



# مقایسه فعالیت الکترومایوگرافی عضلات کمر بند شانه در حرکت push-up روی سطوح پایدار و ناپایدار

ابوطالب محتشمی<sup>۱</sup>، هومن مینونژاد<sup>۲</sup>، بهنام شریفی اردانی<sup>۳\*</sup>

۱. کارشناسی ارشد، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی (ره)، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. کارشناسی ارشد، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

## چکیده

### زمینه وهدف:

یکی از راه‌های افزایش شدت تمرینی در تمرینات مقاومتی استفاده از بی‌ثباتی و سطوح ناپایدار است. Push-up یک تمرین رایج در برنامه‌های ورزشی در جهت افزایش قدرت و استقامت عضلات کمر بند شانه می باشد. هدف از تحقیق حاضر بررسی میزان فعالیت الکترومایوگرافی عضلات درگیر در انواع حرکات push-up روی سطح ثابت، TRX و سوییس بال می‌باشد.

### روش شناسی:

این تحقیق به صورت علی مقایسه‌ای روی ۱۰ نفر از مردان ورزشکار (میانگین وزن  $75/14 \pm 4/46$  کیلوگرم و میانگین قد  $174/79 \pm 5/24$  سانتی متر) در دامنه سنی ۲۸-۳۴ که با روش نمونه گیری هدفمند انتخاب شدند، انجام شد. افراد به صورت تصادفی هر ۶ حرکت push-up روی سطوح ثابت، TRX و سوییس‌بال در دو حالت دست و پا روی سطوح را سه بار تکرار کردند و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات سینه‌ای بزرگ، سه سر بازویی، دلتوئید قدامی و سراتوس قدامی ثبت شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده و مقایسه بین گروهی ۶ حرکت مختلف push-up در هر یک از عضلات منتخب از آزمون اندازه‌گیری مکرر استفاده شد.

### یافته‌ها:

فعالیت الکترومایوگرافی عضله سینه‌ای بزرگ و دلتوئید قدامی در حرکات push-up روی TRX و سوییس‌بال به طور معناداری بیش از انجام حرکت روی سطح ثابت بود ( $p \leq 0/05$ )، فعالیت الکترومایوگرافی عضله سه سر بازویی و دندان‌های قدامی به ترتیب در حرکاتی که دست و پا روی سطح ناپایدار بود به طور معناداری بیشتر از سایر حرکات بود ( $P \leq 0/05$ ).

### نتیجه گیری:

نتایج تحقیق حاضر حاکی از این است که استفاده از سطوح ناپایدار در تمرینات باعث افزایش شدت تمرینی خواهد شد. بیشترین چالش برای عضلات سینه‌ای بزرگ و دلتوئید قدامی را در حرکت push-up با حالت دست‌ها روی سوییس‌بال و برای عضله سه سر بازویی در وضعیت دست‌ها روی سطوح ناپایدار و برای عضله دندان‌های قدامی در وضعیت پاها روی سطوح ناپایدار پیشنهاد می‌شود.

### واژه‌های کلیدی:

پوش آپ، تی آر ایکس، سوییس بال، عضلات کمر بند شانه، فعالیت الکترومایوگرافی



## مقدمه

بررسی قرار گرفته ولی تحقیقات اندکی به بررسی فعالیت عضلات زمانی که سطح ناپایدار در موقعیت پاها قرار گرفته باشد پرداخته‌اند. از اینرو هدف از تحقیق حاضر مقایسه فعالیت الکترومایوگرافی عضلات درگیر (سینه‌ای بزرگ، دلتوئید قدامی، سه سر بازویی و دندانه‌ای قدامی) در انواع حرکت Push-up با قرارگیری دست‌ها و پاها روی سطوح ناپایدار (TRX و Swiss ball) و سطوح پایدار می‌باشد.

با توجه به این خلاء تحقیقاتی مطالعات پیشین هدف تحقیق حاضر بررسی میزان فعالیت الکترومایوگرافی عضلات درگیر در انواع حرکت push-up است، یافته‌های تحقیق حاضر با آگاهی از فعالیت عضلانی عضلات درگیر در حرکات مختلف push-up جهت تجویز برنامه تمرینی می‌تواند مورد استفاده مربیان ورزشی و متخصصان توانبخشی قرار گیرد.

## روش‌شناسی

نمونه‌ها شامل ۱۰ مرد با میانگین وزن  $۷۵/۱۴ \pm ۴/۴۶$  کیلوگرم و میانگین قد  $۱۷۴/۷۹ \pm ۵/۲۴$  سانتی‌متر بود که به صورت هدفمند و از بین دانشجویان با سطح فعالیت بدنی متوسط یا بالا (براساس گزارش آزمودنی) و ورزشکار در رشته بدنسازی با سابقه حداقل ۶ ماه تمرین انتخاب شدند. همچنین در این پژوهش سعی شد تا نمونه‌ها از لحاظ شاخص‌هایی همچون قد، وزن و سن همسان‌سازی شوند و میانگین این سه متغیر در بین افراد انتخابی نزدیک به هم باشد تا تاثیری بر روی نتایج پژوهش به حداقل برسد، که نتایج آزمون آماری نیز نشان داد اختلاف معناداری بین آزمودنی‌ها در این شاخص‌ها وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). تحقیق حاضر در آزمایشگاه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه علامه طباطبائی انجام گرفت. در این تحقیق ۶ حرکت مختلف push-up روی سطوح پایدار یا ناپایدار شامل حرکات دست‌ها روی سطح ثابت (HB<sup>۵</sup>)، پاها روی سطح ثابت (FB<sup>۶</sup>)، دست‌ها روی توپ (HSB<sup>۷</sup>)، پاها روی توپ (FSB<sup>۸</sup>)، دست‌ها معلق روی TRX (HS<sup>۹</sup>) و پاها معلق روی TRX (FS<sup>۱۰</sup>) مورد ارزیابی قرار گرفت. سطح ثابت یا متغیر در تمام حرکات با فاصله ۴۰ سانتی‌متر از سطح زمین یکسان در نظر گرفته شد (سوییس بال با ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری انتخاب شد که با فشار نیروی وزن بدن آزمودنی‌ها در فاصله حدود ۴۰ سانتی‌متری قرار می‌گرفت). همچنین شرایط محیطی آزمایشگاه به طور یکسان برای تمامی آزمودنی‌ها کنترل شد. آزمودنی‌ها به رعایت مواردی از قبیل عدم مصرف خوراکی یا نوشیدنی ۳ ساعت قبل از انجام آزمون، عدم فعالیت فیزیکی پیش از ۱۲ ساعت قبل از مراجعه و خواب حدود ۸ ساعت در شب قبل از آزمون ملزم شدند. در تحقیق حاضر فعالیت الکترومایوگرافی در عضلات سینه‌ای بزرگ، سه سر بازویی، دلتوئید قدامی و دندانه‌ای قدامی

Push-up (شای سوئدی) یک تمرین رایج در برنامه‌های ورزشی است که هدف از اجرای آن افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلات بالا تنه می‌باشد (۱۰، ۲۲) همچنین یک روش استاندارد جهت اندازه‌گیری مقاومت عضلانی عضلات بالا تنه به شمار می‌رود (۱۷). در اجرای حرکت Push-up عضله سینه‌ای بزرگ با کمک دلتوئید قدامی و سه سر بازویی وارد عمل می‌شوند که نحوه فعالیت هر عضله با توجه به تنوع در اجرای این حرکت متفاوت خواهد بود که غالباً روی سطوح پایدار در حالی که دست‌ها بیش از عرض شانه باز باشد انجام می‌گیرد (۲۳، ۲۴). در اجرای حرکت Push-up نیز تغییرات در سطوح و بهره‌گیری از سطوح ناپایدار به سبب افزایش در تنوع حرکت و شدت بیشتر اخیراً مورد استفاده قرار گرفته است (۲۰). تحقیقات زیادی افزایش در فعالیت عضلات تنه و پاها را زمانی که حرکات اسکوات، پلانک، پل، پوش آپ و سایر تمرینات قدرتی بالاتنه روی سطوح ناپایدار انجام می‌شود را گزارش کرده‌اند (۴، ۱۹، ۲۱). نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که انجام حرکت Push-up به کمک وسایل ناپایداری چون سوییس بال<sup>۱</sup>، بوسو بال<sup>۲</sup>، تخته تعادل<sup>۳</sup> و تی آر ایکس<sup>۴</sup> موجب افزایش در فعالیت عضلانی عضلات کمر بند شانه در مقایسه با تمرینات رایج شده است (۶، ۸، ۱۳، ۱۴، ۲۴).

تمرینات TRX جدیدترین نوع تمرینات با وسایل ناپایدار است که به فرد امکان می‌دهد در حالت معلق در مقابله با وزن بدن خودش کار کند. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که احتمالاً تمرینات تعلیقی به سبب افزایش در بسیج کردن تارهای عضلانی فعالیت بیشتر عضلانی را به همراه دارد. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که حرکت Push-up در تمرینات TRX فعالیت عضلانی بیشتری را در عضلات سینه‌ای بزرگ، سه سر بازویی، دلتوئید قدامی (۲۰) راست شکمی (۲۲) پشتی بزرگ (۲) و راست رانی (۵) در مقایسه با تمرینات رایج دارد.

یکی دیگر از وسایل ناپایداری که در تمرینات مورد استفاده قرار می‌گیرد تمرینات با Swiss Ball است. هدف اصلی استفاده از این وسیله توسعه عضلات مرکزی و افزایش ثبات مرکزی می‌باشد (۱۱). استفاده از این وسیله در انجام حرکت Push-up نیز مورد بررسی قرار گرفته که نتایج نشان می‌دهد فعالیت عضلات سه سر بازویی، دندانه‌ای قدامی و دوزنقه فوقانی در مقایسه با سطح پایدار بیشتر بوده است (۱۴، ۱۵).

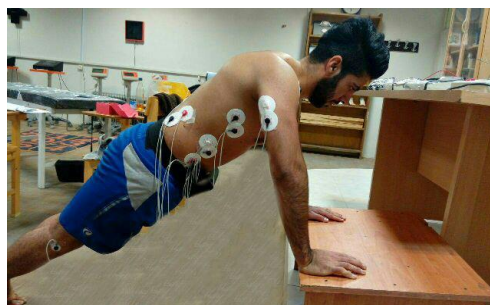
استفاده از وسایل ناپایدار اخیراً مورد توجه مربیان ورزشی و متخصصان توانبخشی قرار گرفته است که TRX و Swiss ball با استقبال بیشتری روبرو شده است اما تاکنون در تحقیقات پیشین تفاوت‌های فعالیت عضلانی در استفاده این دو وسیله ورزشی صورت نگرفته است از طرف دیگر در تحقیقات صورت گرفته موقعیت دست‌ها با سطوح ناپایدار مورد

6. Feet on Bar
7. Hands on Swiss Ball
8. Feet on Swiss Ball
9. Hands Suspended
10. Feet Suspended

1. Swiss ball
2. BOSU ball
3. Wobble board
4. TRX
5. Hands on Bar

انقباض دو بار و به مدت پنج ثانیه تکرار و سپس میانگین داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت (۳). سپس در هر نوبت هر یک از آزمودنی‌ها به صورت تصادفی یکی از شش حرکت Push-up را اجرا می‌کنند، هر حرکت سه بار تکرار می‌شد و داده‌های مربوط به میزان فعالیت عضلات منتخب توسط دستگاه الکترومایوگرافی ثبت شد. در نهایت داده‌های به دست آمده از هر عضله در هر یک از حرکات با تقسیم بر مقدار انقباض ایزومتریک بیشینه به دست آمد و میانگین سه تکرار به عنوان خروجی نهایی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تحلیل داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت. ابتدا جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و مقایسه بین گروهی ۶ حرکت مختلف push-up در هر یک از عضلات منتخب از آزمون اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. در پردازش سیگنال‌های الکترومایوگرافی برای اینکه امکان مقایسه بین عضلات مختلف و آزمودنی‌های متفاوت فراهم شود، فعالیت عضله باید به یک مقدار مرجع نرمال شود. به همین منظور هر وضعیت حداکثر انقباض دو بار و به مدت پنج ثانیه تکرار و سپس میانگین داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت (۳). سپس در هر نوبت هر یک از آزمودنی‌ها به صورت تصادفی یکی از شش حرکت Push-up را اجرا می‌کنند، هر حرکت سه بار تکرار می‌شد و داده‌های مربوط به میزان فعالیت عضلات منتخب توسط دستگاه الکترومایوگرافی ثبت شد. در نهایت داده‌های به دست آمده از هر عضله در هر یک از حرکات با تقسیم بر مقدار انقباض ایزومتریک بیشینه به دست آمد و میانگین سه تکرار به عنوان خروجی نهایی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تحلیل داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت. ابتدا جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و مقایسه بین گروهی ۶ حرکت مختلف push-up در هر یک از عضلات منتخب از آزمون اندازه‌گیری مکرر استفاده شد.

مورد بررسی قرار گرفت. برای ثبت فعالیت الکترومایوگرافی از دستگاه EMG 16 کاناله مدل Baya Med ساخت ایران استفاده شد. جهت تعیین محل اتصال الکترودها از لمس لندها کهای استخوانی و انقباض ایزومتریک بیشینه عضلات استفاده شد و سپس الکترودها بر روی پوست و در راستای فیبرهای عضلانی چسبانده شد. در این تحقیق نیز همه الکترودها در سمت راست بدن قرار داده شد. جهت مشخص نمودن محل اتصال الکترودها از استاندارد اروپا تبعیت شد (۲۶). پس از مشخص شدن محل اتصال الکترودها به منظور آماده سازی پوست ابتدا موی بدن در مکان‌های علامت گذاری شده تراشیده شد و با استفاده از آب و الکل پوست به طور کامل شستشو و با پنبه خشک می‌شد. به منظور انجام انواع حرکات ابتدا آزمودنی در وضعیت push-up قرار می‌گرفت به گونه‌ای که شانه‌ها کاملاً عمود بر زمین و در ۹۰ درجه فلکشن قرار داشت و هیچ گونه چرخش داخلی و خارجی در اندام فوقانی وجود نداشت. سپس آزمودنی بعد از اعلام محقق حرکت را شروع می‌کرد به گونه‌ای که فاز پایین رونده و بالارونده مجموعاً در بازه ۵ ثانیه انجام می‌شد (۳).



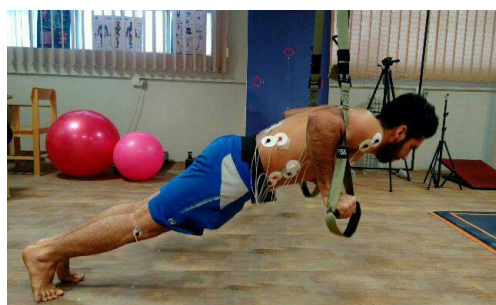
شکل ۱. Push-up دست روی سطح ثابت (HB)

داده‌های الکترومایوگرافی با فرکانس نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز در ثانیه جمع‌آوری شدند. این سیگنال‌ها ابتدا به میزان ۱۰ برابر (۱۰x) پیش تقویت شده و در محدوده گذردهی بین ۲۰ تا ۵۰۰ هرتز فیلتر گردیدند. به‌وسیله الگوریتم RMS (محاسبه ریشه میانگین مربعات) با ثابت زمانی ۵۰ میلی‌ثانیه و به‌وسیله نرم افزار Megawin نسخه ۳ مورد پردازش قرار می‌گرفت. عدد حاصل از پردازش به‌وسیله RMS، منعکس‌کننده میانگین توان یک سیگنال است که میزان یا سطح فعالیت عضله را نشان می‌دهد.



شکل ۲. Push-up پا روی سطح ثابت (FB)

در پردازش سیگنال‌های الکترومایوگرافی برای اینکه امکان مقایسه بین عضلات مختلف و آزمودنی‌های متفاوت فراهم شود، فعالیت عضله باید به یک مقدار مرجع نرمال شود. به همین منظور هر وضعیت حداکثر



شکل ۳. Push-up دست روی TRX (HS)



شکل ۴. Push-up پا روی TRX (FS)



## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد فعالیت الکترومایوگرافی عضله سینه‌ای بزرگ در حرکت Push-up روی سطوح ناپایدار TRX و سوییس‌بال به طور معناداری بیشتر از اجرای حرکت بر روی سطوح پایدار است. نتایج حاضر از جهت افزایش فعالیت عضلانی عضله سینه‌ای بزرگ در حرکت Push-up روی سطح پایدار (TRX) با تحقیق اسنار و همکاران (۲۰۱۳) و بورینی و همکاران (۲۰۱۵) منطبق و با تحقیق لمن و همکاران (۲۰۰۶) و هرینگتون و همکاران (۲۰۱۵) غیر همسو می‌باشد. همچنین فعالیت الکترومایوگرافی عضله سه سر بازویی در حرکت Push-up در حالتی که دست روی سطوح ناپایدار باشد بیشتر از سایر حالات بود که این نتایج نیز با نتیجه تحقیق لمن و همکاران (۲۰۰۶) و اسنار و همکاران (۲۰۱۳) همسو می‌باشد. نتایج بررسی فعالیت الکترومایوگرافی عضله دندان‌های قدامی نشان داد زمانی که پاها روی سطح ناپایدار باشد فعالیت بیشتری نسبت به سایر حالات دارد. این نتایج با یافته‌های تحقیق لمن و همکاران (۲۰۰۸) و هرینگتون و همکاران (۲۰۱۵) به نحوی همسو می‌باشد. همچنین نتایج تحقیق نشان داد فعالیت الکترومایوگرافی عضله دلتوئید قدامی نشان داد حرکت Push-up در حالت دست روی سطح ثابت به طور معناداری کمتر از سایر حالات است و در حالت دست روی سوییس-بال بیشترین فعالیت را دارد که با تحقیق اسنار و همکاران (۲۰۱۳) و هرینگتون و همکاران (۲۰۱۵) منطبق می‌باشد.

بنابراین نتایج تحقیق حاضر مبنی بر افزایش شدت تمرینی و فعالیت عضلانی با ایجاد ناپایداری در سطح با استفاده از TRX و سوییس‌بال با نتایج تحقیقات پیشین همسو می‌باشد (۱،۱۲،۱۵،۱۶،۲۰). برای توجیه این امر دلایلی را می‌توان برشمرد. یکی از علل افزایش فعالیت عضلانی در عضلات درگیر در حرکت Push-up در سطوح ناپایدار افزایش درجه آزادی مفاصل در حالت تمرین روی سطوح ناپایدار مثل TRX و سوییس‌بال می‌باشد. در تمرین Push-up رایج روی سطح ثابت تنها یک درجه آزادی در سطح ساجیتال بر بدن وجود دارد اما با ناپایداری در سطح برای مثال تمرین در حالت معلق (TRX) با کاهش حمایت در بالاتنه یا پایین تنه و اضافه شدن درجه آزادی در سطح هوریزنتال بدن باعث افزایش در فعالیت عضلانی عضلات جهت تامین پایداری و تعادل بدن می‌شود. این امر حالتی مثل استفاده از دمبل در مقابل هالتر را برای این عضلات به وجود می‌آورد که افزایش در شدت تمرین را به همراه دارد (۱۸).

در کنار این یافته‌ها نقطه تمایز تحقیق حاضر با تحقیقات پیشین ایجاد شرایط ناپایدار برای ناحیه پایین تنه علاوه بر بالاتنه بود که در مطالعات پیشین بررسی نشده بود. از این حیث یافته‌های تحقیق نشان داد عضله سه سر بازویی در شرایط ناپایداری بالاتنه (دست‌ها) و عضله دندان‌های قدامی در شرایط ناپایداری پایین تنه (پاها) فعالیت الکترومایوگرافی بیشتری نسبت به سایر حالات حرکت push-up ثبت کردند. در بیان علت این امر می‌توان گفت در شرایط ناپایداری دست‌ها برای ایجاد ثبات



شکل ۵. Push-up دست روی سوییس بال (HSB)



شکل ۶. Push-up پا روی سوییس بال (FSB)

## یافته‌ها

در بررسی نرمال بودن داده‌ها نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنف نشان داد توزیع داده‌ها در تمامی متغیرها به صورت طبیعی می‌باشد. در مقایسه بین گروهی ۶ حرکت مختلف push-up در بررسی نتایج آزمون اندازه-گیری مکرر با توجه به معناداری آزمون کروویت ماخلی ( $\text{sig} \leq 0.05$ ) برای بررسی فعالیت الکترومایوگرافی هر یک از عضلات از آزمون هیون-فلت استفاده شد. نتایج آمار توصیفی و نتایج آزمون اندازه‌گیری مکرر در جدول ۱ آمده است. نتایج آزمون اندازه‌گیری مکرر نشان داد فعالیت الکترومایوگرافی در تمامی عضلات سینه‌ای بزرگ، سه سر بازویی، دلتوئید قدامی و دندان‌های قدامی بین حرکت push-up در حالات مختلف روی سطوح پایدار و ناپایدار اختلاف معنی‌دار دارند ( $p \leq 0.05$ ). نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد فعالیت الکترومایوگرافی عضله سینه ای بزرگ در حرکات push-up روی TRX و سوییس‌بال به طور معناداری بیش از انجام حرکت روی سطح ثابت بود ( $P \leq 0.05$ )، فعالیت الکترومایوگرافی عضله سه سر بازویی در حرکاتی که دست روی سطح ناپایدار بود به طور معناداری بیشتر از سایر حرکات داشت ( $P \leq 0.05$ ). فعالیت الکترومایوگرافی عضله دندان‌های قدامی در حرکاتی که پا روی سطح ناپایدار بود نسبت به حرکات روی سطح ثابت و دست روی TRX به طور معناداری بیشتر بود ( $P \leq 0.05$ ) و همچنین فعالیت الکترومایوگرافی عضله دلتوئید قدامی در حرکتی که دست روی سطح ثابت بود به طور معناداری کمتر از دیگر حرکات بود. همچنین حرکات روی سوییس‌بال با حرکات روی سطح ثابت و دست روی TRX نیز اختلاف معناداری مشاهده شد ( $P \leq 0.05$ ). درصد میزان فعالیت الکترومایوگرافی به نسبت MVC عضلات به تفکیک هر حرکت در نمودار ۱ آمده است.

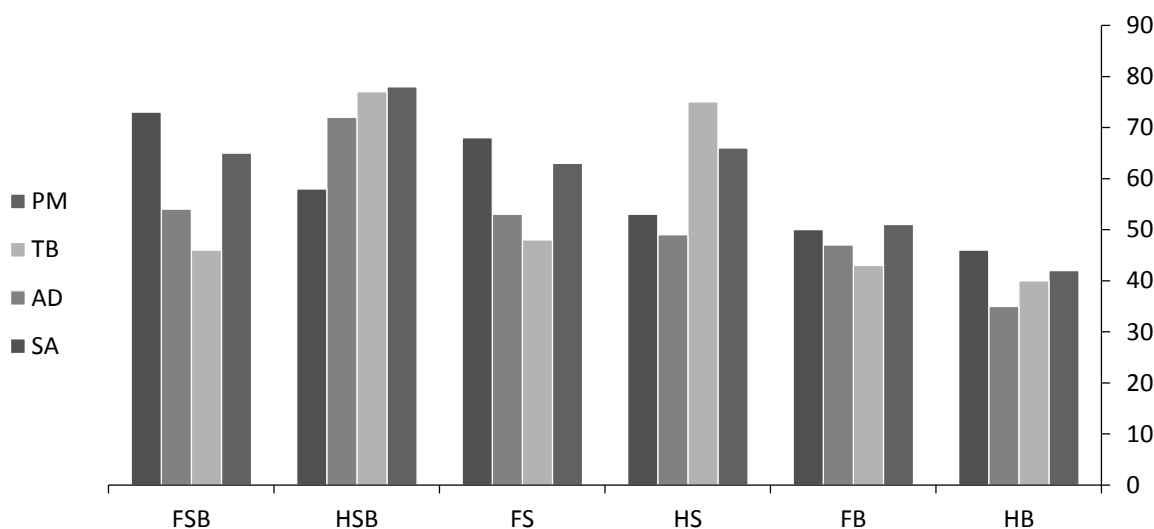
حالت پروترکشن قرار می‌گیرند. از اینرو عضله دندانان ای قدامی برای دور شدن کتفها بیش از سایر حالات فعال می‌شوند، مشابه آنچه در push-up plus اتفاق می‌افتد (۹).

به طور خلاصه می‌توان گفت یافته‌های این تحقیق از تئوری افزایش فعالیت عضلات کمر بند شانه با ایجاد سطوح ناپایدار در حرکت push-up حمایت می‌کند و بیشترین چالش ممکن در عضلات سینه‌ای بزرگ و دلتوئید قدامی را در حرکت push-up با حالت دست‌ها روی سوییچ بال را پیشنهاد می‌کند. همچنین پیشنهاد می‌شود برای ایجاد چالش بیشتر برای عضلات سه سر بازویی و دندانان ای قدامی به ترتیب از سطوح ناپایدار در بالاتنه و پایین تنه استفاده شود.

در قسمت بالاتنه فرد ناخودآگاه با نزدیک کردن و تماس دادن بازوها به بدن به افزایش تعادل در این ناحیه کمک می‌کند. در این حالت از فعالیت عضله سینه‌ای بزرگ کاسته و سه سر بازویی با چالش بیشتری روبرو می‌شود (۷). همچنین می‌توان گفت در شرایطی که دست روی سطح ناپایدار قرار دارد مرکز ثقل در نقطه‌ای بالاتری نسبت به زمانی است که دست روی سطح ناپایدار است. از آنجایی که هر چه مرکز ثقل فاصله‌ای بیشتری از سطح داشته باشد بی‌ثباتی افزایش می‌یابد و نیروی بیشتری برای ایجاد تعادل نیاز است، بنابراین می‌توان گفت فعالیت عضله‌ی سه سر بازویی در این شرایط فعالیت بیشتری برای ایجاد تعادل در بالاتنه ثبت می‌کند (۱۵). در حالت ناپایداری پاها نیز فرد برای ایجاد ثبات تنه با آبداکشن بازوها به پایداری بیشتر کمک می‌کند. در این حالت کتفها در

جدول ۱. نتایج آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و آزمون اندازه گیری مکرر

	HB		FB		HS		FS		HSB		FSB		P Value
	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	
سینه ای بزرگ	۰/۴۲	۰/۰۵	۰/۵۱	۰/۰۸	۰/۶۶	۰/۰۸	۰/۶۳	۰/۱۰	۰/۷۸	۰/۱۳	۰/۶۵	۰/۱۱	۰/۰۳
سه سر بازویی	۰/۴۰	۰/۰۵	۰/۴۳	۰/۰۳	۰/۷۵	۰/۰۹	۰/۴۸	۰/۰۴	۰/۷۷	۰/۰۵	۰/۴۶	۰/۰۳	۰/۰۱
دلتوئید قدامی	۰/۳۵	۰/۰۵	۰/۴۷	۰/۰۶	۰/۴۹	۰/۰۵	۰/۵۳	۰/۰۵	۰/۷۲	۰/۱۰	۰/۵۴	۰/۰۶	۰/۰۲
دندانان ای قدامی	۰/۴۶	۰/۰۶	۰/۵۰	۰/۰۷	۰/۵۳	۰/۰۹	۰/۶۸	۰/۱۰	۰/۵۸	۰/۱۱	۰/۷۳	۰/۰۷	۰/۰۱



نمودار ۱. درصد فعالیت الکترومایوگرافی نسبت به MVC برای هر یک از عضلات در انواع حرکت push up

### منابع:

- Anderson GS, Gaetz M, Holzmann, Twist P (2013). Comparison of EMG activity during stable and unstable push-up protocols. *European Journal of Sport Science*, 13: 42-48.
- Beach TA, Howarth SJ, Callaghan JP (2008). Muscular contribution to low-back loading and stiffness during standard and suspended push-ups. *Human Movement Science*, 27: 457-472.
- Borreani S, Calatayud J, Colado JC, Tella V, Moya-Nájera D, Martin F, and Rogers ME (2015). Shoulder muscle activation during stable and suspended push-ups at different heights in healthy subjects. *Physical Therapy in Sport*, 16: 248-254.
- Byrne JM, Bishop NS, Caines AM, Crane KA, Feaver AM, and Pearcey GE (2014). Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28: 3049-3055.



5. Calatayud J, Borreani B, Colado JC, Martín FF, Rogers ME, Behm DG, and Andersen LL (2014). Muscle activation during push-ups with different suspension training systems. *Journal of sports science & medicine*, 13: 502 .
6. Cogley RM, Archambault TA, Fibeger JF, Koverman MM, Youdas JW, and Hollman JH (2005). Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19: 628-633.
7. Contreras B (2013). Bodyweight strength training anatomy. *Human Kinetics*.
8. Contreras B, Schoenfeld B, Mike J, Tiryaki-Sonmez G, Cronin J, and Vaino J (2012). The Biomechanics of the Push-up: Implications for resistance training programs. *Strength & Conditioning Journal*, 34: 41-46.
9. Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, and Hawkins RJ (1999). Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *The American journal of sports medicine*, 27: 784-791.
10. Dillman, CJ, Murray TA, and Hintermeister RA (1994). Biomechanical differences of open and closed chain exercises with respect to the shoulder. *Journal of Sport Rehabilitation*, 3: 228-238.
11. Escamilla RF, Lewis C, Bell D, Bramblet G, Daffron J, Lambert S, and et al (2010). Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40: 265-276.
12. Freeman S, Karpowicz A, Gray J, and McGill G (2006). Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. *Medicine and science in sports and exercise*, 38: 570-577.
13. Gouvali, MK, Boudolos K (2005). Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19: 146-151.
14. Lehman GJ, Gilas D, Patel U (2008). An unstable support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push up and push up plus exercises. *Manual therapy*, 13: 500-506.
15. Lehman GJ, MacMillan , MacIntyre I, Chivers M, Fluter M (2006). Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dynamic Medicine*, 5: 7.
16. Marshall P, Murphy B (2006). Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 31: 376-383.
17. Lippincott Williams & Wilkins, American College of Sports Medicine (Ed.). (2013). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*.
18. Saeterbakken AH, van den Tillaar R, Fimland MS (2011). A comparison of muscle activity and 1-RM strength of three chest-press exercises with different stability requirements. *Journal of sports sciences*, 29: 533-538.
19. Schoffstall JE, Titcomb DA, Kilbourne BF (2010). Electromyographic response of the abdominal musculature to varying abdominal exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24: 3422-3426.
20. Snarr RL, Esco MR (2013). Electromyographic comparison of traditional and suspension push-ups. *Journal of human kinetics*, 39: 75-83.
21. Snarr RL, Esco MR (2014). Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28: 3298-3305.
22. Snarr RL, Esco MR, Witte EV, Jenkins CT, Brannan RM (2013). Electromyographic activity of rectus abdominis during a suspension push-up compared to traditional exercises. *J Exer Phys online*, 16:1-8.
23. UhlTL, Carver TJ, Mattacola CG, Mair SD, Nitz A (2003). Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33:109-117.
24. Youdas JW, Budach BD, Ellerbusch JV, Stucky CM, Wait KR, and Hollman GH (2010). Comparison of muscle-activation patterns during the conventional push-up and perfect· pushup™ exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24: 3352-3362.
25. Herrington L, Waterman R, & Smith L (2015). Electromyographic analysis of shoulder muscles during press-up variations and progressions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(1): 100-106.
26. Hermens HJ, Hägg G, Freriks B. (1997). *European Applications on Surface Electromyography*. ed. Journal.

## Comparison of Electromyographic Activity of shoulder muscles during push-up variations on stable and unstable surfaces

Abootaleb Mohtashami<sup>1</sup>, Hooman Minoonejad<sup>2</sup>, Behnam Sharifi Ardani<sup>3\*</sup>

1. MSc, Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Allame Tabatabaai, Tehran, Iran
2. Assistant professor, Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3. MSc, Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

### Abstract

**Background:** Surface instability is a common addition to traditional rehabilitation and strength exercises with the aim of increasing muscle activity. The aim of the current study is to determine if performing push up exercise variations on an unstable surface (Swiss ball and TRX) influences EMG amplitude of the shoulder girdle muscles when compared with a stable surface.

**Methodology:** A convenience sample of 10 subjects performed 3 repetitions for each exercise. Surface electromyograms were recorded from the triceps, pectoralis major, anterior deltoid and serratus anterior while performing push up exercises with the feet or hands placed on bench, TRX and swiss ball.

**Results:** TRX and Swiss ball push-ups resulted in greater activation in the pectoralis major and anterior deltoid than those performed on the bench ( $p \leq 0.05$ ). The triceps and serratus anterior muscles showed increases in muscle activity when respectively the hands and feet were on the unstable surface ( $p \leq 0.05$ ).

**Conclusion:** The results of this study indicate that using unstable surfaces will increase the intensity of exercise. The greatest challenge for pectoralis major and anterior deltoid muscles is suggested push up exercises when the hands placed swiss ball And also for triceps and serratus anterior muscles, respectively, from unstable surfaces in the hands and feet.

### Keywords:

EMG, Push ups, Shoulder muscles, Swiss ball, TRX

---

\* Corresponding Author: Email: [sharifi.behnam70@gmail.com](mailto:sharifi.behnam70@gmail.com), Tel: +989132559974