

## Research Paper: The Comparison of Traditional Exercises & Body Weight Supported Treadmill Training (BWSTT) Exercises on Sensory-motor Function, Quality and Quantity of Walking in Paraplegic Spinal Cord Injured Persons

Mehdi Raeisi Dehkordi <sup>1</sup>, Hamidreza Sadeghi <sup>2</sup>, \*Ebrahim Banitalebi <sup>3</sup>, A`zam Aliakbarian <sup>4</sup>

1. MSc. Student of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tehran University, Iran.
2. PhD. Of Sports Biomechanics, Professor of Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. PhD. Of Sports Physiology, Assistant Professor in Physical Education, University of Shahekord, Iran.
4. Student of Medicine, Shahrekord University of Medical Science, Iran.

Received: 29 Oct. 2014  
Accepted: 17 Aug. 2014

### ABSTRACT

**Objectives** The aim of this study is to compare traditional exercises & body weight supported training (BWST) exercises on sensory-motor function, quality and quantity of walking in paraplegic spinal cord injured persons.

**Materials & Methods** 17 paraplegic spinal cord injured persons (Asia B,C), age  $32.53 \pm 1.793$  years, height  $175.71 \pm 1.658$  cm, weight  $71.59 \pm 2.442$  kg, and body mass index (BMI)  $23.18 \pm 0.828$  kg/m were selected voluntarily and through convenient sampling method. The subjects were assigned to BWSTT group (N=10) and traditional exercises group (N=7) according to ASIA Impairment Scale (AIS). The subjects were trained for 12 weeks, four times per week and 60 min per session. BWSTT included 15 min warm-up on fixed gear bike, 45 min BWSTT with 50% body weight and finally 10 min cold-down exercises. 10% load was added each week. Traditional exercises included 15 min warm-up on fixed gear bike plus 45 min PNF stretching, full range of motion and 10 min cool-down.

**Results** The data analysis showed that BWSTT group compared with traditional exercise group had better function in variables of Pin score ( $P = 0.002$ ), Light Score ( $P = 0.002$ ), motor function ( $P = 0.000$ ), walking index test ( $P = 0.002$ ), 6 min walking test ( $P = 0.001$ ) and 10 meter walking ( $P = 0.001$ ).

**Conclusion:** BWSTT in comparison with traditional exercise can improve sensory-motor function and quality and quantity of walking in paraplegic spinal cord injured persons.

#### Keywords:

Body weight-supported treadmill training, Sensory and motor function, Paraplegia

\* Corresponding Author:

Ebrahim Banitalebi, PhD.

Address: Shahrekord, University of Shahrekord, Sport Sciences department

Tel: +98(381)4426385

Email: banitalebi.e@gmail.com

## مقایسه تأثیر تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن (BWSTT) بر عملکرد حسی-حرکتی، کیفیت و کمیت راه رفتن در افراد ضایعه نخاعی پاراپلژی

مهدی رئیسی دهکردی<sup>۱</sup>، حیدر صادقی<sup>۲</sup>، ابراهیم بنی‌طالبی<sup>۳</sup>، اعظم علی‌اکبریان<sup>۴</sup>

- ۱- کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- ۲- دکترای بیومکانیک ورزشی، استاد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
- ۳- دکترای فیزیولوژی ورزش، استادیار گروه تربیت بدنی دانشگاه شهرکرد، ایران.
- ۴- دانشجوی رشته پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، ایران.

### چکیده

تاریخ دریافت: ۱۲ مهر ۱۳۹۲  
تاریخ پذیرش: ۲۷ خرداد ۱۳۹۳

**هدف:** هدف از این پژوهش مقایسه تأثیر تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن (BWST) بر عملکرد حسی-حرکتی در افراد پاراپلژی است.

**روش بررسی:** تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بوده و عداد ۱۷ نفر ضایعه نخاعی پاراپلژی (ASIA B,C)، سن  $32/53 \pm 1/793$  سال، قد  $175/71 \pm 1/658$  سانتیمتر، وزن  $71/59 \pm 2/442$  کیلوگرم و شاخص توده بدنی (BMI)  $23/18 \pm 0/828$  کیلوگرم بر مترمربع به‌طوردسترس و داوطلبانه به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند. این آزمودنی‌ها براساس شاخص نقص انجمن ضایعه نخاعی (AIS) به گروه تمرین BWSTT (N=10) و گروه تمرین سنتی (N=7) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در یک دوره ۱۲ هفته‌ای، ۴ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در هفته شرکت کردند. تمرینات BWSTT شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن روی دوچرخه ثابت و سپس ۴۵ دقیقه تمرین با ۵۰٪ وزن بدن روی دستگاه نوارگردان و در آخر ۱۰ دقیقه تمرینات سرد کردن بود و در هر هفته ۱۰٪ به وزن تحمل شده اضافه می‌شد. تمرینات سنتی شامل یک زمان ۱۵ دقیقه‌ای گرم کردن روی دوچرخه ثابت و ۴۵ دقیقه تمرینات کششی حس عمقی، انجام حرکات در دامنه حرکتی کامل و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی مستقل جهت بررسی تغییرات بین گروه‌ها استفاده شد.

**یافته‌ها:** تحلیل نتایج این تحقیق نشان داد که گروه تمرینی با حمایت وزن در مقایسه با گروه تمرینات سنتی در متغیرهای نمره حسی حساس به سوزن ( $P=0/002$ )، نمره حسی حساس به لمس ( $P=0/002$ )، عملکرد حرکتی ( $P=0/000$ )، آزمون شاخص راه رفتن ( $P=0/002$ )، آزمون راه رفتن ۶ دقیقه‌ای ( $P=0/001$ ) و ۱۰ متر ( $P=0/001$ ) عملکرد بهتری داشت.

**نتیجه‌گیری:** تمرینات BWSTT در مقایسه با تمرینات سنتی و رایج می‌تواند در روند بهبود حس و حرکت و نیز کمیت و کیفیت راه رفتن افراد پاراپلژی مؤثرتر است.

### کلید واژه:

تمرینات با حمایت وزن، عملکرد حسی و حرکتی، پاراپلژی

### مقدمه

روش‌های مختلف توانبخشی برای درمان آسیب‌های نخاعی اعم از تحریک الکتریکی عملکردی<sup>۱</sup>، تمرینات ورزشی، آب‌درمانی و... وجود دارد (۴-۶). به دنبال مشکلات برنامه تمرینی راه رفتن سنتی، تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن<sup>۲</sup> ایجاد گردید. این نوع تمرین اجازه تمرین تکراری راه رفتن/قدم‌زدن در یک محیط کنترل‌شده را می‌دهد، به‌طوری‌که قسمتی از وزن حمایت‌شده

یکی از پیامدهای زندگی در جوامع امروزی، شیوع به نسبت بالای ضایعات نخاعی<sup>۱</sup> است که می‌تواند باعث ایجاد اختلال در دستگاه‌های مختلف بدن (۱، ۲) از جمله ازدست‌دادن احساس و ناتوانی در ایستادن و راه رفتن گردد (۳). آسیب‌هایی که در سطح پایینی پشت و کمر به‌دلیل فلج‌شدن پاها رخ می‌دهد را پاراپلژی می‌نامند (۱).

۱. Functional Electrical Stimulation (FES)  
۲. Body Weight Treadmill Support Training (BWSTT)

۱. Spinal Cord Injury (SCI)

### نویسنده مسئول:

دکتر ابراهیم بنی‌طالبی

نشانی: شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

تلفن: +۹۸(۳۸۱)۴۴۲۶۳۸۵

رایانامه: banitalebi.e@gmail.com

معمولی و فیزیوتراپی آثار بهتری در حس و حرکت راهرفتن در افراد ISCI داشت (۱۸). در تحقیق آدامز و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با استفاده از تخت با خاصیت تغییر زاویه<sup>۷</sup> باعث کاهش بیشتر در میزان اسپاسم عضلانی در افراد ضایعه نخاعی گردید (۱۹). در تحقیق دیگری توسط ریز و همکاران (۲۰۱۱) مشخص شد که تمرین حرکتی<sup>۸</sup> باعث بهبود توانایی حرکت به دنبال ۸ هفته تمرین و نیز حفظ این قابلیت پس از ۴ ماه بی‌تمرینی در افراد ضایعه نخاعی با طبقه‌بندی آسیب ASIA B, C شد (۲۰). ورینگ و مولر<sup>۹</sup> (۱۹۹۲) به مدت هفت ماه با ۴۰ درصد حمایت وزن بر روی ۸ مرد دچار آسیب نخاع تحقیقی انجام دادند که نشان داد تأثیر مثبتی بر راهرفتن افراد داشت (۲۱). در پژوهشی دیگر که توسط ورینگ و همکاران (۱۹۹۵) به مدت ۲۰ هفته بر روی ۹۸ نفر از افراد ضایعه نخاعی انجام گرفت بهبود راهرفتن را نشان داد (۲۲). همچنین گاردنر<sup>۱۰</sup> و همکاران (۱۹۹۸) بر یک مرد دچار آسیب C5 و C6 با ۴۰ درصد وزن تمرین حمایت وزن را انجام دادند و بهبود سرعت راهرفتن و طول گام را مشاهده نمودند (۷). همچنین ورینگ<sup>۱۱</sup> و همکاران (۱۹۹۸) به مدت حدود ۱۲ هفته بر ۷۶ مرد مبتلا به ضایعه نخاعی تمرین حمایت وزن را انجام دادند و بهبود عملکرد از صندلی چرخدار تا راهرفتن را مشاهده کردند (۲۳). نیمارک و همکاران (۱۹۹۸) بر ۵ نفر از افراد دچار ضایعه نخاعی که دو ماه از آسیب آنها گذشته تحقیقی انجام دادند که دامنه حرکتی فاکتورهای کینماتیکی راهرفتن بهبود پیدا کرد (۲۴). شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد احتمال بهبودی در عملکرد افراد ضایعه نخاعی با استفاده از تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن بیشتر در افراد ضایعه نخاعی با طبقه‌بندی ASIA C, D نسبت به افراد ضایعه نخاعی با طبقه‌بندی ASIA A, B است، اما باز هم مدارک بیشتری برای اثبات این ادعا نیاز است که این تمرین بر روی افراد SCI مؤثر خواهد بود (۲۵). در تحقیقی نشان داده شده است که تمرین راهرفتن با کمک رباط هیچ برتری نسبت به تمرینات مقاومتی ندارد (۲۶). به‌علاوه در تحقیق دیگری نشان داده شد که ۱۲ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرین روی زمین در افراد پاراپلژی با سطح ضایعه B, C, D هیچ تفاوت معناداری در سرعت آزمون ۶ دقیقه راهرفتن، LEMS مشاهده نشد (۲۷).

با توجه به اینکه تحقیقات قبلی بیشتر بر افراد با ضایعه نخاعی ASIA C, D است و از آنجا که هیچ تحقیقی به‌طور خاص تأثیر تمرینات مختلف مثل تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن و درمان‌های رایج مثل تحریک الکتریکی عملکردی و تمرینات

و درون‌داده حسی<sup>۴</sup> که پارامترهای طبیعی راهرفتن را تسهیل می‌کند فراهم می‌شود (۷). تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن به‌طور گسترده برای توانبخشی و بهبود حس و حرکت در بسیاری از بیماری‌های عصبی و ارتوپدیک استفاده می‌شود (۸). تحقیقات نقش نخاع را در کنترل حرکت بررسی کردند و نشان دادند که گره‌هایی که با قطع نخاع از ناحیه پشتی بودند توانستند تحرک خود را به دنبال تمرین شدید راهرفتن دوباره به دست آورند، به‌طوری‌که منجر به بهبود پارامترهای راهرفتن مثل سرعت و کیفیت راهرفتن گردید (۸). نتایج این مطالعات نشان داد که تولیدکننده الگوی مرکزی<sup>۵</sup> که مسئول تولید الگوهای چرخه‌ای در سیستم مرکزی این حیوانات است شروع به فعال شدن می‌کند (۷، ۹، ۱۰). چرخه‌های عصبی (شبکه‌ای از اینترونرها) در درون نخاع که با اطلاعات حسی ویژه تعامل دارند مسئول حرکت در حیوانات است (۹). فعال‌سازی عضلات پا در طول جابه‌جایی به‌وسیله تولیدکننده الگوی مرکزی ایجاد می‌گردد. جهت کنترل حرکت، اطلاعات‌آوران از منابع مختلف چون دستگاه بصری، دستگاه دهلیزی گوش داخلی و گیرنده‌ای عمقی به‌وسیله تولیدکننده الگوی مرکزی استفاده می‌گردد (۱۱). به نظر می‌رسد که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن که از بهترین نوع تمرین در توانبخشی افراد ضایعه نخاعی است می‌تواند نسبت به دیگر مداخلات ورزشی و درمانی مؤثرتر باشد. بسیاری از درمان‌های متداول مثل تحریک الکتریکی عملکردی همراه با دردهای غیرقابل تحمل و آزاردهنده است که ممکن است مانعی برای توانبخشی این افراد باشد (۱۳، ۱۲). شواهد بافتشناسی آسیب عضلانی نظیر نفوذ ماکروفاژها و پارگی خط Z را پس از تحریک الکتریکی گزارش کرد. این تمرین با افزایش فعالیت کراتین کیناز (CK) و کوفتگی عضلانی نیز همراه بود (۱۴). از تحریک الکتریکی می‌توان برای فعال‌سازی عضلات فلج‌شده و جلوگیری از توسعه بدشکل شدن اسکلت بدن استفاده نمود (۱۵، ۱۶). تحریک الکتریکی موجب راهاندازی واحدهای حرکتی میشود که فرآیند متفاوتی از انقباض اختیاری دارد. راهاندازی واحدهای حرکتی در اثر تحریک الکتریکی متفاوت از راهاندازی اختیاری آن است (متضاد اصل اندازه همنان)<sup>۶</sup>. عقیده بر این است که راهاندازی واحد حرکتی در اثر تحریک الکتریکی انتخابی نبوده و همزمان رخ میدهد. این پدیده در انقباض ارادی متفاوت است (۱۷). تحریک الکتریکی و انقباض ارادی حالت‌های متفاوتی از فعال‌سازی عضلانی هستند و اثرات فیزیولوژیکی متفاوتی روی سیستم عصبی عضلانی دارند (۱۴). در تحقیق دیگری توسط لوکرالی و همکاران (۲۰۱۱) به مقایسه دو نوع تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن و سنتی پرداختند و نشان دادند که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرینات

Tilt-table ۷  
Locomotors Training ۸  
Wernig and Müller ۹  
Gardner ۱۰  
Wernig ۱۱

Sensory input ۴  
Central pattern generators (CPGs) ۵  
Hennemann's size principle ۶

تمرینات سنتی شامل یک زمان ۱۵ دقیقه‌ای گرم کردن روی دوچرخه ثابت و ۴۵ دقیقه تمرینات کششی حس عمقی و انجام حرکات در دامنه حرکتی و در آخر ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. به دنبال ۱۲ هفته تمرین، ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین کلیه آزمون‌ها و خون‌گیری همانند پیش‌آزمون اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد چربی از روش اندازه‌گیری ضخامت چربی چهار نقطه‌ای (تحت کتفی، سه سر بازو، دوسر بازو و چهار سر) با استفاده از کالیپر Lafayette Skinfold II مدل ۱۱۲۸ استفاده شد. که در این روش ضخامت چربی زیر پوستی در این سه نقطه اندازه‌گیری شده و در معادله خاص خود قرار گرفت و درصد چربی برای هر فرد محاسبه شد. برای طبقه‌بندی افراد ضایعه نخاعی براساس نمره حسی و حرکتی از پرسشنامه دسته‌بندی افراد ضایعه نخاعی براساس دستورالعمل انجمن آسیب نخاعی آمریکا استفاده شد (۱). مقیاس نمره حرکتی اندام تحتانی بر این اساس بود که نمره حرکتی اندام تحتانی برابر ۲۰ یا کمتر نشان می‌دهد که فرد احتمالاً محدودیت در تحرک و جابه‌جایی خواهد داشت. نمره حرکتی اندام تحتانی برابر ۳۰ یا بالاتر به این نکته اشاره دارد که احتمالاً فرد قادر به حرکت در اجتماع خواهد بود (۲). برای بررسی استقلال حرکتی از پرسشنامه شاخص راه رفتن افراد ضایعه نخاعی WISCI-II استفاده گردید که توانایی فرد در راه رفتن پس از ضایعه نخاعی را نشان می‌دهد. این شاخص ارزیابی نیازمند یک ترتیب رتبه در طول بُعد اختلال، از شدیدترین سطح میزان اختلال تا کمترین شدت اختلال (۲۰) براساس استفاده از ابزار، بریس و یک یا چند نفر کمکی است. برای بررسی کمیت توانایی راه رفتن از آزمون راه رفتن ۶ دقیقه‌ای و راه رفتن ۱۰ متر استفاده شد (۳).

برای توصیف و تجزیه و تحلیل آماری از آمار توصیفی و استنباطی استفاده کردیم. در ابتدا برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، سپس برای بررسی تغییرات در گروه تمرین سنتی و تمرینات روی نوارگردان با حمایت وزن از آزمون t مستقل و تی زوجی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح ۰/۰۵ استفاده شد.

### یافته‌ها

میزان تغییرات شاخص توده بدنی، وزن، درصد چربی، عملکرد حسی و حرکتی، شاخص راه رفتن WISCI، آزمون ۶ دقیقه و ۱۰ متر راه رفتن در آزمودنی‌های گروه تمرینات با حمایت وزن و سنتی در جدول ۱ آورده شده است. افراد نمونه دارای میانگین سنی  $50/1 \pm 3/32$  سال، قد  $175/4 \pm 4/10$  سانتی‌متر، وزن  $71/5 \pm 2/20$  کیلوگرم و شاخص توده بدنی  $(23/15 \pm 7/0)$  BMI) کیلوگرم بر متر مربع بودند. در این تحقیق میزان تغییرات از پیش آزمون به پس آزمون در هر گروه را بین دو گروه مستقل مقایسه گردید و اطلاعات نشان داد که میزان تغییرات شاخص توده بدنی (BMI)، وزن، درصد چربی، عملکرد حسی و حرکتی،

روی زمین و قدرتی بر عملکرد حسی-حرکتی در افراد پاراپلژی با طبقه‌بندی ASIA B,C بررسی نکرده است و از طرف دیگر برخی تناقضات در نتایج تحقیقات وجود دارد؛ لذا هدف این تحقیق بررسی مقایسه تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن بر عملکرد حسی-حرکتی، کیفیت و کمیت راه رفتن در افراد پاراپلژی است.

### روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجرب با دو گروه تمرینی و پیش آزمون و پس آزمون می باشد. جامعه آماری این تحقیق کلیه افراد ضایعه نخاعی مرد مراجعه کننده به انجمن ضایعات نخاعی شهرستان شهرکرد (در سال ۱۳۹۲) را تشکیل می‌دادند.

نمونه آماری پژوهش را افراد ضایعه نخاعی ناقص پاراپلژی که حاضر به همکاری در این تحقیق بودند و با طبقه‌بندی ASIA B,C حداقل ۶ ماه از آسیب و جراحی پس از آن در آن‌ها گذشته بود تشکیل می‌داد. افرادی که سابقه بیماری قلبی-عروقی، دیابت، کلیه، پوکی استخوان، فشار خون بالا، زخم بستر، اعتیاد به الکل و مواد مخدر، مشکلات ارتوپدیک و چاقی بودند از نمونه خارج شدند. ابتدا طی جلسه‌ای داوطلبان شرکت در این تحقیق با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن به به صورت کتبی و شفاهی آشنا شدند و به آنها اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از آنها کاملاً محرمانه خواهد ماند و در صورت تمایل هر زمان می‌توانند پژوهش را ترک نمایند. تعداد ۲۰ نفر از افراد ضایعه نخاعی در دسترس که داوطلب همکاری در این تحقیق بودند به روش غربالگری و پس از انجام مصاحبه حضوری و بررسی سوابق پزشکی به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند، که بر اساس نمره حسی و حرکتی (ASIA) به دو گروه تمرینات سنتی (۱۰ نفر) و تمرین BWST (۱۰ نفر) تقسیم شدند. سپس افرادی که مایل به شرکت در تحقیق بودند پرسشنامه سابقه پزشکی خود و رضایت نامه شرکت در طرح را تکمیل و برای انجام آزمایش خون ناشتا به آزمایشگاه معرفی شدند. مشخصات فردی شامل سن، قد و ترکیب بدنی (درصد چربی) اندازه‌گیری شد. به آزمودنی‌ها تذکر داده شد، ۲۴ ساعت پیش از آزمون از انجام تمرین سنگین خودداری کنند و در نهایت، هماهنگی‌هایی لازم جهت انجام پیش آزمون به عمل آمد، که در طول دوره‌ی اجرای این طرح تحقیقی ۳ نفر از افراد گروه سنتی به دلیل زخم بستر و جراحی از تحقیق خارج شدند و در پایان، ۷ نفر در گروه سنتی باقی ماند.

برنامه تمرینی شامل یک دوره ۱۲ هفته‌ای، ۴ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ شرکت کردند، که تمرینات روی نوارگردان با حمایت وزن شامل یک زمان ۱۵ دقیقه‌ای گرم کردن روی دوچرخه ثابت در ابتدا و ۴۵ دقیقه تمرینات با ۵۰٪ وزن بدن روی دستگاه نوارگردان شروع شد و در هر هفته ۱۰٪ به وزن تحمل شده اضافه و در آخر ۱۰ دقیقه سرد کردن بود (۶۰-۳۷، ۵۱، ۶۳، ۳۴، ۳۶).

جدول ۱. میزان تغییرات شاخص توده بدنی (BMI)، وزن، درصد چربی، عملکرد حسی و حرکتی، شاخص راه رفتن WISCI، آزمون ۶ دقیقه و ۱۰ متر راه رفتن در آزمودنیهای گروه BWST و سنتی

ارزش p	t مشاهده شده	درصد تغییرات	میزان تغییرات SEM±Mean	SEM±Mean		گروهها	متغیرها
				پس آزمون	پیش آزمون		
**/۰۰۱	-۴/۰۴۹	↓ ۵/۸۵٪	-۱/۴۰ ± ۰/۳۴۰	۲۲/۵۰ ± ۰/۷۷۸	۲۳/۹۰ ± ۰/۹۳۶	BWST	شاخص توده بدنی (BMI) (کیلوگرم بر مترمربع)
		↑ ۱/۹۴٪	۰/۴۳ ± ۰/۲۹۷	۲۲/۵۷ ± ۱/۵۸۷	۲۲/۱۴ ± ۱/۵۰۳	سنتی	
**/۰۰۳	-۳/۶۳۰	↓ ۴/۱۸٪	-۳/۶۰ ± ۱/۱۱۸	۷۰/۷۰ ± ۲/۶۳۳	۷۴/۴۰ ± ۲/۷۱۲	BWST	توده بدنی (کیلوگرم)
		↑ ۱/۲۷٪	۰/۸۶ ± ۰/۵۰۸	۶۸/۵۷ ± ۴/۳۴۷	۶۷/۷۱ ± ۴/۳۱۳	سنتی	
**/۰۰۱	-۴/۳۱۶	↓ ۱۰/۰۳٪	-۲/۴۰ ± ۰/۵۲۲	۲۱/۵۲ ± ۰/۸۱۰	۲۳/۹۲ ± ۱/۰۹۴	BWST	درصد چربی بدن
		↑ ۱/۸۹٪	۰/۴۵ ± ۰/۴۰۵	۲۴/۱۸ ± ۱/۶۳۷	۲۳/۷۳ ± ۱/۸۶۵	سنتی	
**/۰۰۰	۵/۷۲۰	-	۱۱/۰۰ ± ۰/۹۵۵	۱۱/۰۰ ± ۰/۹۵۵	۰/۰۰ ± ۰/۰۰۰	BWST	عملکرد حرکتی (LEMS)
		-	۲/۸۶ ± ۱/۰۵۶	۲/۸۶ ± ۱/۰۵۶	۰/۰۰ ± ۰/۰۰۰	سنتی	
**/۰۰۳	۲/۸۳۷	↑ ۳۹/۱۰٪	۷/۰۰ ± ۱/۵۴۹	۲۴/۹۰ ± ۳/۰۱۳	۱۷/۹۰ ± ۲/۹۲۳	BWST	عملکرد حسی (Pin Score)
		↑ ۴/۱۸٪	۰/۸۶ ± ۰/۴۰۴	۲۰/۸۶ ± ۵/۶۲۱	۲۰/۰۰ ± ۵/۵۰۳	سنتی	
**/۰۰۳	۴/۰۲۶	↑ ۴۰٪	۷/۶۰ ± ۱/۷۲۰	۲۶/۶۰ ± ۲/۶۸۰	۱۹/۰۰ ± ۳/۳۹۶	BWST	عملکرد حسی (Light Score)
		↑ ۲/۶۷٪	۰/۵۷ ± ۰/۲۹۷	۲۱/۸۶ ± ۵/۹۹۴	۲۱/۲۹ ± ۵/۷۸۱	سنتی	
**/۰۰۲	۴/۱۶۰	↑ ۴۳/۸۵٪	۲/۵۰ ± ۰/۶۰۱	۸/۲۰ ± ۰/۶۹۶	۵/۷۰ ± ۱/۰۴۴	BWST	شاخص راه رفتن (WISCI)
		۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰۰	۸/۱۴ ± ۱/۷۹۲	۸/۱۴ ± ۱/۷۹۲	سنتی	
**/۰۰۱	-۴/۲۷۴	↓ ۴۰/۱۲٪	-۲۶/۲۰ ± ۵/۰۳۹	۵۷/۱۰ ± ۶/۸۵۶	۶۵/۳۰ ± ۱۳/۱۰۶	BWST	آزمون راه رفتن ۱۰ متر (ثانیه)
		↓ ۷/۴۰٪	-۳/۴۳ ± ۱/۷۳۰	۴۲/۸۶ ± ۶/۹۲۶	۴۶/۲۹ ± ۸/۵۴۰	سنتی	
**/۰۰۱	۴/۱۹۱	↑ ۸۷/۲۳٪	۳۰۰/۰۰ ± ۳۶/۵۱	۶۴۰/۰۰ ± ۹۷/۹۸	۳۴۰/۰۰ ± ۸۹/۶۹۱	BWST	آزمون راه رفتن ۶ دقیقه (متر)
		↑ ۱۸/۷۴٪	۱۲۸/۵۷ ± ۱۷/۴۴	۸۱۴/۲۹ ± ۱۸۰/۵۱	۶۸۵/۷۱ ± ۱۷۶/۵۱	سنتی	
**/۰۰۱	۴/۱۹۱	↑ ۸۷/۲۹٪	۰/۸۳ ± ۰/۱۰۱	۱/۷۸ ± ۰/۲۳۹	۰/۹۴ ± ۰/۲۴۹	BWST	سرعت راه رفتن (متر بر ثانیه)
		↑ ۲۳/۸۴٪	۰/۳۶ ± ۰/۰۵۱	۱/۸۷ ± ۰/۲۵۵	۱/۵۱ ± ۰/۲۴۹	سنتی	

توانبخشی

### بحث

این مطالعه اثر دو شیوه مختلف توانبخشی جهت بهبود افراد ضایعه نخاعی یعنی تمرینات سنتی و تمرینات روی نوارگردان با حمایت وزن را بررسی کرد. پیشنهاد تحقیق فراوانی وجود دارد که نشان می‌دهد تمرینات روی نوارگردان با حمایت وزن می‌تواند تحرک پذیری را در افراد ضایعه نخاعی حاد و مزمن بهبود دهد. نشان داده شد افراد ضایعه نخاعی که به‌طور منظم در تمرینات روی نوارگردان با حمایت وزن شرکت می‌کنند توانایی پیاده‌روی خود را توانستند بهبود دهند. حتی نتایج این تحقیقات نشان داد که این نوع تمرین نه فقط کیفیت و کمیت راه رفتن را بهبود می‌دهد بلکه می‌تواند منجر به بهبود تراکم استخوان، بهبود

شاخص راه رفتن (WISCI)، آزمون ۶ دقیقه و ۱۰ متر راه رفتن در آزمودنیهای گروه BWST و سنتی در جدول ۱ آورده شده است.

اطلاعات نشان می‌دهد که بهبود معنادار بهتری در BMI ( $p=۰/۰۰۱$ )، وزن ( $p=۰/۰۰۳$ )، درصد چربی ( $p=۰/۰۰۳$ )، عملکرد حرکتی (LEMS) ( $p < ۰/۰۰۱$ )، عملکرد حسی (Pin Score) ( $p=۰/۰۰۳$ )، عملکرد حسی (Light Score) ( $p=۰/۰۰۳$ )، شاخص راه رفتن (WISCI) ( $p=۰/۰۰۲$ )، آزمون راه رفتن ۱۰ متر ( $p=۰/۰۰۱$ ) و آزمون راه رفتن ۶ دقیقه ( $p=۰/۰۰۱$ ) و سرعت راه رفتن در گروه BWST نسبت به گروه سنتی ( $p=۰/۰۰۱$ ) پس از دوره تمرین وجود داشت.

سلامت قلب و عروق و... نیز گردد (۲۸).

به دنبال این نوع تمرین تولیدکننده الگوی مرکزی که مسئول تولید الگوهای چرخه‌ای در سیستم مرکزی رت‌های قطع نخاع شده هستند شروع به فعال شدن می‌کند (۱۰، ۹، ۷). فعال‌سازی عضلات پا در طول جابه‌جایی به‌وسیله تولیدکننده الگوی مرکزی ایجاد می‌گردد. برای کنترل حرکت، اطلاعات‌آوران از منابع مختلف چون دستگاه بصری، دستگاه دهلیزی گوش داخلی و گیرنده‌های عمقی به‌وسیله تولیدکننده الگوی مرکزی استفاده می‌گردد (۹، ۱۱).

نتایج این تحقیق نشان داد شاخص توده بدنی در آزمودنی‌های این تحقیق برابر  $23/18 \pm 0/828$  کیلوگرم بر مجذور متر بود که هم‌راستا با تحقیقاتی بود که نشان داد شاخص توده بدنی بین ۲۳ تا ۲۵ کیلوگرم بر مجذور متر است (۲۹-۳۱). هم‌راستا با نتایج تحقیق ما نشان داده شد که یک دوره ۱۲ هفته‌ای تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرینات سنتی برای ۴ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در هفته منجر به کاهش بیشتر توده بدن گردید. می‌توان چنین فرض کرد که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن به دلیل درگیر کردن توده عضلانی بیشتر و اینکه فرد مجبور است برای حفظ قامت انرژی بیشتری را مصرف نماید، می‌تواند محرک بزرگتری برای تغییرات توده بدنی و ترکیب بدن نسبت به تمرینات سنتی باشد (۳۲). همچنین نتایج تحقیق ما نشان داد که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرینات سنتی تأثیر بیشتری بر درصد چربی بدن و شاخص توده بدنی داشت.

تحقیقات زیادی نتایج تحقیق ما را تأیید نکرد. تحقیق ما با نتایج تحقیق استوارت و همکاران (۲۰۰۴) متناقض بود که نشان داد تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در یک دوره تمرینی ۶ ماهه روی افراد پاراپلژی با طبقه‌بندی ASIA C تغییری در توده چربی ایجاد نکرد، اما همین تمرین منجر به افزایش سطح مقطع تارهای عضلانی و هاپیرتروفی گردید (۳۳). این اختلاف‌ها می‌تواند ناشی از این واقعیت‌ها باشد که شدت آسیب نخاعی در آزمودنی ما بیشتر بوده است. در تحقیق استوارت و همکاران از سه جلسه تمرین استفاده کردند، اما در این تحقیق از ۴ جلسه تمرین ۶۰ دقیقه‌ای استفاده گردید.

در تحقیق دیگری که توسط فیلیپس و همکاران (۲۰۰۴) انجام شد نشان داد که به دنبال ۱۲ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن، وزن بدن بدون تغییر باقی ماند (۳۴). این اختلاف نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در تعداد جلسات و همین‌طور سطح آسیب باشد. در تحقیقی توسط کوری و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که تمرین ورزشی منجر به کاهش ۱۳ درصدی شاخص توده بدن و ۱۶ درصدی چربی افراد ضایعه نخاعی گردید (۳۵). هر چند شکل تمرین و سطح ضایعه در این تحقیق با تحقیق ما متفاوت

بود، اما نتایج آن نشان داد که تمرین بدنی در افراد ضایعه نخاعی می‌تواند بر ترکیب بدن تأثیرگذار باشد (۳۵). توانایی ورزش برای کاهش کل چربی بدن و کاهش چربی احشایی به‌خوبی مشخص شده است، اما تحقیقات کمی در مورد اثرات ورزش بر ترکیب بدن افراد مبتلا به ضایعات نخاعی وجود دارد. در تحقیقی نشان داده شد که تمرین منجر به کاهش چربی بدن، محیط کمر و نسبت کمر به باسن گردید (۳۷). هنوز این موضوع تأیید نشده است که آیا تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن می‌تواند باعث کاهش کل چربی بدن گردد. در تحقیقی نشان داده شد که به دنبال ۱۰ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن هیچ تغییری در توده چربی ایجاد نگردید (۳۴). رژیم‌های ورزشی باید به اندازه کافی شدید و نیز تعداد جلسات تمرین کافی بوده تا توده چربی را تغییر دهد و یک دوره تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن سه جلسه در هفته نمی‌تواند منجر به کاهش چربی گردد؛ زیرا این رژیم ورزشی نمی‌تواند تعادل انرژی را تغییر دهد (۳۲).

در این تحقیق نشان داده شد که تمرینات با حمایت وزن در مقایسه با تمرینات رایج و سنتی باعث بهبود بیشتر در عملکرد حسی و حرکتی و کمیت و کیفیت راه رفتن شد. در این تحقیق نشان داده شد تمرینات با حمایت وزن منجر به بهبود در عملکرد حسی Pin Score و Light Score گردید. به‌علاوه، در این تحقیق نشان داده شد که عملکرد حرکتی LEMS در تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن نسبت به تمرینات سنتی افزایش بیشتری داشت و این تفاوت در عملکرد بین دو شیوه تمرین معنی‌دار بود (۳۲). تفاوت معناداری در شاخص راه رفتن WISCI که نشان‌دهنده کیفیت راه رفتن است بین دو شیوه تمرین نشان داده شد. این بهبود می‌تواند در شکل‌گیری طناب نخاعی حاصل از تمرینات تکراری روی تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن باشد (۳۸). تحقیقی یافت نشد که کارایی این دو شیوه تمرین را با یکدیگر مقایسه کند، اما برخی از تحقیقات کارایی تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن را نسبت به شیوه‌های دیگر تمرین در افراد پاراپلژی نشان دادند. دوبکین و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که در مقایسه ۹-۱۲ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن با تمرین روی زمین در افراد پاراپلژی با سطح ضایعه B,C,D هیچ تفاوتی در نمرات آزمون سرعت راه رفتن دیده نشد (۳۹). در تحقیق دیگری از همین محققان نشان داد که ۱۲ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرین روی زمین در افراد پاراپلژی با سطح ضایعه B,C,D هیچ تفاوت معناداری در سرعت آزمون ۶ دقیقه راه رفتن، LEMS مشاهده نشد (۲۷). در تحقیق دیگری که توسط هوربی<sup>۱۲</sup> و همکاران (۲۰۰۵) انجام شد نشان داد که در مقایسه ۳ نوع تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن با کمک ربات، تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن با کمک کاردرمانگر و تمرین روی زمین، هر دو نوع تمرین روی نوارگردان

که توسط وینینگ<sup>۱۱</sup> و همکاران (۱۹۹۸) انجام گرفت نشان داد که به دنبال ۱۲ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن برای ۵ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای در هفته منجر به بهبود عملکرد حرکتی و بهبود سرعت و استقامت راهرفتن گردید که این نتایج با نتایج تحقیق ما همسو بود (۲۳). در تحقیق دیگری گاردنر<sup>۲۰</sup> و همکاران (۱۹۹۸) نیز نشان دادند که به دنبال یک برنامه تمرینی ۶ هفته‌ای برای ۳ جلسه در هفته با استفاده از تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن بهبودهایی در عملکرد حرکت مثل بهبود در سرعت راهرفتن مشاهده شد (۷)، نتایج این تحقیق در مورد بهبود در سرعت راهرفتن با نتایج تحقیق ما همسو بود.

در تحقیقی که توسط نیمارک<sup>۲۱</sup> و همکاران (۱۹۹۸) انجام شد نشان داد که ۳۶ جلسه تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در طول سه ماه در افراد پاراپلژی منجر به بهبود در دامنه حرکتی و مقادیر کینماتیکی راهرفتن گردید (۲۴). نتایج این تحقیق در مورد بهبود در کمیت و کیفیت راهرفتن به دنبال تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن با نتایج تحقیق ما موافق بود. در تحقیق بهرمن و هارکمن<sup>۲۲</sup> در سال (۲۰۰۰) که بر روی ۳ مرد مبتلا به ضایعه نخاعی با سطح آسیب ASIA C,D انجام شد نشان داد که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن منجر به بهبود سرعت حرکت گردید (۴۵). نتایج این تحقیق در مورد بهبود سرعت حرکت با نتایج تحقیق انجام شده همسو و موافق بود.

در تحقیقی که توسط پروتاس<sup>۲۳</sup> و همکاران (۲۰۰۱) با استفاده از شیوه تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن و با ۴۰ درصد تحمل وزن به مدت ۳ ماه شامل ۵ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای در هفته بر روی افراد با سطح آسیب ASIA C,D انجام گرفت نشان داده شد که سرعت راهرفتن افزایش یافت، اما بهبودی در عملکرد عضلات نشان نداد (۴۶). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج به دست آمده از تحقیق ما در مورد سرعت راهرفتن همسو بود. به دلیل حجم تمرین کمتر و نیز شدت کمتر باردهی این تحقیق دستاوردهای مرتبط با عملکرد عضلانی در تحقیق ما معنادار بود، در حالی که در این تحقیق معنادار نبود.

در تحقیق فیلد-فوت و تپواک<sup>۲۴</sup> در سال ۲۰۰۲ بر روی ۱۴ مرد مبتلا به ضایعه نخاعی با سطح آسیب ASIA C انجام شد نشان داد که ۱۲ هفته تمرین برای ۳ جلسه در هفته منجر به بهبود ۸۴ درصدی در سرعت راهرفتن گردید (۴۷). در تحقیق ما نیز افزایش ۸۸/۲۹ درصدی در سرعت راهرفتن گروه تمرینات روی نوارگردان با حمایت وزن مشاهده شد که با این تحقیق

با حمایت وزن نتایج بهتری در عملکرد مسافت پیموده شده نشان داد (۴۰). نتایج تحقیق ورینگ<sup>۱۳</sup> و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که در مقایسه تمرینات رایج توانبخشی و تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن، فقط نیمی از آزمودنی‌ها در گروه تمرینات رایج توانبخشی عملکرد حرکتی خود را بهبود دادند، اما در گروه تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن، ۷ آزمودنی از ۹ آزمودنی بهبود در سرعت حرکت را نشان دادند که نشان می‌دهد تمرینات روی نوارگردان با حمایت وزن دارای قابلیت توانبخشی بهتری نسبت به تمرینات رایج توانبخشی است، اما دوبکین<sup>۱۴</sup> و همکاران (۲۰۰۶) هیچ تفاوتی بین تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن و تمرینات زمینی مشاهده نکردند (۳۹). در تحقیق دیگری که توسط فیلد-فوت<sup>۱۵</sup> و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد هیچ تفاوت معناداری را بین تمرینات زمینی و تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن مشاهده نکرد (۴۱). این در حالی است که در این تحقیق از ۱۲ هفته تمرین برای ۵ روز در هفته روی آزمودنی‌های با سطح آسیب ASIA C,D استفاده شد. این اختلاف می‌تواند مربوط به ماهیت وزن‌دهی در تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن و یا نوع تمرینات روی زمین و یا حتی زمان طی شده از زمان آسیب باشد.

در تحقیقی که توسط هیکس<sup>۱۶</sup> و همکاران (۲۰۰۵) انجام شد نشان داد که در افراد پاراپلژی با سطح آسیب ASIA B,C، ۱۲ ماه تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن منجر به افزایش ۱۸ درصدی در سرعت راهرفتن، افزایش ۳۳/۵ درصدی در مسافت پیموده شده گردید (۴۲). در تحقیق ما نیز افزایش ۴۰ درصدی و ۸۸/۲۳ درصدی به ترتیب در سرعت و مسافت پیموده شده در آزمون ۶ دقیقه و ۱۰ متر راهرفتن به ترتیب مشاهده گردید. علت این تفاوت می‌تواند در طول دوره تمرین، سطح ضایعه و آسیب دانست، اما برخلاف نتایج تحقیق ما، هدل<sup>۱۷</sup> و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن هیچ برتری نسبت به دیگر شیوه‌های تمرین برای بهبود راهرفتن در افراد مبتلا به ضایعه نخاعی ندارد (۴۳). در تحقیق دیگری توسط ماسل من<sup>۱۸</sup> و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که در افراد با سطح ضایعه ASIA C ۹ ماه تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در سه فاز، ۳ ماه برای ۵ بار در هفته تغییری در نمره حرکتی اندام تحتانی ایجاد نکرد، اما سرعت راهرفتن در افراد به دنبال این پروتکل افزایش داشت (۴۴).

نتایج تحقیق ما در نمره حرکتی اندام تحتانی بهبود را مشاهده کرد، که این اختلاف می‌تواند مربوط به سطح آسیب، زمان طی شده از آسیب و نوع پروتکل تمرین باشد. در تحقیق دیگری

Weinig. ۱۹  
Gardner. ۲۰  
Nymark. ۲۱  
Behrman & Harkem. ۲۲  
Protas. ۲۳  
Field-Fote and Tepavac. ۲۴

Wernig. ۱۳  
Dobkin. ۱۴  
Field-Fote. ۱۵  
Hicks. ۱۶  
Hedel. ۱۷  
Musselman. ۱۸

کارایی یکسان پروتکل‌های درمانی است (۳۹). در تحقیق دیگری از همین محقق در سال ۲۰۰۷ نشان داد که تعداد کمی از افراد مبتلا به ضایعه نخاعی با سطح آسیب ASIA B و بیشتر افراد با سطح آسیب ASIA C,D توانستند توانایی راهرفتن را پس از ۱۲ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن بهبود دهند (۲۷).

در تحقیقی از انور<sup>۲۸</sup> و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن می‌تواند برای بهبود عملکرد راهرفتن استفاده شود. آزمودنی‌های این تحقیق دارای سطح آسیب ASIA C بودند که نشان داد این نوع تمرین می‌تواند منجر به بهبود طول گام، بهبود در شاخص راهرفتن WISCI و نیز استقلال حرکتی بهتر در آنها گردد (۵۱). هرچند در تحقیقات مختلف برتری روش تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن را در مقایسه با روش‌های مبتنی بر FES، حرکات قدرتی و زمینی نشان دادند. در این تحقیق نیز این برتری تأیید شد، اما آنچه حائز اهمیت است آن است که در این تحقیق کارایی این روش بر افراد با سطح آسیب ASIA B,C بررسی گردید که در تحقیقات قبلی به آن پرداخته شده بود و می‌توان برای افراد با سطح آسیب B,C نیز به کار برد و اثرات سودمند آن را به دست آورد. در تحقیق آدامز<sup>۲۹</sup> و همکاران (۲۰۰۶) که اثر تمرین ۴ ماهه تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن را بر ویژگی‌های حرکتی و مورفولوژیکی عضلات نشان دادند به این نتیجه رسیدند این نوع تمرینات حتی در افراد با سطح آسیب B می‌تواند منجر به تغییرات معنادار در توزیع نوع تار عضلات اسکلتی، پیشگیری از آتروفی و نیز بهبود در کمیت و کیفیت راهرفتن افراد ضایعه نخاعی گردد (۵۲).

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق مشاهده شد که یک دوره تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرینات سنتی منجر به دستاوردهایی در کیفیت و کمیت راهرفتن افراد ضایعه نخاعی پاراپلژی با سطح آسیب ASIA B,C گردید؛ لذا با توجه به اثرات سودمند این روش، می‌توان به‌عنوان یک روش سودمند برای تسریع در امر توانبخشی این جمعیت به کار برد. همچنین، پیشنهاد می‌گردد مراکز توانبخشی به این دستگاه مجهز شوند تا بتوانند در کنار وسایل توانبخشی، دیگر تسهیلات بازتوانی افراد ضایعه نخاعی بهتر فراهم گردد.

همسو بود. در تحقیقی از پوستانس<sup>۲۵</sup> و همکاران (۲۰۰۴) بر روی افراد مبتلا به ضایعه نخاعی با سطح ضایعه C,D نشان داد که ۴ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن به‌همراه FES برای ۵ جلسه در هفته در مقایسه با تمرینات رایج منجر به بهبود بیشتری در سرعت راهرفتن، بهبود اسپاسم گردید، اما بهبود معناداری در قدرت عضلاتی در هیچ‌یک از گروه‌ها مشاهده نشد (۴۸). مغایرتی بین نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق ما در مورد بهبود در نمره LEMS مشاهده شد که می‌تواند مرتبط با طول دوره زمان تمرین، زمان طی شده از آسیب و مدت جلسه هر تمرین باشد.

در تحقیق دیگری که توسط فیلد-فوت و همکاران (۲۰۰۵) که بر روی ۲۷ مرد مبتلا به ضایعه نخاعی به مدت ۱۲ هفته برای ۵ بار در هفته ۶۰ دقیقه‌ای انجام شد نشان داده شد که این پروتکل تمرین منجر به بهبود سرعت راهرفتن و بهبود طول گام‌برداری گردید (۴۱). نتایج این تحقیق همسو با نتایج تحقیق ما بود. در تحقیقی از لوکارلی<sup>۲۶</sup> و همکاران (۲۰۰۸) که اثرات تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن را با کاردرمانی در مورد ۱۲ مرد مبتلا به ضایعه نخاعی برای ۲ بار در هفته و به مدت ۴ ماه مقایسه کرد، بدین نتیجه رسیدند که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن می‌تواند منجر به بهبود بیشتر در سرعت راهرفتن، طول گام‌برداری و کاهش زمان حمایت در راهرفتن گردد و این تحقیق نشان‌دهنده کارایی بهتر تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرینات رایج است (۴۹).

در تحقیق دیگری لوکارلی<sup>۲۷</sup> و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرینات رایج، کارایی بهتری در مقادیر کینماتیک راهرفتن دارد (۱۸). نتایج این دو تحقیق با وجود تفاوت در سطح آسیب و تعداد جلسات تمرین کمتر با نتایج تحقیق ما همسو بود.

در تحقیقی به‌رمن و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند ۱۶ ماه تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن به مدت ۲۰-۳۰ دقیقه در هر جلسه در افراد با سطح آسیب C منجر به بهبود معناداری در نمره حرکتی اندام تحتانی نگردید، درحالی‌که توانایی حرکت مستقل در آنها بهبود یافت (۵۰). مغایرت در نتایج بهبود در نمره حرکتی اندام تحتانی با نتایج تحقیق ما می‌تواند مربوط به سن آزمودنی‌ها، کوتاه‌بودن زمان مداخله در هر جلسه تمرین و شدت باردهی باشد. در تحقیق دوبکین و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که ۱۲ هفته تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن در مقایسه با تمرین روی زمین در افراد ضایعه نخاعی با سطح آسیب ASIA B,C منجر به بهبود معنادار بیشتری در نمره FIM، سرعت راهرفتن و مسافت پیموده شده نشد که نشان‌دهنده

Postans .۲۵

Lucareli .۲۶

Lucareli .۲۷

Anwer .۲۸

Adams .۲۹

- [15] Dreibati B, Lavet C, Pinti A, Poumarat G. Influence of electrical stimulation frequency on skeletal muscle force and fatigue. *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 2010; 53(4): 266-77.
- [16] Porcari JP, Miller J, Cornwell K, Foster C, Gibson M, McLean K, et al. The effects of neuromuscular electrical stimulation training on abdominal strength, endurance, and selected anthropometric measures. *Journal of sports science and medicine*. 2005; 4(1):66-75.
- [17] Dehail P, Duclos C, Barat M, editors. *Electrical stimulation and muscle strengthening*. *Annales deréadaptation et de médecine physique*. Elsevier. 2008; 441-451
- [18] Lucareli P, Lima M, Lima F, de Almeida J, Brech G, Greve JDA. Gait analysis following treadmill training with body weight support versus conventional physical therapy: a prospective randomized controlled single blind study. *Spinal Cord*. 2011; 49(9):1001-7.
- [19] Adams MM, Hicks AL. Comparison of the effects of body weight-supported treadmill training and tilt-table standing on spasticity in individuals with chronic spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*. 2011; 34(5):488.
- [20] Markus W, Carolien B, de Bie Rob DV. Effectiveness of automated locomotor training in patients with acute incomplete spinal cord injury: A randomized controlled multicenter trial. *BMC Neurology*. ;11.
- [21] Wernig A, Müller S. Laufband locomotion with body weight support improved walking in persons with severe spinal cord injuries. *Spinal Cord*. 1992; 30(4):229-38.
- [22] Wernig A, Müller S, Nanassy A, Cagol E. Laufband therapy based on 'rules of spinal locomotion' is effective in spinal cord injured persons. *European Journal of Neuroscience*. 1995; 7(4):823-9.
- [23] Wernig A, Nanassy A, Müller S. Maintenance of locomotor abilities following Laufband(treadmill) therapy in para- and tetraplegic persons: follow-up studies. *Spinal Cord*. 1998; 36(11): 744-9.
- [24] Nymark J, DeForge D, Barbeau H, Badour M, Bercovitch S, Tomas J, et al. Body weight support treadmill gait training in the subacute recovery phase of incomplete spinal cord injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 1998; 12(3):119-36.
- [25] Lam T, Eng JJ, Wolfe DL, Hsieh JT, Whittaker M. A systematic review of the efficacy of gait rehabilitation strategies for spinal cord injury. *Topics in spinal cord injury rehabilitation*. 2007; 13(1):32-57.
- [26] Labruyère R, van Hedel HJ. Strength training versus robot-assisted gait training after incomplete spinal cord injury: a randomized pilot study in patients depending on walking assistance. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2014 ;11(1):4.
- [27] Dobkin B, Barbeau H, Deforge D, Ditunno J, Elashoff R, Apple D, et al. The evolution of walking-related outcomes over the first 12 weeks of rehabilitation for incomplete traumatic spinal cord injury: the multicenter randomized Spinal Cord Injury Locomotor Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2007; 21(1):25-35.
- [28] Giangregorio L. *Musculoskeletal changes after spinal cord injury: Effects of body weight supported treadmill training* [Thesis]. University of Waterloo, 2004;

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه عزیزانی که در انجام این پژوهش ما را یاری کرده‌اند، به‌ویژه پرسنل مرکز توانبخشی پارس شهرکرد تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

- [1] Postma K. Validity of the detection of wheelchair propulsion as measured with an Activity Monitor in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2005; 43(9):550-7.
- [2] Bryce T. *Spinal cord injury*. Demos Medical. 2009; 125-150
- [3] Karimi MT. What are the next steps in designing an orthosis for paraplegic subjects? *International Journal of Preventive Medicine*. 2012; 3(3):145.
- [4] Dobkin BH, Havton LA. Basic advances and new avenues in therapy of spinal cord injury. *Annu Rev Med*. 2004; 55:255-82.
- [5] Anderson KD. Targeting recovery: Priorities of the spinal cord-injured population. *Journal of neurotrauma*. 2004; 21(10):1371-83.
- [6] Thuret S, Moon LD, Gage FH. Therapeutic interventions after spinal cord injury. *Nature Reviews Neuroscience*. 2006; 7(8):628-43.
- [7] Gardner MB, Holden MK, Leikaskas JM, Richard RL. Partial body weight support with treadmill locomotion to improve gait after incomplete spinal cord injury: A single-subject experimental design. *Physical therapy*. 1998; 78(4):361-74.
- [8] Dietz V, Harkema SJ. Locomotor activity in spinal cord-injured persons. *Journal of Applied Physiology*. 2004; 96(5):1954-60.
- [9] Dietz V. Body weight supported gait training: From laboratory to clinical setting. *Brain research bulletin*. 2008; 76(5):459-63.
- [10] MacKay-Lyons M. Central pattern generation of locomotion: A review of the evidence. *Physical Therapy*. 2002; 82(1):69-83.
- [11] Rossignol S, Frigon A. Recovery of locomotion after spinal cord injury: Some facts and mechanisms. *Annual review of neuroscience*. 2011; 34:413-40.
- [12] Jacobs PL, Nash MS. Modes, benefits, and risks of voluntary a delectrically induced exercise in persons with spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2001; 24(1):10.
- [13] Ditor DS, Kamath MV, MacDonald MJ, Bugaresti J, McCartney N, Hicks AL. Effects of body weight-supported treadmill training on heart rate variability and blood pressure variability in individuals with spinal cord injury. *Journal of Applied Physiology*. 2005; 98(4):1519-25.
- [14] Aldayel A, Jubeau M, McGuigan MR, Nosaka K. Less indication of muscle damage in the second than initial electrical muscle stimulation bout consisting of isometric contractions of the knee extensors. *European journal of applied physiology*. 2010; 108(4):709-17.

- functional walking ability and measures of subjective well-being. *Spinal Cord*. 2005; 43(5): 291-8.
- [43] Van Hedel H, Tomatis L, Müller R. Modulation of leg muscle activity and gait kinematics by walking speed and bodyweight unloading. *Gait & posture*. 2006; 24(1):35-45.
- [44] Musselman KE, Fouad K, Misiaszek JE, Yang JF. Training of walking skills overground and on the treadmill: case series on individuals with incomplete spinal cord injury. *Physical therapy*. 2009; 89(6):601-11.
- [45] Behrman AL, Harkema SJ. Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. *Physical therapy*. 2000; 80(7):688-700.
- [46] Protas EJ, Holmes S, Qureshy H, Johnson A, Lee D, Sherwood AM. Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury: a pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001; 82(6):825-31.
- [47] Field-Fote EC, Tepavac D. Improved intralimb coordination in people with incomplete spinal cord injury following training with body weight support and electrical stimulation. *Physical therapy*. 2002; 82(7):707-15.
- [48] Postans NJ, Hasler JP, Granat MH, Maxwell DJ. Functional electric stimulation to augment partial weight-bearing supported treadmill training for patients with acute incomplete spinal cord injury: a pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004; 85(4):604-10.
- [49] Lucareli P, Lima M, Lima F, Garbelotti Jr S, Gimenes R, Almeida J, et al. Gait analysis and quality of life evaluation after gait training in patients with spinal cord injury. *Revista de neurologia*. 2008; 46(7):406.
- [50] Behrman AL, Nair PM, Bowden MG, Dauser RC, Herget BR, Martin JB, et al. Locomotor training restores walking in a non-ambulatory child with chronic, severe, incomplete cervical spinal cord injury. *Physical therapy*. 2008; 88(5):580-90.
- [51] Anwer S, Equebal A, Kumar R. Effect of Treadmill Training on Gait and Functional Independence in Patients with Incomplete Spinal Cord Injury: A Case Series. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*. 2012;10(3): 2-5.
- [52] Adams MM, Ditor DS, Tarnopolsky MA, Phillips SM, McCartney N, Hicks AL. The effect of body weight-supported treadmill training on muscle morphology in an individual with chronic, motor-complete spinal cord injury: A case study. *The journal of spinal cord medicine*. 2006; 29(2):167.
- [29] Buchholz AC, McGillivray CF, Pencharz PB. Physical Activity Levels Are Low in Free-Living Adults with Chronic Paraplegia. *Obesity Research*. 2003; 11(4):563-70.
- [30] Buchholz A, Bugaresti J. A review of body mass index and waist circumference as markers of obesity and coronary heart disease risk in persons with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2005; 43(9):513-8.
- [31] Spungen AM, Adkins RH, Stewart CA, Wang J, Pierson RN, Waters RL, et al. Factors influencing body composition in persons with spinal cord injury: a cross-sectional study. *Journal of applied Physiology*. 2003; 95(6): 2451-2470.
- [32] Hicks AL, Ginis KM. Treadmill training after spinal cord injury: it's not just about the walking. *Journal of rehabilitation research and development*. 2008; 45(2):241.
- [33] Stewart BG, Tarnopolsky MA, Hicks AL, McCartney N, Mahoney DJ, Staron RS, et al. Treadmill training-induced adaptations in muscle phenotype in persons with incomplete spinal cord injury. *Muscle & nerve*. 2004; 30(1):61-8.
- [34] Phillips SM, Stewart BG, Mahoney DJ, Hicks AL, McCartney N, Tang JE, et al. Body-weight-support treadmill training improves blood glucose regulation in persons with incomplete spinal cord injury. *Journal of applied Physiology*. 2004; 97(2):716-24.
- [35] Koury JC, Passos MCF, Figueiredo FA, Chain A, Franco JG. Time of physical exercise practice after injury in cervical spinal-cord-injured men is related to the increase in insulin sensitivity. *Spinal Cord*.
- [36] Carlson KF, Wilt TJ, Taylor BC, Goldish GD, Niewoehner CB, Shamliyan TA, et al. Effect of exercise on disorders of carbohydrate and lipid metabolism in adults with traumatic spinal cord injury: Systematic review of the evidence. *The journal of spinal cord medicine*. 2009; 32(4):361.
- [37] Inukai Y, Takahashi K, Wang DH, Kira S. Assessment of total and segmental body composition in spinal cord-injured athletes in Okayama prefecture of Japan. *Acta Medica Okayama*. 2006; 60(2):99.
- [38] Frood RT. The use of treadmill training to recover locomotor ability in patients with spinal cord injury. *Bioscience Horizons*. 2011; 4(1):108-17.
- [39] Dobkin B, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, et al. Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology*. 2006; 66(4):484-93.
- [40] Hornby TG, Zemon DH, Campbell D. Robotic-assisted, body weight-supported treadmill training in individuals following motor incomplete spinal cord injury. *Physical therapy*. 2005; 85(1):52-66.
- [41] Field-Fote EC, Roach KE. Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury: A randomized clinical trial. *Physical therapy*. 2011; 91(1):48-60.
- [42] Hicks A, Adams M, Ginis KM, Giangregorio L, Latimer A, Phillips S, et al. Long-term body weight-supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: effects on