

전기자극 수준이 정상 성인의 자율신경계에 미치는 영향

진희경¹, 조성현^{*}
¹남부대학교 물리치료학과

The Effect of Electrical Stimulation Level on Autonomic Nerve System in Normal Adults

Hee-Kyung Jin¹, Sung-Hyoun Cho^{1*}

¹Department of Physical Therapy, Nambu University

요약 본 연구의 목적은 척수분절레벨에 적용한 간섭전류의 자극수준에 따른 정상성인의 자율신경계에 미치는 영향을 알아 보고자 하였다. 간섭전류는 T1-T4 분절에 접촉식 패드전극을 2극 배치 후 20분간 전기자극하여, 전기자극 전과 후, 30분 후의 변화를 확인하였다. 연구대상은 광주시에 소재한 N대학교에 다니는 건강한 성인남녀 45명을 대상으로 감각자극수준은 100 bps, 10~12 mA, 운동자극수준은 5 bps, 45~50 mA, 유해자극수준은 100 bps, 80~90 mA으로 각각 15명씩 무작위 배치하여 연구를 수행하였으며 연구 결과는 다음과 같다. 각 집단의 교감신경활성도의 변화는 시간과 집단 간의 상호작용에 유의한 차이가 없었으나, 시간에 따라 유의한 변화를 보여주었다($p<.05$). 사후 분석결과 전기자극 직후와 전기자극 후 30분에서 유의한 차이를 보여주었다($p<.05$). 각 집단의 부교감신경활성도의 변화는 시간과 집단 간의 상호작용에 유의한 차이가 없었으나, 시간에 따라 유의한 변화를 보여주었다($p<.05$). 사후 분석결과 전기자극 직후와 전기자극 후 30분에서 유의한 차이를 보여주었다($p<.05$). 이상의 결과로 전기자극 수준은 특정목적과 상황에 따라 다양하게 적용되어야 할 것으로 생각된다.

Abstract The purpose of this study was to investigate the effect the interferential current (IFC) stimulation level according to autonomic nerve system (ANS) of healthy adults. IFC measured with adhesive 2-pole electrodes pad on T1~T4 spinal cord segment level that electrode stimulation of 20 min after. A total of 45 healthy adults participated in the study, who were randomly divided into three groups: 15 of sensory level stimulus group (100 bps, 10~12 mA), 15 of exercise level stimulus group (5 bps, 45~50 mA), 15 of noxious level stimulus group (100 bps, 80~90 mA). Measured items were sympathetic activity and parasympathetic activity. In order to identify the changes in measurement variables before electrode stimulation and after and 30 min stimulation. The comparison of sympathetic and parasympathetic activity in each group revealed that they was changes of after vs 30 min in after electrical stimulation time($p<.05$).

Key Words : Autonomic nervous system, Electrical stimulation level, Interferential current.

1. 서론

자율신경계는 인체 기관의 기능을 불수의적으로 조절한다. 또한 생명유지활동 및 내장기관의 생리학적인 변화 시 항상성을 유지하며 매우 빠르고 강하게 외부자극을 대뇌겉질에 반영한다[1]. 이때 자율신경의 활성화와 억

제작용의 총합에 의해 조절되는 내장기관의 생리학적인 변화는 교감·부교감신경의 이중지배를 받으며, 교감신경의 긴장성 율동적 방출은 혈관운동의 조직 상태에 중요하게 기여한다[2]. Esler 등[3]은 자율신경계의 활동성 평가 시 심박수나 혈압변동성에 대한 분석을 교감·부교감신경의 유도된 객관적 지표를 활용함으로써 신뢰성과 재

*Corresponding Author : Sung-Hyoun Cho(Nambu Univ.)

Tel: +82-62-970-0232 email: shcho@nambu.ac.kr

Received October 31, 2014

Revised(1st December 22, 2014, 2nd December 29, 2014)

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

현성이 높은 비침습적인 자율신경계 기능 평가 방법이라고 보고하였다. 더불어 운동·감각 반사의 기능이상과 내분비 조절 이상 등을 복합적으로 이해하며, 효과적인 치료전략을 세우기 위한 진단, 평가 작업의 중요성을 강조하였다[4].

물리치료분야에서 전기자극치료는 신경자극과 근 재교육, 근위축 방지 및 근 훈련 등의 목적으로 여러 분야에서 다양하게 사용되고 있다. 그러나 환자 개개인의 피로저항과 영양상태, 연령과 병력 등의 차이를 고려하지 않고 적용할 경우 노폐물의 축적으로 인한 근피로를 야기할 수 있다[5]. 특히 병태생리 기전의 문제로 인한 질환에 전기치료를 시행할 경우 근육의 허혈현상이 교감신경계의 긴장성 증가로 인해 오히려 악화 될 수 있다고 보고하였다[6]. 따라서 심혈관 질환, 당뇨병성 신경병증, 레이노드 현상 등과 같은 자율신경계를 침범하는 질환일 경우 전기자극 치료를 적용함에 있어서 자율신경계의 기능에 대한 영향을 고려해야 한다[7].

따라서 Ward 등[8]은 다양한 전기자극 치료방법 중의 하나인 간섭전류 전기자극 시 말초혈류 순환 작용에 영향을 미친다고 보고하였다. 이러한 간섭전류 전기자극의 특징은 피부저항 및 피하조직의 저항이 낮아 전류 통전 시 통증 및 불쾌감이 없어, 특정 부위에 전류가 깊이 침투하여 다양한 통증을 조절할 목적으로 사용되고 있다. 또한 근골격계의 펌프 활동이 말초 혈관 확장과 혈류증진을 유발시켜 진통작용, 부종완화, 염증완화, 조직치유, 근수축과 이완 등에 효과가 있음을 보고하였다[9]. 그러나 이와 같이 간섭전류 전기자극의 치료효과에 대한 실험적 근거들 또한 많이 제시되어 있음에도 불구하고 자율신경계와 관련한 연구는 다른 분야에 비교해서 부족한 실정이다.

이에 대하여 Noble 등[10]은 전기자극 변수가 자극부위와 전기적 특성의 두 가지 주요 범주로 구분되며, 교감·부교감신경 활성화에 따른 말초혈관 조절의 복잡성은

여러 다양한 생리학적 반응을 일으킬 수 있기 때문이라고 주장하였다. 더불어 통증전달계와 자율신경계의 상호연관성에 대한 연구에서 황태연 등[11]은 기존의 자율신경 검사법들에 대한 정량화가 어렵고 재현성이 부족하며, 임상에서 피검자나, 내·외부 환경의 변화에 대하여 민감하게 반응하는 자율신경의 특이성 때문에 합의된 결론을 도출하지 못하고 있다고 보고하였다.

따라서 전기자극 방식은 객관적인 상황과 근거를 중심으로 적용해야 하며[12], 전기자극 시 자극강도와 투과깊이는 전류의 주파수, 빈도, 자극강도, 적용시간 등에 따라 달라지기 때문에 증상에 따라 적절히 조절하여 사용함으로써 효과적인 치료결과를 기대할 수 있다[13]. 또한 심혈관계의 변화뿐만 아니라 적어도 2가지 이상의 검사를 시행하여 정량적으로 측정하는 것이 매우 중요하며 [14], Fuetes 등[15]은 이를 토대로 다양한 조건에서의 전기자극 수준에 대한 연구는 지속적으로 필요하다고 주장하였다. 따라서 전기자극 후 혈액순환 증가, 교감신경계의 변화, 피부온도 변화와 같은 생리학적 변화에 대하여 자율신경계에 의한 실험적 근거에 대해서는 아직까지 많은 연구가 진행되고 있다[16].

이에 본 연구는 자율신경계 조절영역인 내장기관 상응부위의 교감신경절 영역에 적용한 전기자극 수준에 대한 교감·부교감신경 활성화도의 변화를 알아보고, 전기자극 적용방법을 정량화하여 임상에서 다양한 유형의 변화와 조건에 따라 선택적으로 효과적인 치료를 위한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 심혈관과 혈류량 변화에 영향을 줄 수 있는 병리적 소견이 없고 신체적으로 건강한 남·여 45명의

[Table 1] General characteristics in subjects

Characteristics	SSG (n=15)	ESG (n=15)	NSG (n=15)	F	p
Gender (M/F)	8/7	8/7	9/6		
Age (years)	22.00±1.41	22.45±1.44	22.64±1.63	.527	.596
Height (cm)	166.27±7.46	167.09±8.50	169.64±8.08	.615	.547
Weight (kg)	67.55±4.55	65.82±4.08	67.09±5.93	.212	.364

SSG: Sensory level stimulus group, ESG: Exercise level stimulus group
NSG: Noxious level stimulus group, M: male, F: female

대학생을 대상으로 다음 조건을 충족시키는 자로 하였다. 집단배치는 난수표를 사용하여 감각자극수준 집단(n=15), 운동자극수준 집단(n=15), 유해자극수준 집단(n=15)으로 무작위 배치하였다. 본 연구에 영향을 미칠 수 있는 약물과 카페인을 복용하지 않도록 교육하였으며, 근력운동과 지난 6개월 동안 통증을 경험한 적이 있는 대상자는 제외하였다. 실험에 참여한 모든 대상자들은 본 연구에 대하여 충분한 설명을 듣고 자발적으로 동의서를 작성하고 실험에 참여하도록 하였다(Table 1).

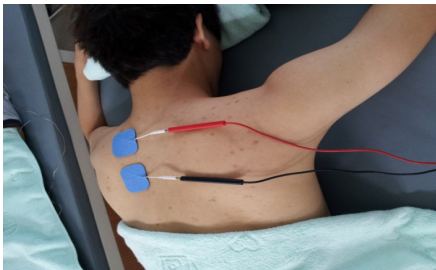
2.2 실험기기 및 도구

2.2.1 전기자극

간섭전류치료기는 ENDOMED 582(Enraf Nonius, Netherlands)의 접촉식 2극 전극이 부착된 장비를 이용하였다[Figure 1]. 접촉식 전극은(4×4cm, Protens Electrodes, Bio-protech INC, Korea) 가장 편안하게 느끼는 자세로 T₁-T₄번까지 가시돌기에서 왼쪽으로 2cm 정도 떨어진 가로돌기 부위에 위치시켰으며, 2극 전극을 교감신경절에 평행하게 배치하여 20분간 전기자극 중재를 수행하였다[Figure 2]. 간섭전류는 조직에서 상호작용하기 위해 선행적으로 변형된 방법, 혹은 2극 채널을 경유해 적용 전 전류에서 두 전류를 혼합함으로써 발생하는 전기 자극방식을 적용하였다[17].



[Fig. 1] Device of interference current



[Fig. 2] IFC electrode application

2.2.2 교감활성도와 부교감 활성도 측정

자율신경계의 변화 정도 중 교감·부교감신경 활성도를 측정하기 위해서 측정장비인 QJEG-8 System(PolyG-I, LAXTHA Inc, Korea)을 사용하였다. 측정지표로 주파수 영역분석을 사용하는데 측정 시간은 주파수 범위 분석의 총 파워(total power, TP)의 5분 동안으로 측정하였다. 주파수 대역은 0.04~0.40Hz 이다. 이를 통하여 교감신경 활성도(0.04~0.15Hz)와 부교감신경활성도(0.15~0.40Hz)의 상호작용에 관한 자료를 수집하였다[18]. 즉 앞서 언급된 바와 같이 최종적으로 얻어진 HRV 스펙트럼을 기반으로 교감신경의 비율(LF Norm = LF/ LF + HF)과 부교감신경 비율(HF Norm = HF/LF + HF)의 성분을 구별하여 이를 자율신경계의 교감·부교감신경의 반영지수로 평가한다[19][Figure 3].



[Fig. 3] Device of EEG (PolyG-I)

2.3 실험방법

연구자로부터 충분한 설명을 들은 대상자들을 감각자극수준 집단과 운동자극수준 집단 그리고 유해자극수준 집단으로 무작위 배치한 후 매개변수인 간섭전류 전기자극 수준에 의한 자율신경계의 변화 중 교감·부교감신경 활성도의 변화를 알아보기 위해 실험 전, 실험 직후, 실험 30분 후 결과를 측정하여 그 변화를 통계 처리하여 유의성 유무와 각 실험집단 간 변화를 비교할 수 있도록 설계하였다.

예비실험을 통하여 전기자극 조건은 감각자극수준 집단(대상자가 감각을 겨우 느끼는 전류강도)을 돌발주파수 100 bps와 강도 10~20 mA로 적용하였고, 운동자극수준 집단(근육의 수축이 충분히 일어나는 강도이며 견딜 수 있는 전류강도)을 돌발주파수 5 bps와 강도 45~50 mA를 적용, 유해자극수준 집단(매우 강해서 거의 불쾌감을 느끼고 견디기 어려운 강도보다는 약간 낮은 강도로 따끔한 감각과 죄이는 느낌은 강하지만 견딜 수 있는

전류강도)을 돌발주파수 100 bps와 강도 80~90 mA을 적용하여 실시하였다[20]. 모든 대상자들의 측정은 누운 상태에서 실시하였다.

2.4 분석방법

모든 자료는 Window용 SPSS ver. 18.0을 이용하여 분석하였다. 대상자들의 일반적 특성 및 각 측정 항목들의 정규분포 여부를 알아보기 위해 Shapiro-Wilks 검정을 실시하였다. 그 결과 정규분포가 인정되어 각 집단을 무작위배치 하였으며, 대상자들의 일반적 특성에 대한 집단 간 차이를 알아보기 위해 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여 분석하였다. 각 집단의 시간에 따라 교감·부교감신경 활성화도에 대한 차이를 알아보기 위해 반복측정 이요인 분산분석(two-way repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 측정항목이 유의성이 있는 경우 Tukey 방법으로 사후분석을 실시하여 유의성

을 분석하였으며, 모든 통계분석에서 유의 수준 .05로 하였다.

3. 연구결과

3.1 교감신경 활성화도의 변화

각 집단의 교감신경의 변화는 다음과 같다[Table 2]. 각 집단 내 간섭전류 전기자극의 시간에 따른 교감신경의 변화를 분석한 결과는 다음과 같다[Table 3]. 중재기간에 따른 교감신경활성도 변화 비교에 있어서 Mauchly는 통계학적으로 유의성이 없으므로 구형성 가정에서 중재기간에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)[Table 4]. 개체 내 대비검정에 있어서는 감각자극집단은 자극직후 .61±.20와 자극 30분후 .50±.16, 운동자극 집단은 자극직후 .72±.10와 자극 30분후 .68±.13, 유해자극 집단은 자극직후 .69±.07와 자극 30분 후 .51±.20으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)[Table 5].

[Table 2] The change of sympathetic nerve

(unit: Hz)

	S5G	E5G	N5G	F	p
Pre	.61±.14	.68±.10	.60±.19	.895	.419
Post	.61±.20	.72±.10	.69±.07	1.910	.166
Post 30	.50±.16	.68±.13	.51±.20	3.620	.039 *

M±SD: Mean±standard deviation

[Table 3] Mauchly's test of sphericity for sympathetic nerve

Within subjects effect	Mauchly's W	Chi-square	df	p
Time	.928	2.181	2	.336

[Table 4] Test of Multivariate of intervention time on each group

Effect		df	MS	F	p
Time	Sphericity assumption	2	.082	6.336	.001 *
Time*Group		4	.017	1.307	.278

*p<.05

[Table 5] Test of within-groups contrasts of intervention time on each group

	Time	TypeIIISS	df	MS	F	p
Time	Pre vs post 30	.082	1	.082	2.623	.116
	Post vs post 30	.329	1	.329	17.030	.001 *
Time*Group	Pre vs post 30	.060	2	.030	.961	.394
	Post vs post 30	.113	2	.560	2.913	.070

*p<.05

[Table 6] The change of parasympathetic nerve

(unit: Hz)

	SSG	ESG	NSG	F	p
Pre	.38±.14	.31±.10	.39±.19	1.404	.261
Post	.38±.20	.27±.10	.30±.07	1.814	.180
Post 30	.41±.16	.31±.13	.48±.20	3.620	.039 *

M±SD: Mean±standard deviation

[Table 7] Mauchly's test of sphericity for parasympathetic nerve

Within subjects effect	Mauchly's W	Chi-square	df	p
time	.945	1.631	2	.442

[Table 8] Test of Multivariate of intervention time on each group

Effect		df	MS	F	p
Time	Sphericity assumption	2	.101	7.400	.001 *
Time*Group		4	.014	1.009	.410

*p<.05

[Table 9] Test of within-groups contrasts of intervention time on each group

	Time	Type III SS	df	MS	F	p
Time	Pre vs post 30	.107	1	.107	3.480	.072
	Post vs post 30	.405	1	.405	19.034	.001 *
Time*Group	Pre vs post 30	.048	2	.024	.775	.470
	Post vs post 30	.098	2	.490	2.331	.115

*p<.05

3.2 부교감신경 활성화도의 변화

각 집단 내 부교감신경의 변화는 다음과 같다 [Table 6]. 각 집단 내 간섭전류 전기자극의 시간에 따른 부교감신경의 변화를 분석한 결과는 다음과 같다 [Table 7]. 중재기간에 따른 부교감신경 활성화도 변화 비교에 있어서 Mauchly는 통계학적으로 유의성이 없으므로 구형성 가정에서 중재기간에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05) [Table 8]. 개체 내 대비검정에 있어서 감각 자극집단은 자극 직후 .38±.20와 자극 30분후 .41±.16, 운동 자극 집단은 자극 직후 .27±.10와 자극 30분후 .31±.13, 유효자극 집단은 자극 직후 .30±.07와 자극 30분후 .48±.20 유의한 차이가 있었다(p<.05) [Table 9].

4. 고찰

전기자극은 처치, 혹은 자극효과 유도에 의한 반사효과 등의 목적으로 임상에서 치료·중재방법으로 적용된다 [21]. 그러나 이러한 경우 사전에 정밀한 병리·생리학적 검진과 정확한 진단이 필요하기 때문에 전기자극 적용 시 치료사는 신중해야 한다 [22]. 본 연구는 임상에서 전기자극의 주 변수인 빈도와 강도를 기준으로 감각자극수준, 운동자극수준, 유효자극수준 등 간섭전류 전기자극에 의해 발생하는 자율신경계의 변화 중 교감·부교감신경활성의 변화를 알아보았다. Hurley 등 [23]의 연구에서 전극 적용부위는 통증부위, 말초신경, 척수신경분절 등 해부학적인 부위에 전기자극을 적용하여야 한다는 연구결과와 박영환과 황경옥 [24]의 간섭전류 자극방법에 따른 말초혈류의 변화에서 근육자극부위보다 교감신경 자극에서

말초 혈류량 증가에 효과적이라는 사실을 토대로 전기자극 적용 부위를 등뼈 T₁~T₄의 교감신경절 부위를 선정하여 간섭전류 전기자극에 대한 자율신경에 변화를 확인하였다.

전극배치법으로 Charlton[25]는 2극 배치법과 4극 배치법에 의한 전극 적용은 조직 안에 서로 다른 효과를 보여준다고 보고하였다. 즉 2극 배치법은 최대 과장이 전극 아래서 강렬하고 연속적으로 간격이 감소하는 전형적인 전기자극과 유사한 효과를 제시하며, 넓은 부위에 지속적인 최대자극을 줄 수 있어 치료 효과를 기대할 수 있다고 보고하였다[26]. 이에 대하여 Low와 Reed[27]는 피부에서 전류진폭은 변조되고, 진폭의 크기는 모든 방향에서 100% 변조되기 때문이라고 주장하였다. 또한 전기자극 적용기술로 통증부위는 작은 전극을 사용하여 2극 배치하며, 국소통(local pain), 척추세움근의 과긴장, 자율신경 평형장애와 같은 증상에는 척추주위에 도자를 배치한다고 보고하였다[28]. 그러나 다양한 중재 방법의 제시에도 불구하고 전극 사용은 물리치료사들의 상황에 따른 선택적 방법에 의해 적용되었다. 따라서 본 연구에서는 2극 배치방법을 적용하였다.

전기자극에 의한 자율신경계의 변화를 쉽게 접근할 수 있는 방법은 교감신경의 긴장성 정도를 간접적으로 평가하는 방식이다[29]. 여러 선행 연구들은 전기자극을 인체에 적용하면 자극부위와 자극특성에 따라 말초혈액 순환을 증가시키고, 여러 가지 혈관 반응을 일으키며 교감신경계를 활성화 시킨다고 보고하였다[20]. 또한 피부 온도의 감소와 혈관수축, 맥박용적의 변화에 의해 교감신경 활성 변화를 보고하였다[30]. 이와 같은 연구결과는 본 연구의 운동자극 수준에서 교감신경 활성의 유의한 변화에서 선행 연구결과들과 일치함을 확인할 수 있었다.

그러나 Cabric 등[31]의 연구에서는 높은 주파수 및 고강도 전기자극 훈련 후 근 수축을 보인다고 보고하였다. 더불어 Cramp 등[20]은 전기자극 강도에 의한 교감신경활성의 연구 결과도 보고하였다. 즉 간섭전류의 진폭변조주파수에서 ~50 Hz이하를 저빈도, ~150 Hz를 고빈도라 구분하였으나 전기자극이 교감신경의 긴장을 억제시키는 자극 빈도에 대한 견해 또한 다양하다[32]. Svedberg[33]의 연구에서는 전기자극 기전이 통증에 수반되는 전기자극 유도 통증조절에 의해 교감신경 긴장도가 활성 됨을 주장하였다. 반면에 Schwartz[34]은 간섭전류자극이 교감신경의 피로를 일으켜 교감신경 차단을

유발시킨다고 보고하였다. 이와 같은 연구결과들은 본 연구의 고빈도 고강도의 유해자극수준에서 보여준 연구 결과를 뒷받침한다. 더불어 고빈도 저강도의 전기자극에서도 신경병증 쥐에서 기계적이고 열적인 무해자극통증 발전을 예방하는 연구 결과[35]는 본 연구의 감각자극수준의 전기자극 결과로써 선행 연구의 결과를 유추해 볼 수 있다. 그러나 Goats[26]는 교감신경절의 생리적 차단은 주파수와 맥동빈도에 관계가 있고, 특히 간섭전류자극의 100 bps 자극 시 신경세포의 막전압이 Na⁺ 투과성의 활성화에 의해 변화되어 고빈도 전기자극이 교감신경의 긴장을 억제시킨다고 주장하였다. 이는 본 연구의 감각자극 수준과 유해자극 수준에서 보여준 교감신경계의 활성변화 결과와 다른 결과를 제시하고 있다. 이와 같은 연구 결과는 전기자극에 대한 인체의 전기생리학적 변화는 다양한 치료효과를 향상시켜 주고 있지만 전기자극 치료양식이 대중적인 임상적 경험과, TENS의 감각신경을 전기적으로 자극하여 구심성 신경의 활성화에 의한 관문조절 작용기전을 그대로 적용했기 때문이라고 설명되고 있다[36]. 따라서 전기자극에 대한 다양한 연구결과는 상황에 따른 적절한 자극 조건요인의 사용이 임상에서 전기치료 적용시 매우 중요한 효과적 치료방법임을 제시한다.

이상의 연구결과들을 고찰해본 결과 다양한 질환을 대상으로 전기자극에 따른 자율신경계에 미치는 영향에 대하여 많은 연구자들 간의 다양한 연구결과는 본 연구의 빈도와 강도에 따른 전기자극 후 시간에 따라 각 군에서 교감신경활성의 긴장성 변화에 보여준 유의한 결과로써 전기자극은 교감신경 활성화에 영향을 보여준다는 많은 선행연구들의 결과를 뒷받침한다. 더불어 김진호 등[7]은 간섭전기자극에 의한 교감신경계 활성 기전으로 간섭전류 전기자극이 교감신경계의 혈관 수축 신경섬유를 직접 자극 했을 가능성과 전기자극에 의한 근수축이 2차 피부 혈관 수축을 유발시킬 수 있다는 가능성을 제시하였다. 이러한 이유로 본 연구의 전기자극 수준이 시간에 따라 치료 직후와 치료 30분 후 교감신경 활성화도에 의미 있는 변화를 보여주고 있지만 각 집단에서 보여주는 유의한 효과에 차이가 나타나는 것이라 생각된다. 따라서 본 연구의 시간에 따른 교감신경의 활성 변화의 연구결과는 임상에서 다양한 대상자들의 선택적 치료 방법에 따른 적절한 전기 적용 방식의 치료효과에 긍정적인 역할을 보여줄 수 있을 것으로 생각된다. 그러므로 전기자극의

자율신경계에 대한 연령이나, 질환에 따른 추가적인 연구는 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 전기자극의 변수에 따라 모든 집단 간 유의하게 증가하거나 감소되는 결과는 보여주지 않았지만, 간섭전류전기자극 수준의 자극 시간에 따라 자율신경계에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 더불어 인체균형을 조절해 주는 자율신경계의 불균형에 유도된 외부자극은 많은 변화 효과를 보여 줄 수 있음을 유추할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 자율신경계 조절영역인 교감신경절에 적용한 간섭전류 전기자극 수준에 따른 정상성인의 교감신경활성의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 교감·부교감신경의 변화는 기간 간의 주 효과에 대한 사후 분석결과 자극 직후 시간에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

이상의 결과로 간섭전류전기자극 수준이 자율신경계에 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 임상에서 특정 치료효과를 위하여 전기자극 변수는 다양하고 복합적으로 적용시켜야 할 것이다. 추후에는 내장기관에 영향을 주는 척수분절을 좀 더 세분화하여 자극하고, 여러 검사들과 병행하여, 임상에서 다양한 유형의 변화와 조건에 따라 선택적으로 효과적인 치료를 위한 기초자료를 제공하고자 분석한 것으로 동일 분야 연구에 활용이 있을 것으로 생각된다.

Reference

- [1] B. M. Curtis, J. H. Jr. O'Keefe, "Autonomic tone as a cardiovascular risk factor: the dangers of chronic fight or flight", *Mayo Clin Proc*, 77(1), pp. 45-54, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4065/77.1.45>
- [2] H. Y. Ge, C. Fernández-de-las-Peñas, L. Arendt-Nielsen, "Sympathetic facilitation of hyperalgesia evoked from myofascial tender and trigger points in patients with unilateral shoulder pain", *Clin Neurophysiol*, 117(7), pp. 1545-50, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2006.03.026>
- [3] M. Esler, G. Lambert, H. P. Brunner-La Rocca, G. Vaddadi, D. Kaye, "Sympathetic nerve activity and neurotransmitter release in humans: translation from pathophysiology into clinical practice", *Acta Physiol Scand*, 177(3), pp. 275-84, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-201X.2003.01089.x>
- [4] J. P. Fisher, C. N. Young, P. J. Fadel, "Central sympathetic overactivity: maladies and mechanisms", *Auton Neurosci*, 148(1-2), pp. 5-15, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autneu.2009.02.003>
- [5] C. C. Chen, M. I. Johnson, "An investigation into the hypoalgesic effects of high- and low-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimentally-induced blunt pressure pain in healthy human participants", *J Pain*, 11(1), pp. 53-61, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2009.05.008>
- [6] R. Radhakrishnan, K. A. Sluka, "Spinalmus-carinic receptors are activated during low or high frequency TENS-induced antihyperalgesia in rats", *Neuropharmacology*, 45(8), pp. 1111-9, 2003.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0028-3908\(03\)00280-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0028-3908(03)00280-6)
- [7] S. H. Kim, "Case Report: The effects of electromyogram-triggered neuromuscular stimulation in the treatment of Guillain-Barré Syndrome", *Therapeutic Science for Neuro-rehabilitation*, 3(1), pp. 39-45, 2014.
- [8] A. R. Ward, N. Shkuratova, "Russin electrical stimulation: The early experiments", *Phys Ther*, 82(10), pp. 1019-30, 2002.
- [9] J. Ylinen, E. P. Takala, H. Kautiainen, M. Nykänen, A. Häkkinen, T. Pohjolainen, S. L. Karppi, O. Airaksinen, "Association of neck pain, disability and neck pain during maximal effort with neck muscle strength and range of movement in women with chronic non-specific neck pain", *Eur J Pain*, 8(5), pp. 473-478, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpain.2003.11.005>
- [10] J. G. Noble, G. Henderson, A. F. Cramp, D. M. Walsh, A. S. Lowe, "The effect of interferential therapy upon cutaneous blood flow in humans", *Clin Physiol*, 20(1), pp. 2-7, 2000.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2281.2000.00207.x>
- [11] T. Y. Hwang, R. J. Park, T. I. Kim, Y. N. Kim, "Influencing of Electrical Stimulation to Cervicothoracic Sympathetic Ganglion on the Temperature Change of Body Surface", *J Korean Soc Phys Ther*, 12(2), pp. 121-32, 2000.
- [12] J. E. Charlton, "Stimulation-produced analgesia, In: Core Curriculum for Professional Education in Pain", IASP Press, Seattle, WA, pp. 93-6, 2005.
- [13] K. A. Sluka, R. L. Craik, "A mechanisms and management of pain of pain for the physical therapist",

- Physiopedia, 2009.
- [14] R. Freeman, M. W. Chapleau, "Testing the autonomic nervous system", *Handb Clin Neurol*, 115, pp. 115-36, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-52902-2.00007-2>
- [15] J. P. Fuentes, S. Armijo Olivo, D. J. Magee, D. P. Gross, "Effectiveness of interferential current therapy in the management of musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis", *Phys Ther*, 90(9), pp. 1219-38, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20090335>
- [16] A. C. Guyton, J. E. Hall, "Textbook of medical physiology 11th ed", Philadelphia, W. B. Saunders, pp. 129-53, 2010.
- [17] C. Shanahan, A. R. Ward, V. J. Robertson, "Comparison of the analgesic efficacy of interferential therapy and transcutaneous electrical nerve stimulation", *physiotherapy*, 92(4), pp. 247-53, 2006.
- [18] H. W. Lee, "Effects of recovery type on the activity of autonomic nervous system after exercise", Graduate School university of Incheon, Master Thesis, 2005.
- [19] S. J. L, "A study of ANS function by analysis of the cross-correlation factor for the HRV related-respiratory patterns", Hallym University, Master Thesis, 2007.
- [20] F. L. Cramp, G. R. McCullough, A. S. Lowe, D. M. Walsh, "Transcutaneous electric nerve stimulation: the effect of intensity on local and distal cutaneous blood flow and skin temperature in healthy subjects", *Arch Phys Med Rehabil*, 83(1), pp. 5-9, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2002.27478>
- [21] C. J. Chen, H. S. Yu, "Acupuncture, electro-stimulation, and reflex therapy in dermatology", *Dermatol Ther*, 16(2), pp. 87-92, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1529-8019.2003.01619.x>
- [22] R. J. Park, M. H. Lee, D. H. Kim, "The effects of interferential current therapy on sympathetic nerve system in senile patients", *J Korean Soc Phys Ther*, 15(2), pp 249-58, 2003.
- [23] D. A. Hurley, P. M. Minder, S. M. McDonough et al, "Interferential therapy electrode placement technique in acute low back pain: a preliminary investigation", *Arch Phys Med Rehabil*, 82(4), pp. 485-93, 2001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2001.21934>
- [24] Y. H. Park, K. O. Hwang, "The change of the peripheral blood circulation by the method of interferential current stimulation", *The Korean Academy of Physical Therapy Science*, 18(3), pp. 87-92, 2011.
- [25] J. E. Charlton, "Stimulation-produced analgesia, In: Core Curriculum for Professional Education in Pain", IASP Press, Seattle, WA, pp. 93-96, 2005.
- [26] G. C. Goats, "Interferential current therapy", *Br J Sports Med*, 24(part 2), pp. 87-92, 1990.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.24.2.87>
- [27] J. Low, A. Reed, "Electrotherapy Explained: Principles and Practice, 3rd ed". Butterworth Heinemann, 241, 2000.
- [28] K. L. Knight, D. O. Draper, *Therapeutic modalities: the art and the science*, 2011.
- [29] K. Y. Lee, H. K. Rhee, S. K. Jung, H. J. Jung, "Evaluation of autonomic function in patients with hyperhidrosis by power spectral analysis of heart rate variability", *Korean J Orient Int Med*, 29(1), pp. 1-11, 2008.
- [30] J. H. Yoo, "The Effects of far IR themotherapy and aroma massage therapy on autonomiac nervous system", Sung shin Women's University, Master thesis, 2008.
- [31] S. G. Jeong, "The effect of high-frequency, high-intensity transcutaneous electrical stim- ation on the sympathetic hyperactivity caused by hyperalgesia", Daegu Universty, Doctoral Dissertation, 2011.
- [32] A. Furgała, P. J. Thor, W. Kolańska-Kloch, A. Krygowska-Wajs, B. Kopp, J. Laskiewicz, "The effect of transcutaneous nerve stimulation (TENS) on gastric electrical activity", *J Physiol Pharmacol*, 52(4 Pt 1), pp. 603-10, 2001.
- [33] L. E. Svedberg, U. E. Nordahl, T. C. Lundberg, "Effects of acupuncture on skin temperature in children with neurological disorders and cold feet: an exploratory study", *Complement Ther Med*, 9(2), pp. 89-97, 2001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1054/ctim.2001.0436>
- [34] L. Grote, D. Zou, H. Kraicz, J. Hedner, "Finger plethysmography : a method for monitoring finger blood flow during sleep disordered breathing", *Respir Physiol & Neurobiol*, 136, pp. 141-52, 2003
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1569-9048\(03\)00090-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1569-9048(03)00090-9)
- [35] D. L. Somers, F. R. Clemente, "Contralateral high or a combination of high- and low- frequency transcutaneous electrical nerve stimulation reduces mechanical allodynia and alters dorsal horn neurotransmitter content in neuropathic rats", *J Pain*, 10(2), 221-29, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2008.08.008>
- [36] P. Gopalkrishnan, K. A. Sluka, "Effect of varying frequency, intensity, and pulse duration of transcutaneous electrical nerve stimulation on primary hyperalgesia in inflamed rats", *Arch Phys Med Rehabil*, 81(7), pp. 984-90, 2000.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2000.5576>

진 희 경(Hee-Kyung Jin)

[정회원]



- 2010년 2월 : 서남대학교 대학원 물리치료전공(보건학석사)
- 2014년 8월 : 서남대학교 대학원 물리치료전공(보건학박사)
- 2011년 9월 ~ 현재 : 남부대학교 물리치료학과 겸임교수

<관심분야>

전기치료학, 운동치료학

조 성 현(Sung-Hyoun Cho)

[정회원]



- 2010년 8월 : 대구대학교 재활과학 대학원 물리치료전공(이학석사)
- 2013년 8월 : 대구대학교 대학원 물리치료전공 (이학박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 남부대학교 물리치료학과 조교수

<관심분야>

전기치료학, 신경계 물리치료, 운동치료학