobehavioral Evaluation System(NES)(Baker 등, 1985), Cognitive Scanner(Laursen 등, 1985), Swedish Performance Evaluation Systems(SPES)(Gamberale 등, 1989), Milan Automated Neurobehavioral

System(MANS)(Camerino, 1987) 및 Behavioral Assessment and Research System(BARS)(Anger 등, 1997) 등이 있다.

이들 프로그램의 세부내용은 WHO NCTB의 내용과 비슷하나 면접식에 비해 비용이 적게 들고 면접식에서는 수행하기 어려운 검사를 수행할 수 있다. 그 중 NES는 미국과 일본, 중국에서, SPES 는 유럽에서 가장 널리 사용되고 있는 컴퓨터용 신경행동검사 꾸러미이다. 우리나라에서는 한국어로 방법이 설명되고, 검사의 선택과 대상자의 인적사항 등의 입력이 용이하고, 검사자의 필요에 따라 검사시간을 조절할 수 있고, 보다 다양한 측정치(parameter)를 산출하며, 출력된 자료 자체가 검사결과지로 사용될 수 있는 형태로 보완한 우리나라에서 사용하기 적합한 컴퓨터 신경행동검사가 개발되어 사용되고 있다(사공준 등, 1999).

컴퓨터 신경행동검사의 가장 큰 단점은 컴퓨터에 대한 대상자의 경험정도가 다양하다는 것이다. 즉 대상자가 컴퓨터에 매우 미숙하거나 컴퓨터 자체에 거부감을 가질 수 있으며 이와 반대로 어떤 대상자는 자판에 매우 익숙하거나 컴퓨터 게임에 상당한 경험이 있을 수도 있다. 이러한 친숙도의 차이는 천분의 일초 단위로 반응시간을 측정하는 컴퓨터 신경행동검사에 영향을 미칠 수 없다. 특히 통상적으로 이용되는 100여개 이상의 키와 복잡한 문자와 기호가 나열된 자판은 자판에 미숙한 대상자들에게 있어 검사의 난이도를 증가시킬 뿐 아니라 검사시간 자체도 길어질 수 있다. 즉 컴퓨터 자판에 미숙한 사람은 자판을 검색하는데 소요되는 시간이 길고 이 시간이 자극에 대한 반응시간에 추가되므로 신경행동기능이 낮게 평가받을 수 있으며 반대로 자판에 매우 친숙한 사람은 손가락이 반사적으로 키를 누르게 되므로 친숙도가 보통인 사람들에 비해 신경행동기능은 좋게 측정될 수 있을 것이다.

따라서 자판에서 눌러야 할 키를 시각적으로 검색하는데 소요되는 시간을 컴퓨터에 친숙한 사람과 미숙한 사람 모두 일정하게 유지할 수 있는 하드웨어의 개조가 필요할 수 있다. 이 필요성은 검사의 종류에 따라 달라지는데 자극

의 지각, 대뇌의 판단 및 기억, 자판의 시각적 검색, 키를 누르는 반응을 거치게 되는 부호숫자 짝짓기(Symbol Digit), 숫자 더하기 (Additions), 선택반응 시간(Choice Reaction time) 등의 검사에는 단순화된(자판을 새로 고안하거나 기존의 자판에서 검사에 사용되지 않는 키를 제거하여 사용할 수 있다) 키보드를 사용함으로써 자판의 친숙도에 기인한 반응시간의 변이를 최소화해야 할 필요가 있다. 저자들의 연구에서도 컴퓨터 신경행동검사 중 부호숫자 짝짓기와 숫자외우기가 기존의 자판과 개조된 자판에서 유의한 차이를 나타내는 검사로 나타났다(사공 준 등 1999). 한편으로는 프로그램을 단순화하고, 검사방법의 교육이나, 화면의 흐름을 생소하지 않고 자연스럽게 꾸미는 소프트웨어적인 방법들 사용하는 등의 방법들도 친숙도의 차이에 기인하는 오차의 크기를 줄이기 위해 방법으로 시도되어지고 있으나 의학적 목적의 검사방법이 컴퓨터 게임과 유사할 경우 발생할 지도 모를 부작용에 대한 우려도 존재한다. 저자가 경험한 바로는 근로가 가능한 연령층의 대상자의 경우 컴퓨터를 사용한 경험이 없는 사람이라 하더라도 컴퓨터를 이용한 검사에 거부감을 나타내는 대상자는 아직 경험하지 못하였다. 이는 세계에서 컴퓨터 보급률이 가장 높은 국가들 중 하나인 우리나라 근로자들에게는 다른 나라에 비해 컴퓨터 신경행동검사의 적용이 용이할 수 있다.

한편 도구의 친숙도의 차이는 필기구를 사용하는 면접식 신경행동검사에서도 동일하게 발생할 수 있다. 저자의 경험에 의하면 우리나라 생산직 근로자들의 대부분은(현장 간부를 제외하고는) 필기구의 사용하는 횟수가 매우 적어 평소 필기구를 자주 이용하는 근로자와 가끔 이용하는 근로자는 숫자부호 짝짓기와 목적점찍기 등 필기구를 사용하는 검사에서 필기구에 대한 친숙도의 차이가 존재할 것으로 추정된다.

컴퓨터 신경행동검사의 다른 한계는 자극과 반응이 모니터상의 숫자나 무늬 그리고 자판 누름이라는 단순한 형태로 제한되어 그림을 따라 그리거나 선을 잇는 등 공간지각영역의 검사가 제한적이고 자극이 시각적으로만 주어지기 때

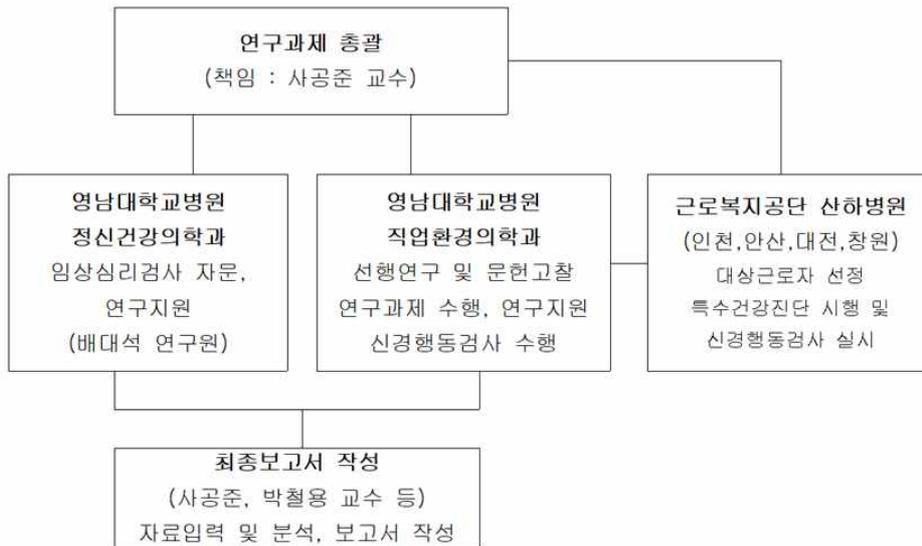
문에 청각적 자극을 이용한 검사가 제한된다. 그러나 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어의 빠른 발전속도를 고려 할 때 컴퓨터 신경행동검사에서 전자펜, 터치스크린의 이용 및 청각적 자극의 개발은 어렵지 않아 이러한 문제는 점차적으로 해결될 전망이나 우리나라의 경우 현장에서 이루어지는 집단건강진단의 현실을 고려할 때 청각적 자극을 이용한 컴퓨터 신경행동검사를 수용하기에는 공간적 제한이 많을 것을 예상되기도 한다. 터치스크린이나 전자펜의 경우 자판의 친숙도 차이 못지 않은 또 다른 친숙도의 차이가 생길 가능성이 있을 뿐 아니라 도구의 경제성이 감소될 우려도 있다.

III. 연구 방법

1. 연구 참여기관 및 대상자의 선정

1) 연구참여기관

전국 특수건강진단 기관에서는 각 지역의 대상 사업장에 따라 그 특성이 매우 다양하다. 본 연구에서 신경계 유해인자에 노출되는 다양한 사업장의 여러 근로자를 모집하고 참여시키기 위한 목적으로 근로복지공단 인천병원, 안산병원, 대전병원, 창원병원에 협조를 구하여 각 기관의 특수검진 시행 시 신경계 유해인자 취급 근로자를 대상으로 시범적으로 신경행동검사 중 1개 항목인 부호숫자 짝짓기 검사를 1차에 실시를 시행하도록 하였다.



[그림 III-1] 연구추진체계

2) 연구 대상자의 선정, 수행 및 판정과정의 표준화

유기용제에 의한 만성독성뇌증의 증상은 과거 국내 조선소 도장공의 연구에서 신경계 유해요인 유기용제에 노출된 경력 10년 이상, 연령 40세 이상인 근로자를 대상으로 신경행동검사를 실시하였을 때, 146명 중 7명(5%), 62명중 7명(11%)에서 인지기능 장애가 있는 것으로 확인되었다.

또한, 신경행동검사 중 부호숫자 짝짓기의 민감도와 특이도가 가장 높았는데 각각 0.7, 0.83으로 확인되었고, 양성예측도는 0.67이었다<표III-1>. 인지장애를 나타낸 근로자 중 주5일 환산 근무력으로 16.8년으로 확인되었고, 연구조사 대상자 중 11.3%에서 만성독성뇌증이 의심되었다.

<표III-1> 부호숫자짝짓기 검사의 타당도

		신경심리검사 결과		
		인지장애 있음	인지장애 없음	
부호숫자짝짓기	유소견 양성	14	7	21
	유소견 음성	6	35	41
계		20	42	62

위의 표를 바탕으로 민감도, 특이도, 위음성률, 위양성률, 양성예측도, 음성예측도를 계산해보면, 아래와 같다.

$$\text{민감도} = 14/20 = 0.70, \text{ 특이도} = 35/42 = 0.83$$

$$\text{위음성률} = 6/20 = 0.30, \text{ 위양성률} = 7/42 = 0.17$$

$$\text{양성예측도} = 14/21 = 0.67, \text{ 음성예측도} = 35/41 = 0.85$$

이를 바탕으로 1차 검사 항목으로 실시할 수 있는 검사방법이 간단하면서, 소요시간이 짧고, 양성예측도가 높은 항목으로 '부호숫자 짝짓기' 검사를 선정

하였다. 부호숫자 짝짓기 검사는 검사 설명, 실행까지 5분 내외의 시간이 소요되며, 침습적인 검사가 아니고, 난이도가 있는 검사가 아니어서 수검자의 순응도가 높은 편이다. 또한 인터넷 연결이 된 일반사양의 노트북만으로 검사가 가능하여 출장검진이나 원내검진에서 모두 활용이 가능하다는 장점이 있다.

신경행동검사 실시기준 마련을 위해 각 연구 참여기관의 직업환경의학 전문의들과 타 보건관리 전문기관 종사자의 의견을 종합하여 아래와 같은 신경행동검사의 실시기준안을 제시하였다.

1차 검사 대상자의 선별기준은 다음과 같다.

1. 신경계 유해인자 취급 누적 직력이 10년 이상인 수검자
2. 신경계 유해인자 취급 누적 직력이 5년 이상이면서, 특수건강진단 문진 표상 정신/신경 증상을 호소하는 수검자(심하다 1개 이상 or 약간있다 2개 이상)

정 신 / 신 경	머리가 아프다.			
	어지럽다.			
	기억력이 나빠지거나 건망증이 심해졌다.			
	불안하고 초조하다.			
	정신이 멍해지거나 술 취한 느낌이 든다.			
	정신을 집중하기 어렵다.			

3. 검사를 희망하는 수검자 또는 직업환경의학과 의사의 소견상 검사가 필요하다고 판단되는 수검자



[그림 III-2] 출장검진에서의 부호숫자 짝짓기 검사



[그림 III-3] 부호 숫자 짝짓기 결과화면

1차 검사인 부호숫자 짝짓기 검사에서 결과 값(정답률, 반응속도, 표준편차)에서 하위 30%에 해당되는 근로자는 2차검사(R) 대상자로 판정하였다.

2차 검사는 검사 항목별 연습 테스트와 실테스트 횟수는 검사 소요시간, 검사의 재현성, 수검자의 숙련도 등을 고려하여 신경행동검사 중 6개 검사항목(선택반응, 색글자, 더하기, 숫자구분, 부호숫자 짝짓기, 숫자외우기/ 소요시간 약 30-40분)을 실시하도록 하였다<표III-2>. 검사 항목과 연습, 실 테스트 횟수의 선정은 과거 연구에서 수검자의 학습 효과의 최대치와 피로 효과 최소화, 그리고 현실적인 검사 시간 등을 고려하여 예비적으로 선정한 것으로 추후 검사자, 수검자의 의견을 반영하여 수정될 가능성이 있다.

<표III-2> 신경행동검사 2차 선택검사시 검사항목

검사명	연습 테스트(회)	실 테스트(회)
선택반응시간 검사	1	2
글자색 맞추기 검사	1	2
숫자구분 검사	1	1
숫자 더하기 검사	1	1
부호 숫자 짝짓기 검사	3	4
숫자 외우기 검사	1	1
(정방향)	(오류허용 1회)	(오류허용 2회)

2. 검사배터리에 대한 신뢰도 확인

1) 한국형 컴퓨터 신경행동검사의 타당성

국내 연구 중 정종학 등(1998)의 연구에서 유기용제에 노출되는 근로자 96명과 대조군 100명을 대상으로 한국형 컴퓨터 신경행동검사에서 사용되는 항목과 면접식 신경행동검사를 비교 하였다. 11개의 신경행동검사 항목들 중 지각과 반응속도 영역에서는 컴퓨터 부호숫자짜짓기, 운동영역에서는 컴퓨터 손가락 두드리기 및 미세운동영역에서는 핀뽑기가 다른 검사에 비해 타당도가 상대적으로 높은 것으로 평가되었다. 컴퓨터 신경행동검사에서 숫자 더하기의 경우 연령, 음주, 흡연, 근무년수를 보정한 후 노출군과 대조군의 반응시간은 차이가 없었다. 부호 숫자짜짓기의 경우 반응시간은 연령, 음주, 흡연, 근무년수를 보정한 후 노출군에서 유의하게 길었다($p < 0.01$). 운동기능 평가에서 우수의 손가락 두드리기가 노출군에서 유의하게 적었다($p < 0.05$). 그 외 컴퓨터 신경행동검사 항목에서 두 군간에 유의한 차이를 보이는 항목은 없었다. 이 연구를 통해 면접식 신경행동검사가 컴퓨터 신경행동검사로 대체하여 시행할 수 있는 근거가 마련되었다.

후속 연구로서, 사공준 등(2000)의 연구에서 한국형 신경행동검사의 신뢰도를 평가하였다. 신체적 장애나 병력이 없는 유기용제에 노출되지 않는 120명의 대상자에 대해 한국형 컴퓨터 신경행동검사에서 사용되는 항목 다섯 가지(단순 반응시간, 숫자더하기, 부호숫자짜짓기, 숫자외우기, 손가락 두드리기)와 면접식 신경행동검사 다섯 가지(숫자외우기, 목적점찍기, 숫자부호짜짓기, 핀뽑기, Benton visual retention test)를 수행하였다. 검사와 재검사의 검사간격은 1개월(84명), 1년(20명), 3년(16명)으로 실시하였다. 검사 재검사 신뢰도 평가는 Pearson product-moment correlation coefficient 신뢰도 계수를 이용하였다.

컴퓨터 신경행동검사에서 숫자더하기 평균반응속도의 신뢰도(재검사 신뢰도 계수 0.90)가 가장 높았으며, 그 다음은 손가락 두드리기(재검사 신뢰도 계수 0.89, 우수 0.85), 부호숫자짜짓기(재검사 신뢰도 계수 0.82) 및 숫자외우기(재검사 신뢰도 계수 0.74)의 순이었다 <표III-3>. 면접식 신경행동검사 중 부호숫자짜짓기의 재검사 신뢰도 계수가 0.86, 목적 찢적기의 재검사 신뢰도 계수가 0.72로 나타났다.

<표III-3> 컴퓨터 신경행동검사, 재검사에서의 평균 수행점수와 신뢰도계수

검사방법	Test	Retest	신뢰도 계수
	Mean±SD	Mean±SD	
단순반응시간			
반응시간	256±32	267±31	0.78**
표준편차	51±20	57±21	0.46**
숫자더하기			
반응시간	2802±561	2844±569	0.90**
표준편차	626±266	610±245	0.61**
오답	3.22±3.29	2.61±2.07	0.31**
부호숫자짜짓기			
반응시간	2106±230	2027±193	0.82**
표준편차	670±327	581±184	0.38**
오답	1.12±1.14	0.86±1.04	0.15
숫자외우기			
외운자릿수	9.93±1.37	10.20±1.48	0.74**
오답	4.04±2.1	3.98±1.9	-0.10
손가락두드리기			
우세손	72.0±8.6	72.8±9.5	0.85**
반응시간	139±16	137±17	
비우세손	64.3±8.9	63.8±9.3	0.89**
반응시간	156±21	157±22	

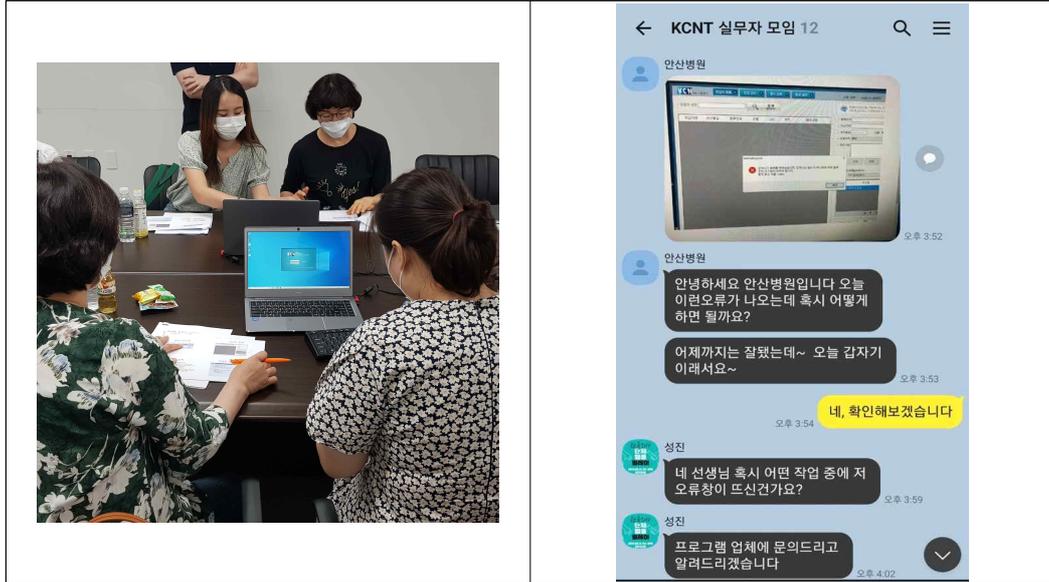
**p<0.01

3. KCNT 프로그램 사용자 교육과 표준화

1) 프로그램 설치 및 운영교육

각 특수검진 기관 실무자 2인을 모집하여, 약 2시간 가량 검사자 교육 실시 후 상시 피드백을 주고받는 창구를 개설하였다. 각 기관에서 검사과정에서 문의점이거나 문제사항이 생기면 단체 대화방을 통해 문의를 하고 즉시 해결할 수 있도록 하였다.





[그림 III-4] 검사자 실무 교육과 단체 대화방 개설

2) 검사자의 자격

특수건강검진의 인력은 산업안전보건법 제102조의 특수건강진단 인력에 관한 규정을 따라 특수건강진단기관의 인력, 시설 및 장비는 법적 기준에 의해 등록, 관리되고 있다. 따라서 특수건강진단대상 근로자 중 신경계 유해인자에 노출되는 근로자들을 대상으로 시행한 신경행동검사는 특수건강진단기관의 인력으로 등록된 의사, 간호사, 임상병리사, 산업위생기사에 검사자 자격을 부여함이 타당할 것이다.

본 연구에서도 각 기관에 검진 인력으로 등록된 간호사 또는 병리사들에게 검사를 실시하도록 하였다. 다만, 신경행동검사는 일반 정신건강의학과에서 실시할 경우 임상심리사가 검사를 실시하고 건강보험 수가가 책정되어 있는 검사이므로, 향후 임상심리사를 포함하여 검사자의 자격을 확대, 완화하여, 일선 특수건강진단기관에서 실시하는데 필요한 인력운용에 도움이 되는 방향의 논의가 필요할 것으로 사료된다. 검사과정 전부가 컴퓨터로 진행되므로 검사자의 차이에 따라 검사의 재현성, 신뢰도가 떨어질 가능성이 적으므로, 일정 교육을 이수한 인력에게 검사자격을 부여하는 방안도 추후 연구에서 검토할 필요가 있을 것이다. 다만 정도관리 및 검사자의 질 관리 등의 문제도 해결해야 할 과제이다.

■ 산업안전보건법 시행규칙 [별표 14] <개정 2017. 10. 17.>

특수건강진단기관의 인력·시설 및 장비기준 (제102조 관련)

1. 인력기준

가. 「의료법」에 따른 직업환경의학과 전문의(2015년 12월 31일 당시 특수건강진단기관에서 특수건강진단업무에 8년 이상 계속하여 종사하고 있는 의사를 포함한다) 1명 이상. 다만, 특수건강진단 대상 근로자가 1만명을 초과하는 경우 근로자 1만명당 직업환경의학과 전문의를 1명씩 추가한다.

나. 「의료법」에 따른 간호사 2명 이상

다 「의료기사 등에 관한 법률」에 따른 임상병리사 1명 이상

라 「의료기사 등에 관한 법률」에 따른 방사선사 1명 이상

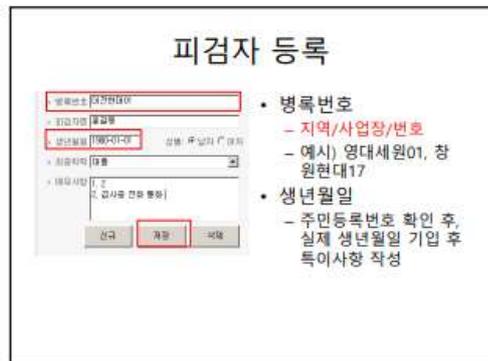
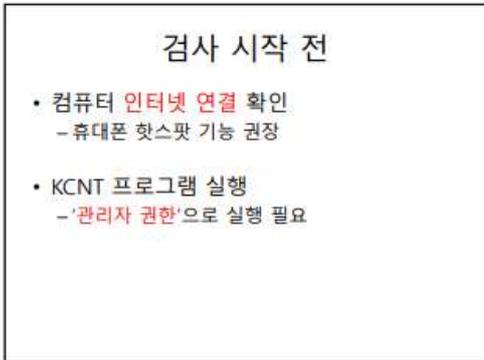
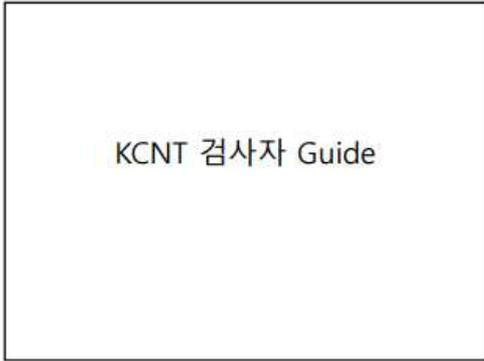
마 「고등교육법」에 따른 전문대학 또는 이와 같은 수준 이상의 학교에서 화학, 화공학, 약학 또는 산업보건학을 전공한 사람(법령에 따라 이와 같은 수준 이상의 학력이 있다고 인정되는 사람을 포함한다) 또는 산업위생관리산업기사 이상의 자격을 취득한 사람 1명 이상

3) 검사방법 표준화

1차 검사로 실시되는 부호숫자 짝짓기 검사방법의 표준화를 위해 다음 내용을 검사자에게 교육하였다.

- 수검자의 실제 나이를 입력한다.
- 검사시 키보드의 위쪽 숫자키만 사용하도록 설명한다.
- 반드시 한 번에 한 개의 손가락을 사용하여 숫자를 한 번에 한 개씩 채워 넣는다.
- 틀린 것은 수정이 불가능하며, 무시하고 다음 항목의 숫자를 입력.
- 검사자는 수검자의 정확도와 시간을 측정하는 것으로 진지하게 진행하도록 독려한다.

연구과제의 착수와 함께 각 기관의 실무자를 소집하여 프로그램 소개와 사용 방법, 매뉴얼을 제공하였다<그림 III-5>.



피검자 등록(메모사항)

1차 검사	2차 검사
1. 검사대상 사유 1: 노년: 직력 10년 이상 2: 노년: 직력 5년 이상 + 증상 심하다 1개 or 보통 2개 이상 3: 기타 의사의 판단 or 본인 희망 2. 기타 특이사항 • 주민등록번호와 실제생년월일이 다를 경우 • 검사 중 특이사항 (전화/잠담/불성실/기타 (n/n))	1. 신경계 증상 2. 수검 전일 과음 여부 3. 문진 및 진찰 상 특이 사항 (두부외상/뇌출혈/우울증/감상선질환/기타 (n/n/n)) 4. 검사 중 특이사항 (전화/잠담/불성실/기타 (n/n))

1차 검사 시행



2차 검사 시행



검사 시 사용하는 버튼



검사 항목별 시행 횟수

검사명	연습 테스트(회)	실 테스트(회)	테스트 1회 당 예상 소요시간
선택반응시간 검사	1	2	1분
문자씩 맞추기 검사	1	2	1분
숫자구분 검사	1	1	2분
숫자 더하기 검사	1	1	2분
부호 숫자 짝짓기 검사	3	4	1분
숫자 외우기 검사 (정방향)	1 (오류허용 1회)	1 (오류허용 2회)	1분

부호 숫자 짝짓기





- 그림과 같이 도형과 숫자가 짝짓기 되었다면 하단의 빈칸에 짝지어진 숫자를 입력.

부호 숫자 짝짓기 검사 손 위치



부호 숫자 짝짓기 검사 주의사항

- 반드시 **한 번에 한 개의 손가락**을 사용하여 **숫자를 한 번에 한 개씩** 채워 넣는다.
- 틀린 것은 수정이 불가능. 무시하고** 다음 항목의 숫자 **를 입력**.
- 키를 오래 눌렀다 떼면, 때는 순간의 반응 시간이 체크되므로 **반응시간 지연이 생김. 키를 빨리 떼도록** 안내.
- 정확도와 시간을 측정하는 것으로 **가급적 빠르게 진행**한다.

선택반응시간 검사



선택반응시간 검사



- 손가락을 스페이스바 위에 올려놓고 잠시 기다리면 검사가 시작된다.
- 좌측 그림과 같이 우측에 붉은 십자가가 나타나면 → 방향키를 가급적 빨리 누르게 한다.
- 십자가의 방향이 불규칙하게 나타나기에 검사시간(1분) 동안 지속적인 주의를 기울인다.

- 틀리더라도 주저하지 않고 진행.

글자색 맞추기 검사



글자색 맞추기 검사



- ① 피검자가 검사 방법을 이해 후 '스페이스바' 눌러 검사 시작.
- ② 위 그림처럼 단어의 뜻과 색이 일치하지 않으면 반응하지 않고 기다린다.
- ③ 아래 그림처럼 단어의 뜻과 색이 일치하면 '스페이스바'를 눌러 반응한다.

- 틀리더라도 주저하지 않고 진행.

숫자구분 검사



숫자구분 검사 시 손 위치



숫자구분 검사



- ① 피검자가 검사 방법을 이해 후 '스페이스바' 눌러 검사 시작.
- ② 위 그림처럼 홀수인 경우 '-' 방향키를 눌러 반응한다.
- ③ 아래 그림처럼 짝수인 경우 '-' 방향키를 눌러 반응한다.

- 틀리더라도 주저하지 않고 진행.

숫자 더하기 검사



숫자 더하기 검사시 손 위치



숫자 더하기 검사



- ① 피검자가 검사 방법을 이해 후 '스페이스바' 눌러 검사 시작.
- ② 위 그림처럼 문제가 제시되고 사라지며 정답 입력화면이 나타난다.
- ③ 정답 입력화면이 나타나면 키보드의 숫자 키를 이용하여 정답을 입력.

- 틀리더라도 수정 불가능 하며, 아무 숫자를 눌러 빈칸을 채운 후 다음 문제 진행.

숫자 외우기 검사 -정방향



- ① 피검자가 검사 방법을 이해 후 '스페이스바' 눌러 검사 시작.
- ② 위 그림처럼 문제가 제시되고 사라지며 정답 입력화면이 나타난다.
- ③ 정답 입력화면이 나타나면 키보드의 숫자 키를 이용하여 정답을 입력.

- 틀리더라도 수정 불가능 하며, 아무 숫자를 눌러 빈칸을 채운 후 다음 문제 진행.

숫자 외우기 검사 - 정방향



- ① 피검자가 검사 방법을 이해 후 '스페이스바' 눌러 검사 시작.
- ② 위 그림처럼 '4', '2', '6', '2' 숫자가 하나씩 제시되고 사라진다. 제시된 n개의 숫자를 기억한다.
- ③ 아래 그림처럼 정답 입력화면이 나온다.
- ④ 정답인 경우 자리수가 늘어나며, 오답일 경우 자리수가 줄어든다.

- 기억이 나지 않으면 아무 숫자를 누른 후 진행.
- 반드시 '.' 가 나타날 때 까지 기다린 후 정답 입력.

검사 수행 시 주의 사항 정리

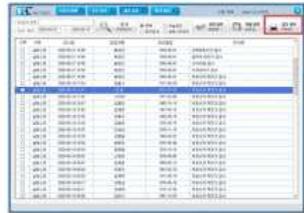


**키 입력 시 :
빠르게 떼기!**

검사 종료 후

- 검사 종료 후 메모사항에 수검 태도, 특이 사항 작성
 - 지시사항을 이해하는데 어려움이 없었으나 다소 느림
 - 협조적으로 임하였음
 - 중간에 전화 받아 검사 중단 등
 - (없는 경우 미작성)

결과 설명







- 백분위점수 30% 이상
 - A(정상) 판정
 - 검사 후 별다른 이상 징후를 보이지 않는 경우
- 백분위점수 하위 30% 미만
 - 재검대상자 파악 후 원 내에서 신경계 R판정 후, 2차 검사



신경행동검사를 이용한 CTE 유소견자 선별/판정과정(안)

1. 유기용해 취급 능력 경력 10년 이상
2. 유기용해 취급 능력 경력 1년 이상 and 문진표상 신경학적 증상(심하다 1개 이상 or 약간 or 없다 2개 이상)
3. 과거 신경계 증상 호소자, 유소견자
4. 수검자가 검사를 희망하거나, 골치머리가 필요하다고 함

YES

1차 검사
부호숫자 복지기(SST)
3-7분 소요

NO
A 판정, 다음 과목에서 재검사

YES
재위 30% 이하

2차 검사
신경행동검사(6개 항목) 실시
(선택반응검사, 글자색 맞추기, 숫자구분 숫자 리하기, 숫자외우기, 부호숫자 짝짓기)

NO
6개중 1개 이상에서 하위 30%

YES
C1 판정
노출수준, 증상 모니터링
다시재수 검사 재 재검사

3차 검사
노출수준, 증상 모니터링 후 6개월 후 재검사
후 재검사 결과에 따라 입수정기 여부 결정

YL:MC
영남대학교병원

2차 검사 종료 후

- 6가지 항목 각각의 결과를 프린트해서 의사에게 문진, 결과 판정
 - 백분위 하위 10%이하인 검사항목이 2개 이상인 경우 D1 판정
 - 6개중 1개 이상에서 하위 30%인 경우 C1 판정
- C1) 백분위의 기준
 - 선택반응 검사 : 결과 전체 3개 기준
 - 글자색 맞추기 : 전체 기준
 - 숫자구분 검사 : 전체 기준



검사항목	점수	백분위점수	판정
선택반응	43	43.3	NORMAL, MILD
글자색 맞추기	81.2	84.0	NORMAL, MILD
숫자구분	2110.0	84.3	NORMAL, MILD
부호숫자 복지기	537.0	79.3	NORMAL, MILD

기타사항

- 문제사항 발생시
 - 카카오톡 대화방
 - 영남대학교 병원 직업환경의학과 의국
 - 053-620-4615
 - Maxmedica.co.kr
 - Q&A
 - 원격지원

<그림 III-5> 검사자 교육 매뉴얼

IV. 연구 결과

1. 컴퓨터 신경행동검사의 실시

1) 검사 실시 대상

중추신경계 장애 고위험군을 특수건강진단 현장에서 1차 검사하고, 선별된 근로자는 직업환경의학과 원내에서 2차 검사를 수행하고 판정을 내릴 수 있도록 1차, 2차 검사 및 선별방법과 해석방법을 제시하고자 하였다. 이를 위해 신경계 유해인자 노출 근로자들 중 신경행동검사 실시 대상 근로자의 선정기준과 검사 방법, 항목의 표준화하였다.

이 기준에 해당하는 수검자에게 1차 및 2차 신경행동검사를 실시하여 검사의 타당성과 필요성을 확인하였고, 검진기관의 실무 종사자 및 의사를 위한 검사, 판정지침을 제공하여 검사대상 선정, 검사 실시, 추적검사 및 사후관리의 가이드라인을 제시하였다.

각 기관에 제공된 지침에 따라 일부사업장에 협조를 거쳐 신경계 유해인자 노출 근로자를 대상으로 신경행동검사를 시행하였고 기관별 시행현황은 아래와 같다.

<표IV-1> 기관별 신경행동검사 실시건수

참여기관	1차 검사수	1차검사 사유*			2차 검사수	비고
		1	2	3		
영남대학교병원	129	117	12	0	4	
근로복지공단 인천병원	30	27	3	0	5	
근로복지공단 안산병원	53	19	14	20	13	
근로복지공단 대전병원	0	0	0	0	0	
근로복지공단 창원병원	28	27	1	0	3	
계	240	190	30	20	25	

*실시사유

- 1: 신경계 유해인자 취급 경력 10년 이상
- 2: 신경계 유해인자 취급 경력 5년 이상 + 문진표상 신경계 증상 '심하다' 1개 이상 or '보통' 2개 이상
- 3: 수검자 희망 또는 의사의 판단에 따라 실시

총 240명의 수검자중 190명(79.2%)이 '신경계 유해인자 취급 경력 10년 이상'의 사유로 신경행동검사를 실시하였고, 30명(12.5%)이 '신경계 유해인자 취급 경력 5년 이상 + 문진표상 신경계 증상 '심하다' 1개 이상 or '보통' 2개 이상'에 해당되어 검사를 실시하였다. 20명(8.3%)의 수검자에서 본인의 희망 또는 의사의 판단에 따라 검사를 실시하였다. 이중 1차 검사에서 백분위 하위 30%에 해당되어 2차 검사를 실시하게 된 건수는 25명(10.4%)이었다.

2) 검사자 특성

240명의 수검자는 1차 검사로 부호숫자 짝짓기 검사를 본테스트로 4회 연속 실시하였다. 이 중 기초정보가 입력된 229명의 수검자의 연령대별 분포와 성별, 학력을 분석해 보았다. 연령대는 40-50대의 수검자가 149명(65.1%)으로 가장 많은 분포를 보였다. 92.1%에 해당하는 211명의 수검자가 남성으로 대다수를 차지하였고, 여성 수검자는 18명(7.9%)이었다<표IV-2>.

<표IV-2> 수검자의 연령, 성별분포

연령	남성	여성	계
20대	9	1	10
30대	53	1	54
40대	70	7	77
50대	67	5	72
60대	12	4	16
계	211	18	229

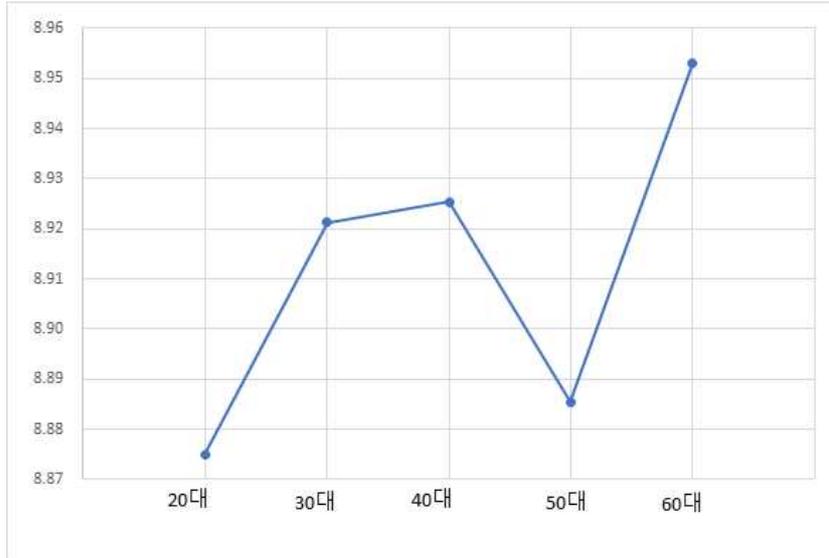
<표IV-3> 수검자의 학력 분포

학력	대상자수
무학	3 (1.3%)
초등학교 졸업	4 (1.7%)
중학교 졸업	15 (6.6%)
고등학교 졸업	139 (60.7%)
전문대 졸업	44 (19.2%)
대학교 졸업	18 (7.9%)
대학원 졸업	6 (2.6%)
계	229(100%)

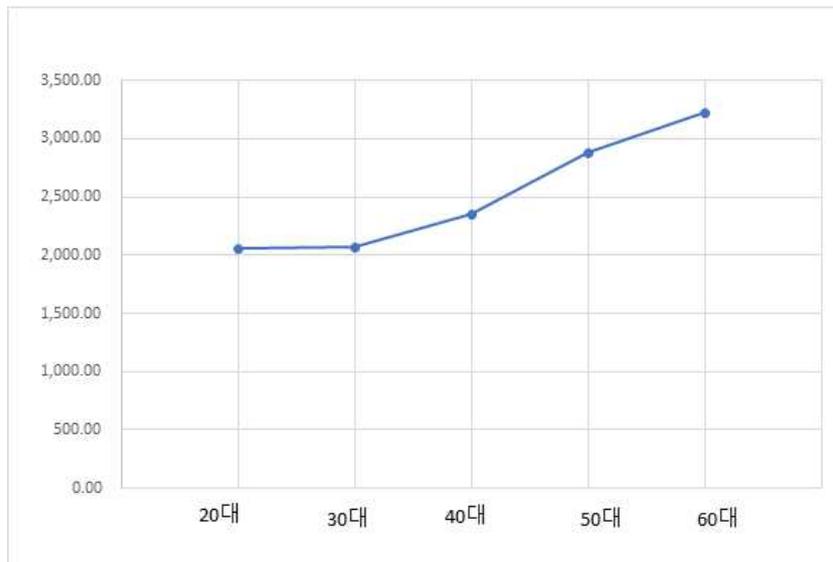
연령대별 부호숫자 짝짓기 검사 결과를 살펴 보았을 때, 정답을 맞춘 평균 점수는 60대에서 8.95로 가장 높았고 20대에서 8.88로 가장 낮은 점수를 보였다. 그러나, 반응속도의 평균을 살펴보았을 때 20대에서 2055.15ms로 가장 빨랐고, 60대에서 3226.59ms로 가장 느렸으며, 연령대가 높아질수록 반응속도가 늦어지는 양상을 보였다.

<표IV-4> 수검자의 연령대별 점수, 반응속도, 표준편차의 분포

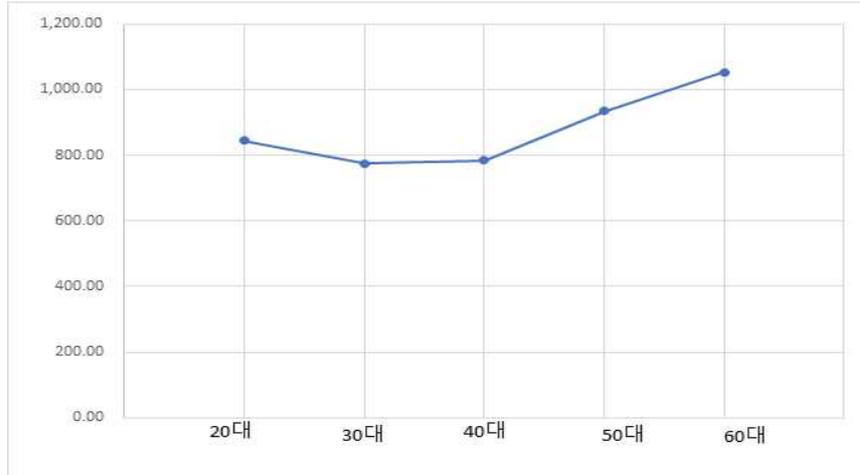
연령		점수평균	반응속도평균 (ms)	반응속도표준 편차(ms)
20대	평균	8.88	2055.15	843.98
	표준편차	0.18	300.36	529.61
30대	평균	8.92	2070.32	774.22
	표준편차	0.21	345.57	504.96
40대	평균	8.92	2348.59	784.52
	표준편차	0.18	378.83	710.62
50대	평균	8.89	2881.98	933.67
	표준편차	0.22	788.61	830.23
60대	평균	8.95	3226.59	1052.34
	표준편차	0.13	705.50	539.21
합계	평균	8.91	2499.20	850.29
	표준편차	0.20	669.96	693.07



<그림IV-1> 수검자의 연령대별 점수 평균 변화



<그림IV-2> 수검자의 연령대별 반응속도 평균 변화



<그림IV-3> 수검자의 연령대별 반응속도 표준편차 변화

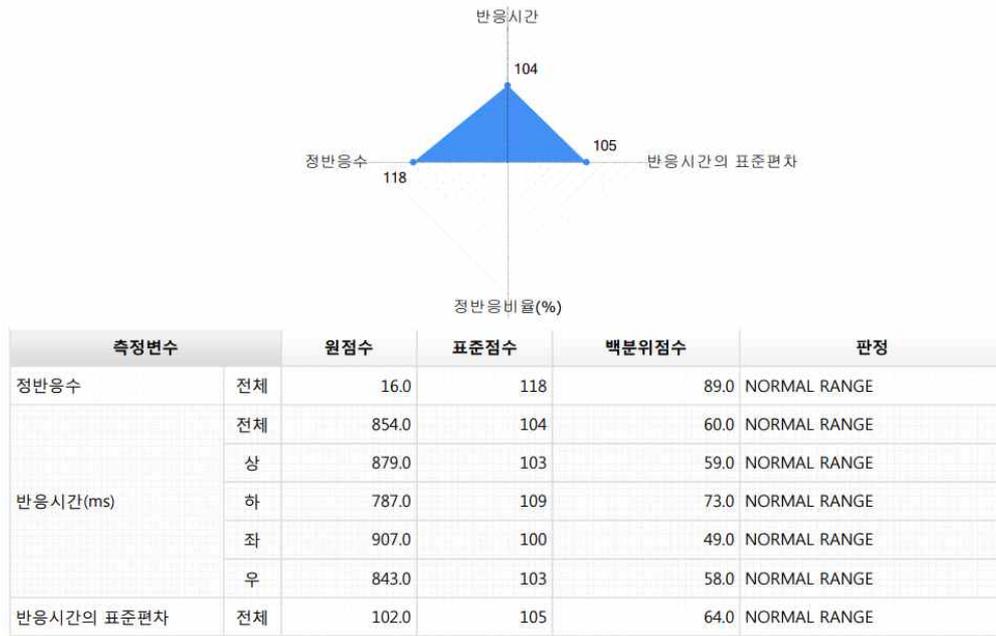
부호숫자 짝짓기 결과 항목 중 30% 미만의 결과를 보여 2차 검사(R)로 분류된 비율은 10.4%(25명)였다. 이중 3명의 수검자에서 2차 검사가 실시되었는데, 2차 검사자 3명의 1차 검사 결과는 아래와 같다<표IV-4>.

<표IV-5> 2차검사 실시자의 1차 검사 결과

수검자	나이	성별	노출기간	1차 검사 결과(백분위)	비고
A	54	남	30년	정반응수 : 70% 정반응비율 : 70% 반응시간 : 0.0% 반응시간의 표준편차 : 0.1%	
B	47	남	10년이상	정반응수 : 65% 정반응비율 : 64% 반응시간 : 78% 반응시간의 표준편차 : 23%	
C	49	남	27년	정반응수 : 24% 정반응비율 : 26% 반응시간 : 36% 반응시간의 표준편차 : 13%	

위 3명의 2차 검사 결과는 아래와 같다.

(1) 수검자 A



<그림 IV-4> 선택반응시간 (수검자 A)



<그림 IV-5> 글자색 맞추기 검사 (수검자 A)



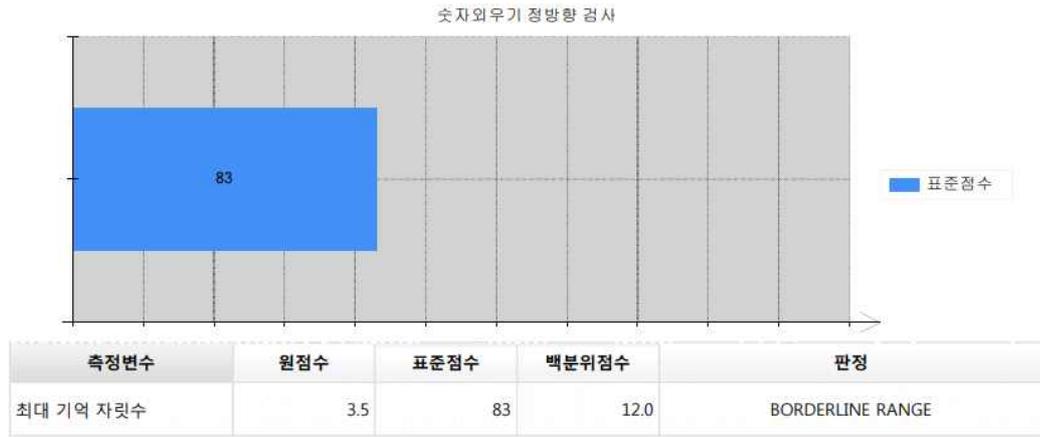
측정변수	원점수	표준점수	백분위점수	판정
정반응수	3.0	49	0.1	IMPAIRED MARKEDLY
정반응 비율(%)	37.5	49	0.1	IMPAIRED MARKEDLY
반응시간(msec)	4467.0	87	20.0	NORMAL RANGE
반응시간의 표준편차	938.0	107	67.0	NORMAL RANGE

<그림 IV-6> 숫자 더하기 검사 (수검자 A)



측정변수	원점수	표준점수	백분위점수	판정
정반응수	41.0	49	0.1	IMPAIRED MARKEDLY
정반응 비율(%)	68.3	49	0.1	IMPAIRED MARKEDLY
반응시간(msec)	960.0	91	27.0	NORMAL RANGE
반응시간의 표준편차	450.0	110	76.0	NORMAL RANGE

<그림 IV-7> 숫자 구분 검사 (수검자 A)



<그림 IV-8> 숫자 외우기 검사 (수검자 A)



<그림 IV-9> 부호 숫자 짝짓기 검사 (수검자 A)

수검자 A에서는 숫자 더하기, 숫자 구분 2개 항목에서 하위 10%이하 결과 값이 확인되었고, 숫자외우기 항목에서 하위 30%이하 결과 값이 확인되어, 검

사 결과로는 D1에 해당되었다. 다만, 2차 검사에서 다시 실시한 부호숫자 짝짓기 검사에서는 결과가 상향되어 하위 30%에 해당되는 내역이 확인되지 않았는데, 이는 검사가 진행되면서 학습된 효과로 추정된다. 반복 실시할 경우 결과가 올라가는 학습효과가 나타나 결과해석에 영향을 줄 수 있으나, 사전에 예비검사를 실시한 후 본 검사를 시행하였기 때문에, 오히려 학습능력이 평균적인 수준에 비해 떨어진다고 해석할 수도 있을 것이다. 이 수검자의 기저질환, 수행업무, 신경계 유해인자의 노출 수준을 바탕으로 D1 또는 D2를 판정하고 추적검사를 해야할 것이다.

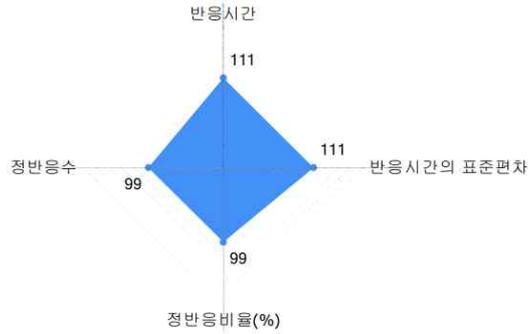
(2) 수검자 B



<그림 IV-10> 선택반응시간 검사 (수검자 B)

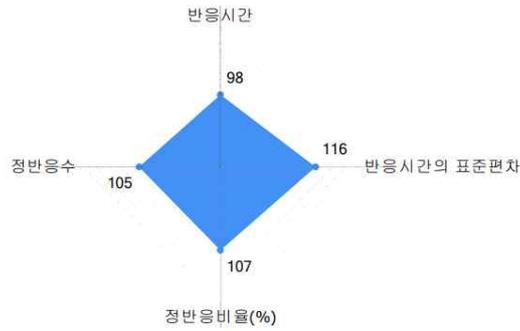


<그림 IV-11> 글자색 맞추기 검사 (수검자 B)



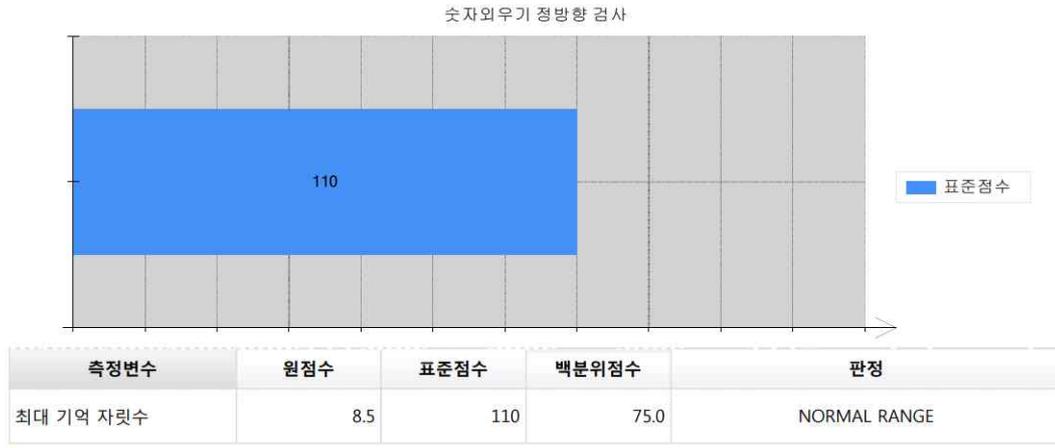
측정변수	원점수	표준점수	백분위점수	판정
정반응수	7.0	99	46.0	NORMAL RANGE
정반응 비율(%)	87.5	99	46.0	NORMAL RANGE
반응시간(msec)	2209.0	111	78.0	NORMAL RANGE
반응시간의 표준편차	217.0	111	77.0	NORMAL RANGE

<그림 IV-12> 숫자 더하기 검사 (수검자 B)



측정변수	원점수	표준점수	백분위점수	판정
정반응수	60.0	105	65.0	NORMAL RANGE
정반응 비율(%)	100.0	107	68.0	NORMAL RANGE
반응시간(msec)	705.0	98	45.0	NORMAL RANGE
반응시간의 표준편차	91.0	116	86.0	NORMAL RANGE

<그림 IV-13> 숫자 구분 검사 (수검자 B)



<그림 IV-14> 숫자 외우기 검사 (수검자 B)



<그림 IV-15> 부호 숫자 짝짓기 검사 (수검자 B)

수검자 B에서는 선택반응시간 1개 항목에서 하위 30% 결과가 확인되었다. 이 수검자의 기저질환, 업무, 노출 수준 등을 평가하여 C1 또는 C2로 판정한 후 추적검사를 시행해야 할 것으로 판단된다.

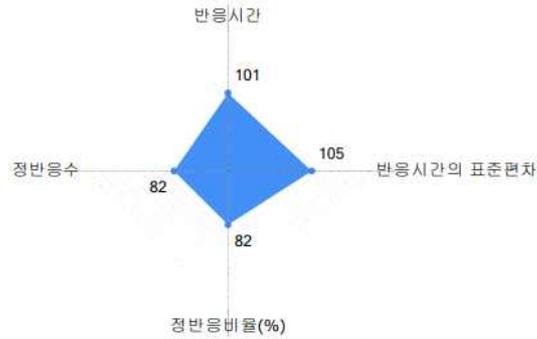
(3) 수검자 C



<그림 IV-16> 선택반응시간 검사 (수검자 C)

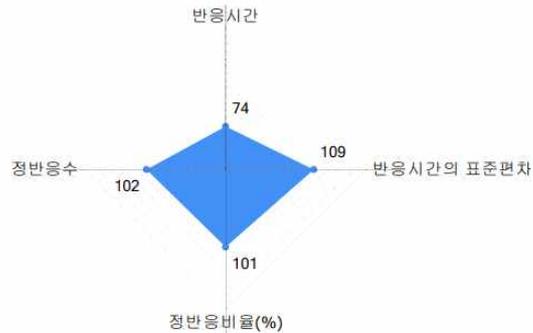


<그림 IV-17> 글자 색 맞추기 검사 (수검자 C)



측정변수	원점수	표준점수	백분위점수	판정
정반응수	6.0	82	12.0	BORDERLINE RANGE
정반응 비율(%)	75.0	82	12.0	BORDERLINE RANGE
반응시간(msec)	3083.0	101	54.0	NORMAL RANGE
반응시간의 표준편차	795.0	105	65.0	NORMAL RANGE

<그림 IV-18> 숫자 더하기 검사 (수검자 C)



측정변수	원점수	표준점수	백분위점수	판정
정반응수	58.0	102	56.0	NORMAL RANGE
정반응 비율(%)	96.7	101	52.0	NORMAL RANGE
반응시간(msec)	1074.0	74	4.0	BORDERLINE RANGE
반응시간의 표준편차	283.0	109	74.0	NORMAL RANGE

<그림 IV-19> 숫자 구분 검사 (수검자 C)



<그림 IV-20> 숫자 외우기 검사 (수검자 C)



<그림 IV-21> 부호 숫자 짝짓기 검사 (수검자 C)

수검자 C에서는 선택반응 검사, 숫자 구분 검사 2개 항목의 결과값에서 하위 10%미만이 확인되었다. 또한 3개 검사 항목에서 하위 30% 결과값이 확인되어 기저질환, 수행업무, 신경계 유해인자의 노출 수준을 바탕으로 D1 또는 D2를

판정하고 추적검사를 해야 할 것이다.

3) 판정결과

신경행동검사는 총 240명에 대해 실시되었다. 신경계 유해인자에 노출되는 사업장 중 여건이 되는 사업장에 사전에 협조를 구하고 근로자들에게 동의를 구하여 진행을 하였으나, 일부 사업장에서는 필수 검사가 아닌 검사를 추가로 검사하는데에 대하여 이의를 제기하는 등, 2차 검사의 실시에 있어서 어려움이 많이 있었다. 최종적으로 240명 중 25명(10.4%)이 R판정, 이중 23명(9.6%)에서 C1(추정), 2명(0.8%)에서 D1(추정)이 판정되었다.

<표IV-6> 2차검사 실시자의 검사 결과

수검자	나이	성별	노출기간	2차 검사 결과	비고
A	54	남	30년	숫자더하기(정반응수) < 10% 숫자구분검사(정반응수) < 10% 숫자 외우기(자릿수 기억) < 30%	D1
B	47	남	10년이상	선택반응시간(반응시간) < 30%	C1
C	49	남	27년	선택반응시간(반응시간) < 10% 숫자더하기(정반응수) < 30% 숫자구분검사(반응시간) < 10%	D1

2. 검사자의 Feedback

1) 검사자 설문조사 실시 대상

각 기관의 검사자들이 연구기간 후반, 검사를 종료한 상태에서 Google Survey를 통해 익명으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사 항목은 아래와 같다.

KCNT 실무자 설문조사

1. KCNT 프로그램의 인터페이스는 사용하기 편했다.

①	②	③	④
매우 그렇다	약간 그렇다	약간 아니다	매우 아니다

2. KCNT 프로그램의 검사전 설명은 이해하기 쉬웠다.

①	②	③	④
매우 그렇다	약간 그렇다	약간 아니다	매우 아니다

3. KCNT 프로그램은 신경계 선별검사로서 활용도가 높았다.

①	②	③	④
매우 그렇다	약간 그렇다	약간 아니다	매우 아니다

4. 원내/출장 검진의 비율은? 원내: %, 출장: %

5. 검진 시 불편함이 있었다면?(복수응답 가능)

- ①인터넷 접속 ②수검자 순응도 ③검사자 인력문제 ④검사장비
 ⑤검진장소(독립된 공간 부재) ⑥사업장 협조 ⑦프로그램 이해, 교육

6. KCNT 수검자 선정 지침은 적당하였다.

①	②	③	④
매우 그렇다	약간 그렇다	약간 아니다	매우 아니다

7. KCNT 판정 지침은 적당하였다.

①	②	③	④
매우 그렇다	약간 그렇다	약간 아니다	매우 아니다

8. 기타 불편사항이나, 건의 사항이 있으면 적어주십시오.

2) 설문조사 결과

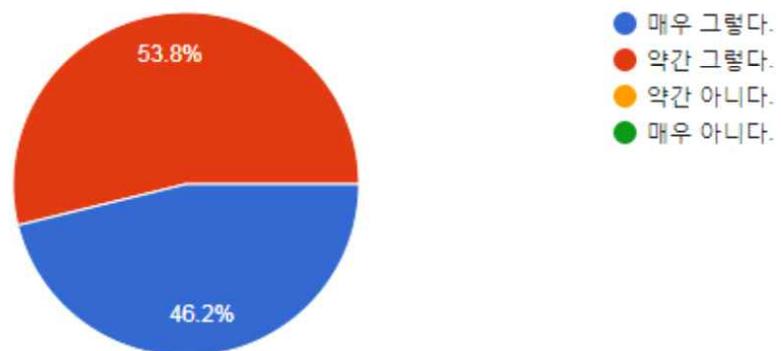
총 9명의 검사자들에게서 답변을 받았고 문항별로 답한 내용을 취합하여 정리하였다. 컴퓨터 신경행동검사에 대한 답변 내용은 <표IV-7>과 같다. 프로그램 자체의 편의성, 검사 설명에 대한 의견은 90% 이상에서 긍정적인 의견이요. 검사 소요시간에 대해서는 20% 이상에서 부정적인 응답이 확인되어 추후 개선에 대해 논의가 필요하다.

<표IV-7> 신경행동검사에 대한 검사자의 의견

	매우 그렇다	약간 그렇다	약간 아니다	매우 아니다
KCNT 프로그램의 인터페이스는 사용하기 편했다.	6	7	0	0
KCNT 프로그램의 검사 전 설명은 이해하기 쉬웠다.	5	7	1	0
KCNT 프로그램은 검사 소요 시간이 적절하였다.	2	7	2	1

1. KCNT 프로그램의 인터페이스는 사용하기 편했다.

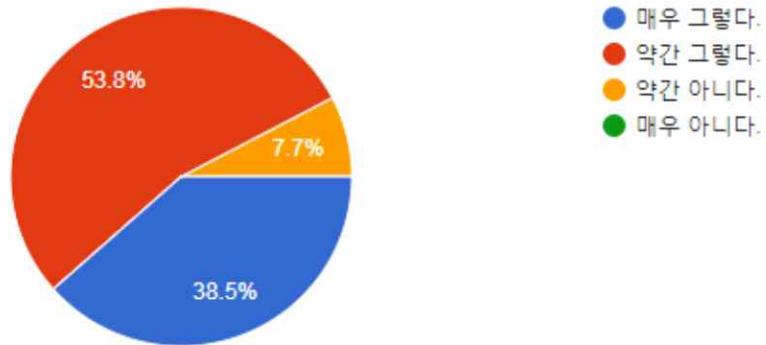
응답 13개



<그림IV-22> 신경행동검사 프로그램의 인터페이스에 대한 의견

2. KCNT 프로그램의 검사 전 설명은 이해하기 쉬웠다.

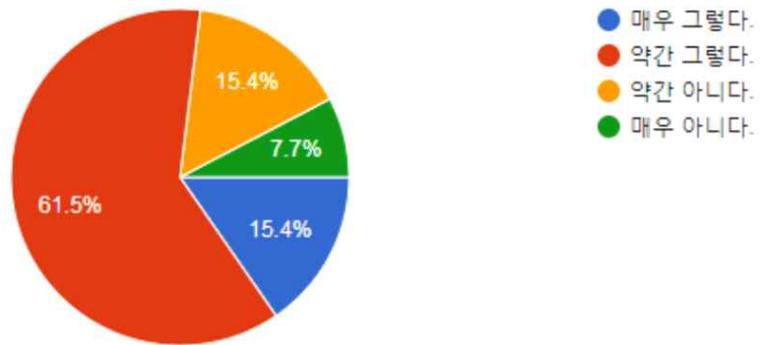
응답 13개



<그림IV-23> 신경행동검사 프로그램의 검사전 설명에 대한 의견

3. KCNT 프로그램은 검사 소요 시간이 적절하였다.

응답 13개



<그림IV-24> 신경행동검사 프로그램의 검사소요시간에 대한 의견

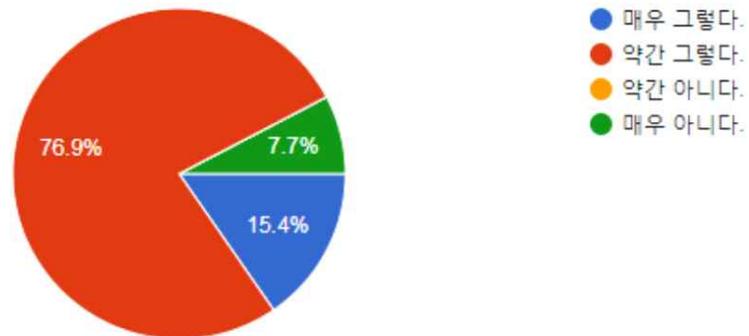
프로그램의 활용도, 수검사 선정지침 및 판정지침에 대한 의견 역시 대부분 긍정적인 의견이 대부분이었고, 일부에서 프로그램의 선별검사로서의 활용도에 대한 부정적 의견, 판정 지침에 대한 이견이 있었다<표IV-8>.

<표IV-8> 신경행동검사의 활용도 선정지침, 판정지침에 대한 의견

	매우 그렇다	약간 그렇다	약간 아니다	매우 아니다
KCNT 프로그램은 신경계 선별검사로서 활용도가 높았다.	2	10	0	1
KCNT 수검사 선정 지침은 적당하였다.	3	10	0	0
KCNT 판정 지침은 적당하였다.	2	10	1	0

4. KCNT 프로그램은 신경계 선별검사로서 활용도가 높았다.

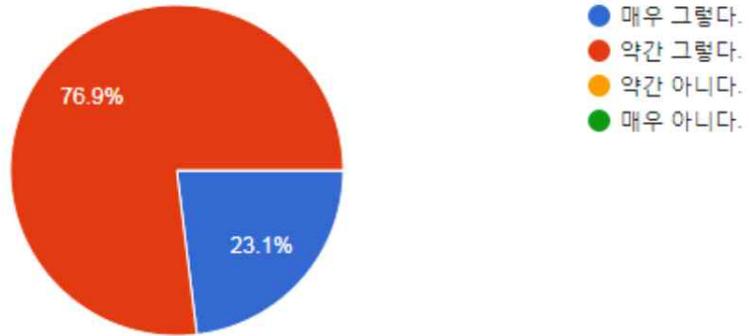
응답 13개



<그림IV-25> 신경행동검사 프로그램의 선별검사로서 활용도에 대한 의견

7. KCNT 수검자 선정 지침은 적당하였다.

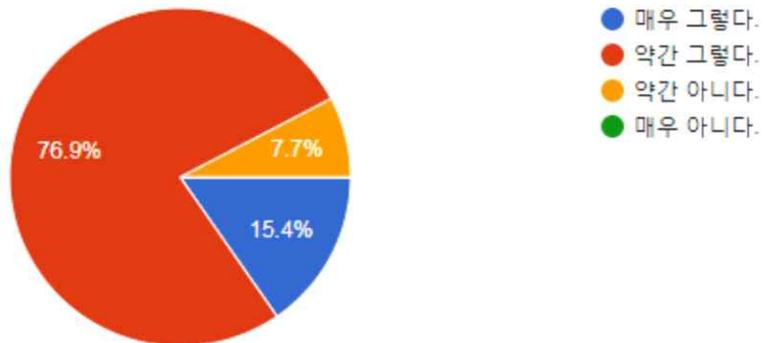
응답 13개



<그림IV-26> 신경행동검사 프로그램의 수검자 선정지침에 대한 의견

8. KCNT 판정 지침은 적당하였다.

응답 13개

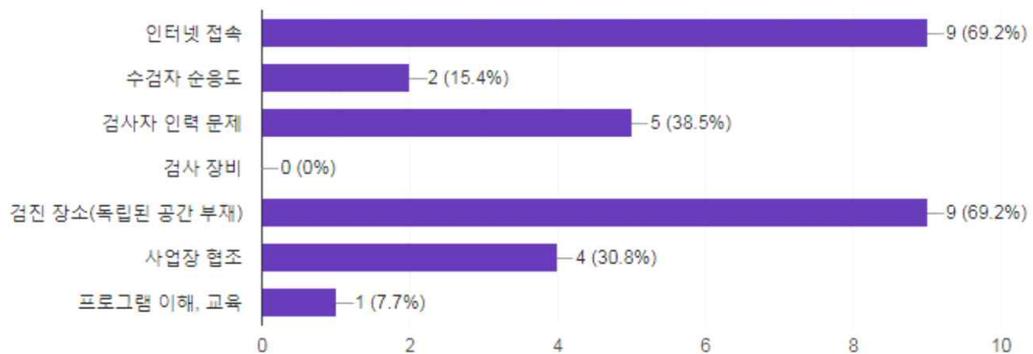


<그림IV-27> 신경행동검사 프로그램의 판정지침에 대한 의견

검사자에게 신경행동검사를 실시하면서 겪은 불편함을 물어보는 설문조사에서는 다수의 응답자가 인터넷 접속, 검사자 인력문제, 검진장소(독립된 공간 부재)를 언급하였다. 그 뒤를 사업장 협조, 수검자 순응도 문제 등이 있었다<그림 IV-28>. 검사장비, 프로그램의 이해, 교육에 대한 불편함은 거의 없었다.

6. 검진 시 불편함이 있었다면? (복수응답 가능)

응답 13개



<그림 IV-28> 검진 시 불편함에 대한 응답 분포

검사자들에게 기타 건의사항을 조사한 결과 아래와 같은 사항을 응답하였다.

- 나이많은 수검자가 앉아서 하기에는 무리가 있어 보이고 2차검진 협조가 전혀 되지 않음
- 2차검사 시간이 너무 많이 걸린다. 수검자도 부담스러워 함, 검사시간 조절이 필요하다.
- 1차 검진시 본 테스트 횟수가 너무 많다.
- 2차 시간이 너무 길어 수검자 동의 구하기 힘들
- 회사에서 검사할 수 있도록 설득과, 2차 검진은 40분 이상 소요될 수 있다하니 안 하겠다고해서 설득하는데 어려움이 있음
- 업무과중으로 수검자 대기시간 연장으로 불만 많았고, 인력지원 없이 하는 검사라 로딩이 많이 걸림

건의사항 중 가장 많은 언급으로 2차 검사의 부담이 거론되었다. 그 원인으로는 검사시간이 많이 소요되는 데에 대한 부담과 이에 따른 사업장 협조의 어려움이 있었다. 실제로 2차 검사 대상자 25명 중 3명에서만 검사가 이루어져 정확한 신경계 유소견자(D1)의 비율을 확인할 수는 없었다. 검사에 불응한 이유로 가장 주요한 원인으로 강제성의 부재, 수검자의 불편함이 언급되었다. 따라서, 후속 연구에서는 이를 상쇄할만한 유인책이나 검사자 보상이 동반되어야 2차 검사의 수검율을 높이고, D1의 비율을 보다 명확하게 파악할 수 있을 것으로 보인다.

검진 횟수에 대한 의견도 일부 있었는데, 본 연구에서 1차검사로 제시한 부호숫자 짝짓기의 검사횟수는 연습 3회, 본 검사 4회로 이루어져 검사시간 약 5-6분 동안, 총 7회의 검사를 거치게 된다. 일부 수검자에게 있어서는 단조롭고, 피로감이 있을 수 있으나, 이는 수검자의 정확한 평가를 위해 학습효과와 피로효과의 최적의 교차점으로 지정한 검사 횟수이다. 후속연구에서 이를 다시 검증해볼 필요도 있다.

이외에도 기존 검진인력에 추가적으로 부담되는 검사업무에서 오는 불편함도 언급되었는데, 이 역시 후속연구에서 추가적으로 해결해야할 과제이다. 현재 일선기관에서 시행하는 특수건강진단 제도의 특성상 특수건강진단 실무 지침에 의거하여 진행되고, 기관에 필수 인력으로 등록된 인력으로만 검진을 시행하다 보니, 이러한 문제가 제기된 것으로 추측된다. 향후, 시범사업, 후속연구 후 실무지침 개정을 통해 신경행동검사가 필수검사로 발전하는 과정에서 해결해야 할 과제로 남아 있다.

3. 특수건강진단 실무지침 개정안 제시

1) 신경계 유해인자의 건강진단 항목

현재 근로자건강진단 실무지침의 신경계 유해인자에 대한 1차 검사 항목과 2차 검사 항목은 아래와 같이 지정되어 있다. 1차 검사 항목으로는 모두 ‘신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰’로 되어 있으며 경우에 따라 의사의 이학적 검사도 병행할 수 있다.

2. 건강진단항목

2-1. 1차 검사항목

- (1) 직업력 및 노출력 조사
- (2) 과거병력조사 : 주요 표적장기와 관련된 질병력 조사
- (3) 자각증상조사 : 문진표 작성내용 확인 포함
- (4) 임상진찰 및 검사 : 신경계·피부에 유의하여 진찰
 - ① 간담도계 : 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피
 - ② 비뇨기계 : 소변검사 10종
 - ③ **신경계 : 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰**
 - ④ 눈·피부·비강·인두 : 점막자극증상 문진, 진찰
 - ⑤ 생물학적 노출지표 검사 : 소변 중 마노산(작업 종료 시 채취)

2-2. 2차 검사항목

⋮

- (3) **신경계 : 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사**

2) 신경행동검사 활성화를 위한 개선안

향후 후속연구를 통해 신경행동검사의 확대 적용에 대한 효용성과 타당성을 더 논의해야할 필요가 있겠지만, 현재 1차 검사로 유명무실한 ‘문진, 진찰’에 국한된 내용을 개선하여 아래와 같이 제안한다.

2. 건강진단항목

2-1. 1차 검사항목

- (1) 직업력 및 노출력 조사
- (2) 과거병력조사 : 주요 표적장기와 관련된 질병력 조사
- (3) 자각증상조사 : 문진표 작성내용 확인 포함
- (4) 임상진찰 및 검사 : 신경계·피부에 유의하여 진찰
 - ① 간담도계 : 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피
 - ② 비뇨기계 : 소변검사 10종
 - ③ 신경계 : **신경계 증상 문진,**
신경계 유해인자 취급 누적 직력이 10년 이상이거나,
누적직력이 5년 이상이면서 신경계통 문진항목 중
심하다 1개 이상/보통 2개 이상인 경우
컴퓨터 신경행동검사 중 부호숫자 짝짓기 검사를 실시
 - ④ 눈·피부·비강·인두 : 점막자극증상 문진, 진찰
 - ⑤ 생물학적 노출지표 검사 : 소변 중 마노산(작업 종료 시 채취)

2-2. 2차 검사항목

⋮
⋮

- (3) 신경계 : **신경행동검사 중 6개 항목(단순반응 검사, 선택반응 검사, 글자색 구분, 숫자구분, 숫자 더하기, 숫자 외우기, 부호숫자 짝짓기) 근전도 검사, 신경전도 검사, 임상심리검사, 신경학적 검사**

아울러, C1, D1 판정기준으로 제시된 내용도 아래와 같이 개정할 것을 제안한다.

3. 직업의학적 평가

3-1. 건강관리구분

※ C1판정기준 : 다음의 첫째 또는 둘째에 해당하는 경우

첫째, (1) 임상검사결과 참고치를 벗어나거나, 임상진찰결과 간, 신장, 눈, 피부, 호흡기, 심장, 중추신경계 등의 이상증후를 보이고 (2) **신경행동검사 중 부호숫자 짝짓기 검사의 반응속도 항목이 하위 30% 해당되고,**

(3) 작업장 기중농도, 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지 표검사 등을 고려할 때, OOO 노출에 의한 것으로 추정되며 (3) D1에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우

둘째, 생물학적 노출지표검사 결과 생물학적 노출기준을 넘는 경우

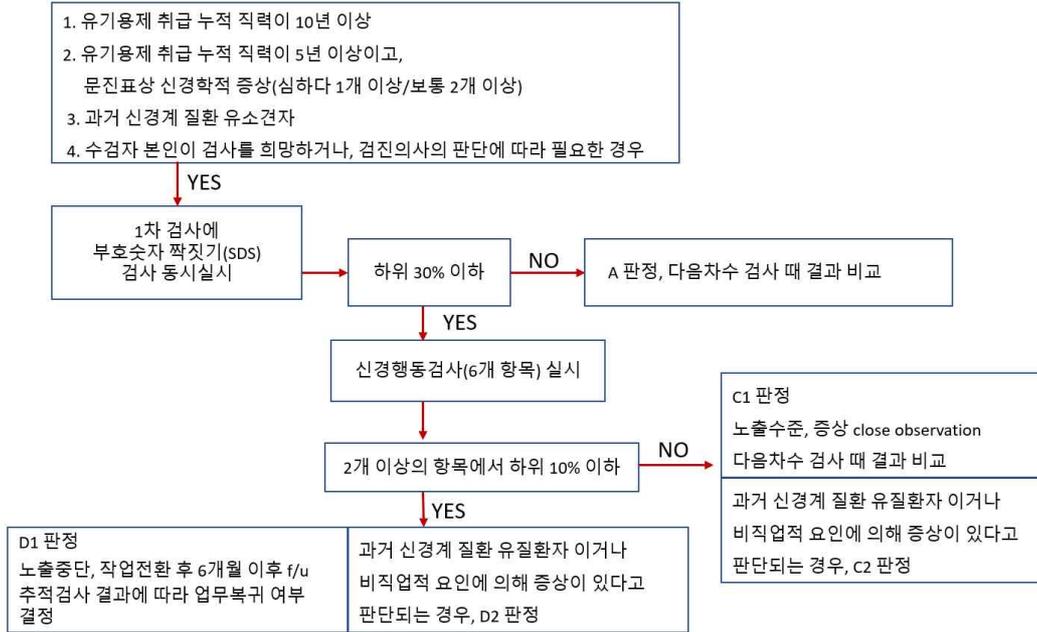
※ D1판정기준

(1) 임상검사 또는 임상 진찰결과, 간 장애, 피부장애, 호흡기장애, 심장장애, 중추신경계장애, 신장장애, 안장애 등이 있고

(2) 작업장 기중농도, 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지표검사 등을 고려할 때, OOO 노출에 의한 것으로 추정되는 경우

(3) 컴퓨터 신경행동검사 6개 항목 중 2항목 이상의 결과가 하위 10%에 해당되며, 이 결과가 OOO 노출에 의한 것으로 추정되는 경우

이상의 내용을 흐름도로 표현하면 아래 그림과 같이 요약된다.



<그림 IV-29> 신경계 유해인자 취급 근로자의 신경행동검사, 판정 흐름도

이상의 흐름도에 따라 C1에 해당되는 경우, 작업부서의 신경계 유해인자 노출 수준, 작업환경 측정자료, 보호구 착용 등을 확인하고, 노출에 영향을 주는 요인이 있다면 사업장 관리자에게 통보하여 개선을 요청할 필요가 있다. C1에 해당되는 근로자는 다음 차수 검사에서 신경행동검사 2차 검사를 실시하고, 전년도 검사와 비교하여 떨어지지 않는지 지속적으로 추적관찰하는 사후관리가 필요하다. 특히, 직업성 노출 이외에 음주, 기저질환 등의 개선요인은 없는지 면밀히 확인이 필요하다.

D1에 해당되는 경우에도 작업부서의 신경계 유해인자 노출수준, 작업환경 측정자료, 보호구 착용 여부 등을 확인이 필요하고, 노출을 줄일 수 있는 방안을 찾아야 한다. D1 수준에 해당되는 근로자의 경우 인지 수준과 직무등을 고

려하여, 필요한 경우 업무 제한, 부서전환의 조치가 필요할 수 있으며, 기질적 영향을 확인하기 위해 종합병원 신경과, 영상의학과와 연계하여 일련의 추적검사를 진행해야 한다.

4. 연구의 제한점, 향후 개선방향

1) KCNT 프로그램 개선 및 향후 논의사항

KCNT 프로그램의 계정접속, 수검자 등록, 데이터 조회를 위해서는 인가된 아이디, 비밀번호를 입력하여 인터넷 접속이 가능해야 검사, 조회가 가능하다. 따라서, 일부 출장검진 사업장에서 인터넷 접속이 되지 않는 경우 검사가 불가능하다. 이는 각 기관 실무자들에게 사전에 고지된 내용으로 스마트폰의 테더링이나 와이파이 단말기 등을 보완하여 해결 가능하였다. 향후 컴퓨터 신경행동검사 활성화를 위해서 분명히 장애가 될 요인이나 최근의 우리나라 인터넷 환경을 감안할 때 큰 문제는 되지 않을 것으로 사료되며, 프로그램에서 사용하는 데이터량이 크지 않아 고속의 인터넷 환경이 필요하지는 않다. 실제로 각 일선기관에서 출장검진을 수행함에 있어서 인터넷 연결 문제로 검사에 어려움을 겪는 기관은 없었다. 인력의 확보 문제, 검사자의 자격, 정도관리, 교육 관련 이슈 등이 앞으로 해결해야 될 과제로 남아있다.

2) 시범사업을 위한 수가 책정

향후 컴퓨터 신경행동검사의 확대를 위해서는 검사자 인력 확보와 기관의 운영을 위해서 수가 책정이 반드시 필요하다. 현재 신경행동검사 항목으로 심사평가원의 수가 책정은 되어 있으나, 진료가 아닌 특수건강검진에서 일부항목을 선택하여 실시하였을 때의 적정 수가 책정은 논의가 필요하다. 향후, 특수건강진단기관 협의체와 전문가들의 의견을 수렴하여 1차, 2차 검사의 적정한 수

가 책정이 필요할 것이다. 검사자들을 대상으로 1차, 2차 검사에 대한 적정 수가를 물어본 결과, 1차 검사의 수가는 평균 8,300(\pm 4,745)원, 2차 검사의 수가는 36,950(\pm 18,449)원으로 조사되었다.

현재, 특수건강진단의 수가는 건강보험공단에서 정한 행위별 상대가치점수를 바탕으로 책정하고 있는데, 신경계통 검사의 2019년 항목별 수가 산정은 아래 표와 같다<표IV-9>.

<표IV-9> 특수건강진단 신경계 검사별 수가(2019년 기준)

분류	검사항목	분류번호	코드	상대 가치점수	수가	비고
신경계	신경행동검사	* 검사방법에 따라 기관에서 산정				2차 검사
	임상심리검사	* 검사방법에 따라 기관에서 산정				2차 검사
	신경학적검사	나-610가	F6101	290.08	27,820	2차 검사
	근전도검사[상지편측, 하지편측 각각]	나-611가, 나	F6111 ~2	572.77	54,930	2차 검사
	신경전도검사 [상지편측, 하지편측, 운동신경, 감각신경 각각]	나-612가(1),(2) 나-612나(1),(2)	F6121 ~4	423.66	40,630	2차 검사
	냉각부하검사	* 검사방법에 따라 기관에서 산정				2차 검사
	운동기능검사	* 검사방법에 따라 기관에서 산정				2차 검사

신경행동검사 포함 대다수의 2차검사의 수가는 “검사방법에 따라 기관에서 산정”이라고 되어 있어서 일선기관에 참고로 제시할 수 있는 합당한 수가가 마련되어 있지 않다. 따라서, 신경행동검사의 상대가치점수를 토대로 적합한 수가를 산정하는 것이 바람직할 것이다.

현재 행위별 수가 산정에 참고를 할 수 있는 항목은 정신건강의학과에서 실시하고 있는 전산화신경인기능검사; 전체 (CNT_Total; Computerized

Neurocognitive Function Test; Total) 항목을 참고로 할 수 있다<표IV-10>.

<표IV-10> 전산화신경인기능검사의 상대가치점수

코드	세부코드	항목	점수
FB022	B009	CNT-시각지속검사 CNT-Visual Continuous Performance Task	586.48
	B010	CNT-조건시각지속검사 CNT-Visual Conjective Continuous Performance Task	
	B011	CNT-언어지속검사 CNT-Auditory Continuous Performance Task	
	B012	CNT-조건언어지속검사 CNT-Auditory Conjective Continuous Performance Task	
	B013	CNT-숫자따라말하기검사 CNT-Digit Span Test	
	B016	CNT-시각단기기억검사 CNT-Visual Span Test	
	B037	CNT-선로잇기검사 CNT-Trail Making Test	
	B038	CNT-단어색채검사 CNT-Word-Color Test	
	B039	CNT-개념형성검사 CNT-Hypothesis Formation Test	
FB030	15	CNT-시각기억검사 CNT-Visual Learning Test	249.81
FB030	25	CNT-카드분류검사 CNT-Card Sorting Test	249.81
FB040	10	CNT-언어기억검사 CNT-Verbal Learning Test	428.37
			1514.47

<표IV-11> CNT-주의력검사(CNT-Attention)의 상대가치점수

코드	세부코드	항목	점수
FB022	B009	CNT-시각지속검사 CNT-Visual Continuous Performance Task	586.48
	B010	CNT-조건시각지속검사 CNT-Visual Conjective Continuous Performance Task	
	B011	CNT-언어지속검사 CNT-Auditory Continuous Performance Task	
	B012	CNT-조건언어지속검사 CNT-Auditory Conjective Continuous Performance Task	

<표IV-12> CNT-기억력(CNT-Memory) 검사의 상대가치점수

코드	세부코드	항목	점수
FB021	B013	CNT-숫자따라말하기검사 CNT-Digit Span Test	242.80
	B016	CNT-시각단기기억검사 CNT-Visual Span Test	
FB030	15	CNT-시각기억검사 CNT-Visual Learning Test	249.81
FB040	10	CNT-언어기억검사 CNT-Verbal Learning Test	428.37
Total			920.98

위의 표를 토대로 추정해보면 검사 갯수별, 검사 종류별로 차이가 있겠으나 대략적으로 검사의 기본 행위 점수가 100점, 검사 1개가 추가될 때 70점이 부여되는 것으로 계산된다. 따라서 이를 근거로 컴퓨터 신경행동검사의 상대가치 점수를 부여한다면 1차 검사는 170점, 2차 검사는 520점으로 계산된다. 2020년 기준, 가치점수당 76.2원이 부과되므로 1차 검사의 수가는 대략 12,954원, 2차 검사의 수가는 39,624원이 책정된다. 여기에 병원급 기관의 30% 가산율을 더하게 되면 기관별로 책정할 수 있는 참고 수가는 아래와 같이 정리할 수 있다<표 IV-13>.

<표IV-13> 신경행동검사 항목별 수가 산정 기준안

검사항목	점수(추정)	상대가치 점수당	가산율	가격범위
1차 부호숫자 짝짓기	170	76.2원	0-30%	12,954-16,840원
2차 부호숫자 짝짓기 포함 6개 항목	520	76.2원	0-30%	39,624-51,511원

따라서, 1차 검사의 수가는 약 13,000원에서 16,000원, 2차 검사의 수가는 39,000원에서 51,000원으로 산정해볼 수 있다. 특수건강진단 기관에서 많이 시행되고 있는 폐활량검사의 수가가 18,500원, 순음청력검사(고막운동성검사 포함)의 수가가 29,400원인 것을 감안하면, 1차 검사의 수가가 이와 비슷하거나 낮은 수준으로 책정되는 것은 적절할 것으로 사료된다.

3) 신경행동검사 활성화의 경제성 검토

특수건강진단의 기본 목적이 근로자의 건강보호와 질병예방 및 조기발견이라는 점에 있어서 특수건강진단의 경제성 논하는 것은 자칫 제도의 본질을 흐릴 수 있다. 그러나, 현재 특수건강진단 기관의 지정과 운영에 있어서 경제적인 부분을 전혀 고려하지 않고, 무작정 새로운 검사를 도입하고 강요할 수는 없을 것이다.

각 기관에 검진인력이 운용되는 현황을 보면 최소한의 요건으로 운영되고, 인력을 최대한 효율적으로 배치하여 검진을 시행하고 있는 것이 현실이다. 여기에 새로운 검사를 추가되었을 때, 그만큼의 수익이 창출되지 않으면 일선 기관에서 추가로 인력을 배치할만한 동기가 되지 못할 것이다. 또한, 컴퓨터 신경행동검사를 실시하기 위한 장비와 프로그램 사용료(30-40만원/월)를 감안하면, 지속적으로 신경계 유해인자의 대상 근로자를 선별하여 일정 수 이상의 검진을

각 기관에서 수행할 수 있는 수준의 검사자 수가 확보되어야 할 것이다.

지역별로 편차가 있는 사업장의 특성과 신경계 유해인자의 다양성을 고려하면 일부 기관에서는 신경행동검사를 도입하여 시행하는데 무리가 있을 수 있다. 그러나, 앞서 언급한 1차, 2차 검사의 수가와 운영비용 등을 고려 할 때, 각 기관에서 월 30명, 연간 300명의 신경행동검사 수검자가 확보된다면 신경행동검사 도입과 실시에 무리가 되지 않을 것으로 추정된다.

4) 연구의 한계점

본 연구에서는 전국의 5개 특수건강진단 기관에서 다양한 신경계 유해인자를 취급하는 근로자를 대상으로 신경행동검사의 활성화를 위한 가능성을 시험해보았다. 1차 및 2차 검사 대상에 해당되는 모든 수검자가 제시된 가이드라인에 맞게 검사가 진행되는 것이 이상적이었겠으나, 기관의 상황과 검사 시기에 따른 여러 제한사항에 의해 일부 기관에서는 검사의 실시 건수가 당초 목표한 건수에 미치지 못하였다. 특히, 2차 검사 실시 대상자 25명 중 3명에서만 실시된 것은 본 연구의 가장 큰 한계점이다. 2차 검사의 특성상 검사를 위해 수검자를 내원시켜야 하고, 비교적 오랜시간이 소요되는 검사다 보니, 사업장 및 수검자의 입장에서 의무사항이 아닌 검사인 점을 설명하면 검사를 거부하는 경우가 많았다. 실무지침 개정을 통해 검사가 제도화되는 것이 가장 확실한 방법이겠으나, 연구 과정 동안에 특수건강진단 기관에서 검사를 무리없이 실시할 수 있게 하는 여러 방법이 필요할 것이다. 향후, 후속 연구에서 2차 검사자의 수검률을 높이기 위해 적절한 경제적 보상을 제시하거나, 실시기관에 기관평가 가산점 부여 고려 등 신경행동검사를 확대하여 실시하고, 수검률을 높일 수 있게 하는 여러 방안을 구상하여 연구를 계획할 필요가 있다.

본 연구의 목표가 특수건강진단에서 신경행동검사의 활성화를 위해 검사의 표준화 방법, 검사 지침, 검사 대상자 및 판정 가이드라인의 적용이었는데, 이

과정에서 여러 특수건강진단 기관의 의견과 다양한 직업환경의학과 의사의 의견이 반영되지 못한 측면이 있다. 특히, 본 연구에 참여한 일부 기관에서는 검사 대상자의 기준 중 '검사를 희망하는 수검자 또는 직업환경의학과 의사의 소견상 검사가 필요하다고 판단되는 수검자'의 사유로 검사가 진행된 비율이 타 기관에 비해 높은 기관이 있었는데, 이에 대해 본인이 검사를 희망하는 수검자인 경우 검사 대상의 객관성을 확보하기 어렵고, 기관의 필요에 따라 검사가 실시될 수 있다는 부정적인 의견이 제시되기도 하였다. 또한, 노출 수준에 대한 고려 없이, 단순히 누적노출 기간만으로 검사자를 선정하는 데에 대한 보완이 요구되기도 하였다. 이를 보완하기 위해 수검자의 증상, 문진표 등을 종합적으로 판단하여 검사자를 선정하는 방안을 더 세부적으로 제시되어야 할 것이다. 후속 연구에서 다수의 수검자를 대상으로 확대하기 전에 특수건강진단 기관과 직업환경의학과 의사들의 의견을 수렴하고 보완하여 확대 실시의 가능성을 판단할 필요가 있다.

V. 결론

1. 요약

특수건강진단에서 거의 시행되고 있지 않은 신경계 검사의 실태와 컴퓨터 신경행동검사의 활성화를 모색하였다. 5개 특수건강진단기관에서 신경계 유해인자에 노출된 누적 직력이 10년 이상, 5년 이상이면서 신경계통 문진표상 증상을 호소하는 근로자, 기타 검사가 필요하다고 판단된 근로자 총 240명을 대상으로 1차 선별검사로서 컴퓨터 신경행동검사 중 부호숫자짜짓기 검사를 실시하였다. 평가항목 하위 30%를 기준으로 선별한 결과 25명(10.4%)이 해당되어 2차 검사 실시 대상으로 판정되었다. 이중 3명을 대상으로 2차 검사가 실시되었는데, 평가항목 중 2개 이상에서 하위 10%에 해당되는 판정기준을 적용한 결과 2명에서 D1, 1명에서 C1으로 판정 가능한 것으로 추정되었다.

본 연구를 통해 1차 선별검사로서 신경행동검사의 적용 가능성을 확인하였고, 확대 실시에 앞선 예비 조사로서의 연구를 수행하였다. 또한, 특수건강진단 검사자, 실무자의 교육과 매뉴얼, 지침 마련을 통해 향후 현실적인 문제점을 확인하고 개선방안을 모색하였다. 마지막으로 검사자의 자격, 질 관리, 1차 선별 검사 및 2차 검사의 수가 책정 문제에 대해 논의하였다. 일반 특수건강진단 기관에서 컴퓨터 신경행동검사를 수행함에 있어서 검사자 인력문제, 사업장 협조 등의 제한요인이 있었으나, 프로그램 순응도, 적용, 검사자 선정, 판정과정 관련해서는 큰 문제 없이 적용 가능할 것으로 평가되었다.

2. 제언

신경계 유해인자에 노출되는 근로자중 요관찰자, 유소견자를 특수건강진단에서 선별하기 위해 컴퓨터 신경행동검사를 1차 검사에 실시할 것을 제안한다. 아울러, 1차검사 결과, 일정 기준 미만의 수검자를 2차 검사 대상으로 선별하여 직업성 신경계 질환의 조기발견에 활용하는 한편, 해당 근로자의 추적검사, 업무적합성 평가 등의 근거로 활용할 수 있을 것이다. 이를 위해, 신경계 유해인자에 노출되는 근로자들 중, 신경행동검사의 실시 대상자를 명문화하고, 실무지침 개정, 판정지침, 사후관리 방안 연구를 후속 연구과제를 통해 정립되어야 할 것이다.

또한, 일선 특수건강진단 기관에서 신경행동검사를 실시하고 지속 가능할 수 있도록 제도 정비와 지침 마련이 필요할 것으로 생각된다. 이를 위해 후속사업으로서 본 연구에서 적용된 선정지침, 판정지침을 여러 특수건강진단 기관에 확대 적용하는 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

강성규. 직업적 유기용제 중독 사례. Korean J Occup Health 2002; 41(1): 1-7.

강성규, 이경용, 정호근 등. 유기용제 중독에 의한 중추신경장애 1예. 대한산업의학회지 1992; 4(1): 110-7.

강연욱, 장승민, 나덕렬. 서울신경심리검사 2판. 2nd ed. 휴브알앤씨; 2012.

고용노동부. 2018년도 근로자 건강진단 실시결과. 2020.

사공준. 유기용제 노출자에 대한 신경행동학적 평가. Korean J Occup Health2002; 41(1): 8-15.

사공준, 정종학. 자동차 페인트 도장공에 있어서 컴퓨터를 이용한 신경 행동검사 수행기능의 평가. 예방의학회지 1994; 27(3): 487-504.

사공준, 전만중, 정종학. 컴퓨터에 대한 친숙도와 키보드 형태가 컴퓨터 신경행동검사에 미치는 영향. 대한예방의학회 제 51 차 학술대회 초록집, 14-1. 1999

사공준, 전만중, 성낙정, 정종학. 한글판 컴퓨터 신경행동검사. 대한산업 의학회 제23차 추계학술대회 초록집 pp 105, 1999.

사공준, 정종학, 전만중 등. 면접 및 컴퓨터 신경행동검사의 신뢰도 평가. 대한산업의학회지 2000; 12(4): 494-500.

이세훈. 화학물질 폭로에 의한 중추신경장애 평가에 이용되는 현장조사법. 한국의 산업의학 1990:29(2). 4530

이세훈, 이승한 . 유기용제 폭로근로자의 신경행동학적 변화에 대한 연구. 산업보건연구논문집. 1991:55- 63

이세훈, 김형아, 이원철, 장성실, 이경제, 박정일, 정치경. 신경독성 물질에 폭로되지 않은 건강한 남자의 신경행동학적 검사 수행능력. 산업의학 회지 7(1) : 139-151. 1995.

천용희. 혼합유기 용제에 폭로된 근로자의 만성 독성 뇌장애. 산업의학 회지 3(2) : 216-219, 1991.

Anger, W. K., and B. L. Johnson. 1985. Chemicals affecting behavior. Pp. 51-148 in Neurotoxicity of Industrial and Commercial Chemicals, J. L. O'Donoghue, editor. , ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press.

Anger, W. K., O.J. Sizemore, S.J. Grossmann, J.A. Glasser, R. Letz, R. Bowler, Human Neurobehavioral Research Methods: Impact of Subject Variables, Environmental Research, Volume 73, Issues 1-2, 1997, Pages 18-41, ISSN 0013-9351,

Baker EL, Letz RE, Fidler AT, Shalat S, Plantamura D, Lyndon M. A computer-based neurobehavioral evaluation system for occupational and environmental epidemiology: methodology and validation studies. Neurobehav Toxicol Teratol. 1985 Jul-Aug;7(4):369-77. PMID: 4058646.

Baker EL. A review of recent research on health effects of human occupational exposure to organic solvents. A critical review. J Occup ed

1994; 36(10):1079-92.

Baker EL, Seppalainen AM. Human aspects of solvent neurobehavioral effects. Report of the workshop session on clinical and epidemiological topics. *Neurotoxicology* 1986; 7(4): 43-56.

Baker EL Jr, Smith TJ, Landrigan PJ. The neurotoxicity of industrial solvents: a review of the literature. *Am J Ind Med* 1985; 8(3): 207-17.

Bast-Pettersen R. The neuropsychological diagnosis of chronic solvent induced encephalopathy (CSE)-A reanalysis of neuropsychological test results in a group of CSE patients diagnosed 20 years ago, based on comparisons with matched controls. *Neurotoxicology* 2009; 30(6): 1195-201.

Camerino D. 1987. Presentation, description and preliminary evaluation of M.A.N.S. Institute for Occupational Health, University of Milan, Milan, Italy. 1987

Eckerman DA, Carroll JB, Foree D, Gullion CM, Lansman M, Long ER, Waller MB, Wallsten TS. An approach to brief field testing for neurotoxicity. *Neurobehav Toxicol Teratol.* 1985 Jul-Aug;7(4):387-93. PMID: 4058647.

Dick FD. Solvent neurotoxicity. *Occup Environ Med* 2006; 63(3): 221-6.

Gamberale F, Iregren A, Kjellberg A. SPES: the Computerized Swedish Performance Evaluation System: Background, Critical Issues, Empirical Data, and a Users' Manual. National Institute Health, Solna, 1989, pp

1-77.

Goldberg M, Kromhout H, Guenel P et al. Job exposure matrices in industry. *Int J Epidemiol* 1993; 22: S10-5.56) Harry J, Kulig B, Lotti M et al. Neurotoxicity risk assessment for human health: principles and approaches. In: *Environmental Health Criteria 223*, World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Hanninen H. Psychological picture of manifest and latent carbon disulfide poisoning. *Br J Ind hled* 28:374-381, 1971.

Hanninen H. Twenty-five years of behavioral toxicology within occupational medicine: A personal account. *Am. J. of Ind. Med.* 7:19-30, 1985.

Hoar SK, Morrison AS, Cole P et al. An occupation and exposure linkage system for the study of occupational carcinogenesis. *J Occup Med* 1980;22(11): 722-6.

Iregren A, Letz R. Computerized testing in neurobehavioral toxicology. *Applied Psychology :An international review* 41 (3):247-255, 1992.

Jin CF, Haut M, Ducatman A. Industrial solvents and psychological effects. *Clin Occup Environ Med* 2004; 4: 597-620.

Kim EA, Kang SK. Occupational neurological disorders in Korea. *J Korean Med Sci* 2010; 25(Suppl): S26-35.

Kim Y, Jeong KS, Yun YH et al. Occupational Neurologic Disorders in Korea. *J Clin Neurol* 2010; 6: 64-72.

Kim Y, Kim JW. Toxic encephalopathy. Saf Health Work 2012; 3: 243-56.

Lee CR, Jeong KS, Kim Y et al. Neurobehavioral changes of shipyard painters exposed to mixed organic solvents. Ind Health 2005; 43(2): 320-6.

Letz R. Use of computerized test batteries for quantifying neurobehavioral outcomes. Environmental Health Perspectives 90 :195-198. 1991.

Stewart RD, Dodd HC, Baretta ED, Schaffer AW. Human exposure to styrene vapor. Arch Environ Health 16: 656-662, 1968.

Stewart RD, Gay HH, Schaffer AW, Early DS, Rowe VK. Experimental human exposure to methyl chloroform vapor. Arch Environ Health 19 : 467-472, 1969.

Sainio MA Sr. Neurotoxicity of solvents. Handb Clin Neurol 2015; 131: 93-110.

The Netherlands center for Occupational Disease (NCvB). Solvent team of national statistics. In: Occupational diseases. Available from: URL: <http://www.occupationaldiseases.nl>

WHO. Principles and Methods for the Assessment of Neurotoxicity Associated with Exposure to Chemicals. Environmental Health Criteria 60. Geneva 1986

van Hout MS, Schmand B, Wekking EM et al. Cognitive functioning in patients with suspected chronic toxic encephalopathy: evidence for neuro psychological disturbances after controlling for insufficient effort. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2006; 77(3): 296-303.

Abstract

A Research on Utilization of Korean Computerized Neurobehavioral Test in Workers' Health Check.

Objectives: It is essential to detect abnormalities in the central nervous system caused by organic solvents as symptoms are non-specific and can lead to irreversible and permanent disorders. Currently, it is essential to detect them early under the Workers' Health Check system. In the first test, examinees with symptoms are suggested to undergo a computer neurobehavioral test or a clinical psychological test as a second test, but currently it is rarely performed. This may have passive attitude of the working-level staff due to the lack of standardized methods. Therefore, this study was conducted to suggest a method to prevent central nervous system disorders of workers and to activate computer neurobehavioral tests in the Workers' Health Check for early detection of workers with symptoms.

Methods: According to the work experience of workers exposed to nervous system harmful factors and the results of the questionnaire, a screening plan for the subjects of the neurological behavior test was presented at the first test. As a result of performing cut-off in the lower 30% of the results of the first test, about 10% of the examinees were considered urinary observers, and the second test was performed.

Results: For these, 6 items of neurobehavioral test were selected and the second test was performed. Out of 240 screening subjects, 23 (9.8%) showed C1, and 2(0.8%) showed D1. Examiner's manual for test personnel who will perform neurobehavioral tests and standardized decision guidelines for doctors are presented.

Based on the above results, guidelines for the subjects of the neurobehavioral test and judgment guidelines were presented, and the direction of the follow-up research project to improve the practical guidelines.

Conclusions: The possibility of a neurological screening test was confirmed when the neurobehavioral test was first performed in the Workers' Health Check for individuals who have experience or need management for more than 10 years among workers exposed to nervous system harmful factors.

As a result of applying the neurobehavioral test, which was rarely conducted as a secondary test, 1% of the patients were found to have a level equivalent to D1.

Key words: KCNT, Neurobehavioral test, Neurotoxic agent

부록

부록 1. 컴퓨터 신경행동검사 매뉴얼

(1, 2 항목은 이론적 배경으로 생략함)

3. 컴퓨터 신경행동검사 수행준비

3.1 검사환경

3.1.1 컴퓨터 사양

KCN을 실시하기 위해 갖추어야 할 조건은 크게 하드웨어와 소프트웨어로 구분할 수 있다. 하드웨어의 경우 컴퓨터, 검사자용 모니터와 피검자용 모니터, 스피커, 반응기로 구성되어 있어야 하며, 검사의 실시와 결과 출력을 위해 인터넷 연결이 가능해야 한다. 출장이나 검사실의 이동이 필요한 경우 1024×768 픽셀(권장) 하이컬러(16Bit) 또는 트루컬러(32Bit)를 구현할 수 있는 모니터와 스피커, 반응기로 이루어진 노트북과 유·무선 인터넷 접속이 필요하다.

○ 시스템 요구사항

OS

Windows XP / Vista / 7 이상 권장

CPU

펜티엄 이상(펜티엄 800MHz 이상 권장)

메모리

1GB 이상(2GB 이상 권장)

설치공간

최소 50MB(100MB의 여유공간 필요)

해상도

1024×768 픽셀(권장) 하이컬러(16Bit) 또는 트루컬러(32Bit)

3.1.2 검사실

검사실은 시끄러운 소음이 없어야 하고, 적절한 조명이 있어야 하며, 검사자와 피검자가 마주 보고 앉거나 서로 90도가 되게 앉을 수 있도록 탁자 한 개와 의자 두 개가 필요하다. 검사실의 온도는 편안한 정도로 유지되어야 한다. 탁자 위에는 검사에 필요한 물품 외에 다른 물건은 없어야 한다. 차양을 사용하거나, 탁자와 의자를 재배치하여, 강한 빛은 최소화하여야 한다.

3.1.3. 인터넷 환경

KCNT 프로그램을 서버로부터 다운로드 받아야 하며, 검사의 진행과정에서도 서버와 접속된 상태를 유지하여야 하며, 검사결과의 다운로드 역시 서버로부터 이루어지므로 검사용 컴퓨터는 항상 유선 혹은 무선으로 인터넷에 접속되어 있어야 한다.

3.1.4 검사 소요시간

9가지 전체 검사를 시행하는데 필요한 시간은 검사 전 면담과 검사 후 면담을 포함하여 약 45-50분 정도이며, 면담 기록지 등을 작성하고 다음 검사를 준비하는데 추가적으로 10분 정도 더 필요하다. 따라서 한 번의 검사당 대략 1시간 정도 필요하다.

3.2 검사자

신경행동학적 검사의 시행과 결과의 해석은 대개 심리학 전문가를 필요로 하지만, 한국형 신경행동검사는 의사 또는 심리학 전문가의 감독 아래 수련을 받은 의료기사가 시행할 수 있도록 제작되었다. 의료기사의 교육은 철저히 이루어져야 하며, 검사자가 검사에 익숙해지고 여러 상황에서 발생할 수 있는 변수들을 통제할 수 있을 만큼 충분한 연습이 선행되어야 한다. 단, 결과의 해석은 반드시 숙련된 의사 또는 심리학 전문가에 의하여 이루어져야 한다.

3.3 검사전 면담과 동의서

검사 전 면담의 목적은 대상자에게 검사의 세부 사항을 알리고, 결과 해석에 필요한 정보를 얻는 것이다.

○ 검사 전 면담 : 어떤 신경행동학적 검사든, 검사 전 면담이 중요하다. 면담은 통상적으로 면담 기술을 훈련받은 검사자가 시행하게 된다. 면담은 개인의 직업력, 병력, 그 외 중요하다고 생각되는 사항에 관한 정보를 얻을 수 있도록 구성되어 있다. 검사 전 면담의 목적은 대상자의 부정적 건강 반응의 징후를 정확하게 평가하는데 필요한 정보

를 얻고자 합니다. 면담을 시행하는 사람은 검사 시 결과에 영향을 미칠 수 있는 대답에 대해서 철저히 주의를 기울여야 한다.

○ 문서화된 동의서 : 대상자에게 검사의 목적을 설명하여야 한다. 도쿄에서 개최된 제 29차 세계 의학 협회 총회(World Medical Assembly)에서 개정된 헬싱키 선언을 인용해 보면 다음과 같다. “어떤 연구든 사람을 대상으로 할 경우 참가자에게 연구의 목적, 방법, 기대되는 효과, 연구의 잠재적 위험성, 불편함에 대해 알려야 한다. 참가자는 참가를 중단할 수 있으며, 언제라도 참가에 대한 동의 의사를 철회할 수 있다. 의사는 참가자의 동의를 가급적 문서로 보관하여야 한다.” 앞서 말한 내용은 대상자가 응답을 할 만한 능력을 지녔다고 가정한다. 이 요구사항은 정신장애를 지닌 사람, 어린이, 현대 의학에 무지한 사람들은 제외된다.

○ 증상 설문지 : 동의서를 작성하고 검사 전 면담을 실시하기 전에, 대상자는 행동, 감정, 지각에서 흔히 발생할 수 있는 증상들이 적혀 있는 질문지를 모두 작성할 필요가 있다. 설문지는 가능한 빨리 작성될 수 있도록 대상자들을 독려할 필요가 있다. 만약, 대상자가 표현이나, 단어에 어려움을 느낀다면, 다음 질문으로 넘어가게 하고, 빠진 질문에 대해서는 나중에 얘기하도록 한다.

3.4 소검사항목 선택

연구목적과 대상자의 특성, 연구조건에 따라 컴퓨터 신경행동검사의 세부검사의 선택은 달라진다. 그러나 다수의 연구자들이 몇몇 검사를 기본적으로 선택하고 필요에 따라 다른 검사를 추가하여 사용한다면 공통적으로 사용되는 검사의 비교가 용이할 수 있다. 예를 들어 일반인구와 특정 유기용제에 폭로 되는 근로자에게 동일한 신경행동검사를 수행한다면 유기용제에 폭로효과가 일반인구의 얼마 정도의 연령증가에 의한 인지기능의 저하에 해당하는지를 비교할 수 있으며 유기용제의 폭로효과를 정량화할 수 있다 .

컴퓨터 신경행동검사에 경험이 많은 Iregren과 Letz(1992)는 Minimum Common Core Computerized Battery(MCCCB)를 제안한 바 있다. 이들은 MCCCB의 구성검사로 SPES 의 단순반응시간 (Simple Reaction Time) 과 손가락 두드리기 (Finger Tapping Speed), 그리고 NES의 부호숫자 짝짓기(Symbol Digit Substitution)를 기본 검사항목으로 구성하기를 권하고 있다.

단순반응시간의 경우 여러 연구들에서 집단간 차이 (group difference)를 증명하고 있고 부호숫자 짝짓기는 광범위한 두뇌손상을 민감하게 반영하며 특히 혼합유기용제와

스티렌 및 아산화질소 등의 폭로에 의한 신경행동기능의 저하를 매우 민감하게 반영하는 것으로 알려져 있다. 손가락 두드리기는 널리 사용되고 있는 Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery와 다른 집단검사 배터리의 세부검사 항목으로 그 안정성과 타당성을 인정받고 있으며 특히 망간과 아산화질소의 폭로를 민감하게 반영한다고 알려져 있다 .

우리나라 근로자들을 대상으로 한 연구들에도 몇 개의 검사항목들을 공통적으로 사용함으로써 자료의 비교성을 높이고 정상치의 범위에 관한 자료의 축적에 이용될 수 있다. 그러나 신경행동검사는 그 특성상 문화적 배경에 영향을 많이 받으며 근로자 집단을 대상으로 해야만 하는 우리나라 직업환경의학의 현실을 고려할 때 우리나라에 맞는 신경행동검사 항목들로 구성할 필요가 있다.

4. 컴퓨터 신경행동검사 수행

4.1 메뉴설정

4.1.1 프로그램 설치 및 삭제

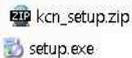
4.1.1.1 KCN Test 다운로드 방법

<http://www.kcntest.co.kr/> 접속 후 다운로드 가능

■ 설치



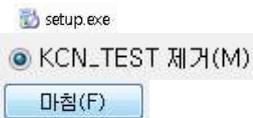
a) 'KCN 다운로드'를 통해 다운 받은 의 압축해제 후 파일을 실행한다.



b) 이후 실행되는 'KCN_TEST 설치 마법사'를 통해 KCN검사를 설치할 수 있다.

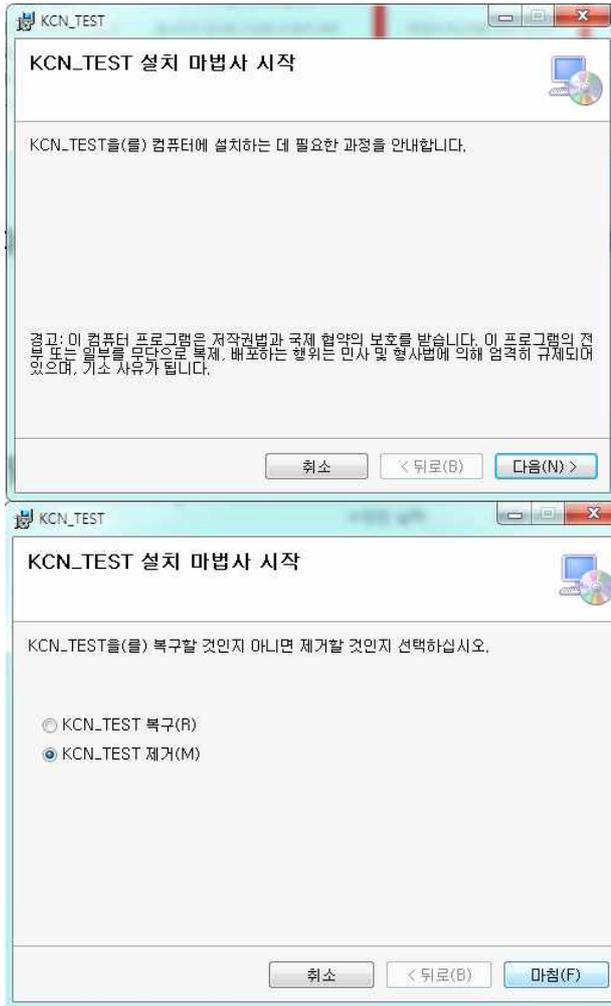
4.1.1.2 프로그램 삭제

a) KCN검사가 설치된 상태에서 파일을 실행한다.



b) 이후 실행되는 'KCN_TEST 설치 마법사'에서 를 선택한 후 을 클릭하여 KCN검사를 삭제할 수 있다.

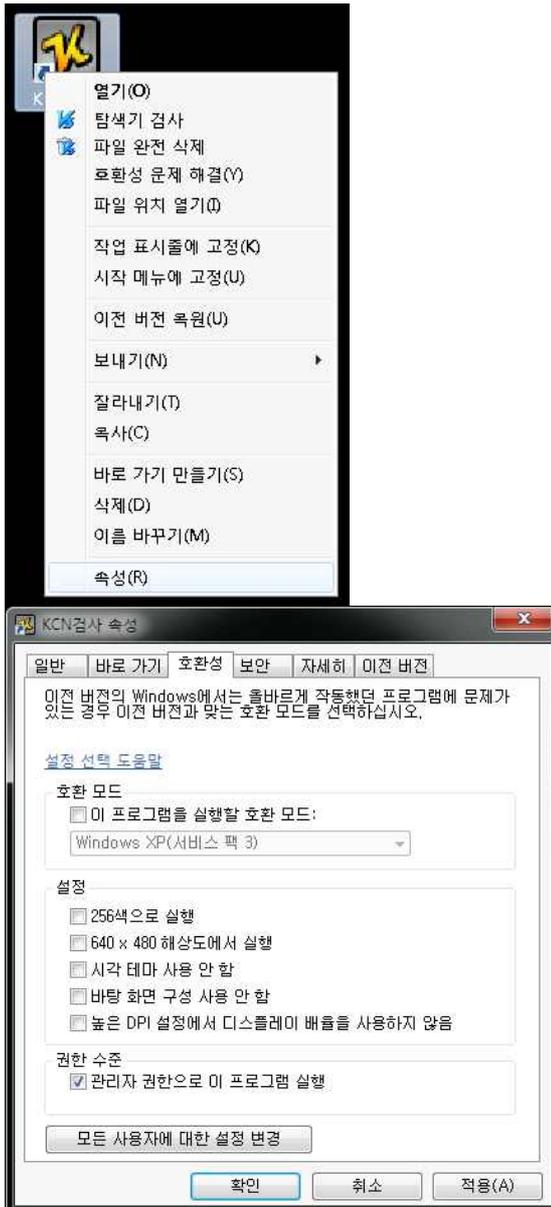
4.1.2 인터넷 환경 설정



a) 컴퓨터 또는 인터넷 연결 확인 (휴대폰 핫스팟 기능 사용 가능)



b) 아이콘을 오른쪽 클릭 후 '속성'에 들어가서 '관리자 권한으로 이 프로그램 실행'을 권장



4.1.3 프로그램 시작과 종료

a) 아이콘을 더블 클릭하면 다음과 같은 화면이 나온다.

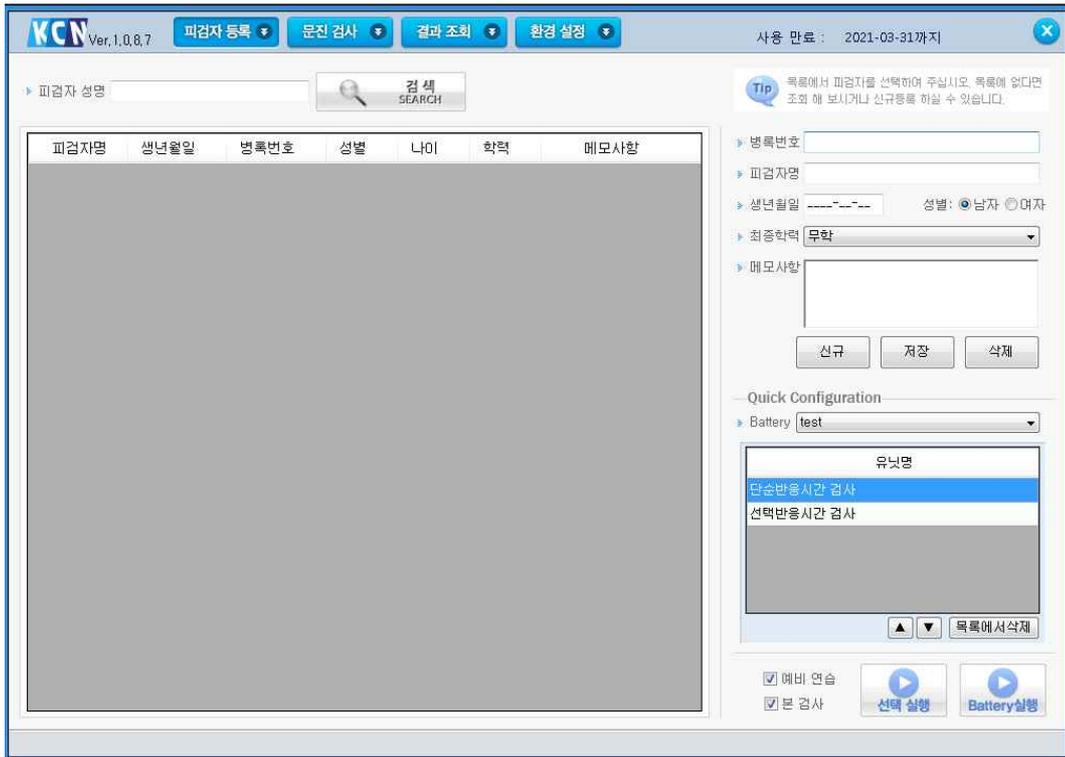


b) 부여받은 아이디와 패스워드를 입력하고 "LOG-IN" 버튼을 클릭하면 사용기간 안내 화면이 나온다.

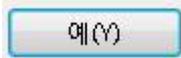


c) 사용기간 안내 화면을 더블 클릭하면 메인화면이 실행된다.

d) 우측 상단의 를 클릭하면 "KCN 시스템을 종료 하시겠습니까?"라는 문구가 나오게



되고  를 클릭하면 KCN 시스템이 종료된다.



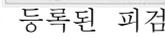
4.1.4 피검자 등록

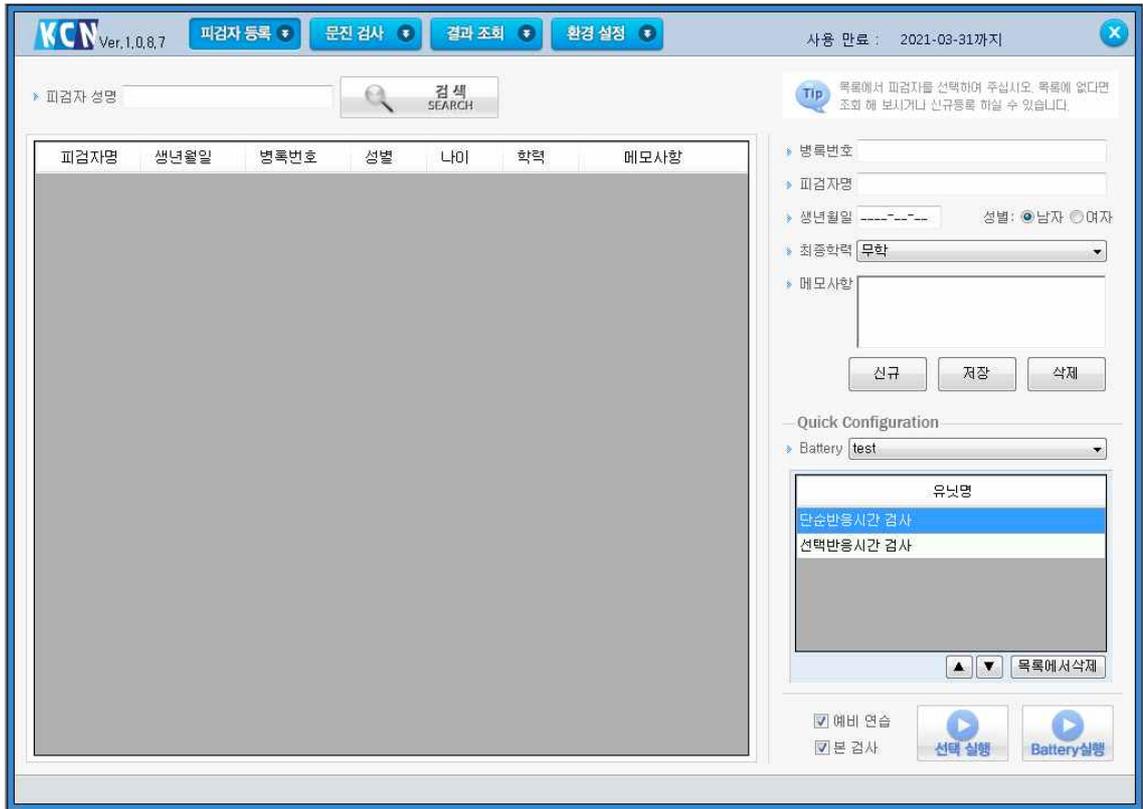
 을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나온다.

a) 우측 상단에 피검자의 정보 (병록번호, 피검자명, 생년월일, 성별, 최종학력, 메모사항)을 입력한 후  을 클릭하면 피검자가 등록된다.



b) 등록된 피검자는  을 클릭하여 확인할 수 있다.  을 입력한 후  을 클릭하여 찾을 수도 있다.

c)  를 클릭하여 새로운 피검자를 등록할 수 있다.

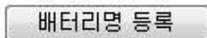


d) 를 클릭하여 등록된 피검자를 삭제할 수 있다. 검사를 시행하여 결과 데이터가 생성된 피검자는 삭제가 되지 않는다.

4.2 소검사항목 설정

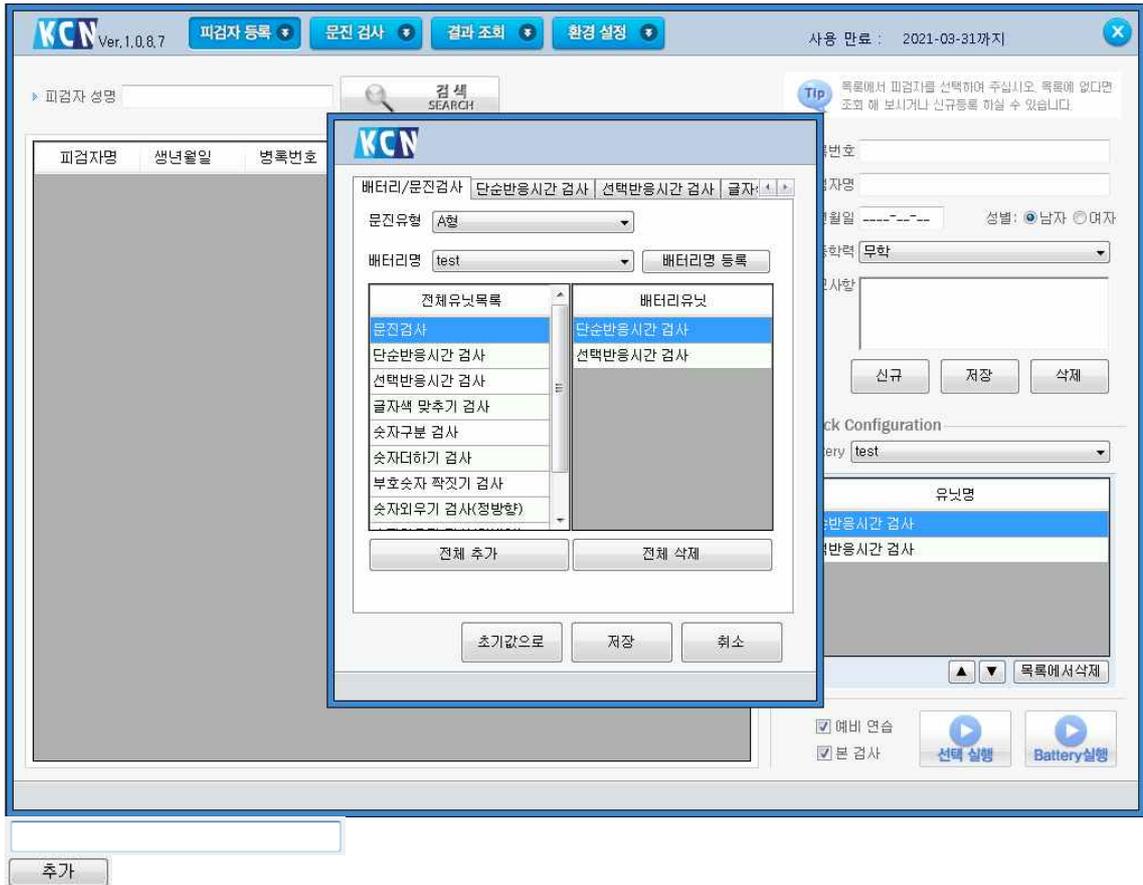


을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나온다.

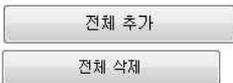


a) 을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나온다.

b) 에 원하는 배터리를 입력하고 를 클릭하면 새로운 배터리가 생성된다.



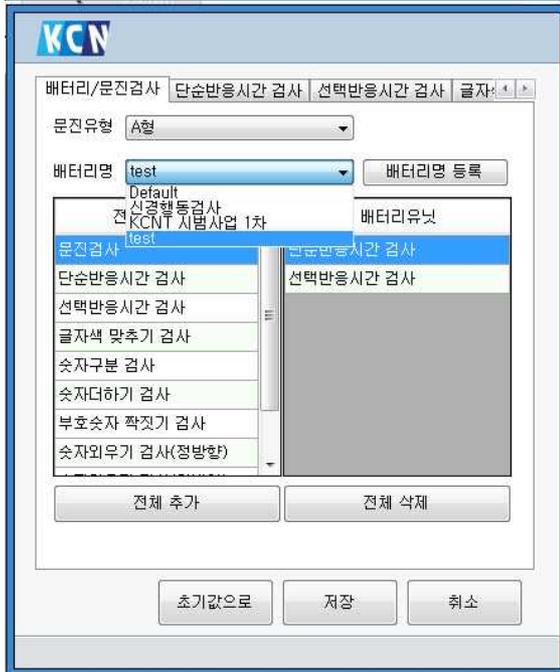
c) 원하는 배터리를 선택한 후, 배터리에 추가하고자 하는 검사를 더블 클릭하여 배터리에 검사를 추가할 수 있다.



d) 또는 버튼을 활용할 수도 있다.



e) 을 클릭하여 설정을 변환하고자 하는 검사를 찾을 수 있다. 키보드 방향키의 '좌', '우' 버튼을 활용할 수도 있다.

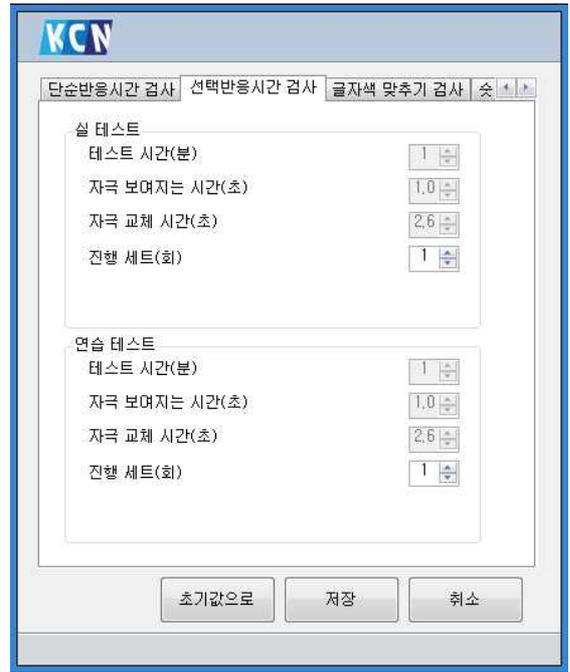
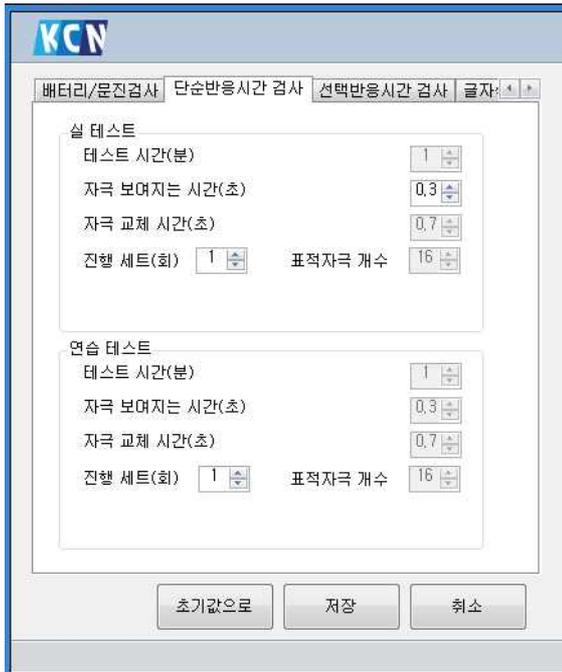


4.3 검사 시간과 연습수행

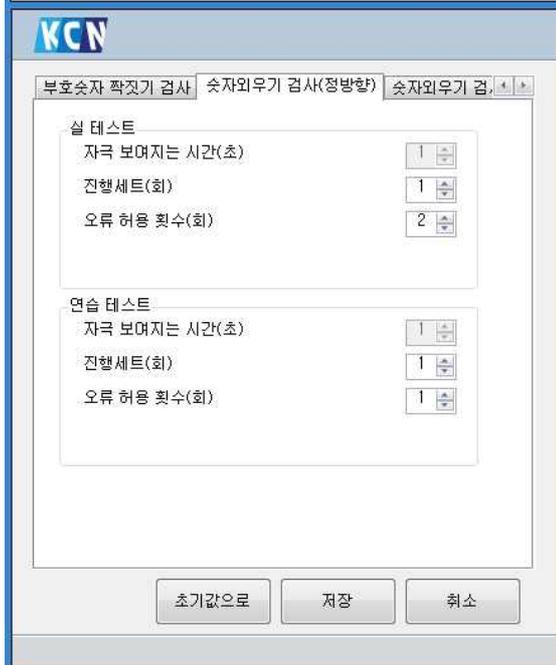
f) 실 테스트와 연습 테스트의 '자극 보여지는 시간(초)', '진행 세트(회)', '오류 허용 횟수(회)'를 수정할 수 있다.

g) 초기값으로 을 클릭하여 설정을 초기

상태로 되돌릴 수 있다.



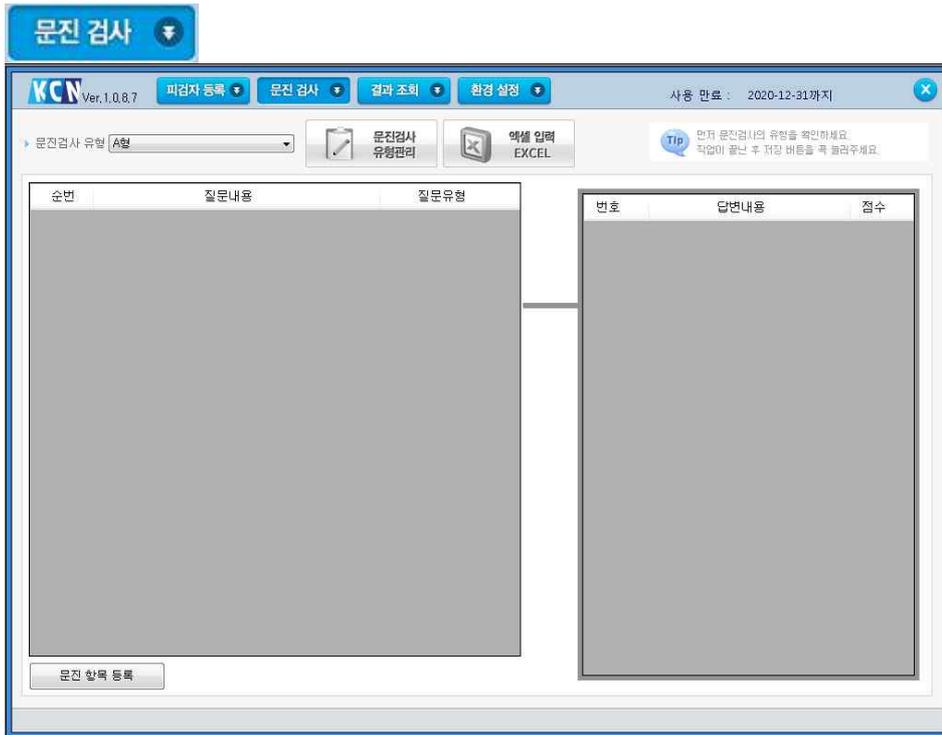
h) 배터리 등록 또는 설정이 완료되면  을 클릭하여야 한다.



4.3 문진 입력

■ 문진 검사

를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나온다.



a) 문진검사 유형을 선택할 수 있다.



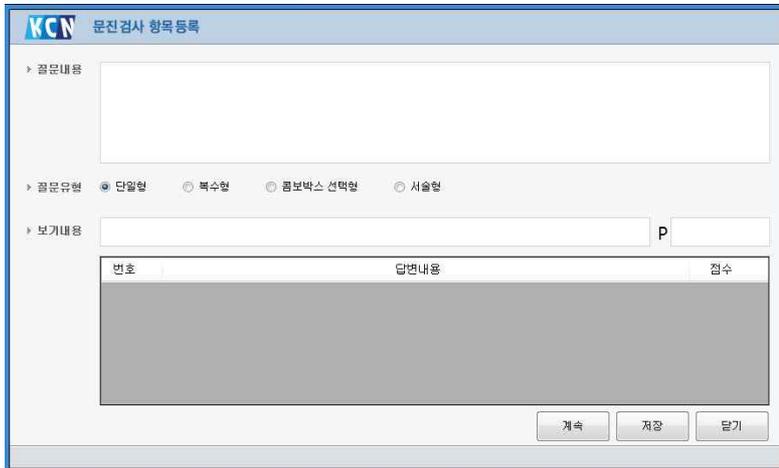
b) 을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나온다.

c) 검사유형을 추가 또는 삭제 할 수 있다.



- d) 을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나온다.
- e) 질문의 유형 (단일형, 복수형, 콤보박스 선택형, 서술형)을 선택할 수 있다.
- f) 질문내용과 보기내용을 입력한 후 'Enter'키를 누르면 보기가 추가된다.
- g) 에 해당보기의 가중치 (점수)를 입력할 수 있다.
- h) 을 클릭하여 문항을 저장 후 다음 문항을 추가로 입력할 수 있다.
- i) 을 클릭하여 문항을 저장 후 화면을 빠져나갈

문진 항목 등록

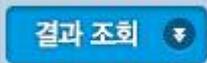


- 수 있다.
- j) 를 클릭하여 문항을 저장하지 않고 빠져나갈 수 있다.
- k) 마우스 오른쪽 버튼을 클릭한 후 각 문항의 순서이동, 수정, 삭제를 할 수 있다.

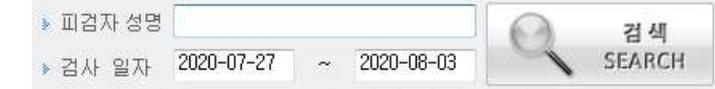




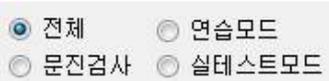
4.4 검사결과 조회
 ■ 결과 조회
 를 클릭하면



다음과 같은 화면이 나온다.



a) '피검사자 성명' 또는 '검사 일자' 범위를 입력한 후 '검색'을 클릭하여 데이터를 조회할 수 있다.



- b) '전체', '연습모드', '문진검사', '실테스트모드' 등 조회하고자 하는 데이터를 선택하여 검색할 수 있다.



- c) 결과를 확인하고자 하는 대상자를 선택한다.



- d) 복수의 데이터를 선택한 후, 클릭하여 여러 대상자의 결과를 프린트 할 수 있다. (단, 결과 미리보기 없음)



- e) '문진검사' 혹은 '연습모드' 혹은 '실테스트모드'로 선택한 후 '검색'을 하고 을 클릭하여 데이터를 엑셀파일로 변환하여 볼 수 있다.



- f) 결과를 확인하고자 하는 대상자를 선택한 후, 을 클릭하여 단일 대상자의 결과를 확인한 후 프린트 할 수 있다. (결과 미리보기 있음)

■ 결과 및 결과해석 지침 화면 예시

- a) 문진 검사 결과 화면은 다음과 같다.
- b) 문진 검사 외 다른 검사의 결과 화면 (예시: 부호 숫자 짝짓기)
- c) 결과 화면과 함께 각 검사 별로 '주요 변수 해석 지침'도 볼 수 있다.

문진검사 Interview
KCN

병록번호: 1234567891 성명: test 검사일자: 2020-06-03 12:20 나이/성별: 38/남

번호	문항	응답	점수
1	test1	a2	1
2	test2	a3 a5	2
3	test3	a2(1)	1
			4

부호 숫자 짝짓기 Symbol Digit Substitution
KCN

병록번호: test123 성명: test1234 검사일자: 2020-06-17 07:59 나이/성별: 90/남

건보분류(대): 노-704 신경인지기능검사: 각성도 및 주의력 검사

건보분류(소): FZ025 숫자-기호바꾸기 검사

주요 변수 해석 지침				
	정반응 비율 1. 정반응률(전체)이 낮고, 반응시간이 느린 경우, 이 검사를 수행하는 데 필요한 모든 기능들에서 문제점이 있음을 시사합니다. 2. 정반응률(전체)이 낮고, 반응시간은 정상이라면, 시각적 탐색과정에서의 오류가 중심이 될 수 있습니다.			
	정반응 시간 반응시간이 느리다면 1. 반응시간 혹은 지각반응속도가 유의미하게 느린 것으로 평가되었다면, 1) 시각적 탐색기능에서 문제점이 없는 지, 혹은 운동반응기능(신체적 기능)에서 문제점이 없는 지 살펴보아야 합니다. 2) SRT에서 정상수행을 하였다면, 이 검사에서 필요로 하는 인지적 정보처리에서 문제점이 있다고 할 수 있습니다.			
	정반응 시간의 표준편차 이 측정치는 검사의 시작부터 끝까지 얼마나 안정적으로 검사를 수행하였는지 측정합니다. 시간에 흐르면서 반응시간이 느려지거나, 변화가 심하다면 지속적으로 주의를 기울이거나 각성되어 있기 때문에 풀 수 있는 인지적 피로를 생각할 수 있습니다. 쉽게 인지적으로 피로해진다면, 주의력이 부족하거나 쉽게 산만해지는 등의 문제가 고려될 수 있으며, 이와 더불어 여러 가지 앞서 지적한 문제점을 고려할 수 있습니다.			
시험 횟수별 결과				
횟수	정반응수	정반응률(%)	정반응시간(ms)	표준편차(ms)
1	3	100.0	2,127	2104

부호 숫자 짝짓기 Symbol Digit Substitution **KCN**

병록번호: test123 성명: test1234 검사일자: 2020-06-17 07:59 나이/성별: 90/남
 견본분류(대): 노-704 신경인지기능검사 각성도 및 주의력 검사
 견본분류(소): FZ025 숫자-기호바꾸기 검사

검사소개

이 검사에서는 화면에 제시된 기준을 바탕으로 도형을 숫자로 짝지어 숫자를 누릅니다. 시각적 탐색능력과 작업기억능력, 그리고 지각운동속도에 따라서 수행에 영향을 받습니다.



측정변수	원점수	표준점수	백분위점수	판정
정반응수	3.0	49	0.1	IMPAIRED MARKEDLY
정반응 비율(%)	100.0	114	84.0	NORMAL RANGE
반응시간(msec)	2126.0	122	94.0	NORMAL RANGE
반응시간의 표준편차	2103.0	106	66.0	NORMAL RANGE

표준점수판정: normal range-85이상, borderline range-71~84, impaired mildly-50~70, impaired markedly-49이하

결과해석

정반응 수	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 조래하는 다른 원인이 있는 지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 아울러 검사에 필요한 지시를 적절히 이해하였는지 확인하고, 재검사를 실시할 필요가 있습니다.
반응시간	정상적인 반응시간 혹은 지각반응속도를 보유하고 있는 것으로 판단됩니다.
반응시간의 표준편차	검사의 시작에서 끝까지 안정적으로 검사를 수행하였습니다.

5. 소검사별 수행방법

5.1 단순반응시간

■ 서론

이 검사는 화면에 제시되는 붉은 색 사각형이 나타나는 즉시 반응 키를 누른 회수와 반응시간을 측정합니다. 이를 통해 KCN 수행에 필요한 기본적인 지식을 이해할 수 있는 지 먼저 평가하고, 시각적 주의력 및 경계력, 검사에 필요한 운동기능이 적절한지 평가하는 사전 검사입니다. 건강한 성인이나 아동을 대상으로 KCN을 시행할 경우, 이 검사를 건너뛰어도 괜찮지만, 기본적인 측정치의 기저선 설정을 위해서는 반드시 실시해 두어야 합니다.

■ 측정하는 기능

주의집중능력, 지각반응속도

■ 대상자가 하는 일

손가락을 키보드의 스페이스바에 올려놓고 잠시 기다리면 검사가 시작된다. 화면에 붉은색 사각형이 랜덤하게 나타났다가 사라진다. 붉은색 사각형이 나타나는 즉시 스페이스바를 가급적 빨리 눌러야 한다.

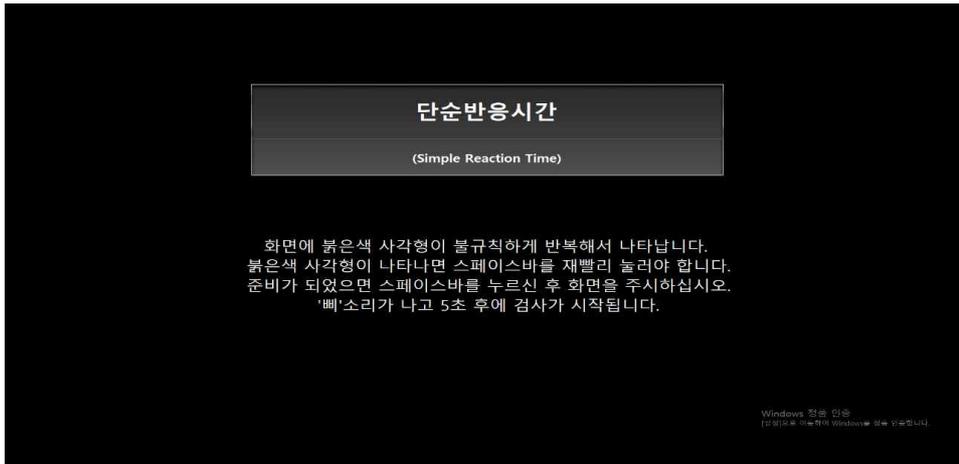
(주의: 틀리더라도 주저하지 말고 계속해야 한다.)

■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 대상자가 주로 사용하는 손 (dominant hand)을 사용하여 검사에 임하도록 한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭하여 시작한다.
-
- 검사자는 다음과 같이 말한다.

[단순반응시간 검사 시작 화면]

"화면에 다양한 간격으로 붉은색 사각형이 반복해서 나타날 겁니다. 붉은색 사각형이 나타나면 바로 버튼을 누를 수 있도록 손가락을 키보드의 스페이스바에 올려놓으세요. 그리고 붉은색 사각형이 나타나자마자 스페이스바를 누르셔야 됩니다. 가능한 빨

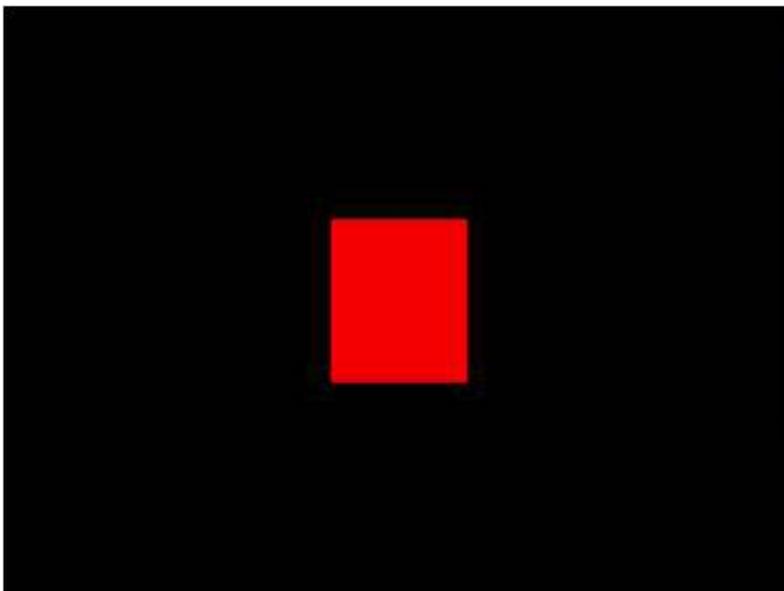


리 하셔야 하고 누르고 계시면 안되고 눌렀다가 빨리 떼셔야 되세요. 불규칙하게 반복해서 나타나기 때문에 검사가 끝날 때까지 집중해주셔야 합니다."

- 대상자의 손가락이 스페이스바에 올려져 있는 지 확인한다.
- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

"스페이스바를 누르시고 화면을 응시해 주세요. 5초 후에 검사가 시작되니까 주의해주세요."



[검사 화면]

- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의

이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.

- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.



[본 테스트 시작 안내 화면]

"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 붉은색 사각형이 나오면 가능한 한 빨리 스페이스바를 눌러주세요."

- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."

■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

5.2 선택반응시간

■ 서론

이 검사는 화면에 어느 한 방향의 팔 길이가 짧은 십자가가 나타나며, 짧은 팔의 방향에 해당하는 화살표 선택하여 눌러야 합니다. 이 검사를 수행하기 위해서는 화면에 제시되는 자극에 지속적으로 주의를 기울여야 하며, 화면에 제시되는 시각적 자극을 탐색하고, 각각의 팔의 길이를 비교하여 판단한 뒤, 해당하는 화살표를 눌러야 하는 과정입니다. 이 과정에서, 피검자자는 검사반응양식을 지속적으로 기억하고 있어야 하며, 해당하는 정반응을 하기 전에 시각적 비교와 인지적 판단을 내리어야 하고, 이후 적절한 화살표 반응 키를 누르기 위한 선택과 이에 따른 적절한 운동반응을 해야 한다.

■ 측정하는 기능

주의집중능력, 지각반응속도, 시공간 지각능력

■ 대상자가 하는 일

화면에 어느 한 방향의 길이가 짧은 십자가가 나타난다. 키보드를 이용하여 길이가 짧은 방향에 해당하는 화살표를 선택하여 가급적 빨리 눌러야 한다.

(주의: 틀리더라도 주저하지 말고 계속해야 한다.)

■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 대상자가 주로 사용하는 손 (dominant hand)을 사용하여 검사에 임하도록 한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭하여 시작한다.
-
- 검사자는 다음과 같이 말한다.



[선택반응시간 검사 시작 화면]

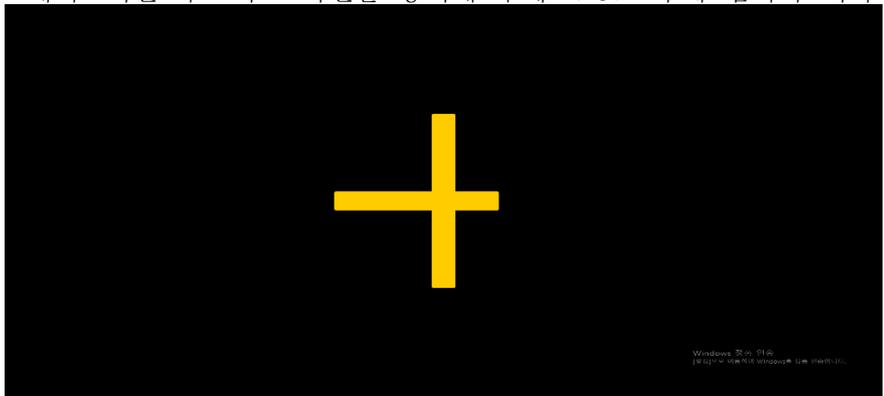
"화면에 노란색 십자가가 반복해서 나타날 겁니다. 십자가에 아래, 위, 오른쪽, 왼쪽 4개의 팔이 있는데, 그 중에 하나만 짧은 방향이 있습니다. 짧은 방향을 가리키는 화살표를 가능한 빨리 눌러 주셔야 됩니다. 예를 들어, 십자가에서 4개의 방향 중에 오른쪽만 짧다고 하면 오른쪽 화살표를 빨리 눌러주시는 거죠. 그런데 계속 누르고 계시면 안되고 눌렀다 빨리 떼셔야 됩니다."

"혹시 틀리시더라도 십자가가 계속 나오니까 당황하지 말고 계속 해주셔야 됩니다."

- 대상자의 손 (dominant hand)을 키보드의 화살표 버튼에 올바른 모양으로 올려 놓도록 도와준다.
- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

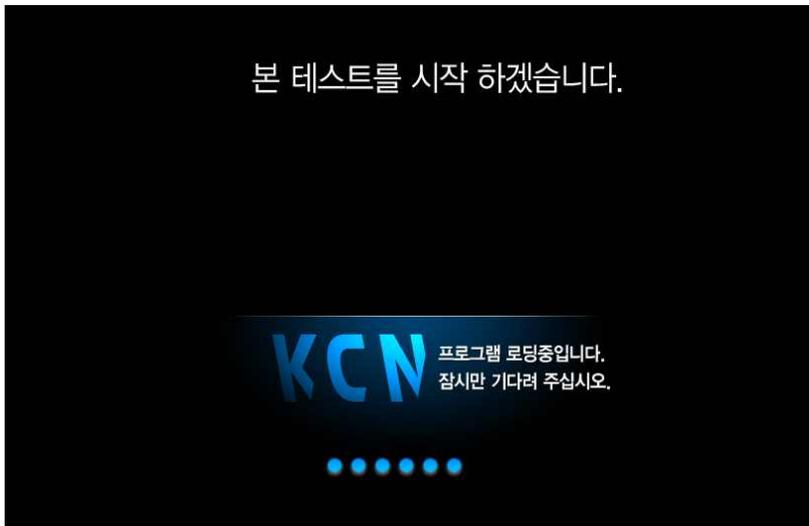
"스페이스바를 누르시고 화면을 응시해 주세요. 5초 후에 검사가 시작되니까 주의해



주세요."

[검사 화면]

- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의 이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.
- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.



[본 테스트 시작 안내 화면]

"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 노란 십자가가 나오면 연습하셨던 대로 가능한 한 빨리 방향키를 눌러주세요."

- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."

■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

- 문제 : 대상자가 실수로 잘못 눌러서 당황해 한다.

● 대처 :

"당황하지 말고 그대로 진행해 주세요."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

5.3 글자색 맞추기

■ 서론

이 검사에서는 단어의 뜻과 색이 일치하는 단어, 아니면 뜻과 색이 일치하지 않는 단어가 제시되었을 때, 뜻과 색이 일치하는 경우에만 반응키를 누릅니다. 주로 언어능력, 지능, 교육수준에 영향 받으며, 65 세가 넘어서면 자연스럽게 수행의 저하가 나타나고, 전두엽 손상 혹은 치매가 있는 경우 또한 정상 노화에 비해 더 저조한 수행을 보인다.

■ 측정하는 기능

추론능력, 전두엽 기능, 주의집중능력

■ 대상자가 하는 일

화면에 빨강, 파랑, 노랑, 하양과 같이 4 가지 단어가 하나씩 나타날 것이다. 화면을 주시하고 있다가 단어의 뜻과 색이 일치하는 경우에만 키보드의 스페이스바를 가급적 빨리 눌러야한다. 뜻과 색이 다르면 누르지 않고 기다려야 한다.

(주의 : 틀리더라도 주저하지 말고 계속 해야 한다.)

■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 대상자가 주로 사용하는 손 (dominant hand)을 사용하여 검사에 임하도록 한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭하여 시작한다.
-
- 검사자는 다음과 같이 말한다.

[글자색 맞추기 검사 시작 화면]

"화면에 글자가 나타날 겁니다. 글자는 빨강, 파랑, 노랑, 하양 이라는 4가지 단어 중



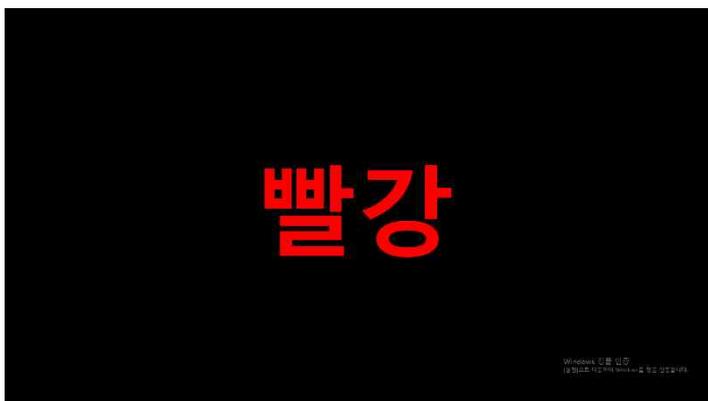
에 하나씩 반복적으로 나타납니다. 나타나는 글자는 색깔을 가지고 있습니다. 글자의 뜻과 색깔이 일치하는 경우에만 빨리 키보드의 스페이스바를 누르시면 되는데, 계속 누르고 계시면 안되고 눌렀다 빨리 떼셔야 됩니다. 예를 들어, 빨강이라는 글자가 나왔는데 글자 색깔도 빨간색이면 스페이스바를 누르시면 되고, 글자 색깔이 파란색이 나오면 가만히 계시야 됩니다."

"혹시 틀리시더라도 글자가 계속 나오니까 당황하지 말고 계속 해주셔야 됩니다."

- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"그럼 일단 누르시진 마시고 스페이스바에 손을 올려놓아 주세요."

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

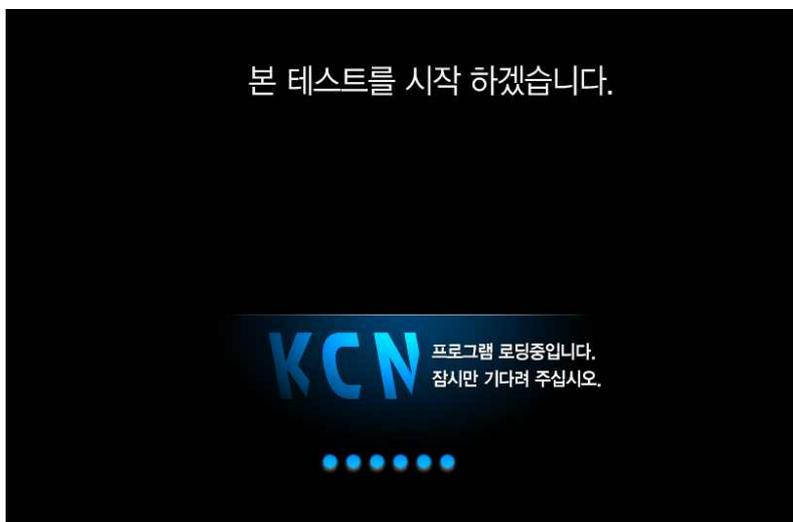


"스페이스바를 누르시고 화면을 응시해 주세요. 5초 후에 검사가 시작되니까 주의해

주세요."

[검사 화면]

- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의 이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.
- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.



[본 테스트 시작 안내 화면]

"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 글자 뜻과 색깔이 일치하면 연습하셨던 대로 가능한 한 빨리 스페이스바를 눌러주세요."

- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."

■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

- 문제 : 대상자가 실수로 잘못 눌러서 당황해 한다.
- 대처 :

"당황하지 말고 그대로 진행해 주세요."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

5.4 숫자 구분

■ 서론

이 검사에서는 화면에 나타난 숫자가 짝수이면 오른쪽 반응키를, 홀수이면 왼쪽 반응키를 누릅니다. 이 검사는 단순반응시간 검사와는 달리 화면에 나타난 숫자를 지각하고, 판단하여 적절한 반응을 하여야 하며, 그 반응양식을 기억하고 있어야 합니다. 따라서 지속적으로 주의를 기울이고 있어야 하며, 적절한 그리고 신속한 반응을 하기 위해 순간적인 판단능력을 요구합니다.

■ 측정하는 기능

추론능력, 주의집중능력

■ 대상자가 하는 일

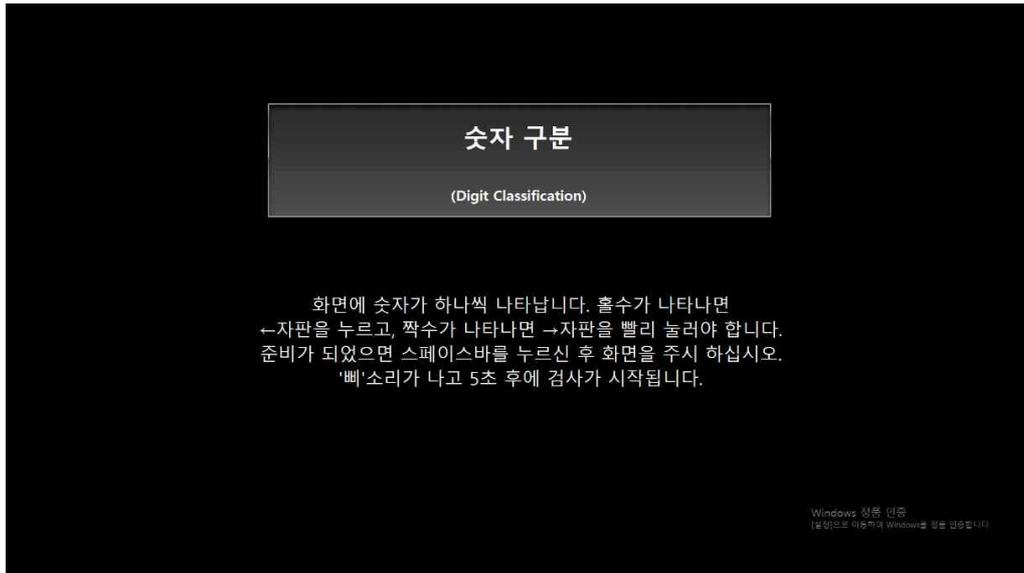
화면에 숫자가 하나씩 나타난다. 나타난 숫자가 짝수이면 키보드의 오른쪽 방향키를, 홀수이면 왼쪽 방향키를 눌러야 한다. 정신을 집중해야만 정확한 검사결과를 얻을 수 있다.

(주의 : 틀리더라도 주저하지 말고 계속해야 한다.)

■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 대상자가 주로 사용하는 손 (dominant hand)을 사용하여 검사에 임하도록 한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭하여 시작한다.
-
- 검사자는 다음과 같이 말한다.

[숫자 구분 검사 시작 화면]



"화면에 숫자가 하나씩 나타날 겁니다. 키보드에 상하좌우 방향키 중에 오른쪽 왼쪽 방향키만 사용할 겁니다. 나타난 숫자가 짝수면 오른쪽 방향키, 홀수면 왼쪽 방향키를 빠르게 누르시면 되는데, 계속 누르고 계시면 안되고 눌렀다 빨리 떼셔야 됩니다. 예를 들어, 7이라는 숫자가 나오면 왼쪽 방향키, 8이라는 숫자가 나오면 오른쪽 방향키를 누르시면 됩니다. 가급적 빨리 누르신다고 생각하셔야 됩니다."

"혹시 틀리시더라도 글자가 계속 나오니까 당황하지 말고 계속 해주셔야 됩니다."

- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"그럼 일단 손을 누르시진 마시고 손을 여기(방향키)에 올려놓아 주세요."

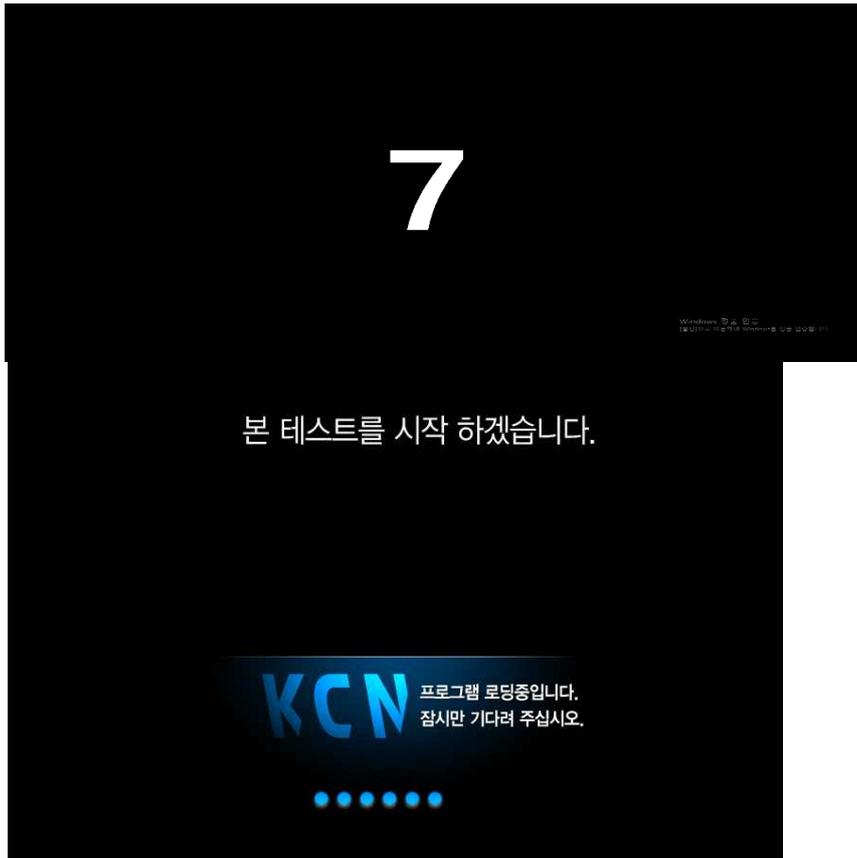
- 방향키에 손 모양을 확인한다.

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

"스페이스바를 누르시고 화면을 응시해 주세요. 5초 후에 검사가 시작되니까 주의해 주세요."

[검사 화면]

- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의 이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.
- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.



[본 테스트 시작 안내 화면]

"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 숫자 보시고 홀짝에 맞춰서 연습하셨던 대로 가능한 한 빨리 방향키를 눌러주세요."

- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."

■ ■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

- 문제 : 대상자가 실수로 잘못 눌러서 당황해 한다.
- 대처 :

"당황하지 말고 그대로 진행해 주세요."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

5.5 숫자 더하기

■ 서론

이 검사에서는 화면에 3 개의 숫자가 더하기문제 형태로 나타나며, 가능한 빨리 정답을 입력하여야 합니다. 이 검사는 수 개념에 기반을 둔 산술능력과 주의집중력능력을 측정합니다.

■ 측정하는 기능

문자해독능력, 수학적 추리능력

■ 대상자가 하는 일

화면에 3개의 숫자가 더하기 문제 (6+8+1)형태로 나타난다. 빨리 답을 계산하여 키보드를 이용하여 입력한다.

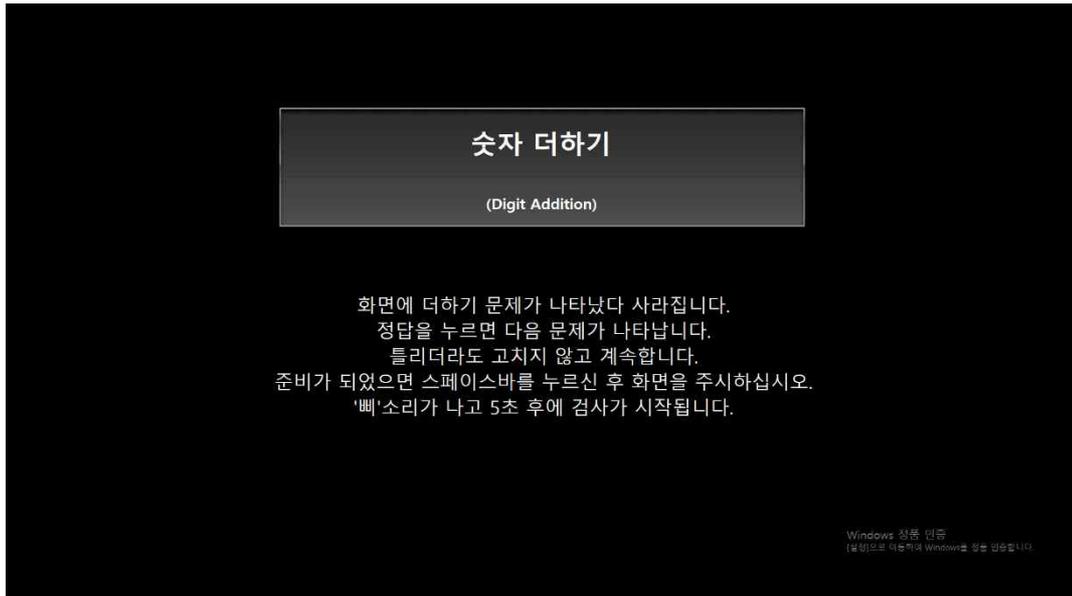
(주의 : 틀리더라도 수정하지 말고 아무 숫자나 눌러 빈칸을 채운 후 다음 문제를 기다린다.)

■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 대상자가 주로 사용하는 손 (dominant hand)을 사용하여 검사에 임하도록 한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭하여 시작한다.
- 검사자는 다음과 같이 말한다.
-

[숫자 더하기 검사 시작 화면]

" 화면에 예를 들면 1 더하기 8 더하기 3 이라는 계산식이 1초 정도 보였다가 사라질 겁니다. 그리고 정답화면이 나올 겁니다. 정답화면은 화면에 물음표가 나오는 데, 그



때 빠르게 답을 입력해 주시면 됩니다. 잘 모르시겠으면 아무 숫자나 누르고 넘어가고 다음 문제를 기다리셔야 됩니다. 숫자 키는 여기 위에 길게 나열된 숫자 키를 사용하시면 됩니다. 숫자 키를 누르실 때 손가락은 하나만 사용해서 눌러야 되고, 정답을 빨리 입력하셔야 됩니다. 예를 들어, 화면에 1 더하기 8 더하기 3 이라고 나타났다가 사라지고 물음표로 표시된 정답화면이 나오면 빠르게 손가락 하나를 사용해서서 12라고 입력하시면 됩니다. 가급적 빨리 누르신다고 생각하셔야 됩니다."

- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

"스페이스바를 누르시고 화면을 응시해 주세요. 5초 후에 검사가 시작되니까 주의해주세요."

[검사 화면]

- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의 이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.
- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.

[본 테스트 시작 안내 화면]



"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 화면 보시고 연습하셨던 대로 가능한 한 빨리 답을 입력해 주세요."

- 검사 도중 대상자가 답을 몰라 주저하고 있으면 아무 숫자가 눌러 다음 문제로 넘어가도록 독려한다.
- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."

■ ■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

- 문제 : 대상자가 실수로 잘못 눌러서 당황해 한다.

- 대처 :

"당황하지 말고 그대로 진행해 주세요."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

5.6 부호 숫자 짝짓기

■ 서론

이 검사에서는 화면에 제시된 기준을 바탕으로 도형을 숫자로 짝지어 숫자를 누릅니다. 시각적 탐색능력과 작업기억능력, 그리고 지각운동속도에 따라서 수행에 영향을 받습니다.

■ 측정하는 기능

시각적 검색, 단기 기억력, 지각-운동 속도

■ 대상자가 하는 일

컴퓨터 화면에 아래와 같은 그림이 나타난다. 아래 그림의 빈칸에 위 그림의 문자와 짝 지워진 숫자를 차례대로 누르면 된다.

(주의 : 반드시 한 번에 한 개의 손가락을 사용하여 숫자를 한 번에 한 개씩 채워 넣는다. 틀린 것은 수정할 수 없으며, 틀리더라도 주저하지 말고 계속해야 된다.)

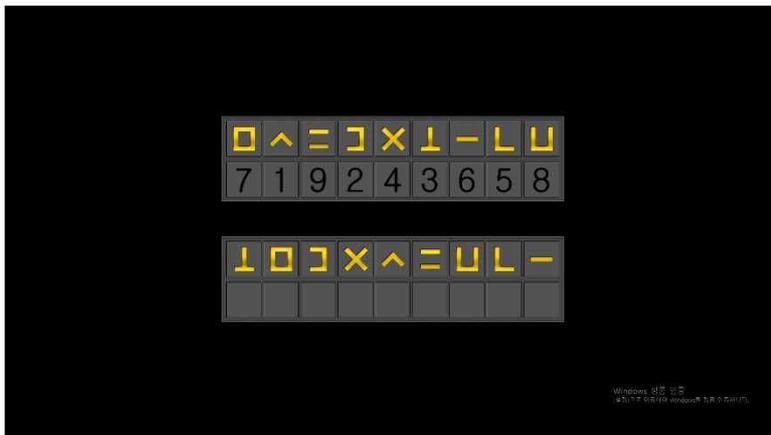
■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 대상자가 주로 사용하는 손 (dominant hand)을 사용하여 검사에 임하도록 한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭하여 시작
- 한다.

[부호 숫자 짝짓기 검사 시작 화면]



- 말로 설명이 어려운 검사 이므로 스페이스바를 눌러 연습 세트의 화면에서 설명하도록 한다.



[검사 화면]

- 검사자는 다음과 같이 말한다. 화면을 가리키면서 설명하여 이해를 돕도록 한다.

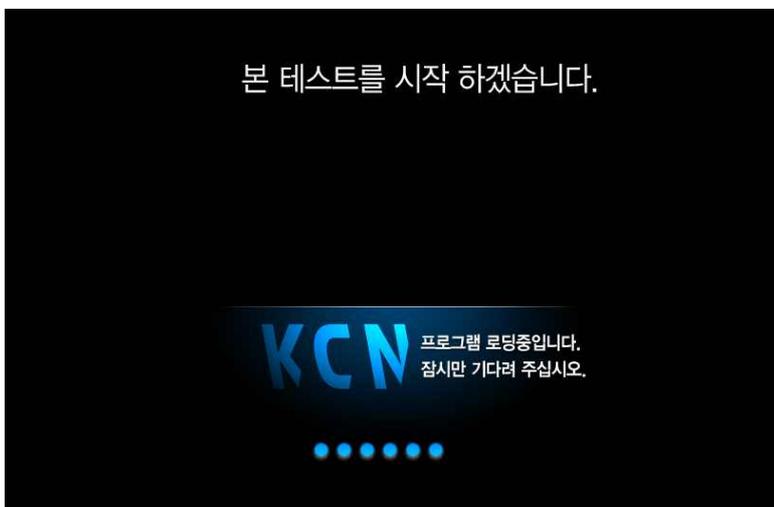
"화면에 위 부분에 기준이 되는 문양과 숫자의 세트가 있습니다. 아래 부분에 숫자는 없고 문양만 있습니다. 이번 검사는 위 부분에 기준이 되는 문양과 세트인 숫자를 아래 부분의 비어있는 숫자칸에 입력하는 검사입니다. 왼쪽부터 오른쪽으로 순서대로 입력하시면 됩니다. 숫자키는 키보드의 길게 나열된 숫자키를 사용하시면 됩니다. 예를 들어 아래 부분에 처음에 나온 문양에 해당하는 숫자는 3이므로 숫자 3을 입력하시면 됩니다. (처음 3-4개의 숫자는 검사자가 시범을 보이는 것도 고려할 수 있다.) 주

의할 점은 입력할 때, 한 개의 손가락을 사용하셔야 되고, 문양에 해당하는 숫자를 한 번에 한 개씩 입력하셔야 됩니다. 여러 숫자를 외웠다가 한 번에 입력하셔서는 안됩니다. 틀리면 수정이 불가능하기 때문에 틀리더라도 무시하시고 다음 문양에 해당하는 숫자를 입력하셔야 됩니다. 숫자 키는 오래 누르고 있으면 안되고 눌렀다 빨리 떼야 됩니다. 가급적 빨리 수행한다고 생각하셔야 됩니다."

- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의 이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.
- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.



[본 테스트 시작 안내 화면]

"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 화면 보시고 연습하셨던 대로 가능한 한 빨리 숫자를 눌러주세요."

- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."

■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

- 문제 : 대상자가 실수로 잘못 눌러서 당황해 한다.
- 대처 :

"당황하지 말고 그대로 진행해 주세요."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

5.7 숫자 외우기-정방향

■ 서론

이 검사에서는 화면에 나타난 숫자를 순서대로 기억한 후, 기억했던 숫자를 순서대로 눌러야 합니다. 주로 단기기억 능력에 검사 수행에 영향을 미칠 수 있지만, 주의의 효율성에 더 영향 받는다.

■ 측정하는 기능

단기기억력, 주의집중능력

■ 대상자가 하는 일

화면에 숫자가 하나씩 나타났다가 사라진다. 숫자를 순서대로 기억하였다가 _ _ _ 표시가 나타나면 기억했던 숫자를 순서대로 눌러야 한다. 정답일 경우 자릿수가 늘어나고 오답의 경우에는 자릿수가 줄어든다.

(주의 : 기억이 나지 않으면 아무 숫자나 누른 후 새로 시작한다. 반드시 _ _ _가 나타날 때까지 기다린다.)

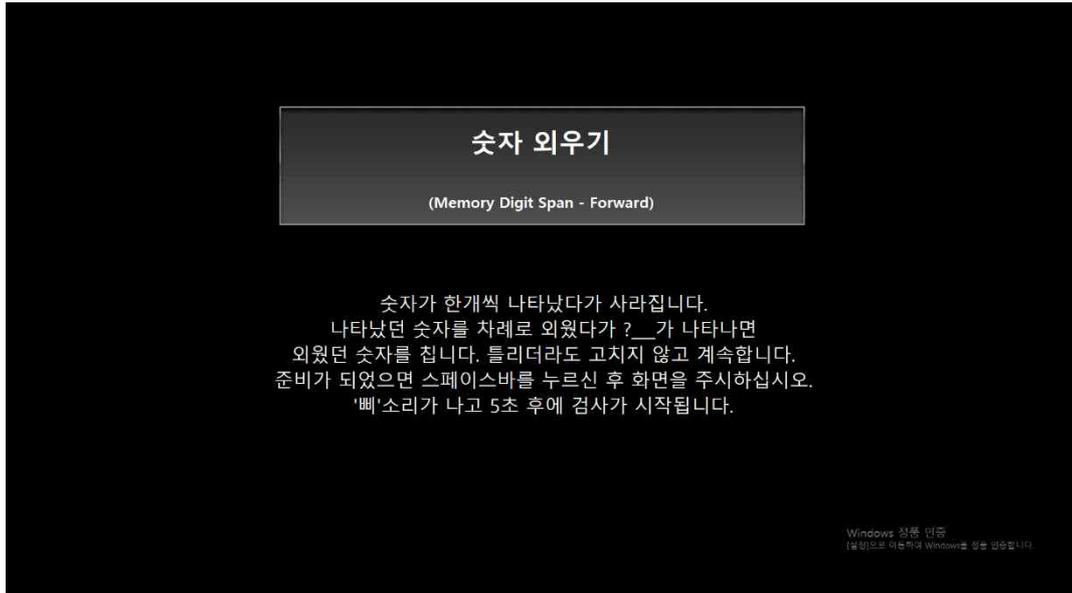
예) 2 4 7 이 보이면 기억했다가 _ _ _가 나오면 순서대로 2 4 7을 눌러야 한다.

■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 대상자가 주로 사용하는 손 (dominant hand)을 사용하여 검사에 임하도록 한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭

하여 시작한다.

- 검사자는 다음과 같이 말한다.



[숫자 외우기-정방향 검사 시작 화면]

" 화면에 숫자가 한 개씩 나타났다가 사라집니다. 숫자들을 외워줬다가 정답 입력 화면 (_ _)이 나타나면 외워두었던 숫자를 순서대로 빠르게 입력하시면 됩니다. 정방향 검사이기 때문에 숫자들이 나타났던 순서대로 입력해야 됩니다. 반드시 정답 입력 화면이 나타나면 입력하셔야 됩니다. 처음에는 3개의 숫자가 나타나는 데, 정답 입력 화면에 입력한 숫자가 정답일 경우 자릿수가 한 자리씩 늘어나고, 오답일 경우 자릿수가 한 자리씩 줄어듭니다. 예를 들어 2 4 7 이라는 숫자가 순서대로 하나씩 나타났다면 정답 입력 화면에 2 4 7을 순서대로 입력하면 됩니다. 그러면 다음 번에는 4개의 숫자가 나타날 겁니다. 만약 기억이 나지 않으면 아무 숫자나 누르고 넘어 가셔야 됩니다. 가급적 빨리 누르신다고 생각하셔야 됩니다."

- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

"스페이스바를 누르시고 화면을 응시해 주세요. 5초 후에 검사가 시작되니까 주의해 주세요."

[검사 화면] - 숫자들이 하나씩 제시되었다 사라진다.

- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의

2

이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.

- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.

본 테스트를 시작 하겠습니다.

KCN 프로그램 로딩중입니다.
잠시만 기다려 주십시오.



[본 테스트 시작 안내 화면]

"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 화면 보시고 연습하셨던 대로 나타나는 숫자들을 외워두셨다가 정답 입력 화면이 나오면 가능한 한 빨리 답을 입력해 주세요."

- 검사 도중 대상자가 답을 몰라 주저하고 있으면 아무 숫자가 눌러 다음 단계로 넘어가도록 독려한다.

- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."

■ ■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

- 문제 : 대상자가 실수로 잘못 눌러서 당황해 한다.
- 대처 :

"당황하지 말고 그대로 진행해 주세요."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

5.8 숫자 외우기-역방향

■ ■ 서론

이 검사에서는 화면에 나타난 숫자를 순서대로 기억한 후, 기억했던 숫자를 거꾸로 눌러야 합니다. 숫자외우기-역방향은 정방향과는 달리 주의 효율성보다는 작업기억, 숫자에 대한 정신적 조작, 내적인 시각적 탐색 그리고 혹은 시공간적인 정보처리능력에 민감하다. 역방향 검사에서는 사고가 경직되어 있거나 쉽게 혼동하는 피검사자들은 표준화된 지시를 이해하는 데 어려움을 가진다.

■ ■ 측정하는 기능

단기기억력, 주의집중능력

■ ■ 대상자가 하는 일

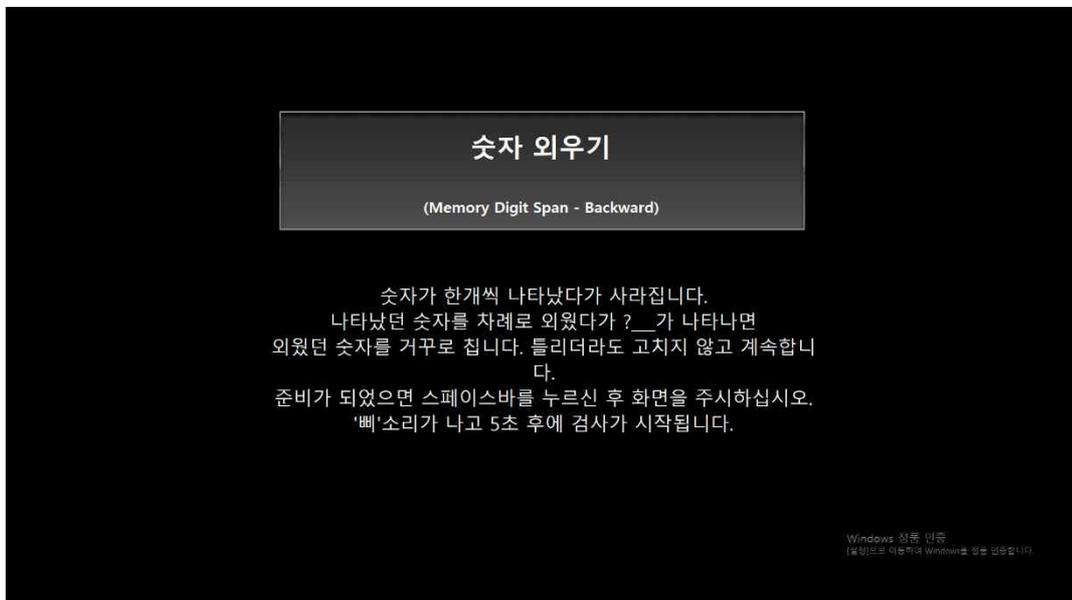
화면에 숫자가 하나씩 나타났다가 사라진다. 숫자를 순서대로 기억하였다가 _ _ _ 표시가 나타나면 나타났던 숫자를 거꾸로 눌러야 한다. 정답일 경우 자릿수가 늘어나고 오답의 경우에는 자릿수가 줄어든다.

(주의 : 기억이 나지 않으면 아무 숫자나 누른 후 새로 시작한다. 반드시 _ _ _가 나타날 때까지 기다린다.)

예) 2 4 7 이 보이면 기억했다가 _ _ _가 나오면 순서대로 7 4 2를 눌러야 한다.

■ ■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 대상자가 주로 사용하는 손 (dominant hand)을 사용하여 검사에 임하도록 한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭하여 시작한다.
- 검사자는 다음과 같이 말한다.



[숫자 외우기-역방향 검사 시작 화면]

" 화면에 숫자가 한 개씩 나타났다가 사라집니다. 숫자들을 외워줬다가 정답 입력 화면 (_ _)이 나타나면 외워두었던 숫자를 거꾸로 빠르게 입력하시면 됩니다. 역방향 검사이기 때문에 숫자들이 나타났던 순서와 반대로(거꾸로) 입력해야 됩니다. 반드시 정답 입력 화면이 나타나면 입력하셔야 됩니다. 처음에는 3개의 숫자가 나타나는 데, 정답 입력 화면에 입력한 숫자가 정답일 경우 자릿수가 한 자리씩 늘어나고, 오답일 경우 자릿수가 한 자리씩 줄어듭니다. 예를 들어 2 4 7 이라는 숫자가 순서대로 하나씩 나타났다면 정답 입력 화면에 7 4 2를 순서대로 입력하면 됩니다. 그러면 다음 번에는 4개의 숫자가 나타날 겁니다. 만약 기억이 나지 않으면 아무 숫자나 누르고 넘어

가셔야 됩니다. 가급적 빨리 누르신다고 생각하셔야 됩니다."

- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

"스페이스바를 누르시고 화면을 응시해 주세요. 5초 후에 검사가 시작되니까 주의해 주세요."



[검사 화면] – 숫자들이 하나씩 제시되었다 사라진다.

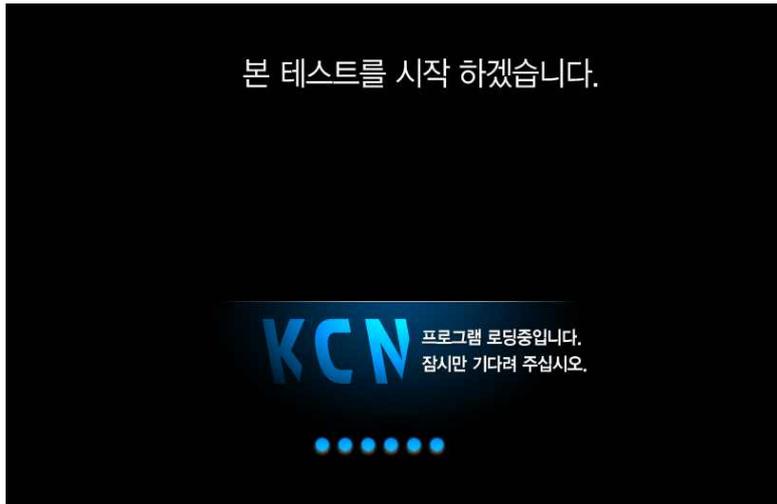
- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의 이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.
- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.

[본 테스트 시작 안내 화면]

"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 화면 보시고 연습하셨던 대로 나타나는 숫자들을 외워두셨다가 정답 입력 화면이 나오면 가능한 한 빨리 답을 입력해 주세요."

- 검사 도중 대상자가 답을 몰라 주저하고 있으면 아무 숫자가 눌러 다음 단계로 넘어가도록 독려한다.
- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."



■ ■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

- 문제 : 대상자가 실수로 잘못 눌러서 당황해 한다.

- 대처 :

"당황하지 말고 그대로 진행해 주세요."라고 말한다.

대상자의 행동과 검사자가 대상자에게 한 말을 기록한다.

5.9 손가락 두드리기

■ ■ 서론

이 검사는 운동속도와 정교한 운동통제 기능을 측정하며, 운동감각 능력, 운동 속도 및 시각운동 협응력을 요구합니다. 뿐만 아니라 지시사항에 주의하지 못하거나 이해하지 못한 것 또한 수행을 영향을 줍니다.

■ ■ 측정하는 기능

운동능력, 손상부위 추적, 협조운동, 운동지속능력

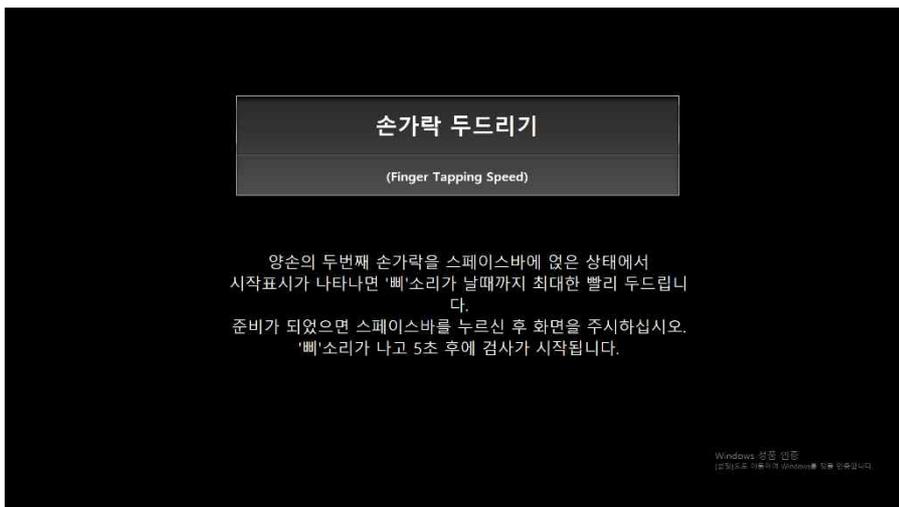
■ 대상자가 하는 일

화면에 '오른손으로 두드리기 시작하십시오.'라는 자막이 나오면 오른손의 두 번째 손가락으로 키보드의 스페이스바를 최대한 빨리 두드린다. '수고하셨습니다. 잠시 긴장을 풀고 화면을 주시하십시오.'라는 자막이 나오는 동안 휴식한다. 화면에 '왼손으로 두드리기 시작하십시오.'라는 자막이 나오면 오른손과 같은 방법으로 반복한다.

(주의 : 손목은 반드시 바닥에 붙인 상태에서 두드리기를 한다.)

■ 검사의 시행

- 대상자를 KCNT가 설치된 컴퓨터(노트북) 앞에 앉게 한다.
- 대상자에게 검사에 지장을 줄 만한 불편한 점은 없는 지 확인한다.
- 검사자가 시행하고자 하는 검사를 '선택실행' 또는 'Battery 실행' 버튼을 클릭하여 시작한다.
-
- 검사자는 다음과 같이 말한다.



[손가락 두드리기 검사 시작 화면]

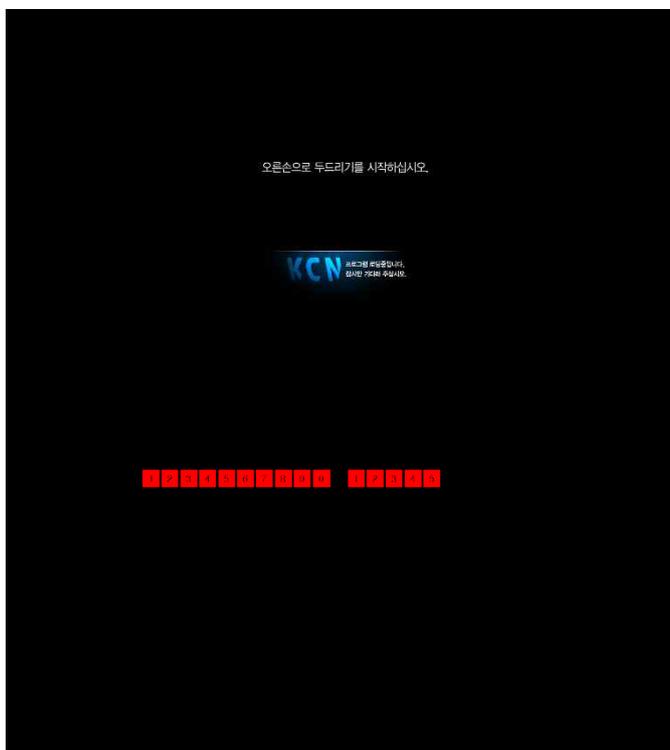
"화면에 '오른손으로 두드리기 시작하십시오.'라는 멘트가 나옵니다. 그러면 오른손 두 번째 손가락으로 키보드의 스페이스바를 최대한 빨리 반복적으로 누르시면 됩니다. 반복적으로 누르시고 계시면 '수고하셨습니다. 잠시 긴장을 풀고 화면을 주시하십시오.'라는 멘트가 나옵니다. 그러면 좀 쉬셨다가 '왼손으로 두드리기 시작하십시오.'라는 멘트가 나오면 왼손 두 번째 손가락으로 키보드의 스페이스바를 최대한 빨리 반복적

으로 누르시면 됩니다. 주의할 점은 손목은 반드시 바닥에 붙인 상태에서 두드리기를 하셔야 된다는 겁니다. 최대한 빨리 수행하신다고 생각하셔야 됩니다."

- 대상자의 손목을 바닥에 붙이도록 하고 확인한다.
- 대상자가 검사를 이해했는지 확인한 후 다음과 같이 말한다.

"일단 연습을 한 번 해볼게요"

"스페이스바를 누르시고 화면을 응시해 주세요. 5초 후에 검사가 시작되니까 주의해 주세요."



[검사 화면]-스페이스바를 하나 누를때마다 화면에 붉은색 상자가 하나씩 표시된다.

- 연습 세트가 수행이 원활히 되지 않으면 검사자가 시범을 보여주어 대상자의 이해를 돕는다. 단, 검사 이해가 원활하지 않은 것도 신경행동기능이 떨어진 것으로 볼 수 있으므로 기록을 남긴다.
- 연습 세트 수행이 진행이 잘 되면 키보드의 'ESC' 를 활용하여 본 검사로 넘어갈 수 있다.
- 연습 세트가 끝나고 본 검사가 시작 화면이 나오면 다음과 같이 말한다.

[본 테스트 시작 안내 화면]



"이제 본 검사가 시작됩니다. 검사 동안 집중해주시고, 화면 보시고 연습하셨던 대로 가능한 한 빨리 스페이스바를 반복적으로 눌러 주세요."

- 검사 도중 특이사항이 있으면 기록해 둔다.
- 검사가 끝나면 다음과 같이 말한다.

"검사가 끝났습니다. 수고하셨습니다."

■ 추가 조언

- 문제 : 대상자가 검사도중 다른 행동을 한다.

(예를 들면, 주위를 둘러본다든가, 질문을 하는 등의 행동)

- 대처 :

"집중해 주십시오."라고 말한다.

6. 문제 발생과 해결방법

6.1 검사 중단 대처방법

어떤 이유에서든 일단 검사가 중단되면, 검사를 계속할 수 있는지, 아니면, 새로운 검사를 시행할지 결정하는 것이 필요하다. 사실 검사를 중단하여 새로 시작하게 되면, 학습효과가 발생하여, 검사에 영향을 미치게 된다. 중단되었을 경우 기록지에 기록한다. 아래에 대체적인 원칙을 제시하였다.

○ 대상자와 관련된 요소로 중단되었을 경우

결과가 전반적으로 좋지 않을 때, 검사를 중단하고, 어려움을 해결하고, 두려움을 가라앉히려고 노력한 후 모든 검사를 처음부터 다시 시작한다. 적대감, 피병, 이해 부족이 원인이라면, 반복해도 더 좋은 결과를 얻을 수 없다. 가능한 한 이 문제를 연구를 감독하는 보건 전문가에게 알리는 것이 좋다.

○ 기계적 또는 환경적 요소로 중단된 경우

두 가지 예를 들 수 있다.

- 대상자가 검사를 잘 수행하고 있을 경우에는 일시적으로 중단하고, 문제가 해결된 후 즉시 검사를 재개한다.
- 대상자가 검사를 잘 수행하지 못하고 있을 경우에는 검사를 반복하여, 수행 능력이 문제가 해결된 후 증가했는지 살펴보는 것이 좋다.

6.2 검사자와 대상자의 관계 (Interpersonal considerations)

면담 후 실시되는 본격적인 검사는 어떻게 보면, 검사자와 대상자 사이의 대인관계라 할 수 있다. 검사자는 신경독성물질의 노출과 관련 있을지 모르는 신경행동학적 기능이상을 찾는다. 대상자는 검사 시 중립적인 태도를 취하지 않는다. 어떤 사람은 검사자에게 협조하지 않기도 하고, 또 어떤 사람은 검사자가 원하는 답을 하려고 노력하기도 한다. 또한, 검사를 신경질적으로 받아들이는 사람도 많을 것이다. 검사의 목적을 피검자에게 명백히 설명했음에도, 개인의 성품이나 성격을 평가하는 중대한 시험처럼 여기는 사람도 있다. 객관성의 차이, 즉 피검자의 자신의 심리학적 상태에 대해 편향된 시각이 존재할 수도 있다. 그러므로 검사는 반드시 동일한 객관성을 가지지는 않는 사람끼리의 만남이라고도 할 수 있다. 따라서, 신뢰할 수 있는 결과를 얻을 수 있도록 검사과정을 잘 계획하는 것이 매우 중요하다.

6.3 피검사 요인

대상자의 태도와 행동에 따라 결과에 중대한 영향을 줄 수 있는 간섭 요소가 많이 발생한다. 가장 흔히 발생하는 사례의 목록을 아래에 적어 놓았으며, 각 사례의 실례를 다음에 설명해 놓았다.

- **신체적 불편함** : 대상자가 아프다면, 다음에 검사할 수 있게 한다. 만약 대상자가 계속 검사하기를 주장한다면, 기록지에 신중히 기입하여야 한다. 대상자가 검사 도중 아플 수도 있다. 가능한 한 원인을 밝혀내야 하며, 검사를 미룰 것인지 계속할 것인지의 결정은 전적으로 대상자의 건강 상태에 달려 있다. 검사가 시작되면, 검사자는 대상자가 시력이나 청력 혹은 검사를 수행하는데 필요한 다른 능력에 문제가 있다는 것을 알게 될 때가 있다. 이런 경우 방법을 수정하여 가능한 한 검사가 이루어지도록 한다. 청력에 장애가 있는 경우에는 대상자가 지시 사항을 읽게 하는 것도 한 방법이 될 것이다. 이런 방법도 불가능하다면, 가능한 검사만 시행한다.
- **환경에 의해 발생하는 불편함** : 불편한 자세, 불편한 검사 환경, 온도나 습도가 적절치 못한 경우 확인하고 교정해 주어야 한다. 더 이상의 교정이 불가능할 경우 대상자의 협조를 얻을 수 있는 가장 좋은 방법은 비록 불편한 점이 있지만, 최선을 다해줄 것을 대상자와 잠시 논의 하는 것이다.
- **검사에 관한 이해 부족** : 인지에 어려움이 있거나 언어가 다를 경우, 검사를 위한 요구사항을 이해하는 데 어려움이 있을 수 있다. 여러 번의 반복과 시도에도 불구하고 대상자가 지시 사항을 이해하지 못할 경우에 검사는 중단되어야 하고, 검사를 감독하는 전문가에게 알려야 한다.
- **실패에 대한 두려움** : 대상자가 그가 기입한 답이 적절치 못하다고 말하면서 검사를 중단할 수도 있다. 대상자가 검사를 어려워한다면, 검사자는 이 문제는 다소 어렵지만, 다음에는 훨씬 쉬운 문제가 나올 것이라고 얘기해 줄 수 있다. 검사자는 대상자에게 계속해서 다음 문제를 진행하도록 얘기해야 한다. 대상자가 검사를 적절히 수행하고 있음에도 의기소침해 있다면, 검사자는 대상자가 수행하고 있는 것에 대한 칭찬을 해 줌으로써 동기를 부여해주어야 한다. 유일하게 대상자의 결과에 대한 언급이 필요한 경우가 이것이다.

- **검사에 관한 심리적 거부감** : 대상자가 지쳤다거나, 계속할 마음이 없거나, 학교시험 같은 일을 더 이상 못하겠다는 등 여러 이유를 대면서 검사를 중단하기도 한다. 이것은 대상자가 이 검사의 목적에 대해 명확히 인식을 하지 못하고 있거나 검사의 목적과 검사도구 사이에 관련성을 인식을 못하고 있는 경우라고 할 수 있다. 검사의 목적을 대상자에게 재차 설명해야 한다. 대상자가 검사를 하기 꺼리거나, 검사와 목적의 관련성을 인식하지 못하는 경우, 검사 시 요구되는 작업들이 개개인의 일상생활과는 동떨어져 있다는 생각에 대해 일단 동의를 할 필요가 있다. 그렇지만, 매일의 일상적인 행동도 결국 각각 독립된 정신 기능의 조합의 결과라는 것도 설명하여야 한다.
- **검사에 대한 평가 절하** : 대상자가 검사를 평가 절하하면서 검사를 중단하는 경우도 있다. 앞서서와 마찬가지로 대상자는 검사를 두려워할 수 있다. 검사가 간단해 보이기 때문에, 실패하면 실직과 같은 직업에 문제가 생기지 않을까 걱정하기 때문이다. 그러므로 대상자는 검사 결과를 조정하려고 하며, 그럼으로써 업무와의 관련성을 최소화하려고 한다. 검사자는 대상자의 두려움을 충분히 인식하여야 하며, 이 검사는 대상자들의 건강뿐만 아니라 정신적인 능력까지 보호함에 목적이 있다는 것을 강조하여야 한다.
- **적대적 태도** : 대상자가 적대적인 태도를 노골적으로 표시한다면, 검사자는 명확한 태도를 취하는 것이 도움이 된다. 검사자는 이 검사는 강제적이지 않으며, 참여여부를 자유롭게 결정할 수 있으며, 참여하기 원하지 않으면, 얼마든지 그렇게 할 수 있다고 강조하여야 한다.
- **적대적 반응** : 검사 시작 시 나타나는 적대적인 태도와 혼동해서는 안 되는데, 적대적인 반응은 대상자와의 상호 관계에서 나타날 수 있는 검사자의 실수에서 발생한다. 대상자가 검사 수행 시 습관적으로 부정적인 반응을 보인다던가, 검사자의 노력을 평가 절하하게 되면, 적대적인 반응이 발생할 수 있다. 전형적으로 적대적인 반응을 유발하는 말을 예를 들면, “그런 간단한 문제에서는 좀 더 잘할수 있을 거라 생각하는데요. 다른 사람들은 대부분 그 문제에서는 더 잘 하고 빨리 해요.” 같은 것이다. 적대적인 반응을 피하기 위해서는 검사자가 그러한 말을 피하는 방법밖에 없다.
- **피병** : 비록 심하게 기능장애가 온 사람이라 할지라도 하나 또는 그 이상의 검사

에서 너무 성적이 좋지 않거나, 실제 업무 수행 능력이나, 나이, 교육수준과는 너무 무관하게 획일적으로 떨어져 있으면, 피병을 의심해 봐야한다. 이 경우 검사를 중단하고, 검사자는 다음과 같이 말하도록 한다. “당신은 최선을 다하지 않고 있습니다. 좀 더 최선을 다하세요. 그렇지 않으면 검사를 중단하고 검사 결과를 삭제하겠습니다.” 이런 말은 기록지에 기입하도록 한다.

- **의존적 태도** : 각 검사 후 대상자가 동의를 요구하는 수가 있다. 검사자는 대상자의 그러한 행동에 대체적으로 수긍하는 태도를 보일 수 있지만, 마치 부모와 같은 역할은 거부함으로써 좀 더 자발적으로 참여할 수 있도록 유도해야 한다. 검사자는 대상자에게 스스로 평가할 수 있도록 요구하고 다음과 같이 말할 수 있다. “당신이 실시한 것에 대해 잘 하였는지 저의 의견을 들으실 필요는 없습니다.”
- **장난스러운 태도** : 대상자가 농담을 하고 장난스러운 분위기를 만들려고 함으로써 검사를 자주 중단시키려고 할 수 있다. 검사자는 대상자에게 집중이 필요하며, 모든 사람들이 작업 중이며, 결과가 다른 근로자들의 건강뿐 아니라 본인의 건강과도 밀접한 관련이 있다는 것을 상기시켜 주어야 한다.
- **수동적 태도** : 대상자가 무관심한 경우가 있다. 대상자가 단지 최소한의 참여만 하려고 하는 수가 있다. 수행률은 중에서 하 정도 된다. 이런 태도는 우울함, 적대감 때문일 수도 있고, 때론 두 가지 모두가 원인이 될 수도 있다. 이럴 경우 검사를 중단시키고 대상자와 얘기할 시간을 할당하여, 검사에 대한 대상자의 감정을 알아볼 필요가 있다. 검사자는 대상자가 어떻게 연구에 참여하였는지 물어 봐야 한다. 자의적인지 아니면 강제적으로 참여하였는지, 호기심이 있는지, 대상자의 건강을 점검해 보기 위해 참여하였는지 등등을 물어봐야 한다. 기록지에 주요사항을 기록해 둔다.
- **신경질** : 대상자가 초조해하며, 신경질적이거나, 과민행동을 하고, 세부사항까지 따지려 들고, 검사를 못 견디어 할 수 있다. 검사자는 논쟁에 휘말리는 것은 피해야 한다. 오히려, 검사자가 신경질 내는 이유를 물어서 대상자가 긴장감을 떨쳐 낼 수 있도록 해야 한다. 검사자는 대상자가 좀 더 편안해질 때까지 검사 시작을 미루어야 한다. 기록지에 이 사항을 기록해 둔다.
- **비난** : 대상자가 검사가 매우 조잡하다면서 비난을 할 때가 있다. 이러한 태도에

대처하고, 대상자의 협조를 구하는 가장 좋은 방법은 불만을 어느 정도는 인정하는 것이다. 검사자는 다음과 같이 말해야 한다. “확실히 모든 것이 완벽할 수는 없습니다. 그렇지만, 목적의 필요성에 동의하신다면, 비록 부족한 환경이지만, 최선을 다해주시길 부탁드립니다.”

○ 간섭요소(Interfering factors)

검사 도중 발생할 수 있는 여러 문제를 미리 방지하기 위해서는 계획을 잘 세워야 한다. 가끔 예상치 못한 상황이 발생하여, 검사자가 표준적 행동을 일관되게 유지 못하게 되는 수도 있다. 실제로 여러 간섭 요소 때문에 검사를 중단하는 경우도 있다.

6.4 주변 환경요인

거리 소음, 근처에서 크게 말하는 소리, 전화음, 쿵하고 문 닫는 소리 등등은 대상자의 집중력을 흐트러뜨릴 수 있는 요인들이다. 이 경우 검사자는 검사를 즉시 중단하고, 앞의 요소들을 제거하도록 한 후 검사를 반복한다. 이 사항을 기록지에 기록해 둔다.

소음이 거리 혹은 외부에서 나는 것이고, 더 이상 조용한 장소를 찾지 못할 경우, 소음을 모든 대상자들에게 영구 조건(permanent condition)으로 받아들이고, 공통된 주의 분산을 일으켰다고 결정할 수 있다. 이 사항을 기록지에 기록해 둔다.

6.5 검사도구 요인

기계적 요소가 검사의 수행을 방해하는 경우가 있다. 다음 세 가지 예를 들 수 있겠다.

- **불편한 자세** : 이것은 검사자가 지시한 자세가 대상자의 신체적 특징과 맞지 않을 때 발생한다. 이런 경우, 유연성을 발휘하여, 대상자가 검사를 수행하기 쉬운 자세를 취하도록 해 준다. 이 사항을 기록지에 기록해 둔다.
- **장비의 오작동** : 이 경우는 드물긴 하지만, 발생하는 수가 있다. WHO NCTB의 경우 반응 시간 검사에서만 오작동이 발생할 수 있다(가장 흔한 원인은 배터리 부족이거나 저전력이다). 가능한 한, 다른 날에 중단된 검사를 반복하는 것이 바람직하다. 그러나, 몸 상태가 정상으로 돌아왔을 때, 검사를 다시 시작할지 말지

를 결정하는 것은 검사자에게 달려 있다.

○ **시행과정상 실수** : 검사자는 다음과 같은 실수를 할 수 있다.

- 검사의 순서가 바뀜
- 대상자에게 예정보다 많거나 짧은 시간을 줌
- 검사의 일부를 빠뜨림

위의 모든 경우에 유연한 태도를 취할 필요가 있으며, 검사가 끝날 때까지 검사를 그대로 진행시킨다. 검사가 끝난 후 검사자는 실수가 있었던 검사를 반복하는 것이 타당한가 결정하도록 한다. 이 사항을 기록지에 기록해 둔다.

7. 검사결과 해석

7.1 소검사별 결과 해석

7.1.1 단순반응시간(Simple Reaction Time; SRT)

○ **검사 소개** : 이 검사는 화면에 제시되는 붉은 색 사각형이 나타나는 즉시 반응키를 누른 횟수와 반응시간을 측정한다. 이를 통해 KCN 수행에 필요한 기본적인 지시를 이해할 수 있는지 먼저 평가하고, 시각적 주의력 및 경계력, 검사에 필요한 운동기능이 적절한지 평가하는 사전 검사이다. 건강한 성인이나 아동을 대상으로 KCN을 시행할 경우, 이 검사를 건너뛰어도 괜찮지만, 기본적인 측정치의 기저선 설정을 위해서는 반드시 실시해 두어야 한다. 이 검사는 주의집중능력(Attention & Concentration), 지각반응속도(Perception & Reaction Time)을 측정한다.

○ 측정 변수

- 정반응수
- 정반응율(%)
- 반응시간(msec)
- 반응시간의 표준편차

○ 결과 해석

- 정반응수/정반응율

50% 이하로 낮은 정반응율을 보인다면, 피검사자가 검사수행을 적절히 이해하지 못하였거나, 심한 정신지체, 치매 등과 같은 문제로 검사 수행에 지장을 초래할 수 있다. 이후 검사 시행 여부를 결정하여야 한다. 대개의 경우, 비교적 단순한 검사이기 때문에 어린 아동이나 노인의 경우 지루해하거나 간과하기 쉬운 검사이다. 하지만 이러한 수검 태도가 이후 진단적 단

서가 될 수 있는 부분이기도 한다.

NORMAL RANGE	KCN을 시행하는 데 필요한 기본적인 지시를 이해하고, 적절한 시각적 주의력과 경계력 및 검사 수행에 필요한 운동 기능을 적절히 보유하고 있는 것으로 판단됩니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 아울러 검사에 필요한 지시를 적절히 이해하였는지 확인하고, 재검사를 실시할 필요가 있습니다.

- 정반응시간

반응시간 혹은 지각반응속도가 유의미하게 느린 것으로 평가 되었다면, 시 지각 기능에서 문제점이 없는지, 혹은 운동반응 기능(신체적 기능)에서 문제점이 없는지 살펴보아야 한다. 위의 두 가지 기능에 문제점이 없다면, 기본적인 정보처리속도가 느리다고 할 수 있다. 정보처리속도가 느린 이유는 다양할 수 있지만, 우선해서 지적 수준이나 우울증과 같은 정신장애 가능성, 치매 등과 같은 문제점 또한 신중히 고려해야 할 것이다.

NORMAL RANGE	정상적인 반응시간 혹은 지각반응속도를 보유하고 있는 것으로 판단됩니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 정반응시간의 표준편차

이 측정치는 검사의 시작부터 끝까지 얼마나 안정적으로 검사를 수행하였는지 측정한다. 시간이 흐르면서 반응시간이 느려지거나, 변화가 심하다면 지속적으로 주의를 기울이거나 각성되어 있기 때문에 올 수 있는 인지적 피로를 생각할 수 있다. 쉽게 인지적으로 피로해진다면, 주의력이 부족하거나 쉽게 산만해지는 등의 문제가 고려될 수 있으며, 이와 더불어 여러 가지 앞서 지적한 문제점을 고려할 수 있다.

NORMAL RANGE	정상적으로 시각적 자극을 탐색하고, 판단하여 정확한 선택 반응을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 아울러 검사에 필요한 지시를 적절히 이해 하였는지 확인하고, 재검사를 실시할 필요가 있습니다.

7.1.2 선택반응시간(Choice Reaction Time; CRT)

○ **검사 소개** : 이 검사는 화면에 어느 한 방향의 팔 길이가 짧은 십자가가 나타나며, 짧은 팔의 방향에 해당하는 화살표를 선택하여 눌러야 한다. 이 검사를 수행하기 위해서는 화면에 제시되는 자극에 지속적으로 주의를 기울여야 하며, 화면에 제시되는 시각적 자극을 탐색하고, 각각의 팔의 길이를 비교하여 판단한 뒤, 해당하는 화살표를 눌러야 하는 과정이다. 이 과정에서, 피검사자는 검사반응양식을 지속적으로 기억하고 있어야 하며, 해당하는 정반응을 하기 전에 지각적 비교와 인지적 판단을 내리어야 하고, 이후 적절한 화살표 반응키를 누르기 위한 선택과 이에 따른 적절한 운동반응을 해야 한다. 이 검사는 주의집중능력(Attention & Concentration), 지각반응속도(Perception & Reaction Time), 시공간 지각능력(Visuospatial Perception Function)을 측정한다.

○ 측정 변수

- 정반응율(%)
- 정반응시간
- 정반응시간의 표준편차

○ 결과 해석

- 정반응율

정반응율(전체)이 낮고, 반응시간이 느린 경우, 이 검사를 수행하는 데 필요한 모든 기능에서 문제점이 있음을 시사한다. 이전에 특정 방향에서의 반응에서 문제점이 집중되어 있는지 확인하여야 하며, 문제점이 확인되면 무시현상이 있지 않는지 확인하여야 한다. 한편, 정반응율(전체)이 낮고, 반응시간은 정상이라면, 지각 및 판단과정에서의 문제점에 국한하여 생각해볼 수 있다. 시지각 및 비교, 그리고 인지적 판단과정에서 문제점으로 다른 검사결과와 비교하여 해석하여야 한다.

NORMAL RANGE	정상적으로 시각적 자극을 탐색하고, 판단하여 정확한 선택 반응을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 아울러 검사에 필요한 지시를 적절히 이해하였는지 확인하고, 재검사를 실시할 필요가 있습니다.

- 정반응시간

반응시간 혹은 지각반응속도가 유의미하게 느린 것으로 평가되었다면, 시지각기능에서 문제점이 없는지, 혹은 운동반응기능(신체적 기능)에서 문제점이 없는지 살펴보아야 한다. 만약 SRT에서 정상수행을 하였다면, 이 검사에서 필요로 하는 지각 및 인지적 정보처리에서 문제점이 있다고 할 수 있다.

NORMAL RANGE	정상적인 시간 내에 시각적 자극의 탐색, 판단 및 선택반응이 이루어졌습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 정반응시간의 표준편차

이 측정치는 검사의 시작부터 끝까지 얼마나 안정적으로 검사를 수행하였는지 측정한다. 시간에 흐르면서 반응시간이 느려지거나, 변화가 심하다면 지속적으로 주의를 기울이거나 각성되어 있기 때문에 올 수 있는 인지적 피로를 생각할 수 있다. 쉽게 인지적으로 피로해진다면, 주의력이 부족하거나 쉽게 산만해지는 등의 문제가 고려될 수 있으며, 이와 더불어 여러 가지 앞서 지적한 문제점을 고려할 수 있다.

NORMAL RANGE	검사의 시작에서 끝까지 안정적으로 검사를 수행하였습니다.
--------------	---------------------------------

BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
------------------	---

IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
-----------------	--

IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 반응시간의 일관성이 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
-------------------	--

7.1.3 글자 색 맞추기(Color Word Vigilance; CWV)

○ **검사 소개** : 이 검사에서는 단어의 뜻과 색이 일치하는 단어, 아니면 뜻과 색이 일치하지 않는 단어가 제시되었을 때, 뜻과 색이 일치하는 경우에만 반응키를 누른다. 이 검사는 Stroop 검사의 변형된 형태로, 인지적 억제를 포함한 집행기능, 특히 생소한 방식으로 익숙한 반응을 억제하고, 다른 자극들의 방해가 있어서 일정한 반응 방식을 유지하는 능력을 측정한다. 주로 언어능력, 지능, 교육수준에 영향을 받으며, 65세가 넘어서면 자연스럽게 수행의 저하가 나타나고, 전두엽 손상 혹은 치매가 있는 경우 또한 정상 노화에 비해 더 저조한 수행을 보인다. 이 검사는 추론능력(Abstraction & Conception Formation), 전두엽기능(Frontal Lobe Function), 주의집중능력(Attention & Concentration)을 측정한다.

○ 측정 변수

- 정반응수
- 정반응율(%)
- 반응시간(msec)
- 반응시간의 표준편차

○ 결과 해석

- 정반응율

정반응율(전체)이 낮고, 반응시간이 느린 경우, 이 검사를 수행하는 데 필요한 모든 기능들에서 문제점이 있음을 시사한다. 한편, 정반응율(전체)이 낮고, 반응시간은 정상이라면, 인지적 억제를 포함한 집행기능의 저하만을 고려할 수 있다. 하지만 이러한 경우는 비교적 드물며, 반응시간 또한 느려지는 경우가 많다.

NORMAL RANGE	정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있다. 특히 지능, 학력 및 언어능력에서 문제점이 없는지 우선하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 정반응시간

반응시간 혹은 지각반응속도가 유의미하게 느린 것으로 평가되었다면, 시지각 기능에서 문제점이 없는지, 혹은 운동반응기능(신체적 기능)에서 문제점이 없는지 살펴보아야 한다. SRT에서 정상수행을 하였다면, 이 검사에서 필요로 하는 인지적 정보처리에서 문제점이 있다고 할 수 있다.

NORMAL RANGE	정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 특히 지능, 학력 및 언어능력에서 문제점이 없는지 우선하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 정반응시간의 표준편차

이 측정치는 검사의 시작부터 끝까지 얼마나 안정적으로 검사를 수행하였는지 측정한다. 시간에 흐르면서 반응시간이 느려지거나, 변화가 심하다면 지속적으로 주의를 기울이거나 각성되어 있기 때문에 올 수 있는 인지적 피로를 생각할 수 있다. 쉽게 인지적으로 피로해진다면, 주의력이 부족하거나 쉽게 산만해지는 등의 문제가 고려될 수 있으며, 이와 더불어 여러 가지 앞서 지정한 문제점을 고려할 수 있다.

NORMAL RANGE	검사의 시작에서 끝까지 안정적으로 검사를 수행하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 반응시간의 일관성이 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

7.1.4 숫자 구분(Digit Classification; DC)

○ **검사 소개** : 이 검사에서는 화면에 나타난 숫자가 짝수이면 오른쪽 반응키를, 홀수이면 왼쪽 반응키를 누른다. 이 검사는 단순반응시간 검사와는 달리 화면에 나타난 숫자를 지각하고, 판단하여 적절한 반응을 하여야 하며, 그 반응양식을 기억하고 있어야 한다. 따라서 지속적으로 주의를 기울이고 있어야 하며, 적절한 그리고 신속한 반응을 하기 위해 순간적인 판단능력을 요구한다. 이 검사는 추론 능력(Abstraction & Conception Formation), 주의집중능력(Attention & Concentration)을 측정한다.

○ 측정 변수

- 정반응수
- 정반응율(%)
- 반응시간(msec)
- 반응시간의 표준편차

○ 결과 해석

- 정반응율

정반응율(전체)이 낮고, 반응시간이 느린 경우, 이 검사를 수행하는 데 필요한 모든 기능들에서 문제점이 있음을 시사한다. 한편, 정반응율(전체)이 낮고, 반응시간은 정상이라면, 판단과정에서의 문제점 혹은 반응양식을 잘 기억하지 못하고 있거나 혼란스러워 하는 경우일 수 있다.

NORMAL RANGE	정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 정반응시간

반응시간 혹은 지각반응속도가 유의미하게 느린 것으로 평가되었다면, 시지각 기능에서 문제점이 없는지, 혹은 운동반응기능(신체적 기능)에서 문제점이 없는지 살펴보아야 한다. SRT에서 정상수행을 하였다면, 이 검사에서 필요로 하는 인지적 정보처리에서 문제점이 있다고 할 수 있다.

NORMAL 정상적인 수행을 하였습니다.

RANGE

BORDERLINE 일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하
RANGE 를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

IMPAIRED 정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저
MILDLY 하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

IMPAIRED 정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수
MARKEDLY 행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 정반응시간의 표준편차

이 측정치는 검사의 시작부터 끝까지 얼마나 안정적으로 검사를 수행하였는지 측정한다. 시간에 흐르면서 반응시간이 느려지거나, 변화가 심하다면 지속적으로 주의를 기울이거나 각성되어 있기 때문에 올 수 있는 인지적 피로를 생각할 수 있다. 쉽게 인지적으로 피로해진다면, 주의력이 부족하거나 쉽게 산만해지는 등의 문제가 고려될 수 있으며, 이와 더불어 여러 가지 앞서 지적인 문제점을 고려할 수 있다.

NORMAL RANGE	검사의 시작에서 끝까지 안정적으로 검사를 수행하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 반응시간의 일관성이 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

7.1.5 숫자 더하기(Digit Addition; DA)

○ **검사 소개** : 이 검사에서는 화면에 3개의 숫자가 더하기문제 형태로 나타나며, 가능한 빨리 정답을 입력하여야 한다. 이 검사는 수 개념에 기반을 둔 산술능력과 주의집중력능력을 측정한다. 이 검사는 문자해독능력(Reading Comprehension), 수학적 추리(Arithmetic Reasoning)를 측정한다.

○ **측정 변수**

- 정반응수
- 정반응율(%)
- 반응시간(msec)
- 반응시간의 표준편차

○ **결과 해석**

- 정반응율

정반응율(전체)이 낮고, 반응시간이 느린 경우, 이 검사를 수행하는 데 필요한 모든 기능에서 문제점이 있음을 시사한다. 한편, 정반응율(전체)이 낮고, 반응시간은 정상이라면, 기본적인 산술능력에서의 문제점이 우선 고려되어야 한다.

NORMAL RANGE	정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 특히 나이가 어리거나 많은 경우, 지능, 학력, 최소한의 산술능력 및 언어능력 등에서 문제점이 없는지 우선하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 정반응시간

반응시간 혹은 지각반응속도가 유의미하게 느린 것으로 평가되었다면, 시지각 기능에서 문제점이 없는지, 혹은 운동반응기능(신체적 기능)에서 문제점이 없는지 살펴보아야 한다. SRT에서 정상수행을 하였다면, 이 검사에서 필요로 하는 인지적 정보처리에서 문제점이 있다고 할 수 있다.

NORMAL 정상적인 수행을 하였습니다.

RANGE

BORDERLINE 일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

RANGE

IMPAIRED 정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

MILDLY

IMPAIRED 정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

MARKEDLY

- 정반응시간의 표준편차

이 측정치는 검사의 시작부터 끝까지 얼마나 안정적으로 검사를 수행하였는지 측정한다. 시간에 흐르면서 반응시간이 느려지거나, 변화가 심하다면 지속적으로 주의를 기울이거나 각성되어 있기 때문에 올 수 있는 인지적 피로를 생각할 수 있다. 쉽게 인지적으로 피로해진다면, 주의력이 부족하거나 쉽게 산만해지는 등의 문제가 고려될 수 있으며, 이와 더불어 여러 가지 앞서 지정한 문제점을 고려할 수 있다.

NORMAL RANGE	검사의 시작에서 끝까지 안정적으로 검사를 수행하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 반응시간의 일관성이 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

7.1.6 부호숫자 짝짓기(Symbol Digit Substitution; SDS)

○ **검사 소개** : 이 검사에서는 화면에 제시된 기준을 바탕으로 도형을 숫자로 짝지어 숫자를 누릅니다. 시각적 탐색능력과 작업기억능력, 그리고 지각운동속도에 따라서 수행에 영향을 받는다. 이 검사는 시각적 탐색능력(Visual Search), 단기 기억력(Short Term Memory), 지각-운동 속도(Perception-Motor Speed)를 측정한다.

○ **측정 변수**

- 정반응수
- 정반응율(%)
- 반응시간(msec)
- 반응시간의 표준편차

○ **결과 해석**

- 정반응율

정반응율(전체)이 낮고, 반응시간이 느린 경우, 이 검사를 수행하는 데 필요한 모든 기능에서 문제점이 있음을 시사한다. 한편, 정반응율(전체)이 낮고, 반응시간은 정상이라면, 시각적 탐색과정에서의 오류가 중심이 될 수 있다.

NORMAL RANGE	정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 정반응시간

반응시간 혹은 지각반응속도가 유의미하게 느린 것으로 평가되었다면, 시각적 탐색기능에서 문제점이 없는지, 혹은 운동반응기능(신체적 기능)에서 문제점이 없는지 살펴보아야 한다. SRT에서 정상수행을 하였다면, 이 검사에서 필요로 하는 인지적 정보처리에서 문제점이 있다고 할 수 있다.

NORMAL 정상적인 수행을 하였습니다.

RANGE

BORDERLINE 일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

RANGE

IMPAIRED 정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

MILDLY

IMPAIRED 정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

MARKEDLY

- 정반응시간의 표준편차

이 측정치는 검사의 시작부터 끝까지 얼마나 안정적으로 검사를 수행하였는지 측정한다. 시간에 흐르면서 반응시간이 느려지거나, 변화가 심하다면 지속적으로 주의를 기울이거나 각성되어 있기 때문에 올 수 있는 인지적 피로를 생각할 수 있다. 쉽게 인지적으로 피로해진다면, 주의력이 부족하거나 쉽게 산만해지는 등의 문제가 고려될 수 있으며, 이와 더불어 여러 가지 앞서 지적한 문제점을 고려할 수 있다.

NORMAL RANGE 검사의 시작에서 끝까지 안정적으로 검사를 수행하였습니다.

BORDERLINE RANGE 일반인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

IMPAIRED MILDLY 정상인에 비해 반응시간의 일관성이 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

IMPAIRED MARKEDLY 정상인에 비해 반응시간의 일관성이 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

7.1.7 숫자 외우기-정방향(Digit Span-Forward; DS-F)

○ **검사 소개** : 이 검사에서는 화면에 제시된 기준을 바탕으로 도형을 숫자로 짝지어 숫자를 누른다. 시각적 탐색능력과 작업기억능력, 그리고 지각운동속도에 따라서 수행에 영향을 받는다. 이 검사는 단기기억력(Short Term Memory), 주의 집중능력(Attention & Concentration)을 측정한다.

○ **측정 변수**

- 최대 기억 자리 수

○ **결과 해석**

- 최대 기억 자리 수

바로 따라하기의 정상범위가 6 ± 1 자리이며, 교육정도가 결정적인 영향을 미친다는 점을 고려하면, 6자리 이상은 정상범위(within normal limits), 5자리는 정상범위 하한(marginal to normal limits), 4자리는 경계선(borderline) 그리고 3자리는 손상(defective)으로 판단하면 바람직할 것이다. 대부분의 연구에서 65세 혹은 70세 이상에서 숫자폭 검사의 수행이 경미하게 저하되며, 심지어 84~100세의 건강한 정상집단에서 4~8자리, 평균 5.7 ± 1.0 자리까지 바로 따라하기 검사를 수행할 수 있다.

NORMAL RANGE	정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 특히 지능, 학력 및 언어능력에서 문제점이 없는지 우선하여 살펴볼 필요가 있습니다.

7.1.8 숫자 외우기-역방향(Digit Span-Backward; DS-B)

○ **검사 소개** : 이 검사에서는 화면에 나타난 숫자를 순서대로 기억한 후, 기억했던 숫자를 거꾸로 불러야 한다. 숫자외우기-역방향은 정방향과는 달리 주의의 효율성보다는 작업기억, 숫자에 대한 정신적 조작, 내적인 시각적 탐색 그리고 혹은 시공간적인 정보처리능력에 민감하다. 역방향 검사에서는 사고가 경직되어 있거나 쉽게 혼동하는 피검사자들은 표준화된 지시를 이해하는 데 어려움을 가진다. 이 검사는 단기기억력(Short Term Memory), 주의집중능력(Attention & Concentration)을 측정한다.

○ **측정 변수**

- 최대 기억 자리 수

○ **결과 해석**

- 최대 기억 자리 수

숫자외우기 정방향과 역방향의 수행 차이는 1 자릿수 이상, 최소 0.59, 최고 2자리 정도이다. 그래서 교육수준을 고려하여 역방향이 4에서 5자릿수 정도이면 정상범위이며, 3자리는 경계선 수준 혹은 손상 범위에 해당하는 것으로 생각하면 된다. 역방향 검사 수행은 60대에 들어서면서 수행이 감소한다고 하지만 전형적이지는 않으며 적어도 70대에 들어서야 수행의 감소가 일어난다고 보는 것이 적절할 것이다. 84~100세에 해당하는 정상 노인들의 수행(평균 4.5 ± 1.0 , 범위 3~6)이 기대만큼 저하되어 있지는 않다고 하였다. 따라서 모든 노인들이 젊은 사람들보다 낮은 수행을 보일 것으로 판단하기는 어렵다.

NORMAL RANGE	정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 특히 지능, 학력 및 언어능력에서 문제점이 없는지 우선하여 살펴볼 필요가 있습니다.

7.1.9 손가락 두드리기 검사(Finger Tapping Speed; FTS)

○ **검사 소개** : 이 검사는 운동속도와 정교한 운동통제 기능을 측정하며, 운동감각 능력, 운동 속도 및 시각운동 협응력을 요구한다. 뿐만 아니라 지시사항에 주의하지 못하거나 이해하지 못한 것 또한 수행을 영향을 준다. 이 검사는 운동능력(Motor Performance), 손상부위 추적(Tracking Lateralized Brain Damage), 협조운동(Motor Coordination), 운동지속능력(Motor Steadiness)을 측정한다.

○ 측정 변수

- 오른손(우세손)
- 왼손(비우세손)
- 오른손(우세손)-왼손(비우세손)

○ 결과 해석

어느 손이든지 수행 결함이 있다면 이는 반대쪽 반구의 손상을 시사하는 것이지만 양쪽 손에서 수행 결함이 있다면 그것은 좌반구의 손상을 지적하는 것이다. 왜냐하면 좌반구가 전반적인 협응을 통제하기 때문이다. 이 검사에서의 수행 결함은 운동 피질 영역이 손상되었음을 시사하는 것이지만, 그 이외에 두정엽에 손상이 있어도 수행이 저조하다. 손이나 팔의 말초신경이나 진전으로 인한 피질하의 장애 및 운동 또는 감각 신경로에 손상이 있을 경우 수행이 저조하다. 오른손과 왼손 수행의 결함수준이나 상대적인 차이는 뇌 손상의 지침이 된다. 왼손과 오른손을 비교할 때 우세손이 비우세손에 비해 10% 정도 우수한 수행수준을 보고한다는 것을 감안해야 한다. 따라서 우세손이 비우세손의 수행수준과 비슷하거나 더 저조한 경우에는 우세 손의 결함을 시사하는 것이다. 반면에 우세손이 비우세손에 비해 15~20% 또는 그 이상으로 수행수준이 월등하다면 비우세손의 결함을 의심해야 한다.

- 오른손(우세손)

NORMAL RANGE	정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 특히 지능, 학력 및 언어능력에서 문제점이 없는지 우선하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 왼손(비우세손)

NORMAL 정상적인 수행을 하였습니다.
RANGE

BORDERLINE 일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하
RANGE 를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신
 경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

IMPAIRED 정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저
MILDLY 하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른
 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.

IMPAIRED 정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수
MARKEDLY 행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력,
 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습
 니다. 특히 지능, 학력 및 언어능력에서 문제점이 없는지
 우선하여 살펴볼 필요가 있습니다.

- 오른손(우세손)-왼손(비우세손)

NORMAL RANGE	정상인에게서 흔히 나타나는 차이이며, 정상적인 수행을 하였습니다.
BORDERLINE RANGE	일반인에 비해 다소 낮은 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MILDLY	정상인에 비해 다소 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다.
IMPAIRED MARKEDLY	정상인에 비해 현저하게 손상된 수행을 보이고 있으며, 수행 저하를 초래하는 다른 원인이 있는지 과거 및 현 병력, 다른 신경행동검사의 결과와 비교하여 살펴볼 필요가 있습니다. 특히 지능, 학력 및 언어능력에서 문제점이 없는지 우선하여 살펴볼 필요가 있습니다.

7.2 검사결과 해석의 고려 요인

연령은 대부분의 신경행동검사에서 가장 먼저 고려 되어야 할 인자로서 검사의 종류와 연령대에 따라 변이의 5~40%를 차지한다고 보고되고 있다. 교육수준 역시 변이의 30% 정도를 차지하므로 이들 두 인자는 신경행동검사를 이용하는 모든 연구에서 반드시 고려 되어야 할 변수이다. 성별과 검사시간대도 신경행동 검사에 영향을 미칠 수 있으므로 중요한 인자로 고려 될 수 있으나 일반적으로 5% 이상의 변이를 설명하지는 못한다. 성, 연령, 교육수준 등 일반적으로 예상되는 변수들의 변이에 대한 설명력을 모두 합하더라도 50% 이상을 설명하기는 어렵고 나머지 예측되지 않는 10~50%의 변이는 대상자내 변이(within-subjects error)로 추정하고 있다 (Letz, 1991).

가장 측정하기 어렵고 보정하기 어려운 대상자의 특성은 검사에 임하는 동기 혹은 태도이다. 신경행동검사는 대상자가 얼마나 검사에 집중하는가에 따라 결과가 달라지므로 의도적으로 신경행동기능을 낮게 발휘할 수 있으며 반대의 경우도 발생할 수 있다. 고의적으로 태만하게 검사에 임하는 경우를 증명하기란 쉽지 않으므로 개인의 의도가 결과에 미치는 영향이 적은 검사를 적용하거나 검사결과를 면밀히 검토함으로써 고의성을 찾아낼 수 있는 검사를 적용하여 고의성이 감지되는 경우 재검사를 유도하는 것이 필요하다. 고의성의 검토를 위해서는 자극에 대한 반응이 하나씩 기록되는 컴퓨터 신경행동검사가 면접식 신경행동검사에 비해 유리할 것으로 생각된다. 즉, 대부분의 자극이 임의의 순서로 주어지도록 프로그램된 컴퓨터 신경행동검사에서 반응시간을 고의적으로 일정하게 지연시키기는 어려우므로 반응시간의 표준편차를 통하여 대상자의 고의성에 대한 평가가 가능하기 때문이다. 역학적 연구에서는 한 검사에서 반응시간의 표준편차가 지나치게 큰 경우 대상자의 성실성을 의심할 수 있으므로 분석에서 제외하는 것이 정확한 결론을 얻을 수 있는 방법이 될 수 있다. 그러나 표준편차는 대상자의 실제적인 중추신경계 장애에 의해서도 정상인에 비해 크게 나타날 수 있음도 고려해야 한다.

음주습관은 신경행동검사에 영향을 미치는 개인적 특성이므로 유기용제 등 신경계 독성물질에 폭로되는 대상자에서 신경행동검사를 수행할 때는 대상자의 음주력을 정확히 평가하여 급성 혹은 만성적 중독상태인 대상자의 신경행동기능의 저하를 평가하는데 이용하여야 한다.

신경증 즉 우울증 등도 낮은 신경행동기능을 유발할 수 있는 요인이다. 신경증은 유기용제 등에 의해 발생할 수 있는 혼란 정서상태이므로 엄격히 분리해서 해석하기는 매우 어려우며 검사자가 대상자의 정서상태를 느낄 수 있는 면접식 신경행동검사가 컴퓨터 신경행동검사에 비해 유리할 수 있다.

그 밖에 신경행동검사에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인들을 요약하면 다음과 같다.

1. 환경적 물리적 요인- 검사실, 실험실, 연구가 수행되는 장소의 조명, 소음, 온도, 습도, 화학물질의 존재 등
2. 대상자의 특성 - 건강, 나이, 성별, 교육, 체질요소, 국적, 동기, 기대, 인성요소
3. 직업적 특성 - 물리적 작업부하, 정신적 작업부하, 작업방법, 작업시간, 교대작업
4. 시간관련 요소 - 하루 중 검사시간대, 일주일 중 검사일
5. 대상자의 학습과 태도 - 동기, 피로, 친밀도, 연습
6. 검사자 요인 - 검사자간의 상호작용, 실험수행자와 검사자간 상호작용

7. 기타 - 검사자와 실험수행자의 환경조건에 대한 지식과 결과에 대한 기대

8. 검사 후 조치

8.1 검사 후 면담

마지막 검사 후 면담을 해야 한다. 검사 후 면담의 목적은 검사 동안 어떤 어려움이 있었는지 확인하고자 함이다. 예를 들면 보고 듣는데 문제가 없었는지, 혹은 검사를 이해하는데 문제가 없었는지 등이다. 이런 문제점이 있다면, 결과에 이상 영향을 미칠 수 있다. 만약 검사자가 이러한 것들을 확실하게 인지하지 못한다면, 대상자의 결과가 신경독성 물질이나 다른 원인에 인한 것이라고 잘못 판단할 수도 있다. 그러므로 검사 후 면담은 반드시 필요하다.

검사 후 면담은 KCN을 시행했던 검사자가 직접 하거나 다른 사람의 감독하에 KCN을 지켜 봤던 사람이 해야 한다. 면담은 가능한 한 마지막 검사가 끝난 직후 실시하여야 한다.

검사자는 다음과 유사한 질문을 하면서 면담을 시작한다.

"자 검사가 끝났습니다. 어떠셨습니까?"

이 때 대상자가 검사에 대해 언급하기를 원치 않을 수도 있다. 그렇다 하더라도, 검사자는 다음과 같이 물으면서 문제점을 밝혀내려고 노력하여야 한다.

"검사 하는 동안 어떤 문제점은 없었습니까?"

대상자가 아무 문제가 없었다고 말하거나 검사자가 문제(예를 들어, 대상자의 관찰 결과나 기록지의 결과상)를 의심할 만한 이유가 없다면, 면담을 그만해도 된다. 검사자는 기록지에 특별한 문제가 관찰되지 않았으며, 대상자도 문제가 없었다고 말한 것을 기록해 둔다.

그렇지만, 대상자가 특정 검사에서 문제가 있었다고 말하거나 검사자가 문제가 있다고 의심이 되는 경우 이 문제에 대해 중점적으로 면담해야 한다. 예를 들어 대상자가 숫자 외우기 검사가 어려웠다고 할 경우 검사자는 근로자의 검사 전 면담지를 참조하고 어렵게 느끼게 된 원인을 찾기 위해 질문을 하여야 한다. 검사 전 술을 마셨다거나 약을 먹었다거나 하는 것이 전형적인 예이다.

대상자에 의한 부적절한 검사 수행이 의심 되는 모든 경우에 항상 질문지를 주는 것은 불가능하지만, 몇 가지 일반적인 질문의 예를 들어 볼 수 있다.

1. 검사 전부터 가지고 있었으며, 일과는 관련성이 없는 대상자의 상태를 파악해야 한다. (예: 약 복용, 술, 사회-경제적인 근심, 불면증, 청력 문제, 시력 문제 등등)

2. 검사를 시행하고자 하는 동기가 일시적으로 사라졌는지 파악해야 한다.

(예: 특정 검사에 대한 일시적인 흥미 상실)

3. 검사 시 주변 환경의 문제는 없었는지 확인해야 한다.

검사 후 면담의 결과는 기록지에 주의 깊게 남겨야 한다. 각 대상자 별로 검사 결과를 평가할 때 심리학자는 검사결과를 무시할 것인가 그렇지 아니 할 것인가에 관한

판단을 내려야 하는데, 이 때 검사 후 면담 자료로부터 얻는 정보가 매우 중요하다.

8.2 결과 설명 예시

○ 1개 검사를 시행한 경우

"부호 숫자 짝짓기는 눈으로 찾는 것 (시각적 검색), 단기 기억력, 인식하고 운동하는 속도 (지각-운동 속도)를 보는 검사입니다."

"정반응 비율과 반응시간이 모두 느린 경우 이들 기능에 모두 문제가 있을 수 있습니다."

"정반응 비율이 낮고, 반응시간이 정상이라면, 눈으로 찾는 데 문제가 있을 수 있습니다. 물론 단기 기억력에도 문제가 있을 수 있지요"

"정반응 비율은 정상인데, 반응시간이 느린 경우는, 눈으로 찾는 기능과 운동하는 속도 (운동반응기능)에 문제가 있을 수 있습니다."

"결과가 많이 낮아서 검사를 새로 해 봐야 될 것 같습니다. 그 때는 한 가지 검사가 아니고 6가지 정도의 검사를 해 봐야 할 것 같아요. 구체적인 판정은 6가지 검사 결과를 보고 다시 설명 드리고 내려야 할 것 같습니다."

○ 다수의 검사를 시행한 경우

"6가지 검사 중에 1가지 검사 결과가 좋지 않습니다. 검사 결과가 안 좋은 데는 음주 같은 환경적 원인도 있을 수 있지만, 사업장에 노출되는 몸에 안 좋은 물질들도 영향을 줬을 수 있습니다. 지금 결과로 판정이 작업이나 부서를 전환하는 것으로 나가진 않지만, 더 나빠지면 작업 전환 판정이 나갈 수도 있습니다. 보호구 착용 철저히 하시고, 금주 하세요. 그리고 ??달 뒤에 다시 검사를 해 봐야 할 것 같습니다. 수고 하셨습니다."

8.3 업무관련성 평가

대부분의 경우 증상이 매우 비특이적이며 특히 연령 증가에 따른 인지기능의 감소와 유사한 증상이 많아 개인이나 주변인이 변화를 인식하지 못하는 경우가 많다. 유기용제를 취급하는 작업에 종사하면서 평소 음주량이 많은 근로자에서 정신기능의 저하나 정서장애 등이 나타나는 경우 가족이나 주위 동료들이 과도한 음주나 생활고에 의한 성격의 변화로 간주하는 경우가 많다. 유사한 폭로량을 가지더라도 증상이나 징후의 발현시기가 개인마다 차이가 클 뿐 아니라 신경심리검사, 신경생리검사 역시 개인간의 차이가 있어 업무관련성의 평가를 더욱 어렵게 한다. 신경독성물질이 신경계를 파괴하는 기전과

유사한 기전을 가지는 동반질환 역시 진단을 어렵게 하며 고혈압 혹은 정신과 약을 오랜 기간동안 복용하는 경우, 만성 알콜중독, 유기용제를 사용하는 취미활동 등도 신경독성물질과 중추신경계 장애의 인과관계를 평가하는데 있어 혼란효과(confounding effects)나 교호작용(interaction)을 일으키기도 한다.

1) 개인과 가족의 병력 및 생활습관

신경과 및 정신과 질환, 당뇨병의 병력과 가족력이 있는가를 살펴보고 오래 동안 특정 약을 복용한 경험에 대하여 자세하게 조사할 필요가 있다. 만성적으로 음주를 하는 근로자의 경우나 산업재해 혹은 교통사고 등으로 두부외상을 경험한 근로자의 경우 음주와 외상의 영향이 신경독성물질의 영향과 함께 중추신경계 기능을 감소시킬 수 있으므로 이들에 대한 자세한 조사가 필요하다(표 8.3.1).

개인이나 가족의 취미나 여가활동을 통해서도 신경독성물질에 폭로될 가능성도 있으며, (예: 래커(lacquer)를 사용하는 공예, 정원에서 사용하는 농약) 배우자가 직장에서 신경독성물질을 취급하는 경우 배우자에 의해 집으로 유입된 신경독성물질에 폭로될 수 있다. 환자의 정신기능이 이미 손상되었다고 판단되면 가족이나 주변인으로부터 환자의 병력과 생활습관에 관한 정보를 얻어야 한다.

표 8.3.1 업무관련성 평가에 필요한 정보

학력(years of school completed) 부가적 교육(length of additional training) 군경력(military service-identify) 부모의 학력(years of education of farther and mother) 부모의 직업력(occupation most of their life) 배우자의 직업력(spouse's occupation) 배우자의 폭로력(list of workplace chemicals of spouse) 과거병력 - 특히 신경과적, 정신과적, 간, 신장, 폐(neurologic, psychiatric, liver, kidney, lung include familial medical problems) 장기간의 약 복용력(antihypertensive or psychotropic drugs etc.) 음주력(alcohol intake) 흡연력(cigarette use) 마약류의 복용(substance abuse) 두부외상 - 특히 의식소실 여부(head trauma - especially duration of unconsciousness)

선천성 장애(congenitally lower intelligence)
 취미, 여가 활동(exposures in hobby or leisure)
 여성의 경우 부인과력(female reproductive history - menses, menopause)

출처 : Singer (2009).

2) 직업력

업무와의 관련성을 평가하는데 있어 직업 및 작업과 관련된 정보는 필수적이다. 직업력 역시 환자 본인은 물론 동료 근로자들을 면접하여 구체적인 정보를 얻어야 하며 환자가 사용한 물질들에 대한 정보도 회사로부터 얻어야 한다(표8.3.2).

표8.3.2 직업력과 다른 노출경로에 관한 정보

1. 근무장소
2. 근무기간과 근무를 시작한 시기
3. 작업의 성격
4. 폭로물질의 종류와 폭로수준
5. 개인 보호구의 종류와 착용유무, 빈도 및 착용방법
6. 개인위생에 관련정보
7. 부업(예: 집에서 세탁소를 경영, 스프레이를 사용하는 취미활동)

3) 생물학적 모니터링 및 작업환경 모니터링의 평가

산업장에서 사용되는 대부분의 화학물질들과 그 합성물은 안전성에 대한 검증은 단기간의 고농도의 폭로에 대해서 주로 이루어지며 저농도의 만성적 폭로의 유해성에 대한 검증을 충분히 하지 않은 경우가 흔하므로 허용기준 이하의 환경농도에서도 만성적으로 폭로되는 경우 중추신경계 이상이 발생할 가능성이 있다는 점에 유의해야 한다.

중추신경계 장애증상을 유발할 수 있는 유기용제, 유해가스, 중금속 및 농약 등의 인체 흡수량을 정확하게 반영해주는 대사산물은 매우 적다. 생물학적 모니터링 및 작업환경 모니터링 자료에서 환자의 높은 폭로수준이 판단의 중요한 단서가 되는 것은 사실이나 개인적 감수성을 고려할 때 다른 근로자에 비해 폭로수준이 낮았다고 해서 업무관련성이 없다고 단정지을 수는 없다.

4) 중추신경기능의 폭로 전 상태 (pre-exposure state)의 평가

대부분의 직업성 질환과 마찬가지로 중추신경계 장애의 업무관련성 평가에서도 폭로 전

상태에 관한 평가가 매우 중요한 단서가 된다. 폭로 전의 중추신경계 기능에 관한 자료로서 학교성적, 과거의 지능검사자료, 군대 신체검사자료, 사회활동과 관련된 자료, 입사시의 적성검사 및 배치전 검사자료 등을 이용할 수 있으나 우리나라에서 이와 같은 자료를 구하기는 현실적으로 어렵다. 특히 학교를 다닌 적이 없거나 군대 신체검사에서 명확하지 않은 이유로 불합격된 경우, 채용신체검사 등에서 중추신경계 기능에 관한 평가가 이루어지지 않은 경우 폭로 전 상태를 평가하기가 어렵다.

8.4 감별진단

신경계 질환의 증상인 근력저하, 감각상실, 의식상태 변화 등은 비신경계 질환에서도 나타날 수 있다. 소뇌의 퇴행성질환(Friedreich's ataxia)과 톨루엔, 수은, 아크릴아미드 노출의 결과로 나타나는 운동실조와 진전은 유사하다. 신경매독, 비타민 B12 결핍, 다발성 경화증(posterior columns 부위)에서 나타나는 척수병변은 trithocresylphosphate 중독에서도 나타난다(Taranova, 1978). 경직, 발기불능, 배뇨장애는 흔히 다발성 경화증의 증상과 유사하지만 leptophos 중독과 dimethylaminopropionitrile 노출에 의해서도 발생할 수 있다(Kreiss et al., 1980). 경직과 진전을 동반한 자세의 장애를 포함한 특발성 파킨슨병의 임상증상은 substantianigra와 striatum의 뉴런에 작용하는 일산화탄소, 이황화탄소, 망간, ethyl-4-phenyltetrahydropyridine (MPTP)(Feldman, 1999; Feldman and Rather, 1999; Spencer et al., 1987; Bleecker, 1988; Feldman, 1992; Wolters et al., 1989; LeQuesne, 1982) 등의 노출에 의해서도 유사한 양상을 보인다(표 8.4).

표 8.4 신경독성물질에 의한 중추신경계장애와 감별진단이 필요한 질환

<p>다발성 경화증(multiple sclerosis) : 대뇌의 백질의 손상, 인지기능 저하</p> <p>혈관성 치매(cerebrovascular dementia) : 대뇌의 백질의 손상, 인지기능 저하 - 병력, 경과 및 검사소건의 차이를 살핀다.</p> <p>외상후 스트레스 장애(post traumatic stress disorder) : 인지기능 저하</p> <p>우울증(depressive disorders) : 인지기능 저하</p> <p>동기장애(motivational disorder - malingery 혹은 sick-role playing) : 인지기능 저하</p> <p>발달장애(developmental disorders) : 인지기능 저하 - 신경심리검사의 특이한 유형, 학교성적 등을 살핀다.</p> <p>만성피로증후군(chronic fatigue syndrome) : 유사한 증상</p> <p>Multiple chemical sensitivity : 유사한 증상</p>
--

- 인지기능 검사소견이나 검사실 소견을 살핀다.

과다한 음주 : 유기용제와 상승작용을 일으켜 인지기능저하

8.5 가병(malingery) 검사

중추신경계장애 평가에서 피검자의 동기나 태도는 가장 다루기 어려운 부분이다. 즉 이차적 목적(secondary gain)을 가지는 피검자가 비특이적 증상을 완강하게 호소하는 경우 신경행동검사를 이용하여 가병의 유무를 확인할 수 있다. 이 경우 가병을 검사하기 위해 고안된 신경행동검사를 사용하거나 검사-재검사 방법을 이용하여 대상자의 고의성을 평가할 수 있다. 어떤 신경행동검사라도 대상자의 의도를 완전하게 제어할 수는 없으므로 고의성을 최소화할 수 있는 검사를 선택하거나 고의성을 발견하기 쉬운 검사를 선택하여 검사를 수행하고 그 결과를 면밀히 검토함으로써 고의성이 발견되면 후속조치를 취해야 한다. 피검자가 집중력과 기억력 등의 신경행동기능을 의도적으로 낮게 발휘하는 경우가 흔하나 반대의 경우도 발생할 수 있다.

피검자가 집중력과 기억력 등의 평가에서 낮은 점수를 받기 위하여 의도적으로 검사에 임하는 경우가 흔히 발생할 수 있음을 염두에 두어야 한다. 그러나 피검자가 실제 중추신경계 장애가 있는 경우 정상인에 비해 반응속도의 표준편차가 크게 나타날 수 있다는 것에 유의하여 판단하여야 한다.

가병의 평가에는 반응시간의 분포형태를 그래프로 비교하거나 평균 및 표준편차의 크기, 재검사와의 일치도를 이용할 수 있으며, 아래의 경우 대상자의 고의성을 의심할 수 있다.

- 반응시간 분포의 일치성이 낮을 수 있다.
- 의도적으로 반응을 통제함으로 반응시간에 다소 큰 편차가 발생하여 표준편차가 정상 대조군에 비하여 다소 크게 나타나는 경향을 보인다.
- 검사와 재검사 간의 일치도 낮게 나타난다.

9. 유소견자 관리_유소견자 관리 및 치료

일부 중금속 중독 외에는 신경독성물질 폭로에 의한 중추신경계장애의 치료방법은 확립되어 있지 않으며 보존적인(supportive) 치료가 주로 이용되며 치료 프로토콜은 나라마다, 전문가마다 다르게 보고되고 있다. 가장 먼저 증상이 소실될 때까지 폭로를 중단해야 하며 증상이 소실된 후 다시 작업에 참여할 것인가는 신중하게 결정되어야 한다. 여기서의 증상은 자각증상만이 아니라 신경행동검사상의 이상을 포함한다. 따라서 폭로를 중단한 후에도 자각증상조사와 신경행동검사를 정기적으로 실시하여 증상이나 기능에 관해 지속적으로 관찰하여야 한다. 두통 및 어지러움 등 자각증상에 대해서는 대증치료를 한다. 정서장애(dysphoria, amotivational state)가 있는 경우 항우울제나 두뇌기능 자극제를 사용할 수 있다. 환자가 외상후 스트레스 장애(post traumatic stress disorder)를 가진다면 정신치료와 항불안제를 병행해서 사용할 수 있다. 작업에 복귀하지 못할 정도의 장애를 가진 환자에게는 재활치료를 병행하는 것이 바람직하다.

신경독성물질 폭로에 중추신경계장애 치료를 요약하면 다음과 같다.

1. 폭로의 중단 이외에 특별한 치료는 없다
2. 환자의 증상의 정도에 따라 대증치료를 실시한다.
3. 그 밖에 집단치료(group training)나 개인의 재활 치료와 기억력, 집중력, 정서장애에 관한 정신적, 약물학적 치료를 할 수 있다.
4. 하지만 이들 치료가 환자의 예후를 반드시 개선시키는 것은 아니다.

신경행동검사 결과 이상 소견자로 평가된 근로자에 대해서는 다음의 적극적인 관리 조치를 한다.

- a) 유기용제 등 신경독성 물질에 대한 노출이 의심되는 자로서 적절한 보호구를 사용하고 있지 않는 근로자에게 적절한 보호구를 지급하고, 그 사용과 관리에 대해 교육 훈련시키며 사용하게 한다.
- b) 추적 검사가 필요한 경우, 특수건강진단 사후관리 조치내용 중 '추적 검사' 를 선택하여 관리하도록 한다.
- c) 이상 소견자로 평가된 근로자에 대해서는 보호구를 착용한 상태에서 유해인자 노출량을 생물학적 노출지표검사 결과 생물학적 노출기준을 넘지 않도록 감소시킨다.
- d) 추가 검사가 필요한 경우, 신경과 및 신경정신과의 정밀 검사를 의뢰한다.
- e) 작업과 무관한 신경장애라면 사업주는 해당 근로자에게 신경과 및 신경정신과 검사, 치료 및 재활이 필요함을 통보한다.
- f) 신경행동검사 결과 이상소견자의 업무적합성 평가와 사후관리는 노동부 고시 제 2008-101호 (근로자건강진단 실시기준)의 제18조 규정에 의한 건강진단 결과를 토대로 사업주는 제43조 제5항에서 정한 조치를 시행한다.

부록2. 신경행동검사 표준점수

1. 표준점수 산출방법

다른 연구로부터 얻은 점수와 비교하고, 어느 사람의 결과가 비정상적인가를 판단하기 위해서는 신경행동학적 검사로부터 얻은 점수(원점수)를 가공하고 변경할 필요가 있다. 이런 행동은 모든 대상자의 검사가 끝나서, 모든 검사 결과를 이용하여 이루어져야만 하고, 오로지 건강 전문가를 지도할 목적으로만 이용되어야 한다. 데이터를 표준점수로 변환하는 것이 매우 유용한 방법이다. 이 방법에는 각 검사의 모든 대상자로부터 얻은 데이터의 평균과 표준 편차를 계산하는 것이 필요하다.

1) 평균의 계산

평균을 계산하기 위해서는 원점수를 모두 더한 합을 원점수의 개수로 나누면 된다. 따라서, 공식은 다음과 같다.

$$\frac{\text{원점수의 합}}{\text{원점수의 개수}}$$

예를 들면,

	원점수
대상자 1	10
대상자 2	15
대상자 3	20
대상자 4	20
합	65
평균	$65/4 = 16.25$

따라서 4개의 원점수에 대한 평균은 16.25가 된다.

2) 표준편차의 계산

표준편차는 계산하기가 평균보다는 복잡하다. 계산을 위해서 원점수에서 평균을 뺀 보정 원점수를 제공한다. 제공한 수를 모두 더한 합을 원점수의 개수로 나누고 이 수의 제곱근을 구한다. 이 값이 표준편차이다. 따라서 공식은 다음과 같다.

$$\sqrt{\frac{(\text{원점수} - \text{평균})^2 \text{의 합}}{\text{원점수의 개수}}}$$

예를 들면,

원점수-평균 =보정 원점수	(보정 원점수) ²	(보정 원점수) ² 의 합 /원점수 개수	제곱근
10 - 16.26 = -6.25	39.06	68.74/4 = 17.19	4.15
15 - 16.25 = -1.25	1.56		
20 - 16.25 = 3.75	14.06		
20 - 16.25 = 3.75	14.06		
합	68.74		

따라서 네 점수의 표준편차는 4.15가 된다.

3) 표준점수의 계산

평균과 표준편차에서 각각의 원점수를 표준점수로 전환할 수 있다. 원점수에서 평균을 뺀 값을 표준편차로 나누며 이 값을 z 점수라 한다. 표준점수를 계산하려면, z 점수에 15를 곱한 후 100을 더한다. 표준점수는 자연수로 반올림시킨다. 따라서 0.1에서 0.4는 버려지고(예를 들어 z 점수에 15를 곱한 값이 8.1이면 8로 버려지고 여기에 100을 더해 표준점수는 108이 된다) 0.5에서 0.9는 반올림된다(예를 들어 z 점수에 15를 곱한 값이 8.5라면 9.0으로 반올림되고 여기에 100을 더해 표준점수는 109이 된다.). 표준점수 공식은 다음과 같다.

$$\frac{(\text{원점수} - \text{평균})}{\text{표준편차}} * 15 + 100$$

예를 들면,

원점수 - 평균	= 조정 원점수/표준편차	= z점수	X 10	=	+ 50 = 표준점수
10 - 16.25 = -6.25	/ 4.15 = -1.51	X 15 = -17.25	+ 100 = 82		
10 - 16.25 = -1.25	/ 4.15 = -0.30	X 15 = -4.5	+ 100 = 95		
10 - 16.25 = 3.75	/ 4.15 = 0.90	X 15 = 13.5	+ 100 = 113		
10 - 16.25 = 3.75	/ 4.15 = 0.90	X 15 = 13.5	+ 100 = 113		

4) 표준점수의 목적

표준점수로 각 검사 간 비교가 가능하다. 표준점수는 원점수를 평균이 100인 새로운 점수분포로 바꾸었을 때의 점수이다. 따라서 100보다 작은 점수는 하위 50%에 포함되며, 100보다 큰 점수는 상위 50%에 포함된다. 이 점수를 이용하면 모든 검사를 비교할 수 있다. 결과적으로 숫자 부호 짝짓기 검사에서 90점을 받은 사람은 전혀 다른 검사인 단순반응검사에서 90점 받은 사람과 비슷하다는 것을 의미한다.

2. 개별 평가

- **단순 반응시간 검사 (Simple Reaction Time)** : 평균 반응 시간에 대한 표준 점수와 반응시간의 표준편차를 구한다. 단, 평균 반응 시간에서 점수가 높을수록 반응시간이 느리다는 것으로 수행 능력이 좋지 않은 것을 의미한다. 따라서 z 점수의 부호(+ 또는 -)를 바꿔서 표준점수를 계산해야 한다.
- **선택 반응시간 검사 (Choice Reaction Time)** : 각 방향에 대한 평균 반응 시간 및 전체 반응시간에 대한 표준점수와 반응시간의 표준편차를 구한다. 단, 평균 반응 시간에서 점수가 높을수록 반응시간이 느리다는 것으로 수행 능력이 좋지 않은 것을 의미한다. 따라서 z 점수의 부호(+ 또는 -)를 바꿔서 표준점수를 계산해야 한다.
- **글자색 맞추기 (Color Word Vigilance)** : 정반응을 및 평균반응시간의 표준 점수 및 표준편차를 구한다. 단, 평균 반응 시간에서 점수가 높을수록 반응시간이 느리다는 것으로 수행 능력이 좋지 않은 것을 의미한다. 따라서 z 점수의 부호(+ 또는 -)를 바꿔서 표준점수를 계산해야 한다.
- **숫자구분 (Digit Classification)** : 정반응을 및 평균반응시간의 표준점수 및 표준편차를 구한다. 단, 평균 반응 시간에서 점수가 높을수록 반응시간이 느리다는 것으로 수행 능력이 좋지 않은 것을 의미한다. 따라서 z 점수의 부호(+ 또는 -)를 바꿔서 표준점수를 계산해야 한다.
- **숫자 더하기 (Digit Addition)** : 정반응을 및 평균반응시간의 표준점수 및 표준 편차를 구한다. 단, 평균 반응 시간에서 점수가 높을수록 반응시간이 느리다는 것으로 수행 능력이 좋지 않은 것을 의미한다. 따라서 z 점수의 부호(+ 또는 -)를 바꿔서 표준점수를 계산해야 한다.
- **부호 숫자 짝짓기 (Symbol Digit Substitution)** : 정반응을 및 평균반응시간의 표준점수 및 표준편차를 구한다. 단, 평균 반응 시간에서 점수가 높을수록 반응시간이 느리다는 것으로 수행 능력이 좋지 않은 것을 의미한다. 따라서 z 점수

의 부호(+ 또는 -)를 바꿔서 표준점수를 계산해야 한다.

- **숫자 외우기-정방향&역방향 (Digit Span)** : 숫자 바로 외우기 검사와 거꾸로 외우기 검사의 총합에 대한 표준점수를 구한다.
- **손가락 두드리기 (Finger Tapping Speed)** : 우세손과 비우세손의 반응횟수로 표준점수를 구한다.

〈〈연 구 진〉〉

연 구 기 관 : 산업안전보건연구원

연구책임자 : 사공준 (영남대학교 의과대학 교수)

연 구 원 : 박철용 (영남대학교 의과대학 조교수)

배대석 (영남대학교병원 정신건강의학과 담당)

허한철 (영남대학교병원 직업환경의학과 전공의)

손수호 (영남대학교병원 직업환경의학과 전공의)

조성민 (영남대학교병원 직업환경의학과 전공의)

배성진 (영남대학교병원 직업환경의학과 전공의)

연구상대역 : 이미영 (연구위원, 직업건강연구실)

〈〈연 구 기 간〉〉

2020. 04.28 ~ 2020. 10. 31

본 연구는 산업안전보건연구원의 2020년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구

(2020-산업안전보건연구원-680)

발 행 일 : 2020년 11월
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 고재철
연 구 책 임 자 : 영남대학교 의과대학 사공준
발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : (052) 703-0855
팩 스 : (052) 703-0335
누 리 집 : <http://www.kosha.or.kr/oshri>
