

한글서명의 알콜 섭취에 의한 외형 변화율에 대한 연구

노승찬 · 박성우[★] · 김정호^{1, ★}

충남대학교 과학수사학과, ¹법무연수원
(2010. 9. 28. 접수, 2010. 12. 2. 승인)

A study on shape changes of hangul signature under the influence of alcohol

Seung-Chan Roh, Sung-Woo Park[★] and Jung-Ho Kim^{1, ★}

Dept. of Scientific Criminal Investigation, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

¹*Legal Research and Training Institute, Kyunggi, 446-776, Korea*

(Received September 28, 2010; Accepted December 2, 2010)

요 약: 필적을 감정할 경우 음주상태에서 작성된 필적들을 비교해야 하는 어려움에 자주 직면하게 된다. 알콜 섭취에 따른 소뇌 기능 장애로 인하여 가속과 감속, 떨리는 움직임 등의 동작 능력 통제에 장애가 발생하므로 개인 필적에서 상당한 차이가 관찰된다. 음주상태에서 작성된 필적이 기재된 협박메모를 확보하더라도 작성자가 검거된 후 자신이 작성한 것이 아니라고 부인하는 경우 필적감정에 의한 법인 특징이 어렵게 된다. 외국의 많은 연구에서 알콜의 필적에 대한 영향이 다루어지고 있지만 국내에서는 거의 없으며 대부분 통계적 처리 없이 약간 또는 증가와 같이 경험적인 표현에 그치고 있어 통계적인 평가 및 비교가 요구되고 있다. 본 연구에서는 음주에 의한 필적의 변화에 대하여 서명의 길이, 높이와 서명에 포함된 한글 자음 ㄱ, ㄴ을 추출하여 각각의 내각, 외각, 길이비율의 계측값을 통계적 방법을 사용하여 확인하였다.

Abstract: Handwriting identifications are often faced with difficulties in evaluating handwriting by persons under the influence of alcohol. Cerebellar dysfunction is associated with deficits in the control of movement extent, as well as changes in the amplitude and relative amounts of acceleration and deceleration and action tremor. Although numerous articles are available on the subject of alcohol influence on handwriting quality, most of them were based on empirical data such as experience method, without any statistical evaluation. In this study, Hangul signature giyeok and nieun of consonant were measured in samples of handwriting. The result of this study can be used as a basic data of comparison on handwriting by identifying consistency of features and relative individualization of.

Key words: hangul, handwriting, handwriting identification, consonant

★ Corresponding author

Phone : +82-(0)42-821-5240 Fax : +82-(0)42-822-5236

E-mail : swpark05@cnu.ac.kr, jh62kim@spo.go.kr

1. 서 론

필적은 작성 시 외부적 환경과 작성자의 심리 상태 등에 의해 변화가 발생하지만 오랜 습관에 의해 형성된 개별특성을 바탕으로 필적 감정이 가능하다.^{1,2}

필적감정에서는 음주상태에서 작성된 개인 필적을 비교해야 하는 어려움에 자주 직면하게 된다. 알콜 섭취에 따른 소뇌 기능 장애로 인한 필기 시 가속과 감속, 떨리는 움직임 등의 동작 능력의 통제에 장애가 발생하므로 개인 필적에서 눈에 보이는 차이점이 있으며 서명이 기재되어 있는 협박 메모를 작성하더라도 작성자가 검거된 후 기억상실로 그 결과를 부정하는 경우가 적지 않으며 이럴 경우 필적감정에 의한 범인 특징이 어렵게 된다. 따라서 알콜 섭취에 의한 필적의 영향을 분석하는 것이 중요하게 요구되고 있다. 최근 연구에서 Ascioglu 등은 필적의 알콜 섭취에 대한 영향을 단어 길이, 대문자와 소문자의 높이, 상승하는 철자의 높이, 하강하는 철자의 높이, 단어 사이의 여백, 각이 진, 끝이 가늘어지는 수 등을 포함한 필적의 다양한 매개변수 증가와 상관관계를 관찰하여 통계학적으로 평가하여 비교하였다.^{3,5}

필적에 영향을 주는 물질에 대한 연구로는 Dhawan 등이 카페인 영향에 따른 필적의 평균 길이 감소, 동일한 페이지를 작성하는데 걸리는 시간 감소, 크기와 동작시간의 변화 등을 관찰하였으며 chlorpromazine hydrochloride, phenobarbital sodium은 caffeine, methamphetamine과는 대조적으로 필기 시간을 증가시키는 결과를 확인하였다.⁶ Tucha 등은 흡연자와 비흡연자를 상대로 니코틴 껌을 통한 니코틴 섭취 후 동작시간이 축소되었으며 속도 증가, 더 원활한 필기 움직임이 관찰되었고 비 흡연자보다 흡연자의 경우 두드러지게 개선되었으나 필적 품질에서는 니코틴의 영향이 발견되지 않는 것을 연구하였다.^{7,9} 또한 우울증이나 파킨슨 병 환자의 경우 건강한 사람에 비해 필기 속도가 느려지고 필압이 감소한다는 것을 확인하였다.^{10,11}

위와 같이 외국의 많은 연구에서 알콜의 필적에 대한 영향이 다루어지고 있지만¹²⁻¹⁴ 국내에서는 거의 없으며 대부분 통계적 처리 없이 약간(few) 또는 증가(increased)와 같이 경험적인 표현에 근거를 두고 있어 통계학적으로 평가하여 비교하는 것이 요구되고 있다.^{15,16}

국내 연구에서는 필적계측도(scale for handwriting identification)를 사용하여 음주운전혐의로 체형검사가 의뢰된 사람 30명 서명의 크기, 글자간격, 획의 탈락 유무, 필순, 이어쓰기 특징을 비교하여 음주상태에서

의 한글서명의 변화도를 확인한 연구가 발표된 바 있으며¹⁷ 본 연구에서는 서명의 길이, 높이와 서명에 포함된 자음 ㄱ, ㄴ을 추출하여 각각의 내각, 외각, 길이 비율(길이/높이)의 계측값을 통계적 방법을 사용하여 음주에 의한 필적 변화를 확인하였다.

2. 실 험

2.1. 시료 및 기구

음주운전 현장에서 호흡음주측정 결과에 불복하여 채혈한 후 분석을 의뢰한 30명으로부터 음주서명시료(with alcohol)와 시간경과 후 동일인으로부터 비교서명(sober)을 각 1-3회에 걸쳐 제공받았다.

시료는 스캐너를 사용하여 600 dpi로 이미지를 변환하고 bmp파일로 정규화 한 후 스캐너(HP2575, 600 dpi)와 계측프로그램(CAD)을 이용하여 분석하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 항상성을 가지는 특징점 확인

음주와 평소상태 서명에서 길이, 높이를 측정 비교하여 변화를 확인하고 서명에 포함된 자음 ㄱ, ㄴ을 추출하여 내각, 외각, 길이비율을 측정하여 30%를 기준으로 변화를 확인하고 비교 분석하였다.

2.2.2. Pearson correlation을 활용한 음주 시 변화 확인

서명의 음주로 인한 변화 확인을 위해 Pearson correlation을 사용하였으며 상관계수와 P값을 확인하여 변수(혈중알콜농도, 길이, 높이, 내각, 외각, 길이비율)의 상관관계를 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 항상성을 가지는 특징점 확인

서명의 길이, 높이를 측정된 결과를 음주와 평소상태 사이의 변화율로 나타내었다.

30명 서명의 길이와 높이에서 음주와 평소상태 서명 측정값의 변화를 확인한 결과 길이에서는 1명(9: 34%)이 30%이상의 변화를 보였으며 29명에서는 30%이내의 변화를 보여 서명 사이의 유사성이 높은 것으로 확인되었다. 높이에서는 1명(19: 69%)이 30%이상의 변화를 보였으며 29명에서는 30%이내의 변화를 보여 서명 사이의 유사성이 높은 것으로 확인되었다. 길이와 높이 모두 변한 경우는 1명이었다. 대부분의 시료에서는 길이와 높이의 변화가 비례적으로 나타나

Table 1. Signature by writers 1-30

Sample No.	Signature		Age	Gender	BAC
	Sober	With alcohol			
1			38	female	0.144
2			46	male	0.145
3			59	male	0.146
4			33	male	0.147
5			36	male	0.150
6			24	male	0.151
7			43	male	0.152
8			33	male	0.154
9			57	male	0.155
10			33	male	0.156
11			44	male	0.157
12			49	male	0.158
13			36	male	0.160
14			33	male	0.161
15			28	male	0.162
16			41	male	0.163
17			32	male	0.166
18			58	male	0.167
19			18	male	0.168
20			33	male	0.172
21			27	male	0.173
22			36	male	0.178
23			31	male	0.178
24			30	male	0.181
25			46	male	0.183
26			25	female	0.184
27			36	male	0.195
28			35	male	0.199
29			62	male	0.201
30			31	male	0.202

BAC: blood alcohol concentration

Table 2. Length and height values of signature

Writers	Lengths			Heights		
	Mean	Range		Mean	Range	
1	S	26.80	21.77 29.36	10.50	6.88	14.46
	WA	27.83	22.62 32.16	9.99	9.24	10.98
2	S	29.39	27.49 31.28	22.55	18.03	27.06
	WA	29.25	24.86 33.12	13.14	9.01	17.68
3	S	24.96	21.55 29.05	12.77	10.49	14.25
	WA	33.85	33.01 34.69	15.97	14.72	17.22
4	S	21.80	20.72 22.87	9.13	9.07	9.19
	WA	28.44	27.07 29.80	6.81	6.25	7.36
5	S	31.69	26.05 37.32	12.64	10.82	14.46
	WA	24.03	22.15 25.91	12.95	12.08	13.81
6	S	25.83	22.07 32.63	9.58	8.84	10.04
	WA	21.64	19.20 24.08	7.23	6.77	7.69
7	S	24.84	22.22 28.55	15.08	11.70	19.30
	WA	28.91	28.26 29.56	9.85	9.84	9.86
8	S	28.19	24.00 34.51	9.81	9.03	11.34
	WA	28.76	23.32 34.20	11.35	9.63	13.07
9	S	21.47	21.15 21.78	14.86	14.60	15.12
	WA	43.57	37.74 49.39	11.24	10.45	12.02
10	S	20.95	19.78 22.12	7.40	6.64	8.16
	WA	25.25	24.14 26.35	9.03	8.64	9.42
11	S	27.53	26.02 30.15	9.54	8.64	10.38
	WA	41.46	26.98 55.58	11.86	8.86	15.01
12	S	37.99	35.33 40.64	17.08	14.44	19.72
	WA	34.05	31.26 36.84	13.14	11.21	15.07
13	S	18.94	18.92 18.95	6.76	6.52	6.99
	WA	16.03	14.33 17.40	7.21	6.12	7.89
14	S	20.45	20.45 20.45	11.41	11.41	11.41
	WA	26.67	24.68 29.67	8.79	7.75	10.17
15	S	19.37	19.00 19.73	7.78	6.92	8.64
	WA	18.19	16.79 19.59	6.89	6.29	7.48

S: sober, WA: with alcohol

지만 4명(4, 7, 9, 14)의 서명에서는 길이와 높이의 변화가 반비례 하는 것이 확인되었다.

15명의 서명에서 추출된 자음 ‘ㄱ’에서 초성 13개와 중성 4개의 내각, 외각, 길이비율의 음주와 평소상태 서명 측정값 변화를 확인한 결과 내각에서는 측정이 불가능한 3명을 제외하고 12명에서 일관된 특징을 보여 서명 사이의 유사성이 높은 것으로 확인되었다. 외각에서는 2명(14: 32%, 25: 42%)이 30%이상의 변화를 보였으며 10명에서는 30%이내의 변화를 보여 서

Table 2. Continued

Writers	Lengths			Heights		
	Mean	Range		Mean	Range	
16	S	52.32	39.15 61.35	15.19	8.50	21.11
	WA	49.35	46.97 52.62	11.86	9.81	13.15
17	S	25.54	25.39 25.68	7.95	6.33	9.57
	WA	16.03	14.87 17.93	8.19	5.69	11.77
18	S	23.31	22.72 23.90	9.30	8.44	10.16
	WA	36.99	29.73 44.14	10.44	9.57	11.57
19	S	61.78	56.19 67.36	35.26	34.50	36.01
	WA	23.83	23.63 24.02	6.57	5.95	7.19
20	S	29.99	21.70 38.28	15.52	9.54	21.50
	WA	16.85	16.59 17.10	8.71	8.50	8.91
21	S	16.73	14.15 19.31	7.70	6.58	8.81
	WA	16.43	16.06 16.79	7.37	7.06	7.67
22	S	16.97	15.64 18.30	9.51	6.57	12.45
	WA	18.30	16.07 20.52	8.38	7.03	9.73
23	S	23.85	17.91 29.78	11.09	9.41	12.77
	WA	17.97	17.17 18.76	10.27	9.12	11.41
24	S	26.23	23.76 30.01	12.70	10.38	14.85
	WA	24.57	20.09 31.11	10.23	8.46	11.96
25	S	27.09	25.72 28.46	14.80	12.62	16.98
	WA	33.13	31.53 34.72	21.69	19.48	23.89
26	S	28.02	24.02 34.40	11.51	9.23	12.84
	WA	28.76	27.78 29.73	7.10	6.74	7.45
27	S	22.81	21.08 24.53	5.85	5.78	5.92
	WA	24.48	22.94 26.01	7.92	7.87	7.96
28	S	27.69	27.38 28.00	11.24	8.84	13.64
	WA	26.04	25.28 26.79	7.83	7.33	8.32
29	S	21.40	19.56 22.33	7.77	7.51	8.13
	WA	26.05	24.62 27.47	9.19	9.04	9.33
30	S	19.87	18.36 21.38	8.44	8.17	8.70
	WA	19.35	15.47 21.74	7.71	6.97	8.98

명 사이의 유사성이 높은 것으로 확인되었다. 변화율을 비교하였을 때 외각에서만 2명의 서명이 변화한 것으로 확인되었다.

18명의 서명에서 추출된 자음 ‘ㄴ’에서 중성 21개의 내각, 외각, 길이비율의 음주와 평소상태 서명 측정값 변화를 확인한 결과 내각에서는 측정이 불가능한 4명을 제외하고 14명에서 일관된 특징을 보여 서명 사이의 유사성이 높은 것으로 확인되었다. 외각에서는 1명(19: 36%)이 30%이상의 변화를 보였으며 13명에서는 30%이내의 변화를 보여 서명 사이의 유사성이 높은

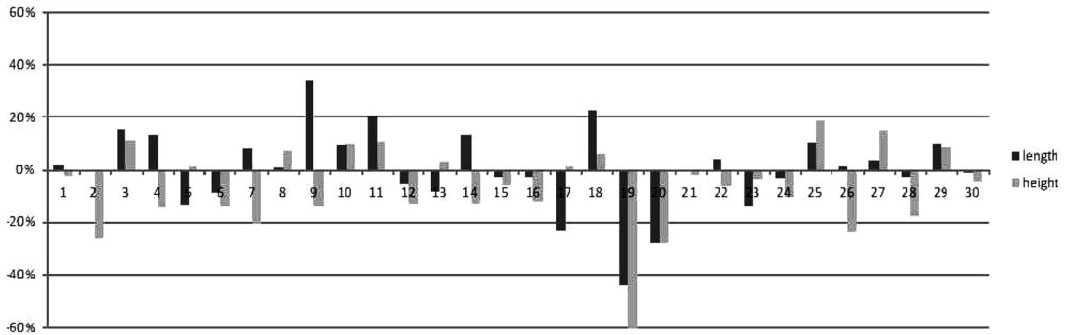


Fig. 1. Changes in measurement values of signature.

Table 3. Measurement values of consonant giyeok

Writers		Inside angles			External angles			Ratios of the length		
		Mean	Range		Mean	Range		Mean	Range	
1	S	91.33	80	107	48.33	36	55	1.16	0.87	1.50
	WA	88.66	79	99	56.33	38	66	1.07	0.82	1.55
6	S	55.66	46	66	55.33	42	64	0.76	0.63	0.90
	WA	50.50	50	51	74.00	63	85	1.08	1.08	1.09
9-1	S	38.00	34	42	76.50	61	92	1.08	0.98	1.18
	WA	56.00	55	57	83.50	74	93	0.77	0.70	0.85
9-2	S	90.00	63	117	62.50	40	85	0.68	0.54	0.83
	WA	135.00	135	135	62.00	62	62	0.66	0.66	0.66
14	S	58.00	58	58	74.00	74	74	0.53	0.53	0.53
	WA	74.66	64	82	38.33	29	48	1.00	0.76	1.28
15	S	71.00	60	82	55.00	44	66	1.23	0.84	1.63
	WA	83.50	82	85	63.00	57	69	0.89	0.81	0.97
17	S	45.00	31	59	64.50	63	66	1.17	1.02	1.33
	WA	71.00	64	80	81.33	76	86	1.46	1.38	1.56
18	S	56.50	49	64	68.50	68	69	1.26	1.16	1.37
	WA	53.00	48	56	73.66	65	83	1.06	0.93	1.24
21	S	70.50	69	72	82.00	82	82	1.41	1.38	1.44
	WA	79.50	69	90	45.00	40	50	0.88	0.86	0.91
24-1	S	80.66	49	120	101.66	82	115	1.53	1.07	2.45
	WA	91.33	74	103	110.66	97	120	1.55	1.23	2.18
24-2	S	48.16	44	60	96.66	80	120	1.34	0.86	1.74
	WA	81.33	70	100	78.33	72	86	1.73	1.36	2.18
25	S	70.50	64	77	26.00	23	29	0.92	0.91	0.94
	WA	59.35	58	61	64.00	64	64	1.44	1.43	1.45
27	S	97.50	86	109	71.00	55	87	1.15	1.10	1.21
	WA	64.50	59	70	58.00	58	58	0.78	0.71	0.86
30	S	100.50	99	102	71.50	69	74	1.57	1.33	2.01
	WA	78.00	66	85	68.33	62	74	1.17	1.15	1.19

S: sober, WA: with alcohol

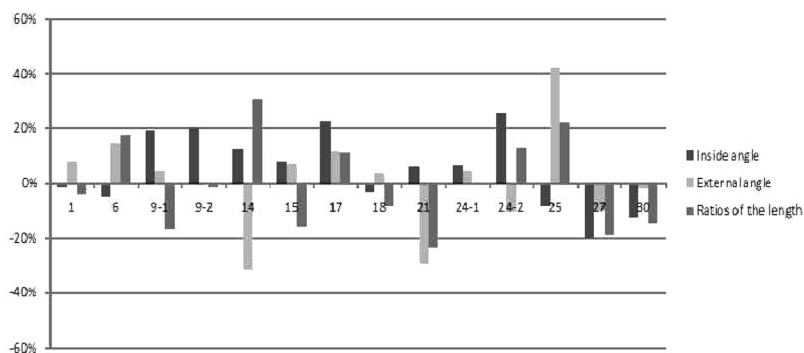


Fig. 2. Changes in measurement values of consonant giyeok.

Table 4. Measurement values of consonant niuem

Writers	Inside angles			External angles			Ratios of the length			
	Mean	Range		Mean	Range		Mean	Range		
5	S	137.00	134	140	91.50	90	93	0.28	0.24	0.33
	WA	82.50	69	96	78.50	78	79	0.41	0.38	0.45
6	S	118.66	81	149	89.33	85	93	0.42	0.27	0.55
	WA	118.00	106	130	83.00	78	88	0.43	0.36	0.50
8	S	67.00	67	67	87.00	87	87	0.56	0.56	0.56
	WA	71.00	49	93	47.00	33	61	1.16	0.73	1.59
11-1	S	78.00	71	85	79.50	73	86	0.70	0.69	0.71
	WA	109.00	104	118	45.00	42	47	1.06	0.99	1.19
11-2	S	100.00	100	100	57.00	57	57	0.84	0.84	0.84
	WA	95.33	93	98	70.66	65	79	0.65	0.55	0.79
14	S	74.00	74	74	84.00	84	84	0.63	0.63	0.63
	WA	131.66	112	144	89.00	80	97	0.32	0.23	0.40
18	S	88.00	88	88	102.00	102	102	0.52	0.52	0.52
	WA	107.00	76	126	108.33	101	116	0.52	0.39	0.71
19	S	70.00	70	70	119.00	119	119	0.82	0.82	0.82
	WA	82.00	68	96	56.50	49	64	0.73	0.69	0.78
21	S	92.00	80	104	37.00	37	37	1.04	1.02	1.07
	WA	79.00	71	87	56.50	56	57	1.04	0.90	1.18
23	S	114.00	76	152	64.50	46	83	0.52	0.26	0.78
	WA	124.00	113	135	82.00	82	82	0.42	0.35	0.50
24	S	105.66	72	138	70.00	54	95	0.74	0.71	0.78
	WA	127.33	115	140	41.33	38	45	0.97	0.95	1.03
25	S	64.00	64	64	76.00	76	76	0.50	0.50	0.50
	WA	59.00	59	59	83.00	83	83	0.40	0.40	0.40
27	S	56.00	56	56	89.00	89	89	0.29	0.29	0.29
	WA	55.00	43	67	90.00	78	102	0.72	0.67	0.78
28	S	124.00	124	124	68.00	68	68	0.52	0.52	0.52
	WA	96.00	81	111	95.50	90	101	0.57	0.53	0.62

S: sober, WA: with alcohol

Table 4. Cotinued

Writers		Inside angles			External angles			Ratios of the length		
		Mean	Range		Mean	Range		Mean	Range	
29-1	S	101.33	74	124	89.00	76	101	0.49	0.41	0.62
	WA	93.50	85	102	54.00	79	89	0.45	0.42	0.48
29-2	S	121.33	93	139	102.00	87	114	0.48	0.28	0.62
	WA	84.50	72	97	88.50	85	92	0.51	0.49	0.53
29-3	S	87.33	54	119	87.33	109	132	0.95	0.68	1.46
	WA	80.00	70	90	80.00	90	124	0.80	0.47	1.13

S: sober, WA: with alcohol

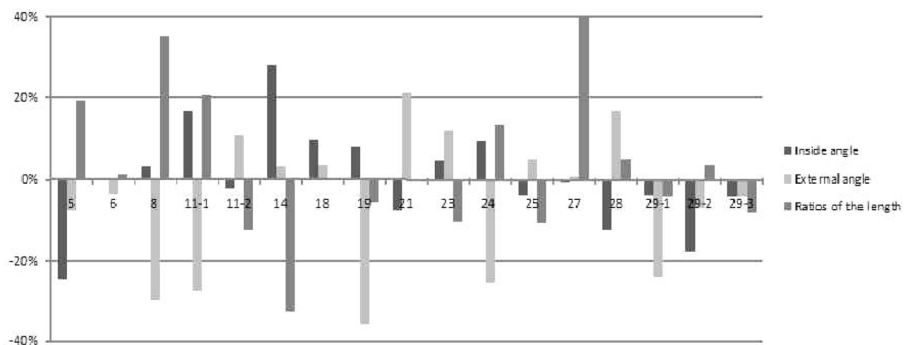


Fig. 3. Changes in measurement values of consonant nieum.

Table 5. Correlation between signature ratio of the length and angle

		r	P	
Giyeok	Sober	Inside angle	0.376	0.406
		External angle	0.718	0.069
	With alcohol	Inside angle	0.484	0.271
		External angle	0.740	0.057
Nieum	Sober	Inside angle	-0.214	0.410
		External angle	-0.397	0.115
	With alcohol	Inside angle	-0.205	0.430
		External angle	-0.696	0.001

r: test value, P: significance of test

것으로 확인되었다. 길이비율에서는 3명(8: 35%, 14: 33%, 27: 43%)이 30%이상의 변화를 보였으며 11명에서는 30%이내의 변화를 보여 서명 사이의 유사성이 높은 것으로 확인되었다. 변화율을 비교하였을 때 외각에서는 1명, 길이비율에서는 3명의 서명이 변화한 것으로 확인되었다. 자음 ‘ㄴ’은 자음 ‘ㄱ’에서와는 상이하게 길이비율에서 변화가 큰 것으로 관찰되었으며 두 가지 모두 내각에서는 변화가 나타나지 않는 것을

확인할 수 있었다.

3.2. Pearson correlation을 활용한 음주 시 변화 확인

Pearson correlation을 사용하여 상관계수와 P값을 확인하여 변화를 확인한 결과 혈중알콜농도와 나이, 서명의 길이, 높이에 대한 상관관계는 나타나지 않았으며, 서명의 길이와 높이에서 평소서명은 $r=0.765$ ($P<0.05$), 음주서명은 $r=0.514$ ($P<0.05$)로 알콜 섭취 시 길이와 높이의 상관관계가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 자음 ‘ㄴ’의 길이비율과 외각의 상관관계에서 음주 시에 중간 정도의 상관관계가 확인하였다($r = -0.696$, $P<0.05$).

4. 결 론

1) 30명 서명의 길이와 높이에서 음주와 평소상태 서명 측정값을 확인한 결과 변화율 30%를 기준으로 길이와 높이에서 각각 1명이 변화를 보였으며 나머지 29명에서는 음주에 의한 서명의 변화가 확인되지 않았다.

2) 15명의 서명에서 추출된 자음 ‘ㄱ’에서 초성 13개와 중성 4개의 내각, 외각, 길이비율에서 측정값 변화를 확인한 결과 3명이 측정이 불가능 하였고 내각과 길이비율에서는 음주에 의한 변화가 확인되지 않았으며 외각에서만 2명의 서명이 변화한 것으로 확인되었다.

3) 18명의 서명에서 추출된 중성 자음 ‘ㄴ’의 내각, 외각, 길이비율에서 측정값 변화를 확인한 결과 4명이 측정이 불가능 하였고 내각에서는 음주에 의한 변화가 확인되지 않았으며 외각에서 1명, 길이비율에서 3명의 서명이 변화한 것으로 확인되었다. 자음 ‘ㄴ’은 자음 ‘ㄱ’에서와는 상이하게 길이비율에서 변화율이 많이 나타났으며 두 가지 모두 내각에서는 변화가 나타나지 않는 것을 확인할 수 있었다.

4) Pearson correlation을 사용하여 변화를 확인한 결과 혈중알콜농도와 나이, 서명의 길이, 높이에 대한 상관관계는 나타나지 않았으며, 서명의 길이와 높이에서 평소서명은 $r=0.765$ ($P<0.05$), 음주서명은 $r = 0.514$ ($P<0.05$)로 알콜 섭취 시 길이와 높이의 상관관계가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 자음 ‘ㄴ’에서는 길이비율과 외각에서 음주 시에 중간 정도의 상관관계가 확인하였다($r = -0.696$, $P<0.05$).

5) 음주에 의해 서명의 변화는 길이와 높이에서 30명중 2명이 확인되었으며, 자음을 추출한 경우 자음 ‘ㄱ’에서 2명, 자음 ‘ㄴ’에서 4명의 변화가 확인되었다. 음주에 의해서는 외형보다는 자음 ‘ㄱ, ㄴ’의 세부적인 변화가 많이 나타나는 것을 확인하였다.

6) 사전에 연구된 경험적 방법에 의한 감정과 변화가 확인된 결과를 비교하였을 때, 자음의 측정 결과보다는 서명 전체의 길이와 높이에서 모두 변화가 나타나는 시료가 경험적 방법의 결과와 일치하는 것을 확인하였다.

측정된 특징점에 따라 비교 결과가 상이하게 나타나므로 개인 식별의 확률을 높일 수 있도록 다양한 특징점에 대한 계측과 서명의 세부적인 분석이 필요함을 확인하였다.

참고문헌

1. Srihari, S. N., Cha, S.-H., Arora, H. and Lee, S., *J. Forensic Sci.* **47**, 856-872(2002).
2. Lambert Schomaker and Marius Bulacu, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence* **26**, 787-798(2004).
3. F. Ascioglu and N. Turan, *J. Forensic Sci. Int.* **132**, 201-210(2003)
4. J. G. Phillips, R. P. Ogeil and F. Muller, *Int. Graphonomics Society; Disruptions of handwriting.* **2009**, 619-632(2009).
5. S. Bezeau and R. Graves, *J. Clinical and Experimental Neuropsychology.* **23**, 399-406(2001).
6. B. N. Dhawan, S. K. Bapat and V. C. Saxena, *J. Pharmacol Sci.* **19**, 63-67(1969).
7. O. Tucha, S. Walitza and L. Mecklinger, *Hum. Movement Sci.* **25**, 523-535(2006).
8. O. Tucha, S. Aschenbrenner, P. Eichhammer, A. Putzhammer, H. Sartor and H. E. Klein et al., *Psychopharmacology.* **159**, 211-215(2002).
9. O. Tucha, L. Mecklinger, and S. Walitza, *Hum. Movement Sci.* **25**, 536-552(2006).
10. M. D. Stinson, *J. Forensic Sci.*, **2**, 411-416(1997).
11. J. Walton, *J. Forensic Sci. Int.*, **88**, 197-214(1997).
12. F. Setta, J. Jacquy, J. Hildebrand and M.-U. Manto, *J. Neurol Neurosurg Psychiatry.* **65**, 370-373(1998).
13. B. Tiplady, R. Baird, H. Lutcke, G. Drummon and P. Wright, *J. Psychopharmacology,* **19**, 627-632(2005).
14. A. Smith, W. Sturgess and J. Gallagher, *Hum. Psychopharmacol Clin Exp.*, **14**, 473-482(1999).
15. B. Y. Choi and S. Y. Bang, *Int. J. Ind. Ergonomics,* **26**, 549-559(2000).
16. K. Kim, *Computer standards & interfaces.*, **20**, 243-257(1999).
17. J.-H. Kim and S.-W. Park, *Anal. Sci. Tech.*, **23**, 205-215 (2010).