

척수 손상 환자의 라이프 스타일 개선을 위한 재활 중재 효과: 무작위 대조군 연구의 체계적 고찰 및 메타분석

하성규*, 박혜연*

*연세대학교 일반대학원 작업치료학과 박사과정 학생

**연세대학교 보건과학대학 작업치료학과 교수

국문초록

목적 : 척수손상환자를 대상으로 한 무작위 대조군 연구의 체계적 고찰과 메타분석을 통해 척수손상환자의 재활 중재의 효과성과 근거를 알아보고자 한다.

연구방법 : 국외 논문데이터베이스에서 검색어를 사용하여 학술지에 게재된 연구를 2명의 연구자가 독립적으로 검색하여 선정하였다. 선정기준에 부합한 연구는 총 21편이었고, PEDro Scale을 사용하여 연구의 질적 평가를 실시하였다. 메타분석은 Comprehensive Meta-Analysis 3.0 프로그램을 사용하였다.

결과 : 분석된 연구에 참여한 연구대상자는 총 713명이었고, 메타분석을 실시한 결과 신체활동을 이용한 중재는 0.406(95.0% 신뢰구간: 0.221~0.591), 전기 자극 치료중재는 0.505(95.0% 신뢰구간: 0.449~1.528)로 중간크기(Medium)의 효과를 보이는 것으로 나타났고 교육적 방법 중재는 0.248(95.0% 신뢰구간: 0.033~0.464), 복합 중재는 0.280(95.0% 신뢰구간: 0.122~0.438)로 작은 크기(Small)의 효과를 보이는 것으로 나타났다. 통계적 이질성 검정에서 유의미한 이질성이 있어 연구결과 통합 시 랜덤효과 모형을 선택하여 분석하였고, 출판편견은 유의미하지 않아 신뢰할만한 연구결과였다.

결론 : 분석된 결과 척수손상환자를 대상으로한 재활 중재는 효과적임을 알 수 있었다. 척수손상환자를 대상으로한 재활분야에서 임상가들이 대상자의 라이프 스타일을 개선하기 위한 프로그램을 구성할 때 기여할 것으로 사료된다.

주제어 : 라이프 스타일, 메타분석, 재활 중재, 척수손상, 체계적 고찰

교신저자 : 박혜연(haepark@yonsei.ac.kr)

|| 접수일: 2020.01.28

|| 심사일: 2020.01.29

|| 게재승인일: 2020.02.25

I. 서론

라이프 스타일은 그 사람의 가치관, 태도, 생활양식, 개인의 문화 등 다양한 요소가 포함되어 있는 것으로 과거 생활양식에 대한 경험과 문제 해결 방법, 미래를 위해 노력하는 태도에서 보이는 일관성을 라이프 스타일이라고 하였고(Kim, 2016), Christiansen과 Baum(1997)은 인간의 시간 사용 패턴이 시간에 대한 작업 수행 패턴이고 이것이 곧 라이프 스타일이라고 정의하였다. 인간의 건강상태와 삶의 질에 영향을 미칠 수 있는 건강 관련 라이프 스타일에는 작업규형, 시간사용, 신체활동수준 등이 있다(Shin, 2019).

손상 수준 이하의 감각 및 운동 또는 자율신경계 기능저하로 인해 척수손상을 가진 사람들은 손상직후부터 평생 동안 신체활동이 극도로 저하된다(van den Berg-Emons et al., 2004). 신체활동의 저하는 체력, 사회적 참여 및 삶의 질에 부정적인 영향을 미칠 수 있고(Manns & Chad, 1999; Noreau & Shephard, 1995), 심혈관 질환, 비만, 당뇨병과 같은 이차 건강 문제가 발생할 위험을 증가시킬 수 있다(Manley, 1996; Warburton, Nicol, & Bredin, 2006).

척수손상환자의 낮은 신체활동 수준은 비활동적인 라이프 스타일을 만들면서 다양한 문제를 야기할 수 있다고 보고하였다(van den Berg-Emons et al., 2004; Vissers et al., 2008). 비활동적인 라이프 스타일은 척수손상환자의 합병증 증가, 컨디션 저하와 관련이 있으며(Lannem, Sørensen, Frøslie, & Hjeltnes, 2009; Tasiemski, Kennedy, Gardner, & Taylor, 2005; Tawashy, Eng, Lin, Tang, & Hung, 2009), 활동 수준이 높을수록 합병증 감소 및 예방, 기타 생리적, 심리적 상태에 긍정적인 영향을 미쳤다(Fernhall, Heffernan, Jae, & Hedrick, 2008; Tasiemski et al., 2005; Tawashy et al., 2009). 신체활동 수준을 높이는 것은 척수손상환자가 효과적으로 자기관리를 하면서 향상될 수 있으며 이는 증상, 치료, 신체적, 정신적, 사회적 및 만성적 상태에서의 라이프 스타일 변화를 통해 이루어질 수 있다(Cramp, Berry, Gardiner, Smith, & Stephens, 2013; Ferrier, Blanchard, Vallis, & Giacomantonio, 2011).

척수손상환자의 신체 활동 수준을 높이거나 유지하기 위한 여러 가지 선행연구들이 있다. 척수손상환자들의 건강지표, 활동수준, 일상생활활동 참여를 증진하기 위한 중재 방법으로 Jones 등(2014)은 활동기반 중재를 하여 일상 생활 활동 참여의 개선을 보였으며, Kooijmans 등(2017)은 능동적인 라이프 스타일 변화를 교육해 신체활동수준과 우울감 개선에 효과를 보고했다. Kapadia 등(2014)은 기능적 전기 자극 치료를 통해 보행능력의 개선을 보였고, Kim, Lee, Lee, Kim과 Jeon(2015)은 실내핸드바이크 운동을 통해 최대 산소 소비 지수, 체질량지수에서 개선을 보였다.

이처럼 척수손상환자를 대상으로 한 중재 연구는 활발히 이루어지고 있으나 그 효과성을 체계적이고 종합적으로 분석한 연구가 부족하고 증거-기반 구축을 위한 메타 분석을 시행한 연구는 없었다. 따라서 본 연구의 목적은 척수손상환자를 대상으로 한 재활 중재의 근거를 마련하기 위해 국외에서 연구된 무작위 대조군 연구를 체계적으로 고찰과 메타분석 방법을 이용하여 재활 중재 효과성을 알아보려고 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 자료 수집

본 연구에서는 척수손상환자의 라이프 스타일을 개선하기 위한 재활 중재 중에서 수술과 약물 같은 침습적인 방법을 제외한 재활중심의 중재 효과를 확인하기 위해 국외에서 연구된 논문들을 대상으로 하였다. Pubmed, CINAHL, Google, Medline의 데이터베이스에서 최근 10년 동안(2010~2019) 게재된 논문을 검색하였다. 사용한 주제어는 "spinal cord injury" or "SCI" or "paraplegia" or "tetraplegia" or "incomplete" and "interventions" or "strategies" or "best practices" or "treatment" or "therapy" or "program" or "management" or "exercise" and "RCT" or "randomized control trial" or "randomized controlled trial" or "randomized clinical trial"이었다. 선정된 연구들은 신체활동을 이용한 연구,

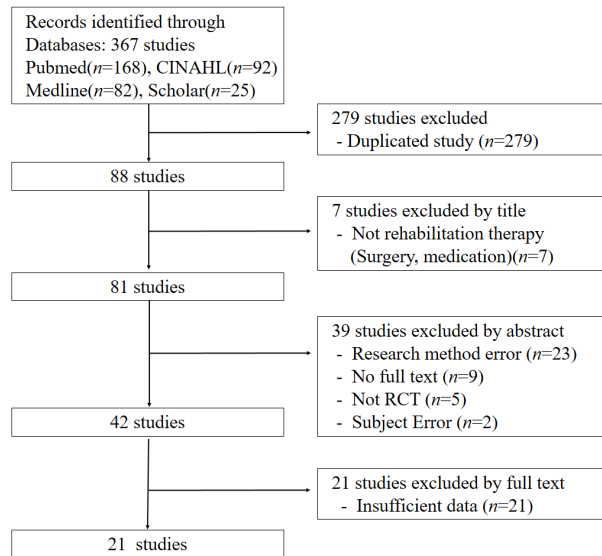


Figure 1. Flow Diagram of Search Strategy

전기 자극을 이용한 연구, 복합중재 연구, 교육적 방법 연구들이었다.

2. 논문의 선정기준

본 연구의 메타분석을 위한 논문의 선정기준은 다음과 같다. 두 명의 연구자가 독립적으로 논문을 검색하여 선정하였고, 선정결과에서 차이가 있을 경우 논의하여 의견을 일치시켰다. 1차 주제어 검색을 통해 총 367편의 논문이 검색되었고, 최종적으로 21편을 메타분석에 사용하였다(Figure 1).

1) 포함기준

- (1) 영어로 작성된 논문
- (2) 척수손상환자를 대상으로 한 무작위 실험 연구 논문
- (3) 최근 10년간 작성된 논문
- (4) 독립변수로 중재를 포함한 논문
- (5) 전문을 획득할 수 있는 논문

2) 배제기준

- (1) 영어 이외의 언어로 작성된 논문

- (2) 질적 연구 논문
- (3) 사례보고 혹은 개별실험연구 논문
- (4) 대조군이 없는 연구 논문
- (5) 체계적 고찰 논문
- (6) 학위논문

3. 분석방법

1) 질적 메타분석방법

최종적으로 선정된 연구는 2명의 연구자가 PEDro Scale을 사용하여 각각 문헌의 질을 평가하고 차이가 나는 경우 회의를 통해 의견을 일치시켰다. PEDro Scale은 무작위 대조군연구에 대하여 총 10개 문항에 대하여 '예' 또는 '아니요'로 평가하고, 1점 또는 0점으로 점수화한다. 총점은 0~10점으로 점수가 높을수록 문헌의 질이 높은 것으로 평가한다(Yu, Lee, Kim, & Hong, 2012).

2) 계량적 메타분석방법

본 연구에서는 Comprehensive Meta-Analysis 3.0(Biostat, Englewood, NJ, USA)을 이용하여 메타분석을 실시하였다. 이를 통해 이질성 검정, 효과크기산정, 및 출판 편의를 분석

하였다.

(1) 이질성 검정

이질성 검정은 메타분석에 포함된 연구들 안에서의 이질성을 알아보려 할 때 사용된다. 즉, 메타분석에서 분석한 연구들의 서로 다른 정도를 이질성 검정 (Heterogeneity test)을 통해 분석하게 되는데 이런 이질성 정도는 Q-statistic와 I-squared value로 알 수 있다. Q값이 유의미한 결과를 나타낼 경우 이질성이 있다고 해석할 수 있으며(Rosenthal & Rubin, 1982), 이질성의 정도는 I-squared value로 볼 수 있는데 0, 25, 50과 75는 없음, 낮음, 중간, 높음으로 해석할 수 있다(Huedo-Medina, Sánchez-Meca, Marín-Martínez, & Botella, 2006). 만일 이질성 정도가 유의미하다고 분석될 경우 효과크기 검정 시 랜덤효과모형(Random effect model)을 사용하고, 반대의 경우 고정효과모형을 사용하게 된다(Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2011).

(2) 효과크기산정

연구의 효과크기를 확인하기 위해 추정된 통합효과크기에 대한 누적 효과크기(Cumulative effect size)를 분석했다. 즉, 신체활동치료, 전기 자극치료, 복합자극치료, 교육적 치료의 표준화된 평균차(Standardized mean difference)로 효과크기를 비교해 그 결과를 제시했다. 또한 결과 변수는 신체활동치료, 전기 자극, 복합자극치료, 교육적 치료를 하위그룹으로 묶어서 효과크기를 계산하고, 효과크기는 실험군이 대조군보다 양(+)의 결과가 나오면 좋은 실험효과를 보인 것으로 음(-)의 결과가 나오면 대조군이 실험군보다 좋은 실험결과를 보인 것으로 해석하였다. 효과크기는 0.2 이하의 값은 작은 효과크기 (Small), 0.5 이상은 보통의 효과크기(Medium), 0.8이상은 큰 효과크기(Large)로 해석하였다(Cohen, 1988). 효과크기는 숫자뿐 아니라 숲그림(Forest plot)을 사용하여 처리 효과의 추정치들과 해당 신뢰구간, 메타분석 결과인 결합 추정치와 신뢰구간을 제시하였다.

(3) 출판편의

연구들이 통계적으로 유의미한 결과들만 제시되는 경향을 출판편의라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 출판편의를 보기 위해 깔대기 점도표법(Funnel plots)과 에거분석(Egger's regression intercept analysis)을 하였다. 깔대기 점도표법은 깔대기 모양에 중심선을 기준으로 왼쪽과 오른쪽에서 한쪽으로 쏠려 비대칭적인 모습이 관찰될 때 출판편의가 있음을 시각적으로 판단할 수 있다. 그리고 에거분석은 선형회귀분석을 통해 출판편의 여부를 확인할 수 있는데, 이때 p 값이 0.05보다 작을 경우 출판편의가 유의하다고 해석할 수 있다.

III. 연구 결과

1. 질적 메타분석의 결과

본 연구의 분석을 위하여 최종적으로 선정된 논문은 총 21편이었다. 분석된 연구에 참여한 연구대상자는 총 713명이었고, 대부분 성인 대상자였으며, 대상자의 진단은 완전 손상과 불완전 손상으로 혼합되어 있었다. 재활 중재 유형으로 분류해보면 신체활동을 이용한 중재가 9편, 전기 자극 중재가 3편, 신체활동을 이용한 중재와 전기 자극 치료 중재를 함께 적용한 복합 중재가 5편, 교육적 치료 중재가 4편이었다.

출판 년도는 2009년부터 2019년까지이고, 치료회기는 연구별로 편차가 컸는데 짧게는 5회기에서 길게는 72회기까지 치료를 제공하였고, 치료시간은 20-120분 사이였다. 효과크기 산출을 위한 결과측정도구는 신체기능, 건강지표, 활동수준을 평가하는 도구들이었다. 분석된 모든 연구는 대조군이 있는 무작위 실험설계연구였고, 연구의 질적 수준에 대한 PEDro Score는 9점연구 1편, 8점연구 4편, 7점연구 9편, 6점연구 6편, 5점연구 1편이었다(Table 1).

Table 1. Characteristics of Included Studies

| No | Study | Neurological level <i>n</i> | ASIA impairment scale <i>n</i> | Exp/Con(<i>n</i>) | Age Mean(SD) | Intervention | | PEDro Score | | |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|---|---|---|--|---|
| | | | | | | Experimental group | Control group | | | |
| 1 | Arbour-Nicitopoulos et al. (2009) | - | - | 22/22 | 49.70(12.7) | Education (action and coping planning) | 30 min/session, 12 sessions, 3 session/week | Education (action planning) | Leisure participation 7-point scale | 8 |
| 2 | Field-Fore & Roach (2011) | para 18/para 15 | C-D18 / C-D15 | 18/15 | 38.5(12.7) / 42.2(15.7) | Mixed (FES with treadmill-based training) | 60 sessions, 5 session/week | Mixed (overground training with electrical stimulation) | Short-distance overground speed (m/s), Distance walked(m), LEMS | 7 |
| 3 | Johnston et al. (2011) | C4-T11 8 / C4-T11 8 | A-C 8 / A-C 8 | 8/8 | 5-13years | Mixed (FES with cycling) | 60min/session, 72 sessions, 3 session/week | Electrically stimulated exercise | Muscles volume | 7 |
| 4 | Lauer et al. (2011) | C4-T11 9 / C4-T11 9 | A-C 9 / A-C 9 | 9/9 | 5-13years | Mixed (FES with passive cycling) | 60 min/session, 72 sessions, 3 session/week | Electrically stimulated exercise | bone mineral density | 7 |
| 5 | Dorstyn et al. (2012) | tetra 5, para 15 / tetra 10, para 9 | A-B 11, C-D 9 / A-B 3, C-D 16 | 20/19 | 53.8(16.3) / 53.1(20.0) | Education (telephone counseling) | 20 min/session, 12 week | Standard care | DASS-21 | 8 |
| 6 | Giangregorio et al. (2012) | tetra 17/tetra17 | A-B 3, C-D 14 / A-B 5, C-D 12 | 17/17 | 56.6(14.0) / 54.1(16.5) | Electrical stimulation (FES-assisted walking) | 20 min/session, 48 sessions, 3 session/week | Physical (aerobic and resistance training) | Calf muscle CSA, Calf fat CSA | 8 |
| 7 | Chase et al. (2013) | tetra 18, para 2 / tetra 15, para 5 | A-B 16, C-D 4 / A-B 16, C-D 4 | 20/20 | 41.80(14.27) / 38.67(13.49) | Physical (broad compression massage) | 20 min/session, 12 sessions | Physical (light contact touch) | Brief pain inventory, fatigue severity scale, Patient health questionnaire-9 | 7 |
| 8 | Hitzig et al. (2013) | - | C-D17 / C-D17 | 17/17 | 56.6(14.0) / 54.1(16.5) | Electrical stimulation (FES-assisted walking) | 45 min/session, 48 sessions, 3 session/week | Physical (aerobic/resistance training) | SCIM mobility score, CHART | 7 |
| 9 | Hoffman & Field-Fore (2013) | tetra 11/tetra 13 | A-B 1, C-D 10 / A-B 5, C-D 8 | 11/13 | - | Mixed (TMS+FES+SS) | 120min/session, 15 sessions, 5 session/week | Mixed (TMS+FES+SS) | JTHF, CAHAI, SWMT | 7 |

| No | Study | Neurological level <i>n</i> | ASIA impairment scale <i>n</i> | Exp/Con(<i>n</i>) | Age Mean(SD) | Intervention | | PEDro Score | |
|----|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|--|--|--|---|
| | | | | | | Experimental group | Control group | | |
| 10 | Kressler et al. (2013) | para 18 /para 22 | C-D18 / C-D22 | 18 / 22 | - | Mixed (treadmill-based training with electrical stimulation) | Mixed (overground training with Electrical stimulation) | Slow gait oxygen consumption, Moderate gait oxygen consumption, Fast gait oxygen consumption | 6 |
| 11 | Ordonez et al. (2013) | para 9/ para 8 | A-B 9 / A-B 8 | 9/8 | 29.6(3.6) / 30.2(3.8) | Physical (arm cranking exercise) | Not intervention | TAS, GPX, MDA, Carbonyls | 7 |
| 12 | Jones et al. (2014) | tetra 15, para 5 / tetra16, para 5 | C-D20 / C-D21 | 20/21 | 42.2(13.03) / 34.14(12.03) | Physical (resistance training; repetitive, patterned motor activity; and task-specific locomotor training) | Physical (resistance training; repetitive, patterned motor activity; and task-specific locomotor training) | ISNCSCI motor score, 10 MWT speed, SCIM-III, BMI | 6 |
| 13 | Kapadia et al. (2014) | tetra 14, para 3 / tetra 12, para 5 | C-D17 / C-D17 | 17/17 | 56.59(14.00) / 54.06(16.45) | Electrical stimulation (FES-assisted walking) | Physical (aerobic and resistance training) | FIM locomotor score, 2-min walk distance, 10-m walk time, TUG | 6 |
| 14 | Kim et al. (2015) | tetra 6, para 2 / tetra 7 | A-B 8 / A-B 7 | 8/7 | 31.5(5.5) / 35.0(5.1) | Physical (6-week indoor hand-bike exercise program) | Usual activities | BMI, HOMA-IR, Peak oxygen consumption | 7 |
| 15 | Pelletier et al. (2015) | C3-T10 12 / C1-T11 11 | A-B 4, C-D 8 / A-B 5, C-D 6 | 12/11 | 40.0(12.3) / 45.9(11.5) | Physical progressive exercise program | Community exercise program | Aerobic endurance test, Muscle strength (1RM), Vertical bench press | 7 |
| 16 | Kirby et al. (2016) | para 4, tetra 49 / para 9, tetra 44 | - | 53/53 | 48.1(13.6) / 47.1(12.6) | Physical (wheelchair skills training program) | Education (general wellness after SCI) | Wheelchair skill test, CHART | 6 |
| 17 | Nooijen et al. (2016) | para13, tetra7 / para 13, tetra6 | A-B 13, C-D 7 / A-B 11, C-D 8 | 20/19 | 44(15) / 44(15) | Education (behavioural intervention promoting physical activity with structured hand cycle training programme) | Only structured hand cycle training programme | Fatigue severity scale, Pain intensity score, Depression scale | 5 |

| No | Study | Neurological level n | ASIA impairment scale n | Exp/Con(n) | Age Mean(SD) | Intervention | | Result measure | PEDro Score | |
|----|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------|-----------------------------|--|---|--|---|---|
| | | | | | | Experimental group | Control group | | | |
| 18 | Arbour-Nicitopoulos et al. (2017) | tetra25, para 17 / tetra18, para 17 | - | 42/35 | 48.79(10.59) / 47.11(10.23) | Physical (PAG-SCI) | 20 min/session, 8 sessions, 2 session/week | Physical (SCI Get Fit Toolkit) | Guideline seven-point Likert scale | 8 |
| 19 | Kooijmans et al. (2017) | tetra 11, para 22 / tetra 10, para 21 | A-B 24, C-D 9 / A-B 26, C-D 5 | 33/31 | 48(10) / 49(11) | Education (client-centered counseling+ information book) | 16 week | Education (only information book) | Physical activity scale, Objectively measured physical activity | 6 |
| 20 | Chang et al. (2018) | tetra 2, para 2 / tetra 1, para 2 | C-D 4 / C-D 3 | 4/3 | 56(17) / 60(2) | Physical (exoskeleton-assisted gait training) | 60 min/session, 15 sessions, 5 session/week | Physical (stretching, strengthening, balance training, standing, sit to stand, stair, and gait training) | 10 MWT, 6 MWT, TUG | 6 |
| 21 | Cheung et al. (2019) | tetra 8 / tetra 8 | - | 8/8 | 55.6(4.98) / 53.0(12.94) | Physical (RABWSTT) | 60 min/session, 24 sessions, 3 session/week | Physical (passive lower limbs mobilization exercise) | Walking index for spinal cord injury version II, Maximal oxygen consumption | 9 |

BMI=Body Mass Index; CAHAI=Chedoke Arm and Hand Activity Inventory; CHART=Craig Handicap and Assessment Reporting Technique; CSA=Cross-Sectional Area; DASS=Depression Anxiety Stress Scale; FES=Functional Electrical Stimulation; FIM=Functional Independence Measure; GFX=Glutathione Peroxidase; HOMA-IR=Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance; ISNCSCI=International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury; JTHF=Jebsen Taylor Hand Function Test; LEMS=Lower Extremity Motor Score; MDA=malondialdehyde; MDA=malondialdehyde; MWT=Meter Walk Test; PAG-SCI=Physical Activity Guidelines for adults with SCI; RABWSTT=Robotic-Assisted Body Weight Supported Treadmill Training; SCI=Spinal Cord Injury; SCIM=Spinal Cord Independence Measure; SS=Somatosensory Stimulation; SWMT=Semmes-Weinstein; TUG=Timed Up and Go; TAS=Total Antioxidant Status; TMS=Transcranial Magnetic Stimulation

2. 계량적 메타분석의 결과

1) 통계적 이질성 검정

이질성의 정도는 overall I^2 값이 0으로 이질적이지 않았으나 Q값의 유의수준이 0.05보다 크므로 유의미하지 않다고 해석하였다. 이에 본 연구에서는 각 논문 별 연구 결과의 통합 시 랜덤효과 모형을 선택하여 분석하였다.

2) 효과크기

(1) 척수손상환자의 재활 중재별

척수손상환자를 대상으로 적용한 재활 중재 중 신체활동 이용 중재는 0.406(95% 신뢰구간: 0.221~0.591), 전기 자극 치료 중재는 0.505(95% 신뢰구간: 0.449~1.528)로 중간크기(Medium)의 효과를 보이는 것으로 나타났고 교육적 방법 중재는 0.248(95% 신뢰구간: 0.033~0.464), 복합 중재는 0.280(95% 신뢰구간: 0.122~0.438)로 작은 크기(Small)의 효과를 보이는 것으로 나타났다. 신체활동, 전기 자극, 복합 중재, 교육적 방법을 적용한 중재들은 모두 양(+)의 효과크기로 실험군이 대조군에 비하여 결과 값이 좋은 것으로 해석할 수 있고 모두다 p 값이 통계적으

로 유의하였다($p < .05$)(Table 2).

(2) 라이프 스타일 개선효과별

척수손상환자를 대상으로 적용한 재활 중재의 라이프 스타일 개선효과별로 메타분석을 한 결과 Health and fitness는 0.538(95% 신뢰구간: 0.271~0.806), Participation은 0.381(95% 신뢰구간: -0.038~0.800)로 중간크기(Medium)의 효과를 보이는 것으로 나타났고 Physical은 0.294(95% 신뢰구간: 0.174~0.414)로 작은 효과크기(Small)를 보이는 것으로 나타났다. Mental을 제외한 요인들은 모두 p 값이 통계적으로 유의하였다($p < .05$)(Table 3).

3) 출판편의 검정

본 연구의 깔대기 점도표 분석 결과 대부분에 중앙에 위치를 하였고 시각적으로 대칭적인 편이었다. 또한 에거 분석 결과 출판 편의는 유의미하였으므로($p < .05$) 출판 편의는 없는 것으로 해석할 수 있다(Table 4, Figure 2).

Table 2. Effects of Rehabilitation Intervention on Spinal Cord Injury

| Category | Number of studies | Effect size | | | Heterogeneity | | | | |
|------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|---------------|-------|-------|--------|--|
| | | d | Z | p | Q value | df(Q) | p | I^2 | |
| Fixed effect analysis | | | | | | | | | |
| Physical | 24 | 0.352 | 4.741 | 0.000 | 32.348 | 23 | 0.093 | 28.898 | |
| Education | 9 | 0.248 | 2.264 | 0.024 | 4.070 | 8 | 0.851 | 0.000 | |
| Electrical stimulation | 8 | 0.505 | 3.344 | 0.001 | 6.312 | 7 | 0.504 | 0.000 | |
| Mixed | 23 | 0.280 | 3.463 | 0.001 | 7.522 | 22 | 0.998 | 0.000 | |
| Overall | 64 | 0.324 | 6.960 | 0.000 | 52.597 | 63 | 0.822 | 0.000 | |
| Random effect analysis | | | | | | | | | |
| Physical | 24 | 0.406 | 4.306 | 0.000 | | | | | |
| Education | 9 | 0.248 | 2.264 | 0.024 | | | | | |
| Electrical stimulation | 8 | 0.505 | 3.344 | 0.001 | | | | | |
| Mixed | 23 | 0.280 | 3.463 | 0.001 | | | | | |
| Overall | 64 | 0.335 | 6.628 | 0.000 | | | | | |

$p < .05$

Table 3. Effects of Lifestyle Improvement on Spinal Cord Injury

| Category | Number of studies | Effect size | | | Heterogeneity | | | |
|------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|---------------|-------|-------|----------------|
| | | d | Z | p | Q value | df(Q) | p | I ² |
| Fixed effect analysis | | | | | | | | |
| Health and fitness | 17 | 0.461 | 4.592 | 0.000 | 27.510 | 16 | 0.036 | 41.839 |
| Mental | 4 | 0.235 | 1.458 | 0.145 | 1.946 | 3 | 0.584 | 0.000 |
| Participation | 5 | 0.287 | 2.156 | 0.031 | 9.119 | 4 | 0.058 | 56.134 |
| Physical | 38 | 0.294 | 4.804 | 0.000 | 11.523 | 37 | 1.000 | 0.000 |
| Overall | 64 | 0.324 | 6.960 | 0.000 | 52.597 | 63 | 0.822 | 0.000 |
| Random effect analysis | | | | | | | | |
| Health and fitness | 17 | 0.538 | 3.948 | 0.000 | | | | |
| Mental | 4 | 0.235 | 1.458 | 0.145 | | | | |
| Participation | 5 | 0.381 | 1.783 | 0.031 | | | | |
| Physical | 38 | 0.294 | 4.804 | 0.000 | | | | |
| Overall | 64 | 0.327 | 6.393 | 0.000 | | | | |

$p < .05$

Table 4. Egger's Regression Intercept Test

| | |
|----------------------------|---------|
| Intercept | 1.71977 |
| Standard error | 0.34820 |
| 95% lower limit (2-tailed) | 1.02374 |
| 95% upper limit (2-tailed) | 2.41581 |
| t-value | 4.93906 |
| df | 62 |
| p-value (1-tailed) | 0.00000 |
| p-value (2-tailed) | 0.00001 |

df: degree of freedom; $p < .05$

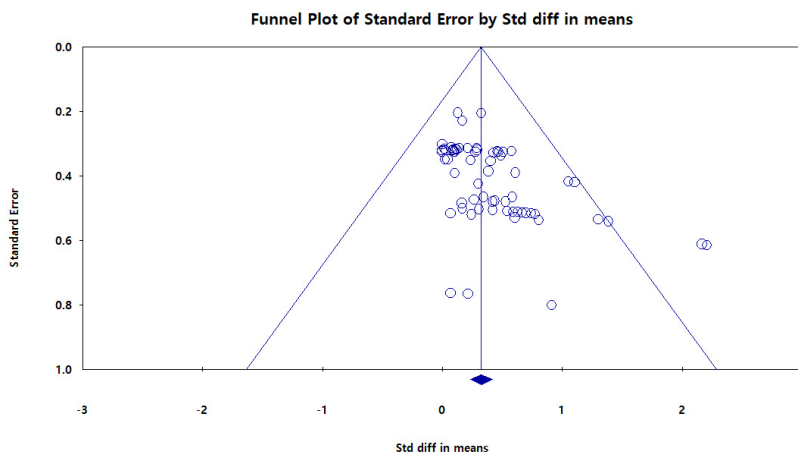


Figure2. Funnel Plot

IV. 고찰

본 연구는 척수손상환자의 재활 중재 효과를 확인하고 근거를 제시하기 위해 국외에서 연구된 무작위 실험설계 연구 21편을 체계적 고찰 및 메타분석 하였다. 중재 방법은 신체활동치료 8편, 전기 자극 3편, 신체활동과 전기 자극을 함께 하는 복합자극치료 5편, 교육적 치료 4편으로 신체활동치료가 가장 많았다. 평가 지표는 보행거리, 보행속도, 일상생활 능력 등 기능적 지표와 근력, 근육의 볼륨, 최대산소소비량, 활성산소수치, 항산화 상태, 체질량 지수 등 건강지표, 통증, 우울감, 스트레스, 분노 등의 정신지표, 일상생활활동, 레저 참여 등의 사회참여 지표 등으로 다양하였다. PEDro Scale에서 한편을 제외한 모든 연구는 6점 이상의 높은 질적 수준을 가진 연구들이었다.

연구결과 신체활동치료, 전기 자극은 중간 효과크기, 복합 중재 치료, 교육적 치료방법은 작은 효과크기를 보여 4가지 중재 모두 긍정적인 효과가 있음을 확인할 수 있었고 라이프 스타일 개선효과별로는 건강지표와 사회참여 지표가 중간크기의 효과를 보이고 신체기능지표는 작은 효과크기를 보이는 것으로 나타났다. 반면 정신지표는 유의한 효과를 나타내지 않았지만 2편의 연구에 그쳐 추가적인 연구를 통해 효과를 확인할 필요가 있다. 분석된 연구의 대상자들은 모두 척수손상환자들로 경수, 흉수, 요수 손상, 완전마비, 불완전마비 환자들을 모두 포함하였기 때문에 다양한 임상환경에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

가장 많은 중재 방법으로는 신체활동을 촉진하는 중재 방법이었다. 그중 우리가 주목할 점은 일반적으로 신체활동을 촉진하기 위해 보행훈련을 포함한 기능훈련(Cheung et al., 2019; Jones et al., 2014; Zeilig et al., 2012)과 근력운동(Ordóñez et al., 2013)같은 잠재력을 증진시키는 방법의 치료가 아닌 라이프 스타일의 개선을 촉진하기 위한 방법들이다. 라이프 스타일의 개선을 촉진하기 위한 방법들은 주로 신체활동량을 증가시키는 것으로 현재 신체활동수준에서 활동을 방해하는 요인에 대한 대처방안을 찾고 앞으로의 목표를 위협하거나 영향을

줄 수 있는 상황을 예측하고 대응하는 행동 중재 방법들이었다(Arbour-Nicitopoulos, Ginis, & Latimer, 2009; Nooijen et al., 2016). 이는 인간의 작업수행을 강조하는 작업 치료적 접근방법으로 척수손상환자의 잠재력을 높이는 직접적인 중재뿐만 아니라 작업수행의 방해요인과 대처방안, 예상문제 등을 관리하면서 라이프 스타일 개선을 기대할 수 있을 것으로 보이며 아급성기 척수손상환자의 행동관련 중재 결과와도 일치한다(Kooijmans et al., 2017). 하지만 활동적인 라이프 스타일 개선을 위한 카운슬링을 포함한 교육적인 방법연구들(Dorstyn, Mathias, Denson, & Robertson, 2012; Kooijmans et al., 2017)은 그 효과가 혼재되어 있어 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다. 현재 대부분의 재활치료기관에서는 척수손상환자의 일상적인 신체활동 수준에 대한 관심 보다는 잠재력을 높이는 기능개선부분에 초점을 맞추고 있으며 일상적인 신체활동 수준이 높을수록 건강관련 이점이 있다는 선행연구를 고려할 때 재활치료기관에서 퇴원 후 활동적인 라이프 스타일을 증진시키기 위해 재활기간동안 환자의 일상적인 활동수준 개선에 보다 적극적인 주의를 기울여야 한다고 제언한다. 그리고 신체활동 수준을 개선하기 위한 방법으로 행동 지향적인 개입을 통해 촉진 될 수 있다는 연구가 있지만(Nooijen et al., 2012), 대상이 한정적이고 결과가 혼재되어 있어 더 많은 연구가 필요한 것으로 사료된다.

최근 국내 임상에서도 도입되고 있는 로봇 시스템은 다양한 효과에도 불구하고 비싼 비용 때문에 종합병원이나 규모가 있는 기관 중심으로 이루어지고 있는 실정이다. 상지 및 하지 로봇 시스템은 관절의 고유수용성 감각을 촉진하는 신경가소성의 개념과 일치한다(Cheung et al., 2019). 또한 척수손상환자에게 보행의 안전성이나 장, 방광 기능 개선 및 경련 감소와 같은 다양한 건강상의 이점을 얻을 수 있고(Zeilig et al., 2012) 반복적인 움직임을 통해 신경자극효과를 높이고 치료사의 근골격계 부담을 감소시킨다(Cheung et al., 2019). 따라서 보다 많은 척수손상환자에게 로봇시스템을 적용하기 위한 법과 제도적인 지원이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 첫째 본 연구 대상 논문을 무작위 실험연구로 제한하면서 임상에서 실제 사용하고 있거나 그 효과성에 의문이 있으나 엄격한 연구방법으로 선정되지 못해 배제된 연구가 있을 수 있다. 두 번째로 연구대상을 경수, 흉수, 요수 또는 완전마비, 불완전마비 모두 포함시켰으나 이를 분리하여 효과를 확인하지 못했다. 세 번째로 국외 연구만을 대상으로 하여 국내 임상상황이나 연구 동향을 반영하지 못했을 수 있다. 하지만 본 연구에서는 미국심리학회에서 제시한 메타논문 기준에 따라 논문의 배제기준과 선정기준을 명확히 하여 연구의 타당도를 높이고자 하였다. 추후 연구에서는 국내 연구를 포함하고 다양한 설계 연구들과 척수손상 분류별로 연구를 취합하여 효과성을 파악하는 것이 필요할 것이다

V. 결론

본 연구는 총 21편의 척수손상환자를 대상으로 한 재활 중재 연구를 체계적 고찰하고 메타 분석하였으며 신체 활동치료, 전기 자극 치료는 보통 효과크기, 복합 중재 치료, 교육적 치료는 작은 효과크기가 나타남을 파악하였다. 이 결과는 통계적 이질성에 따라 랜덤모형으로 분석하였고, 출판편의가 없어 척수손상환자를 대상으로한 다양한 재활 중재가 긍정적으로 영향을 미치고 있으며 임상 적용에 있어 유용함을 시사하고 있다. 이러한 결과는 척수손상환자를 대상으로한 재활분야에서 임상가들이 대상자의 라이프 스타일을 개선하기 위한 프로그램을 구성할 때 기여할 것으로 사료된다.

References

Arbour-Nicitopoulos, K. P., Ginis, K. A. M., & Latimer, A. (2009). Planning, leisure-time physical activity, and coping self-efficacy in persons with spinal cord injury: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 90*(12), 2003-2011. doi:10.1016/j.apmr.2009.06.019

Arbour-Nicitopoulos, K. P., Sweet, S. N., Lamontagne,

M.-E., Ginis, K. A. M., Jeske, S., Routhier, F., & Latimer-Cheung, A. E. (2017). A randomized controlled trial to test the efficacy of the SCI Get Fit Toolkit on leisure-time physical activity behaviour and social-cognitive processes in adults with spinal cord injury. *Spinal Cord Series and Cases, 3*, 1-8. doi:10.1038/scsandc.2017.44

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2011). Power analysis for meta-analysis. In M. Borenstein, L. V. Hedges, J. P. Higgins, & H. R. Rothstein (Eds.), *Introduction to meta-analysis* (1st ed., pp. 257-276). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc. doi:10.1002/9780470743386.ch29

Chang, S. H., Afzal, T., Berliner, J., & Francisco, G. E. (2018). Exoskeleton-assisted gait training to improve gait in individuals with spinal cord injury: A pilot randomized study. *Pilot and Feasibility Studies, 4*(1), 1-10. doi:10.1186/s40814-018-0247-y

Chase, T., Jha, A., Brooks, C., & Allshouse, A. (2013). A pilot feasibility study of massage to reduce pain in people with spinal cord injury during acute rehabilitation. *Spinal Cord, 51*(11), 847-851. doi:10.1038/sc.2013.104

Cheung, E. Y. Y., Yu, K. K. K., Kwan, R. L. C., Ng, C. K. M., Chau, R. M. W., & Cheung, G. L. Y. (2019). Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries - A randomized controlled trial. *BMC Neurology, 19*(1), 1-9. doi:10.1186/s12883-019-1361-z

Christiansen, C., & Baum, C. (1997). Occupational therapy: Enabling function and well-being. *British Journal of Occupational Therapy, 61*(8), 383. doi:10.1177/030802269806100812

Cohen, M. A. (1988). Some new evidence on the seriousness of crime. *Criminology, 26*(2), 343-353. doi:10.1111/j.1745-9125.1988.tb00845.x

Cramp, F., Berry, J., Gardiner, M., Smith, F., & Stephens, D. (2013). Health behaviour change interventions for the promotion of physical activity in rheumatoid arthritis: A systematic review. *Musculoskeletal Care, 11*(4), 238-247. doi:10.1002/msc.1049

Dorstyn, D., Mathias, J., Denson, L., & Robertson, M. (2012). Effectiveness of telephone counseling in managing psychological outcomes after spinal cord

- injury: A preliminary study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(11), 2100-2108. doi:10.3410/f.718172940.793488135
- Fernhall, B., Heffernan, K., Jae, S. Y., & Hedrick, B. (2008). Health implications of physical activity in individuals with spinal cord injury: A literature review. *Journal of Health and Human Services Administration*, 30(4), 468-502. doi:10.1123/jpah.2018-0034
- Ferrier, S., Blanchard, C. M., Vallis, M., & Giacomantonio, N. (2011). Behavioural interventions to increase the physical activity of cardiac patients: A review. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 18(1), 15-32. doi:10.1097/01.hcr.0000361198.10773.01
- Field-Fote, E. C., & Roach, K. E. (2011). Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury: A randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 91(1), 48-60. doi:10.2522/ptj.20090359
- Giangregorio, L., Catharine, C., Richards, K., Kapadia, N., Hitzig, S. L., Masani, K., & Popovic, M. R. (2012). A randomized trial of functional electrical stimulation for walking in incomplete spinal cord injury: Effects on body composition. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 35(5), 351-360. doi:10.1179/2045772312y.0000000041
- Hitzig, S., Craven, B., Panjwani, A., Kapadia, N., Giangregorio, L., Richards, K., ... Popovic, M. (2013). Randomized trial of functional electrical stimulation therapy for walking in incomplete spinal cord injury: Effects on quality of life and community participation. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 19(4), 245-258. doi:10.1310/sci1904-245
- Hoffman, L., & Field-Fote, E. (2013). Effects of practice combined with somatosensory or motor stimulation on hand function in persons with spinal cord injury. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 19(4), 288-299. doi:10.1310/sci1904-288
- Huedo-Medina, T. B., Sanchez-Meca, J., Marin-Martinez, F., & Botella, J. (2006). Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I² index? *Psychological Methods*, 11(2), 193-206. doi:10.1037/1082-989x.11.2.193
- Johnston, T. E., Modlesky, C. M., Betz, R. R., & Lauer, R. T. (2011). Muscle changes following cycling and/or electrical stimulation in pediatric spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(12), 1937-1943. doi:10.1038/sj.sc.3100792
- Jones, M. L., Evans, N., Tefertiller, C., Backus, D., Sweatman, M., Tansey, K., & Morrison, S. (2014). Activity-based therapy for recovery of walking in individuals with chronic spinal cord injury: Results from a randomized clinical trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(12), 2239-2246. doi:10.1016/j.rehab.2014.03.843
- Kapadia, N., Masani, K., Craven, B. C., Giangregorio, L. M., Hitzig, S. L., Richards, K., & Popovic, M. R. (2014). A randomized trial of functional electrical stimulation for walking in incomplete spinal cord injury: Effects on walking competency. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(5), 511-524. doi:10.1179/2045772314y.0000000263
- Kim, D. I., Lee, H., Lee, B. S., Kim, J., & Jeon, J. Y. (2015). Effects of a 6-week indoor hand-bike exercise program on health and fitness levels in people with spinal cord injury: A randomized controlled trial study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(11), 2033-2040. doi:10.1016/j.apmr.2015.07.010
- Kim, S. M. (2016). *Lifestyle and retirement preparation for a single household* (Doctoral dissertation). Chonnam National University, Gwangju.
- Kirby, R. L., Mitchell, D., Sabharwal, S., McCranie, M., & Nelson, A. L. (2016). Manual wheelchair skills training for community-dwelling veterans with spinal cord injury: A randomized controlled trial. *Plos One*, 11(12), e0168330. doi:10.1371/journal.pone.0168330
- Kooijmans, H., Post, M. W., Stam, H. J., Van der Woude, L. H., Spijkerman, D. C., Snoek, G. J., ... Group, A. (2017). Effectiveness of a self-management intervention to promote an active lifestyle in persons with long-term spinal cord injury: The HABITS randomized clinical trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 31(12), 991-1004. doi:10.1186/isrctn11233847
- Kressler, J., Nash, M. S., Burns, P. A., & Field-Fote, E. C. (2013). Metabolic responses to 4 different body weight-supported locomotor training approaches in persons with incomplete spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(8), 1436-1442. doi:10.1016/j.apmr.2013.02.018
- Lannem, A. M., Sørensen, M., Frøslie, K. F., & Hjeltne, N. (2009). Incomplete spinal cord injury, exercise and life satisfaction. *Spinal Cord*, 47(4), 295-300.

- Lauer, R., Smith, B., Mulcahey, M., Betz, R., & Johnston, T. (2011). Effects of cycling and/or electrical stimulation on bone mineral density in children with spinal cord injury. *Spinal Cord*, *49*(8), 917-923. doi:10.1038/sc.2011.19
- Manns, P. J., & Chad, K. E. (1999). Determining the relation between quality of life, handicap, fitness, and physical activity for persons with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *80*(12), 1566-1571. doi:10.1016/S0003-9993(99)90331-3
- Manley, A. F. (1996). *Physical activity and health: A report of the surgeon general*. U. S. Department of Health and Human Services: Diane Publishing. doi:10.1037/e525162010-001
- Nooijen, C. F., de Groot, S., Postma, K., Bergen, M. P., Stam, H. J., Bussmann, J., & Van den Berg-Emons, R. (2012). A more active lifestyle in persons with a recent spinal cord injury benefits physical fitness and health. *Spinal Cord*, *50*(4), 320-323. doi:10.1038/sc.2011.152
- Nooijen, C. F., Stam, H. J., Schoenmakers, I., Sluis, T., Post, M., Twisk, J., & Van Den Berg-Emons, R. J. (2016). Working mechanisms of a behavioural intervention promoting physical activity in persons with subacute spinal cord injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *48*(7), 583-588. doi:10.2340/16501977-2110
- Noreau, L., & Shephard, R. J. (1995). Spinal cord injury, exercise and quality of life. *Sports Medicine*, *20*(4), 226-250. doi:10.1007/springerreference_73549
- Ordóñez, F. J., Rosety, M. A., Camacho, A., Rosety, I., Diaz, A. J., Fornieles, G., ... Rosety-Rodríguez, M. (2013). Arm-cranking exercise reduced oxidative damage in adults with chronic spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *94*(12), 2336-2341. doi:10.1016/j.apmr.2013.05.029
- Pelletier, C., De Zepetnek, J. T., MacDonald, M., & Hicks, A. (2015). A 16-week randomized controlled trial evaluating the physical activity guidelines for adults with spinal cord injury. *Spinal Cord*, *53*(5), 363-367. doi:10.1038/sc.2014.167
- Rosenthal, R., & Rubin, D. B. (1982). Comparing effect sizes of independent studies. *Psychological Bulletin*, *92*(2), 500-504. doi:10.1037/0033-2909.92.2.500
- Shin, Y. C. (2019). *Effectiveness of occupation based lifestyle intervention program for health management of community dwelling elderly* (Master's Thesis). Yonsei University, Seoul.
- Tasiemski, T., Kennedy, P., Gardner, B. P., & Taylor, N. (2005). The association of sports and physical recreation with life satisfaction in a community sample of people with spinal cord injuries. *NeuroRehabilitation*, *20*(4), 253-265. doi:10.3233/nre-2005-20403
- Tawashy, A., Eng, J., Lin, K., Tang, P., & Hung, C. (2009). Physical activity is related to lower levels of pain, fatigue and depression in individuals with spinal-cord injury: A correlational study. *Spinal Cord*, *47*(4), 301-306. doi:10.1038/sc.2008.120
- van den Berg-Emons, H., Bussmann, J., Sluis, T., van Bergen, M., Van der Woude, L., & Stam, H. (2004). Restoration of the level of everyday physical activity during spinal cord injury rehabilitation: Preliminary results. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, *41*, S22.
- Vissers, M., Van den Berg-Emons, R., Sluis, T., Bergen, M., Stam, H., & Bussmann, H. (2008). Barriers to and facilitators of everyday physical activity in persons with a spinal cord injury after discharge from the rehabilitation centre. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *40*(6), 461-467. doi:10.2340/16501977-0191
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *Journal of Canadian Medical Association*, *174*(6), 801-809. doi:10.1503/cmaj.051351
- Yu, D. H., Lee, J. S., Kim, H. M., & Hong, D. K. (2012). Systematic review and meta-analysis on the mediating effects of FES in stroke patients. *Korean Journal of Occupational Therapy*, *20*(1), 111-126.
- Zeilig, G., Weingarden, H., Zwecker, M., Dudkiewicz, I., Bloch, A., & Esquenazi, A. (2012). Safety and tolerance of the ReWalk™ exoskeleton suit for ambulation by people with complete spinal cord injury: A pilot study. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, *35*(2), 96-101. doi:10.1179/2045772312Y.0000000003

Abstract

Effect of Rehabilitation Intervention for Lifestyle Improvement of Spinal Cord Injury: Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Meta-Analysis

Ha, Sung Kyu^{*}, M.P.H., O.T., Park, Hae Yean^{**}, Ph.D., O.T.

^{*}Dept. of Occupational Therapy, Graduate School, Yonsei University, Student

^{**}Dept. of Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University, Professor

Objective : The purpose of this study was to investigate the effectiveness and basis of rehabilitation intervention in patients with spinal cord injury by systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies.

Methods : Two researchers independently searched and selected a study published in an academic journal using a search term in an international thesis database. A total of 21 studies met the selection criteria, and qualitative evaluation of the study was conducted using the PEDro Scale. Meta-analysis was performed using Comprehensive Meta-Analysis 3.0 program.

Results : A total of 713 subjects were included. The results of the meta-analysis showed a score of 0.406 (95.0% confidence interval: 0.221 ~ 0.591) for intervention using physical activity and 0.505 (95.0% confidence interval: 0.449 ~ 1.528) for electronic stimulation therapy, which showed medium effect; educational intervention had a 0.248 (95.0% confidence interval: 0.033 ~ 0.464), and mixed intervention 0.280 (95.0% confidence interval: 0.122 ~ 0.438). It was shown that the effect of small (small). There was a significant heterogeneity in the statistical heterogeneity test, and thus the random effects model was selected and analyzed.

Conclusion : The results showed that rehabilitation interventions were effective for patients with spinal cord injury. During the rehabilitation of spinal cord injury patients, clinicians are expected to contribute to the development of programs to improve their lifestyles.

Key Words : Lifestyle, Meta-analysis, Rehabilitation intervention, Spinal cord injury, Systematic review