مجله علمی پژوهشی توانبخشی نوین ـ دانشکده توانبخشی ـ دانشگاه علوم پزشکی تهران دوره ۵ شماره ۳ پائیز ۱۳۹۰

مقاله مروری

مرور مطالعات انجام شده در برلین در مورد اثر استراحت مطلق برروی عملکرد سیستم عضلانی- اسکلتی اندام تحتانی و تنه

رحیمه محمودی[۱]، دکتر سید جواد موسوی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی ،دانشکده علوم توانبخشی ،دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- استاد یار گروه فیزیوتراپی ، دانشکده علوم توانبخشی ،دانشگاه علوم پزشکی تهران

چکیده

زمینه و هدف : تاکنون مطالعات بسیار متعددی در مورد اثر استراحت مطلق (Bedrest (BR برروی سیستم های مختلف بدن از جمله عضلات، استخوانها، اعصاب، عروق، سیستم ادراکی و شناخت (cognition) ، در سراسر دنیا انجام شده است. هدف از این پژوهش، مرور نظام مند مقالات چاپ شده ، حاصل از مطالعات انجام شده در برلین در زمینه تأثیر استراحت مطلق برروی سیستم عضلانی- اسکلتی است.

جامع ترین مطالعه ای که تاکنون در این زمینه انجام شده، مطالعه دوم برلین(Second Berlin Bedrest Study) با همکاری سازمان فضایی اروپا (European Space Agency or ESA) می باشد. در این مطالعه، ۲۴ مرد سالم به مدت ۵۶ روز در وضعیت خوابیده طاقباز قرار گرفتند. در این مدت، اثر استراحت مطلق بر روی قدرت، تحمل، هماهنگی و کنترل عضلات و نیز دانسیته استخوان افراد مورد مطالعه بررسی شد. در این سری مطالعات، اثر تمرین مقاومتی با لود بالا و ویبراسیون نیز بررسی شد. چنین تحقیقاتی، فرصتی را برای مطالعه اثرات خاص بی حرکتی بدون مداخله بیماری های دیگر، فراهم می‌کند.

روش بررسی: جستجوی نظام مند بانک های اطلاعاتی مدلاین Pubmed و سایت ESA ، برای شناسایی مقالات چاپ شده مطالعات انجام شده در برلین، بخصوص مطالعات مربوط به مطالعه ی دوم برلین در مورد اثر استراحت مطلق برروی عضلات تنه و اندام تحتانی و استخوان ران و تیبیا انجام شد. به علاوه مقالات مربوط به اثربخشی مداخلات بصورت تمرین مقاومتی و ویبراسیون کل بدن نیز جستجو و شناسایی شد.

یافته ها: تعداد ۴۶ مقاله از مطالعات انجام شده در برلین بین سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۱به چاپ رسیده است که تنها دو مقاله مربوط به سال ۲۰۰۳ و۲۰۰۴ و بقیه مقالات مربوط به سال های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ می باشد. از تعداد کل مقالات، ۱۷ مقاله در رابطه با عضله و اثر مداخله بر آن، ۳ مقاله در مورد استخوان و نیز تأثیر مداخله بر آن و ۴ مقاله در رابطه با عضله و استخوان و نیز اثر مداخله بر هر دو سیستم بصورت توأم، یافت شد. ۲۲ مقاله ی دیگر در مورد سیستم‌های دیگر همچون قلب، عروق، خواب و شناخت و ادراک بود.

نتیجه گیری : نتایج حاصل از این مطالعات، نشان داد که استراحت مطلق ، اثرات منفی گسترده ا ی بر روی سیستم عضلانی . اسکلتی به جا می گذارد . این اثرات ، شامل تغییر فعالیت تونیک به فازیک عضلات ،آتروفی عضلانی و پوکی استخوان که از روزهای اولیه پس از استراحت مطلق ،شروع می شود و حتی تا ۱۸۰ روز پس از پایان دوره استراحت مطلق باقی می ماند، می باشد. با توجه به اینکه استراحت به عنوان یک روش درمانی در مورد بعضی از بیماری‌ها از جمله کمردرد به کار می رود، شناخت اثرات منفی استراحت می تواند در کاهش تجویز استراحت مطلق به عنوان یک روش درمانی، موثر باشد.

کلید واژه ها: مطالعه دوم برلین در مورد استراحت مطلق، آتروفی عضلانی، پوکی استخوان، تمرین مقاومتی، ویبراسیون

(تاریخ ارسال مقاله۹۰/۲/۱۸، پذیرش مقاله ۹۰/۸/۵)

نویسنده مسئول: تهران، خیابان انقلاب، پیچ شمیران، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

E-mail: jmousavi@razi.tums.ac.ir

مقدمه

افراد به دلایل مختلف، همچون شکستگی استخوان، اقامت در بخش مراقبت های ویژه، تعویض مفصل، بارداری (۱)، ضایعات ورزشی و یا کمردرد حاد، مجبور به استراحت مطلق (Bedrest (BR و بی حرکتی هستند. در بعضی از این موارد، نه تنها بعلت ضایعه، بلکه به دلیل اثرات بی حرکتی بر روی عضله، آتروفی، قابل پیش بینی است؛ اما مقالات علمی تا سال ۲۰۰۷، اطلاعات کمی را درباره اثر بی حرکتی بر الگوهای آتروفی عضله در اندام تحتانی، فراهم می‌کنند. از طرفی، ثابت شده است که استراحت در درمان کمردرد، حداقل فایده را دارد (۲) و منجر به نتـایج قـابل توجهی در مقایسه با حفظ فعالیت‌هـای قابل تحمل، نشده است(۳). یافته‌ها در مورد اثر استراحت مطلق بر سیستم عضلانی-اسکلتی، حاکی از آن است که کاهش رسوب مواد معدنی در استخوان‌های تحمل کننده وزن و آتروفی، بیشتر در ساختارهای عضلانی ضد جاذبه پا اتفاق می افتد (۴). مطالعه‌ی تغییراتی که در عملکرد سیستم عضلانی ـ اسکلتی بدنبال حذف لود ایجاد می‌شود حاکی از تأثیر پذیری بیشتر اکستانسورهای زانو و مچ پا در طی دوره ی استراحت مطلق است که این تغییرات در عضلات پلانتار فلکسور مچ، بسیار معنی‌دار و در عضلات دورسی فلکسور، بسیار اندک است(۵). در ضمن در گروههای عضلانی سینرژیست نیز، میزان آتروفی، متفاوت است(۶). مثلاً آتروفی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

بیشتر سولئوس در مقایسه با گاستروکنمیوس(۷) و واستوس، بیشتر از رکتوس فموریس(۸). اما متأسفانه در تمام مطالعات انجام شده، آزمونهای مستقیم در مورد مقایسه مقادیر نسبی آتروفی بین عضلات اندام تحتانی، نمایش مقدار و سرعت آتروفی عضلانی و تفاوت آنها، آنچنان که واقعاً وجود دارد، انجام نشده است (۵، ۹، ۱۹-۱۰). در استراحت طولانی مدت (۴ هفته یا بیشتر) افزایش طول ستون فقرات، کاهش لوردوز کمری یا صاف شدن آن، افزایش سایز دیسک و افزایش ارتفاع دیسک، دیده شده است. ممکن است این تغییرات، علاوه بر استرس بر دیگر ساختارهای کمری، سبب افزایش احتمال صدمات بیومکانیکی کمر و در نهایت، تغییر فعالیت سیستم عضلانی در ناحیه ی کمر شود (۲۲ - ۲۰) این تغییرات، ممکن است علاوه بر استرس در دیگر ساختارهای کمری (۲۴،۲۳) سبب افزایش احتمال صدمات بیومکانیکی کمر (۲۵) و در نهایت تغییر فعالیت سیستم عضلانی در ناحیه کمر (۲۶) شود. این تغییرات عضلانی در ناحیه کمری در اکستانسورهای فقرات (۱۷-۱۴) همچون مالتی فیدوس کمری (۳۳ -۲۷) بیشتر از فلکسورهای ستون فقرات است(۱۷-۱۴) مطالعات حیوانی و انسانی در مورد حذف لود، نشان از کاهش فعالیت تونیک یا تغییر الگوی فعالیت تونیک به فازیک دارد (۳۸ – ۳۴) این تغییر فعالیت تونیک عضله، بعلت تغییرات بافتی شیمیایی در عضلات متأثر است (۳۸). از طرفی، در مطالعات انجام شده در مورد حذف لود، ناحیه ی کمری – لگنی که در عملکرد نرمال همچون انتقال نیرو بین قسمت فوقانی وتحتانی بدن نقش دارد، مورد غفلت واقع شده است (۳۹).

در ضمن، این تغییر فعالیت تونیک در ناحیه ی کمری مرتبط با کمردرد می باشد.(۴۱،۴۰) اثر دیگر بی حرکتی، بر روی استخوان می باشد که بنظر می رسد علت اصلی پوکی استخوان، بی حرکتی و نه فقدان لود است (۴۲). در ضمن، در طی دوره استراحت، نشانگرهای بیوشیمیایی جذب استخوان، بیشتر و نشانگرهای بیوشیمیایی تشکیل استخوان، کمتر، متأثر می گردند (۴۹ – ۴۳) و بیشترین میزان پوکی در نواحی از اسکلت بدن که در فعالیت های پاسچرال نقش دارند (مثلاً ستون فقرات، پلویس، ساق پاها) رخ می دهد (۵۱،۵۰).

با توجه به اینکه فضانوردان در زمان طولانی در معرض نیروی جاذبه ناچیز و حذف لود قرار دارند و این موقعیت ها، اثر بسیار گسترده ای بر روی عملکرد آنها در فضا و پس از بازگشت به زمین به جا می گذارد، مطالعات وسیعی برای شناسایی اثر این موقعیت‌ها بر روی سیستم‌های مختلف همچون عضله، استخوان، قلب، عروق، اعصاب، ادراک وشناخت توسط سازمان‌های فضانوردی از جمله ESA انجام شده است. یکی از جامع ترین تحقیقات، مطالعاتی می باشد که بصورت بین المللی توسط ESA در برلین صورت گرفته است. مطالعه مقدماتی اولیه یاBerlin Bedrest Study در سال ۲۰۰۴-۲۰۰۳ و مطالعه اصلی با عنوان Second Berlin Bedrest Study(2nd BBS) در طی سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۷ انجام شد. با توجه به اینکه نتایج این مطالعات، در افزایش دانش مربوط به اثر بی حرکتی برروی سیستم عضلانی ـ اسکلتی و بویژه در کمردرد و پوکی استخوان اهمیت بسزایی دارد، نتایج حاصل از این مطالعات، بصورت نظام مند در این مقاله بصورت خلاصه ارائه شده است.

از آنجا که مشابه با تغییرات رخ داده در طی استراحت مطلق در بیماری نظیر کمردرد اتفاق می افتد، آشنایی با نتایج این مطالعات ،بخصوص 2nd BBS برای گروههای مختلف پزشکی به ویژه فیزیوتراپیست ها مفید می باشد.

روش بررسی

در طی جستجوی مقالات چاپ شده در زمینه استراحت مطلق در برلین، از تعداد کل۴۶ مقاله ی یافت شده، ۲۴ مقاله مرتبط با عضله و استخوان و اثر مداخله بر این دو سیستم و ۲۲ مقاله دیگر در رابطه با دیگر سیستم ها همچون قلب، عروق، ادراک و شناخت بود. از این ۲۴ مقاله، ۱۷ مقاله در رابطه با عضله و اثر مداخله برآن، ۳ مقاله در مورد استخوان و نیز تأثیر مداخله بر آن و ۴ مقاله در رابطه با عضله و استخوان و نیز اثر مداخله بر هر دو سیستم بصورت توأم، یافت شد. اما نکته قابل توجه آن است که از این ۲۴ مقاله، ۱۲ مقاله مربوط به مطالعه دوم برلین (۵۲) بود که در طی سال های ۲۰۰۸ – ۲۰۰۷ انجام شد. در میان این ۱۲ مقاله، ۸ مقاله در رابطه با تأثیر استراحت مطلق و نیز مداخله بر عضله، ۲ مقاله در رابطه با اثر استراحت مطلق بر استخوان و ۲ مقاله در مورد تأثیر مداخله بصورت تمرین مقاومتی بر عضله و استخوان بصورت توأم بود.

بحث

یافته های به دست آمده از این سلسله مطالعات به صورت جدول ارائه شده است. قبل از ارائه این نتایج، توضیح کوتاهی در مورد مطالعه ی دوم برلین ارائه می شود. فراخوانی افراد از طریق گزارش رادیویی و تلویزیونی ناحیه ای، منطقه ای و ملی، تبلیغات در روزنامه های محلی و منطقه ای، تبلیغات در وسایل حمل و نقل عمومی، پوسترهای نصب شده در بیمارستانها

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

و دانشگاهها و اینترنت، بعلاوه ارسال مستقیم ۳۰۰۰ نامه به مردان ۲۵ تا ۳۵ ساله در برلین بود.

معیارهای ورود به مطالعه دوم برلین، عبارت بودند از :

سلامتی جسمی و روانی، جنسیت مرد، سن ۴۵- ۲۰ سال، قد ۱۹۵- ۱۵۵ سانتی متر، دارای بیمه اجتماعی، در دسترس بودن بیش از یازده هفته و ادامه بررسی ها تا ۲ سال بعد از مطالعه.

معیارهای خروج از مطالعه، عبارت بودند از :

هر گونه اعتیاد (الکل، در اروپا)، درمان پزشکی مرتب یا اقامت طولانی مدت در بیمارستان، سیگار(بیش از ده سیگار در روز) یا آماده برای ترک سیگار در دوره ی تحقیق، دریافت مرتب دارو، بیماریهای مزمن، هر نوع اختلال متابولیک یا هورمونی، نیاز به درمان به دلیل مشکلات دندانی، تاریخچه بیماری روانی، تاریخچه ی هر نوع بیماری عروقی یا جراحی، بیماری قلبی- عروقی، اختلال در مکانیسم لخته شدن خون، هر نوع بیماری عضله واستخوان، ایمپلنت فلزی یا ترکیبی استخوان، هر بیماری التهابی حاد یا مزمن باکتریایی یا غیرباکتریایی، اختلالات دهلیزی، میگرن، اهداء خون بیش از ۳۵۰ میلی لیتر در طی سه ماه از شروع شرکت در تحقیق، شرکت همزمان در مطالعه ی دیگر، مشکلات ارتواستاتیک، هر نوع آلرژی، رقابت های ورزشی فعال، کمردرد یا درد مزمن پشت نیازمند به درمان، هر نوع تاریخچه ی جراحی فقرات، اسکولیوز شدید، اختلال خواب (سحرخیز یا دیدن کابوس)، نیاز به بیش از ۱۰ ساعت خواب یا کمتر از ۵ ساعت در روز، صرع، هر نوع اختلالات غضروفی مچ، زانو و ران یا هر نوع بیماری مفصلی (حاد و یا مزمن)، جراحی قبلی زانو یا ضایعه لیگامانی، دانیسته کم استخوان و لزوم رژیم غذایی گیاه خواری. برای تکمیل موفقیت آمیز تمام ابعاد این مطالعه، افراد حق امتیاز ۸۰۰۰ یورویی را بطور کامل دریافت کردند. برای تکمیل فقط بخشی از مطالعه، برطبق یک جدول مشخص، دستمزد کم می شد.

براساس داده های حاصل از اولین مطالعه ی برلین در سال ۲۰۰۴ -۲۰۰۳، برای مطالعه دوم برلین ۲۴ مرد، فراخوانی شدند که بصورت تصادفی در سه گروه کنترل (Control(ctrl، گروه تمرین مقاومتی Resistive Exercise (RE) و گروه تمرین مقـاومتی با ویبراسیون Resistive Vibration Exercise (RVE) قرار گرفتند. قبل از مشارکت در تحقیق، تمام افراد اجازه ی موافقت نـامه‌ی کتبی شـان را ارائه دادند. نُه روز قبـل از شروع مطالعه، افراد وارد مرکزبررسی شدند. شیوه ی استراحت در طی ۶۰ روز، بصورت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت بطرف پایین Head – Down Tilt (HDT) بود. افراد تحت نظارت پرستاری ۲۴ ساعته بودند. و یک دوره ی روز _ شب ۱۶ ساعته با بیداری، ساعت ۷ صبح و خواب، ساعت ۱۱ شب را دنبال می کردند.

مداخله بصورت تمرین و یا تمرین با ویبراسیون کل بدن، بصورت زیر بود :

۱- warm up (تمرین فلکشن دو طرفه زانو از ۹۰- ۱۰ درجه با ۵۰٪ نیروی حداکثربرای مدت ۶۴ ثانیه)

۲- bilateral squat (تمرین فلکشن دو طرفه زانو از ۹۰-۱۰ درجه با ۷۵ ٪ نیروی حداکثر در روز اول مطالعه تا مرز خستگی)

۳- single leg heel rais (انجام حرکت از حداکثر پلانتار فلکسیون تا حداکثر دورسی فلکسیون برای هر دو پابا نیرویی معادل ۱/۵ برابر وزن بدن درروز اول)

۴- double leg heel raise (انجام حرکت حداکثر پلانتار فلکسیون تا حداکثر دورسی فلکسیون همزمان دو پابا نیرویی معادل ۱/۸ برابروزن بدن)

۵- back and toe raise (تمرین اکستانسیون ران ها و ستون فقرات کمری و دورسی فلکسیون مچ ها با زانوی صاف) برای اعمال ویبراسیون و انجام تمرین، از وسیله ای با نام تجاری Space 2000 Galileo استفاده شد.

آنچه در مطالعه ی دوم برلین و مطالعات تابع آن مشاهده شد در قالب چند محور قابل بررسی است :

وضعیت استراحت مطلق و نحوه ی اعمال آن، نوع مداخله، نوع تمرینات و شدت تمرین، تأثیر استراحت مطلق بر ساختار عضله و نیز تأثیر آن بر استخوان، پیچیدگی مطالعات استراحت مطلق، نتایج مطالعات و کاستی های موجود در مطالعه. نتایج حاصل از این مطالعه با ارزش و نیز نتایج حاصل از مطالعات دیگر، به اختصار در جدول۱، گنجانده شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

جدول ۱ – خلاصه مطالعات انجام شده در مورد اثر استراحت مطلق بر عضله و استخوان و مداخله های انجام شده بر این دو ساختار در طی استراحت مطلق

طرح مطالعه	جمعیت هدف، مدت و وضعیت استراحت مطلق(BR)	نوع مداخله	علت مداخله	نتایج
۱. مطالعه ی دوم برلین در مورد BR (۵۲)	۲۴ مرد سالم ۳۵– ۲۵ ساله، BR بصورت طاقباز با ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پائین برای مدت ۶۰ روز	تمرینات مقاومتی با لود بالا همراه با ویبراسیون کل بدن	بررسی کارآیی ویبراسیون کل بدن همراه با تمرینات مقاومتی با لود بالا برای پیشگیری از پوکی استخوان	– فرصتی برای ارزیابی طرح های رایج استاندارد سازی مطالعات BR – انجام بیوپسی به روش جراحی باز برای اولین بار، در مطالعات با پشتیبانی ESA بجای تکنیک سوزنی روتین – استفاده از tilt table با یک پروتکل تدریجی منطقی برای راه اندازی ایمن بیمار – دستیابی به یک شیوه ی مناسب موفقیت آمیز برای تعدیل عدم تحمل ایستادن در حالت قائم برای تمام افراد
۲. آتروفی افتراقی ساختارهای عضلانی اندام تحتانی در طی BR طولانی (۶)	۱۰ مرد سالم با میانگین سنی ۳۳۰۴ سال، BR در وضعیت افقی برای مدت ۸ هفته	استفاده از Magnetic Resonance Imaging (MRI) برای عضلات اندام تحتانی در طی BR درفواصل دو هفته ای	بررسی سرعت آتروفی در عضلات اندام تحتانی	– حداکثر آتروفی در گاستروکنمیوس داخلی و سولئوس و واستوس و نیز متأثر شدن همسترینگ ها – سرعت متفاوت آتروفی در گروه های سینرژی: مثلاً ادوکتور ماگنوس، بیش از ادوکتور لانگوس؛ گاسترو کنمیوس داخلی بیشتر از گاسترو کنمیوس خارجی؛ و واستوس بیش از رکتوس فموریس – ایمبالانس عضلانی بعلت سرعت متفاوت آتروفی – توصیه تمرینات مقاومتی زنجیره ی بسته با به چالش کشاندن بیشتر عضلات ضد جاذبه اندام تحتانی
۳. تغییر فعالیت عضلات کمری ـ لگنی از تونیک به فاز یک در طی ۸ هفته استراحت مطلق و ۶ ماه پیگیری (۵۳)	۱۰ مرد، BR در وضعیت افقی برای مدت ۸ هفته	حرکت یکطرفه مکرر زانو در وضعیت خوابیده به شکم	شبیه سازی تغییر فعالیت تونیک عضلات کمری ـ لگنی در طی استراحت و بعد از آن	– حداکثرتغییرفعالیت‌تونیک‌درارکتوراسپاین کمری وبعدارکتوراسپاین توراسپک – افزایش فعالیت تونیک در الیاف تحتانی گلوتئوس ماگزیموس – تغییر فعالیت تونیک به فاز یک درعضله مایل شکمی داخلی، اما بدون تغییر پا تغییر اندک در طی مطالعه در مایل خارجی شکمی – تغییر در دقت حرکت و ویژگیهای سیگنال فاز یک ـ تونیک EMG – کاهش دقت حرکت با افزایش سرعت (دقت سرعت حرکت در طی مطالعه، بهبود یافت). دقت در ماکزیمم حرکت، بدون تغییر و کاهش دقت در حداقل حرکت در یک زمان خاص و غیر از آن، بدون تغییر
۴. آتروفی عضلانی و تغییرات شکل ستون فقرات:آسیب پذیر بودن ستون فقرات بعد از BR طولانی؟ (۵۴)	۴ مرد، BR در وضعیت طاقباز با ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین برای مدت ۶۰ روز	استفاده از MRI بصورت آگزیال و نیز در صفحه ی ساژیتال	اندازه گیری حجم دیسک، طول بین مهره ای فقرات، زاویه ی لوردوزبین مهره ای، ارتفاع دیسک و سطح مقطع عرضی مالتی فیدوس، ارکتور اسپاین، کوادراتوس لومباروم و پسوآس ماژور از L_1 تا L_5	– افزایش‌حجم دیسک‌درطی‌استراحت وتفاوت حجم دیسک درسطوح مختلف – تغییرارتفاع‌دیسک‌هم در سطوح مختلف و هم از بُعد قدامی و خلفی دیسک – تغییر میزان لوردوز در سطوح مختلف فقرات – تغییر نسبت مساحت دیسک به ارتفاع دیسک – تأثیرپذیری متفاوت عضلات در سطوح مختلف

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

طرح مطالعه	جمعیت هدف، مدت و وضعیت استراحت مطلق(BR)	نوع مداخله	علت مداخله	نتایج
۵. ارزیابی عضلات تنه در طی BR طولانی با استفاده از MRI (۵۵)	۱۰ مرد سالم ۴۵- ۲۰ ساله، ۶ هفته BR در وضعیت افقی با ۶ ماه پیگیری مطالعه	استفاده از MRI در نواحی کمری ـ لگنی برای عضلات مالتی فیدوس، ارکتوراسپاین، کوادراتوس لومباروم پسوآس ماژور و عضلات قدامی شکمی و عضله ی مستقیم شکمی	بررسی استفاده از MRI برای تعیین اثر BR بر ناحیه ی کمری ـ لگنی	– کاهش سطح مقطع عرضی فیزیولوژیک(CSA) Cross Sectional Areaعضله مالتی فیدوس و عدم وجود شواهد آماری معنی دار در مورد کاهش CSA عضلات ارکتور اسپاین و کوادراتوس لومباروم – افزایش CSA در طی BR در عضلات قدامی طرفی شکمی، مستقیم شکمی و پسوآس ماژور. برگشت به CSA قبل از مطالعه در طی فاز راه اندازی مجدد، بعد از پایان BR در عضلات مالتی فیدوس، مستقیم شکمی و عضلات قدامی طرفی شکمی – آتروفی انتخابی عضله مالتی فیدوس در طی BR شبیه بودن این تغییرات با تغییرات موجود در افراد مبتلا به کمردرد
۶. پذیرش و تحمل تمرینات مقاومتی با لود بالا همراه با ویبراسیون، توسط افراد در یک دوره ی استراحت سخت به مدت ۵۶ روز (۵۶)	۲۴ مرد سالم ۴۳- ۲۴ ساله، BR در وضعیت افقی به مدت ۵۶ روز	تمرینات مقاومتی با لود بالا شامل squat، heel raise، toe raise ، kick همراه با ویبراسیون	بررسی اثر تمرینات مقاومتی همراه با ویبراسیون بعنوان یک روش مداخله، آموزش مناسب در مقابل deconditioning سیستم عضلانی ـ اسکلتی	– پذیرش و تحمل تمرینات RVE و مؤثر بودن آنها در طی استراحت برای افراد جوان سالم، دوبار در روز در طی BR و ۱/۵ روز در طی دوره ریکاوری – پیشرفت تمرین، عمدتاً با افزایش فرکانس ویبراسیون – افزایش زمان تمرین و لاکتاث خون با پیشرفت تمرین – نادر بودن علائم تمرین بیش از حد و قابل درمان بودن علائم در صورت وجود
۷. بررسی تغییرات در حجم عضلات خاص اندام تحتانی با استفاده از MRI در طی BR (۵۷)	۵۶ روز BR	استفاده از MRI در مورد ۱۷ عضله اندام تحتانی	بررسی اندازه گیری CSA هفده عضله ی مختلف اندام تحتانی برای نشان دادن تغییرات در حجم عضلات، در نتیجه یک مداخله همچون تمرین، بیماری یا ضایعه	– کاهش تعداداندازه گیری CSA لازم برای تعیین تغییرات حجم عضله تا۶۰ درصد باکاربرداین‌روش – دست یابی به ابزار کارآمدتر برای تعیین تغییرات حجم عضله در مطالعات مداخله ای
۸. تمرینات مقاومی تحمل وزن شبیه سازی شده همراه با ویبراسیون برای کاهش deconditioning ستون فقرات کمری در طی BR (۵۸)	۲۰ مرد سالم، BR در طی ۸ هفته و ۶ ماه پیگیری	کاربرد MRI همراه با تمرینات مقاومتی	تعیین کارآیی تمرین مقاومتی همراه با ویبراسیون کل بدن در رابطه با تغییرات عضلات کمری – لگنی و تغییرات شکل ستون فقرات	– کاهش آتروفی مالتی فیدوس در گروه مداخله و عدم ادامه آتروفی آن همانند گروه کنترل – افزایش مساحت دیسک و طول ستون فقرات، کاهش یافت – وجود ارتباطات نسبتاً معنی دار بین شکل ستون فقرات و تغییرات CSA عضلات
۹. مداخله بصورت تمرین مقاومتی با ویبراسیون و بدون آن واثرآن بر deconditioning مهره های کمریدر طی BR طولانی (۵۹)	۲۴ مرد، BR در حالت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین به مدت ۶۰ روز	تمرینات مقاومتی با لود بالا همراه و بدون ویبراسیون کل بدن	بررسی اثر کوتاه مدت این نوع مداخله بر اندازه ی عضلات کمری، دیسک بین مهره ای و تغییرات شکل ستون فقرای	– میزان کاهش CSA مالتی فیدوس کم شد. و افزایش CSA در عضلات ارکتوراسپاین و کوادراتوس لومباروم و به میزان بیشتر در پسوآس ماژور وجود داشت. – عدم وجود شواهد آماری معنی دار در مورد اثر ویبراسیون نسبت به تمرین مقاومتی با لود بالا بتنهایی – عدم تأثیر تمرین بر تغییر شکل ستون فقرات
۱۰. اثر تمرین مقاومتی با ویبراسیون، برکاهش آتروفی عضلانی اندام تحتانی در طی ۵۶ روز BR (۶۰)	۲۰ مرد BR در وضعیت افقی به مدت ۵۶ روز	تمرین مقاومتی squat ، heel raise، toe raise ، explosive kick همراه با ویبراسیون	بررسی کارآیی مداخله بصورت RVE در طی BR طولانی در پیشگیری از آتروفی عضلات اندام تحتانی	– کاهش میزان آتروفی در عضلات سه سر ساقی و و استوس با این نوع مداخله – آتروفی کمتر پرونئال ها و تیبیالیس خلفی و فلکسورهای انگشت در گروه مداخله – تشابه آتروفی همسترینگ ها در گروه مداخله و کنترل (به دلیل نوع تمرین)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

طرح مطالعه	جمعیت هدف، مدت و وضعیت استراحت مطلق(BR)	نوع مداخله	علت مداخله	نتایج
۱۱. اثرات توانبخشی بر عضلات تنه بعد از BR طولانی (۶۱)	۲۴ مرد، در وضعیت طاقباز با ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین به مدت ۶۰ روز	استفاده از دو نوع تمرین: ۱. تمرینات تقویتی کلی و تمرینات فلکسوری تنه Trunk Flexor Strength(TFS) ۲.تمرینات کنترل حرکتی خاص Specific Motor Control (SMC) ؛ وکاربرد MRI	بررسی اثرات این دو نوع تمرین بر عضلات و تغییرات شکل ستون فقرات و دیسک	– تأثیر مثبت هر دو نوع تمرین بر اندازه ی عضله ما لتی فیدوس در طی BR ، اما تداوم افزایش اندازه ی پسوآس ماژور در گروه TFS تا ۱۴ روز بعد از BR. تناسب و برتری برنامه ی SMC نسبت به TFS بعد از پایان BR برای حفظ CSA مالتی فیدوس بدلیل عدم ایجاد نیروهای فشارنده ی زیانبار بالقوه بر فقرات – عدم تفاوت در شیوع کمردرد با این دو نوع تمرین بعد از BR – کاهش بیشتر حجم دیسک و ارتفاع قدامی دیسک با تمرینات TFS
۱۲. شکل متفاوت سنتز اکسید نیتریک -NOS1) (3 در عضله ی اسکلتی انسان بدنبال مداخله تمرین بعد از ۱۲ هفته BR (۶۲)	۲۱ مرد سالم، BR بصورت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایینHDT به مدت ۹۰ روز	تمرین باارگومترflywheel و بیوپسی واستوس خارجی و سولئوس قبل از شروع BR و در روز ۸۴ مطالعه	تحقیق در مورد شکل سنتز سه ایزوفرم مهم اکسید نیتریک (NOS1-3) در اجزای سلولی در طی BR طولانی بصورت HDT با مداخله ی تمرین مقاومتی و بدون آن	– آتروفی فیبرهای کند و تند واستوس خارجی و فیبرهای کند سولئوس – افزایش immunostaining در میوفیبرهای نوع II واستوس خارجی و کاهش پروتئین NOS1 در واستوس خارجی گروه مداخله – حفظ اندازه ی میو فیبریل در گروه مداخله بعد از BR طولانی
۱۳ .پیشگیری از حالت غیر متعارف SERCA1a سریع در میوفیبریلهای کند و اس– نیتروسیلیشن متفاوت طی BR طولانی باتمرین (۶۳)	۲۴ زن BR در حالت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین به مدت ۶۰ روز	کاربرد یک نوع رژیم غذایی حاوی یک نوع اسید آمینه و تمرین مقاومتی با ارگومتر flywheelو تمرین هوازی	بررسی و کنترل تغییرات در شکل خاص ایزوفرم SERCA و اس– نیتروسیلیشن در بیوپسی میوفیبرهای سولئوس و واستوس خارجی در اندام تحتانی قبل و بعد از BR طولانی	– تغییر شکل SERCA1 بعنوان نشانه ی هموستاز سیستولی تغییر یافته ی یون ca – اثر تمرین در شکل خاصSERCA1a میوفیبر – روش متفاوت اس – نیتروسیلیشن در عضلا ت سولئوس و واستوس خارجی بدلیل پاسخ متفاوت آنها به مداخله
۱۴.شکل گیرنده ی رایانودین نوع۱ (RyR1) و الگوی پرو –تئین اس– نیتروسیلیشن در میوفیبرهای سولئوس انسان بعد ازBR و مداخله ی تمرین (۶۴)	۲۰ مرد سالم ۵۶ روز BR در وضعیت افقی	تمرین مقاومتی شامل:اسکات toe heel raise raise و ویبراسیون دو بار در روز و پنج روز در هفته و بیوپسی قبل و بعد از BR	مطالعه شکل و تغییرات عملکردی RyR1 بعد از BRطولانی با تمرین مقاومتی همراه با ویبراسیون و بدون آن	– عدم تغییر شکل پروتئین RyR1 – عمل متقابل RyR1 با اکسید نیتریک NO – افزایش نیتروسیلیشن RyR1 در طی BR در گروه کنترل – حفظ شکل نرمال RyR1 و الگوی نیتروسیلیشن لازم برای زوج تحریک– انقباض در کنترل عملکرد انسان با کاهش مداخله
۱۵. اثر تمرین مقاومتی همراه با ویبراسیون بر میزان قدرت وویژگیهای سرعت انقباضی اکستانسور زانو و پلانتار فلکسور بعد از ۶۰ روز BR(۶۵)	۲۳ مرد، BR بصورت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین به مدت ۶۰ روز	تمرین مقاومتی همراه با ویبراسیون و بدون آن	بررسی کارآیی تمرین مقاومتی و ویبراسیون بر حفظ CSA عضلات ران و ساق و سرعت انقباض ایزومتریک و فعالیت عصبی	– عدم افزایش کارآیی تمرین مقاومتی برای حفظ عملکرد عصبی – عضلانی ران و پشت ساق calf با ویبراسیون – احتمال تأثیر ویبراسیون بر اندازه ی عضله – حفظ اندازه ی عضلات ران و قدرت Maximal Voluntary Contraction(MVC) با این رژیم تمرینی، اما کاهش سرعت انقباض – بهبود سرعت انقباض در عضلات calf – عدم حفظ اندازه ی عضلات calf و قدرت MVC بطور کامل با این رژیم تمرینی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

طرح مطالعه	جمعیت هدف، مدت و وضعیت استراحت مطلق(BR)	نوع مداخله	علت مداخله	نتایج
۱۶. شواهدی مبتنی براثر دیگر ویبراسیون کل بدن : ویبراسیون با تمرین مقاومتی نسبت به تمرین مقاومتی بتنهایی در پیشگیری از پوکی استخوان درطیBR طولانی (۶۶)	۲۴ مرد، BR بصورت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین به مدت ۶۰ روز	اعمال ویبراسیون کل بدن همراه با تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی به تنهایی	آزمون فرضیه ی افزودن ویبراسیون کل بدن به تمرین مقاومتی بالود بالا در تأمین تحریک بهتر، برای کاهش پوکی استخوان در طی BR طولانی نسبت به تمرین مقاومتی با لود بالا به تنهایی با استفاده از (DXA) dual X-ray absorptiometry	– حفظ بهتر توده ی استخوان در گروه ویبراسیون همراه با تمرین مقاومتی نسبت به گروه تمرین مقاومتی، در دیافیز تیبا و پروگزیمال فمور - حفظ اندازه ی عضله در هر دو گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی همراه با ویبراسیون – تاثیر تمرین در طی BR بر روی بازیافت استخوان تا ۳ ماه بعد
۱۷. تعدیل آتروفی استخوان و عضله با تمرین مقاومتی و ویبراسیون در طی ۵۶ روز (۶۷)	۲۰ مرد سالم، BR به مدت ۸ هفته، همراه با ۱۲ ماه پیگیری	تمرین مقاومتی و ویبراسیون و استفاده از نشانگرهای متابولیکی استخوان در سرم با گرفتن نمونه های خون و DXA	بررسی اثر تمرین مقاومتی و ویبراسیون بر جلوگیری از پوکی استخوان و محدود ساختن افزایش جذب استخوان	– افزایش جذب استخوان در گروه کنترل – شدت کمتر افزایش جذب استخوان در گروه RVE – افزایش تشکیل استخوان در گروه RVE و کاهش آن در گروه کنترل – پوکی استخوان معنی دار در پایان مطالعه در گروه کنترل و عدم وجود این تغییر در گروه RVE – محدود شدن افزایش جذب استخوان و افزایش تشکیل استخوان و کاهش توده ی استخوان در طی BR با این نوع مداخله
۱۸. آتروفی عضلانی و پوکی استخوان بعد از ۹۰ روز BR و اثرات تمرینات مقاومتی با flywheel و پامیدرونیت (۶۸)	۲۴ مرد سالم، BR بصورت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین به مدت ۹۰ روز	تمرینات مقاومتی با flywheel و کاربرد پامیدرو نیت	بررسی و مقایسه کارآیی اثر این دو نوع مداخله بر آتروفی عضلانی و پوکی استخوان	– مفید بودن نسبی هر دو نوع مداخله در حفظ ماده ی معدنی استخوان Bone Mineral Content (BMC) – کارآیی نسبی تمرینات مقاومتی flywheel در حفظ سطح مقطع فیزیولوژیک عضلات اندام تحتانی در طی BR
۱۹. آتروفی افتراقی ساختارهای عضلانی خلفی ـ طرفی ران در طی BR طولانی و اثر مداخله بصورت تمرین (۶۹)	۲۴ مرد سالم، استراحت بصورت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین به مدت ۶۰ روز	تمرینات مقاومتی با لود بالا همراه با ویبراسیون و نیز استفاده از MRI، قبل، حین و بعد از BR طولانی	بررسی حجم عضلات خلفی – طرفی هیپ و همسترینگ ها و سرعت آتروفی و اثر مداخله بصورت تمرین مقاومتی و ویبراسیون بر این عضلات	– آتروفی متمایز در عضلات خلفی ـ طرفی هیپ بعد از BR طولانی – اثر تمرینات مقاومتی کوتاه مدت با سود بالا در کاهش آتروفی عضلانی اکستانسورهای هیپ – عدم تأثیر اضافی ویبراسیون بعلاوه ی تمرینات مقاومتی در حفظ حجم عضله.
۲۰. حفظ ساختار و عملکرد عضلات اسکلتی انسان با ویبراسیون و تمرین عضلانی بدنبال ۵۵ روز BR (۷۰)	۲۰ مرد سالم داوطلب، BR در وضعیت افقی به مدت ۵۶ روز	ویبراسیون و تمرین عضله در طی BR (با نیروی حداکثر ایزومتر یک پلانتار فلکشن)در حالت طاقبازبا Galileo space	بررسی اثرات ویبراسیون و تمرین عضلانی بر روی عضلات اسکلتی اندام تحتانی	– اثرات کارآمدتمرین مقاومتی و ویبراسیون در جلوگیری از deconditioning ساختار و عملکرد عضله در طی BR – انجام تمرینات کوتاه مدت RVE بعنوان یک مداخله مؤثر در جلوگیری از آتروفی، ترجیحاً در عضلات پاسچرال پشت ساق(calf) در طی BR یا بی حرکتی
۲۱. اثر BR طولانی بر کنترل حرکتی شاخصه‌های زمانی و طیف EMG ساختارهای عضلانی سطحی کمری – لگنی (۷۱)	۳ مرد، BR در طی ۵۶ روز	حرکت تکراری زانو	بررسی فرکانس متوسط و زمان بندی فعالیت در ثبت های الکترومیوگرافی پنج عضله ی سطحی کمری و توده ی چربی تنه و دقت حرکت	– افزایش فرکانس متوسط ارکتور اسپاین کمری، در اواخر BR و ادامه ی آن تا یک سال بعد از پایان دوره ی BR – کاهش فرکانس متوسط در عضلات شکمی و گلوتئال بدلیل افزایش توده ی چربی تنه – عدم تغییر در زمان بندی فعالیت عضلات کمری – لگنی – اثر BR بر عضلات کوتاه ارکتور اسپاین کمری و قدرت مند بودن نسبی زمان بندی فعالیت عضلات سطحی کمری – لگنی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

طرح مطالعه	جمعیت هدف، مدت و وضعیت استراحت مطلق(BR)	نوع مداخله	علت مداخله	نتایج
۲۲. نشانگرهای زیستی مولکولی برای کنترل فیبرهای عضلات اسکلتی و سیستم مویرگی بدنبال BR با و بدون مداخله (۷۲)	۱۶زن، BR بصورت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین(HDT) به مدت۶۰ روز	مداخله بصورت تمرین و استفاده از نشانگرهای زیستی مولکولی و بیوپسی	بررسی تغییرات مورفولوژیکی و بیو شیمیایی عضلات و استوس خارجی و سولئوس در اندام تحتانی بعد از ۶۰ روز BR	– تأثیر مداخله بصورت تمرین، هم بر مخابره ی علائم Nos/No و هم بر تجزیه ی پروتئین در عضلات اسکلتی زنان – اعمال تمرین به عنوان قدم موثر و ضروری برای حفظ مکانیسم های مخابره ی سیگنال No و برگرداندن روند تغییرات پروتئین به حالت طبیعی
۲۳. الگوهای پوکی استخوان در افراد سالم با استفاده از مطالعه تولوز (۷۳)	۲۵ مرد سالم ۴۱-۲۳ ساله BRبصورت ۶ درجه تیلت قسمت فوقانی تخت به پایین به مدت ۹۰ روز	مداخله بصورت تمرین مقاومتی fly-wheel و تزریق داخل وریدی ۶۰ میلیگرم پامیدرونیت (۱۵ روز قبل از BR)	برای آزمون اثر تمرین مقاومتی flywheel و پامیدرونیت بر پوکی استخوان و آتروفی عضلانی و عملکرد	– کاهش مواد معدنی استخوان در گروه پامیدرونیت قابل مقایسه با گروه flywheel – تاثیر نسبتا مشابه این دو نوع مداخله بر پیشگیری نسبی کاهش CSA عضلات پشت ساق پا – مشخص شدن شروع زمان پوکی استخوان بعد از۴ هفته بیحرکتی – مشخص شدن یک راهنمای منظم قدرتمند در مورد الگوهای پوکی استخوان
۲۴ .فعالیت بیش از حد و انقباض همزمان عضلات سطحی کمری- لگنی بعد از ۸ هفته BR (۷۴)	۱۰ مرد، BR در طی ۸ هفته و یکسال پیگیری	حرکت تکراری زانو با چهار سرعت حرکت در حالت عدم تحمل وزن	بررسی فعالیت پنج عضله ی سطحی کمری- لگنی و انقباض همزمان فلکسور شکمی- اکستانسور کمری برای ثبات کمری-لگنی و فهم اثرات عدم فعالیت بر ثبات کمری- لگنی	– فعالیت عضلانی بیشتر و انقباض همزمان کمتر در طی BR و ادامه‌ی تغییرات تا یکسال بعد از BR – اختلال عملکرد سیستم عصبی مرکزی در کنترل ثبات کمری- لگنی و ثبات این تغییرات در کنترل حرکتی بدلیل ادامه ی روند تغییرات حتی تا یکسال بعد از BR

*BR= Bed Rest

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

نتیجه گیری

به دلیل پیچیدگی و هزینه های بسیار زیاد مطالعات استراحت مطلق و نیز غیرقابل پیش بینی بودن مؤلفه انسانی، بنظر می رسد که تمام مطالعات استراحت مطلق با چالش مواجه هستند. اما این مطالعات به دلیل ارائه دانش عمیق تری درباره ی بدن انسان، با ارزش هستند. نتایج یافته ها، حاکی از آن است که تغییرات در ناحیه کمری، مخصوصاً آتروفی مالتی فیدوس و افزایش ارتفاع خلفی دیسک در مهره های تحتانی کمری، ابتلاء به کمردرد را بعد از استراحت طولانی مدت، افزایش می دهد. و شاید در پرتو همین مسأله، بتوان به علت شروع کمردرد در هنگام برخاستن از تخت در صبح، پی برد. از طرفی، به دلیل تغییر فعالیت تونیک به فازیک عضلات کمری ـ لگنی که در حفظ ثبات این ناحیه، اهمیت بسیار دارند و این امر سبب تغییر بیومکانیک این ناحیه می شود. باید تمریناتی بخصوص برای عضلات کوتاه عمقی ناحیه کمری، در نظر گرفته شود.

بر اساس نتایج این مطالعات، به دلیل آتروفی متمایز (Differential)گروه‌های عضلانی خاص و نیز گروه‌های سینرژی و پوکی استخوان به علت بی حرکتی و نه فقدان لود، احتمال عدم توازن قدرت عضلانی (Imbalance)، و بنابراین تغییر بیومکانیک مفصل و افزایش روند سایش و فرسایش مفصل، درد، صدمه مفصلی بعد از برگشت به حالت تحمل وزن بعد از یک دوره استراحت وجود دارد. این امر مخصوصاً در عضلات اندام تحتانی که مسوول پلانتار فلکشن و اکستنشن زانو و هیپ هستند، شایع است. بنابراین باید تمرینات خاصی برای عضلات پلانتار فلکسورو سپس عضلات اکستانسور زانو و ران طراحی و بکار برده شود. نکته آخر اینکه :

برای پیشگیری و یا کاهش اثرات سوء استراحت طولانی مدت بر عضلات و استخوان، گنجاندن تمرینات مقاومتی با لود بالا ونه تمرینات هوازی یا تحملی، برای فرد ضروری است ؛ اگرچه هنوز نوع تمرین و فرکانس تمرین، مورد چالش است اما بنظر می رسد که تمرینات مقاومتی با لود بالا بین ۷۵ تا ۸۵ درصد یک تکرار حداکثر فرد و تکرار۳-۲ روز در هفته، مؤثرترین تمرینات باشند.

REFERENCES

1. Gupton A, Heaman M, Ashcroft T. Bed rest from the perspective of the high-risk pregnant woman. J Obstet Gynecol Neonatal Nurs 1997, 26:423–4302.
2. Hagen KB, Hilde G, Jamtvedt G, Winnem M. Bed rest for acute low-back pain and sciatica. Cochrane Database Syst Rev 2004, 1
3. Malmivaara A, Hakkinen U, Aro T, Heinriches ML The treatment of acute low back pain: bed rest, exercises, or ordinary activity? N Engl J Med 1995, 332: 351–5
4. Berry P, Berry I, Manelfe C. Magnetic- resonance- imaging evaluation of lower-limb muscles during bed rest: a microgravity simulation-model. Aviat Space Environ Med 1993, 64: 212–8
5. Akima H, Kubo K, Imai M, Kanehisa H. Inactivity and muscle: effect of resistance training during bed rest on muscle size in the lower limb. Acta Physiol Scand 2001, 172:269–278
6. Belavy DL, Miokovic T, Armbrecht G, Richardson CA. Differential atrophy of the lower-limb musculature during prolonged bed-rest. Eur J Appl Physiol 2009, 107: 489–499
7. Akima H, Kubo K, Kanehisa H, Suzuki Y. Leg-press resistance training during 20 days of 6 degrees head-down-tilt bed rest prevents muscle deconditioning. Eur J Appl Physiol 2000, 82:30–38
8. Alkner BA, Tesch PA. Efficacy of a gravity-independent atrophy during 29-day bed rest. Acta Physiol Scand 2004a, 181:345–357
9. Akima H, Kubo K, Kanehisa H, Suzuki Y. Leg-press resistance training during 20 days of 6 degrees head-down-tilt bed rest prevents muscle deconditioning. Eur J Appl Physiol 2000, 82:30–38
10. Akima H, Ushiyama J, Kubo J, Fukuoka H. Effect of unloading on muscle volume with and without resistance training. Acta Astronaut. 2007; 60 :728–736
11. Alkner BA, Tesch PA. Efficacy of a gravity-independent resistance exercise device as a countermeasure to muscle atrophy during 29-day bed rest . Acta Physiol Scand 2004a, 181:345–357
12. Alkner BA, Tesch PA . Knee extensor and plantar flexor muscle size and function following 90 days of bed rest with or without resistance exercise. Eur J Appl Physiol. 2004; 93: 294–305
13. Berry P, Berry I, Manelfe C. Magnetic-resonance-imaging evaluation of lower-limb muscles during bed resta microgravity simulation-model. Aviat Space Environ Med 1993, 64:212–218
14. Cao P, Kimura S, Macias BR, Ueno T, Watenpaugh DE, Hargens AR . Exercise within lower body negative pressure partially counteracts lumbar spine deconditioning associated with 28-day bed rest. J Appl Physiol 2005, 99:39– 44

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

15. Kouzaki M, Masani K, Akima H, Shirasawa H. Effects of 20-day bed rest with and without strength training on postural sway during quiet standing. Acta Physiol (Oxf). 2007, 189:279–292
16. Le Blanc A, Gogia P, Schneider V, Krebs J, Schonfeld E, Evans H . Calf muscle area and strength changes after five weeks of horizontal bed rest. Am J Sports Med 1988, 16:624–629
17. Le Blanc AD, Schneider VS, Evans HJ, Pientok C, Rowe R, Spector E . Regional changes in muscle mass following 17 weeks of bed rest. J Appl Physiol 1992, 73:2172–2178
18. Shackelford LC, LeBlanc AD, Driscoll TB, Evans HJ. Resistance exercise as a countermeasure to disuse-induced bone loss. J Appl Physiol 2004, 97:119–129
19. Zange J, Mester J, Heer M, Kluge G, Liphardt AM . 20-Hz whole body vibration training fails to counteract the decrease in leg muscle volume caused by 14 days of 6 degrees head down tilt bed rest . Eur J Appl Physiol 2009Jan,105(2):271-7
20. Boos N, Wallin Å, Gbedegbegnon T, Aebi M, Boesch C. Quantitative MR imaging of lumbar intervertebral disks and vertebral bodies: influence of diurnal water content variations . Radiology 1993,188:351–4.
21. Le Blanc AD, Evans HJ, Schneider VS, Wendt RE, Hedrick TD. Changes in intervertebral disc cross-sectional area with bed rest and space flight . Spine 1994,19:812–7.
22. Pavy-Le Traon A, Heer M, Narici MV, Rittewer J, Vernicos J. From space to Earth: advances in human physiology from 20 years of bed rest studies (1986–2006) . Eur J Appl Physiol 2007,101:143–94.
23. Natarajan RN, Andersson GB . The influence of lumbar disc height and cross-sectional area on the mechanical response of the disc to physiologic loading . Spine 1999,24:1873–81.
24. Adams MA, Dolan P, Hutton WC, Porter RW. Diurnal changes in spinal mechanics and their clinical significance . J Bone Joint Surg Br 1990,72:266–70.
25. Lu YM, Hutton WC, Gharpuray VM . Do bending, twisting, and diurnal fluid changes in the disc affect the propensity to prolapse? A viscoelastic finite element mode l . Spine 1996,21:2570–9.
26. McGill SM . Kinetic potential of the lumbar trunk musculature about three orthogonal orthopaedic axes in extreme postures . Spine 1991,16: 809–15.
27. Panjabi M, Abumi K, Duranceau J, et al . Spinal stability and Intersegmental muscle forces. A biomechanical model . Spine 1989,14:194–200.
28. Lucas DB, Bresler B. Stability of the Ligamentous Spine, Technical Report No. 40. San Fransisco, CA: Biomechanics Laboratory, University of California;1961
29. Kiefer A, Shirazi-Adl A, Parnianpour M . Synergy of the human spine in neutral postures. Eur Spine J 1998,7:471–9.
30. Wilke HJ, Wolf S, Claes LE, Aran M, Wiesend A. Stability increase of the lumbar spine with different muscle groups . a biomechanical in-vitro study. Spine 1995,20: 192–8.
31. Macintosh JE, Bogduk N . The biomechanics of the lumbar multifidus . Clin Biomech 1986,1:205–31.
32. Claus AP, Hides JA, Moseley GL, Hodges PW. Different ways to balance the spine: subtle changes in sagittal spinal curves affect regional muscle activity. Spine 2009,34(6)
33. Kiefer A, Shirazi-Adl A, Parnianpour M . Stability of the human spine in neutral postures. J Eur Spine 1997,6:45–53.
34.Alaimo MA, Smith JL, Roy RR, Edgerton VR **.** EMG activity of slow and fast ankle extensors following spinal cord transection. J Appl Physiol 1984, 56: 1608–1613,
35. Blewett C, Elder GC . Quantitative EMG analysis in soleus and plantaris during hindlimb suspension and recovery. J Appl Physiol 1993, 74: 2057–2066
36.Clément G, Gurfinkel VS, Lestienne F, Lipshits MI, Popov KE . Adaptation of postural control to weightlessness. Exp Brain Res 1984,57: 61–72
37. Clément G, Gurfinkel VS, Lestienne F, Lipshits MI, Popov KE . Changes of posture during transient perturbations in microgravity. Aviat Space Environ Med 1985 ,56: 666–671
38. Riley DA, Slocum GR, Bain JL, Sedlak FR, Sowa TE, Mellender JW. Rat hindlimb unloading: soleus histochemistry, ultrastructure, and electromyography. J Appl Physiol 1990, 69: 58–66,
39. Lovejoy CO**.** The natural history of human gait and posture. Part 1. Spine and pelvis. Gait & Posture 2005, 21: 95–112
40. Saunders SW, Coppieters MW, Magarey M, Hodges PW**.** Reduced tonic activity of the transversus abdominis muscle during locomotion in people with low back pain .5th World Congress on Low Back & Pelvic Pain, Melbourne, Australia, 2004
41. Saunders SW, Rath D, Hodges PW **.** Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion . Gait &Posture 2005,20: 280–290
42. Rittweger J and Felsenberg D. Patterns of bone loss in bed-ridden healthy young male subjects: Results from the Long Term Bed Rest Study in Toulouse . J Musculoskel Neuron Interact 2003, 3(4): 290-291
43. Le Blanc A, Schneider V, Spector E, Evans H, Rowe R, Lane H. Calcium absorption, endogenous secretion and endocrine changes during and after long-term bed rest . Bone 1995, 16:301S–304S
44. Le Blanc AD, Driscol TB, Shackelford LC, Evans HJ, Rianon NJ, Smith SM. Alendronate as an effective countermeasure to disuse induced bone loss. J Musculoskel Neuron Interact 2002, 2:335–343
45. Miyamoto A, Shigematsu T, Fukunaga T, Kawakami K, Mukai C, Sekiguchi C. Medical baseline data collection on bone and muscle change with space flight. Bone 1998, 22:79S–82S

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

46. Smith SM, Davis-Street JE, Fesperman JV, Calkins DS, Bawa Maneesh, Macias Brandon R. Evaluation of treadmill exercise in a lower body negative pressure chamber as a countermeasure for weightlessness-induced bone loss: a bed rest study with identical twins. J Bone Miner Res 2003, 18:2223–2230
47. Smith SM, Wastney ME, O'Brien KO, Morukov BV, Larina LM, Abrams SD. Bone markers, calcium metabolism, and calcium kinetics during extended duration space flight on the Mir space station . J Bone Miner Res 2005, 20:208–218
48. Van der Wiel HE, Lips P, Nauta J, Kwakkel G, Hazenberg G, Netelenbos JC. Intranasal calcitonin suppresses increased bone resorption during short-term immobilization: a double-blind study of the effects of intranasal calcitonin on biochemical parameters of bone turnover. J Bone Miner Res 1993, 8:1459–1465
49. Zerwekh JE, Ruml LA, Gottschalk F, Pak Charles YC. The effects of twelve weeks of bed rest on bone histology, biochemical markers of bone turnover, and calcium homeostasis in eleven normal subjects. J Bone Miner Res (1998) 13:1594–1601
50. Le Blanc A, Schneider V, Shackelford L, West S, Oganov V, Bakulin A, Voronin L. Bone mineral and lean tissue loss after long duration space flight. J Musculoskelet Neuronal Interact 2000, 1:157–160
51. Lang T, LeBlanc A, Evans H, Lu Y, Genant H, Yu A. Cortical and trabecular bone mineral loss from the spine and hip in long-duration spaceflight. J Bone Miner Res 2004, 19:1006–1012
52. Belavý DL, Bock O, Börst H, Armbrecht G, Gast U. The 2nd berlin bedrest study: protocol and implementation . J Musculoskelet Neuronal Interact 2010, 10(3):207-219
53. Belavy Daniel L, Richardson Carolyn A, Wilson Stephen J, Felsenberg Dieter. Tonic-to-phasic shift of lumbo-pelvic muscle activity during 8 weeks of bed rest and 6-months follow up. J Appl Physiol 2007 , 103:48–5
54. Belavy Daniel L, Armbrecht Gabriele, Richardson Carolyn A, Fels enberg Dieter. Muscle atrophy and changes in spinal morphology: is the lumbar spine vulnerable after prolonged bed-rest? Spine (Phila Pa 1976) 2011, Jan 15, 36(2):137-45.
55. Hides Julie A, Belavy Daniel L, Stanton Warren, Wilson Stephen J, Rittweger Jo¨rn. Magnetic resonance imaging assessment of trunk muscles during prolonged bed rest. SPINE 2007, 32(15):1687–1692
56. Rittweger J, Belavy D, Hunek , Boerst U. Highly demanding resistive vibration exercise program is tolerated during 56 days of strict bed-rest. Int J Sports Med 2006, Jul 27(7):553-9
57. Belavy DL, MiokovicT, Rittweger J. Estimation of changes in volume of individual lower-limb muscles using magnetic resonance imaging (during bed-rest).Physiol Meas 2011, Jan 32(1):35-50.
58. Belavý, Daniel L, Hides, Julie A. Resistive simulated weightbearing exercise with whole body vibration reduces lumbar spine deconditioning in bed-rest . Spine (Phila Pa 1976) 2008,Mar 33(5):E121-131
59. Belavy DL, Armbrecht G, Gast U, Richardson CA, Hides JA, Felesenberg D. Countermeasures against lumbar spine deconditioning in prolonged bed rest: resistive exercise with and without whole body vibration. J Appl Physiol 2010, Dec 109(6):1801-11.
60. Belavý DL, Miokovic T, Armbrecht G, Rittweger J. Resistive vibration exercise reduces lower limb muscle atrophy during 56-day bed-rest . J Musculoskelet Neuronal Interact (2009); 9(4):225-235
61.Hides Julie A, Lambrecht Gunda, Richardson Carolyn A, Stanton Warren R. The effects of rehabilitation on the muscles of the trunk following prolonged bed rest. Eur Spine J 2011, May 20(5):808-18
62. Rudnick J, Püttmann B, Tesch PA, Alkner B. Differential expression of nitric oxide synthases (NOS 1-3) in human skeletal muscle following exercise countermeasure during 12 weeks of bed rest. FASEB J 2004, Aug 18(11):1228-30
63. Michele S, Gudrun S and Dieter B. Atypical fast SERCA1a protein expression in slow myofibers and differential S-nitrosylation prevented by exercise during long term bed rest . Histochem Cell Biol 2009, Oct 132(4) 383-94.
64. Michele S, Gudrun S, Jorn R, Dieter F. Ryanodine receptor type-1 (RyR1) expression and protein S-nitrosylation pattern in human soleus myofibres following bed rest and exercise countermeasure. Histochem Cell Biol 2008, Jul 130(1):105-18
65.Muller ER, Horstman AM, Stegeman DF, deHaan A, Belavy DL, Miokovic T, Armbrecht G, Felesenberg, Gerrits KH. Influence of vibration resistance training on knee extensor and plantar flexor size, strength, and contractile speed characteristics after 60 days of bed rest . J Appl Physiol 2009,Dec 107(6):1789-98.
66. Belavý DL, Beller G, Armbrecht G, Perschel FH.Evidence for an additional effect of whole-body vibration above resistive exercise alone in preventing bone loss during prolonged bed rest .Osteoporos Int 2011 May 22(5):1581-91
67. Armbrecht G, Belavý DL, Gast U, Bongrazio M. Resistive vibration exercise attenuates bone and muscle atrophy in 56 days of bed rest: biochemical markers of bone metabolism . Osteoporos Int 2010,21:597–607
68. Rittweger J, Frost HM, Schiessl H, Ohshima H, Alkner B, Tesch P, Felesenberg D. Muscle atrophy and bone loss after 90 days' bed rest and the effects of flywheel resistive exercise and pamidronate: results from the LTBR study. Bone 2005, Jun;36(6):1019-29
69.Miokovic T, Armbrecht G, Felesenberg D, Belavy DL. Differential atrophy of the postero-lateral hip musculature during prolonged bed-rest and the influence of exercise countermeasures.J Appl Physiol 2011, April 10 (4):926-934
70.Blottner D,Salanova M,Puttmann B,Schiffl G, Felesenberg D,Buehring B, Rittweger J. Human skeletal muscle structure and function preserved by vibration muscle exercise following 55 days of bed rest . EUR J Appl Physiol 2006, Jun;97(3):261-71

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

71. Belavy DL,Ng JK,Wilson SJ, Armbrecht G,Stegeman DF, Rittweger J, Felesenberg D,Richardson CA . Influence of prolonged bed-rest on spectral and temporal electromyographic motor control characteristics of the superficial lumbo-pelvic musculature . J Electromayogr Kinesiol 2010,20(1): 170-9.
72. Salanova M, Schiffl G, Püttmann B, Schoser B G and Blottner D. Molecular biomarkers monitoring human skeletal muscle fibres and microvasculature following long-term bed rest with and without countermeasures . J. Anat 2008,212: 306–318
73. Rittweger J and Felsenberg D . Patterns of bone loss in bed-ridden healthy young male subjects: Results from the Long Term Bed Rest Study in Toulouse . J Musculoskel Neuron Interact 2003, (4): 290-291
74. Belavý DL, Richardson CA, Wilson SJ, Rittweger J, Felsenberg D. Superficial lumbopelvic muscle overactivity and decreased cocontraction after 8 weeks of bed Rest. Spine (Phila Pa 1976) 2007, Jan 32 (1): E 23-9.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]

Review Article

Systematic review article of Berlin Bedrest studies about prolonged bedrest effects on lower limb musculoskeletal system

Mahmoodi R[1], Mousavi SJ[2*]

1.MSc Student of Physiotherapy
2. Assistant Professor, Faculty of Rehabilitation Sciences, Tehran University of Medical Sciences

Abstract

Background and Aim: Many studies have been carried out about bedrest and its effects on different systems including musculoskeletal,neuromuscular,cognition and vascular systems throughout the world.The purpose of this paper is to review systematically all Berlin Bedrest Studies on musculoskeletal system.The focus of this review is mainly Second Berlin Bedrest Study (2nd BBRS) supported by European Space Agency(ESA).Such studies provide a chance to study the specific effects of immobilization without interference of other diseases.

Materials and Methods: A literature search was carried out using MEDLINE and ESA database to assess existing literature about the effect of bedrest on musculoskeletal system published by Berlin Bedrest Studies.It has been searched for efficacy of interventions as high load resistive exercise and whole body vibration,as well.

Results: Fourty six articles have been found from 2000 to 2011year: 2 articles in 2000 and 2003,the other ones between 2005 to 2011. Seventeen articles were related to muscle and intervention on it,three ones about bone and related intervention on it,four ones related to both bone and muscle and twenty two ones about the other systems such as heart,vesseles,sleep and cognition.

Conclusion: According to study results,bedrest has widespread effects on musculoskeletal system specially in early bedrest . These effects remain up to 180 days after bedrest course.Thus,high load resistive exercise and vibration should be prescribed in early stage of bedrest to reduce the detrimential effects of prolonged bedrest.

Key words: Berlin Bedrest, Muscle Atrophy, Bone Loss, Resistive Exercise,Vibration

[*]**Correspoding author:** Mousavi SJ; Faculty of Rehabilitation Science, Tehran University of Medical Sciences.

E-mail: jmousavi@razi.tums.ac.ir

This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-16]