مطالعات طب ورزشی شماره ۹، بهار و تابستان ۱۳۹۰، صص ۱۲۲-۱۱۱

میزان فعالیت عضلات کمری– لگنی موثر در پایداری ناحیه مرکزی با تغییر مرکز ثقل در پل زدن روی سطوح پایدار و ناپایدار

مرضیه رضایی[۱]، منصور صاحب الزمانی[۲]، کوروش قهرمان تبریزی[۳]، محمد رضا امیر سیف الدینی[۴]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۵/۲۲

چکیده

هدف اصلی این تحقیق، تعیین شدت فعالیت عضلات کمری- لگنی مؤثر در پایداری ناحیهٔ مرکزی با تغییر مرکز ثقل در پل زدن بر روی سطوح پایدار و ناپایدار بود. آزمودنی‌های این تحقیق۱۶زن غیرورزشکار (با میانگین سن۲±۲۱/۷۵ سال، میانگین قد۵/۳۸±۱۶۱/۵ سانتی‌متر، میانگین وزن۵/۴۳±۵۷/۵۴ کیلوگرم و میانگین شاخص تودهٔ بدنی۱/۷۸±۲۱/۸۱) بودند که به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. فعالیت الکترومایوگرافی سطحی (SEMG) عضلات راست شکمی (RA)، مایل خارج شکمی (EO)، مایل داخل شکمی/عرضی شکمی (IO/TA)و راست‌کنندهٔ مهره‌های کمری (ES)در طرف راست تنه ثبت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در SPSS 17 انجام گرفت. فعالیت عضلات راست شکمی، مایل خارجی و مایل داخلی/عرضی شکمی هنگام پل زدن روی توپ تمرینی در دو سطح ناپایدار در مقایسه با سطح پایدار افزایش معنی داری نشان داد. فعالیت عضلهٔ راست‌کننده ستون مهره‌های کمری تنها در سطح ناپایدار دو نسبت به سطح پایدار افزایش معنی‌داری پیدا کرد. تغییر اثر نیروی جاذبه بر روی مرکز ثقل عامل مؤثری در افزایش فعالیت عضلانی نیست و ناپایداری سطح نسبت به تغییر مرکز ثقل عامل مؤثرتری است. همچنین پل زدن به شکم روی توپ تمرینی در یک برنامهٔ پیش‌رونده که هدف افزایش تدریجی فشار تمرینی است، برای تقویت فعالیت انقباضی عضلات شکمی سطحی و عمقی ناحیهٔ مرکزی مناسب است.

کلیدواژه‌های فارسی: عضلات کمری-لگنی، پایداری ناحیهٔ مرکزی، سطوح پایدار و ناپایدار.

۱. کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی (نویسندهٔ مسئول)
Email: Marzieh.rezaei83@gmail.com
۲. دانشیار دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنرکرمان Email: sahebozamani@yahoo.com
۳و ۴. استادیار دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه شهیدباهنرکرمان Email: kourosh3795@yahoo.com
Email: reza46n@yahoo.com

مقدمه

آشنایی با سطوح فعال‌سازی عضلات ناحیهٔ مرکزی هنگام اجرای تمرینات ثبات‌دهنده، برای تجویز و طراحی برنامه‌های تمرینی با هدف افزایش شدت تمرین در طول مدت معین (مدل مقاومتی پیش‌رونده)، اهمیت بسیاری دارد (۱). اخیراً روش‌های تمرینی زیادی بر «پایداری ناحیهٔ مرکزی» متمرکز شده‌اند. تمرکز این برنامه‌های تمرینی بر کسب ثبات ستون مهره‌ها از طریق به‌کارگیری مؤثر عضلات تنه است (۲). در حقیقت ناحیهٔ مرکزی محدوده‌ای است که از کف لگن تا قفسهٔ سینه امتداد دارد و توان و قدرت بدن از آن نشأت می‌گیرد (۳). عضلات ناحیهٔ مرکزی شامل عضلات شکمی، عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ها و سرینی‌ها، عضلهٔ دیافراگم و عضلات کف لگن هستند. ضعف یا نبود هماهنگی کافی در ساختار عضلانی این ناحیه، ممکن است به کاهش اثرگذاری الگوهای حرکتی صحیح، بروز الگوهای حرکتی جبرانی، استرین و در نهایت آسیب بینجامد (۴). در این راستا، ناپایداری سطح تمرین به‌عنوان متغیری جدید در تمرینات توانبخشی و تقویتی معمول با هدف افزایش دشواری تمرین، افزایش فعالیت عضلانی و بهبود گیرنده‌های حسی-عمقی مفصل مطرح است (۵). یکی از ابزارهایی که درمانگران ورزشی و دیگر متخصصان طب ورزشی در محیط‌های تمرینی و توانبخشی در دههٔ اخیر رواج داده‌اند و مربیان ورزشی نیز آن را در تمرینات مقاومتی به‌عنوان یک وسیلهٔ تکمیل‌کننده وارد کرده‌اند، توپ تمرینی[1] است (۷،۶). مهم‌ترین مزیت و کارایی فعالیت با توپ تمرینی در ناحیهٔ تنه است (۸). فرض بر این است که استفاده از توپ تمرینی، فعالیت و انقباض عضلات عمومی تنه مانند گروه عضلات فلکسور و اکستنسور (عضلات راست شکمی، مایل خارج شکمی، مایل داخلی شکمی، عرضی شکمی و راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ها) را که در پایداری تنه مؤثرند، افزایش می‌دهد (۹). به‌نظر می رسد بدن با فعالیت روی توپ‌های تمرینی دچار عدم تعادل می‌شود، در نتیجه برای جبران کاهش تعادل، عضلات ناحیهٔ مرکزی به فعالیت بیشتر وادار می‌شوند (۱۰، ۸). اکثر تحقیقات تأثیر سطوح ناپایدار را در افزایش فعالیت عضلات تنه در طول تمرین بر روی سطوح نشان داده‌اند، ولی در برخی تحقیقات، افزایش فعالیت بعضی عضلات تنه در طول تمرین *curl up* بر روی توپ تمرینی گزارش شده است (۱۱). در برخی از تحقیقات نیز نتایج متناقضی در کاربرد توپ تمرینی به جای نیمکت در طول تمرین‌های مقاومتی در بالاتنه بدون هیچ تغییری مشاهده شده است (۱،۱۲). سیامکی (۱۳۸۷) (۱۳) و لمان و همکاران (۲۰۰۵) (۱) نیز افزایش فعالیت عضلانی را در تمرین پل زدن به شکم روی توپ تمرینی مشاهده کردند، ولی عدم افزایش فعالیت عضلانی را در تمرین پل

1. Swiss Ball

زدن به پشت روی سطح ناپایدار توپ تمرینی در افراد سالم نشان دادند. جانسا و همکاران به این نتیجه رسیدند که استفاده از توپ‌های تمرینی همواره درگیری بیشتری برای سیستم اسکلتی- عضلانی ایجاد نمی‌کند. البته آنها عنوان کردند اجرای تمرین‌های ورزشی روی توپ تمرینی در برنامه‌های توانبخشی، فشار بر ناحیهٔ کمری را کاهش می‌دهد و بنابراین از احتمال بروز آسیب مجدد می‌کاهد (۹). لمان[1] و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی شدت فعالیت عضلانی حین اجرای یک رشته از تمرینات کلاسیک شنای سوئدی، نشان دادند که فعالیت عضلانی ممکن است ناپایداری سطح قرار بگیرد، اگرچه ممکن است در هیچ عضله‌ای در هیچ یکی از شرایط تمرینی افزایش معنی‌دار فعالیت دیده نشود (۵). مروری بر تحقیقات نشان داد تأثیر ناپایداری سطح در تغییر فعالیت عضلانی به نوع تمرین و عضلهٔ درگیر وابسته است (۱). ارتباط مرکز ثقل آزمودنی و موقعیت سطح ناپایدار یا قسمتی از بدن که با توپ تمرینی در تماس است و مرکز ثقلی که بالای سطح حمایتی است، احتمالا عوامل مهمی در تعیین تغییرات فعالیت عضلانی علاوه بر تغییر در پایداری سطح هستند (۵). از طرف دیگر وضعیت بدنی در ارتباط با نیروی جاذبه و تاثیر نیروی جاذبه بر آن در تمریناتی که از توپ تمرینی استفاده می‌شود، نسبت به آنهایی که روی زمین انجام می‌گیرد، متفاوت است (۱). لمان و همکاران (۲۰۰۵) عنوان کردند در تمرین پل زدن به شکم حرکت‌دهندهٔ اصلی راست شکمی است که در مقابل اکستنشن تنه مقاومت می‌کند و با اضافه کردن توپ تمرینی بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد. وضعیت تنه در ارتباط با نیروی جاذبه، در تمرین روی زمین و روی توپ تمرینی حین پل زدن به شکم متفاوت است. عمل پل زدن روی توپ تمرینی در وضعیت عمودی‌تری انجام می‌گیرد، در این حالت نیروی کمتری در اکستنشن تنه تولید می‌شود، یعنی نیروی جاذبه سعی در افزایش لوردوز کمری دارد که فعالیت عضلانی آن را مهار می‌کند. در پل زدن روی توپ تمرینی، مرکز جرم سر وتنه به محور عمودی تنه نزدیک‌تر می‌شود و انتظار می‌رود فعالیت عضلانی کمتری در مقابله با این گشتاور در مقایسه با پل زدن روی زمین نیاز باشد. در عین حال فعالیت عضلانی بیشتری ممکن است برای تولید پایداری ستون مهره‌ها به‌دلیل وجود سطح ناپایدار نسبت به سطح پایدار مورد نیاز باشد (۱).

با توجه به مطالب ذکرشدهٔ احتمالا سطح ناپایدار توپ تمرینی عامل مؤثری درافزایش فعالیت عضلانی است، ولی نکتهٔ دیگر، ارتباط مرکز ثقل آزمودنی و موقعیت سطح ناپایدار است. احتمالا تاثیر نیروی جاذبه بر مرکز ثقل آزمودنی به‌دلیل تغییر وضعیت بدنی هنگام فعالیت روی توپ تمرینی نسبت به فعالیت روی زمین متفاوت است. انتظار می‌رود تنها سطح ناپایدار عامل تغییر فعالیت عضلانی هنگام فعالیت روی توپ تمرینی نباشد. از این‌رو در این تحقیق، نتایج تغییر وضعیت بدنی،

1. Lehman

با قرار دادن نیمکت هم‌ارتفاع توپ در کنار آن بررسی شد. چرا که ارتباط بین مرکز ثقل آزمودنی و موقعیت سطح ناپایدار، از عوامل مهم استفاده از توپ‌های تمرینی علاوه بر تغییر در پایداری سطح است (۵). کنترل این متغیر تأثیرگذار، نتایج متفاوتی را پیش‌بینی می‌کند که یکی از مسائل مهم فعالیت بر روی توپ‌های تمرینی است. شناسایی و درک بهتر عوامل مؤثر بر افزایش فعالیت عضلات ناحیهٔ مرکزی از آن نظر مهم است که براساس آن وضعیت‌هایی را مرتفع کرد که در آن ثبات ستون مهره‌های کمری و در نتیجه، پیشگیری و بازتوانی این ناحیه اهمیت دارد.

سؤال اصلی تحقیق این است که آیا با اضافه کردن توپ تمرینی در طول تمرین‌های مختلف ثبات‌دهندهٔ تنه، فعالیت عضلات مؤثر در پایداری ناحیهٔ مرکزی تحت تأثیر قرار می‌گیرد؟ و اینکه آیا تغییر وضعیت بدن هنگام پل زدن بر روی توپ تمرینی نسبت به اجرای تمرین روی زمین، به‌تنهایی عامل مؤثری در تغییر فعالیت عضلانی است؟

روش‌شناسی

این پژوهش به‌صورت نیمه تجربی اجرا شد و از نظر هدف کاربردی بود. آزمودنی‌ها ۱۶ زن غیر ورزشکار (با میانگین سن ۲±۲۱/۷۵ سال، قد ۵/۳۸±۱۶۱/۵ سانتی‌متر، وزن ۵/۴۳±۵۷/۵۴ کیلوگرم و شاخص تودهٔ بدنی ۱/۷۸±۲۱/۸۱ کیلوگرم بر مترمربع) از جامعه آماری دانشجویان دانشگاه شهید باهنر کرمان انتخاب شدند. به این منظور ابتدا فرم ثبت سوابق بین ۱۰۰ نفر از جامعه آماری یاد شده توزیع شد. براساس سؤالات مندرج در این فرم آزمودنی‌هایی مورد نظر بودند که از لحاظ جسمانی و تندرستی در وضعیت طبیعی باشند و هیچ‌گونه سابقهٔ کمردرد یا جراحی، سابقهٔ فعالیت ورزشی منظم یا حرفه‌ای یا عضویت در تیم‌های ورزشی دانشگاه و تجربه استفاده از توپ تمرینی به عنوان یک وسیلهٔ ورزشی یا تفریحی نیز نداشته باشند. همچنین برای طبیعی بودن نمایهٔ بدنی، شاخص تودهٔ بدنی آزمودنی‌ها باید بین۲۰ تا ۲۵ قرار می‌گرفت (۱۴). از بین افراد واجد شرایطی که فرم را تکمیل کردند، ۱۶ نفر به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. قبل از شروع آزمون، آزمودنی‌ها با آگاهی کامل از روند تحقیق و روال آزمون و توصیه‌های محقق دربارهٔ ایمنی آزمون، پرسشنامه‌ای مبنی بر رضایت از شرکت داوطلبانهٔ در تحقیق را کامل کردند.

۱۰ دقیقهٔ نخست جلسات تمرینی به گرم کردن موضعی و عمومی بدن اختصاص یافت که شامل تمرینات نرمشی و کششی برای افزایش جریان خون و کاهش خطر آسیب عضلات و تاندون‌ها بود. بعد از گرم کردن، الکترودهای سطحی دستگاه الکترومایوگرافی بر روی محل‌های مورد نظر بر روی پوست قرار داده شد. قبل از اتصال الکترودها، برای آماده کردن پوست در صورت نیاز موهای اضافی روی پوست در محل‌های مورد نظر پاک شد و با پنبه و الکل مالش داده شد تا

امپدانس آن به حداقل ممکن برسد (۸). شایان ذکر است که در نصب الکترودها در طرف راست یا چپ بدن تفاوتی وجود ندارد (۷).

بعد از آماده‌سازی پوست الکترودهای سطحی دو قطبی (چهار الکترود AE100) از جنس آلیاژ نقره و کلرید نقره[1] با قطر تماسی ۵ میلی‌متر و با فاصله‌های مرکز به مرکز[2] ۱۳ میلی‌متری قطب‌ها از هم، در محل‌های مورد نظر بر روی پوست هم‌راستا با فیبرهای عضلانی متصل شد. الکترودها از طریق کابل‌های‌هادی به سیستم جمع‌آوری داده‌های BLUEMYO EMG ساخت شرکت کیا (KYA)[3] اتصال یافت. فعالیت‌های میوالکتریک عضلات با نرم‌افزار Myo Probe 2.0 (از شرکت کیا) جمع‌آوری شدند. تقویت‌کننده دارای CMRR ۹۶ dB بود. EMG پس از عبور از فیلتر میان‌گذر (۲۰ و۵۰۰ هرتز) با استفاده از مبدل آنالوگ به دیجیتال (A/D) در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز نمونه‌برداری و در کامپیوتر شخصی (Pentium 4) ذخیره شد.

محل اتصال الکترودها برای عضلات مورد نظر عبارت بودند از:

۱- عضلهٔ راست شکمی (RA): سه سانتی‌متری فوقانی ناف به موازات محور طولی عضله، ۲- عضلهٔ مایل خارج شکمی (EO): محل تقاطع خطی در امتداد ناف و خطی در امتداد خار خاصره‌ای قدامی فوقانی (A.S.I.S) تقریباً با زاویهٔ ۴۵ درجه و هم‌راستا با فیبرهای عضله، ۳- عضلهٔ مایل داخلی (IO) و عضلهٔ عرضی شکمی (TA): تقریباً دو سانتی‌متری تحتانی و داخلی خارخاصره قدامی فوقانی، ۴- عضلهٔ راست‌کنندهٔ مهره‌های ناحیهٔ کمری (ES): در سطح مهره‌های چهارم و پنجم کمری در حدود سه سانتی‌متری خارج نسبت به زواید خاری و به موازات محور طولی بدن (۸). شایان ذکر است که فیبرهای عضلهٔ مایل داخلی و عضلهٔ عرضی شکمی در محل عنوان‌شده با هم مخلوطند، به‌طوری‌که نمی‌توان تمایزی بین سیگنال‌های عضلانی آنها در این محل در نظر گرفت (۱۵)، به‌همین منظور از یک الکترود در محل برای تعیین تغییرات فعالیت عضلانی استفاده شد. همچنین الکترود مرجع روی بخش فوقانی تاج خاصره‌ای چپ نصب شد (۶). پس از نصب الکترودها برای ثبت الکترومایوگرافی سطحی از عضلات منتخب، آزمودنی باید سه حرکتی را که برای ثبت حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی (MVIC) عضلات تعریف شده بودند، به‌مدت چهار ثانیه، در دو تکرار انجام می‌داد. برای اجرای هر کدام از حرکات MVIC، از تخت آزمایش برای ثابت‌سازی (فیکس کردن) اندام‌های تحتانی آزمودنی استفاده شد. این سه حرکت عبارتند از:

---

1. Ag – AgCl
2. Center to Center
3. Kardanan Yeganeh Arya

۱- برای به‌دست آوردن مقدار بیشینهٔ فعالیت عضلات راست شکمی، مایل داخلی و عرضی شکمی، آزمودنی در حالت دراز کشیده به‌پشت[1]، تنه را به‌صورت ایزومتریک در مقابل یک مقاومت بی‌حرکت در وضعیتی که کف پاها روی تخت بود، زانوها و ران‌ها خمیده و ثابت[2] بود و دست‌ها روی سینه قرار داشت، خم کرد (۱)؛

۲- برای به‌دست آوردن مقدار بیشینهٔ فعالیت عضلهٔ مایل خارج شکمی، آزمودنی در حالت دراز کشیده به پهلو[3]، تنه را به‌صورت ایزومتریک و در مقابل یک مقاومت بی‌حرکت در وضعیتی که ران‌ها و زانوها خمیده و ثابت بود و دست‌ها کنار گوش‌ها قرار داشت، چرخش داد (۱۶)؛

۳- برای به‌دست آوردن مقدار بیشینهٔ فعالیت عضلات راست‌کنندهٔ مهره‌های کمری آزمودنی باید تنه را از حالت دراز کشیده به شکم[4] به‌صورت ایزومتریک و در مقابل یک مقاومت بی‌حرکت در وضعیتی که پاها ثابت بود و دست‌ها پشت بدن قرار داشت، باز می کرد (۸).

برای ایجاد مقاومت بی‌حرکت در حرکات MVIC، مقاومت دستی به‌کمک همکار محقق اعمال شد(۵). باید اشاره کرد که حرکات MVIC مبنایی برای هنجارسازی دامنهٔ سیگنال‌های الکترومایوگرافی عضلات پس از اجرای برنامهٔ تمرینی هستند تا بتوان شدت فعالیت الکترومایوگرافی عضلات را بین افراد مقایسه کرد (۱۸،۱۷). عدم اجرای هنجارسازی داده‌ها به تأثیرگذاری متغیرهایی مثل امپدانس پوست یا مقدار بافت زیرجلدی منجر می‌شود که با عملکرد عضلانی ارتباطی ندارند (۱۹). از این‌رو تمامی مقادیر شدت فعالیت عضلانی به‌دست‌آمده از تکالیف تمرینی، به‌عنوان درصدی از مقادیر شدت فعالیت عضلانی به‌دست‌آمده از حرکات MVIC محاسبه و به‌عنوان MVIC% بیان می‌شوند (۱).

برنامهٔ تمرینی

پس از اجرای حرکاتMVIC آزمودنی‌ها وظیفهٔ تمرینی را روی سه سطح تمرینی در سه تکرار و به‌مدت شش ثانیه به‌طور ایزومتریکی اجرا کردند. در این مدت، ثبت الکترومایوگرافی سطحی عضلات مورد نظر ثبت شد. تمرین‌های مورد نظر عبارت بودند از:

۱. پل زدن به شکم روی تشک (سطح پایدار- شکل ۱)؛

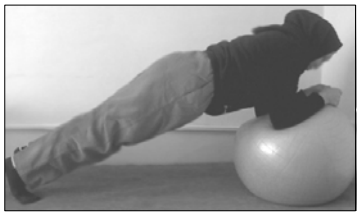
۲. پل زدن به شکم روی توپ تمرینی (سطح ناپایدار یک- شکل ۲)؛

۳. پل زدن به شکم، دست‌ها روی توپ تمرینی و پاها روی نیمکت هم‌ارتفاع توپ (سطح

1. Supine position
2. Crook Lying Position
3. Side position
4. Prone position

ناپایدار دو- شکل ۳).

شکل ۱: پل زدن رو به شکم روی تشک (سطح پایدار)



شکل۲. پل زدن رو به شکم روی توپ تمرینی(سطح ناپایدار۱)

شکل۳: پل زدن رو به شکم ،دست‌ها روی توپ تمرینی و پاها روی نیمکت هم ارتفاع توپ (سطح ناپایدار۲)

هنگام اجرای وظیفهٔ تمرینی آزمودنی، محقق برای حفظ وضعیت ستون فقرات در حالت خنثی، بازخوردهای کلامی مبنی بر این که پاها و تنه در یک سطح و موازی با هم هستند، ارائه می‌کرد (۱)، به‌طوری‌که آزمودنی باید طوری لگن خود را حفظ می‌کرد که زاویهٔ فلکشن مفصل ران به صفر درجه می‌رسید (۲۰).

فاصلهٔ زمانی استراحت بین هر کدام از تکرارها در مرحلهٔ ثبت الکترومایوگرافی سطحی در حرکات MVIC دو دقیقه و در مرحلهٔ ثبت الکترومایوگرافی سطحی از وظیفه تمرینی، یک دقیقه در نظر گرفته شده بود. زمان استراحت بین هر حرکت MVIC با حرکت بعدی و همچنین بین هر تکلیف تمرینی با تکلیف تمرینی بعدی نیز سه دقیقه منظور شده بود تا از تأثیر خستگی بر تغییرات دامنهٔ میوالکتریک عضلات پیشگیری می‌شود (۵).

برای تجزیه و تحلیل امواج خام الکترومایوگرافی دو کد (برنامهٔ کامپیوتری) در نرم افزار MATLAB 7.0 تعریف شد. تمامی داده‌های الکترومایوگرافی سطحی به‌دست‌آمده از حرکات MVIC و تکالیف تمرینی به روش مشابهی با استفاده از تکنیک معدل‌گیری قدر مطلق[1] تحت پنجره ۵۰۰ میلی ثانیه‌ای، پردازش شدند. شایان ذکر است که در این مرحله از هر چهار ثانیهٔ ثبت‌شده در حرکات MVIC، سه ثانیهٔ میانی آن و از هر شش ثانیهٔ ثبت‌شده در تکالیف

1. Absolute Value Averaging

تمرینی، پنج ثانیهٔ میانی آن معدل‌گیری انجام گرفت. بعد از این مرحله، فعالیت الکترومایوگرافی عضلات در هر دو تکرار برای هر کدام از حرکات MVIC و در هر سه تکرار برای هر کدام از تکالیف تمرینی میانگین‌گیری، به‌صورت mean abs انجام گرفت.

روش آماری

پس از هنجارسازی داده‌ها برای بررسی وجود یا نبود اختلاف بین سطوح فعالیت عضلانی از روش ANOVA با اندازه‌گیری مکرر در سطح معنی‌داری $P<0.05$ و برای تعیین محل اختلاف از آزمون بونفرونی استفاده شد.

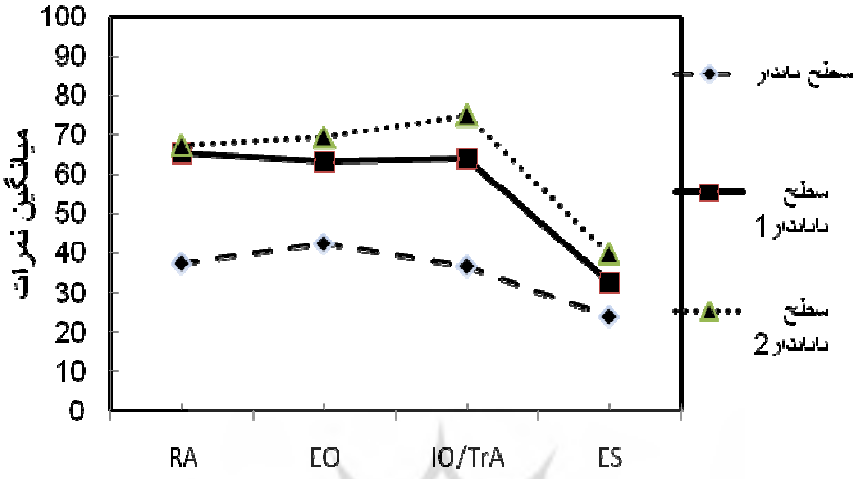
یافته‌های تحقیق

جدول ۱ نشان‌دهندهٔ میانگین و انحراف استاندارد فعالیت عضلانی در پل زدن روی سه سطح تمرینی مختلف است. عضلات RA، EO و IO/TA با اضافه کردن دو سطح ناپایدار افزایش معنی‌داری پیدا کردند. عضلهٔ ES فقط در سطح ناپایدار دو تحت تأثیر قرار گرفت. بین دو سطح ناپایدار اختلاف معنی‌داری دیده نشد. نمودار ۱ فعالیت عضلات را در سه سطح بررسی شده نشان می‌دهد (نمودار ۱). در نمودار ۱ مشاهده می‌شود که عضلهٔ IO/TA در سطح ناپایدار دو بیشترین فعالیت عضلانی را دارد و کمترین فعالیت مربوط به عضلهٔ ES در سطح پایدار است. فعالیت عضلات در سطح ناپایدار دو نسبت به سطوح دیگر بیشتر است. فعالیت عضلهٔ RA در دو سطح ناپایدار اختلاف بسیار ناچیزی دارد، ولی هر دو سطح ناپایدار افزایش زیادی نسبت به سطح پایدار دارد. عضلهٔ EO و IO/TA نیز در سطوح ناپایدار افزایش زیادی دارند. ES کمترین فعالیت را در سطوح تمرینی داراست.

جدول ۱.توصیف آماری فعالیت عضلانی در سطوح پایدار و ناپایدار۱و۲

گروه متغیر	تعداد	میانگین و انحراف استاندارد در سطوح				
		پایدار		ناپایدار ۱		ناپایدار ۲
RA	۱۶	۳۷/۲۶±۱۹/۵۸	*	۶۵/۴۵ ±۱۶/۱۸	*	۶۷/۳۵±۱۹/۷۶
EO	۱۶	۴۲/۲۵±۱۵/۵۷	*	۶۳/۲۶ ±۲۰/۷۰	*	۶۹/۳۲±۱۸/۷۷
IO/TA	۱۶	۳۶/۷۸±۱۴/۵۷	*	۶۴/۰۰ ±۲۲/۷۶	*	۷۵/۰۲±۲۰/۱۲
ES	۱۶	۲۳/۷۸±۱۶/۸۱		۳۲/۵۹ ±۲۲/۴۷	*	۳۹/۹۱±۲۱/۲۴

فعالیت عضلات به عنوان درصدی از MVIC بیان می‌شوند. نشانه "*" به این معنی است که بین اجرای تکالیف تمرینی روی سطوح متفاوت (سطح پایدار و ناپایدار) از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود دارد ($P<0.05$).



نمودار ۱. شدت فعالیت عضلات RA، EO، IO/TA و ES برحسب %MVIC حین اجرای تمرین پل زدن رو به شکم در سطوح پایدار و ناپایدار۱و۲

بحث

در این تحقیق، شدت فعالیت عضلات کمری- لگنی مؤثر در پایداری ناحیهٔ مرکزی در پل زدن روی سطوح پایدار و ناپایدار و نیز تأثیر نیروی جاذبه بر مرکز ثقل در پل زدن به شکم روی توپ تمرینی در عضلات RA، EO، IO/TA و ES بررسی شد.

افزایش سطوح فعال‌سازی EO، RA و IO /TA در طول پل زدن به شکم با افزایش سطح ناپایدار مشاهده شد. این یافته‌ها با نتایج تحقیق سیامکی (۱۳۸۷) (۱۴) در مورد تمرین پل زدن به شکم همسوست. افزایش فعالیت عضلات RA و EO در سطوح ناپایدار یک و دو نسبت به سطوح پایدار با تحقیق لمان (۲۰۰۵) (۱) نیز همخوانی دارد. ولی در تحقیق لمان با اجرای تمرین پل زدن روی توپ تمرینی عضلهٔ EO تحت تأثیر قرار نگرفت. احتمالا اختلاف نتایج به جنسیت آزمودنی‌ها یا ورزشکار بودن آنها مربوط است. به‌طوری‌که آزمودنی‌های این تحقیق از جامعهٔ آماری زنان انتخاب شدند که هیچ گونه سابقه ی فعالیت قبلی نداشتند، درصورتی‌که آزمودنی‌های لمان، مردانی با شش ماه سابقهٔ تمرین با وزنه بودند.جانسا[1] (۲۰۰۶) (۹) هم عنوان کرد که فعالسازی همزمان در افراد تمرین نکرده به دلیل راحت نبودن روی توپ بیشتر است. در مورد اختلاف به‌کارگیری فعالیت عضلانی زنان و مردان، آروکوسکی[2] و همکاران

1. Janessa
2. Arokoski

(۲۰۰۱) عنوان کردند که زنان بهتر از مردان قادر به فعال کردن عضلات پایدارکنندهٔ تنه هستند. اگرچه ممکن است مردان قدرت بیشتری در انقباضات بیشینه داشته باشند. بنابراین صرفا به استفادهٔ مقدار جزئی از انقباض بیشینه در فعالیت‌های مشابه زنان نیاز دارند (۲۱).

فعالیت الکترومایوگرافی عضلات RA، EO، IO/TA و ES بین دو سطح ناپایدار اختلاف معنی‌داری نشان نداد. با توجه به تفاوت دو سطح ناپایدار در اختلاف ارتفاع سطح و تغییر وضعیت آزمودنی حین پل زدن، فعالیت عضلانی در سطح ناپایدار دو تا حدودی در عضلات بررسی شده افزایش یافت ولی این مقدار بسیار جزئی بود. در نتیجه می‌توان گفت ارتفاع توپ تمرینی که به تغییر وضعیت آزمودنی حین پل زدن منجر می‌شود، عامل تاثیرگذاری در افزایش فعالیت عضلانی نبوده است.

به گفتهٔ لمان و همکاران (۲۰۰۵) (۱) وضعیت بدنی آزمودنی حین پل زدن به شکم روی توپ تمرینی در حالت عمودی‌تری قرار دارد، بنابراین تأثیر نیروی جاذبه در ایجاد گشتاور برای افزایش لوردوز کمری کمتر می‌شود و در نتیجه نیروی عضلانی کمتری برای مقابله با این گشتاور ایجادشده لازم است؛ پس ارتفاع توپ تمرینی که به کاهش اثر نیروی جاذبه بر مرکز ثقل منجر می‌شود، به ضرر افزایش فعالیت عضلانی عمل می‌کند. البته نتایج نشان داد که تغییر وضعیت آزمودنی به‌تنهایی عامل مؤثری در افزایش معنی‌دار فعالیت عضلانی نیست.

فعالیت عضلانی عضلهٔ ES در سطح ناپایدار دو، افزایش معنی‌داری نشان داد، عضلانی را نشان داد ولی در سطح ناپایدار یک، افزایش معنی‌دار فعالیت عضلانی مشاهده نشد. با توجه به نتایج می‌توان گفت تغییر وضعیت آزمودنی در سطح ناپایدار دو نسبت به سطح ناپایدار یک، به تنهایی عامل تأثیرگذاری در افزایش معنی‌دار فعالیت عضلهٔ ES نبود. همچنین عدم تعادل سطح ناپایدار نیز به تنهایی به افزایش معنی‌دار فعالیت این عضله در تمرین پل زدن به شکم روی توپ تمرینی منجر نشد. با این حال، این دو عامل با هم برای افزایش معنی‌دار فعالیت عضلانی مؤثر بودند، به‌طوری‌که در سطح ناپایدار دو، عضلهٔ ES افزایش معنی‌دار فعالیت عضلانی را نشان داد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهداف برنامه‌های تمرینی اصلاحی و توانبخشی پیش‌رونده و امکان استفاده از سطوح تمرینی متفاوت پایدار و ناپایدار (از جمله توپ تمرینی) می‌توان تمرین پل زدن به شکم را برای تقویت و بازگرداندن فعالیت انقباضی عضلات شکمی سطحی و عمقی ناحیهٔ مرکزی مقدی دانست. ناپایداری سطح نسبت به تغییر اثر جاذبه روی مرکز ثقل عامل مؤثرتری است. همچنین

با توجه به اینکه ارتفاع توپ تمرینی با قرار گیری نیمکت هم ارتفاع توپ از بین می‌رود، احتمالا در افرادی که خطر افتادن از روی توپ تمرینی در آنها زیاد است، اجرای تمرین‌های پایداری به این روش سودمند است.

منابع:

1. Lehman G., Hoda W., Oliver S. (2005) Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swiss Ball. Chiropractic & Osteopathy. 13: 552-563.
2. Patel K. (2006). Stability Ball Training. CPD Training Manual.
3. Muscolino J, Cipriani S. (2004) Pilates and the "Powerhouse" – I. J Bodywork and Mov Therapies. 8:15-24.
4. Fredricson M., Moor T. (2005) Muscular balance, Core stability and Injury prevention for middle and long distance runners. Phys Med Rehabil Clin. 16: 669-689.
5. Lehman G., McMillan B., McIntyre I. (2006) Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss Ball. Dynamic Med. 5:7: 1-7.
6. Marshall P.W. , Murphy B.A. (2006) Change in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. Appl Physiol Nutr Metab. 31:376-383.
7. Marshall P.W., Murphy B.A. (2006) Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss Ball bench press. J Strength and Conditioning Res. 20: 745-50.
8. Marshall P.W., Murphy B.A. (2005) Core stability exercises on and off a Swiss Ball. Arch Phys Med Rehabil. 86: 242-9.
9. Janessa D.M., Drake, Steve L., Fische, Stephen H.M., Brown M.H.L. , Callaghan P.J. (2006) Do exercise balls provide a training advantage for trunk extentsor exercise? A biomechanical evaluation Manipulative Physic Ther 29:354-362.
10. Behm D.G., Anderson K., Curnew R.S. (2002) Muscle force and activation under unstable conditions. Journal Strenghth Cond Res; 16:416-422.
11. Vera-Garcia F.J., Grenier S.G., McGill S. (2000) Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. Physical Therapy 80(6):564-9.
12. Behm D., Leonard A., Young W., Bonsey W., MacKinnon S. (2005) Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. Journal of Strength and Conditioning Research,19(1):193-201.

۱۳.سیامکی، رضا (۱۳۸۷). بررسی میزان فعالیت عضلات کمری- لگنی مؤثر در پایداری core در دو سطح پایدار و ناپایدار در افراد با قوس کمری افزایش‌یافته. پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد.

دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه باهنر کرمان.

۱۴.ضیائی، وحید؛ فلاح، جواد؛ رضایی، ماکان؛ بیات، علیرضا (۱۳۸۶). ارتباط نمایهٔ تودهٔ بدنی و آمادگی جسمانی در ۵۱۳ دانشجوی پزشکی. مجلG دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دورهٔ ۶۵ ، ش ۸، ۸۴-۷۹ .

15. Marshall P.W., Murphy B.A. (2003) The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. J Electromyogr Kinesiol. 13: 477-89.

16. Drysdal C., Jennifer E. (2004). Surface electromyographic activity of the abdominal muscles during pelvic-tilt and abdominal-hollowing exercises. J Athletic Train. 39(1):32-36.

17. Danneels L.A., Vanderstraeten G.G., Cambier D.C., Witvrouw E.E., Stevens V.K., De Cuyper H.J. (2001) A functional subdivision of hip, abdominal, and back muscles during asymmetric lifting. Spine. 26(6): 114-21.

18. Plamondon A., Serresse O., Boyd K., Ladouceur D., Desjardins P. (2002) Estimated moments at L5/S1 level and muscular activation of back extensors for six prone back extension exercises in healthy individuals. Scand J Med Sci Sports. 12(2): 81-89.

19. Arokoski J.P., Kankaanp M., Valta T., Juvonen I., Partanen J., Taimela S., Lindgren K.A., Airaksinen O. (1999) Back and hip extensor function during therapeutic exercises. Arch Phys Med Rehabil. 80(7): 842-850.

20. Stevens V., Bouche K., Mahieu N., Coorevits P. (2006) Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. BMC Musculoskeletal Disorders. 7: 75: 1-8.

21. Arokoski J.P.T. ,Airaksinen O., Kankaanpa M. (2001) Back and abdominal muscle function during stabilization exercise. Arch Phys Med Rehabil. 82: 1089-1098.

پرتال جامع علوم انسانی