

요골 맥파를 이용한 사상체질 판별

조재경
경상대학교 반도체공학과

Determination of Sasang Constitution from Artery Pulse Waves

Jae Kyong Cho
Department of Semiconductor Engineering, Gyeongsang National University

요 약 한방병원에 건강검진을 목적으로 내원한 732명의 피험자를 대상으로 사상체질감별설문지 검사를 통하여 한의사가 감별한 사상체질 결과와 맥진기를 사용하여 촌, 관, 척 부위의 요골 맥파를 측정하여 자료를 입수하였다. 입수한 맥파 자료로부터 맥파의 폭, 피크의 크기와 개수를 특징 변수로 추출했다. 특징 변수들 중 타당도와 신뢰도가 높은 것들을 판별변수로 선정했다. 5겹 교차 검증법을 적용하여, 맥파 자료를 사상체질을 알려주는 훈련 표본과 사상체질을 알려주지 않는 예측 표본으로 구분했다. 훈련 표본에 대해서 판별분석을 수행하여 판별 함수를 구한 후, 이것을 예측 표본에 적용하여 사상체질을 예측했다. 예측한 사상체질과 설문지 검사로 알고 있는 사상체질을 비교하여 사상체질 분류 정확도를 계산했다. 사상체질 분류 정확도는 나이별, 성별 보정 전에는 태음인: 73.6 %, 소음인: 68.4 %, 소양인: 74.2 %이었으며, 전체 분류 정확도는 72.5 %이었다. 한국 인구를 기반으로 한 성별, 나이별 가중치를 적용하여 보정을 한 후의 사상체질 분류 정확도는 태음인(70.4 %), 소음인(84.2 %), 소양인(67.7 %)이었으며, 전체 분류 정확도는 73.8 %이었다.

Abstract Sasang Constitution data that were classified by the QSCCII (Questionnaire for the Sasang Constitution Classification II) and artery pulse waves of Chon, Guan, and Chuck data measured using an electronic manometer, were obtained from 732 subjects who visited an oriental hospital. The pulse width, peak height, and number of peaks were extracted from the pulse waves as feature variables. Validity and reliability analyses were performed to obtain the feature variables. The feature variables with high validity and reliability were selected as the discriminant variables. The pulse wave data were divided into training and predicting samples by applying a fivefold cross-validation technique. Discriminant analysis was performed for the training sample, and discriminant functions were obtained. The discriminant functions were applied to the predicting sample and the Sasang Constitution was predicted. The accuracy of prediction was estimated by comparing the predicted Sasang Constitution and that obtained by QSCCII. The accuracy of the predicted Sasang Constitution before (after) age and sex calibration was 73.6 % (70.4 %), 68.4 % (84.2 %), and 74.2 % (67.7 %) for Taeumin, Soumin, and Soyangin, respectively, and 72.5 % (73.8 %) in total.

Keywords : Sasang Constitution, Pulse Wave, Discriminant Analysis, Reliability Analysis, Validity Analyses

이 연구는 2018년도 경상대학교 연구년제 연구교수 연구지원비에 의하여 수행되었음.

*Corresponding Author : Jae Kyong Cho(Gyeongsang National Univ.)

email: jkcho@gnu.ac.kr

Received October 24, 2019

Revised November 27, 2019

Accepted February 7, 2020

Published February 29, 2020

1. 서론

이제마(1837~1900)에 의하여 창안된 사상의학은 사람의 체질을 태양인, 태음인, 소양인, 소음인의 4가지로 분류하고 있다. 사상의학에 의하면 체질에 따라 질병을 치료하는 방법을 달리하므로 체질의 정확한 판정은 중요하다. 전통적인 체질 진단방법은 체형기상, 용모사기, 성질재간의 결과를 종합하여 한의사가 판단하는 것이다[1]. 체형기상은 장부가 존재하는 체간 부위의 형태를, 용모사기는 얼굴의 형태와 목소리를, 그리고 성질재간은 성격과 행동 특성을 관찰하는 것이다. 그러나 이러한 진단 방법은 한의사의 주관에 개입되므로 체질 진단의 객관화가 요구되어, 사상체질감별 설문지 (QSCCII, Questionnaire for the Sasang Constitution Classification II) 검사 [2]가 개발되어 체질감별의 표준으로 활용되고 있다.

사상체질 진단을 보다 객관화하려는 시도로서, 음성을 이용한 사상체질 진단[3], 약물반응진단[4], 사상체질 분류모형[5], 안면, 음성, 체형, 설문조사의 4가지 체질요소를 바탕으로 체질을 판정하는 체질 진단 툴[6] 등의 많은 연구들이 수행되어 왔다. 이와 함께, 한의학적 진단에 가장 널리 사용되는 진단 방법의 하나인 맥진을 이용하여 체질을 판별하려는 연구들도 다수 수행되었고[7,8], 맥파의 특징을 세밀하게 나타내는 미분된 파형을 제공하는 회수식 맥진기를 이용한 체질 감별에 관한 연구도 있었

으나, 파형을 육안으로 관찰하여 특징을 주관적으로 판단한 것으로, 객관적인 체질 진단의 툴로 사용하기에는 한계가 있었다[9].

본 연구에서 회수식 맥진기에 의해서 얻어진 맥파들로부터 특징들을 추출하고, 통계적인 방법을 적용하여 체질을 판정하는 방법을 모색하고자 한다.

2. 연구 대상

한방병원에 건강검진을 목적으로 내원한 781명의 건강한 피험자를 대상으로 한의사가 측정된 맥파 자료를 입수하였다. 해석의 정확도를 높이기 위하여 측정상태가 불량한 자료(13명)를 제외하였고, 집단의 크기가 매우 작은 태양인의 자료(11명)를 제외하였다. IBM SPSS의 Boxplot 기능을 이용하여 이상치가 발생한 자료(12명)를 제거하였다. 체질이 같아도, 노화에 따라 맥파의 형상이 달라지고, 맥파를 이용한 체질 분류에서는 맥파의 형상이 중요하므로, 분석집단을 선정할 때는 연령대의 범위를 좁히는 것이 바람직하다[10]. 수집한 자료에서 30대 이하(4명)와 70대 이상(9명)의 비율이 낮았으므로, 분석에서 제외하고, 최종적으로 40대 ~ 60대 연령의 732명의 자료가 분석에 사용되었다(Table 1). 분석 표본의, 성별 비율은 남성이 48% 여성이 52%, 연령별 비율은 40대

Table 1. Sasang Constitution, Age, and Sex Distribution of Analysis Sample

Sasang Constitution	Sex	Age	Sample		Target Allocation		Cell Weight (B/A)
			Number(A)	Ratio	Number(B)	Ratio*	
Taeumin	Male	40s	50	0.185	66.42	0.246	1.328
	Male	50s	40	0.148	41.04	0.152	1.026
	Male	60s	20	0.074	26.46	0.098	1.323
	Female	40s	86	0.319	64.26	0.238	0.747
	Female	50s	58	0.215	41.04	0.152	0.708
	Female	60s	16	0.059	30.78	0.114	1.924
	Subtotal			270	1.000	270	1.000
Soumin	Male	40s	32	0.143	55.10	0.246	1.722
	Male	50s	20	0.089	34.05	0.152	1.702
	Male	60s	16	0.071	21.95	0.098	1.372
	Female	40s	52	0.232	53.31	0.238	1.025
	Female	50s	56	0.250	34.05	0.152	0.608
	Female	60s	48	0.214	25.54	0.114	0.532
	Subtotal			224	1.000	224	1.000
Soyangin	Male	40s	58	0.244	58.55	0.246	1.009
	Male	50s	58	0.244	36.18	0.152	0.624
	Male	60s	54	0.227	23.32	0.098	0.432
	Female	40s	20	0.084	56.64	0.238	2.832
	Female	50s	16	0.067	36.18	0.152	2.261
	Female	60s	32	0.134	27.13	0.114	0.848
	Subtotal			238	1.000	238	1.000
Total			732				

*Age and sex ratio of Korean population in 2017.

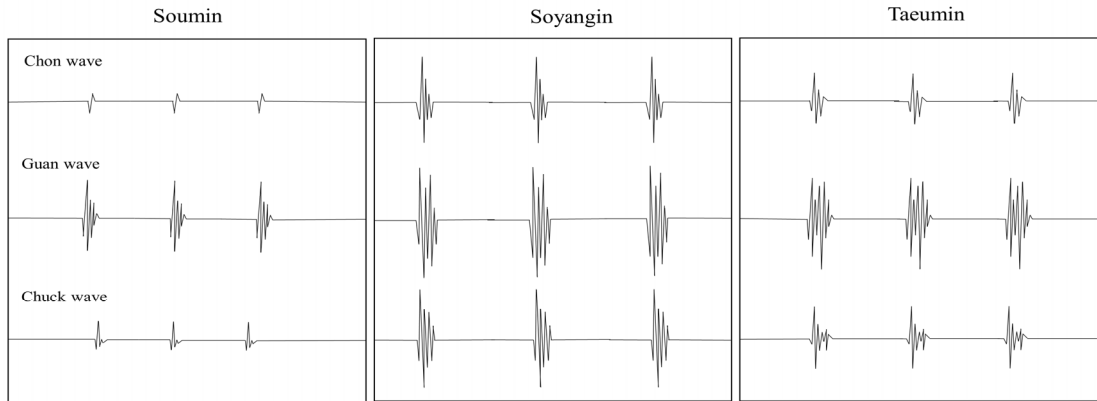


Fig. 1. Typical left Chon, Guan, Chuck pulse waves of Taeumin, Soumin, and Soyangin

가 41%, 50대가 34%, 60대가 25%이며, 체질별 비율은 태음인이 37%, 소음인이 31%, 소양인이 32%이었다.

피험자들의 체질진단은 사상체질감별설문지 검사로 한의사가 결정하였다.

3. 연구 방법

3.1 맥파 신호의 특징 추출

맥파 신호는 희수식 맥진기(정진의료기)를 이용하여, 3개의 콘덴서 마이크 센서를 피험자의 좌측 손목의 촌, 관, 척 맥이 뛰는 자리에 맞춘 후, 그 위에 커프를 돌려서 감고, 커프에 일정한 크기의 공기 압력을 가한 후, 밸브를 풀어 압력을 점차 감소시키면서, 촌, 관, 척 세 곳에서 감지되는 맥압이 가장 클 때, 밸브를 잠그고 맥파를 측정하는 기존 방법을 이용하여 측정되었다[11].

Fig. 1에 수집한 태음인, 소음인, 소양인의 촌, 관, 척의 맥파 중 대표적인 예를 나타냈다. 체질별 맥파의 대략적인 특징은 소음인은 맥파 피크의 크기가 작고 숫자가 작으며, 소양인은 피크가 크고 숫자가 많으며, 태음인은 피크의 크기가 중간이고 피크 형상이 불규칙적인 것이다.

이와 같은 체질별 맥파의 특징을 반영하기 위하여, 3주기 측정된 맥파 중 1주기의 맥파를 이용하여, 맥파의 폭, 피크의 크기를 Fig. 2와 같이 특징변수로 정의했고, Table 2에 특징변수의 이름과 설명을 나타냈다. 해당 피크가 없는 경우에는 피크 크기를 '영'으로 정의했다. 특징변수를 이와 같이 정의한 이유는 상하부 최대 피크가 심장 수축에 의한 충격파로서 중요한 의미를 갖기 때문이다. 이와 함께, 피크의 개수도 중요한 특징이므로[9] 변수화 했다.

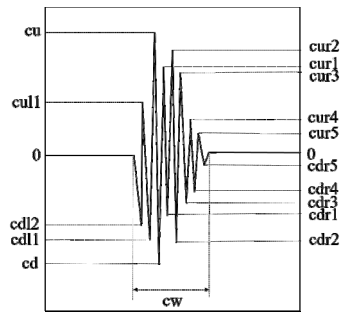


Fig. 2. Feature variables defined on a Chon pulse wave

3.2 판별 분석

특징변수들에 대하여 신뢰도와 타당도 분석을 수행하여, 선정된 변수들만을 사용하고, 5겹 교차 검증법으로 체질을 알려주는 훈련 표본과 체질을 알려주지 않는 예측 표본으로 구분하여 판별분석을 수행하였다. 훈련 표본으로부터 판별 함수를 구한 후, 이것을 예측 표본에 적용하여 체질을 예측했다. 예측한 체질과 설문지 검사로 알고 있는 사상체질을 비교하여 사상체질 분류 정확도를 계산했다. 판별 분석에는 IBM SPSS를 사용했다.

수행한 판별분석 결과로 얻어진 체질 분류 정확도에 연령과 성별에 대한 표본 분포의 편향성을 보정하였다. 보정을 위하여는 표본이 확보된 기간 중의 하나인 2017년도의 한국 인구 분포를 사용했다[12]. 이것을 바탕으로, Table 1과 같이, 칸 가중법을 적용하여 체질에 따른 연령별, 성별에 대한 가중치를 얻었다. 이 가중치를 이용하여 5겹 교차 검증법으로 얻어진 판별 분석 결과에 대하여 가중 평균을 구하여, 보정된 체질 분류 정확도를 얻었다.

Table 2. Definition of Variables.

Variable Name	Explanation
cun (gun, chun)	Number up peaks of Chon (Guan, Chuck) pulse
cdn (gdn, chdn)	Number down peaks of Chon (Guan, Chuck) pulse
cu (gu, chu)	Height of the highest up peak of Chon (Guan, Chuck) pulse
cd (gd, chd)	Height of the highest down peak of Chon (Guan, Chuck) pulse
cw (gw, chw)	Width of Chon (Guan, Chuck) pulse
cul1, cul2 (gul1, gul2, chul1, chul2)	Height of 1st, and 2nd left up peak from the highest up peak of Chon (Guan, Chuck) pulse
cur1, cur2, cur3, cur4, cur5 (gur1, gur2, gur3, gur4, gur5, chur1, chur2, chur3, chur4, chur5)	Height of 1st, 2nd, 3rd, 4th, and 5th right up peak from the highest up peak of Chon (Guan, Chuck) pulse
cdl1, cdl2, cdl3 (gdl1, gdl2, gdl3, chdl1, chdl2, chdl3)	Height of 1st, 2nd, and 3rd left down peak from the highest down peak of Chon (Guan, Chuck) pulse
cdr1, cdr2, cdr3, cdr4 (gdr1, gdr2, gdr3, gdr4, chdr1, chdr2, chdr3, chdr4)	Height of 1st, 2nd, 3rd, and 4th right down peak from the highest down peak of Chon (Guan, Chuck) pulse

Table 3. Results of Validity and Reliability Analysis of Variables.

Factor	Variable Name	Factor Analysis				Eigenvalue	Variance (%)	Reliability Cronbach's α			
		Factor Loading			Communality						
		1	2	3							
Guan pulse	gur3	0.837	0.154	-0.047	0.726	8.672	24.777	0.937			
	gun	0.832	0.279	0.056	0.773						
	gur4	0.801	0.073	-0.078	0.653						
	gdn	0.781	0.334	0.132	0.740						
	gur2	0.758	0.395	0.024	0.732						
	gdl3	0.728	0.132	-0.232	0.601						
	gdl2	0.697	0.092	-0.18	0.526						
	gur1	0.676	0.531	0.152	0.762						
	gd	0.669	0.538	0.249	0.799						
	gur5	0.646	0.03	0.002	0.418						
	gu	0.645	0.484	0.311	0.747						
	gdr2	0.644	0.159	0.253	0.504						
	gdr1	0.639	0.389	0.218	0.607						
	gdr3	0.632	0.118	0.202	0.454						
gdl1	0.585	0.464	0.347	0.677	Deleted: gw, gul1, gul2, gdr4						
Chuck pulse	chur1	0.072	0.900	0.053	0.819	8.665	24.757	0.941			
	chu	0.107	0.849	0.193	0.769						
	chdr1	0.130	0.843	-0.077	0.733						
	chur2	0.328	0.835	-0.049	0.808						
	chd	0.256	0.824	0.25	0.806						
	chdl1	0.023	0.814	0.211	0.708						
	chdr2	0.259	0.763	-0.198	0.689						
	chur3	0.400	0.747	-0.202	0.758						
	chur4	0.330	0.707	-0.252	0.673						
	chun	0.443	0.674	-0.139	0.670						
	chdr3	0.312	0.599	-0.290	0.540						
	chdn	0.522	0.530	-0.092	0.561				Deleted: chw, chul1, chul2, chur5, chdl2, chdl3, chdr4		
	Chon pulse	cur2	0.021	-0.078	0.787				0.626	5.021	14.347
cu		-0.030	0.113	0.769	0.604						
cdl1		0.033	0.039	0.755	0.573						
cdr1		0.022	-0.002	0.718	0.516						
cd		0.115	0.037	0.684	0.482						
cun		-0.014	0.02	0.669	0.449						
cdn		0.018	-0.100	0.664	0.452						
cur3	0.093	-0.080	0.622	0.402	Deleted: cw, cul1, cul2, cur1, cur4, cur5, cdl2, cdl3, cdr2, cdr3, cdr4						
KMO = 0.858, Bartlett's $\chi^2 = 33451.795$ ($p < 0.001$)											

4. 결과 및 고찰

4.1 판별변수의 타당도와 신뢰도

판별변수들의 타당도와 신뢰도를 구하기 위하여 요인 분석과 신뢰도 분석을 수행하여 Table 3에 나타났다. KMO 측도는 0.858이 얻어져서 변수들 간의 상관관계가 다른 변수에 의해 설명되는 정도가 양호한 것으로 판단된다. 바틀렛의 구형성 검정은 유의 확률 $p < 0.001$ 가 얻어져서 요인 분석을 사용하는 것이 적합하다고 할 수 있다.

공통성(communality)이 0.4 미만인 변수들은 공통성이 낮다고 판단하여 제거되었고, 나머지 변수들은 공통성이 모두 0.4 이상으로 수용할 수 있는 수준이다. 누적 분산 %는 63.8 %로, 요인 설명력이 설명력이 높다고 할 수 있다.

각 요인의 크론바흐 알파(Cronbach's α)는 관, 척, 촌 맥파 각각 0.937, 0.941, 0.835로 모두 0.8 이상이므로 신뢰도가 높다고 할 수 있다.

4.2 판별 분석

윌크(Wilk)의 람다에 대한 카이 제곱 값의 유의확률이 <0.001으로 (Table 4), 판별함수 1, 2는 통계적으로 유의하다[13].

Table 4. Wilks' Lambda

Test of Fuction	Wilks' Lambda	Chi-Square	df	Sig.
1 - 2	0.324	638.028	70	0
2	0.642	250.405	34	0

Table 5에서 보듯이 판별함수 1과 2 모두 고유값이 0.4 이상이므로 정준 판별 함수의 설명력이 높다고 할 수 있다. 함수 1이 체질 구분의 63.9%를 설명하고, 함수 2가 36.1%를 설명하는 것을 알 수 있다.

Table 5. Eigen Values

Function	Eigen Value	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	0.983	63.9	63.9	0.704
2	0.556	36.1	100	0.598

Table 6은 판별함수를 이용하여 각 체질별 중심 값을 구한 결과인데, 판별함수1은 소양인과 기타체질을 구분

하고, 판별함수2는 태음인과 소음인을 구분한다는 것을 알 수 있다.

Table 6. Functions at Group Centroids

	Function	
	1	2
Taeumin	-0.516	0.889
Soumin	-0.9	-0.918
Soyangin	1.388	-0.167

판별함수 1에 영향을 미치는 판별변수의 특성을 알아보기 위하여 체질별 판별변수의 평균값을 Table 7에 정리하였다. 판별변수들의 평균값의 대부분은 소양인>태음인>소음인 순이었다. 이는 체질에 따른 혈관 벽의 두께, 탄성, 신축성의 차이에 기인하는 것으로 소양인은 혈관이 질기고 탄성이 강하고 신축성이 중간이며, 태음인은 혈관

Table 7. Mean of Discriminant Variables by Sasang Constitution

Variable Name	Mean		
	Taeumin	Soumin	Soyangin
cun	3.1521	2.7143	3.3041
cdn	3.2212	2.8857	3.4845
cu	9.8479	8.92	10.8222
cd	8.023	5.7086	9.7784
cur2	1.4562	1.3314	2.8015
cur3	0.3848	0.5257	1.1005
cdl1	3.0442	3.1057	4.768
cdr1	2.0037	2.4	3.5593
gun	3.1475	2.8629	4.201
gdn	3.8249	3.2629	4.3918
gu	10.9539	8.9057	12.4897
gd	8.5323	7.2971	11.1701
gur1	4.6682	3.5486	5.4072
gur2	2.9608	2.28	3.8299
gur3	1.9793	1.2229	1.7938
gur4	0.7972	0.62	0.7036
gur5	0.2373	0.0971	0.3814
gdl1	4.9654	3.1143	5.7165
gdl2	1.3456	1.08	2.299
gdl3	0.7558	0.7314	0.701
gdr1	4.2189	2.3829	4.5206
gdr2	2.6452	1.0286	2.8557
gdr3	0.5853	0.2571	0.884
chun	3.8065	3.2629	3.8144
chdn	4.2488	3.6514	4.1649
chu	9.4816	8.3371	10.134
chd	7.8502	6.6286	9.4278
chur1	4.5922	3.7343	4.5593
chur2	3.0092	2.7	2.6933
chur3	1.659	1.7229	0.9974
chur4	0.6382	0.94	0.5258
chdl1	3.3871	2.5943	4.5799
chdr1	3.0783	2.74	2.8376
chdr2	1.894	2.1057	1.6572
chdr3	0.576	1.3229	0.5541

이 두툼하고 탄성이 중간이며 신축성이 강하고, 소음인은 혈관이 얇고 탄성이 약하고 신축성이 약한 것이 반영된 결과로 생각된다[14].

5겹 교차 검증법을 적용하여 사상체질을 알려준 훈련 표본으로부터 구한 판별 함수를 예측 표본에 적용하여 예측 표본의 사상체질을 예측했다.

예측한 체질과 설문지 검사로 알고 있는 체질을 비교하여 체질 분류 정확도를 계산하여 Table 8에 나타냈다. 연령, 성별 보정 전에는 태음인, 소음인, 소양인의 체질 분류 정확도는 각각 73.6%, 68.4%, 74.2% 이었으며, 전체 분류 정확도는 72.5% 이었다. Table 1의 가중치를 적용

하여 나이별, 성별 가중평균을 구하여 보정 한 후에는 태음인, 소음인, 소양인의 체질 분류 정확도는 각각 70.4%, 84.2%, 67.7% 이었으며, 전체 분류 정확도는 73.8% 이었다. 이는 기존의 분류 정확도인 약 60%보다 높은 값이다[14].

Table 8. Classification Results

	Accuracy of Predicted Group Membership			Total
	Taumin	Soumin	Soyangin	
Before Calibration	0.736	0.684	0.742	0.725
After Calibration	0.704	0.842	0.677	0.738

5. 결론

본 연구에서는 설문지 검사를 통하여 사상체질을 알고 있는 732명에 대하여 요골 맥파의 폭, 피크의 크기 및 개수를 특징변수로 사용함으로써 체질을 판정하는 판별분석을 수행하였다.

신뢰도와 타당도 분석을 통하여 선정된 변수들만을 사용하고, 5겹 교차 검증법을 적용하여 체질을 알려주는 훈련 표본과 체질을 알려주지 않는 예측 표본으로 구분했다. 훈련 표본에 대하여 판별분석을 수행하여 판별 함수를 구한 후, 이것을 예측 표본에 적용하여 체질을 예측했다. 예측한 체질과 설문지 검사로 알고 있는 체질을 비교하여 체질 분류 정확도를 구했다.

판별 분석 결과 체질 분류 정확도는 나이별, 성별 보정을 하기 전에는 태음인(73.6%), 소음인(68.4%), 소양인(74.2%)이었으며, 전체 분류 정확도는 72.5% 이었다.

한국 인구를 기반으로 한 나이별, 성별 가중치를 적용하여 보정을 한 후의 체질 분류 정확도는 태음인(70.4%), 소음인(84.2%), 소양인(67.7%)이었으며, 전체 분류 정확도는 73.8%이었다. 회수식 맥진기의 촌, 관, 척 요골 맥파는 사상체질을 판별하는 유용한 특징이다.

References

- [1] S. H. Shin, J. Y. Kim, "Study on the Discrimination of Constitution Using Pulse Wave", *Korean J. Oriental Physiology & Pathology*, Vol.22, No.6, pp.1403-1409, 2008.
- [2] S. H. Kim, B. H. Go, I. B. Song, "A study on the Standardization of QSCC II (Questionnaire for Sasang Constitution Classification II)", *J Sasang Constitut Med.*, Vol.8, No.1, pp. 187-246, 1996.
- [3] J. H. Kang, J. H. Do, J. Y. Kim, "Voice Classification Algorithm for Sasang Constitution Using Support Vector Machine", *J Sasang Constitut Med.*, Vol.22, No.1, pp. 17-25, 2010.
- [4] S. G. Lee, H. J. Kim, H. J. Park, J. H. Lee, D. Y. Kwon, J. C. Joo, et al., "Association between Genetic Polymorphisms of the CYP2C19, CYP2D6 and Types of Sasang Constitutional Medicine", *J Korean Oriental Med.*, Vol.28, No.1, pp. 51-62, 2007.
- [5] B. G. Beum, M. R. Jeon, A. S. Oh, "Study on Development of Classification Model and Implementation for Diagnosis System of Sasang Constitution", *J Korea Inst Inf Commun Eng.*, Vol.2008, pp. 155-159, 2008.
- [6] J. H. Do, J. H. Nam, E. S. Jang, J. S. Jang, J. W. Kim, Y. S. Kim, et al., "Comparison between Diagnostic Results of the Sasang Constitutional Analysis Tool (SCAT) and a Sasang Constitution Expert", *J Sasang Constitut Med.*, Vol.25, No.3, pp.158-166, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7730/jscm.2013.25.3.158>
- [7] S. H. Shin, J. Y. Kim, "Comparisons of the Accuracy of Classification Methods in Sasang Constitution Diagnosis with Pulse Waves", *J Korea Contents Association*, Vol. 9, No.10, pp.249-257, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5392/jkca.2009.9.10.249>
- [8] S. C. Park, D. J. Kim, "Implementation of the Automatic Pulse-power Diagnostic System and the Discrimination Algorithm of Four Constitutions", *IEE Korea*, Vol.41, No.2, pp.53-60, 2004.
- [9] K. C. Na, "Determination of Sasang Constitution using Heosusik Pulse Diagnostic Apparatus", *K.O.M.S.*, Vol.14, No.2, pp.139-153, 1993.
- [10] S. H. Shin, W. W. Yim, Y. J. Park, Y. B. Park, "A Study of the Cardiovascular Aging Effect on the Pulse Shape", *J Korea I Oriental Med Diagnostics*, Vol.9,

No.1, pp.59-68, 2005.

- [11] E. H. Kim, B. S. Kim, J. S. Kang, "Study on Reillumination of Hi-soo type Electronic Manometer", J Oriental Med Res Center Daejeon University, Vol.18, No.2, pp.37-45, 2009.
- [12] Korean Statistical Information Service. Korean Statistical Office. 2017 [Internet]. Available From: <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>
- [13] K. B. Kim, H. S. Shin, J. W. Seo, J. Y. Koo, "A Study on the Development and Applicative Estimation of Safety Evaluation Model for Water Supply Pipelines using Quantification Theory Type II", J Korean Soc Water and Wastewater, Vol.30, No.1, pp.59-67, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.11001/iksw.2016.30.1.059>
- [14] H. Y. Lee, A. R. Jung, H. B. Son, M. S. Hwang, J. W. Lee, G. C. Kim, et al., "Study on the Correlation between Sasang Constitution and the Data of Pulse Diagnosis Device - A Systematic Review in Korean Articles -", Korean J. Oriental Physiology & Pathology, Vol.26, No.5, pp.621-629, 2012.

조 재 경(Jae Kyong Cho)

[정회원]



- 1983년 2월 : 서울대학교 대학원
무기재료공학과 (공학석사)
- 1991년 3월 : 동경공업대학 대학
원 물리전자공학과 (공학박사)
- 1991년 4월 ~ 1993년 8월 : 미국
카네기멜론대학 연구원
- 1993년 10월 ~ 현재 : 경상대학교
반도체공학과 교수

<관심분야>

센서, 자기광학, 인공지능