

뇌성마비 소아에 대한 중추신경계재활치료 및 피내침 병용치료에 관한 연구 - 기능성 적외선 분광법(fNIRS)를 이용한 예비 연구 -

장석주¹ · 남연교² · 김지현³ · 고문정⁴ · 권범선^{2,5} · 임지연⁴ · 민상연^{1,*}

¹동국대학교 한의과대학 소아과교실, ²동국대학교 자세과학연구소, ³동국대학교 의료기기산업학과,
⁴동국대학교 의과대학 의학통계학교실, ⁵동국대학교 의과대학 재활의학과

Abstract

Integrative medicine rehabilitation of simultaneous intra-dermal acupuncture (IDA) and neurodevelopmental treatment (NDT) for children with cerebral palsy: Pilot Study of Functional Near-Infrared Spectroscopy

Chang Seok Joo¹ · Nam Yeon Gyo² · Kim Ji Hyun³ · Ko Mun Jung⁴ · Kwon Bum Sun⁵ ·
Lim Chi-Yeon⁴ · Min Sang Yeon^{1,*}

¹Department of Pediatrics, College of Korean Medicine, Dongguk University

²Dongguk University Posture Science Institute, Dongguk University

³Department of Medical Device Industry Graduate School of Dongguk University

⁴Department of Biostatistics, School of Medicine, Dongguk University

⁵Department of Rehabilitation Medicine, Dongguk University College of Medicine

Objectives

The purpose of this study is to investigate differences in brain activities when Neurodevelopmental treatment (NDT) is used alone compare to NDT is combined with intradermal acupuncture (IDA) treatment, using functional infrared spectroscopy (fNIRS)

Methods

Three children less than 7 year-old with cerebral palsy were participated. On their first visit, only NDT was used. After a week, they were treated with both NDT and IDA. During the treatment, fNIRS was used to measure any changes in their brain activities.

Results

In first patient with NDT, oxyhemoglobin level was increased during Standing exercise and Gait training compared to resting state. When the patient was treated with NDT and IDA, oxyhemoglobin level was decreased during Standing exercise and Gait training compared to resting state, and the result was significant ($p < 0.05$). In second patient, oxyhemoglobin level was decreased in Gait training compared to resting state when NDT was used, but the level was increased when NDT and IDA were used in Gait training compared to resting state ($p < 0.05$). In third patient, the difference in oxyhemoglobin levels between Gait training and resting state was significant ($p < 0.05$).

Conclusions

Treatment involving both NDT and IDA has more potential to improve brain activities compared to that of NDT alone, and no adverse effect was reported. In order to confirm the finding, larger scale randomized controlled trials are needed.

Key words: Intra-dermal acupuncture (IDA), Neurodevelopmental Treatment (NDT), Cerebral palsy (CP), Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS)

Received: January 15, 2021 • Revised: February 16, 2021 • Accepted: February 22, 2021

*Corresponding Author: Min Sang Yeon

Department of Korean Pediatrics, Dongguk University International Hospital,
Siksa-dong, Ilsandong-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do 10326, Republic of Korea
Tel: +82-31-961-9072, Fax: +82-31-961-9009, E-mail: bubblem@dongguk.ac.kr

© The Association of Pediatrics of Korean Medicine. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. Introduction

뇌성마비는 발달장애, 유전, 대사이상 등의 선천적 요인과 여러 가지 후천적인 요인으로 인한 초기 뇌 손상에 따른 여러 가지 운동 증후군을 말하며, 1,000명당 2~3명에게 발생한다. 뇌의 병소 및 병변 부위에 따라 운동과 체위의 장애 그리고 간질, 언어 장애, 시각장애 및 지능 장애 등이 동반 된다^{1,2)}.

뇌성마비의 진단은 이학적 검사를 통한 임상소견이 주된 방법이며, 증상과 관련한 주된 원인을 찾을 수 없는 경우 양전자 단층촬영 (PET: positron emission tomography), 기능적 자기공명영상 (fMRI: functional magnetic resonance imaging), 자기 뇌도 측정법 (MEG: magnetoencephalography) 등과 같은 영상의학적 검사도 도움이 된다^{1,3)}.

뇌성마비의 치료는 임상 증상에 따라 효과적인 방법이 각각 다르나, 양방치료로는 물리치료 중 대표적으로 이용되는 중추신경계 재활치료 (NDT), 약물 치료, 전기자극 치료, 보조기, 붕대법, 신경화학 용해술 등이 있으며, 한방치료의 경우 최근의 체계적 문헌 고찰을 통해 침구 치료가 효과적이라는 연구 결과와 더불어, 호침 치료보다 상대적으로 비침습적이며 적용이 편리한 피내침에 대한 효과가 무작위대조군 연구를 통해 보고된 바가 있다^{4,6)}.

뇌성마비의 치료는 영유아기에 운동기능을 회복시키기 위한 집중적인 조기 재활치료를 하고, 아동·청소년기에 이르면 근골격계 합병증을 막는 재활치료와 수술치료를 할 수 있다. 조기 재활치료는 뇌가소성이 높은 영유아 시기에 시행하며 이 시기 뇌성마비 환아에게 제공되는 치료의 질은 예후에 가장 큰 요인이 될 수 있다. 최근에는 전기자극 혹은 자기자극으로 직접 뇌를 활성화하여 재활치료 효과를 높이는 연구가 진행되고 있으나 아동의 미성숙한 뇌에 강한 전기자극 및 자기자극을 시행하면 뇌가 비정상적으로 활성화되어 경련 등의 부작용이 발생할 수 있다⁷⁾. 호침으로 뇌 활성화할 수 있다는 보고가 있으나 침습적이기 때문에 뇌성마비 아동에게 적용하기 어렵고, 자침을 한 상태에서 재활치료를 시행할 수 없다. 따라서 영유아에게 안전하게 적용할 수 있는 두부 피내침을 적용하여 뇌 활성화를 유지한 상태에서 중추신경계 발달 재활치료를 동시에 시행하여 치료 효과를 높이는 새로운 개념의 한의 융합 치료기술을 개발하고자 하였

다. 치료기술의 안전성과 효용성 분석을 위하여 대규모 임상연구를 계획하고 있으며 본 연구에서는 피내침 적용한 상태에서 중추신경계 재활치료 시행 시 실제로 뇌성마비 환아의 뇌활성도에 변화가 있는지를 확인하고자 하였다.

환아의 뇌활성도는 기능성 적외선 분광 분석법 (fNIRS)을 이용하고자 하였다. 최근 연구들에서 활동 중 뇌의 활성을 평가할 수 있는 fNIRS을 이용하는 방법이 증가하고 있다. fNIRS는 뇌의 광학적 흡수 변화를 이용하여 뇌의 활동을 측정하는 비침습적인 방법이며, PET, fMRI, MEG와 달리 동작이나 작업 수행 중 실시간으로 뇌의 활성화 및 혈액 산소포화도에 관한 변화를 확인할 수 있어 활용도가 높으며, 환자에게 유해하지 않다는 장점이 있다^{3,11)}.

이에 본 연구에서는 대규모 융합연구에 앞서 fNIRS를 통해 중추신경계 재활치료만 시행한 경우와 NDT와 IDA를 병용하여 시행하였을 때 뇌의 활성화도 변화 및 환아의 순응도와 부작용 발생 여부를 조사하고자 한다.

II. Materials and Methods

1. Study Participants

- 동국대학교 일산병원 재활의학과에 내원하여 재활치료를 받고 있는 환아 중 본 연구의 예비실험 (Pilot study)으로 선정 및 제외기준을 고려하여 환자 3명을 편의 추출하였다.
 - 본 연구는 동국대학교 일산한방병원 기관윤리심의위원회 (IRB 승인번호: DUIOH 2020-11-006-006) 및 동국대학교 일산병원 기관윤리심의위원회 (IRB 승인번호: DUIH 2020-11-024-003)에 의해 승인되었다.
 - IRB 승인 후 환자를 모집하여 연구에 대한 충분한 설명 후 동의가 이루어진 환아만을 대상으로 연구가 이루어졌다.
- 선정 및 제외기준은 아래와 같다.

1) Inclusion criteria

- 다음 조건에 해당되는 환자를 연구대상자로 선정하였다.
- 만 7세 이하 (2013년 이후 출생자)로 뇌성마비로 진단을 받은 아동

- 발달지연 아동 (표준화된 발달검사에서 대운동, 소운동, 언어, 인지 등 1영역 이상 발달지연이 있는 경우)
- 뇌성마비로 인한 재활치료를 받는 환자

2) Exclusion criteria

다음 조건에 해당되는 환자를 연구대상자에서 제외하였다.

- 염색체 이상 혹은 대사 이상이 확인된 경우
- 피내침으로 인한 심한 알러지 반응 혹은 시술의 유지가 안 되는 경우
- 최근 3개월 내 수술 및 입원치료를 시행한 경우
- 최근 3개월 내 항경련제와 항경직성 약물 용량에 변화가 있는 경우
- 현재 타 임상시험에 참여하고 있는 경우
- 시험 참여 기간 동안 타 임상시험에 참여할 계획이 있는 경우
- NIRSIT 착용하고 재활치료를 수행하기 어려운 경우

2. Study Design

1) 연구 기간

IRB 승인일 (2020년 12월 21일) 이후부터 2021년 1월 31일까지이다.

2) 증재 및 연구 과정

선정된 3명의 환이는 주 1회 (30~40분), 2주에 걸쳐 증재를 위하여 총 2회 방문하였다.

(1) 진행 과정 및 평가 시기

- VISIT 1 : 중추신경계 발달 치료 적용 (30분)**
- *발달 치료 전 5분 내로 뇌 활성화도 측정 (5분)
 - *발달 치료 중 뇌 활성화도 측정
 - *발달 치료 종료 후 5분 내로 뇌 활성화도 측정 (5분)

VISIT 2 : 중추신경계 발달 치료 및 피내침 동시 적용 (30분)

- *발달 치료 전 5분 내로 두피 피내침 적용하고 뇌 활성화도 측정 (5분)
- *발달 치료 + 피내침 증재 중 뇌 활성화도 측정
- *발달 치료 종료 후 5분 내로 뇌 활성화도 측정 후 피내침 제거 (5분)

(2) 피내침 치료

① 시술 방법 및 시행 부위

- 사신총 (EX-HN1), 백회 (GV 20) 총 5개 경혈점에 부착 (Fig. 1)
- 피내침 시술은 1년 이상의 임상경력이 있는 한의사가 시행



Fig. 1. Acupoints

② 피내침 정보 (Fig. 2)

- 제조사: 동방침구제작소
- 사이즈: 0.18 mm x 1 mm
- 판매명/품목명/모델명: T-이침/멸균침(원피침)/DB130



Fig. 2. Press Needle

(3) 중추신경계 발달 재활치료

- 10년 이상의 경력을 가진 소아물리치료사가 중추신경계 발달 재활치료 (standing, gaiting을 반드시 포함)하여 시행하였다.

4) 평가기기

- Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS 영상검사, Fig. 3)

근적외광을 이용해서 뇌의 혈류변화를 비침습적으로 측정하는 방법이며, 측정원리는 근적외광을 이용한 뇌혈류의 헤모글로빈 산소화 정도의 측정에 바탕을 두고 있다. 생체에 근적외광을 조사하여 조직을 투과한 fNIRS 신호를 검출하여 처리하면 산화 헤모글로빈 농도 (Oxy Hb)와 환원 헤모글로빈 농도 (Deoxy Hb)를 측정할 수 있다. 뇌의 활성화 영역은 혈액 속의 Oxy Hb에 의해 수송된 산소를 소비하고, Oxy Hb는 Deoxy Hb로 변한다. 이 두 가지 헤모글로빈은 가시광과 근적외광 영역에서 광학적 특성을 가지며, 기능적 근적외광 방법으로 측정한 이들의 농도는 뇌 활동의 척도로써 사용될 수 있다.



Fig. 3. NIRSIT

- 업소명/업구분 : (주)오비이랩 /제조업
- 품목명 : 펄스옥시미터
- 품목코드 : A170190.01
- 등급 : 2등급
- 품목허가번호 : 제인 17-4356호
- 제품명 : NIRSIT
- 모델명 : NS1-H20AM
- 작용 원리

본 제품은 비침습적으로 뇌의 혈중 산소포화도를 지속적으로 모니터링하는 장치로 성인 및 소아에게 적용이 가능하다. 비침습적 근적외선 분광법을 이용하여 센서 아래로 위치한 혈중 산소화도 (rsO₂)를 측정하는 장치로 모니터는 2개의 채널 (좌/우)로 사용할 수 있으며 각각 독립적으로 작동하여 뇌의 혈중 산소포화도를 측정하고 모니터에 표시하였다. 이를 통하여 각 채널 간의 산소 포화도 분포를 볼 수 있다.

3. Data Processing

본 연구에서는 뇌로 가는 산소헤모글로빈의 수치를 측정할 수 있는 fNIRS (NIRSIT; OBELAB Inc)를 이용하여 피내침 치료의 유무 및 중추신경계 발달 재활치료의 각 과정 (resting, standing exercise, gait training)에 따른 혈액량의 역학적 반응을 확인하였다. 24개의 레이저 다이오드에서 방출된 빛이 32개의 광검출기에서 감지되어 전전두엽 피질의 산소헤모글로빈의 수치를 확인하였다 (광원과 검출기 사이의 거리는 1.5cm). 48개의 채널을 이용하여, 주위 환경 및 신체활동으로 인한 오류를 보정하였다. 이를 통해 각각의 채널들의 oxy-Hb/HbO₂와 accΔHbO₂의 값을 확인하였다.

뇌로 가는 산소헤모글로빈이 증가할수록 영상에서 황색, 적색으로 표시되며, 반대로 산소헤모글로빈이 감소할수록 청색, 남색으로 표시된다.

4. Statistical Analysis

accΔHbO₂의 평균값 및 표준 편차는 오른쪽과 왼쪽의 전전두엽피질의 영역의 채널을 통해 합산한 값을 추출하였으며, 각 채널의 산소헤모글로빈 수치의 평균 변화량은 paired t-test 로 비교하였다. 통계의 기준 유의성은 $p < 0.05$ 로 하였으며 모든 통계는 IBM SPSS Statistics 18.0을 이용하였다.

III. Results

1. Study Participants

뇌성마비 환자 3명의 성별은 모두 남성이었으며, 각각의 월령은 28, 84, 62개월, 신장은 86, 102, 115 cm, 체중은 13.3, 18.5, 31 kg, GMFM의 단계는 IV, IV, II이었다 (Table. 1).

3명의 환자 모두에게 fNIRS를 적용한 상태로 중추신경계 재활치료 및 피내침 치료를 시행하였다 (Fig 4).

2. Hemodynamic response (Table 2)

Patient 1에서 산소헤모글로빈 수치는 Standing exercise 및 Gait training에서는 resting에 비해 NDT군에서는 증가하였고, NDT+IDA군에서는 감소하였으며, 각각 두 군의 차이는 유의미하였다 ($p < 0.05$) (Fig. 5). Patient 2에서 산소헤모글로빈 수치는 Standing exercise

에서는 resting에 비해 NDT군과 NDT+IDA군에서 모두 감소하였으며 두 군 사이의 유의미한 차이는 없었으나 ($p>0.05$), Gait training에서는 Resting에 비해 NDT군은 감소하고, NDT + IDA군에서는 증가하였으며, 두 군의 차이는 유의미하였다 ($p<0.05$) (Fig. 6). Patient 3에서 산소헤모글로빈 수치는 Standing exercise 및 Gait

training에서는 resting에 비해 NDT군에서는 증가하였고, NDT + IDA군에서는 감소하였으나, Standing exercise와 resting의 차이는 두 군간에 유의미하지 않았으나 ($p>0.05$) Gait training과 resting에서는 두 군의 차이는 유의미하였다 ($p<0.05$) (Fig. 7).

Table 1. Summary of Patient Characteristics

	Patient 1	Patient 2	Patient 3
Age (month)	28	84	62
Gender (M,F)	M	M	M
Height (cm)	86	102	115
Weight (kg)	13.3	18.5	31
GMFM	Level	IV	II
	A	47	49
	B	32	57
	C	21	31
	D	4	27
	E	0	17



Fig. 4.(a) Neurodevelopmental treatment (NDT), (b)intra-dermal acupuncture (IDA)

Table 2. Mean Δ HbO2 in Standing exercise and Gait training of Neurodevelopmental Treatment relative to rest time

	NDT	NDT + IDA	P-value	
Patient 1	[†] Standing ex - Rest (mean \pm SD)	0.001055 \pm 0.003569	-0.001916 \pm 0.009971	0.012
	[‡] Gait tr. - Rest (mean \pm SD)	0.000938 \pm 0.003535	-0.000173 \pm 0.003043	0.032
Patient 2	[†] Standing ex - Rest (mean \pm SD)	-0.001586 \pm 0.001694	-0.001347 \pm 0.002552	0.623
	[‡] Gait tr. - Rest (mean \pm SD)	-0.003245 \pm 0.004643	0.000874 \pm 0.003954	0.000
Patient 3	[†] Standing ex - Rest (mean \pm SD)	0.0000177 \pm 0.002877	-0.000389 \pm 0.004227	0.406
	[‡] Gait tr. - Rest (mean \pm SD)	0.000497 \pm 0.002194	0.002526 \pm 0.004048	0.000

[†]NDT : Neurodevelopmental Treatment, [‡]IDA : Intra-Dermal Acupuncture, [†] Standing ex - Rest: Difference between Oxygen Hemoglobin in Standing exercise and Resting, [‡] Gait tr. - Rest: Difference between Oxygen Hemoglobin in Gait training and Resting

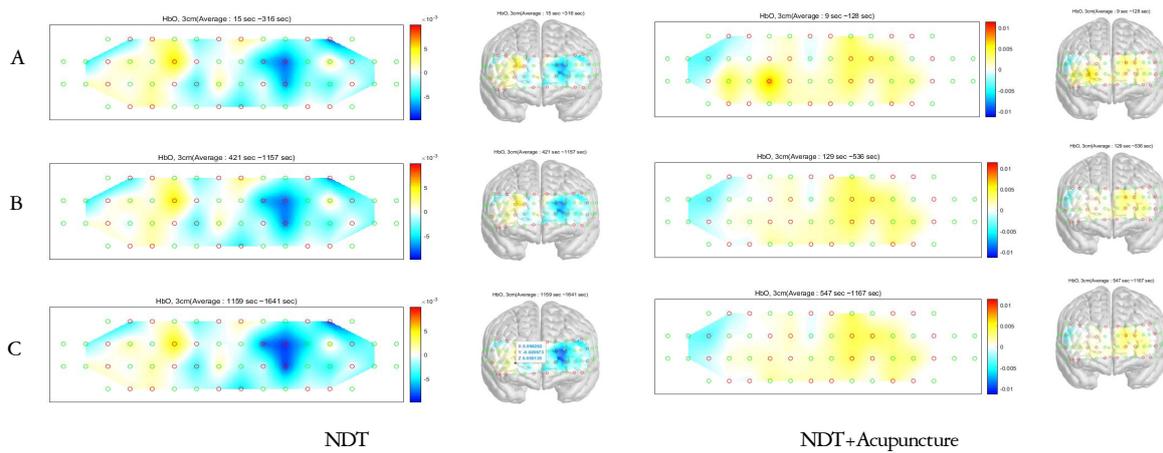


Fig. 5. Activation map during the task of Neurodevelopmental Treatment in Patient 1

A: Average of oxygen hemoglobin at Resting state, B: Average of oxygen hemoglobin at Standing exercise, C: Average of oxygen hemoglobin at Gait training

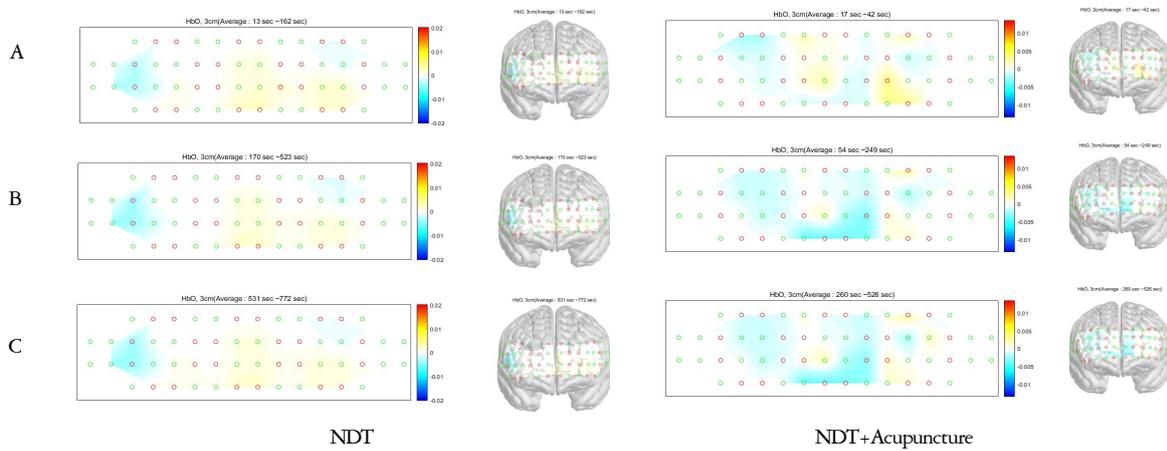


Fig. 6. Activation map during the task of Neurodevelopmental Treatment in Patient 2

A: Average of oxygen hemoglobin at Resting state, B: Average of oxygen hemoglobin at Standing exercise, C: Average of oxygen hemoglobin at Gait training

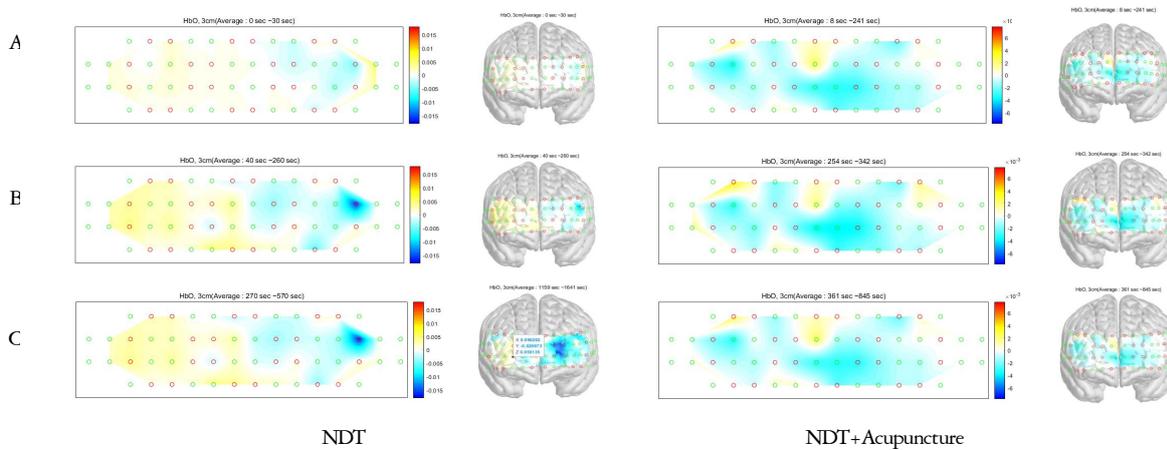


Fig. 7. Activation map during the task of Neurodevelopmental Treatment in Patient 3

A: Average of oxygen hemoglobin at Resting state, B: Average of oxygen hemoglobin at Standing exercise, C: Average of oxygen hemoglobin at Gait training

IV. Discussion

비진행성으로 뇌에 발생하는 손상으로 자세유지 및 운동 기능 발달에 영구적으로 장애를 일으키는 뇌성마비는 신경학적 평가, 신경학적 영상검사 그리고 임상적인 위험요인에 대한 평가를 종합적으로 확인하여 진단한다. 대부분의 진단은 1~2세 혹은 그 이후에 이루어지나, 최근 들어 영상의학적 검사를 비롯한 여러 가지 진단 도구의 발전으로 조기 진단이 가능해졌으며, 이는 조기 치료로 이어져 환아가 운동 발달에 많은 이득을 줄 수 있게 되었다²⁾.

뇌성마비는 한의학에서 五遲, 五軟, 五硬, 痿證, 癱瘓 등의 범위로 분류하며 각각의 증상 및 원인에 따라 변증하여 치료한다. 五遲에서 立遲, 行遲는 肝腎虛損으로 변증하여 補肝腎強筋骨, 補精填髓하며, 語遲의 경우 邪氣凌心으로 변증하여 益心氣, 養心血, 寧心安神, 齒遲의 경우 腎氣不足으로 변증하여 補陰精髓, 益腎氣 少陰血氣의 不足, 五軟는 肝脾腎의 虛損, 五硬는 風證으로 변증하여 치료에 적용한다³⁾. 한의학에서도 치료연령이 낮을수록 두뇌의 적응성과 가소성이 크므로 치료가 효과적이라고 보고하고 있으며 이를 위해서는 조기 진단이 매우 중요하다는 것을 언급하고 있다. 주된 치료 방법으로 침구치료 및 추나치료가 이용되고 있으며, 한방 단독치료보다 양방과 병용 치료에서 유효율이 높은 것으로 보고하고 있다⁴⁾.

본 연구에서 중재로 이용된 한방치료는 피내침 치료이며, 사용된 경혈은 백회 (GV-20), 사신총 (EX-HN1)이다. 2020년에 보고된 한 체계적 문헌 고찰에 따르면, 뇌성마비 환자의 침치료 시 백회및 사신총을 이용한 경우가 가장 많았으며 환자의 증상개선에 유효한 효과가 있다고 보고 하였다⁴⁾. 그러나 앞선 연구의 경우 호침을 이용한 침구 치료인 것이 본 연구와 다르다. 피내침 치료의 경우 두부에서 적용한 사례는 없으나, 체간에 적용하여 뇌성마비 환자의 현저한 증상 개선을 보고한 무작위 대조군 시험이 있다⁵⁾. 이에 본 연구에서는 침치료에 가장 빈용된 혈위와 호침 치료에 비해 덜 침습적이고 소아에게 순응도 및 장기간 지속 가능한 피내침을 이용하여 연구를 시행하였다.

중추신경계 재활치료의 경우 Gait training과 Standing을 시행하였다. 뇌성마비에서 Gait training의 경우 보행 능력을 향상하기 위한 안전하고 효과적인 치료 방법이며, 표준 물리치료보다 보행 속도에 긍정적인 영

향을 미친다고 보고하고 있으며^{6,17)}. Standing의 경우 전문가와 보호자의 평가에서 증상개선에 효과적이라고 보고되어있으나, 체중의 비대칭적 부하로 인한 고관절 탈구 및 통증을 유발할 수 있어 기립기와 같은 도구를 이용하는 것이 효과적이라는 보고가 있어 본 연구에서도 이용하여 시행 하였다^{18,19)}.

한방치료만 시행한 경우보다 재활치료를 같이 병행한 경우 뇌성마비 환자의 증상의 개선에 대한 효과가 우수하다는 연구를 토대로⁴⁾ 본 연구에서는 증상개선뿐만 아니라 뇌의 활성화에도 직접적인 영향을 주는지 평가하고자, 1주 차에는 중추신경계 재활치료만 시행한 상태로 뇌 활성화를 측정하였고, 2주 차에는 중추신경계 재활치료와 피내침을 동시에 적용하여 뇌 활성화를 측정하였다. 환자의 GMFM이 모두 달라 환자 간의 비교는 하지 않았으며, 1주간의 wash out기간을 통해 같은 대상이 동일한 재활 운동을 시행할 때를 기준으로 비교 분석하였다.

Patient 2,3은 Gait training시 resting에 비해서 피내침을 적용하였을 때 산소헤모글로빈의 변화량이 증가하였으며 이는 통계적으로 유의미하였다. 반면 Patient 1의 경우 피내침을 적용하였을 때 Gait training, standing에서 resting보다 산소헤모글로빈의 변화량이 감소하였다. 그러나 중추신경계 재활치료 군에 비해 피내침과 중추신경계 재활치료 군의 병용 치료군의 resting의 뇌 활성화도가 적색으로 표시되고 있는 것을 통해 이미 산소헤모글로빈의 수치가 증가하여 있는 것을 확인할 수 있으며 (Fig 5), 이는 천정효과오류 (ceiling effect bias)가 있음을 추정할 수 있다. 또한 중추신경계 재활치료 전에 피내침 적용이 산소헤모글로빈의 증가를 통해 뇌의 활성도를 향상 시킬 수 있다는 가능성이 있다고 판단된다.

뇌성마비 환자의 치료에 조기 치료가 장기적으로 운동의 정상 발달 과정에 중요하다는 것은 한방과 양방에서 모두 언급하고 있으며, 생리적으로 뇌의 발달에 따른 치료 시작 시기가 매우 중요하다는 것을 알 수 있다^{14,20)}. Patient 1,2,3의 경우 각각 월령이 28, 84, 62개월로 모두 달랐다. Patient 1은 Patient 2,3과 비교했을 때, 피내침 치료를 적용했을 때, 중추신경계 재활치료 시행시 Standing과 Gait training 모두에서 뇌 활성화도가 높아진 것으로 보아 나이가 어린 소아일수록 피내침에 대한 뇌 활성 향상에 효과적일 수 있다는 가능성이 있다.

연구 수행 중 피내침 치료 및 중추신경계 재활치료

로 인한 부작용은 없었으며, fNIRS를 적용할 때, 환자의 거부반응이 심하지 않았으며, 연구 진행 중에 큰 문제가 발생하지 않았다.

본 연구는 대규모 융합연구에 앞서 fNIRS를 이용한 피내침 치료와 중추신경계 재활치료의 병용 치료에서 뇌의 활성도 변화를 직접적으로 확인하고, 환자의 순응도와 안전성을 간접적으로 확인하고자 하였다. 중추신경계 재활치료와 피내침의 병용 치료가 뇌의 활성에 직접적인 유의미한 효과를 확인하기 위해서는 추후 대단위의 엄밀한 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

V. Conclusion

1. Patient 2,3에서는 피내침 치료를 시행 했을때 Gait training에서 resting에서 산소헤모글로빈의 변화량이 유의미하게 증가하였다
2. Patient 1에서 피내침 치료군에서 resting상태의 뇌 활성도가 증가 되어 있었고, Gait training, Standing의 산소헤모글로빈의 변화량이 증가한 것으로 보아 나이가 어릴수록 피내침이 뇌 활성에 효과적인 것으로 추정된다.
3. 연구 과정 중 부작용은 보고되지 않았다.
4. 중추신경계 재활치료와 피내침의 병용 치료가 뇌의 활성에 효과적이라는 결론을 얻기 위해서는 추후 더 크고 엄밀한 연구가 필요할 것으로 보인다.

VI. Acknowledgment

본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건의료기술연구개발사업 지원에 의하여 이루어진 것임 (과제고유번호 예시 : HI20C1197).

VII. References

1. Vitrikas K, Dalton H, Breish D. Cerebral Palsy: An Overview. *Am Fam Physician*. 2020;101(4):213-220. PMID: 32053326.
2. Kim KB, Kim DG, Kim YH, Kim JH, Min SY, Park EJ, Baek JH, Sung HK, Yu SA, Lee SY, Lee JY, Lee HJ, Chang GT, Jeong MJ, Chai JW, Cheon JH, Han YJ, Han JK. *Hanbangsoacheongsongyeonuihak (sang)*. Seoul: Ui Sung Dang Publishing Co. 2015;2:486-9.
3. Tak S, Ye JC. Statistical analysis of fNIRS data: a comprehensive review. *Neuroimage*. 2014;85(1):72-91. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.06.016. Epub 2013 Jun 15. PMID: 23774396.
4. Chang SJ, Seong EH, Kim JH, Min SY. The Effect of Acupuncture combined with Conventional Rehabilitation Treatment for Cerebral palsy: A Systematic review of Randomized Controlled Trials (RCTs). *J Korean Orient Pediatr*, 2020;34(3):81-96.
5. Qi T, Wang C. Effects of intradermal needling on core muscle stability in children with cerebral palsy: a clinical comparative study. *Zhongguo Zhen Jiu*. 2018;38(6):597-601. Chinese. doi: 10.13703/j.0255-2930.2018.06.007. PMID: 29972001.
6. Li LX, Zhang MM, Zhang Y, He J. Acupuncture for cerebral palsy: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Neural Regen Res*. 2018;13(6):1107-1117. doi: 10.4103/1673-5374.233455. PMID: 29926839; PMCID: PMC6022466.
7. Johnston MV. Plasticity in the developing brain: implications for rehabilitation. *Dev Disabil Res Rev*. 2009;15(2):94-101. doi: 10.1002/ddr.64. PMID: 19489084.
8. Sukal-Moulton T, de Campos AC, Alter KE, Huppert TJ, Damiano DL. Relationship between sensorimotor cortical activation as assessed by functional near infrared spectroscopy and lower extremity motor coordination in bilateral cerebral palsy. *Neuroimage Clin*. 2018;20:275-285. doi: 10.1016/j.nicl.2018.07.023. PMID: 30101059; PMCID: PMC6083901.
9. de Campos AC, Sukal-Moulton T, Huppert T, Alter K, Damiano DL. Brain activation patterns underlying

- upper limb bilateral motor coordination in unilateral cerebral palsy: an fNIRS study. *Dev Med Child Neurol.* 2020;62(5):625-632. doi: 10.1111/dmcn.14458. Epub 2020 Feb 7. PMID: 32034770.
10. Sukal-Moulton T, de Campos AC, Alter KE, Damiano DL. Functional near-infrared spectroscopy to assess sensorimotor cortical activity during hand squeezing and ankle dorsiflexion in individuals with and without bilateral and unilateral cerebral palsy. *Neurophotonics.* 2020;7(4):045001. doi: 10.1117/1.NPh.7.4.045001. Epub 2020 Oct 6. PMID: 33062800; PMCID: PMC7536541.
 11. Peng C, Hou X. Applications of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) in neonates. *Neurosci Res.* 2020: S0168-0102(20)30482-X. doi: 10.1016/j.neures.2020.11.003. Epub ahead of print. PMID: 33347910.
 12. Michael-Asalu A, Taylor G, Campbell H, Lelea LL, Kirby RS. Cerebral Palsy: Diagnosis, Epidemiology, Genetics, and Clinical Update. *Adv Pediatr.* 2019;66: 189-208. doi: 10.1016/j.yapd.2019.04.002. Epub 2019 May 15. PMID:31230694.
 13. You HS, Oh MS, Song TW. The literature study on the cerebral palsy. *Journal of Oriental Medicine, Daejeon University.* 2000;9(1):469-501.
 14. Gok SY, Lee SY, Lyu SA. A Literary Review on Early Treatment of Cerebral Palsy - Centered on the Chinese Medical Journal -. *J Korean Orient Pediatr.* 2008;22(3): 35-62.
 15. Moreau NG, Bodkin AW, Bjornson K, Hobbs A, Soileau M, Lahasky K. Effectiveness of Rehabilitation Interventions to Improve Gait Speed in Children With Cerebral Palsy: Systematic Review and Meta-analysis. *Phys Ther.* 2016;96(12):1938-1954. doi: 10.2522/ptj.20150401. Epub 2016 Jun 16. PMID: 27313240; PMCID: PMC5131187.
 16. Booth ATC, Buizer AI, Meyns P, Oude Lansink ILB, Steenbrink F, van der Krogt MM. The efficacy of functional gait training in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol.* 2018;60(9):866-883. doi: 10.1111/dmcn.13708. Epub 2018 Mar 7. PMID: 29512110.
 17. Moreau NG, Bodkin AW, Bjornson K, Hobbs A, Soileau M, Lahasky K. Effectiveness of Rehabilitation Interventions to Improve Gait Speed in Children With Cerebral Palsy: Systematic Review and Meta-analysis. *Phys Ther.* 2016;96(12):1938-1954. doi: 10.2522/ptj.20150401. Epub 2016 Jun 16. PMID: 27313240; PMCID: PMC5131187.
 18. Goodwin J, Lecouturier J, Basu A, Colver A, Crombie S, Smith J, Howel D, McColl E, Parr JR, Kolehmainen N, Roberts A, Miller K, Cadwgan J. Standing frames for children with cerebral palsy: a mixed-methods feasibility study. *Health Technol Assess.* 2018;22(50):1-232. doi: 10.3310/hta22500. PMID: 30234480; PMCID: PMC6174326.
 19. Pérez Ramírez N, Rozbaczylo Fuster C, Nahuelhual Cares P. Efectividad del uso de bipedestadores en la prevención de la luxación de cadera en niños y adolescentes con parálisis cerebral espástica, GMFCS III, IV y V. Revisión sistemática [Effectiveness of the use of standing devices in the prevention of hip dislocation in children and adolescents with spastic cerebral palsy, GMFCS III, IV and V. A systematic review]. *Rehabilitacion (Madr).* 2019;53(3):169-180. Spanish. doi: 10.1016/j.rh.2019.05.001. Epub 2019 Jul 9. PMID: 31370944.
 20. Novak I, Morgan C, Adde L, Blackman J, Boyd RN, Brunstrom-Hernandez J, Cioni G, Damiano D, Darrach J, Eliasson AC, de Vries LS, Einspieler C, Fahey M, Fehlings D, Ferriero DM, Fettes L, Fiori S, Forssberg H, Gordon AM, Greaves S, Guzzetta A, Hadders-Algra M, Harbourne R, Kakooza-Mwesige A, Karlsson P, Krumlinde-Sundholm L, Latal B, Loughran-Fowlds A, Maitre N, McIntyre S, Noritz G, Pennington L, Romeo DM, Shepherd R, Spittle AJ, Thornton M, Valentine J, Walker K, White R, Badawi N. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatr.* 2017;171(9):897-907. doi: 10.1001/jamapediatrics.2017.1689. Erratum in: *JAMA Pediatr.* 2017 Sep 1;171(9): 919. PMID: 28715518.