

P300과 반응시간을 이용한 거짓반응의 타당성에 대한 예비적 연구

국립법무병원 정신과,¹ 예사랑 실버 신경정신과의원²
박건태¹ · 이문성¹ · 김무진² · 노인수¹ · 정필자¹

A Preliminary Study of the Validity of the Concealed Information Test Using P300 and Reaction Time

Gun Tae Park, MD¹, Moon Sung Rhee, MD¹, Moo Jin Kim, MD, PhD², In Soo Roh, MS¹ and Phil Ja Jeong, MS¹
Department of Psychiatry¹, National Institute of Forensic Psychiatry, Ministry of Justice, Gongju,
Yesarang Silver Neuropsychiatric Clinic², Bucheon, Korea

ABSTRACT

Objectives : The authors sought to examine the differences in the number of P300 detected by subjects in experimental and control groups when exposed to relevant stimuli. In addition, the authors tried to determine the subjects' reaction time when asked to respond to relevant stimuli.

Methods : The subjects were 20 informed female volunteers aged 22-38 years (median age : 24). Relevant stimuli (concealed information) were created by unknowingly exposing the two groups to obscene pictures and semantic questions. The number of P300 detected and the length of reaction time were compared between the two groups.

Results : Contrary to the authors' expectations, there were no significant differences in the number of P300 detected or in the length of reaction time between the two groups.

Conclusions : These results indicate that, unlike a polygraph test, concealed information tests adopting P300 and reaction time as major physiological responses of subjects exposed to meaningful personal information might not serve as a valid practical tool in the field of criminal psychology. However, further studies involving a greater number of subjects are needed before a final conclusion regarding the validity of this new type of concealed information test can be drawn. (Anxiety and Mood 2008;4 (2) :99-103)

KEY WORDS : Concealed information test · P300 · Reaction time.

서 론

기존의 거짓말 탐지기(polygraph)는 '사람이 거짓말을 하면 그것이 탄로날까봐 겁이나 불안과 초조를 느낀다'는 사실을 전제로 한다. 불안과 초조는 혈압, 호흡, 피부에 흐르는 전기의 양 등에 변화를 주며 탐지기는 이를 측정해 거짓말 여부를 판단한다.¹ 이에 비해 P300은 인지유발전위(event related evoked potential ; ERPs)로서 표적(target)

접수일 : 2008년 7월 2일 / 수정일 : 2008년 8월 7일

게재확정일 : 2008년 8월 16일

Address for correspondence

Gun Tae Park, M.D., Department of Psychiatry, National Institute of Forensic Psychiatry, Ministry of Justice, San 1 Bonggok-ri, Banpo-myeon, Gongju 314-716, Korea

Tel : +82.41-857-2601, Fax : +82.41-857-4483

E-mail : dodo0089@nate.com

get) 자극 또는 비표적(non-target) 자극을 구분하는 사건이 있을 후 약 300 ms에 나타나는 양성전위이다.^{2,3} Sutton과 그의 동료들⁴은 사건유발전위가 중요한 정보를 전달하는 관련자극(relevant stimuli)에 대한 반응으로서 발생한다는 사실을 발견하였다.⁵ P300 반응은 의사결정, 신호확률, 주의, 변별 불확실성의 해결, 자극 타당성과 정보전달 등을 포함하는 다양한 인지적 활동과 연합되어 있다. 많은 연구자들이 P300 및 다른 후기 구성요소들을 수많은 인지적 사건과 관련시켜왔다.⁶⁻¹⁰ 이는 정보처리를 수행하는 신경(neuron)의 처리속도를 반영함으로써, 이의 소실 및 지연을 관찰하여, 고위 중추신경계의 변화를 신경행동학적, 신경생리학적 측면에서 추정할 수 있어 인지기능 평가에 이용되고 있다.

이러한 인지적 사건과 관련된 연구로, P300과 반응시

간(reaction time)을 이용한 거짓반응에 대한 연구들이 있다. Johnson 등^{7,11}이 P300을 이용한 연구에서, 무관련 자극에서는 P300이 거의 나타나지 않는 반면, 관련 자극에서는 유의하게 큰 진폭의 P300이 뇌의 전방, 중앙 및 후방부위에서 나타나는 것을 보고하였다.

그리고 Rosenfeld 등⁹⁻¹³과 Seymour 등¹⁴에 의한 반응시간을 이용한 연구에서, 반응시간은 탐지자극(probe ; 죄지는 사람과 담당자들한테만 알려진 숨겨진 정보와 관련된 사항들)에서 보다 연장되는 결과를 보였고, 대응책(countermeasure ; 관련 없는 자극에 대해 약속되어 있는 반응들로서 각각의 사건과 관계없는 자극에 대해 숨겨진 반응들을 만들어 내는 것)을 사용하는 집단과 죄지는 집단에서 죄를 짓지 않은 집단보다 더 분산된 형태를 보였다고 한다. 따라서 반응시간이 죄지는 사람을 찾아내는데 이용될 가치가 있다고 제안하였다.

한편, 검사기법이나 질문내용이 알려질수록 피검자들이 대비를 할 수 있어 현재와 같은 정보시대엔 기존의 거짓말 탐지기를 이용한 검사는 점차 민감도와 특이도에서 가치가 하락할 위험이 높다고 판단되는 상황이다.^{1,14-18}

이에 저자들은 실제 임상적인 상황에서 기존의 거짓말 탐지기를 대체할 수 있는지 또는 보충적 자료의 의미라도 있을지에 대한 기초적인 연구가 필요할 것으로 생각하여, 관련자극(relevant stimuli)에 대한 P300의 반응(율)과 반응시간을 이용한 거짓반응의 타당성에 관한 예비적 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

연구대상

이중 맹검의 상태에서 진행될 실험에 대한 참여에 대하여 문서화된 동의를 한 자발적인 참가자(간호사, 간호학과 학생, 정신과 관련 수련생)를 일차 대상으로 선정하였다(n=64).

총 64명의 대상자 중, 시험군의 선정을 위하여 잡지의 표지에는 음란한 표현이 없으나 내용에는 음란물이 들어있는 잡지를 면담실에 두고, 피실험자를 기다리게 하면서 그 내용에 관심 있게 보는지 여부를 몰래 관찰한 뒤, 잡지의 내용을 관심 있게 본 사람만 시험군(n=10)으로 삼았다. 그리고 시험군을 제외한 나머지 54명 중에서 대조군을 선정하기 위하여, 다면적 인성검사(Minnesota Multiphasic Personality Inventory ; MMPI)의 진실성 척도를 바탕으로 보다 '진실한' 참가자의 순서를 정하였다. 이들 54명 중 상위 10명을 대조군으로 선정하였다.

연구진행

이러한 최종 대상자 20명에 대한 정보에 대하여, 최고 감독자가 실험을 시행하는 실험자와 실험 대상자 모두에게 알려주지 않고 이중맹검의 상태에서, 관련자극(relevant stimuli)에 대한 P300의 반응(율)과 반응시간의 두 변수에 대한 거짓반응에 대한 실험이 진행되었다.

첫 번째 수행은 여러 종의 잡지표지 4개와 면담실에서 본 잡지의 표지사진을 노트북으로 제시하면서 P300값을 구하였다. 이 때 실험자는 피실험자에게 '당신이 면담실에서 기다리는 동안 우리가 제시한 5개의 잡지 가운데 무작위로 뽑은 한 가지를 보았을 것입니다. 그 속에는 음란한 내용이 들어 있을 수도 있고 그렇지 않을 수도 있습니다. 한 가지 잡지에는 음란물이 들어 있도록 되어 있습니다만 우리는 아직 그것이 어떤 잡지인지 알지 못 합니다. 그것은 본 피실험자만이 알고 있을 것입니다. 제시되는 5종의 잡지 속에 어떤 것에 음란물이 들어 있는가를 이 검사로 찾을 수 있는가 알아보는 것이 실험의 목적입니다. 그리고 음란물이 있는 내용의 잡지를 보셨더라도 안 본 것처럼 반응해야 합니다.'라고 지시하였다.

두 번째 수행을 위하여, 탐지문(probe or relevant question) 1개, 무관련 질문(irrelevant question) 3개, 표적 질문(target question) 1개의 5개 질문으로 구성된 질문조를 총 3조를 마련하였다. 이 가운데 한 질문조를 무작위로 제시하면서 P300값을 구하였다. 여기서 탐지문은 개별의 피실험자와 최고 감독자에게만 알려진 숨겨진 정보와 관련된 자극(relevant stimuli)을 의미하고, 무관련 질문은 본 실험과 관련이 없는 중립적인 자극에 대한 것을 말하며, 표적 질문은 피실험자들이 검사에 집중하고 협조하고 있다는 것을 확인하기 위해 '예' 버튼만을 누르도록 요구되는 자극을 의미한다.

세 번째 수행은 반응시간(reaction time)을 구하였다. 잡지의 표지를 이용한 그림자극 1개조, 질문 3개조 및 이 가운데 한 질문조는 중복 질문하여 총 5개조에 대한 반응시간의 관찰치를 얻었다. 반응시간은 앞선 연구들과는 달리 피실험자의 의지와 시간에 대한 관념 등으로부터 자유로운 방식과 피실험자의 자극에 대한 반응의 집중성을 높이는 방식으로 측정하고자 하였다. 1/100초까지 나오는 디지털 초시계로 자극의 제시 시점부터 반응까지의 시간을 피실험자와는 독립적으로 실험자가 측정하였다.

P300(인지유발전위) 검사법 및 판정 기준

P300(인지유발전위) 검사는 전위유발검사기계(MEB-2200K, Nihon Kohden, Japan)를 이용하여 'odd-ball

paradigm'에 의해 측정하였다. 검사기계의 필터는 저주파 0.1 Hz, 고주파 50 Hz가 되도록 하였다.

자극은 노트북에 나타나는 그림(pictorial)이나 지문(semantic)이 시각을 통해 전달되었다. 피실험자는 방음된 방에서 편안한 의자에 앉아 표적자극(target stimuli)이 보일 때 버튼을 누르도록 하였다. 기록전극을 전방부위(Fz), 중앙(Cz), 후방부위(Pz)에 접지로 부착하였고, 좌측 안각 1 cm아래부위에 눈 깜박임과 눈 움직임을 측정하기 위해 안구의 전극배치(electrooculography ; EOG)를 하였으며, A1과 A2를 합한 것을 기준전극으로 귓볼에 부착하여 전기적 활동의 전위차를 기록하였다. 전극부착 시에 알코올로 피부를 깨끗이 닦은 후 접착제를 사용하여 은-염화는 원판전극을 피부에 부착시키고 피부와 전극 사이의 저항을 5 k Ω 이하가 되도록 하였다.

자료처리 및 통계분석

자료의 해석은 우선 각 자극에 대한 반응의 양성과 음성을 판정하고, 양성일 경우 그 진폭을 음성파에서 양성파의 진폭을 뺀 수치를 기록하였으며, 각각의 자극에 대한 반

응시간을 구하였다. 이렇게 얻은 관찰치로 탐지자극에서 P300이 더 자주 나오는지 그리고 반응시간에는 어떤 변화가 있는지 통계 처리하였다. 통계처리는 SPSS 13.0 프로그램을 이용하였고 두 군사이의 비교에는 Fisher's exact test, independent sample's t-test를 사용하였다.

결 과

대상의 인구학적 분포

여성만 20명으로, 간호학과 학생이 12명, 임상심리 및 사회사업 수련생 6명, 간호사가 2명이었다. 나이는 22~38세로 평균값은 24세이었고, 학력은 대학 재학 이상이었다. 그리고 내외과적 및 정신과적 질환에 대한 자가 보고는 없었다.

각 수행과 반응시간의 차이

대조군과 시험군에서 첫 번째 수행 시의 반응시간이 두 번째 이상의 다른 수행시보다 길었다(mean=1.39/1.19, SD=0.42/0.50, t=1.76, df=398, sig(1tail-ed)=0.04,

Table 1. P300 response and reaction time to pictorial and semantic concealed information in experimental and control group

Experiment Group	Reaction time (sec) to Probe or Relevant Question*	Reaction time (sec) to Target Question	Reaction time (sec) to Irrelevant Question	Average of (P-T)	Average of (P-I) [†]	Kinds of P300 response	Right or wrongness of the response to relevant stimuli [‡]	Amplitude (uV) of P300	Latency (ms) of P300		
Subject 1	1.35±0.50	1.28	0.28	1.05	0.12	0.07	0.30	p3	1	11.54	285
Subject 2	1.45±0.34	1.33	0.37	1.29	0.48	0.12	0.16	p2	2	6.67	330
Subject 3*	2.08±0.27	1.23	0.23	1.33	0.10	0.86	0.76	Q2-3	2	13.52	270
Subject 4*	1.19±0.13	0.97	0.18	0.97	0.11	0.23	0.22	p4/q3-3	2	5.74/14.53	279/222
Subject 5	0.88±0.07	0.96	0.21	0.97	0.28	(0.08)	(0.09)	Q2-3	2	15.87	302
Subject 6	0.91±0.14	0.98	0.30	0.89	0.26	(0.07)	0.02	p4	1	1.83	326
Subject 7	1.08±0.30	1.13	0.29	1.04	0.33	(0.05)	0.03	no detect	2	no detect	no detect
Subject 8	1.90±0.07	2.88	1.58	1.91	0.59	(0.98)	(0.01)	p4	1	3.42	359
Subject 9	0.78±0.06	0.86	0.14	0.75	0.12	(0.08)	0.03	p1	2	8.91	299
Subject 10	0.96±0.11	1.07	0.17	1.00	0.20	(0.12)	(0.04)	q3-4	2	6.84	304
Control 1	1.37±0.34	1.43	0.33	1.59	0.33	(0.06)	(0.22)	q1-2	2	5.86	322
Control 2	1.46±0.26	1.36	0.37	1.42	0.37	0.09	0.03	q3-1	2	26.73	267
Control 3	0.95±0.19	1.09	0.41	0.90	0.26	(0.14)	0.05	p2/q2-5	2	24.41/6.20	370/425
Control 4	1.18±0.22	1.14	0.24	1.15	0.24	0.04	0.03	q1-1	2	10.86	293
Control 5	1.11±0.63	1.15	0.33	1.06	0.40	(0.04)	0.05	p5/q3-4	2	3.85/4.03	295/249
Control 6	0.90±0.10	1.00	0.15	1.00	0.19	(0.10)	(0.10)	q2-2	2	2.20	272
Control 7	1.02±0.31	1.28	0.36	0.98	0.14	(0.26)	0.04	q1-5	2	43.21	322
Control 8	1.26±0.31	1.19	0.34	1.08	0.16	0.08	0.18	q3-2	2	15.75	290
Control 9	0.87±0.09	0.90	0.19	0.87	0.17	(0.04)	(0.00)	q2-3	2	.62	264
Control 10	2.07±0.42	1.15	0.13	1.60	0.43	0.92	0.47	p2	2	2.2	273

* : Reaction time to probe question is significantly longer than that to irrelevant question (p<0.05). † : Average of 12 responses to irrelevant questions was used instead of individual value because of mismatch in the number of experiments done. ‡ : 1=right response, 2=wrong response, P : Reaction time to probe question, T : Reaction time to Target question, I : Reaction time to Irrelevant question

-0.0236<95%CI<0.421).

P300의 양성반응과 관련자극

Table 1을 보면, 시험군에서 P300 양성반응이 10개 나왔는데 관련자극에서 P300의 양성반응이 나타난 경우는 3명이였다. 그러나 대조군에서는 P300 양성반응이 12개 나왔으나 관련자극에서는 한 명도 나오지 않았다. 그리고 시험군과 대조군에서 P300의 양성 반응율이 유의미한 거짓반응의 탐지 변수는 되지 못하는 결과를 보였다(Fisher's exact test, p=0.078).

관련자극과 반응시간

Table 1을 보면, 시험군에서 반응시간이 무관한 자극에 비해 관련자극이 유의미하게 길어진 자는 두 명이였고, 대조군에서는 전혀 없었다. 두 군 사이에서 관련자극에 대한 반응시간의 연장효과가 거짓반응을 탐지하는 능력의 측면에서 유의미한 차이가 없었다(Fisher's exact test, p=0.237).

대상군 간의 반응시간 차이 값의 비교

Table 1에서 시험군과 대조군의 반응시간 차이를 비교하면, 탐지문에 대한 반응시간에서 표적 자극에 대한 반응시간을 뺀 값(P-T)이나 탐지문에 대한 반응시간에서 무관한 자극에 대한 반응시간을 뺀 값(P-I)에서 두 대상군 사이의 유의미한 차이는 없었다(independent sample's t-test, p>0.05).

고 찰

사건관련전위와 이와 관련되는 변화는 지적 기능과 많은 연관이 있음이 보고되는 등 인간의 인지기능을 측정하는 객관적인 검사법으로 알려져 있으며, N100, P200, P300으로 나누어지는 이들 전위 중 특히 P300의 변화는 많은 임상인들의 관심의 대상이 되고 있다.¹⁹⁻²³ 이러한 임상적 배경에서, P300과 반응시간을 이용하여 거짓반응을 알아내는 방법은 인식과정이 뇌파 및 수행능력에 미치는 영향을 이용하는 것으로 새로운 방법이다. 이에 대한 국외 연구는 초기단계이고, 국내에서는 저자들이 아는 한 새로운 시도이며, 본 예비적 연구의 의의가 있을 것이다.

P300과 반응시간을 측정한 최근의 연구들은 거짓반응의 발견에 대하여 대체로 부정적인 결과를 보이고 있다. 2004년에 발간된 Rosenfeld 등²⁴의 후속 연구는 속이고 있는지의 여부를 밝히는 거짓말 탐지검사서 P300과 반

응시간을 이용하는 검사를 쉽게 배울 수 있는 간단한 대응법으로 무용지물로 만들 수 있는 효과적이고 간단한 피검자 측의 수단이 있다고 제기하였다. 2006년 Abootalebi 등²⁵은 P300을 이용한 거짓반응검사가 74~80%의 정확한 발견율을 보였지만, 더 높은 정확성과 피검자의 대응책에 대한 연구의 필요성을 제안하였다. 2007년에 Meijer 등²⁶은 P300을 이용한 거짓반응검사가 친숙한 숨겨진 얼굴의 재인식(concealed face recognition)의 발견에 성공적이었으나 친숙하지 않은 얼굴에 대한 발견은 충분하지 않았다고 한다.

본 연구의 결과도, 저자들의 예상과는 달리, 이러한 최근 연구들의 부정적인 또는 충분하지 않은 결과와 같이 나타났다. P300에 대한 거짓반응의 결과에서 시험군과 대조군의 차이가 없었다. 시험군에서 P300 양성반응이 10개 나왔는데 관련자극에서 나타난 경우는 3명이였다. 그리고 대조군에서는 P300 양성반응이 12개 나왔으나 관련자극에서는 한 명도 나오지 않았다. 이것은 양성반응이 특이도가 있을 가능성을 시사하며 보다 많은 대상자를 포함하는 추후 연구가 요구된다. 그리고 반응시간에 대한 거짓반응의 결과에서도 시험군과 대조군의 차이가 없었다. 시험군에서 무관한 자극에 비해서 관련자극에 대해 반응시간이 유의미하게 길어진 대상자는 두 명이였으나 대조군에서는 전혀 없었다는 점도 연구대상의 수를 늘린다면 유의미한 결과로 나올 수도 있다는 인상이다. 반응시간 차이에 있어서도 평균적인 (P-T)값이나 (P-I)값 모두 두 대상군 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이것은 표적자극이나 무관한 자극 모두 반응시간에는 차이가 없음을 시사할 수 있다.

본 연구의 제한점으로 첫째는, 표본의 크기가 작은 점이다. 보다 큰 규모의 무작위 맹검 시험이 필요할 것으로 보인다. 둘째로, 특정한 나이와 학력의 여성만을 대상으로 하여 일반 인구에 적용하기는 어려울 것이다. 셋째로, P300 반응의 유무를 검사를 담당하는 신경과 의사와 뇌파 기사의 경험적 인식에 의존함으로써 객관성이 문제가 될 수 있다는 것이다. 넷째로, 반응시간의 측정에 있어서 연습효과로 인해 처음 시도가 길게 나타나게 되는 점과 반응 신속성의 개인차로 인해 검사결과 기준치를 만들기 어렵다는 것이다. 그리고 앞선 논문들과 달리 반응시간을 피실험자와 독립적으로 측정한 이유가 있지만 객관성이 문제될 수 있다.

결 론

본 실험에서 관련 자극에 대한 P300 양성반응을 및 평

균 반응시간에 있어서 시험군과 대조군 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 두 가지 생리적 변수의 측정이 개인적인 거짓반응을 발견하는데 있어서, 실제적으로 유용한 도구가 되지 못할 것이다. 그러나 최종적인 결론에 도달하기 위해서는 향후 보다 큰 규모의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

중심 단어 : 거짓반응 · P300 양성반응율 · 반응시간.

■ 감사의 글

이 논문의 완성을 위해 실험에 노고를 아끼지 않은 이원태 정신과 선생님, 김상규 신경과선생님 등 여러 분들께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

REFERENCES

1. Song KS. The polygraph examination and usefulness and correctness. *Legal Study* 1997;14:75-107.
2. Goodin DS, Aminoff MJ. Evaluation of dementia by event-related potentials. *J Clin Neuropsychol* 1992;9:521-525.
3. Kurita A, Katayama K, Mochio S. Neurophysiological evidence for altered higher brain function in NIDDM. *Diabetes Care* 1996;19:360-364.
4. Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science* 1965;150:1187-1188.
5. Han SI, Jeon YW. Topographic auditory event-related potential P300 and psychopathology of the patients with schizophrenia. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 1997;36:1148-1153.
6. Oken BS. Evoked potentials in clinical medicine. In: Chiappa KH, editor. *Evoked potentials in clinical medicine*. New York: Raven Press; 1989. p.564-566.
7. Johnson MM, Rosenfeld JP. Oddball-evoked P300-based method of deception detection in the laboratory II: Utilization of non-selective activation of relevant knowledge. *Int J Psychophysiol* 1992;12:289-306.
8. Miyake Y, Mizutani M, Yamahura T. Event related potentials as an indicator of detecting information in field polygraph examinations. *Polygraph* 1993;22:131-149.
9. Rosenfeld JP. Event-related potentials in the detection of deception, malingering and false memories. In: Kleiner M, editor. *Handbook of polygraph testing*. New York: Academic Press;2002. p.265-286.
10. Rosenfeld JP, Ellwanger JW. Cognitive psychophysiology in detection of malingered cognitive deficit. In: Sweet JJ, editor. *Forensic neuro-*

psychology: Fundamentals and Practice. Lisse, Netherlands: Swets and Zerlanger Publishers;1999.

11. Rosenfeld JP, Angell A, Johnson M, Qian J. An ERP-based, control question lie detector analog: Algorithms for discriminating effects within individuals' average waveforms. *Psychophysiology* 1991;38:319-335.
12. Rosenfeld JP, Cantwell G, Nasman VT, Wojdac V, Ivanov S, Mazzeri L. A modified, event-related potential-based guilty knowledge test. *Int J Neuroscience* 1998;24:157-161.
13. Rosenfeld JP, Ellwanger JW, Nolan K, Wu S, Bermann, Sweet JJ. P300 scalp amplitude distribution as an index of deception in a simulated cognitive deficit model. *Int J Psychophysiol* 1999;33:3-20.
14. Seymour TL, Seifert CM, Shafto MG, Mosmann AL. Using response time measures to assess "guilty knowledge". *J Appl Psychol* 2000;85:30-37.
15. Coonts S. *Liberty*. New York: Martin's Press;2003.
16. Honts CR, Amato SL, Gordon AK. Effects of spontaneous countermeasures used against the comparison question test. *Polygraph* 2001;30:1-10.
17. Honts CR, Devitt MK, Winbush M, Kircher JC. Mental and physical countermeasures reduce the accuracy of the concealed information test. *Psychophysiology* 1996;33:84-92.
18. National Research Council. *The polygraph and lie detection*. Washington, DC: National Academies Press;2003.
19. Lee SH. Information in processing and its neuroanatomy in schizophrenia: for the neuroscientific of psychopathology. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 1991;30:629-651.
20. Kim YS, Park SH, Kim SH. Cognitive deficits of the schizophrenics in P300: reality discrimination hypothesis. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 1994;33:1164-1173.
21. Polich J, Howard L, Starr A. P300 latency correlate with digit span. *Psychophysiology* 1983;20:665-669.
22. Polich J, Howard L, Starr A. Effects of aging on the P300 component of the event-related potential form auditory stimuli: peak definition, variation and measurement. *J Gerontol* 1983;40:721-726.
23. Polich J, Ehler CL, Otis S, Mandell AJ, Bloom FE. P300 latency relates the degree of cognitive decline in dementing illness. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1986;63:138-144.
24. Rosenfeld JP, Soskins M, Bosh G, Ryan A. Simple, effective countermeasures to P300-based tests of detection of concealed information. *Psychophysiology* 2004;41:205-219.
25. Abootlaebi V, Moradi MH, Khalizadeh MA. A comparison of methods for ERP assessment in a P300-based GKT. *Int J Psychophysiol* 2006;62:309-320.
26. Meijer EH, Smulders FT, Merchelbach HL, Wolf AG. The P300 is sensitive to concealed face recognition. *Int J Psychophysiol* 2007;66:231-237.