

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2022. 09. Vol. 29, No.3, pp. 75-84

경 두개 직류자극이 뇌졸중 환자의 시간적, 공간적 보행능력에 미치는 영향

이연섭¹ · 전현주²

대원대학교 물리치료과¹ · 전주비전대학교 물리치료과²

Effect of Trans cranial Directed Current Stimulus on Temporal and Spatial Walking Capacity for Hemiparalysis Patients

Yeon Seop Lee¹, P.T. PhD, Hun Ju Jun², P.T. PhD

¹Department of Physical Therapy, Daewon University College

²Department of Physical Therapy, Jeonju Vision College

Abstract

Background: This study was to investigate the effect of non-invasive transcranial direct current stimulation due to hemiplegic patients due to stroke on temporal and spatial gait ability.

Design: Randomized sham controlled trial.

Methods: For the study method, 42 patients with hemiplegia due to stroke were randomly assigned to 14 patients each, and the general walking group, tDCS walking group, and tDCS (sham) walking group were subjected to 5 times a week, 30 minutes a day, and 6 weeks. In the temporal gait variables of hemiplegic patients due to stroke, the effect of the gait time, gait cycle, single support, double support, swing phase, stance phase, gait speed, cadence were measured. In spatial variables, one step length and one step length were measured.

Results: As a result of the study, the EG group significantly increased in the step time, gait velocity, and cadence of the paralysis side in the comparison of temporal walking variables between groups according to the application of tDCS of walking ability in hemi-

plegic patients due to stroke patients ($p < .05$). In the change in spatial walking variables between groups according to the application of tDCS, the step length and stride length of the EG group showed a significant increase. Both the comparison of temporal and spatial symmetry walking variables between groups according to tDCS application was not significant.

Conclusion: As a result, tDCS has an effective effect on the improvement of the gait ability of stroke patients. In particular, it is an effective method of physical therapy that can improve the cadence and speed of gait, which can be combined with the existing gait training to effectively increase the gait of hemiplegia due to stroke patients.

Key words: stroke, tDCS, walking capacity.

교신저자

전현주 교수
전북 전주시 완산구 천잠로 235 전주비전대학교
봉사관 1층 3103호
T: 063-220-3933, E: juju98jhj@hanmail.net

I. 서론

뇌졸중은 대표적인 뇌혈관 질환으로 발생한 중추신경계 손상 질환으로 뇌졸중의 발생률은 인구 10만 명당 92.2명으로 전체 사망원인 중 2위에 해당하는 질환으로 유병인구는 11만 명 정도 되는 것으로 추정된다(국가통계포털 KOSIS, 2019). 뇌졸중의 발병으로 환자들은 갑작스런 건강상태의 변화를 경험하게 되고 이전의 건강상태를 회복하지 못하게 되며 질병 이후 삶의 변화에 대한 혼란스러움과 불안과 우울을 경험하게 된다(Lindblom 등, 2020)

최근 통계에 따르면 뇌졸중의 발생률은 감소 추세에 있기는 하나 65세 미만 연령층에서는 발생률이 증가하고 있으며, 특히 15~45세의 젊은 환자에서 뇌졸중 발생 환자 수가 비약적으로 증가하고 있으며, 18~65세 미만의 뇌졸중을 성인 뇌졸중이라 정의하고 있다(Virani 등, 2021; Jarvis 등, 2019; 건강보험심사평가원, 2018). 성인 뇌졸중은 노년기에 발생하는 뇌졸중과 달리 회복에 대한 의지와 기대수명이 길고 가족의 지지가 크다. 하지만 재활의 위험도 상대적으로 높다고 할 수 있다(Maaijwee 등, 2014).

뇌졸중 환자는 일반적으로 신경학적 손상으로 일상생활활동의 제한, 자세조절, 운동마비, 감각장애 등을 나타내며, 자세유지와 조절의 어려움은 일상생활활동의 계획 및 수행에 수립에 막대한 장애와 두려움을 나타낸다. 환자의 질병 초기 약 80% 이상에서 운동성 제한, 이동 제한에 대한 어려움을 호소하고 있으며, 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 가장 중요한 목표 중의 하나가 일상생활활동을 독립적으로 수행하고 이동과 보행에서 안정성과 효율성을 높이는 것이다(Kao 등, 2018; 박지원 등, 2020; 이동진 등, 2020).

성인 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 및 보호자의 재활에 대한 욕구는 현대의학의 다양한 의학과 병행하여 효과를 증가시키기 위한 다양한 방법의 물리치료 접근으로 이루어지고 있다. 경 두개 직류전류자극(transcranial direct current stimulation; tDCS)은 손상된 뇌의 기능 부위의 두피에 1-2mA의 전류를 적용하여 뇌의 손상부위를 비 침습적으로 자극하여 흥분성을 변화시키는 장치로 운동능력과 인지기능을 호전시킨다(Zandvliet 등, 2018). 일반적으로 양극은 흥분성을 증가시키고, 음극은 흥분성을 감소시켜 선택적으로 대뇌 결질을 자극할 수 있으며 부작용이 거의 없는 방법이다(Wade와 Hammond, 2015)

경 두개 직류전류의 뇌졸중에 대한 연구는 뇌졸중 후 기능회복(Lindenberg 등, 2010), 뇌졸중 후에 발생 상지 기능회복(Furubayashi 등, 2008), 자세조절에 어려움이 있는 정상성인 환자(Bolzoni 등, 2015), 파킨슨환자의 기능(Valentino 등, 2014) 등에 관한 임상연구가 다양하게 진행되고 있으며, Tanaka 등(2009)은 선행연구에서 경 두개 직류전류 자극이 물리치료 중재 방법들과 같이 병행된다면 일상으로의 회복과 치료 효과를 더욱 향상시킬 수 있다고 하였다. Sawaki 등(2006)도 비 침습적 직류자극으로 중추신경계에 입력된 다양한 자극이 뇌의 신경가소성, 보행능력 및 분절 운동기능의 향상에 도움이 되는 다양한 융합된 치료적 접근이 필요하고 하였다.

이 연구는 비 침습적 경 두개 직류전류의 연구가 뇌졸중 환자의 인지기능회복, 우울증회복, 위팔에 국한되어 있어, 이 연구에서는 비 침습적 직류자극 자극방법이 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 시간적 보행변수 인 보장 시간, 보행주기, 한쪽다리 지지기, 양쪽다리 지지기, 흔들기, 디딤기, 보행속도, 분속수와 공간적 변수인 한 발짝 길이, 한걸음 길이에 어떠한 효과를 미치는지 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

이 연구는 D시에 소재한 B병원에서 뇌졸중으로 진단받고 입원 중인 환자 중 헬싱키 선언에 입각한 연구방법에 대한 설명을 듣고 연구에 참여하기로 동의하고 아래 연구조건을 충족시킬 수 있는 42명을 대상으로 무작위 배정방식으로 일반 보행군 14명, tDCS 보행군 14명, tDCS(sham) 보행군 14명을 대상으로 하였다.

연구에 참여한 대상자의 선정조건은 뇌졸중으로 진단받고 6개월 이상인 자, 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 중 보행 보조 장치 없이 50m 독립보행이 가능한 자, 특별히 전기적 자극에 민감하지 않은 자, 한국형 간이 정신상태 검사 24점 이상인 자로 하였으며 제외조건은 뇌졸중으로 진단받은 지 6개월 이하인 자, 전기에 민감한 자, 보행 보조장치 없이 50m 독립보행이 불가능한 자, 연구방법에 대한 이해가 어렵다고 판단되는 한국형 간이 정신상태 검사 24점 이하인 자는 제외하였다. 대상으로 모든 보행 보조기를 제거하고 보행 훈련을 주 5회, 1일 30분, 6주간 실시하였다.

2. 운동 프로그램

1) 보행 훈련

보행 훈련은 경 두개 직류전류자극 발생장치를 착용하고 치료실을 보행 보조도구를 제거한 상태에서 환자가 안전하고, 편안하게 걸을 수 있는 속도로 하였다. 보행훈련 전 tDCS의 적용방법과 병행한 보행훈련 방법에 대한 내용 등을 3회 반복 설명하고 대상자로 하여 충분한 숙지 내용을 확인하고 훈련을 시행하였다.

2) 경 두개 직류자극

경 두개 직류전류자극 치료기는 Phoresor II Auto (PM850, IOMED inc, USA, 2010)을 사용하였다. 치료기의 전극은 두피에 부착하는 전극은 5×7(35cm²) 크기의 스펀지전극을 사용하였으며, 전극의 부착은 10-20국제뇌파검사 시스템을 기준으로 양극은 손상 측 반구의 C3, C4의 일차 운동영역(primary motor cortex, M1)에 부착시키고 음극은 반대 측 이마부위에 부착하였다(Atsushi 등, 2018) 전극은 생리식염수(0.9%)에 충분히 적신 후 이마 및 마루뼈의 손상부위에 최대한 밀착하여 부착하고 자극강도는 2mA, 자극시간은 20분간 적용하였다(Poreisz 등, 2007, Nitsche 등, 2008). 자극은 tDCS 보행군과 tDCS(sham) 보행군에 동일하게 실시하였고 tDCS(sham)보행군은 적용 후 30초 후에 환자가 알아차리지 못하게 전원을 차단하였다(Gandiga 등, 2006).

3. 측정 방법

1) 보행능력

이 연구의는 환자의 보행 유형에 대한 시간적, 공간적 보행특성의 양적인 보행 분석의 자료를 수집하기 위하여 GAITRite System(CIR systems Inc. USA, 2009)을 이용 하였으며, 높은 신뢰도와 타당도를 가지고 있다(Van Uden과 Besser, 2004).

GAITRite는 폭 61cm, 길이 366cm인 전자식 보행 판으로 6개의 센서 패드에 2,304개의 선서가 48×48 격자 패턴으로 1.27cm 간격으로 위치하고, 80Hz의 표본율로 수집하여 시간적 변수와 공간적 변수를 전산화하여 GAITRite

GOLD, Version 3.2b(CIR system Inc, USA, 2009)으로 처리하였다.

보행자의 긴장도 완화와 정확한 보행 분석을 위하여 보행 판 전방 3M 앞에서 걸어와 3M 지난 지점까지 걷게 하였고 분속수(cadence), 시간적 보행 특성인 보행속도(gait velocity), 보장시간(step time), 보행주기(cycle time), 디딤기(stance phase), 흔들기(swing phase), 한쪽다리 지지기(single support), 양쪽다리지지기(double support)비율과 공간적 보행특성인 한걸음 길이(stride length), 한 발짝 길이(step length)을 3회 측정하여 평균값을 사용하였다 (Almeida 와 Bhatt, 2012). GAITRite 시스템의 검사-재검사 신뢰도는 ICC=0.72~0.94D이다(Kuys 등, 2011).

4. 자료 분석

이 연구의 대상자는 총 42명으로 일반 보행군 14명, tDCS(sham) 보행군 14명, tDCS 보행군 14명을 대상으로 SPSS(version 22.0) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 일반적인 특성에 대한 검정은 일원배치분산분석(one-way ANOVA), 훈련기간에 따른 그룹 내 전과 6주 후 비교는 대응표본 t검정, 그룹 간 비교는 일원배치분산 분석(one-way ANOVA), 사후 검정은 LSD를 사용하였다. 유의수준 $\alpha < .05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

이 연구에 참여한 42명의 대상자의 나이, 키, 몸무게, 발병기간에 대한 일반적 특성은 모두 동질 하였다. CG의 평균 나이는 59.29±18.64세, EG의 평균 나이는 53.57±11.52세, SEG의 평균 나이는 51.64±18.44세 이었으며, CG의 평균 키는 160.64±12.34cm, EG의 평균 키는 53.57±11.52cm, SEG의 평균 키는 166.5±7.88cm이였으며, CG의 평균 체중은 62.21±16.71kg, EG의 평균 체중은 65.57±11.38kg, SEG의 평균 체중은 62.79±10.04kg 이였으며, CG의 발병 기간은 16.36±8.76개월, EG의 발병기간은 17.71±8.79개월, SEG의 발병기간은 21.71±7.53개월 이었다<Table 1>.

Table 1. General characteristics of subject (N=42)

	CG (n=14)	EG (n=14)	SEG (n=14)	p
Age (years)	59.29±18.64 ^a	53.27±11.52	51.64±18.44	.45
Height (cm)	160.64±12.34	164.5±8.07	166.5±7.88	.27
Weight (kg)	62.21±16.71	66.57±11.38	62.79±10.04	.76
Duration (month)	16.36±8.76	17.71±8.79	21.71±7.53	.22

^aM±SD=mean±standard deviation, CG=gait training group; EG=gait training+tDCS (transcranial direct current stimulation)group; SEG=gait training+sham tDCS (transcranial direct current stimulation)group.

1. tDCS 적용 전과 6주 후 보장 시간, 보행 주기 비교

보장 시간에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 CG의 마비 측과 비 마비 측에서 유의하지 않았으며 EG의 마비 측에서 보장 시간이 .90±.22에서 .82±.218로 유의하게 감소하였으며, SEG의 비 마비 측에서 .64±.16에서 .67±.21로 유의하게 증가하였다($p < .05$)<Table 2>. 사후 검정 결과 마비 측에서 EG과 CG, SEG에서 유의한 결과를 나타내었다($p < .05$)<Table 2>.

보행 주기에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 CG과 SEG에서 마비 측과 비 마비 측에서 유의하게 감소하였으며, EG은 마비 측과 비 마비 측 모두에서 유의하지 않았으며 증가의 양상을 나타내었다($p < .05$). 사후 검정 결과 CG, EG, SEG에서 유의하지 않았다.<Table 2>.

Table 2. Comparison of step time, cycle time pre and post test (N=42)

			Pre-test	Post-test	<i>p</i>	post-hoc
Step Time	CG (n=14)	P	.94±.38 ^a	.97±.37	.11	P; EG>CG, SEG
		NP	.84±.43	.90±.43	.24	
	EG (n=14)	P	.90±.22	.82±.218	.03*	
		NP	.78±.28	.77±.258	.41	
	SEG (n=14)	P	.66±.11	.65±.09	.33	
		NP	.64±.16	.67±.21	.04*	
Cycle Time	CG (n=14)	P	1.72±.54	1.83±.58	.01*	
		NP	1.72±.54	1.86±.60	.01*	
	EG (n=14)	P	1.65±.47	1.66±.44	.46	
		NP	1.66±.47	1.67±.44	.43	
	SEG (n=14)	P	1.28±.20	1.35±.25	.01*	
		NP	1.29±.22	1.37±.26	.01*	

^aM±SD=mean±standard deviation, **p*<.05, P=paralyzed side; NP=non-paralyzed side.

2. tDCS 적용 전과 6주 후 한쪽다리 지지기, 양쪽다리지지기 비교

단하지 지지기, 양쪽다리지지기에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 마비 측에 대한 CG, EG, SEG 모두에서 증가하였으나 유의하지 않았으며, 비 마비 측 또한 유의하지 않았다. 사후 검정 결과 마비 측과 비 마비 측 모두에서 CG, EG, SEG은 유의하지 않았다.

3. tDCS 적용 전과 6주 후 흔들기, 디딤기 비교

흔들기에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 EG은 비 마비 측에서 유의하게 증가 하였으며, EG의 마비 측, CG와 SEG의 비 마비 측과 마비 측에서 증가하였으나 유의하지 않았다. 사후 검정 결과 마비 측과 비 마비 측 모두에서 CG, EG, SEG은 유의하지 않았다<Table 3>.

디딤기에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 EG과 SEG은 마비 측에서, CG은 비 마비 측에서 유의하게 증가하였으며, EG과 SEG의 마비 측, CG의 마비 측에서 증가하였으나 유의하지 않았다. 사후 검정 결과 마비 측과 비 마비 측 모두에서 CG, EG, SEG은 유의하지 않았다<Table 3>.

Table 3. Comparison of swing phase, stance phase pre and post test (N=42)

			Pre-test	Post-test	<i>p</i>	post-hoc
Swing Phase	CG (n=14)	P	28.40±8.54 ^a	29.57±8.81	.12	
		NP	25.13±9.61	28.89±12.50	.09	
	EG (n=14)	P	29.04±9.56	29.15±8.20	.46	
		NP	23.74±6.00	27.07±8.35	.02*	
	SEG (n=14)	P	32.64±6.76	33.47±7.59	.05	

		NP	29.77±7.76	29.80±8.89	.49
Stance Phase	CG (n=14)	P	71.20±9.37	72.28±9.14	.25
		NP	71.31±8.42	74.52±7.85	.01*
	EG (n=14)	P	69.90±7.56	71.52±8.15	.01*
		NP	74.51±6.33	74.95±6.90	.34
	SEG (n=14)	P	66.77±7.27	68.16±8.19	.02*
		NP	70.35±8.79	71.57±7.83	.12

^aM±SD=mean±standard deviation, * $p < .05$, P=paralyzed side, NP=non-paralyzed side.

4. tDCS 적용 전과 6주 후 보행속도, 분속수 비교

보행속도에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 EG에서 통계적으로 유의하게 증가하였다. CG과 SEG에서 증가하였으나 유의하지 않았다. 사후 검정 결과 EG과 CG, SEG에서 유의하였다($p < .05$).

분속수에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 EG에서 통계적으로 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). CG과 SEG에서 증가하였으나 유의하지 않았다. 사후 검정 결과 EG과 CG, SEG에서 유의하였다 ($p < .05$)<Table 4>.

Table 4. Comparison of swing phase, double support pre and post test (N=42)

		Pre-test	Post-test	p	post-hoc
velocity	CG (n=14)	44.42±31.17	48.66±32.97	.07	
	EG (n=14)	37.47±15.27	51.56±20.99	.00*	EG>CG, SEG
	SEG (n=14)	64.10±28.33	67.77±27.01	.09	
cadence	CG (n=14)	73.89±20.66	77.17±24.27	.08	
	EG (n=14)	71.74±19.94	87.10±20.64	.00*	EG>CG, SEG
	SEG (n=14)	73.89±20.70	77.89±25.33	.05	

^aM±SD=mean±standard deviation, * $p < .05$, P=paralyzed side; NP=non-paralyzed side.

5. tDCS 적용 전과 6주 후 한 발짝 길이, 한걸음 길이 비교

보장 거리에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 EG은 환 측과 건 측 모두에서 유의하게 증가 하였으며, 사후 검정 결과 환 측에서 EG과 CG에서 유의하였고, 건 측에서 EG과 CG, SEG에서 유의하였다 ($p < .05$)

활보장거리에 대한 tDCS 적용 전과 6주 후 그룹 내 평균 비교에서 EG은 환 측과 건 측 모두에서 유의하게 증가 하였다($p < .05$). 사후 검정 결과 환 측과 건 측 모두에서 EG과 CG ,SEG에서 유의하였다($p < .05$)<Table 5>.

Table 5. Comparison of step length, stride length pre and post test (N=42)

		Pre-test	Post-test	p	post-hoc
step length	CG (n=14)	P	35.46±13.11 ^a	37.35±14.45	.05
		NP	33.61±16.48	34.55±15.94	.22
	EG (n=14)	P	32.44±6.47	38.47±8.94	.00*

SEG (n=14)	NP	28.76±6.40	36.06±8.23	.00*	NP; EG>CG, SEG
	P	39.64±16.98	42.32±15.06	.06	
	NP	42.18±12.20	43.81±13.31	.21	
CG (n=14)	P	68.55±30.46	72.17±28.87	.05	P; EG>CG, SEG
	NP	72.88±28.92	72.88±28.92	.13	
EG (n=14)	P	61.75±11.64	73.09±17.26	.00*	NP; EG>CG, SEG
	NP	61.57±11.86	73.48±16.84	.00*	
SEG (n=14)	P	82.76±28.31	86.35±27.68	.07	NP; EG>CG, SEG
	NP	82.69±27.29	86.49±28.11	.11	

^aM±SD=mean±standard deviation, **p*<.05, P=paralyzed side; NP=non-paralyzed side.

IV. 고찰

뇌졸중으로 인한 중추신경계 손상 환자의 신경가소성을 증가시키기 위한 물리치료 방법을 찾기 위하여 검사 방법과 치료방법의 비약적 발전과 함께 최근까지 많은 연구들이 진행되고 있으며, 뇌를 전류 강도가 낮은 직류를 비 침습적으로 자극하는 경 두개 직류자극 (trans-cranial Direct Current Stimulation; tDCS)이 운동 걸질을 효과적으로 활성화한다고 하였다.

이 연구는 tDCS 적용에 관한 선행연구를 바탕으로 적용방법을 일부 수정 및 보완하여 tDCS를 2mA로 20분간 자극하여 시간적 보행변수인 보장시간, 보행주기, 한쪽다리 지지기, 양쪽다리 지지기, 디딤기, 흔들기, 보행속도, 분속수의 변화를 알아보기 위하여 일반 보행군(CG), tDCS 보행군(EG), tDCS(sham) 보행군(SEG)로 무작위 배정하여 차이를 비교 분석하여 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 임상적 물리치료기법으로의 활용에 환자의 기능 회복에 비약적인 물리치료방법으로 발전시키기 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 보행은 신경계와 근육뼈대계의 복합적인 작용으로 팔과 다리의 교대운동으로 신체가 일정한 방향으로 속도를 조절하며 단계적으로 움직이는 과정으로 보행하는 동안 넘어짐을 예방하기 위하여 체중의 이동시 균형을 변화시키고 유지하는 몸통의 안정성 조절과 전방으로의 이동 시에 하지의 강력한 추진력을 필요로한다. 하지만 뇌졸중 환자의 보행은 중추신경계의 손상으로 근력약화, 비정상적 근 긴장, 뇌의 마비측의 반대방향의 마비로 인한 균형 및 자세조절 장애로 정상적이고 대칭적인 운동조절에 어려움을 나타낸다 (Dijkerman 등, 2004). 또한 보행의 어려움은 환자의 기능적 활동의 독립수준과 질병의 예후에 부정적인 영향을 나타내며, 보행능력의 회복은 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 치료목표가 된다고 하였다(Kao 등, 2018; Barbeau 와 Visintin, 2003).

tDCS가 보행능력을 증가시키는 것에 관한 연구는 동물실험의 결과를 임상에 적용하는 단계로 연구가 미흡한 실정이며 본 연구에서는 보행 훈련을 하는 동안 tDCS가 환자의 운동학습능력을 효과적으로 증가시켜 뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 뇌졸중 환자의 보행능력 평가를 위하여 시간적 변수의 변화를 알아보기 위하여 GAITRite system을 사용하여 마비 측과 비 마비 측의 변화를 측정하였다.

tDCS적용에 따른 중재 전과 6주 후의 보행변수 비교에서 시간적 보행 변수 CG그룹에서 마비 측의 보행주기 비 마비 측의 보행주기, 디딤기에서 유의한 증가를 나타내었다. EG그룹의 보행속도와 분속수 마비 측의 보장시

간, 한걸음 길이, 한 발짝 길이, 디딤기, 비 마비 측의 한 발짝 길이와 한걸음 길이는 흔들기에서 유의한 증가를 나타내었다. SEG그룹에서 마비 측의 보행주기, 디딤기, 비 마비 측의 보장시간, 보행주기에서 유의한 증가를 나타내었다. 이러한 결과는 트레드밀을 이용한 뇌졸중 환자의 효과적인 보행 기능을 증진시키기 위한 선행연구의 결과에서 트레드밀 보행훈련은 분속수(cadence)와 보행속도의 증가에 유의한 방법이라 말하였으며(Peurala 등, 2005), Tanaka 등(2011)은 8명의 뇌졸중 환자들을 대상으로 tDCS의 적용이 무릎의 펌 근력을 증가시킨다고 하였으며, Geroin 등(2011)의 로봇 보조 보행 훈련과 병행한 tDCS가 보행에 미치는 영향에 관한 연구에서 분속수, 한쪽 다리 지지기, 양쪽다리 지지기에서 유의하게 증가하였다. Andrade 등(2017)은 60명의 뇌졸중 환자 대상으로 한 일차 운동영역에 적용한 TDCS 연구에서 보행, 근력을 포함한 하지기능을 향상시킨다고 하였으며, 송현승(2011)의 만성 뇌졸중 환자에게 과제 지행 훈련과 병행한 tDCS가 연구결과 속도에서 유의한 증가가 있었다. 하지만 이러한 결과는 운동기능의 증가보다는 선행연구에서 Dumel 등(2016)은 51-59세 건강한 노인 23명을 대상으로 일차운동영역에 tDCS를 20분간 적용하여 반응속도의 증가를 나타낸 결과와 Zandvliet 등(2018)은 소뇌 부위에 tDCS를 적용하여 서 있을 때의 균형 능력을 향상시키는 결과를 얻었다.

이상의 연구결과를 바탕으로 tDCS가 중추신경계손상 환자의 시간적 보행변수에 영향을 미친다고 생각되어지며, tDCS의 적용이 뇌의 운동영역에 신경가소성 바탕으로 활성화를 일으켜 위팔에서와 마찬가지로 보행 기능에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다. 뇌졸중 환자의 이동 및 보행기능 증진 치료에서 기존 전통적인 물리치료방법들과의 tDCS치료가 적절한 병행이 이루어진다면 뇌졸중 환자의 보행기능 증진을 위한 치료기법으로 사용할 수 있는 방법으로 제시 될 수 있을 것이라 생각된다. 이 연구의 제한점으로는 환자의 선정과정에서 질병의 원인에 따라 구분하여 선정하지 못한 점, 연구 기간 중 환자를 완전히 통제하지 못한 점, 보행 중 부착한 경 두 개 직류자극기가 완전히 접촉되었는지에 대한 확인이 미흡하여 추후 연구에서는 이 부분을 수정 보완하여 경 두 개 직류자극 장치와병행한 다양한 연구가 진행되어야 할 것입니다.

V. 결 론

이 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 신경가소성을 바탕으로 효과적인 보행 훈련에서 tDCS가 미치는 영향을 알아보기 위하여 tDCS 보행군, tDCS(sham) 보행군, 일반 보행군으로 실시하였다. 42명의 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 6주간 주5회 30분간 보행과 병행하여 tDCS를 적용하였으며, GAITRite System을 사용하여 tDCS가 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 시간적 보행변수인 보장시간, 보행주기, 한쪽다리 지지기, 양쪽다리 지지기, 흔들기, 디딤기, 보행속도, 분속수의 변화를 비교 분석하여 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 보행주기, 속도, 분속수를 효과적으로 증가시키는 것으로 나타났다. 결과적으로 tDCS는 뇌졸중환자의 시간적 보행능력의 향상에 효과적인 영향을 미치며, 특히 보행의 보행 주기, 보행 속도, 분속수를 효과적으로 증진 시키는 방법이라 생각된다.

참고문헌

- 건강보험심사평가원. (2018). 2017년 건강보험 통계 연보. 건강보험심사 평가원. <http://www.mohw.go.kr/>
 국가통계포털 KOSIS. (2019). 통계포. 뇌졸중 환자 수(성별, 연령별, 월별).
 박지원, 김상우, 이병희. 뇌졸중 환자의 신체기능, 균형, 인지 관계에서 재활동기의 조절효과에 관한 연구. 대한물

- 리치료과학회지. 2020;27(2):13-24.
- 송현승. 만성 뇌졸중에서 과제지향 훈련 시 tDCS가 하지 근활성 및 보행에 미치는 영향. 동신 대학교 대학원 석사학위 논문; 2011.
- 이동건, 안승현, 이규창. 만성 뇌졸중 환자의 지역사회 보행 수준 구별을 위한 일어나 걸어가기 검사, 8자 모양 경로 보행 검사, 네 막대 스텝 검사, 스텝 검사의 변별력과 예측 타당도. 대한물리치료과학회지. 2020;27(2):25-35.
- Almeida QJ, Haseel Bhatt H. A Manipulation of Visual Feedback during Gait Training in Parkinson's Disease. *Clinical Study Open Access* 2012; Article ID 508720.
- Andrade SM, Ferreira JJDA., Rufino TS, et al. Effects of different montages of trans cranial direct current stimulation on the risk of falls and lower limb function after stroke. *Neurological research*. 2017;39(12):1037-43.
- Atsushi M, Kazu A, Tadimitsu M, et al. Effects of transcranial direct current stimulation over the supplementary motor area body weight-supported treadmill gait training in hemiparetic patients after stroke. *Neuroscience Letters*. 2018;662:302-5.
- Barbeau H, Visintin M. Optimal outcomes obtained with body weight support combined with treadmill training in stroke subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(10):1458-65.
- Bolzoni F, Bruttini C, Esposti R, et al. Transcranial direct current stimulation of SMA modulates anticipatory postural adjustments without affecting the primary movement. *Behavioural Brain Research*. 2015;291:407-13.
- Dijkerman HC, Ietswarrt M, Johnston M. Does motor imagery training improve hand function in chronic stroke patient? A pilot study. *Clinical Rehabilitation*. 2004;18(5):538-49.
- Dumel G, Bourassa ME, Desjardins M, et al. Multisession Anodal tDCS Protocol Improves Motor System Function in an Aging Population. *Neural Plast*; 2016. Article ID:5961362.
- Furubayashi T, Terao Y, Arai NGandiga PC, et al. Short and long duration transcranial direct current stimulation (tDCS) over the human hand motor area. *Exp Brain Res*. 2008;185(2):279-86.
- Geroïn C, Picelli A, Munari D, et al. Combined transcranial direct current stimulation and robot assist gait training in patients with chronic stroke: a preliminary comparison. *Clin Rehabil*. 2011;25(6):537-48.
- Jarvis HL, Brow SJ, Price M, et al. Return to employment after stroke in young adults: how important is the speed and energy cost of walking? *Stroke*. 2019;50(11):3198-204.
- Kao CC, Chiu HL, Liu D, et al. Effect of interactive cognitive motor training on gait and balance among older adults: A randomized controlled trial. *Int J Nurs Stud*. 2018;82:121-8.
- Kuys SS, Brauer SG, Ada L. Test-retest reliability of the GAITRite system in people with stroke undergoing rehabilitation. *Disabil Rehabil*. 2011;33(19-20):1848-53.
- Lindenberg R, Renga V, Zhu LL, et al. Bihemispheric brain stimulation facilitates motor recovery in chronic stroke patients. *Neurology*. 2010;75(24):2176-84.
- Lindblom S, Ytterberg C, Elf M, et al. Perceptive dialogue for linking stake holders and units during care transitions: A qualitative study of people with stroke, significant others and healthcare professionals in Sweden. *Int J Integr Care*. 2020;20(1):1-11.
- Maaijwee N, Rutten-Jacobs LC, Schaapsmeeders P, et al. Ischaemic stroke in young adults: Risk factors and long-term consequences. *Nature Reviews Neurology*. 2014;10(6):315-25.

- Nitsche MA, G Cohen LG, Wassermann EM, et al. Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimul.* 2008;1(3):206-23.
- Peurala SH, Titianova EB, Plamen Mateev P, et al. Gait characteristics after gait-oriented rehabilitation in chronic stroke. *Restor Neurol Neurosci.* 2005;23(2):57-65.
- Poreisz C, Boros K, Antal A, et al. Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. *Brain Res Bull.* 2007;72(4-6):208-14.
- Sawaki L, Wu CW, Kaelin-Lang A, et al. Effects of somatosensory stimulation on use-dependent plasticity in chronic stroke. *Stroke.* 2006;37(1):246-7.
- Tanaka S, Hanakawa T, Honda M, et al. Enhancement of pinch force in the lower leg by anodal transcranial direct current stimulation. *Exp Brain Res.* 2009;196(3):459-65.
- Tanaka S, Takeda K, Otaka Y, et al. Single session of transcranial direct current stimulation transiently increases knee extensor force in patients with hemiparetic stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2011;25(6):565-9.
- Valentino F, Cosentino G, Brighina F, et al. Transcranial direct current stimulation for treatment of freezing of gait: a cross-over study. *Mov Disord.* 2014;29(8):1064-9.
- Van Uden CJ, Besser MP. Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite). *BMC Musculoskelet Disord* 2004;17(5):13.
- Virani SS, Alonso A, Aparicio HJ, et al. Heart disease and stroke statistics—2021 update: A report from the American Heart Association. *Circulation.* 2021;143(8):e254-e743.
- Wade S, and Hammond G. "Anodal transcranial direct current stimulation over premotor cortex facilitates observational learning of a motor sequence" *Cognitive Neuroscience.* 2015;10(12):1597-602.
- Zandvliet SB, Meskers CGM, Kwakkel G, et al. Short-Term Effects of Cerebellar tDCS on Standing Balance Performance in Patients with Chronic Stroke and Healthy Age-Matched Elderly. *Cerebellum.* 2018;17(5):575-89.
-