

# 얼굴스캐너를 활용한 안면형상 영상진단기의 기초 연구

김경철\* · 이정원 · 김 훈<sup>1</sup> · 신순식<sup>2</sup> · 이해웅<sup>3</sup> · 이용태<sup>4</sup> · 지규용<sup>5</sup> · 김종원<sup>6</sup>

동의대학교 한의과대학 진단학교실, 1: 의학교실, 2: 방제학교실, 3: 예방의학교실, 4: 생리학교실, 5: 병리학교실, 6: 사상체질교실

## Basic Study on the Image Instrument of the Facial-form by the 3D-facial Scanner

Gyeong Cheol Kim\*, Jeong Won Lee, Hoon Kim<sup>1</sup>, Soon Shik Shin<sup>2</sup>, Hai Woong Lee<sup>3</sup>,  
Yong Tae Lee<sup>4</sup>, Gyoong Yong Chi<sup>5</sup>, Jong Won Kim<sup>6</sup>

*Department of Diagnostics, 1: Department of Medical History, 2: Department of Prescriptionology, 3: Department of Preventive Medicine and Public Health, 4: Department of Physiology, 5: Department of Pathology, 6: Department of Sasang Constitution Medicine, College of Oriental Medicine, Dong-Eui University*

3D facial scanner for an accurate analysis is measured precisely a distance in straight, a distance in curved line, an angle in 3D data, the area of surface. We can easy acquire 3D data by the method of 0.8sec in each scan with easy handling, simple merge to whole face, harmless and fast process. In the HyungSang medicine, the inspection of the facial shape includes the Dam(gall bladder) - Bang Kwang(urinary bladder) body, the Jung· Gi· Shin· Hyul, the six meridian types etc. And we will collect the evidence based date verifying in the HyungSang clinical medicine. As we will analyze the facial whole form and the size · length · angle of the facial part, put the facial form's standardization on a solid foundation.

Key words : facial scanner, facial form

### 서 론

형상의학은 사상체질의학과 더불어 현대 한국 한의학의 독자적인 학설로서, 개체생리병리 체질론을 형상의학적인 측면에서 완성한 이론이다. 개인의 특성을 중시하는 변증시치가 한방 진단과 치료기술의 핵심사항인 점을 고려할 때, 임상적인 효율을 제고하기 위하여 환자의 형상적인 내용을 중심으로 형색맥증의 합일을 추구하는 진단기법은 한의학의 우수성을 잘 표현하고 있다.

형상의학과 사상체질론의 우수성에도 불구하고, 현 시점은 객관적인 진단의 표준화, 정량화가 요구되고 있다. 형상적으로 살펴볼 때, 안면형태 진단으로 가능한 형상의학의 영역은 담체-방광체, 정신기혈 사과, 오장육부, 육경형이 가능하며, 그리고 안면형태를 결정하는 특징적인 형상요소는 안면 외곽의 형태, 이목구비와 안면의 면적, 눈 코의 형태와 안면부의 돌출함몰여부 등을 들 수 있다. 이런 객관적인 측정요소를 바탕으로 얼굴전용 스

캐너를 활용하여 안면형태의 특성을 유형화 객관화할 수 있을 것이다.

이에 저자는 그 동안의 형태진단에 대한 연구를 바탕으로<sup>1-6)</sup> 객관적인 안면형태 진단기기를 개발하고자 먼저 기초적인 자료를 정리하여 보고하는 바이다.

### 본 론

#### 1. 3차원 얼굴전용 스캐너(RFS-S100)의 개요

RFS(Renai Facial Scan)-S1000은 사용이 편리하고 성능이 우수한 고효율의 3차원 얼굴전용 스캐너로서, 기존의 범용 3차원 스캐너보다 얼굴부분에 특화된 3차원 데이터를 획득하여 기술과 편리성이 한층 증대된 메커니즘을 구현한 3차원 얼굴전용 스캐너이다.

RFS-S100 특징으로는 먼저 손쉬운 조작법으로, 버튼의 조작이나 사용이 간편하여 누구나 조작이 가능하다. 또한 인체에 무해한 스캐닝 시스템으로서, 촬영부, 광투사 모듈이 얼굴촬영에 특화되어 있어서 인체에 무해할뿐더러 눈부심도 거의 없다. 그리고

\* 교신저자 : 김경철, 부산시 진구 양정동 동의대학교 한의과대학 진단학교실

· E-mail : kimkc@deu.ac.kr. · Tel : 051-850-8649

· 접수 : 2008/03/01 · 채택 : 2008/03/13

자유로운 이동과 설치가 용이하다. RFS-S100의 하단에 장착된 바퀴로 인해 가벼운 힘으로도 이동과 설치가 자유롭다. 또한 실제 얼굴을 보는듯한 3차원의 얼굴데이터 추출함으로써, 실제 얼굴을 보는듯한 착각을 보일 만큼의 생생한 얼굴데이터를 제공한다.

그리고 1초 미만의 짧은 촬영시간으로, 눈 깜박임 정도의 짧은 시간에 얼굴 촬영이 이루어지기 때문에 더 이상의 촬영대기 시간이 필요 없다. 또한 뛰어난 이미지 퀄리티로, 얼굴 데이터가 480×640 해상도로 촬영되기 때문에 가상성형 작업에 최적화로 정합된 얼굴데이터를 제공 가능하다. 뿐만아니라, 웹기반이 편리한 사용자 환경을 갖춰서, 별도의 네트워크 구축 없이 인터넷 연결만으로 현대의 스캐너로 여러 대의 효과를 볼 수 있어서, 스캐너에서 촬영된 얼굴데이터가 웹서버에 업로드 되기 때문에 언제, 어디서나 얼굴데이터를 다운로드 할 수 있다. 더불어 기기의 전면에는 카메라, 광투사장치, 환풍구가 있으며, 후면에는 카메라 on/off스위치, 수직이동버튼, 전원스위치, 케이블연결단자, 환풍구가 있다.

## 2. 3D 얼굴 스캐닝시스템 개발

### 1) 3차원 데이터생성

#### (1) 공간 부호화 기법 원리

슬릿 광 방식의 경우, 측정시간을 줄이면서 측정 정도를 높이기 위해서 가능한 한 미세한 슬릿 광을 많이 투사하여야 하지만, 동시에 수많은 슬릿 광을 투사할 경우에 각각의 슬릿 광이 몇 번째 인지를 파악할 수 없게 된다. 이를 해결하기 위한 측정 방법으로 슬릿 광 방식과 함께 광 삼각법의 원리에 기초를 두고 있는 공간 부호화 기법이 있다. 공간 부호화 기법은 투사 광학계에 액정소자 혹은 필름 등을 넣어서 측정할 피사체에 그림과 같은 이미지 패턴을 투사하는데, 처음에는 큰 폭의 격자를 사용하고, 다음에는 폭을 1/2씩 줄여가면서 위 그림에 나타난 것과 같이, 여러 차례에 걸쳐 영사하게 된다. 이렇게 투사된 여러 장의 이미지에서 빛이 맞았는지(NO), 차단되었는지(OFF)를 순차적으로 따져서 몇 번째 슬릿 광인 지를 파악하고, 그것에 해당하는 평면 방정식과 이미지센서이 직선 방정식의 교점으로부터 높이 값을 구하는 방식이다.

이러한 공간 부호화 기법에서 측정 정도를 향상시키기 위해서는 격자의 폭을 최대한 가늘게 하여야 하지만, 격자의 폭이 가늘어지면, 격자의 ON/OFF 가 불확실하게 되어 측정이 어려워지게 된다. 따라서 가장 가늘어진 격자 안에서는 모두 동일한 슬릿 광 각도로 인식되기 때문에 평면을 측정하더라도 아주 작은 삼각파면으로 측정되는 문제를 가지게 된다. 본 연구에서는 이러한 오차를 해결하기 위해 영상 처리 필터링으로 해결하였다.

#### (2) 공간 부호 영상 전처리

필터링을 거치지 않은 원시 공간부호 영상과 이를 3차원 모델로 생성한 것으로, 많은 잡음과 함께 데이터 값 오차를 내포하고 있는 것을 알 수 있다. 상업적 가치를 가지기 위해 영상 전처리 필터링을 구현하여 높은 품질의 3차원 모델을 생성하도록 하였다. 높은 품질의 데이터를 얻기 위한 영상 전처리 필터링을 아래에 나타내었다.

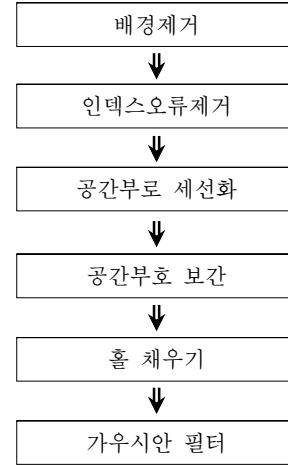


그림 1. 전처리 과정도

먼저, 측정 대상체와 배경사이에 접하는 픽셀의 공간 부호 값이 일정값 이상으로 차이가 있는 특징을 이용하여 측정 대상체의 영역을 추출한다. 그리고 추출된 대상체의 영상에서 Y방향으로 공간 부호 값을 검색해 나아가면서 임계치를 벗어난 공간 부호 값을 가진 픽셀을 제거하게 한다. 다음 과정은 공간 부호 영상을 세션화하고 세션화된 픽셀 사이를 선형 보간법을 이용하여 세션화된 공간 부호를 각 픽셀에 할당한다. 아래 그림은 세션화된 영상과 선형 보간화된 영상을 나타낸다. 또한 부가적으로 홀 채우기와 가우시안 필터링을 거쳐 데이터의 품질을 극대화 하였다.

#### (3) 3차원 좌표 계산

tm캐닝 시스템의 기하학적 구조에서 W는 투사면(Stripe)의 간격이고, 점 S는 투사된 n번째 Stripe에 존재하는 측정 대상체 표면의 한 점(x, y, z)이며, 카메라 CCD 센서의 맺히는 이미지 좌표(h, v)와 카메라 렌즈 초점(OL)을 지나는 직선상에 존재한다. 따라서 평면과 직선 방정식을 통하여 점S의 좌표 값을 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 x &= Wn - z \frac{Wn}{P} \\
 y &= v C ( z \cos\theta - D ) \\
 z &= \frac{DhC + Wn(\cos\theta + hC\sin\theta)}{hC\cos\theta - \sin\theta + \frac{Wn}{P}(\cos\theta + hC\sin\theta)}
 \end{aligned}$$

여기서, 계수 □□,□□,□□,□□, 는 Calibration을 통해서 구해진다.

위 식을 이용하면 영상의 각 픽셀에서의 3차원 좌표값을 계산해 낼 수 있다. 또한 템플레이트격자 구조를 이용하여 삼각화를 수행하고 각 픽셀의 컬러값을 참조시킴으로서 최종적으로 컬러 텍스처맵을 가진 3차원 모델을 생성하였다. 아래 그림은 삼각화를 수행한 3차원 폴리곤 데이터와 Texture Mapping된 형상 데이터를 각각 나타내었다.

## 2) 데이터 정합

### (1) ICP 정합

일반적으로 대상 물체는 부피를 가지며, 이러한 기하학적

인 특성으로 인해 한 시점에서 모든 거리정보 데이터를 동시에 취득할 수 없다. 따라서 얼굴의 완전한 3차원 모델을 구축하기 위해서는 그림과 같이 여러 시점에서 측정된 데이터를 통합해야 하며, 이를 위해 3차원 스캐너의 지역 좌표 시스템 상에서 정의된 측정 데이터를 하나의 좌표 시스템으로 통합하는 과정이 필요하다. 여러 시점에서 측정된 3차원 데이터는 각각의 지역 좌표 시스템 상에서 정의되며, 이러한 3차원 데이터들을 하나의 좌표계로 일치시키는 과정을 정합(registration)이라고 한다. 즉, 3차원 데이터가 얻어진 센서의 위치와 시점들에 대한 상대적인 관계를 해석하여 아래식과 같이 모델간의 거리를 최소화하는 강제 변환 행렬(rigid transformation matrix)의 계산을 의미한다. 식(1)에서  $P_i, Q_i$ 는 두 데이터간의 대응점(corresponding point) 쌍 집합이며,  $P_c$ 는  $P_i$ 의 중점이다.  $T$ 는 두 데이터간의 중점의 차이,  $R$ 은 공분산 행렬로부터 구한다.

$$E = \sum_{i=0}^n Q - R(P - P)T^2$$

현재 관련 분야에서 ICP(Iterative Closest Point) 알고리즘이 가장 널리 사용되고 있다. ICP 알고리즘은 입력된 모델들 간의 대응점을 찾고 이들 간의 거리가 최소화되는 3차원 변환파라미터를 반복적으로 구하는 최적화 알고리즘으로서 본 과제에서는 ICP 알고리즘을 이용하여 정합을 수행한다.

(2) Zippering 알고리즘

Zippering이란 두 개 이상의 정합된 메쉬를 하나의 메쉬 모델로 병합하는 것이다. 정합된 두 개의 메쉬 모델은 서로 상당부분 겹치는 영역을 가지기 때문에 하나의 메쉬 모델로 통합하기 위해서는 겹치는 영역을 제거한 후, 두 메쉬의 외곽을 서로 이어주는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 아래 정렬된 두 개의 메쉬를 하나의 메쉬로 통합한다.

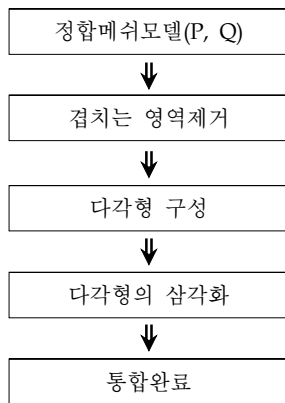


그림 2. 메쉬 모델의 통합과정도

(3) Texture Map 합성

완전한 얼굴 모델을 만들기 위해서는 Texture Map이 포함되어야 한다. 따라서 메쉬 정합뿐만 아니라, 각각의 메쉬가 포함되어 있는 Texture Map 또한 하나의 Texture Map으로 합성해야 한다. Texture Map 좌표계는 2차원이며, 메쉬의 각 점(vertex)은 좌표값을 포함하고 있다. 따라서 Texture Map의 합성은 2차원

평면에서 이루어져야 한다. 얼굴의 형태적으로 원통 실린더와 비슷한 형상이므로 그림과 같이 얼굴의 메쉬를 임의의 크기의 원통실린더에 투영하고 투영된 Texture Map을 펼치면 2차원으로 변환할 수 있다.

3) 스캐닝 시스템 개발

(1) 광투사 엔진 개발

광투사 엔진은 공간 부호화 방식 스캐너의 핵심 장치로서 영상 신호를 받아 Display 한 LCD소자를 강한 할로겐 광원으로 투영하고 이를 투사 렌즈로 확대하여 투사시키는 장치이다.

(2) 제어보드 개발

제어보드는 PC로부터 명령신호를 받아 정해진 영상을 만들고 광투사 엔진의 LCD에 영상이 그려지도록 영상신호를 보내는 장치이다. 본 연구에서 개발된 제어보드의 구성도를 PC로부터 RS232C 신호를 통해 명령을 받은 MCU가 FPGA칩으로 하여금 정해진 패턴을 그리도록 하며, 7072IC와 6100IC가 영상신호로 변환하여 LCD 패널에 보내준다.

(3) 3차원 얼굴전용 스캐너 개발

개발된 스캐너의 헤드로 카메라, 광투사 엔진, 제어보드, 외부 조명장치 등으로 구성되어 있다. 카메라는 480×640 해상도의 IEEE 1394 방식의 CCD 카메라를 사용하였으며, 8 mm렌즈를 장착하였다. 스캔 헤드의 스캔 영역을 나타낸 것이 그 다음 그림이다. 650 mm 거리에서 240×340 mm의 스캔 영역을 가지도록 제작하였다.

(4) 하드웨어 구동 및 3차원 데이터 생성 프로그램 개발

3차원 스캐너의 카메라와 광투사 장치를 제어하여 데이터 생성에 필요한 패턴 투영 이미지를 연속, 고속촬영하고, 획득된 연속 투영 이미지를 바탕으로 3차원 데이터를 생성하는 프로그램이다. 카메라 영상을 볼 수 있는 창과 스캔에 관련한 기능을 가진 커튼들로 이루어져 있다. 촬영은 정면, 좌측, 우측 순으로 스캔 헤드를 이동한 후, 해당되는 방향의 스캔 버튼을 누르면 패턴의 투영된 얼굴의 이미지를 약 1초 이내로 데이터 생성에 필요한 Sequence Image를 고속 촬영한다.

4) 시스템 사양 및 정밀도

항목	규격 및 처리능력
스캔 영역	240×340 mm
스캔 속도	약 1초 이내
스캔 거리	650~750 mm
스캔 방식	공간부호화 광학식
텍스처 맵	24-bit color
카메라 해상도	480×640 pixels
인터페이스	IEEE 1394(Fire Wire), RS232C
전원	100V~230V 50/60Hz
광원	할로겐 150W 램프
밝기	800 Lumens

3. 사용방법 지침

1) 촬영시 주의점

촬영할 모델이 앉아 있는 발끝과 기기와의 간격은 약 70cm 정도를 유지한다. 얼굴 사이즈의 크기에 따라서 모델의 기기와의 거리간격은 변경될 수 있다. 모델 등 뒤의 벽 색상은 단색(가급

적 흰색류의 밝은 색상)인 벽이 좋다. 촬영시에 적합하지 않은 장소로는 직사광선이 내리쬐는 장소, 간접 조명이 아닌 천장에서 모델의 얼굴로 바로 비치는 조명이 설치된 장소 등이다. 그리고 촬영 후, 더 이상 사용하지 않을 경우에는 반드시 프로젝터를 꺼도록 한다. 장시간 사용 시, 고온 발생으로 인하여 제품의 수명이 단축되고 고장이 발생할 수 있다.

2) 장비 위치와 주변환경

3D 스캐너인 S100모델은 화상 이미지를 사용하므로 무엇보다 조명환경이 중요하다. 따라서 아래에 제시한 조명환경을 잘 따라야 한다. (가) S100은 역광 또는 측광을 지양하며 주변조명은 일반 형광등을 권장하며, (나) 불가피하게 역광 발생 시 차광 할 수 있는 커튼을 사용하여 광원을 가려준다. (외부의 태양광을 완전히 차단할 수 있는 커튼을 사용함)

3) 피 촬영자의 촬영자세

피 촬영자는 되도록 일정한 자세로 촬영하는 것이 좋다. 피 촬영자는 허리를 세우고 시선과 목을 고정한다. 피 촬영자의 시선은 S100(스캐너)에 부착한 시선 점을 몸과 수직이 되도록 응시한다. 피 촬영자의 옆면(오른쪽, 왼쪽)촬영 시 시선 또한 동일한 높이와 방향을 응시하도록 한다.

4. 3차원 안면 형상분석 내용

안면 형상 계측안의 형상진단 영역은 담체 방광체, 정신키혈 4과, 오장육부, 육경형으로 구성된다<sup>7)</sup>.

1) 형상진단 분류내용에 따른 안면형태 계측의 특징적 요소

담체 방광체에서 顔面의 전면과 측면의 면적(크기) 비교치로서 이루어진다. 방광체는 전면 > 측면이며, 담체는 측면 > 전면이다. 또한 안면의 전체적인 상태에서, 방광체는 전체적으로 둥근(모나지않은) 상태이며, 담체는 전체적으로 각진(뾰족한) 상태이다. 그리고 코와 입의 상대적인 크기 비교에서 방광체는 입이 크다가 해당하고, 담체는 코가 크다가 해당한다.

정신키혈 4과에서 안면 외곽의 형태관찰이 중요하다. 원형(둥근 원의 안면 형상), 역삼각형(상부의 두정부 이마가 발달되고 하부의 턱이 약함), 정사각형이거나 마름모(각진형으로 사각형 형태), 계란형·물방울형·둥근 돌출형(상하로 조금 긴 원형, 하부 발달 물방울원형, 측면에서 보면 둥글게 원형으로 돌출한 형태)를 기준으로 정신키혈의 형상을 진단한다.

오장육부는 눈코입귀과 안면 크기(분포도) 비교에서, 눈: 안면에서 눈이 가장 크면 간장이 크다, 안면: 안면 비율이 이목구비에 비하여 가장 크다면 심이 크다, 입: 안면에서 입이 가장 크면 비장이 크다, 코: 안면에서 코가 가장 크면 폐장이 크다, 귀: 안면에서 귀가 가장 크면 신장이 크다

육경형은 눈, 코의 형태와 안면부의 돌출함몰여부로서 결정된다.

2) 안면계측의 기준

안면의 전면 표준 비례치는 안면의 세로 3: 안면의 가로 2이다. 세로는 전발제에서 양눈썹의 중앙 점·양눈썹 중앙점에서 코끝점·코끝점에서 턱이 1:1:1을 말하는 것이다. 그리고 골도법 기본인 1寸을 사용가능하다.

3) 안면형태 계측의 중요 형태 부위적 요소

顔面의 전면과 측면의 면적(크기) 비교치 & 안면의 전체적인 상태에서 담방광체를 구분한다. 즉, 전면의 크기(면적)와 측면 크기 계산에서 세로는 동일값이므로 전면과 측면의 횡선 길이를 비교한다. 그 내용은 다음과 같다.

(1) 전면과 측면의 세로길이

이마 정중양점과 하악 정중양점 사이의 길이

(2) 전면의 횡선길이

양 관골점 사이의 수평 길이 간격

(3) 측면의 횡선길이

귀 앞점에서 관골사이의 수평 길이 간격

(4) 전면의 면적

전면의 세로길이\* 전면의 가로길이

(5) 측면의 면적

측면의 세로길이\* 측면의 가로길이

그 결과 방광체는 전면의 면적>측면의 면적이며, 담체는 측면의 면적>전면의 면적에 해당한다. 뿐만아니라, 전형적인 방광체 담체 사진 각각 10장씩 준비하여, 사진 자료로서 표준적인 모델 작업을 시행한다. 그래서 전형적인 사진에서 표준자료 탐색작업과 전면측면면적 비교하는 두가지 방안 병행으로 작업 진행한다.

안면 외곽의 형태의 정신키혈은 먼저 두정부와 두유혈의 연결선의 각, 정중양 아랫 턱의 각, 측면 턱의 각, 관골의 각을 중심으로 그 각도를 고려하며, 이마의 길이와 폭, 양 관골 점의 길이, 양 턱의 길이와 폭을 비교 그리고 이마 정중양 점과 양 관골점 사이의 길이를 비교한다. 그 결과 시나는 이마의 길이와 폭이 크고, 두정부와 두유혈의 연결선의 각이 크며, 하악 턱의 상호간의 길이와 폭이 작다. 혈과는 하악 턱의 상호간의 길이와 폭이 크고, 이마의 길이와 폭이 크고, 두정부와 두유혈의 연결선의 각이 크다. 정과와 기과는 차후 연구를 필요로 한다. 뿐만아니라, 전형적인 정신키혈 사과 사진 각각 10장씩 준비하고 사진자료로서 표준적인 모델 작업을 함으로써, 전형적인 사진에서 표준자료 탐색작업과 각도 길이 폭 비교하는 두가지 방안 병행으로 작업 진행한다.

눈코입귀과 안면 크기(분포도) 비교의 오장형상 내용은 이목구비의 길이와 크기 측정, 안면에서의 분포도 (모여있나 흩어져 있나), 안면전체 크기와 비교함으로써 진행한다. 뿐만아니라, 전형적인 오장형 사진 각각 10장씩 준비하고 사진 자료로서 표준적인 모델 작업을 함으로써, 전형적인 사진에서 표준자료 탐색작업과 안면면적 이목구비 크기 비교하는 두가지 방안 병행으로 차후 작업 진행한다. 여기서 귀의 굴곡적인 입체적 특성상 사진 촬영과 감별 난해함을 극복하여야하는 문제가 있다.

결 론

형상의학은 형색맥증의 합일을 추구하여 변증의 효율성을 고취하는 한국 한의학 특유의 진단치료 방법이다. 형상의학의 핵심인 형상 진단을 위해서는 객관적 정량적으로 형상 유형을 구분하는 진단기기의 필요성이 대두되고 있다.

얼굴 전용 스캐너를 활용함으로써 안면의 특성을 정량화할

수 있으며, 이에 형상의학적인 다양한 형상 유형을 구분하게 된다. 안면에 대한 전면, 측면의 사진을 종합함으로써, 입체적인 안면 형태를 구현할 수 있으며, 이를 바탕으로 담방광체·정신기혈·오장육부·육경형의 유형을 구분할 수 있게 될 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 보건복지부 한방치료기술연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(과제고유번호: B070022 )

## 참고문헌

1. 김경철. 전신형태 진단. 대진출판사, 2001.
2. 김경철, 신순식, 이용태. 전신형태 진단의 의의와 활용에 대한 연구. 동의생리병리학회지 16(5):873-880, 2002.
3. 김경철, 이용태, 신순식. 전신형태 진단과 변증시치의 연계를 위한 엽계의 형태체질론 연구. 동의생리병리학회지 18(1): 22-27, 2004.
4. 김경철, 이용태, 신순식. 전신형태 진단과 변증시치의 연계를 위한 장남의 형태체질론 연구. 동의생리병리학회지 18(2): 355-358, 2004.
5. 김경철. 靈樞 陰陽二十五人篇 知人法에 나타난 認識과 思考 方式의 形成要因에 대한 體質構成論의인 考察. 동의생리병리학회지 18(5):1237-1241, 2004.
6. 김경철, 신순식, 류경호. 신체 형태 관찰방법론에 대한 비교 연구. 동의생리병리학회지 19(5):1162-1168, 2005.
7. 대한전통한의학회 편. 지산선생임상특강 I-VII. 서울, 지산출판사, 1996-1999.