대한한의진단학회지 제14권 제2호(2010년 10월)
The Journal Of The Korea Institute Of Oriental Medical Diagnostics. 2010;14(2):75-84

복부초음파를 이용한 上脘穴-췌장 수직거리 측정시스템의 재현성 반복성 평가실험
- A Pilot Study -

남동현

상지대학교 한의과대학 진단생기능의학교실

Abstract

Gage R&R Study on Abdominal Sonography for Measuring Distance from Sangwan (CV13) to Pancreas
- A Pilot Study -

Dong-hyun Nam

Dept. of Biofunctional Medicine & Diagnosis, College of Oriental Medicine, Sangji University

Objectives

The objective of the current study is to determine whether an ultrasound device system is adequate for measuring distance from Sangwan (CV13) to pancreas.

Methods

We recruited 3 healthy young male subjects and 2 sonographers. The each sonographer measured vertical shortest distance from CV13 to pancreas with a ultrasound device three times in random order. Because the total variation could be divided into repeatability, reproducibility and subject-to-subject variation in Gage R&R method, we compared the sources of variation associated with the measurement system with an analysis of variance model.

Results & Conclusions

Number of distinct categories is calculated on the basis of standard deviation of subject-to-subject divided by standard deviation of total Gage R&R. If the number of categories is five or more, the measurement system may be acceptable for the analysis of the process. The number of distinct categories of the ultrasound device

* 교신저자 : 남동현 / 소속 : 강원도 원주시 상지대길 83 상지대학교 한의과대학 진단생기능의학교실
TEL : 033-738-7504 / E-mail : omdnam@sangji.ac.kr
Received for publication Sep 17, 2010; accepted in revised form Oct 18, 2010

system for measuring distance from CV13 to pancreas was 6.29. So we concluded that repeatability and reproducibility of the ultrasound device system for measuring distance from CV13 to pancreas was acceptable.

Key words
ultrasound device system, acupoint, safe depth, Gage R&R

Ⅰ. 緖 論

침치료가 동아시아에 국한되어 시술되던 과거와는 달리, 이제 침치료는 세계적으로 널리 활용되는 보편적인 치료수단이 되고 있다. 침치료의 세계적인 확산과 함께 침치료의 안전성에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있는데, 이에 자침시 자침 각도와 자침 깊이에 대한 연구도 함께 이루어지고 있다.[1] 특히 복부 경혈의 경우 다수의 상용혈이 위치하고 있지만, 얇은 복벽을 통과하면 복강내 장기에 바로 도달할 수 있기 때문에 복부 경혈의 안전한 자침 깊이를 측정하고자 하는 연구의 필요성은 더욱 증대되고 있는 실정이다. 이에 복부 경혈의 자침시 안전한 깊이를 확보하기 위해, 복부 컴퓨터단층촬영(CT)을 이용하여 경혈부위 피부에서 복부의 횡적근막(transverse fascia)까지의 거리를 측정한 많은 선행 연구들이 이루어져 왔다.[2-5] 또 최근 Chen 등[6]은 복부의 유효한 자침 깊이와 안전성을 확보할 수 있는 자침 깊이의 비율에 대해 CT를 이용하여 측정하여 보고하였다. 그러나 방사선 노출이 비교적 심한 복부 CT를 이용하여 복부 자침시 안전한 깊이를 확보한다는 것은 실제 임상에서 구현하기에 많은 제한점이 있다.

초음파진단기는 방사선 노출 없이 반복적으로 안전하게 복벽의 두께를 측정할 수 있는 유용한 도구이지만, 복부 CT에 비해 해상도가 떨어지고 측정자의 숙련도에 큰 영향을 받아 CT에 비해 신뢰도가 낮다는 단점이 있다. 이에 본 연구자는 복부 경혈의 안전한 자침 깊이를 평가하기 위한 시스템으로서 초음파진단기의 신뢰도를 탐색하고자, 복부 경혈로부터 췌장까지의 깊이를 측정하는 방법을 설정하고 Gage R&R을 통해 설정한 지표의 반복성(repeatability)과 재현성(reproducibility)에 의한 변동이 피험자 변동에 비해 충분히 작은지 여부를 알아보았다.

Ⅱ. 研究方法

1. 연구 참가자

1) 피험자

피험자는 교내 인터넷 광고를 통해서 모집한 건강한 20대 남성 지원자 3명을 대상으로 하였다. 참가자 연령은 26.67±2.08세, 신장은 180.67±4.51cm, 체중은 72.33±2.08kg이였다.

2) 측정자

측정자는 ○○한방병원에 근무하는 한의사 2명으로서, 이들 중 1명은 복부초음파 검사 경력 10년 이상이었으며, 다른 1명은 복부초음파 검사 경력 1개월 미만이었다.

2. 경혈의 선택

上脘穴(CV13)은 任脈上의 중요혈로서, 足陽明胃經, 手太陽小腸經, 任脈의 交會穴로서 피부가 평

평하고, 취혈시 오류가 적으며, 임상적 활용도 또한 높은 혈이고, 일반적으로 췌장의 바로 위에 위치한다. 따라서 본 실험에서 복부에 위치한 경혈로부터 췌장까지의 거리를 측정하기 위한 경혈로서 上脘穴을 선정하였다.

3. 측정방법 및 측정시스템

上脘穴의 안전한 자침 깊이를 평가하기 위한 시스템으로서, 복부초음파의 신뢰도를 평가하기 위해 재현성 반복성 테스트를 실시하였다.

측정자와 피험자는 실험실시 2일전에 실험과정에 대해 교육받았으며, 하루 동안에 2명의 측정자가 3명의 피험자를 대상으로 교차하여 각각 3회씩 총 18회 복부초음파를 이용하여 上脘穴에서 췌장까지의 수직거리를 측정하였다. 무작위로 실험순서를 정하기 위해서, 먼저 피험자들은 검은 주머니 속에 1~18까지 번호가 적인 18장의 카드 중에서 각각 6장씩을 뽑았으며, 그 후 1~6번 카드를 다시 검은 주머니 속에 넣은 후 측정자가 각각 3장씩 3번 반복하여 뽑아서, 카드에 적혀있는 숫자에 따라 피험자와 실행자의 무작위 조합을 얻었다.

실험 당일에 피험자는 검사실 옆의 대기실에서 앉아서 기다리고 있다가, 자신의 순서가 되면 기온 24-26℃, 기습 40-70%의 조용한 검사실로 이동하여, 검사 전에 상의를 올려서 복부를 노출한 상태에서 5분 동안 앙와위로 안정을 취하였다. 上脘穴에서 침을 直刺했을 때 안전한 자침 깊이를 측정하기 위한 시스템으로서 초음파 진단기(LOGIQ 200 MD, General electric Co)를 사용하였다. 피험자의 췌장을 관찰하기 위하여 피험자는 측정자의 우측에 진료용 침상에 누워 앙와위를 취하고 호흡은 얕게 하도록 하였으며, 식사의 제한은 따로 하지 않았다. Probe는 3.5MHz convex type probe를 이용하여 초음파 gel을 上脘穴 부위에 얕게 바른 후, 복부정중선(任脈)에 대해 수직방향, 즉 횡주사(transverse scan)로 췌장이 잘 묘출되도록 하였다. 上脘穴-췌장 수직거리는 초음파 진단기에서 지원하는 거리측정 도구를 이용하여 측정하였다. 측정이 끝나면 피험자는 옷을 다시 입고, 대기실로 이용하여 다음 차례를 기다리도록 하였다. 또 초음파 gel을 바르기 시작할 때부터 上脘穴-췌장 수직거리를 측정할 때까지의 시간을 측정자가 stop watch를 이용하여 스스로 측정하도록 하였다.

4. 평가지표

평가지표는 上脘穴에서 췌장까지의 수직거리로 설정하였다. 초음파상(transverse scan)으로 췌장을 찾기 위한 landmark로 상장간막동맥(superior mesenteric artery; SMA) 단면부를 먼저 찾은 후, SMA 단면위로 횡단하는 비정맥(splenic vein)의 위쪽으로 췌장이 묘출되는 것을 확인할 수 있다. 췌장의 묘출로 복부정중선의 약간 우측에 위치하는 췌장두부, 정중선 좌우에 위치한 체부 및 정중선 좌상측의 미부가 초음파상 관찰된다. Acoustic shadow의 차이를 이용하여 다른 장기와 췌장과 척추의 추체를 검출한 후, 上脘穴-췌장 수직거리는 上脘穴에서 척추의 추체 전면 중앙점을 연결하는 가상의 선을 긋고, 이 가상의 선상에 위치하는 췌장의 전면에서 피부에 이르는 거리를 측정하였다. 이 거리는 피부에서 췌장에 도달하는 최단거리가 아니라, 上脘穴에서 직자시 췌장에 도달될 수 있는 최단거리가 될 것이다.(Figure 1)

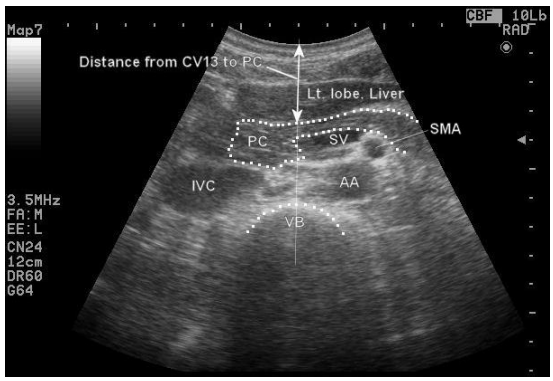

Figure 1. Distance from CV13 to pancreas was chosen as the evaluation parameter. PC means pancreas; SV, splenic vein; SMA, superior mesenteric artery; IVC, inferior vena cava; AA, abdominal aorta; VB, vertebra body.

5. 실험모델

Gage R&R study에서 가장 표준적인 실험방법은 교호작용을 명시적으로 고려하여 분석하게 되는 분산분석 방법(ANOVA method)이며, 분산분석 모형은 실험계획법의 이원배치법(two-way factorial design) 변량모델(random effect model)이다.

1) 구조식

본 실험에서 분산분석 방법의 데이터 구조식은 다음과 같다.

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + O_j + (OS)_{ij} + E_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3$ (피험자수);
($j = 1, 2$ (측정자수);)
$k = 1, 2, 3$ (반복회수).

μ : 측정값의 전체 평균
S_i : 피험자 차이로 인한 효과
O_j : 측정자 차이로 인한 효과
$(OS)_{ij}$: 측정자와 피험자 사이의 교호작용
E_{ijk} : 반복성에 기인한 오차

그리고 S_i, O_j, $(OS)_{ij}$, E_{ijk}는 각각 평균이 0이고, 분산이 σ_s^2, σ_o^2, σ_{os}^2, σ_e^2인 정규분포를 따르고, 서로 독립이라고 가정한다.

2) 반복성과 재현성

측정시스템의 총 변동량인 total Gage R&R은 반복성에 의한 변동량과 재현성에 의한 변동량의 합으로 정의된다. 따라서 분산분석 방법에서 반복성, 재현성 및 Gage R&R의 관계는 다음과 같다.

Total Gage R&R :

$$\hat{\sigma}^2_{RR} = \hat{\sigma}^2_{Repeatability} + \hat{\sigma}^2_{Reproducibility}$$

Repeatability : $\hat{\sigma}^2_{Repeatability} = \hat{\sigma}^2_{e}$

Reproducibility :

$$\hat{\sigma}^2_{Reproducibility} = \hat{\sigma}^2_{o} + \hat{\sigma}^2_{os}$$

6. 통계분석

재현성 반복성 테스트 통계결과 분석을 위해서 Gage R&R 분석법을 Minitab 16.1 (Minitab Inc., USA)을 이용하여 실시하였다.

Ⅲ. 研究結果

1. 분산분석표

2명의 측정자가 3명의 피험자를 대상으로 무작위 순서로 각각 3회씩 총 18회 복부초음파를 이용하여 上脘穴-췌장의 수직거리를 측정한 측정값은 table 1과 같았으며, 이를 통해 구성한 분산분석표는 table 2와 같았다.

피험자에 따라 측정값은 통계적으로 유의한 차이(p=0.015)를 보였다. 피험자 3명에 대한 측정값의 평균은 서로 차이가 크며, 각 피험자별 측정값의 산포는 크지 않았다.(Figure 2A)

측정자에 따른 측정값은 통계적으로 유의한 차이(p=0.363)가 없었으며, 측정자 2명에 대한 측정값의 평균을 연결한 선이 기본적으로 수평에 가까워 측정자에 따른 차이가 크지 않음을 알 수 있다.(Figure 2B) 따라서 재현성이 비교적 양호하다는 것을 알 수 있었다. 또 측정자 1의 경우 피험자별로 측정값이 3점씩 뚜렷하게 구분되어 뭉쳐져 있으나, 측정자 2의 경우 피험자 2와 3의 측정값이 구별되지 않고 6점이 함께 뭉쳐져서 있어 측정자 2의 경우 구분능력이 떨어짐을 알 수 있었다.(Figure 2B)

측정자와 피험자 사이의 교호작용은 통계적으로 유의한 수준(p=0.049)으로 관찰되었다. 측정자와 피험자간의 교호작용 그래프인 Figure 3에서 각 피험자

Table 1. Measurement Data.

Distance (mm)

Operator	Subject			Mean
	1	2	3	
1	35.4	22.1	50.5	36.0
	32.5	25.9	51.3	36.6
	34.2	24.2	48.0	35.5
2	30.9	23.4	46.7	33.7
	34.6	25.9	45.5	35.3
	30.4	25.9	43.4	33.2
Mean	33.0	24.6	47.6	35.0

Table 2. ANOVA Table.

Source	d.f.	SS	MS	F	P-value
Subject	2	1624.62	812.309	65.7918	0.015
Operator	1	16.82	16.820	1.3623	0.363
Operator × Subject	2	24.69	12.347	3.9307	0.049
Repeatability	12	37.69	3.141		
Total	17	1703.82			

d.f. means degree of freedom; SS, sum of squares; MS, mean square

$F_s = MS_s/MS_{os}$; $F_o = MS_o/MS_{os}$; $F_{os} = MS_{os}/MS_e$

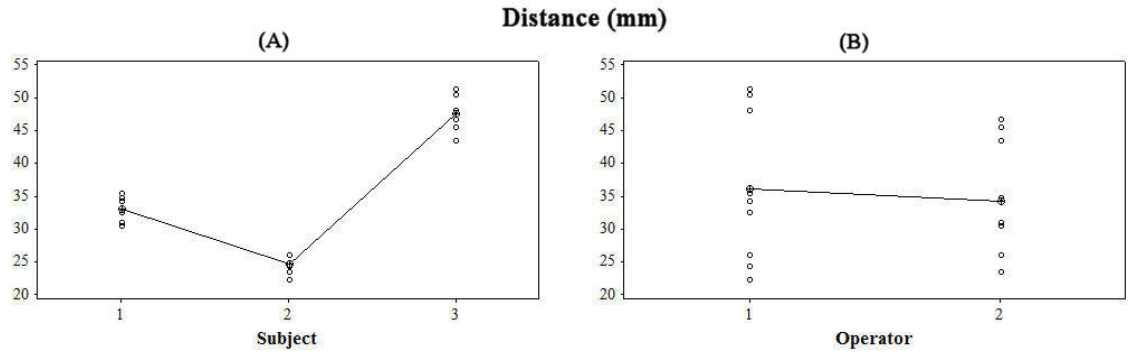

Figure 2. Response graphs by the subjects and the operators

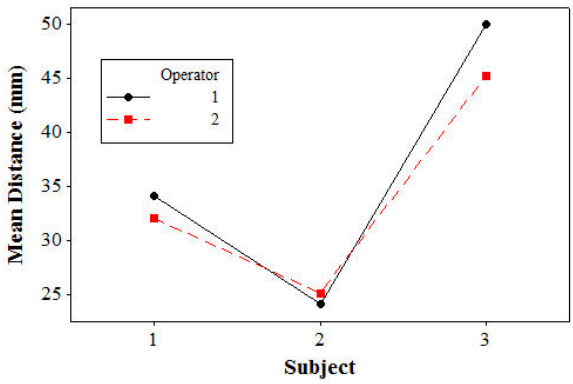

Figure 3. Interaction between the operators and the subjects.

별로 측정자의 측정값의 평균값들을 서로 연결하였을 때, 서로 교차하는 부분이 많을수록 측정자와 피험자간의 교호작용은 크게 존재한다고 판단한다. 본 실험에서는 교차할 수 있는 총 횟수가 2회며, 이 중 2회 모두 교차하였다. 따라서 측정자 2는 上脘穴-췌장 수직거리가 긴 피험자를 측정할 때는 보다 짧게, 거리가 짧은 피험자를 측정할 때는 더 길게 측정하려는 경향성이 있음을 알 수 있었다.(Figure 3)

2. Gage R&R 분산성분

上脘穴-췌장의 수직거리 분산분석표를 이용하여 각 요인별 분산의 기여도를 계산하였으며(Table 3), 재현성과 반복성에 의한 분산에 비해 피험자 사이의 분산이 상대적으로 매우 큼을 확인하였다.(Figure 4)

3. 반복성과 재현성

연구변동 기여도(contribution of study variation; %SV)는 각 요인의 변동량을 총변동량으로 나누어 100을 곱한 것으로서, 평가대상이 되는 측정시스템이 공정의 변화를 탐지할 능력을 갖고 있는지를 평가하는 지표가 된다. 본 연구에서는 총 Gage R&R의 %SV는 21.88(%)이었으므로, 일정한 조건하에서만

Table 3. Gage R&R Variance Components.

Source	Variance Component	Contribution (%)
Total Gage R&R	6.707	4.79
Repeatability	3.141	2.24
Reproducibility	3.566	2.55
Operator	0.497	0.35
Operator × Subject	3.069	2.19
Subject-To-Subject	133.327	95.21
Total Variation	140.034	100.00

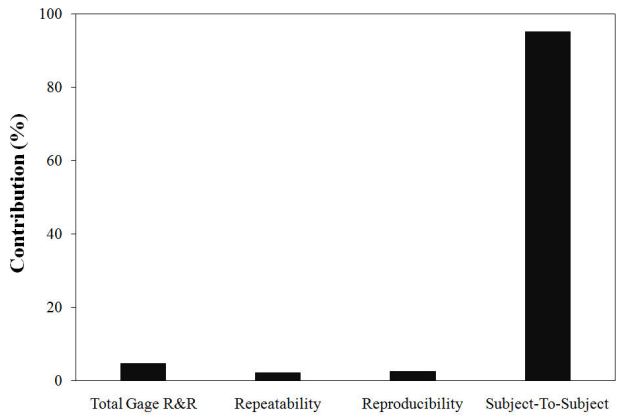

Figure 4. Contribution of the variance components.

Table 4. Results of Gage R&R

Source	SD	SV	%SV
Total Gage R&R	2.5897	15.5383	21.88
Repeatability	1.7723	10.6339	14.98
Reproducibility	1.8883	11.3296	15.96
Operator	0.7050	4.2301	5.96
Operator × Subject	1.7517	10.5103	14.8
Subject-To-Subject	11.5467	69.2804	97.58
Total Variation	11.8336	71.0015	100.00
Number of Distinct Categories			6.29

SD means standard deviation; SV, standard variation; %SV, contribution of standard variation.
SV = 6 × SD
%SV = (SVeach component / SVtotal variation) × 100
Number of distinct categories = 1.41 × (SDSubject-to-Subject / SDTotal Gage R&R)

탐지능력이 있다고 판단하였다.(Table 4) 구별 범주의 수(Number of distinct categories)는 평가대상의 측정시스템의 구별력을 평가하는 단위로서, 본 연구에서는 구별 범주의 수가 6.29로 공정관리에 사용하기 적합하다고 판단하였다.(Table 4) 따라서 上脘穴 자침시 안정성을 확보하기 위해 사용된 초음파진단기는 피험자의 일정한 숙련도가 담보된다면 上脘穴-췌장 수직거리를 측정하는 시스템으로서 적절하다고 판단하였다. (Table 3)

Ⅳ. 考 察

일반적으로 측정값은 피험자의 실제 값에 측정과정의 변동량, 측정기기의 변동량, 그리고 측정자의 능력차이로 인한 변동량이 모두 반영된 값이다. 특히 인체를 대상으로 하는 의료기기의 경우 피험자 내의 변동량까지도 함께 반영된다. 이 중 측정기기의 변동량과 측정자의 능력차이로 인한 변동량을 합한 것을 측정시스템의 변동량이라고 하는데, 측정대상이 인체인 경우 측정기기의 변동량은 피험자 내의 변동량이 함께 반영되어 나타난다.

반복성은 “동일한 측정자가 동일한 계측기를 갖고 동일한 대상을 측정하였을 때 파생되는 측정의 변동”으로 정의된다. 따라서 대상이 인체인 경우, 측정기기 고유의 변동, 동일한 측정 위치를 읽어 내지 못해 야기되는 변동과 피험자 내의 변동량이 모두 함께 반영된 개념이라 할 수 있겠다. 재현성은 “동일한 계측기로 동일한 대상을 측정하였을 때에 측정자간에 나타나는 측정값의 변동”으로 정의되며, Gage R&R이라 함은 반복성과 재현성을 합한 개념이다.[7]

Gage R&R study에서는 측정값의 총변동량을 피험자 사이의 변동량, 반복성, 재현성을 구분해 각각 추정한 다음 반복성과 재현성의 함에 관련한 변동량을 총 변동량에 대한 비율로 계산하여 해당 측정시스템이 피험자 사이의 변동량을 측정하기에 적합한지 여부를 평가하는 시스템이다.

본 연구에서는 2명의 측정자가 3명의 피험자를 대상으로 무작위 순서로 각각 3회씩 총 18회 복부초음파를 이용하여 上脘穴-췌장의 수직거리를 측정하였다. 본 실험에서는 무작위 순서로 측정하였으므로 측정시간 차이에 의한 변동량을 고려한 분석모형을 설계할 필요는 없었다.[8] 따라서 본 실험에서 사용한 데이터 구조식은 측정값의 전체 평균, 피험자 차이로 인한 효과, 측정자 차이로 인한 효과, 측정자와 피험자 사이의 교호작용, 반복성에 기인한 오차만으로 구성하였다.

측정한 上脘穴-췌장의 수직거리를 통해 구성한 분산분석표(Table 2)에서 측정자와 피험자 사이의 교호작용은 통계적으로 유의한 수준(p=0.049)으로 관찰되었으며, Figure 2B에서 측정자 1의 경우 피험자별로 측정값이 3점씩 뚜렷하게 구분되어 뭉쳐져 있으나, 측정자 2의 경우 피험자 2와 3의 측정값이 구별되지 않고 6점이 함께 뭉쳐져서 있어 측정자 2의 경우 구분능력이 떨어지며, 上脘穴-췌장 수직거리가 긴 피험자를 측정할 때는 보다 짧게, 거리가 짧은 피험자를 측정할 때는 더 길게 측정하려는 경향성이 있음을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 측정할 때까지의 시간도 측정자 1은 73.5±7.2초였으나, 측정자 2는 101.2±5.7초로 약 30초 더 걸렸으며, table 4에서 반복성의 %SV는 14.98(%)이었으나 재현성의 %SV는 15.96(%)으로 반복성에 비해 재현성에 의한 변동량이 더 큼을 알 수 있었다. 이는 측정능력이 떨어지는 측정자에 대한 재교육이나 측정 절차의 표준화나 문서화를 통

해 측정시스템의 신뢰도를 더 증가시킬 수 있음을 의미한다. 실제로 본 실험에 참가한 측정자 1은 복부초음파 검사 경력 10년 이상이었으나, 다른 1명은 복부초음파 검사 경력 1개월 미만이었다. 따라서 上脘穴-췌장의 수직거리를 초음파를 활용해 측정하는 방법은 측정자의 숙련도에 영향을 받는 것으로 추정되며, 보다 신뢰도 높은 결과를 얻기 위해서는 측정자의 일정한 숙련도가 필요한 것으로 판단된다.

측정시스템이 공정의 변화를 탐지할 능력을 갖고 있는지를 평가하는 지표인 총 Gage R&R의 %SV는 본 연구에서 21.88(%)이었다. %SV 결과에 대한 해석 기준은 경우에 따라 다양하게 제시되고 있는데, automobile industry action group에서는 %SV가 10-30%라면 가격이나 효용성을 고려하여 보다 좋은 대안이 없다면 적합하다고 판정할 수 있다고 보았고, Quesenberry나 Hradesky도 20-25%라면 적합하다고 판정할 수 있다고 보았다. 그러나 Floyd는 제한적으로 부적절, Montgomery는 부적절하다고 판정하였다.[7] 따라서 동일한 피험자들을 대상으로 어떠한 중재적(intervention) 처치 전후 上脘穴-췌장 수직거리를 비교하는 연구에 초음파진단기를 사용하는 것이 적합한지에 대한 주제에 있어서는 일정한 조건하에서만 탐지능력이 있다고 판단된다.

본 실험에서 측정시스템의 구별력을 평가하는 단위인 구별 범주의 수는 6.29였다. 이는 측정시스템에 의한 변동량에 비해 피험자 사이의 변동량이 충분히 크며, 따라서 초음파진단기가 上脘穴-췌장 수직거리를 측정하는 시스템으로서 적절함을 의미한다. 일반적으로 Gage R&R에서 실험에 참가한 피험자의 산포가 실제 모집단의 산포에 비해 넓은 경우 시스템의 측정능력 평가지표가 실제보다 좋게 나타난다. 본 실험에 참가한 피험자는 건강한 20대 남성 지원자 3명으로, 피험자들의 표준편차는 연령이 ±2.08세, 신장이±4.51cm, 체중이 ±2.08kg이었다. 이는 한국인 모집단의 산포에 비해 좁다고 판단할 수 있고, 특히 체중의 경우 한국인 표준성장곡선에 제시된 표준편차의 1/2 수준으로 표본 집단의 산포가 매우 좁다고 할 수 있다. 따라서 上脘穴 자침시 안정성을 확보하기 위해 초음파진단기를 사용하여 上脘穴-췌장 수직거리를 측정하는 시스템은 적절한 신뢰도를 가진다고 추정된다. 향후 보다 명확한 결론을 위해서는 충분한 피검자를 대상으로 한 반복 측정 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Ⅴ. 結 論

건강한 20대 남성 3명의 피험자를 대상으로 2명의 측정자가 무작위 순서로 각각 3회씩 총 18회 복부초음파를 이용하여 上脘穴-췌장의 수직거리를 측정하는 시스템의 재현성 반복성 평가실험을 실시하여 다음과 같은 결론은 얻었다.

1. 上脘穴-췌장의 수직거리를 초음파를 활용해 측정하는 방법은 측정자의 숙련도에 다소 영향을 받는 것으로 추정되며, 보다 신뢰도 높은 결과를 얻기 위해서는 측정자의 일정한 숙련도가 필요한 것으로 판단된다.
2. 上脘穴 자침시 안정성을 확보하기 위해 초음파진단기를 사용하여 上脘穴-췌장 수직거리를 측정하는 시스템은 적절한 신뢰도를 가진다고 추정된다.

參 考 文 獻

1. Lou XF, Yang XD, Jiang SH, Sun CY, Zhang RF. Study on angle and depth of needle insertion in acupuncture at Zusanli (ST36). Zhongguo Zhen Jiu. 2006;26:483-486.
2. Li YD, Yang SD, Li JN, Li L. Study on needling depth of Dazhui (GV14), Jianzhongshu (SI15), Xuanshu (GV5) and Mingmen (GV4) with CT. Zhongguo Zhen Jiu. 2005;25:863-864
3. Yang SD, Li YD, Jiang GH, Hu NN, Cong SY. Study on needling depth of Fengfu (GV16) with CT. Zhongguo Zhen Jiu. 2008;28:47-48.
4. Lin JG. Studies of needling depth in acupuncture treatment. Chin Med J (Engl). 1997;110:154-156.
5. Chen HN, Lin JG, Yang AD, Chang SK. Safe depth of abdominal acupoints in pediatric patients. Complement Ther Med. 2008;16:331-335.
6. Chen HN, Lin JG, Ying LC, Huang CT, Lin CH. The therapeutic depth of abdominal acupuncture points approaches the safe depth in overweight and in older children. J Altern Complement Med. 2009;15:1033-1037.
7. 이승훈. Minitab 측정시스템 분석. 서울: 이레테크. 2001.
8. Montgomery DC. Design and Analysis of Experiments, fourth ed. New York: Wiley, 1997.