

مقایسه تأثیر تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن (BWST) بر تراکم استخوان افراد پاراپلژی

ابراهیم بنی طالبی^۱، بهنام قاسمی مبارکه^۲، اسدالله ابراهیمی^۳، آرمان دهقانی^۴

۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه شهرکرد*

۲. استادیار گروه حرکات اصلاحی دانشگاه شهرکرد

۳. کارشناس ارشد دانشگاه شهرکرد

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۱/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۳۱

چکیده

هدف از این پژوهش مقایسه تأثیر تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن بر تراکم استخوان و بیومارکهای سرمی متابولیسم استخوان در افراد پاراپلژی است. تعداد ۱۷ نفر ضایعه نخاعی پاراپلژی (طبقه‌بندی مقیاس B,C انجمن ضایعه نخاعی آمریکا) با میانگین ابتلا ۱۴ ماه، سن $32/53 \pm 1/80$ سال، قد $175/71 \pm 1/66$ سانتی‌متر، وزن $71/59 \pm 2/44$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $23/18 \pm 0/83$ کیلوگرم بر مترمربع به‌طور دسترس و داوطلبانه به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند. این آزمودنی‌ها به گروه تمرین با حمایت وزن (۱۰ نفر) و گروه تمرین سنتی (۷ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در یک دوره ۱۲ هفته‌ای، ۴ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در هفته شرکت کردند. تمرین با حمایت وزن شامل ۱۵ دقیقه گرم‌کردن روی دوچرخه ثابت و سپس ۴۵ دقیقه تمرین با ۵۰٪ وزن بدن روی دستگاه نوار گردان و در آخر ۱۰ دقیقه تمرینات سردکردن بود و در هر هفته ۱۰٪ به وزن تحمل شده اضافه می‌شد. تمرینات سنتی شامل یک زمان ۱۵ دقیقه‌ای گرم‌کردن روی دوچرخه ثابت و ۴۵ دقیقه تمرینات کششی و تمرینات قدرتی، راه‌رفتن با پارالل و ۱۰ دقیقه سردکردن بود. داده‌ها نشان داد که تفاوت معناداری در میزان آلکالین فسفات، استئوکلسین، میزان تغییرات محتوای استخوان گردن ران، تراکم استخوان گردن ران، میانگین محتوای استخوان مهره‌های کمری و میانگین تراکم استخوان مهره‌های کمری، بین گروه با حمایت وزن و گروه تمرینات سنتی وجود داشت. تمرین با حمایت وزن می‌تواند منجر به کاهش پوکی استخوان در افراد پاراپلژی گردد و به‌عنوان یک مداخله مؤثر جهت درمان پوکی استخوان در این افراد تجویز گردد.

واژگان کلیدی: تمرینات با حمایت وزن، تراکم استخوان، پاراپلژی

مقدمه

آسیب طناب نخاعی^۱ یک موقعیت مخرب است (رحیمی-موقر و همکاران، ۲۰۱۳، ص، ۶۵) که سالیانه بیش از ۱۳۰۰۰۰ مورد از آن گزارش شده است (طهرت^۲ و همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۶۳۰). آسیب طناب نخاعی با ازدست رفتن عملکرد حسی-حرکتی زیر سطح آسیب همراه می‌باشد و بر کیفیت و کمیت راه رفتن اثر می‌گذارد (پوستما^۳، ۲۰۰۵، ص، ۵۵۰). روش‌های مختلف توانبخشی جهت درمان آسیب‌های نخاعی اعم از تحریک الکتریکی عملکردی^۴، تمرینات ورزشی ورزشی روی زمین، آب‌درمانی و غیره وجود دارد (طهرت^۵ و همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۶۳۰؛ وسل^۶ و همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۶۰). به دنبال مشکلات برنامه تمرینی راه رفتن سنتی و دیگر شیوه‌های تمرین سنتی تمرین راه رفتن^۷ ابداع گردید و تمرین روی نوار گردان با حمایت وزن^۸ ایجاد گردید. این نوع تمرین اجازه تمرین تکراری راه رفتن/قدم‌زدن در یک محیط کنترل شده را می‌دهد به طوری که قسمتی از وزن حمایت شده و درون‌دادها حسی که پارامترهای طبیعی راه رفتن را تسهیل می‌کنند فراهم می‌شوند (گاردنر^۹ و همکاران، ۱۹۹۸، ص، ۳۶۵). حمایت وزن به طور گسترده برای توانبخشی و بهبود حس و حرکت در بسیاری از بیماری‌های عصبی و ارتوپدیک استفاده می‌شود (دیتز^{۱۰} و هارکما^{۱۱}، ۲۰۰۴، ص، ۱۹۵۶).

اشخاص دارای ضایعه نخاعی اغلب آتروفی عضله و پوکی استخوان را تجربه می‌کنند. پوکی استخوان می‌تواند بر تمامیت زندگی شخص اثر بگذارد (گیانگرگوریو^{۱۲} و مکارتن^{۱۳}، ۲۰۰۶، ص، ۲۰؛ مایمون^{۱۴} و همکاران، ۲۰۰۵، ص، ۱۶۴۰).

کایا و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهش خود با عنوان ارزیابی مواد معدنی استخوان در بیماران با ضایعه نخاعی با مطالعه بر روی ۳۹ بیمار مبتلا به آسیب‌های طناب نخاعی با اندازه‌گیری

-
1. Spinal cord injury
 2. Thuret
 3. Postma
 4. Functional electrical stimulation
 5. Thuret
 6. Wessels
 7. Gait Training
 8. Body Weight Treadmill Support Training
 9. Gardner
 10. Dietz
 11. Harkema
 12. Giangregorio
 13. McCartney
 14. Maimoun

آلکالین فسفات و کلسیم به عنوان مارکرهای استخوان بیان کردند که در تمام موارد میزان تراکم مواد معدنی افراد دارای ضایعه‌ی نخاعی کاهش پیدا کرده است (کایا^۱ و همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۳۹۶). این فرضیه وجود دارد که حمایت وزن به دلیل درگیر کردن توده عضلانی بیشتر و همچنین درگیری قامت به صورت قائم تحریک بیشتری برای ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی نسبت به تمرینات سنتی مثل تمرینات اندام فوقانی و تحریک الکتریکی عملکردی ایجاد می‌نماید (هیگس و گینس، ۲۰۰۸، ص، ۲۴۱). استخوان، عضلات، سیستم عصبی و ارگان‌های بدن انسان طوری طراحی شده‌اند که بتوانند در حالت ایستاده و قائم بهترین کارایی را داشته باشند. در پژوهش کوپود^۲ و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که تمرین حمایت وزن می‌تواند تأثیر مثبتی بر ساختار عضلانی-اسکلتی داشته باشد (گیانگرگیو و مکارتن، ۲۰۰۶، ص، ۲۸۵). برون^۳ و همکاران (۱۹۹۹) در پژوهش خود با عنوان تغییرات استخوان درشتنی بعد از آسیب‌های نخاعی بیان کردند که تمرینات تحمل وزن بعد از ضایعه‌ی نخاعی حاد مثل قدم‌زدن روی تردمیل یا ایستادن (۵ بار در هفته به مدت ۲۵ هفته) باعث می‌شود میزان ازدست‌رفتن استخوان در مقایسه با افراد بی‌تحرك، متوقف یا حداقل کاهش یابد (النگ^۴ و همکاران، ۱۹۹۹، ص، ۲۱۵). کاروالهو^۵ و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش خود با عنوان تأثیر راه‌رفتن روی تردمیل بر مارکرهای استخوانی و تراکم استخوان افراد کواردی پلژی به این نتیجه رسیدند که چگالی مواد معدنی استخوان در ۸۱/۸ درصد آزمودنی‌ها پس از ۶ ماه تمرین راه‌رفتن روی تردمیل افزایش معناداری داشته است و میزان استئوکلسین به عنوان مارکر شیمیایی تحلیل استخوان در ۶۶/۷ درصد آزمودنی‌ها کاهش پیدا کرده است (کاروالهو^۵ و همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۱۳۵۷). نشان داده شده است که باردهی وزن به صورت ایستا نسبت به نوع پویا دارای کارایی کمتری در بهبود وضعیت استخوان دارد. فعالیت‌هایی مثل راه‌رفتن که شامل یک مرحله باردهی و بی‌باری هستند و شامل فاز انتقال وزن از یک پا به پای دیگر می‌باشند منجر به رشد بهتر و بهبود استخوان‌ها می‌گردد. با توجه به اینکه پژوهش‌های قبلی بیشتر بر افراد با ضایعه نخاعی طبقه-بندی مقیاس C,D انجمن ضایعه نخاعی آمریکا^۶ می‌باشند و از آنجاکه هیچ پژوهشی یافت نشد

1. Kaya
2. Coupaud
3. de Bruin
4. Eling
5. Carvalho
6. Carvalho

۷. یک رده‌بندی بین‌المللی بر مبنای پاسخ‌های نورولوژیکی آزمایش‌شده در هر درماتوم و کشش ده عضله کلیدی در هر طرف بدن می‌باشد.

که به‌طور خاص تأثیر تمرینات مختلف مثل حمایت وزن و درمان‌های رایج مثل تمرینات روی زمین و قدرتی را بر تراکم استخوانی افراد پاراپلژی با طبقه‌بندی مقیاس B,C انجمن ضایعه نخاعی آمریکا بررسی کرده باشد، بنابراین، هدف این مطالعه بررسی مقایسه تأثیر تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن بر تراکم استخوان و بیومارکرهای سرمی متابولیسم استخوان در افراد پاراپلژی بود.

روش پژوهش

آزمودنی‌ها

این مطالعه بر افراد ضایعه نخاعی ناقص تمرکز کرده است. شرکت‌کنندگان از طریق تماس با انجمن ضایعه نخاعی شهرستان شهرکرد فراخوانده شدند. ۲۰ مرد پاراپلژی (سن: ۳۲/۲۰ سال، قد: ۱۷۵/۴۰ سانتی‌متر، وزن: ۷۱/۵۰ کیلوگرم، شاخص توده بدن^۱: ۲۳/۱۵) با آسیب نخاعی ناقص ناشی از ضربه و حداقل گذشت یک سال و حداکثر سه سال از ابتلا به آسیب نخاعی در یک مطالعه نیمه تجربی با استفاده از دو گروه و طرح پیش-پس‌آزمون به‌طور آگاهانه شرکت کردند. آزمودنی‌ها به‌وسیله مقیاس انجمن ضایعه نخاعی آمریکا^۲ طبقه‌بندی شدند:

- A: کامل، هیچ عملکرد حسی یا حرکتی در سگمان‌های خاجی چهارم و پنجم حفظ نشده است.
- B: ناقص، عملکرد حسی (و نه حرکتی) در زیر سطح عصبی حفظ شده است تا سگمان‌های خاجی چهارم و پنجم امتداد می‌یابد.
- C: ناقص، عملکرد حسی در زیر سطح عصبی حفظ شده است و بیشتر عضلات کلیدی زیر سطح عصبی قدرت عضلانی کمتر از ۳ دارند.
- D: ناقص، عملکرد حرکتی زیر سطح عصبی حفظ شده است و بیشتر عضلات کلیدی زیر سطح آسیب قدرت عضلانی بیشتر از ۳ یا برابر با ۳ دارند.
- E: طبیعی، عملکردهای حسی و حرکتی طبیعی هستند (کیرشبلوم^۳ و همکاران، ۲۰۱۱، ص، ۵۱۳).

همه آزمودنی‌ها پاراپلژی بودند. اغلب آزمودنی‌ها در سوانح اتومبیل و سقوط از ارتفاع آسیب‌دیده بودند. همه آزمودنی‌ها رضایت‌نامه را امضاء کردند. فاکتورهای ورود به مطالعه شامل آزمودنی‌هایی بودند که دارای سطح آسیب طبقه‌بندی مقیاس B,C انجمن ضایعه نخاعی

1 Body Mass Index

2 .The American Spinal Injury Association

3 . Kirshblum

آمریکا بودند. فاکتورهای خروج شامل افرادی بودند که دارای بیماری قلبی-عروقی، دیالیز، مصرف الکل و مواد مخدر، دیابت، پوکی استخوان، زخم بستر، فشار خون بالا، بیماری ریوی، سن بیش از ۶۰ سال و شکستگی‌ها بودند. این ملاک‌ها توسط پزشک عمومی و بر اساس یک پرسشنامه بررسی گردید. افراد رژیم غذایی معمول خود را در طول دوره تمرین مصرف می‌کردند و تحت هیچ رژیم غذایی خاصی که بر میزان تراکم استخوان و بیومارکرهای متابولیسم استخوان تأثیر باشد نبودند. آزمودنی‌ها پرسشنامه سابقه پزشکی را پر کردند. به دنبال ارزیابی‌های اولیه، شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به یک گروه تمرین با حمایت وزن (۱۰ نفر) و یک گروه تمرینات سنتی (۱۰ نفر) تقسیم شدند. در گروه تمرینات سنتی سه نفر آزمودنی‌ها در طول پژوهش به دلیل زخم بستر و جراحی از گروه خارج شدند. آزمودنی‌ها در طول این دوره در هیچ مداخله ورزشی، توانبخشی و درمانی دیگر شرکت نداشتند. اندازه‌های آنتروپومتریکی

درصد چربی بدن به‌وسیله آزمون سنجش چربی زیرپوستی (شکمی، سه‌سربازویی، ران و فوق خاری) با کمک کالیپر مدل لافایید II^۱ محاسبه شد (ستاوس^۲ و همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۲۱۵). وزن از طریق یک باسکول آویزان‌شده از دستگاه حمایت‌کننده وزن در بالای سر آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. قد آزمودنی‌ها در موقعیت خوابیده طاق‌باز اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی برای هر آزمودنی از طریق فرمول: وزن (کیلوگرم) تقسیم بر مجذور قد (متر مربع) محاسبه شد. پروتکل‌های تمرین ورزشی

دو نوع مداخله ورزشی تحت نظارت پژوهشگران و متخصص جراح مغز و اعصاب استفاده گردید. مداخلات ورزشی شامل ۱۲ هفته تمرین با حمایت وزن و تمرین سنتی بود. به دنبال ارزیابی اولیه و هر دو گروه تمرینی تحت ۴۸ جلسه تمرین قرار گرفتند (فرامرزی و همکاران، ۲۰۱۴، ص، ۸).

تمرین با حمایت وزن

یک دستگاه تمرین با حمایت وزن که با یک سیستم معلق‌کننده وزن تجهیز شده بود استفاده گردید و وزن افراد ضایعه نخاعی به‌طور مداوم به‌وسیله دستگاه حمایت می‌شد. افراد در گروه تمرین با حمایت وزن برای چهار جلسه در هفته برای ۶۰ دقیقه در هر جلسه در طول یک دوره ۳ ماهه تمرین کردند. وزن معلق‌شده با ۵۰٪ وزن آزمودنی‌ها شروع شد هر هفته درصدی (هر دو هفته ۱۰ درصد) از میزان بار تعلیق‌شده کاسته شد و تا حمایت کامل وزن تا پایان دوره

1 Lafayette Skinfold Caliper II

2 . Steeves

تمرین کاهش یافت. آزمودنی‌ها با یک سرعت ۰/۳ متر بر ثانیه بر روی تردمیل توانبخشی (مدل واک‌پال^۱) شروع کردند. جلسات تمرین راه رفتن با حمایت وزن شامل یک زمان ۱۰ دقیقه گرم-کردن جهت افزایش دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی با تمرینات غیرفعال (فلکشن و اکستنشن مفصل ران و زانو، اداکشن و اداکشن مفصل ران، دورسی فلکشن مفصل مچ پا، اورشن و اینورشن مفصل مچ پا، فلکشن و اکستنشن انگشتان پا)، سه وهله تمرین راه رفتن روی دستگاه و یک زمان سردکردن ۱۰ دقیقه‌ای بود. بین هر وهله تمرین راه رفتن روی تردمیل با حمایت وزن یک وهله ۵ دقیقه‌ای استراحت در نظر گرفته شد؛ اما در شرایط خاص، اگر افراد نیازمند استراحت بودند تمرین با حمایت وزن متوقف می‌شد (فرامرزی و همکاران، ۲۰۱۴، ص، ۸).

تمرینات سنتی

تمرینات سنتی از یک وهله ۱۰ دقیقه‌ای گرم کردن با تمرینات کششی غیرفعال جهت افزایش دامنه حرکتی مفصل (فلکشن و اکستنشن مفصل ران و زانو، اداکشن و اداکشن مفصل ران، دورسی فلکشن مفصل مچ پا، اورشن و اینورشن مفصل مچ پا، فلکشن و اکستنشن انگشتان پا) ۴۵ دقیقه تمرینات قدرتی جهت تقویت عضلات اندام تحتانی برای مفاصل ران، زانو و مچ پا و راه رفتن روی زمین به کمک پارالل و روی زمین شامل تمرین پرس پا ایزوتونیک در حالت طاق‌باز، تمرین اداکشن، اداکشن، فلکشن و اکستنشن ایزوتونیک با کمک قرقره متصل به دیوار (به صورت ایستاده با و بدون مقاومت) و نیز روی میز معاینه و (خوابیده و یا بدون وزنه) نیز یک وهله ۱۰ دقیقه‌ای سردکردن تشکیل شده بود (فرامرزی و همکاران، ۲۰۱۴، ص، ۴).

نمره حرکتی اندام تحتانی^۲

برای ارزیابی توانایی افراد دارای آسیب طناب نخاعی برای حرکت مفاصل اندام تحتانی، عضلات کلیدی (فلکسورهای ران، سوئز خاصره، اکستنسورهای زانو مثل چهارسر رانی، دورسی فلکسورها زانو مثل ساقی قدامی، تا کننده دراز انگشتان پا) با نمرات معمول (۰ تا ۵؛ ۰: بدون هیچ انقباض، ۱: حداقل حرکت، ۲: حرکت فعال بدون جاذبه، ۳: حرکت فعال در مقابل جاذبه، ۴: حرکت فعال با مقاومت، ۵: حرکت فعال مقابل مقاومت کامل) از آزمون نمره حرکتی اندام تحتانی^۳ که یک آزمون رایج دستی از انجمن ضایعه نخاعی آمریکا است استفاده گردید (کیرشبلوم^۴ و همکاران، ۲۰۱۱، ص، ۵۱۳). این آزمون توسط متخصص طب فیزیکی انجام شد.

1 WalkPal

2. Lower Extremity Motor Score

3. Lower-extremity motor score

4. Kirshblum

میزان تراکم مواد معدنی در استخوان

میزان تراکم مواد معدنی نمونه‌ها در مرکز تصویربرداری دیجیتال پارس شهرکرد با استفاده از دستگاه دکزا^۱ که معتبرترین روش سنجش تراکم مواد معدنی است توسط متخصص اندازه‌گیری گردید. بدین صورت که از آزمودنی خواسته شد تا با خارج نمودن اشیاء فلزی و لوازم اضافی بر روی تخت دستگاه به صورت طاق‌باز دراز بکشند. دانشیته استخوان طی چند دقیقه کامل می‌شود (حدود ۱۰ الی ۱۵ دقیقه). در این پژوهش دو ناحیه کمر و گردن استخوان ران هرکدام به صورت جداگانه از نظر محتوا^۲ و تراکم^۳ ارزیابی شدند و پس از اتمام آزمایش اطلاعات لازم همراه با عکس رنگی پرینت و آماده شد و توسط کارشناس مرکز تحلیل‌های لازم انجام گرفت.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی

قبل از شروع پژوهش و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین از آزمودنی‌ها درحالی که ۱۲-۸ ساعت ناشتا بودند، ۱۰ سی‌سی خون وریدی توسط کارشناس آزمایشگاه در محل برگزاری تمرینات ورزشی گرفته شد. سرم خون تمامی نمونه‌ها پس از سانتریفیوژ جمع‌آوری و در دمای مناسب (۸۰- درجه سانتی‌گراد) جهت اندازه‌گیری‌های بعدی نگهداری شد.

جهت اندازه‌گیری مقادیر سرمی استئوکلسین از کیت الایزا انسانی ۹۶ تایی (ان-ام.آی.دی-اوت.^۴) استفاده شد. همچنین، جهت اندازه‌گیری مقادیر سرمی آلکالین فسفات از کیت الایزا انسانی ۹۶ تایی (ان-ام.آی.دی-اوت) استفاده شد.

آنالیزهای آماری

همه مقادیر به صورت میانگین و انحراف استاندارد آورده شده است. برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کلوموگروف-اسمیرنف استفاده شد. از آزمون تی مستقل برای مقایسه تفاوت تغییرات بین گروه تمرین با حمایت وزن و تمرینات سنتی به دنبال ۱۲ هفته تمرین استفاده گردید.

نتایج

نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در تغییرات توده بدنی (۴/۸٪ در برابر ۱/۲۷٪، $P=0/003$) بین گروه تمرین با حمایت وزن و سنتی به دنبال ۱۲ هفته مداخله تمرینی وجود دارد. شاخص توده بدن در گروه تمرین با حمایت وزن کاهش داشت، هرچند که

1. Dual-Energy X-ray Absorptiometry
2. Bone mineral content
3. Bone mineral density
- 4 N-MID-OT

شاخص توده بدن در گروه سنتی افزایش داشت (۵/۸۵٪ در برابر ۱/۹۴٪، $P=0/001$). تغییرات در درصد چربی بدن در دو گروه به طور معناداری متفاوت بود، گروه تمرین با حمایت وزن درصد چربی‌اش را کاهش داد، در حالی که تمرینات سنتی درصد چربی‌اش را به دنبال ۱۲ هفته تمرین افزایش داد (۱۰/۰۳٪ در برابر ۱/۸۹٪، $P=0/001$). آکالین فسفاتاز سرمی به دنبال تمرین با حمایت وزن در مقایسه با تمرین سنتی تمایل به افزایش بالاتری داشت ($P=0/005$). نتایج نشان داد که تفاوت‌های معناداری در تغییرات استئوکلسین سرمی بین دو گروه وجود داشت ($P=0/012$). در مقایسه تغییرات نمرات، نتایج نشان می‌دهد که بهبود بیشتری در آزمون محتوای استخوان گردن ران ($P=0/000$) و تراکم استخوان گردن ران ($P=0/000$) بعد از تمرین با حمایت وزن در مقایسه با تمرینات سنتی وجود دارد. ۱۲ هفته تمرین با حمایت وزن در بهبود میانگین محتوای استخوان مهره‌های کمری ($P=0/000$) و میانگین تراکم استخوان مهره‌های کمری ($P=0/000$) نسبت به تمرینات سنتی مؤثرتر بود.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه اولین مطالعه است که نشان دهنده مقایسه اثرات ۱۲ هفته تمرین با حمایت وزن و تمرینات سنتی روی تراکم استخوان و محتوای آکالین فسفاتاز و استئوکلسین سرمی افراد دارای آسیب طناب نخاعی است. حجم زیادی از مطالعات منتشر شده یا مقالات مروری در پیشینه پژوهش اثرات تمرین با حمایت وزن را بر افراد ضایعه نخاعی حاد و مزمن بررسی کرده‌اند. نشان داده شده است که استفاده منظم از تمرین با حمایت وزن توانایی راه رفتن بعد از آسیب طناب نخاعی را بهبود بخشد (هیکس و گینیس، ۲۰۰۸، ص، ۲۰۱). برخی مطالعات نشان دادند که تمرین با حمایت وزن یک مداخله درمانی است که نه فقط می‌تواند کیفیت و کمیت راه رفتن را بهبود دهد بلکه می‌تواند سازگاری‌های عضلانی-اسکلتی مثل توده عضلانی و استخوانی را بهبود دهد و پوکی استخوان را کاهش دهد (کوری^۱ و همکاران، ۲۰۱۲، ص، ۲؛ ستوارت و همکاران، ۲۰۰۴، ص، ۶۱). به نظر می‌رسد که تمرین با حمایت وزن می‌تواند منجر به فعال‌سازی و تمرین تولیدکننده‌های الگوی مرکزی^۲ موجود در طناب نخاعی (فیلیپس و همکاران، ۲۰۰۴، ص، ۷۱۶). که مسئول تولید الگوهای قدم زدن ریتمیک هستند (هورنبی و همکاران، ۲۰۰۵، ص، ۵۲) گردد. هنگام مقایسه میزان بهبود در ترکیب بدن، گروه تمرین با

1. Koury

2. Central pattern generator

حمایت وزن نسبت به تمرینات رایج بالاتر بود. در مطالعه ما نشان داد که تمرین منظم با حمایت وزن منجر به کاهش بیشتر توده بدن، درصد چربی بدن و شاخص توده بدن در مقایسه با تمرینات رایج گردید. به نظر می‌رسد که از طریق درگیری مقدار بیشتری از توده عضلانی و چالشی‌های قامتی جهت راست نگه‌داشتن بدن، تمرین با حمایت وزن می‌تواند محرک بیشتری را ایجاد کرده و درصد چربی بدن را در افراد دارای آسیب طناب نخاعی در مقایسه با تمرینات رایج بیشتر کاهش دهد (هیکس و گینیس، ۲۰۰۸، ص، ۲۴۱). نتایج مشابهی علی‌رغم تفاوت در آزمودنی‌ها به‌وسیله هیکس و گینیس^۱ (۲۰۰۸) که نشان دادند که تمرین با حمایت وزن (۲-۳ جلسه در هفته) کل چربی بدن را کاهش داد به دست آمد (هیکس و گینیس، ۲۰۰۸، ص، ۲۴۱).

اخیراً، همراستا با پژوهش ما کوری^۲ و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که علی‌رغم تفاوت در سن آزمودنی‌ها، نوع، طول تمرین و سطح آسیب آزمودنی‌ها، سه ماه تمرین جسمانی توده بدنی (%/۱۳-)، شاخص توده بدن (%/۱۶-) و درصد چربی بدن (%/۳۹-) را کاهش داد (کوری و همکاران، ۲۰۱۲، ص، ۲). نتایج پژوهش ما با برخی از پژوهش‌هایی که گزارش کردند تمرین با حمایت وزن اثری بر درصد چربی بدن افراد دارای آسیب طناب نخاعی ندارد در تضاد است (فیلیپس و همکاران، ۲۰۰۴، ص، ۷۱۶؛ ستوارت و همکاران، ۲۰۰۴، ص، ۶۱). تفاوت‌ها می‌تواند مربوط به سطح آسیب آزمودنی‌ها (طبقه‌بندی مقیاس C انجمن ضایعه نخاعی آمریکا در برابر B,C)، سابقه آسیب (۱۲ ماه در برابر ۶ ماه) و تعداد جلسات تمرینی در هفته (سه جلسه در هفته در برابر ۴ جلسه در هفته). این مطالعه نشان داد که تمرین حاضر تمرین با حمایت وزن دارای شدت و مدت کافی برای ایجاد کاهش در توده بدنی، درصد چربی بدن و شاخص توده بدن بود.

در این پژوهش با استفاده از دستگاه دکزا میزان تراکم مواد معدنی استخوان در نواحی مهره‌های چهارم و پنجم کمری، گردن، گردن استخوان ران نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین با استفاده از نمونه‌گیری خونی میزان غلظت آلکالین فسفات و استئوکلسین برای محاسبه مارکرهای بیوشیمیایی تشکیل استخوان نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. کایا و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهش خود با عنوان ارزیابی مواد معدنی استخوان در بیماران با ضایعه نخاعی با مطالعه بر روی ۳۹ بیمار مبتلا به آسیب‌های طناب نخاعی با اندازه‌گیری آلکالین فسفات و کلسیم به‌عنوان مارکرهای استخوان بیان کردند که در

1. Hicks and Ginis

2. Koury

تمام موارد میزان تراکم مواد معدنی افراد دارای ضایعه‌ی نخاعی کاهش پیدا کرده است (کیا و همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۳۹۶).

نتایج نشان داد که تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان بیماران در گروهی که تمرین با حمایت وزن را انجام می‌دادند به‌طور معناداری افزایش پیدا کرد. تغییرات تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان در هر دو ناحیه بالاته (مهره‌های کمری) و پایین‌تنه (گردن استخوان ران) معنادار بود. با توجه به اینکه تمرین با حمایت وزن از نوع تمریناتی هستند که در آن‌ها علاوه بر تحمل وزن، با گام برداری رو ترمیل یک انتقال وزن از یک پا به پای دیگر وجود دارد، در مقایسه با تمرینات سنتی که در آن‌ها تحمل وزن نیز وجود دارد باعث افزایش فشارهای مکانیکی بیشتری به استخوان‌هایی که در راستای تحمل وزن قرار دارند بشود که در نتیجه منجر به افزایش تراکم مواد معدنی بیشتری می‌گردد. در صورتی که در تمرینات سنتی تغییرات معناداری مشاهده نشد. نشان داده شده است که باردهی وزن پویا^۱ نسبت به باردهی وزن ایستا^۲ دارای کارایی بیشتری در بهبود استخوان‌ها است.

بیماران ضایع نخاعی به دلیل ماهیت بیماری خود که بی‌حرکت هستند و هیچ‌گونه تحمل وزنی را ندارند باعث می‌شود که استخوان‌های آن‌ها تحت تأثیر عدم تحمل وزن قرار گرفته و منجر به کاهش تراکم استخوانی در این افراد گردد. ولی با تمریناتی که در آن‌ها تحمل وزن وجود دارد استخوان‌ها تحت تأثیر نیروهای حاصل از وزن بدن قرار می‌گیرند. این امر به بالا رفتن تراکم مواد معدنی استخوان در هر دو ناحیه می‌شود. در واقع وجود تحمل وزن روی استخوان‌ها باعث ایجاد انقباضات عضلانی در بدن می‌شود که فشار حاصل از ضربات و نیروهای کششی حاصل از انقباض عضلات مستقیماً به استخوان وارد می‌شود و منجر به افزایش تراکم مواد معدنی استخوان می‌انجامد (ژاکوبس و ناش، ۲۰۰۴، ص، ۷۲۸). از طرف دیگر، در این پژوهش، تمرین با حمایت وزن توانست با ایجاد یک محیط آنابولیکی میزان تشکیل استخوان را بهبود داده و میزان بازجذب آن را کاهش دهد. احتمالاً افزایش مارکرهای بیوشیمیایی متابولیسم استخوان (آلکالین فسفاتاز و استئوکلسین) با تحریک دوباره شکل‌گیری استخوان قابل توجه است. به نظر می‌رسد بارگذاری پویا با جریان مایع خارج سلولی در درون استخوان جهت تشکیل بافت استخوانی مرتبط است (فوجیمورا و همکاران، ۱۹۹۷، ص، ۶۵۶).

مطالعات مختلفی پاسخ‌ها و سازگاری‌های بسیاری از دستگاه‌های بدن را نسبت به انواع فعالیت‌های ورزشی اعم از تمرینات قدرتی، تحریک الکتریکی عملکردی، تمرینات دوچرخه و نیز تمرین با حمایت وزن مورد بررسی قرار دادند. این پژوهش‌ها به بررسی کیفیت زندگی، بهبود عملکرد قلبی-عروقی، متابولیکی، نیمرخ چربی، هورمونی، عصبی-عضلانی، پوکی استخوان، ترکیب بدن، بیومکانیک، استقلال

1. Dynamic loading

2. Static loading

حرکتی، تعادل و روانی پرداختند (بهرمان و همکاران، ۲۰۰۸، ص، ۵۸۰). دبرون^۱ و همکاران (۱۹۹۹) در پژوهش خود با عنوان تغییرات استخوان درشت‌نی بعد از آسیب‌های نخاعی بیان کردند که تمرینات تحمل وزن بعد از ضایعه‌ی نخاعی حاد مثل قدم زدن روی تردمیل یا ایستادن (۵ بار در هفته به مدت ۲۵ هفته) باعث می‌شود پوکی استخوان در مقایسه با افراد بی‌تحرك، متوقف یا حداقل کاهش یابد (النگ^۲ و همکاران، ۱۹۹۹، ص، ۲۱۵). نتایج به‌دست‌آمده توسط این پژوهشگران با یافته‌های ما همخوانی دارد.

اینگرام^۳ و همکاران در بررسی خود بر روی موضوع شکستگی استخوان در طول تحریک و روی عضله چهارسر در افراد دارای ضایعه‌ی نخاعی به این نتیجه رسید که خطر شکستگی در افراد ضایعه‌ی نخاعی که در فعالیت‌های نظیر تحریک الکتریکی - عملکردی و اشکال ایستاده مانند قدم زدن روی تردمیل با دستگاه حمایتی شرکت می‌کنند بسیار پایین است (ینگرام و همکاران، ۱۹۸۹، ص، ۱۳۳)؛ که این یافته‌ها با نتایج ما همخوانی داشت. هیکس^۴ و گینس (۲۰۰۸) در پژوهش خود با عنوان تأثیر تمرینات بر روی تردمیل بر روی افراد دارای ضایعه‌ی نخاعی بیان می‌کنند که انجام تمرینات منظم حمایتی وزن بدن بر روی تردمیل فواید مهمی برای سلامتی دارد که ممکن است عوارض ثانویه آسیب نخاعی را کاهش دهد و همچنین بیان کردند که افراد دارای ضایعه‌ی نخاعی با انجام این تمرینات می‌توانند زندگی طولانی‌تری داشته باشند و از عوارض ثانویه آسیب نخاعی در فعالیت‌های روزانه کم کنند (هیکس و گینس، ۲۰۰۸، ص، ۲۴۱).

هیکس و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهش خود با عنوان تمرینات بلندمدت حمایتی وزن بدن بر روی تردمیل و پیگیری افراد دارای ضایعه نخاعی این‌چنین گزارش کرده است که سه مرتبه تمرین روی تردمیل با حمایت از وزن بدن در هفته به مدت ۱۲ ماه یک تحریک مؤثر برای بهبود توانایی قدم زدن روی تردمیل و ایجادکننده یک حس خوب در بیماران ضایعه‌ی نخاعی است و بیشتر این بهبود در ۸ ماه پس از قطع تمرین هم باقی می‌ماند (هیکس و همکاران، ۲۰۰۵، ص، ۲۹۱). کاروالهو^۵ و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش خود با عنوان تأثیر راه‌رفتن روی تردمیل بر مارکرهای استخوانی و تراکم استخوان افراد کواردی پلژی به این نتیجه رسیدند که چگالی مواد معدنی استخوان در ۸۱/۸ درصد آزمودنی‌ها پس از ۶ ماه تمرین راه‌رفتن روی تردمیل افزایش معناداری داشته است و میزان استئوکلسین به عنوان مارکر شیمیایی تحلیل استخوان در ۶۶/۷ درصد آزمودنی‌ها کاهش پیدا کرده است (کاروالهو^۶ و

-
1. de Bruin
 2. Eling
 3. Ingram
 4. Hicks
 5. Carvalho
 6. Carvalho

همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۱۳۵۷). نتایج به دست آمده توسط این پژوهشگران با یافته‌های ما مبنی بر افزایش غلظت آلکالین فسفات و استئوکلسین همخوانی دارد.

در پژوهشی نشان داد که ۱۲ هفته تمرین با حمایت وزن تأثیر معناداری بر تراکم استخوانی افراد دارای آسیب طناب نخاعی نداشت که این نتایج با یافته‌های ما در تناقض است. البته این پژوهش نشان داد که این نوع تمرین از پیشرفت پوکی استخوان در این افراد پیشگیری کرد (گیانگرگیو و همکاران، ۲۰۰۶، ص، ۲۸۳). علت تناقض نتایج پژوهش‌ها را می‌توان در کمتر بودن زمان طی شده از آسیب در آزمودنی‌های پژوهش ما (۱/۲ سال در برابر ۷/۷ سال) دانست، زیرا هرچه از زمان وقوع آسیب بیشتر بگذرد اثر مداخلات توانبخشی کمتر خواهد بود؛ اما در پژوهش دیگری توسط پوپود و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که تمرین تردمیل منجر به سازگاری‌های مثبتی در افراد دارای آسیب طناب نخاعی شد. این تمرینات می‌تواند اثرات مثبتی بر تراکم استخوان این افراد داشته باشد (کپعود و همکاران، ۲۰۰۹، ص، ۲۸۸). نتایج به دست آمده توسط این پژوهشگران با نتایج ما همخوانی دارد. در پژوهش دیگری که نتایج آن با پژوهش ما همخوانی دارد، النگ و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که مداخلاتی که همراه با تحمل وزن هستند می‌تواند اثرات بهتری بر تراکم استخوان افراد دارای آسیب طناب نخاعی داشته باشد (النگ^۱ و همکاران، ۱۹۹۹، ص، ۲۱۵). سازگاری استخوان تحت شرایط محیطی از جمله، فشارهای مکانیکی و وضعیت تغذیه، هورمون‌های موضعی و سیستمیک تعدیل می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت تغییرات عوامل هورمونی و آنزیمی متابولیسم استخوان در پژوهش حاضر تحت تأثیر تمرین با حمایت وزن موجب پاسخ‌های استئوژنیک^۲ توده استخوانی شده و این باعث افزایش تراکم مواد معدن استخوان می‌شود.

به‌طور خلاصه، علیرغم این حقیقت که برخی مطالعات نشان دادند که تفاوتی بین تمرین با حمایت وزن و انواع دیگر مداخلات توانبخشی وجود ندارد، ما نشان دادیم که تمرین با حمایت وزن نسبت به تمرینات درمانی سنتی رایج مورد استفاده در این پژوهش مؤثرتر است. ۱۲ هفته تمرین با حمایت وزن برای چهار بار در هفته تراکم بافت استخوان را در افراد دارای آسیب طناب نخاعی (طبقه‌بندی مقیاس B,C انجمن ضایعه نخاعی آمریکا) بهبود بخشید. با این حال، این مطالعه تأیید کرد که تمرین با حمایت وزن که منجر به کاهش پوکی استخوان در این افراد گردید می‌تواند به‌عنوان یک مداخله درمانی مؤثر جهت درمان پوکی استخوان تجویز گردد و مزایایی جهت ریکاوری آسیب نخاعی داشته باشد.

-
1. Eling
 2. Osteogeni

تشکر و قدردانی

از کلیه عزیزانی که در جهت انجام این پژوهش ما را یاری کرده‌اند، به‌ویژه کارکنان مرکز توانبخشی ورزشی پارس شهرکرد تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

1. Behrman, A. L., Nair, P. M., Bowden, M. G., Dauser, R. C., Herget, B. R., Martin, J. B., et al. (2008). Locomotor training restores walking in a nonambulatory child with chronic, severe, incomplete cervical spinal cord injury. *Physical Therapy*, 88(5), 580-590.
2. Carvalho, D., Garlipp, C., Bottini, P., Afaz, S., Moda, M., & Cliquet Jr, A. (2006). Effect of treadmill gait on bone markers and bone mineral density of quadriplegic subjects. *Brazilian journal of medical and biological research*, 39(10), 1357-1363.
3. Carvalho, D. C. L., Garlipp, C. R., Bottini, P. V., Afaz, S. H., Moda, M. A., & Cliquet Jr, A. (2006). Effect of treadmill gait on bone markers and bone mineral density of quadriplegic subjects. *Brazilian journal of medical and biological research*, 39(10), 1357-1363.
4. Coupaud, S., Jack, L., Hunt, K., & Allan, D. (2009). Muscle and bone adaptations after treadmill training in incomplete spinal cord injury: a case study using peripheral quantitative computed tomography. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 9(4), 288-297.
5. de Bruin, E. D., Frey-Rindova, P., Herzog, R. E., Dietz, V., Dambacher, M. A., & Stüssi, E. (1999). Changes of tibia bone properties after spinal cord injury: effects of early intervention. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(2), 214-220.
6. de Bruin, E. D., Frey-Rindova, P., Herzog, R. E., Dietz, V., Dambacher, M. A., & Stüssi, E. (1999). Changes of tibia bone properties after spinal cord injury: effects of early intervention. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(2), 214-220.
7. Fujimura, R., Ashizawa, N., Watanabe, M., Mukai, N., Amagai, H., Fukubayashi, T., et al. (1997). Effect of resistance exercise training on bone formation and resorption in young male subjects assessed by biomarkers of bone metabolism. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12(4), 656-662.
8. Giangregorio, L., & McCartney, N. (2006). Bone loss and muscle atrophy in spinal cord injury: epidemiology, fracture prediction, and rehabilitation strategies. *The journal of spinal cord medicine*, 29(5), 489.
9. Giangregorio, L. M., Webber, C. E., Phillips, S. M., Hicks, A. L., Craven, B. C., Bugaresti, J. M., et al. (2006). Can body weight supported treadmill training increase bone mass and reverse muscle atrophy in individuals with chronic incomplete spinal cord injury? *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 31(3), 283-291.
10. Hicks, A., Adams, M., Ginis, K. M., Giangregorio, L., Latimer, A., Phillips,

- S., et al. (2005). Long-term body-weight-supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: effects on functional walking ability and measures of subjective well-being. *Spinal Cord*, 43(5), 291-298.
11. Hicks, A. L., & Ginis, K. A. M. (2008). Treadmill training after spinal cord injury: it's not just about the walking. *Journal of rehabilitation research and development*, 45(2), 241.
12. Hicks, A. L., & Ginis, K. M. (2008). Treadmill training after spinal cord injury: it's not just about the walking. *Journal of rehabilitation research and development*, 45(2), 241.
13. Hornby, T. G., Zemon, D. H., & Campbell, D. (2005). Robotic-assisted, body-weight-supported treadmill training in individuals following motor incomplete spinal cord injury. *Physical therapy*, 85(1), 52-66.
14. Ingram, R., Suman, R., & Freeman, P. (1989). Lower limb fractures in the chronic spinal cord injured patient. *Spinal Cord*, 27(2), 133-139.
15. Jacobs, P. L., & Nash, M. S. (2004). Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. *Sports Medicine*, 34(11), 727-751.
16. Joanne Bundonis, P. T., & Pcs, A. T. P. Benefits of Early Mobility with an Emphasis on Gait Training.
17. Kaya, K., Aybay, C., Ozel, S., Kutay, N., & Gokkaya, O. (2006). Evaluation of bone mineral density in patients with spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*, 29(4), 396.
18. Kirshblum, S. C., Burns, S. P., Biering-Sorensen, F., Donovan, W., Graves, D. E., Jha, A., et al. (2011). International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). *The journal of spinal cord medicine*, 34(6), 535-546.
19. Kirshblum, S. C., Burns, S. P., Biering-Sorensen, F., Donovan, W., Graves, D. E., Jha, A., et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). *The journal of spinal cord medicine*, 34(6), 535-546.
20. Koury, J., Passos, M., Figueiredo, F., Chain, A., & Franco, J. (2012). Time of physical exercise practice after injury in cervical spinal cord-injured men is related to the increase in insulin sensitivity. *Spinal Cord*.
21. Mohammad, F., Ebrahim, B., & Majid Cheragh, c. The effect of traditional and body weight supported training (BWSTT) exercises on serum Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) and motor function of paraplegic spinal cord injured persons. *IJTRR*, 3(2), 8-12.
22. Phillips, S. M., Stewart, B. G., Mahoney, D. J., Hicks, A. L., McCartney, N., Tang, J. E., et al. (2004). Body-weight-support treadmill training improves blood glucose regulation in persons with incomplete spinal cord injury. *Journal of applied Physiology*, 97(2), 716-724.
23. Postma, K. (2005). Validity of the detection of wheelchair propulsion as measured with an Activity Monitor in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord*, 43(9), 550-557.
24. Rahimi-Movaghar, V., Sayyah, M. K., Akbari, H., Khorramirouz, R., Rasouli, M. R., Moradi-Lakeh, M., et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in

developing countries: a systematic review. *Neuroepidemiology*, 41(2), 65-85.

25. Steeves, J., Lammertse, D., Curt, A., Fawcett, J., Tuszynski, M., Ditunno, J., et al. (2006). Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury (SCI) as developed by the ICCP panel: clinical trial outcome measures. *Spinal Cord*, 45(3), 206-221.

26. Stewart, B. G., Tarnopolsky, M. A., Hicks, A. L., McCartney, N., Mahoney, D. J., Staron, R. S., et al. (2004). Treadmill training-induced adaptations in muscle phenotype in persons with incomplete spinal cord injury. *Muscle & nerve*, 30(1), 61-68.

The comparison of traditional exercises & body weight supported training (BWST) exercises on bone density in paraplegic spinal cord injured persons

E. Bani Talebi¹, B. Ghaemi Mobarakeh², A. Ebrahimi³, A. Dehghani⁴

1. Assistant Professor, shahrekord University

2. Assistant Professor, shahrekord University

3, 4. MSc, shahrekord University

Received date: 2014/21/05

Accepted date: 2015/13/04

Abstract

The aim of this study was to compare the effects of traditional exercises and body weight supported training (BWSTT) exercises on functional ambulation profile in paraplegic spinal cord injured people. 17 individuals with paraplegic spinal cord injury (ASIA B,C classification) having average of SCI history 14 months, age 32.53 ± 1.793 years, height 175.71 ± 1.658 cm, weight 71.59 ± 2.442 kg, and body mass index (BMI) 23.18 ± 0.828 kg/m² were selected. The subjects were randomly assigned to BWSTT group (N=10) and Traditional exercises group (N=7). The subjects 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 10 min cold-down finally. 10% load was added each week. Traditional exercises included 15 min warm-up plus 45 min stretch and resistance exercises, walking with parallel and 10 min cold-down finally. data showed that there were significant differences in serum Alkanline phosphatase, Osteocalcine, Bone mineral content (BMC) of the femoral neck, Bone mineral density (BMD) at femoral neck, Bone mineral content (BMC) at the lumbar spine, Bone mineral density (BMD) at the lumbar spine between BWSTT and traditional groups. BWSTT training may reduce bone loss in paraplegic persons and may be prescribed as an effective intervention for treatment of osteoporosis.

Keywords: Body Weight –Supported Treadmill Training, Bone Density, Paraplegia

*(Corresponding Author)

Email : banitalebi.e@gmail.com