

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2020. 09. Vol. 27, No.2, pp. 63-79

뇌졸중환자에게 적용된 트레드밀훈련의 효과 및 방법에 대한 체계적 고찰

김정자 · 이종원

중앙보훈병원 재활의학과

A Systematic review of effects and methods of treadmill training applied to stroke patients

Jeong Ja Kim, M.Ed., P.T. · Jong Won Lee, M.Sc., L.L.M., P.T.

Dept. of Rehabilitation Medicine, Veterans Health Service Medical Center, Republic of Korea

Abstract

Background: A physical therapy is required to restore motor function of stroke patients, especially gait function improvement is very important to them.

Design: Systemic review.

Methods: The purpose of this study is to provide objective evidence for the effectiveness of the treadmill training method applied to stroke patients. The literature search for a systematic review was performed on domestic data published from 2010 to 2020 at KISS, RISS, and DBpia.

Results: 40 papers meeting the inclusion/exclusion criteria were finally selected. Data analysis was performed according to the research type, intervention method and process, measurement variables, and the risk of bias assessment was conducted as quality evaluation.

Conclusion: Various training methods have been suggested and proved that treadmill intervention is an effective method for improving gait and balance. As the goal of rehabilitation for stroke patients is to improve walking and balance, we expect continuous clinical research to continue to establish a more systematic training program and present a new paradigm.

Key words: Stroke, hemiplegia, treadmill

© 2020 by the Korean Physical Therapy Science

교신저자: 이종원

주소: 서울 강동구 진향도로61길 53 (둔촌동, 중앙보훈병원) 재활센터, 전화: 02-2225-1776, E-mail: hosori@bohun.or.kr

I. 서론

뇌졸중은 매년 약 105,000명이 새로 발생하며, 19세 이상 한국성인의 유병률은 1.71%로 추정된다(Kim 등, 2019). 뇌졸중은 경색으로 설명되는 허혈성 뇌졸중과 주로 고혈압과 혈관기형으로 발생하는 출혈성 뇌졸중으로 나뉘게 되며, 신체적 (운동 장애, 실어증, 감각 장애), 정신-지적 (인지장애, 우울증), 기능적(활동 제한) 후유증을 겪게 된다(Broussy 등, 2019; Knight-Greenfield 등, 2019).

뇌졸중 이후의 근력약화, 손상된 선택적 운동조절, 경직 및 고유수용성감각이상 등은 정상적인 보행을 방해하게 되어(Balaban과 Tok, 2014), 분속수의 감소, 마비측의 연장된 유각기, 비마비측의 연장된 입각기, 보장의 비대칭성 등의 독특한 시공간패턴이 나타나게 되며, 보행속도 역시 영향을 받는다(Wang et al, 2020). 자율성과 삶의 질을 나타내는 중요한 지표인 독립적인 걷기는 일상 생활에서 독립 수준을 결정할 뿐만 아니라 전반적인 건강에도 영향을 미치기 때문에, 뇌졸중환자에게 나타나는 특징적인 형태인 편마비성 보행과 같은 보행능력의 저하는 환자들에게 기능적인 제한 뿐 아니라 낙상의 위험성을 높이게 된다(Wei et al, 2019). 따라서, 뇌졸중 재활의 주요 목표 중 하나인 보행 장애를 개선하기 위해 균형과 보행능력을 향상시킬 수 있는 재활 중재가 조기에 이루어져야 한다(Selves 등, 2020).

뇌졸중 환자의 보행 장애를 개선하기 위해서 전통적으로 보바스의 신경발달치료, 고유수용성신경근 촉진법 등이 시행되며(Beyaert 등, 2015), 트레드밀을 이용한 방법과 로봇보조치료나 기능적 전기 자극을 이용한 방법, 그리고 가상현실 및 지역사회 보행훈련 등 다양한 치료적 방법들이 제시되고 있다(지상구와 차현규, 2013; 노정석, 2017; Jaqueline da Cunha 등, 2020; Selves 등, 2020; Shim 등, 2020). 특히, 트레드밀을 이용한 방법은 뇌졸중 환자의 보행훈련에 광범위하게 이용되고 있다.

트레드밀 걷기훈련은 여러 번의 반복으로 완전한 보행주기를 연습할 수 있는 기회를 제공함과 동시에 대칭성을 향상시킬 수 있는 방법으로, Hesse 등(1994)은 체간의 안정성을 높이고 평형반사의 요구를 줄여 복잡한 걷기 동작을 향상시킬 수 있는 체중지지 트레드밀 훈련을 통해 뇌졸중환자들의 보행패턴이 회복되었다고 하였다. 체중지지 트레드밀 훈련은 일반적인 트레드밀 훈련보다 균형능력과 보행능력을 회복시키는데 더 좋은 결과를 얻었으며, 지상에서의 보행속도와 하지 운동회복에 더 효과적인 방법으로(Visintin 등, 1998), Lura 등 (2019)은 전통적인 지상에서의 보행훈련과 비교한 연구에서 체중지지 트레드밀 훈련의 직접적인 잇점이 뚜렷하지는 않지만, 낙상에 대한 두려움을 줄이고 반복적으로 연습할 수 있는 안전한 환경을 제공할 수 있기 때문에 여전히 선호된다고 하였다.

체계적 문헌고찰은 특정 연구 질문에 답하기 위해 관련연구들을 사전에 정해진 선정기준에 따라 식별, 선택하고 과학적인 방법론을 사용하여 결과를 요약하는 연구 방법이다(김수영 외, 2011; Harris 등, 2014). 뇌졸중환자에 대한 트레드밀 중재훈련의 효과나 보행에서의 영향을 체계적으로 살펴본 논문들은 많았던 반면에, 다양하게 시도된 트레드밀 중재방법에 대해 구체적으로 진술한 연구는 상대적으로 적게 보고되고 있다. 특히, 국내논문만을 대상으로 살펴본 경우는 매우 적어, 국내에서 진행된 트레드밀 훈련의 구체적인 중재방법과 그 효과에 대해 체계적으로 살펴볼 필요성이 높아진다. 본 연구에서는 뇌졸중환자에게 적용되는 트레드밀훈련의 효과에 대한 객관적인 근거를 제공하고 구체적인 중재방법을 알아보고자 국내에 보고된 트레드밀 훈련중재방법에 대해 체계적 문헌고찰을 통해 살펴보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 뇌졸중환자에 대한 트레드밀 중재방법의 임상적 효과성에 대해 보고한 국내연구들 중에서 무작위배정 비교임상시험연구와 비무작위배정 비교임상시험연구, 단일군 사전사후임상비교시험연구를 포함시켰다. 연구목적에 맞는 핵심질문은 PICO-SD(P=Patients or Population or Problem; I=Intervention or Exposure; C=Comparison or Control; O=Outcomes; S=Study Design)의 기준에 따라 구체화하였다(그림 1).



그림 1. 체계적 문헌고찰 연구과정 흐름도

2. 분석과정

1) 문헌검색

문헌검색은 한국학술정보(KISS), 한국교육학술정보원(RISS), DBpia와 같은 전자 데이터베이스에서 뇌졸중 이후 트레드밀운동에 대한 효과를 보고한 논문을 검색하였다. 전체적인 검색 전략은 각 데이터베이스의 검색어에 뇌졸중, 중풍, 편마비, 트레드밀을 주제로 넣고, 기간은 2010년부터 2020년으로 설정하였으며, 언어는 한국어를 선택하였다. 체계적 고찰을 위한 검색에서 PICO-SD 가운데 Patient(P)와 Intervention(I), 그리고 Study Design(SD)를 교집합(AND)으로 묶어서 검색하였으며, Comparison(C), Outcomes(O)은 특별히 필요하지 않은 경우에 검색어에 포함시키지 않아 본 연구에서는 PISD만을 이용하여 검색하였다(김수영 등, 2011).

2) 문헌선택과 문헌분류

문헌선택은 검색된 총 183편의 논문 중에서 자료분석을 할 최종 연구를 생성하기 위해 포함 및 제외 기준을 적용하는 단계별 프로세스는 문헌선택흐름도(PRISMA flowchart)를 이용하였다(그림 2). 검색된 논문 중에서 명백

하게 맞지 않는 연구제목을 제외시키기 위한 초기 스크리닝을 수행하여 152편을 선택하였다. 선택과정에서 중복된 논문은 제외하였으며, 논문제목과 초록을 확인하여 1차로 선별된 논문 중 전문을 확보하여 2차로 선택하였으며, 두 과정은 독립적으로 수행되었다.

문헌분류는 선별과정에서 다음의 기준을 적용하였다. 출판연도는 2010년부터 2020년까지 출판된 전문(full-text) 보고서로, 양적연구와 실험연구가 포함되는 원저(original)를 포함하였다. 이렇게 1차로 선별된 논문들을 다음의 기준으로 배제한다. 동물을 대상으로 진행된 연구, 고찰연구, 사례연구, 예비연구, 학위논문은 제외하였다. 2차로 선별된 53편의 논문은 한 연구자가 추출을 하고 다른 연구자가 검토하는 방식으로 진행되었으며, 불일치된 결과를 얻은 자료는 원 논문을 확인하고 연구자간 토의를 거쳐 전원의 동의를 구하여 해결하였다. 선별된 논문 중 연구자 전원의 동의를 구하여, 최종적으로 40편이 선정되었다.

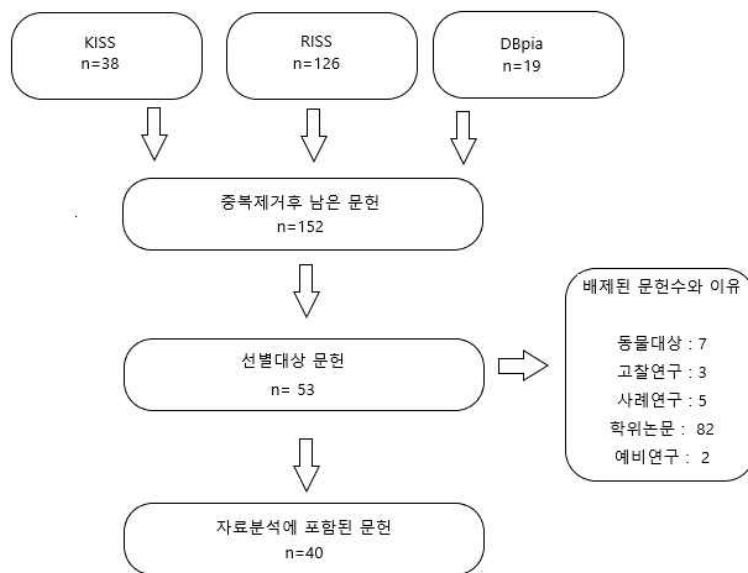


그림 2. 문헌선택흐름도(PRISMA flowchart)

3) 자료추출과 문헌의 비뚤림 위험 평가

최종적으로 선정된 40편의 논문으로 자료를 추출하였으며, 포함된 요소로는 연구정보(저자와 출판년도), 연구설계 유형, 집단별 참여자 수, 중재방법 및 과정, 측정변인 그리고 연구결과가 있다<표 1>.

문헌의 질평가로 알려져 있는 선택된 문헌에 대한 비뚤림 위험 평가는 Cochrane's Risk of Bias tool를 사용하였다<표 2>. 평가는 두 명의 검토자가 독립적으로 시행하였으며, 충분한 논의 후에도 두 연구자가 합의를 이루지 못했을 때에는 제 3자가 개입하여 다수결로 결정하였다.

III. 연구결과

본 연구에서는 선별된 53편의 논문 중, 실험군의 중재방법으로 트레드밀을 선택하지 않은 논문을 제외하여 총 40편을 최종선정 하였다.

표 1. 연구들의 특징

제1저자 (년도)	연구 설계	연구 집단별 참여자수	중재명/방법	중재과정	측정변인	결과
김영환 (2010)	3	실험A군(10) 실험B군(9)	트레드밀	주3~4회(50분) 12주	일상생활체력 균형능력 10m보행능력 TUG BBS 동적균형	저항운동과 유산소운동이 편마비장애인의 일상생활체력과 균형능력 개선에 효과적이다 트레드밀과 에르고미터전자훈련은 뇌졸중환자의 보행과 균형능력을 향상시켰지만 그룹간 차이는 없었다
김창숙 외 (2010)	1,3	실험군(22) 대조군(20)	트레드밀	주3회(30분) 6주	10m보행능력 TUG BBS 동적균형	트레드밀과 에르고미터전자훈련은 뇌졸중환자의 보행과 균형능력을 향상시켰지만 그룹간 차이는 없었다
이병희 외 (2010)	1,3	실험군(29) 대조군(28)	증강현실 + 트레드밀	1회(10분)	동적균형 시공간적보행능력	증강현실 기반 트레드밀 보행 훈련이 일반적인 트레드밀 보행 훈련 보다 보행속도, 분속수, 보장, 활보장의 증진에 효과적이다
김유신 외 (2011)	1,3	실험A군(5) 실험B군(5)	트레드밀	주3회(80분) 14주 (6주+4주(휴식)+6주)	동속성근력 :무릎의 근력	오르막 보행훈련 그룹보다 내리막 보행훈련 그룹에서 동속성근이 향상되어 보행훈련 효과가 더 크게 나타났다
김지선 외 (2011)	1,3	실험군(7) 대조군(6)	수중 트레드밀	1회(30분)	10m보행속도검사 TUG 정적균형	수중트레드밀군이 10m보행속도검사와 일어나걸어가기검사에서 유의한 향상을 보였다
박미애 (2011)	1,3	실험A군(18) 실험B군(18)	체중지지 트레드밀 /전후 보행	주3회(50분) 4주	TUG 보행능력검사 균형능력검사 일상생활동작검사 슬관절 최대근력	체중지지 트레드밀에서 harness와 기능적 전기자극을 이용한 후방과 전방보행 훈련은 편마비 환자의 TUG, 보행능력, 균형능력, 일상생활동작 및 슬관절 최대근력에 효과가 있었으나 그룹간 차이는 없었다
박석우 외 (2011)	1,3	실험군(10) 대조군(10)	수중 트레드밀	주2회(30분) 4주	시간적보행능력 공간적보행능력 보행평가 (속도, 보폭, Cadence) TUG 기능적 보행평가	수중트레드밀훈련이 편마비 환자의 보행속도, 분속수, 보장, 활보장을 증가시킨다
우영근 외 (2011)	3	실험군(10) 대조군(10)	리듬청각자극 + 트레드밀	주3회(25분) 8주	보행평가 (속도, 보폭, Cadence) TUG 기능적 보행평가	트레드밀에서 리듬청각자극을 이용한 훈련군이 일반적인 훈련군에 비해 분속수, TUG의 향상이 더 크게 나타났다

*1=무작위배정; 2=단일군; 3=사전사후비교

**TUG=Time Up and Go; BBS=Berg Balance Scale; LOS=Limit of Stability; F8W 검사=Figure of Eight Walking Test; FSST=Four Square Step Test; FGA=Functional Gait Assessment; FMA(하지)=Fugl-Meyer Assessment Lower Extremity; TENS=Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; FES=Functional Electrical Stimulation

표 1. 연구들의 특징 (계속)

제1저자 (년도)	연구 설계	집단별 참여자수	중재명/방법	중재과정	측정변인	결과
이승원 외 (2011)	1,3	실험A군(9) 실험B군(9) 대조군(8)	체중지지 트레드밀	주5회(30분) 6주	정적균형 능력 (기능적팔뚝기검사, 체중 지지율) 동적균형 능력 (TUG) 보행 능력 10m보행속도검사	하지 무게부하 트레드밀 보행훈련이 무부하군에 비하여 정적균형과 동적균형, 보행 능력을 향상시켰다. 특히, 환측무게부하군은 체중지지율을, 건측무게부하군은 보행 능력을 향상시켰다
이연섭 외 (2011)	1,3	실험군(10) 대조군(10)	넘어짐예방운동 + 트레드밀	1일1회(30분) 4주	TUG 6분걸기검사 지역사회보장검사 BBS 10m보행속도 검사	넘어짐 예방활동을 병행한 현수트레드밀 보행훈련이 지면 보행훈련보다 효과적이다.
이진상 외 (2011)	1,3	실험군(8) 대조군(8)	빠른 속도 트레드밀	주4-5회(25분) 4주 1일 2회	10m보행속도 검사 6분 걸기 검사 지역사회보행검사 TUG BBS	빠른 속도로 트레드밀 보행훈련을 실시한 군이 대조군에 비해 10m보행속도검사, 6분 보행검사, 지역사회보행검사의 향상률이 유의하게 증가하였다
최원재 외 (2011)	1,3	실험군(19) 대조군(18)	인지운동 + 트레드밀 /창각적 되먹임	주3회(15분) 4주	활동특정균형자신감척도 보행능력검사 신추적검사 스트랩검사 근육활성도 (넘다리골은근, 넘다리두갈래근, 앞장강근, 장딴지근)	트레드밀위에서 이중과제를 한 실험군이 시간적/ 공간적 보행능력과 집중력에서 유의한 향상이 있었으나, 그룹간 유의한 차이는 없었다.
김신균 (2012)	1,3	실험A군(12) 실험B군(10) 대조군(10)	경사 트레드밀	주3회(30분) 6주	보행속도검사 동적균형검사 보행지구력검사	5°트레드밀 보행훈련과 10°트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 하지근육 활성화에 효과적이다
방대혁 외 (2012)	1,3	실험군(7) 대조군(7)	인지운동 + 트레드밀	주5회(30분) 4주		이중과제훈련군의 동작균형이 대조군보다 유의하게 증가하였다

*1= 무작위배정; 2=단일군; 3=사전사후비교

**TUG= Time Up and Go; BBS=Berg Balance Scale; LOS=Limit of Stability; F8W 검사=Figure of Eight Walking Test; FSST=Four Square Step Test; FGA=Functional Gait Assessment; FMA(하지)=Fugl-Meyer Assessment Lower Extremity; TENS=Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; FES=Functional Electrical Stimulation

표 1. 연구들의 특징 (계속)

제1저자 (년도)	연구 설계	집단별 참여자수	중재명/방법	중재과정	측정변인	결과
김남수 외 (2013)	3	실험A군(12) 실험B군(12)	트레드밀	주3회(50분) 12주	보행검사 활동체력	탄력밴드운동과 트레드밀 보행훈련으로 보행속도와 보폭이 증가하고 활동체력이 개선되었다
남석현 외 (2013)	1,3	실험A군(13) 실험B군(13) 대조군(13)	손잡이 + 트레드밀 / 앞, 옆	주5회 (30분) 8주	균형능력 TUG	손잡이를 잡고 훈련한 방법이 대조군에 비해 균형능력과 보행능력에 효과적이며, 특히 옆에 있는 손잡이를 잡고 훈련하였을 때 더 좋은 결과를 얻었다
서명구 외 (2013)	1, 3	실험A군(13) 실험B군(13) 대조군(13)	퍼드백 트레드밀 /겨울	주5회(30분) 8주	보행속도 활보장 보장대칭성 FMA (하지) TUG LOS	겨울과 테일을 이용한 트레드밀훈련군이 겨울을 이용한 훈련군과 일반트레드밀훈련군보다 보장 대칭성과 TUG에서 유의한 향상이 있었다
정연규 외 (2013)	1,3	실험군(15) 대조군(14)	장애물 트레드밀	주3회(30분) 4주	10 m 보행검사 6분 보행 검사 BBS TUG 균형자신감척도 보행능력 설문지	트레드밀의 장애물 보행훈련이 보행지구력, 균형능력, 기능적이동성에서 더 유의하게 향상되었다
조완주 외 (2013)	1, 3	실험A군(9) 실험B군(10)	트레드밀	주4회(40분) 8주	신체조성 일상생활체력 염증지표 보행변수	편마비 환자들의 규칙적인 운동은 일상생활체력 증진과 염증지표 개선에 긍정적이나 그틈간 차이는 없었다
하귀현 외 (2013)	1,3	실험군(24)	리듬경각자극 + 트레드밀	1회(5분)	(활보장, 활보시간, 비마비측 보장 보시간, 마비측 보장 보시간, 분속수)	양측리듬경각자극을 이용한 트레드밀보행이 시공간적보행변수를 유의하게 향상시켰다

*1= 무작위배정; 2=단일군; 3=사전사후비교

**TUG= Time Up and Go; BBS=Berg Balance Scale; LOS=Limit of Stability; F8W 검사=Figure of Eight Walking Test; FSST=Four Square Step Test; FGA=Functional Gait Assessment; FMA(하지)=Fugl-Meyer Assessment Lower Extremity; TENS=Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; FES=Functional Electrical Stimulation

표 1. 연구들의 특징 (계속)

제1저자 (년도)	연구 설계	집단별 참여자수	중재명/방법	중재과정	측정변인	결과
김태우 외 (2014)	1,3	실험군(15) 대조군(13)	측방보행 트레드밀 /시각차단	주3회(20분) 4주	보행평가 5회앉고일어서기 TUG 7항목 BBS 3수준	시각차단군이 대조군보다 마비측 체중지지 시간 향상과 비마비측 체중지지 시간 감소를 가져오는 등, 트레드밀 측방보행시 시각차단으로 균형능력과 보행능력이 향상되었다
신효섭 외 (2014)	1,3	실험군(11) 대조군(11)	경사 트레드밀	주5회(20분) 4주	10m보행속도 검사 TUG 근긴장도	10°경사 트레드밀에서의 훈련이 발바닥굽힘근 경직을 감소시키며, 보행능력을 증진시키는데 효과적이다
오복균 외 (2014)	3	실험군(11) 대조군(11)	음향 + 트레드밀	주5회(30분) 6주	10m 보행검사 20m 걸음 수 검사 위스콘신 보행 평가	빠른 템포 음향을 가미한 트레드밀 보행훈련이 대조군보다 보행 속도를 증가시켰다
이형수 (2014)	1,3	실험군(10) 대조군(10)	속도증진 트레드밀	주3회(20분) 8주	gait cycle gait symmetry foot pressure	점진적인 속도 증진훈련은 정상보행패턴, 보행대칭성, 마비측 지지의 연장 등의 보행능력 향상에 효과적이다
진광열 외 (2014)	1,3	실험A군(10) 실험B군(10) 대조군(9)	진기자극 + 속도증진 트레드밀	주5회(20분) 2주	보행검사 BBS 정적균형검사	기능적 전기 자극을 병행한 점진적 속도 트레드밀 훈련이 보행능력과 균형능력을 향상시키는데 효과적이다
김창영 외 (2015)	1,3	실험군(15) 대조군(15)	피드백 트레드밀	주5회(30분) 6주	보행 능력 BBS 기능적팔뻐기검사	시청각바이오피드백을 이용한 트레드밀보행훈련이 보행속도를 향상시켰지만 그룹간 차이는 없었다
친성규 외 (2015)	1,3	실험A군(20) 실험B군(20)	피드백 트레드밀	주3회(30분) 8주	보행시간적요소 (분속수, 활보장 시간, 보장 시간, 보폭, 활보장 길이, 보장 길이, 임각기) 10m보행속도검사	거울 및 피드백 보행 훈련군이 피드백 보행훈련군보다 분속수, 보장시간, 보폭, 활보장길이, 보장 길이, 10m보행속도검사에서 더 유의하게 향상되었다

*1= 무작위배정; 2=단일군; 3=사전사후비교

**TUG= Time Up and Go; BBS=Berg Balance Scale; LOS=Limit of Stability; F8W 검사=Figure of Eight Walking Test; FSST=Four Square Step Test; FGA=Functional Gait Assessment; FMA(하지)=Fugl-Meyer Assessment Lower Extremity; TENS=Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; FES=Functional Electrical Stimulation

표 1. 연구들의 특징 (계속)

제1저자 (년도)	연구 설계	연구 집단별 참여자수	중재명/방법	중재과정	추정변인	결과
김기관 외 (2016)	1,3	실험군(11) 대조군(12)	암박벨트 + 트레드밀	주3회(30분) 6주	기능적팔뻐기검사 TUG 10m 걷기 검사 Biodex gait trainer 2 낙상효능감척도	복부암박벨트 착용 후 시행한 트레드밀 훈련이 환측보폭과 체중지지율에서 일반트레드밀 훈련보다 효과적이다
박성훈 외 (2016)	1,3	실험군(11) 대조군(10)	무작위 속도 트레드밀	주5회(20분) 6주	호흡 기능 측정 (노력성폐활량, 1초간노력성호기량, 최대수의작환기량)	무작위 속도 변화 트레드밀 보행훈련이 지속적인 일정 속도의 트레드밀보행훈련보다 뇌졸중 환자의 폐기능 향상에 더 효과적이다
오영섭 (2016)	1,3	실험군(15) 대조군(15)	경사 트레드밀 /후방보행	주5회(20분) 4주	F8W 검사 FSST FGA 시공간적보행변수	경사트레드밀에서의 후방보행이 전방보행에 비해 보행향상에 더 효과적이다
김지선 외 (2017)	1,3	실험군(6) 대조군(5)	피드백 트레드밀	주5회(30분) 4주	TUG BBS Biodex 균형 검사	시각적 피드백 트레드밀 보행 훈련군이 대조군보다 전방 기능적 팔뻐기검사와 측방 기능적팔뻐기검사에서 유의한 향상을 보였다
박지용 외 (2017)	1,3	실험군(15) 대조군(15)	트레드밀 / Functional Training System	주5회(50분) 4주	보행속도 보행지구력 동적 균형능력 정적 균형능력 균형검사	기능적훈련시스템을 이용한 트레드밀 보행훈련이 보행속도와 지구력, 균형능력 개선에 더 효과적이다
김성철 외 (2018)	1,3	실험군(8) 대조군(8)	체중지지 트레드밀	주5회(40분) 4주	(Foot print, Romberg test, LOS) BBS 6분 보행검사	일반 트레드밀 훈련이 정적균형에 효과적인 반면, 체중지지 트레드밀 훈련은 동적균형에 더 효과적이었다.

*1= 무작위배정; 2=단일군; 3=사전사후비교

**TUG= Time Up and Go; BBS=Berg Balance Scale; LOS=Limit of Stability; F8W 검사=Figure of Eight Walking Test; FSST=Four Square Step Test; FGA=Functional Gait Assessment; FMA(하-지)=Fugl-Meyer Assessment Lower Extremity; TENS=Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; FES=Functional Electrical Stimulation

표 1. 연구들의 특징 (계속)

제1저자 (년도)	연구 설계	집단별 참여자수	중재명/방법	중재과정	측정변인	결과
박진 외 (2018)	1,3	실험군(10) 대조군(11)	피드백 트레드밀 /리듬청각자극	주5회(30분) 3주	보행평가	시각적 피드백과 리듬청각자극을 함께 적용한 트레드밀 보행훈련이 리듬청각자극만을 준 대조군보다 마비측보장과 보행의 대칭성이 향상되는 등 시공간적 보행변수 향상에 더 효과적이다
윤의섭 (2018)	1,3	실험군(10) 대조군(10)	수중 트레드밀 /발목키프	주3회(30분) 6주	10m 보행 검사 시공간적보행 능력 TUG BBS 기능적팔뻓기 검사	발목에 키프를 착용하고 수중트레드밀훈련을 한 실험군이 10 m보행검사, 일어나 걸어가기검사, 기능적팔뻓기검사에서 대조군에 비해 더 향상되었다
이지은 외 (2019a)	1,3	실험A군(7) 실험B군(7) 대조군(7)	장애물 트레드밀	주3회(20분) 8주	관절각도 (영동관절, 무릎관절, 발목관절)	장애물넘기 트레드밀보행훈련은 다리관절의 굽힘과 폼의 움직임을 향상시키는 데 효과적이다
이지은 외 (2019b)	1,3	실험A군(7) 실험B군(7) 대조군(7)	장애물 트레드밀	주3회(20분) 8주	시간적 보행 요인 공간적 보행 요인	장애물넘기 트레드밀보행 훈련은 한걸음 길이, 한발짝 길이, 디딤기 비율 및 흔들기비율 개선에 보다 효과적이다
이지은 외 (2019c)	1,3	실험A군(7) 실험B군(7) 대조군(7)	장애물 트레드밀	주3회(20분) 8주	정적균형능력 동적균형능력 (BBS) TUG	트레드밀보행훈련이 정적/동적 균형 능력을 개선시키며, 특히 장애물넘기 트레드밀보행 훈련이 더 효과적이다
이동률 (2020)	2,3	단일군(10)	피드백 트레드밀 /가상현실, 힘판	주5회(30분) 5주	관절각 근활성도 균형능력 시공간보행 삶의질	가상현실과 힘판을 통한 시각적 피드임 트레드밀 보행훈련으로 발등굽힘각, 다리 근육의 근 활성화, 동적균형, 보행능력 및 삶의 질이 개선되었다
이문수 외 (2020)	1,3	실험군(10) 대조군(10)	진기자극 +트레드밀	주4회(30분) 5주	근긴장도 동/정적 균형능력 보행분석	TENS 적용 후 FES를 병행한 트레드밀 보행 훈련은 정적 균형 능력 향상과 보행능력을 개선시켰다

*1= 무작위배정; 2=단일군; 3=사전사후비교

**TUG= Time Up and Go; BBS=Berg Balance Scale; LOS=Limit of Stability; F8W 검사=Figure of Eight Walking Test; FSST=Four Square Step Test; FGA=Functional Gait Assessment; FMA(하-지)=Fugl-Meyer Assessment Lower Extremity; TENS=Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; FES=Functional Electrical Stimulation

표 2. ROB(Risk of Bias) 평가결과

	무작위 배정순서 생성	배정순서 은폐	연구참여자 / 연구자에 대한 눈가림	결과평가에 대한 눈가림	불충분한 결과자료	선택적 보고
김영환 (2010)	-	-	+	?	-	+
김창숙 외 (2010)	?	?	+	?	+	+
이병희 외 (2010)	?	?	?	?	+	+
김유신 외 (2011)	?	?	?	?	+	+
김지선 외 (2011)	?	?	?	?	+	+
박미애 (2011)	?	?	+	-	+	+
박석우 외 (2011)	?	?	-	?	-	+
우영근 외 (2011)	?	?	?	-	+	+
이승원 외 (2011)	+	+	+	+	-	+
이연섭 외 (2011)	?	?	?	?	+	
이진상 외 (2011)	+	+	?	?	-	+
최원재 외 (2011)	+	+	?	?	-	+
김신균 (2012)	?	?	?	?	-	+
방대혁 외 (2012)	+	+	?	?	+	+
김남수 외 (2013)	?	?	?	+	+	+
남석현 외 (2013)	?	?	?	-	+	+
서명구 외 (2013)	?	?	+	+	-	+
정연규 외 (2013)	+	+	+	+	+	+
조완주 외 (2013)	?	?	+	-	-	+
하귀현 외 (2013)	+	+	+	+	+	+
김태우 외 (2014)	+	+	?	-	-	+
신효섭 외 (2014)	+	+	?	?	+	+
오복균 외 (2014)	+	+	?	?	+	+
이형수 (2014)	+	+	?	?	+	+
전광열 외 (2014)	+	+	?	?	+	+
김창영 외 (2015)	+	+	?	?	+	+
천성규 외 (2015)	+	+	?	+	-	+
김기관 외 (2016)	?	?	?	?	-	+

1. 연구 설계 유형에 따른 분류

선정된 논문의 연구 설계 유형을 살펴보면, 모두 사전사후 비교연구논문으로 무작위배정 35편(87.5%), 단일비교군 1편(2.5%), 비무작위배정 4편(10%)으로 구성되었다. 무작위배정 사전사후비교연구논문들에서는 무선탈당

의 방법으로 체비뽑기, 난수표, 무작위 추출 프로그램 등을 이용하여 치료군을 배정하였다. 대상자 할당에 대한 언급이 없는 경우, 비무작위배정 논문으로 분류하였다.

2. 중재방법에 따른 분류

선정된 논문의 중재방법을 살펴보면, 일반적인 트레드밀훈련 4편(10%), 체중지지 트레드밀훈련 3편(7.5%), 수중 트레드밀훈련 4편(10%), 경사 트레드밀훈련 3편(7.5%), 트레드밀 보행훈련과 추가적인 방법을 병행한 트레드밀 훈련 17편(42.5%), 장애물 트레드밀훈련 4편(10%), 기타 5편(12.5%)으로 나눌 수 있었다. 트레드밀보행훈련과 병행한 방법으로는 리듬청각자극이나 빠른 템포 음향과 같은 감각적 자극과 바이오피드백, 다양한 속도변화, 전기적 자극, 그리고 인지과제였다. 복부압박벨트착용과 손잡이 유무 및 위치에 따른 차이를 살펴본 연구 등은 기타로 분류하였다.

3. 중재과정에 따른 분류

선정된 논문의 중재과정을 살펴보면, 중재빈도와 중재기간으로 나누어 살펴볼 수 있었다. 중재빈도를 보면, 주 2회 1편(2.5%), 주 3회 15편(37.5%), 주 4회 3편(7.5%), 주 5회 15편(37.5%)으로 주 3회와 주 5회를 선택한 경우가 가장 많았으나, 1회의 중재과정 후 결과를 비교하거나 중재빈도를 특정하지 않은 논문도 있었다. 중재기간은 1회로 진행된 연구를 제외하고 2주에서 14주까지 다양하게 나타났으며, 4주 동안 진행된 논문이 13편(32.5%)으로 가장 많았다. 중재횟수는 1일 2회를 실시한 1편의 논문을 제외하고 1일 1회의 중재를 시행하였다.

4. 측정변인에 따른 분류

선정된 논문의 측정변인을 살펴보면, 보행관련 평가, 정적/동적균형기능 평가, 근 기능 평가, 운동기능 평가로 크게 나누어진다. 보행관련 능력은 보행분석기를 이용하여 보행속도, 분속수, 활보장폭, 하지지지율 등의 시공간적 보행변수를 측정하거나, TUG(Timed up and go), 6분 걷기검사, 10m 보행속도검사 등이 사용되었으며, 실제생활환경에서의 수행능력 평가를 위해 지역사회보행검사나 8자모양 경로보행검사를 이용하였다. 정적/동적균형기능은 BBS(Berg Balance Scale), 기능적 팔뚝기 검사, 안정성 한계, 롬버그 검사 등을 이용하여 평가하였다. 근전도, Fugl-Meyer Assessment(하지) 등을 통해 근육 활성화도와 관절각도, 근긴장도 등의 근기능 및 운동기능 평가가 이루어졌으며, 활동특정 균형자신감 척도와 같은 주관적 척도나 호흡기능, 염증지표, 그리고 집중력에 대한 스트룹 검사 등이 사용되었다.

IV. 고 찰

뇌졸중 이후에 환자는 근력 약화, 수의적 움직임 상실, 비대칭적 자세, 균형조절의 어려움, 그리고 보행능력 저하 등의 신체적 문제점이 발생하게 된다(Mizrachi 등, 2020). 뇌졸중 환자의 보행은 느린 보행속도와 마비측의 짧은 입각기와 상대적으로 긴 유각기, 비대칭적인 보행패턴, 비마비측의 짧아진 보장, 낮은 지구력 등으로 특징지어지며, 이로 인해 생긴 낙상에 대한 두려움으로 독립적인 이동이 더욱 어려워진다(Beyaert 등, 2015; Little 등, 2020). 따라서, 뇌졸중 환자의 재활에 있어 보행기능의 향상은 치료의 가장 중요한 목표가 된다.

보행능력의 개선에 있어 주요한 요소로는 보행속도와 거리, 그리고 균형반응 등이 있다. 보행분석기를 통해, 보행속도, 분속수, 보장, 활보장, 체중지지율 등의 보행의 시공간적 요인들을 분석하거나 보행능력과 보행지구력

을 측정하기 위해 10m 보행검사, 6분 걷기 검사, 일어나 걷기 검사(TUG) 등이 사용되었다(Campo 등, 2020). 기능적 팔뚝기 검사, 버그 균형척도(BBS), 안정성 한계, 롬버그 검사 등을 통해 정적/동적 균형능력을 평가하였으며, 근전도를 이용하여 근육 활성도를 측정하거나, 하지의 근기능 및 운동기능을 측정하기 위해 Fugl-Meyer Assessment(하지)를 사용하였다(Guzik 등, 2018).

뇌졸중 후 보행 기능 장애에 사용되는 재활 중재는 일반적으로 동일한 효과를 생성하지 않기 때문에 중재방법의 다양한 접근이 시도되고 있다. 그중에서도 보행속도와 거리, 균형능력을 개선하기 위한 중재방법으로 임상에서 흔히 사용되는 트레드밀 훈련방법은 마비측 하지의 체중지지시간을 늘리면서 다리의 협응운동을 촉진시켜 보행능력을 개선시키는 방법이다(Patterson 등, 2008). 많은 연구들에서 일반적인 트레드밀 훈련방법으로도 보행능력의 개선을 가져올 수 있지만, 현수장치를 이용한 체중지지 트레드밀방법, 수중에서 진행되는 트레드밀 방법, 속도를 점진적 혹은 일정하게 적용하는 방법, 경사도를 달리하거나 측방보행을 실시하는 방법, 전기적 자극이나 시각/청각 등의 감각적 자극을 병행하는 방법 등의 다양한 형태로 치료중재를 시도하여 보행기능의 차이를 살펴보고 그 효과성을 비교하고자 하였다(김성철과 허영구, 2018; 김신균, 2012; 박진 등, 2018; 윤의섭과 최종덕, 2018; 이문수와 이명모, 2020; 이진상과 오덕원, 2011).

뇌졸중 환자는 보행 시 마비측 하지에 적절한 체중부하를 하지 못해 무의식적으로 입각기를 단축시켜 보폭, 보행속도, 보행주기가 짧아지게 된다. 이에 대해, 반복적으로 마비측 하지로 체중지지를 유도하는 트레드밀 훈련방법은 환측 하지의 체중지지 능력 및 체중이동 능력을 향상시켜 보행의 대칭성을 향상시킨다. 일반적인 트레드밀 보행훈련은 보행속도와 분속수, 환측 보장에, 체중지지 트레드밀훈련은 버그균형척도와 안정성 한계의 개선을 통한 동적균형변수에 유의한 향상을 보여 균형 및 보행 능력 향상에 효과가 있음을 알 수 있었다(김성철과 허영구, 2018; 이승원과 이형석, 2011).

수중트레드밀 보행훈련은 환자가 제한된 깊이의 수중에서 일정한 속도로 정해진 시간 내에 구간을 반복하여 보행하도록 하는 훈련으로, 물의 부력으로 체중 부하를 감소시켜주어 체중지지 트레드밀훈련방법과 유사한 상황에서 보행훈련을 시행할 수 있다는 잇점이 있다. 편마비 환자의 마비측 고관절의 굴곡근과 신전근의 강화로 자세의 안정성 및 보행 입각기의 안정성이 증가되고, 보장 및 활보장의 증가를 가져옴으로써, 보행속도와 분속수를 증가시켜 보행능력의 향상에 도움이 되며, 발목에 수중 커프를 착용하여 원치 않은 사지 부양을 막은 상태로 수중 트레드밀 훈련을 하는 경우, 균형과 보행 능력에 더 좋은 영향을 미친다고 보고되었다(박석우와 송창호, 2011; 윤의섭과 최종덕, 2018).

신효섭과 최종덕(2014)은 일반 트레드밀훈련법과의 비교를 통해 10°경사를 준 트레드밀에서의 훈련이 뇌졸중 환자의 발바닥굽힘근의 경직을 감소시켜 보행능력의 유의한 향상을 가져왔다고 했으며, 이진상과 오덕원(2011)은 빠른 속도로 걷는 트레드밀 훈련방법이 감각피드백을 더욱 촉진시킬 뿐만 아니라, 보행 중 소모되는 에너지를 줄여 보행 지구력을 증진시킴으로써 보행기능을 더욱 향상시킨다고 보고하였다.

감각 피드백이란 본인이 수행한 결과와 그 원인이 되는 정보를 시각, 청각, 그리고 체감각 등으로 되받아 과제 수행의 오류를 수정하는 방법이다. 거울과 테잎을 이용하여 시각적 피드백을 같이 적용한 트레드밀 훈련이 보행 능력과 균형능력의 향상에 효과적이었으며(서명구 등, 2013), 시각적 피드백과 함께 컴퓨터용 메트로놈 프로그램을 이용한 리듬청각자극을 함께 적용한 연구에서는 보행속도와 마비측 보장, 그리고 보행의 대칭성이 향상되었다고 하였다(박진 등, 2018).

본 연구에서는 최근 10년간 국내에 보고되었던 뇌졸중환자의 보행 능력개선을 위한 중재방법으로 사용된 트레드밀 훈련에 대해 살펴봄으로써 다양한 적용방법을 구체적으로 소개하였다. 하지만, 다양하게 시도된 트레드밀 중재방법들간의 효과성을 비교하기 위한 통계적 유의성을 확인하지 못한 점과 국내의 실험논문만을 대상으로

한정한 제한점이 있다.

V. 결 론

본 연구는 트레드밀 훈련이 뇌졸중 환자에게 미치는 영향 및 효과를 알아보고 다양한 트레드밀 중재방법을 살펴보기 위해 국내 40편의 논문을 종합하여 체계적 문헌고찰을 실시하였다. 선정된 논문들에서 체중지지의 유무와 경사도 및 속도의 차이, 그리고 수중에서 이루어지거나 추가적인 감각적인 자극이나 전기적 자극이 주어지는 등 중재방법을 달리하여 뇌졸중 환자를 대상으로 한 트레드밀 훈련의 효과성을 확인하였다. 그 결과, 트레드밀 훈련이 뇌졸중환자의 보행속도 및 거리를 개선하고 균형능력을 증진시켰다는 객관적인 근거를 제공할 수 있었다. 재활의 주요 목표가 뇌졸중환자의 발병기간과 보행수준에 상관없이 보행능력 및 균형능력 향상에 있기 때문에, 추후에는 대상자와 중재과정에 대한 보다 효율적이고 표준화된 훈련프로그램을 구성하고 새로운 패러다임으로 전환할 수 있는 충분한 임상연구가 지속되기를 기대한다.

참고문헌

- 김기관, 최종덕. 트레드밀 훈련 시 복부압박벨트 착용이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형능력에 미치는 영향. 대한신경치료학회지 2016;20(2):1-6.
- 김남수, 김하영. 탄력밴드와 트레드밀 보행 훈련이 만성 편마비 환자의 보행능력과 활동체력에 미치는 효과. 한국체육과학회지 2013;22(6):1343-1355.
- 김성철, 허영구. 편마비 환자의 트레드밀과 체중지지의 트레드밀 훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지 2018;25(1):31-43.
- 김수영, 박지은, 서현주, 등. NECA 체계적 문헌고찰 매뉴얼. NECA 연구방법 시리즈: 2011. p.1-287.
- 김신균. 만성 뇌졸중 환자의 하지 근육의 활성화도에 트레드밀 경사도 훈련이 미치는 영향. 한국산학기술학회논문지 2012;13(1):220-226.
- 김유신, 김은정. 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 하지분절 등속성 근력에 미치는 영향. 한국웰니스학회지 2011;6(3):335-343.
- 김지선, 손양호, 황양배, 등. 뇌졸중 환자의 보행과 균형 기능에 대한 수중 트레드밀 보행 훈련의 효과. 한국신경근육재활학회지 2011;1(2):63-70.
- 김지선, 안진환, 이현희, 등. 만성뇌졸중 환자에 시각적 되먹임 트레드밀 보행 훈련이 보행과 균형 능력에 미치는 효과. PNF and Movement 2017;15(2):133-140.
- 김창숙, 배성수. 뇌졸중환자의 보행과 균형에 대한 트레드밀과 에르고미터 자전거 훈련의 효과. 대한물리의학회지 2010;5(3):435-443.
- 김창영, 황병용, 이상호. 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련이 편마비 환자의 보행과 균형에 미치는 영향. 대한신경치료학회지 2015;19(2):33-40.
- 김태우, 김용욱. 트레드밀 측방보행 훈련 동안 시각차단이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지 2014;21(1):20-28.
- 남석현, 강경우, 권중원, 등. 뇌졸중 환자의 트레드밀 훈련 시 손잡이 유무 및 위치가 보행 및 균형에 미치는 영향.

- 대한물리치료학회지 2013;25(1):23-28.
- 노정석. 가상현실기반 재활프로그램이 뇌졸중환자의 균형에 미치는 영향: 국내연구에 대한 메타분석. 대한물리치료과학회지 2017;24(1):59-68.
- 박미애. 체중지지 트레드밀에서 전방과 후방보행 훈련이 뇌졸중 환자에게 미치는 효과. 한국스포츠리서치 2011;22(3):73-86.
- 박석우, 송창호. 수중트레드밀훈련이 만성뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향. 특수교육재활과학연구 2011;50(2):149-165.
- 박성훈, 차용준, 최윤희. 무작위 속도 변화에 의한 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 폐기능에 미치는 영향. 대한물리의학회지 2016;11(4):71-78.
- 박지웅, 이준호, 차용준. 기능적 훈련 시스템을 이용한 조절된 자세에서의 트레드밀 보행훈련이 만성 뇌졸중 환자의 보행 기능과 균형에 미치는 효과. 대한물리의학회지 2017;12(1):35-42.
- 박진, 김범룡, 김태호. 시각적 피드백과 리듬청각자극을 통한 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지 2018;25(2):53-61.
- 방대혁, 이영찬, 봉순녕. 만성 뇌졸중 환자의 트레드밀 훈련에서 인지적 이중과제훈련이 보행 능력에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지 2012;10(1):25-33.
- 서명구, 이주상, 우영근. 거울을 이용한 시각적 피드백 트레드밀훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향. 대한치료과학회지 2013;5(2):50-61.
- 신효섭, 최종덕. 동적 스트레칭을 접목한 경사 트레드밀 보행 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 경직과 보행에 미치는 효과. 대한물리의학회지 2014;9(4):447-454.
- 오복균, 남해성. 편마비환자의 트레드밀 보행 훈련 중 빠른 템포 음향이 미치는 효과. 한국산학기술학회논문지 2014;15(7):4346-4352.
- 오영섭, 우영근. 경사트레드밀에서 후방보행 훈련이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지 2016;23(3):1-10.
- 우영근, 김성신, 우지혜. 트레드밀에서의 리듬 청각 자극 훈련이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 영향. 대한치료과학회지 2011;3(1):27-37.
- 윤의섭, 최종덕. 수중 발목 컵 착용 후 수중 트레드밀 보행 훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력에 미치는 영향. 대한물리의학회지 2018;13(1):89-98.
- 이동률. 가상현실과 힘판을 통한 시각적 피드백 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행능력과 삶의 질에 미치는 영향. 한국엔터테인먼트산업학회논문지 2020;14(3):363-373.
- 이문수, 이명모. 기능적 전기자극을 적용한 트레드밀 보행훈련에 통합한 경피신경 전기자극이 뇌졸중환자의 경직도 균형, 보행 능력에 미치는 영향. 대한물리의학회지 2020;15(2):39-48.
- 이병희, 유원중, 정진화. 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 증강현실 기반 보행 훈련의 임상적 유용성 연구. 특수교육재활과학연구 2010;49(3):219-239.
- 이승원, 이형석. 하지 무게부하 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중환자의 균형 및 보행에 미치는 효과. 특수교육재활과학연구 2011;50(1):89-111.
- 이연섭, 김진상, 심성미. 넘어짐 예방운동과 병행한 트레드밀 보행 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향. 한국운동재활학회지 2011;7(4):91-99.
- 이지은, 이호성. 장애물 넘기 여부에 따른 트레드밀 보행 훈련이 편마비 환자의 보행주기 중에 엉덩관절, 무릎관

- 절 및 발목관절의 움직임에 미치는 영향. *운동과학* 2019a;28(3):248-255.
- 이지은, 이호성. 장애물 넘기 트레드밀 보행 훈련이 편마비 노인 환자의 시간적 및 공간적 보행 요인에 미치는 영향. *한국특수체육학회지* 2019b;27(1):83-97.
- 이지은, 이호성. 장애물 넘기 트레드밀 보행 훈련이 편마비 환자의 정적 및 동적 균형 능력에 미치는 영향. *대한물리의학회지* 2019c;14(1):139-150.
- 이진상, 오덕원. 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행능력에 대한 빠른 속도 트레드밀 훈련의 효과, *한국신경근육재활학회지* 2011;1(2):31-39.
- 이형수. 점진적인 속도증진 트레드밀 훈련이 뇌졸중 환자의 보행패턴에 미치는 영향. *대한통합의학회지* 2014;2(1):23-34.
- 전광열, 최원재, 이승원. 기능적 전기 자극을 병행한 점진적 속도 트레드밀훈련이 뇌졸중 환자의 보행과 균형에 미치는 영향. *특수교육재활과학연구* 2014;53(3):365-383.
- 정연규, 정연재, 김현숙. 장애물 통과 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행기능에 미치는 효과. *한국전문물리치료학회지* 2013;20(3):9-18.
- 조완주, 조현철. 8주간의 수중재활운동과 트레드밀 걷기운동이 뇌졸중 편마비환자의 일상생활체력과 염증지표에 미치는 영향. *한국사회체육학회지* 2013;52(2):851-860.
- 지상구, 차현규. 지역사회 보행 훈련이 뇌졸중 환자의 보행 능력과 뇌졸중 영향 척도에 미치는 효과. *한국산학기술학회 논문지* 2013;14(6):2788-2794.
- 천성규, 정호발, 정신호. 트레드밀 보행훈련 시 다양한 되먹임 프로그램이 뇌졸중 환자의 보행 능력에 미치는 효과. *대한치료과학회지* 2015;7(2):87-96
- 최원재, 이승원, 탁사진, 등. 청각적 되먹임을 이용한 인지 운동 이중 과제훈련이 만성 뇌졸중 환자의 보행과 집중력에 미치는 영향. *특수교육재활과학연구* 2011;50(3):483-504.
- 하귀현, 이명모, 송창호. 양측 리듬청각자극을 이용한 트레드밀 보행이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 효과. *특수교육재활과학연구* 2013;52(1):295-315.
- Balaban B, Tok F. Gait disturbances in patients with stroke. *PM R* 2014;6(7):635-642.
- Beyaert C, Vasa R, Frykberg GE. Gait post-stroke: Pathophysiology and rehabilitation strategies. *Neurophysiol Clin.* 2015;45(4-5):335-355.
- Broussy S, Rouanet F, Lesaine E, et al. Post-stroke pathway analysis and link with one year sequelae in a French cohort of stroke patients: the PAPASePA protocol study. *BMC Health Serv Res* 2019;19(1):770.
- Campo M, Togliola J, Batistick-Aufox H, et al. Standardized Outcome Measures in Stroke Rehabilitation and Falls After Discharge: A Cohort Study. *PM R* 2020:1-9.
- Guzik A, Druzbicki M, Wolan-Nieroda A. Assessment of two gait training models: conventional physical therapy and treadmill exercise, in terms of their effectiveness after stroke. *Hippokratia* 2018;22(2):51-59.
- Harris JD, Quatman CE, Manring MM, et al. How to write a systematic review. *Am J Sports Med* 2014;42(11):2761-2768.
- Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A, et al. Restoration of gait in nonambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75(10):1087-1093.
- Jaqueline da Cunha M, Rech KD, Salazar AP, et al. Functional electrical stimulation of the peroneal nerve improves post-stroke gait speed when combined with physiotherapy. A systematic review and meta-analysis [published on-
-

- line ahead of print, 2020 May 24]. *Ann Phys Rehabil Med* 2020;S1877-0657(20)30091-9.
- Kim JY, Kang K, Kang J, et al. Executive Summary of Stroke Statistics in Korea 2018: A Report from the Epidemiology Research Council of the Korean Stroke Society. *J Stroke* 2019;21(1):42-59.
- Knight-Greenfield A, Nario JJQ, Gupta A. Causes of Acute Stroke: A Patterned Approach. *Radiol Clin North Am* 2019;57(6):1093-1108.
- Little VL, Perry LA, Mercado MWV, et al. Gait asymmetry pattern following stroke determines acute response to locomotor task. *Gait Posture*.2020;77:300-307.
- Lura DJ, Venglar MC, van Duijn AJ, et al. Body weight supported treadmill vs. overground gait training for acute stroke gait rehabilitation. *Int J Rehabil Res* 2019;42(3):270-274.
- Mizrachi N, Treger I, Melzer I. Effects of mechanical perturbation gait training on gait and balance function in patients with stroke: A pre-post research study. *J Clin Neurosci* 2020;78:301-306.
- Patterson SL, Rodgers MM, Macko RF, et al. Effect of treadmill exercise training on spatial and temporal gait parameters in subjects with chronic stroke: a preliminary report. *J Rehabil Res Dev* 2008;45(2):221-228.
- Selves C, Stoquart G, Lejeune T. Gait rehabilitation after stroke: review of the evidence of predictors, clinical outcomes and timing for interventions. *Acta Neurol Belg* 2020;120(4):783-790.
- Shim J, Hwang S, Ki K, et al. Effects of EMG-triggered FES during trunk pattern in PNF on balance and gait performance in persons with stroke. *Restor Neurol Neurosci* 2020;38(2):141-150.
- Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, et al. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke* 1998;29(6):1122-1128.
- Wang Y, Mukaino M, Ohtsuka K, et al. Gait characteristics of post-stroke hemiparetic patients with different walking speeds. *Int J Rehabil Res* 2020;43(1):69-75.
- Wei WE, De Silva DA, Chang HM, et al. Post-stroke patients with moderate function have the greatest risk of falls: a National Cohort Study. *BMC Geriatr* 2019;19(1):373.

[논문접수일(Date Received): 2020.08.02. / 논문수정일(Date Revised): 2020.08.21. / 논문게재승인일(Date Accepted): 2020.09.08.]