Archive of SID

# Effect of Eight Weeks of the Powerball® Mediated Resistance Training on Strength, Proprioception, and Upper Extremity Performance in Volleyball Players with Tennis Elbow

Mojtaba Babaei Mobarakeh[1*], Amir Letafatkar[2], Amir Hosein Barati[3]

1. MSc Student of Physical Education, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran
2. Associate Professor of Physical Education, Kharazmi University of Tehran Tehran, Iran https://orcid.org/0000-0002-5612-8340
3. Assistant Professor of Physical Education, Shahid Rajaei University of Tehran, Tehran, Iran

**Received: 2017.September.02** **Revised: 2017. November.28** **Accepted: 2017. December.23**

## Abstract

**Background and Aims:** Tennis elbows injury is one of the most common types of athletic upper extremity overuse injury which is accompanied by remarkable pain and functionality deficit in the injured limb. The aim of the present study was to investigate the effect of eight weeks of Powerball mediated resistance training on the wrist extensor muscle strength, wrist proprioception, grip strength, and upper extremity performance in volleyball players with tennis elbow.

**Materials and Methods:** For the current quasi-experimental study, 30 volleyball players with tennis elbow were selected and randomly divided into two (control and experimental) groups. To measure wrist extensor muscle strength, grip strength, and performance before and after implementation of the intervention programs (eight weeks of resistance training using Powerball), the isokinetic dynamometer, hand held dynamometer, and Y balance tests were used, respectively.

**Results:** The results of the present study showed that the Powerball exercises have significant effects on wrist extension strength (P=0.009), wrist proprioception (P=0.011), grip strength (P=0.001), and upper extremity performance (P=0.001).

**Conclusion:** Due to the significant effect of Powerball mediated exercises on wrist extension strength, wrist proprioception, grip, and performance of upper extremity, using this exercise program is recommended in the process of rehabilitation in patients with tennis elbow who have deficiency in the mentioned variables.

**Keywords:** Powerball[1]; Performance; Strength; Proprioception; Tennis elbow

**Cite this article as:** Mojtaba Babaei Mobarakeh, Amir Letafatkar, Amir Hosein Barati. Effect of Eight Weeks of the Powerball® Mediated Resistance Training on Strength, Proprioception, and Upper Extremity Performance in Volleyball Players with Tennis Elbow. J Rehab Med. 2018; 7(3): 141-156.

* **Corresponding Author**: Mojtaba Babaei Mobarakeh, MSc of physical education, Department of corrective exercises and sport injuries. School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran
Email: Mojtabarehab@yahoo.com

**DOI: 10.22037/jrm.2017.110996.1683**

[1] There is no interest in commercialization with the product (280Hz NSD Powerball®) by the authors and no financial association



www.SID.ir

Archive of SID

# تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال® بر قدرت، حس عمقی و عملکرد حرکتی اندام فوقانی در والیبالیست‌های مبتلا به آرنج تنیس‌بازان

مجتبی بابایی مبارکه[1*]، امیر لطافتکار[2]، امیر حسین براتی[3]

۱. کارشناس ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران
۲. دکترای حرکات اصلاحی، استادیار و هیئت علمی دانشگاه خوارزمی تهران، دانشکده تربیت بدنی، تهران، ایران
۳. دکترای طب ورزشی، دانشیار و هیئت علمی دانشگاه شهید رجائی تهران، دانشکده تربیت بدنی، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۶/۰۶/۱۱ بازنگری مقاله ۱۳۹۶/۰۹/۰۷ پذیرش مقاله ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ *

## چکیده

### مقدمه و اهداف

آرنج تنیس‌بازان شایع‌ترین نوع آسیب استفاده بیش از حد اندام فوقانی در ورزشکاران است که درد قابل توجه و نقص عملکرد را در اندام آسیب‌دیده به‌همراه دارد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال بر قدرت عضلات اکستنسور مچ، حس عمقی مچ، قدرت گیرش و عملکرد حرکتی اندام فوقانی والیبالیست‌های مبتلا به آرنج تنیس‌بازان بود.

### مواد و روش‌ها

برای اجرای پژوهش نیمه‌تجربی حاضر، ۳۰ والیبالیست مبتلا به آرنج تنیس‌بازان به صورت هدفمند انتخاب شده و به صورت تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم‌بندی شدند. جهت اندازه‌گیری قدرت عضلات اکستنسور مچ دست، حس عمقی مچ، قدرت گیرش و عملکرد حرکتی آزمودنی‌ها قبل و پس از اجرای برنامه مداخله‌ای (هشت هفته تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال) به ترتیب از دینامومتر آیزوکینتیک، دینامومتر دستی، و آزمون تعادلی وای برای اندام فوقانی استفاده شد.

### یافته‌ها

نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات پاوربال تاثیر معناداری بر قدرت اکستنشن مچ دست (P=۰/۰۰۹)، حس عمقی مچ (P=۰/۰۱۱) قدرت گرفتن (P=۰/۰۰۱)، و عملکرد حرکتی اندام فوقانی (P=۰/۰۰۱) داشته است.

### نتیجه‌گیری

با توجه به تاثیر معنادار تمرینات با استفاده از پاوربال بر قدرت اکستنشن مچ، حس عمقی مچ، قدرت گیرش و عملکرد حرکتی اندام فوقانی، استفاده از این تمرینات در مراحل توانبخشی بیماران دارای نقص در فاکتورهای ذکرشده پیشنهاد می‌گردد.

### واژگان کلیدی

پاوربال[2]؛ عملکرد؛ قدرت؛ حس عمقی؛ آرنج تنیس‌بازان

**نویسنده مسئول: مجتبی بابایی مبارکه، کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران**

**آدرس الکترونیکی: mojtabarehab@yahoo.com**

[2]. هیچ علاقه‌ای به تجاری کردن ابزار مورد استفاده در تحقیق حاضر (پاوربال® اتواستارت مدل ترکیبی ۲۸۰ هرتز ساخت شرکت نانو سکاند) برای نویسنگان وجود نداشته و هیچ ارتباط مالی با شرکت سازنده وجود ندارد.


www.SID.ir

Archive of SID

## مقدمه و اهداف

اپی‌کندیلیت جانبی یا آرنج تنیس‌بازان، یک وضعیت دردناک است که بر بافت تاندون‌ها در مبدأ عضلات اکستنسور مچ، در ناحیه اپی‌کندیل جانبی استخوان بازو تاثیر می‌گذارد.[۱] این بیماری یکی از مشکلاتی است که ورزشکاران رشته‌های پرتابی را درگیر می‌کند.[۲] شیوع کلی این عارضه در جمعیت عمومی ۱ تا ۳ درصد[۳-۵] و شیوع این بیماری در زنان نسبت به مردان بیشتر است و اوج شیوع آن در سنین ۴۰ تا ۶۰ سال است.[۴] همچنین میزان بروز کلی آرنج تنیس‌بازان ۰/۳ تا ۱/۱ درصد در سال است که اکثراً بروز این عارضه در زنان نسبت به مردان بیشتر گزارش شده است؛ اگرچه برخی تحقیقات بروز آن را در هر دو جنسیت یکسان گزارش کرده‌اند.[۴] یک مطالعه متاآنالایز، بروز آرنج تنیس‌بازان را در بازیکنان تنیس در تمامی سطوح در محدوده ۰/۰۴ تا ۳ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت عنوان کرده است.[۶] در مجموع نرخ بروز آرنج تنیس‌بازان در نقاط مختلف ۳۵ تا ۵۱ درصد گزارش شده است.[۷]

در آرنج تنیس‌بازان، یک وضعیت دردناک به دلیل انقباض تکراری اکستنسورهای مچ دست به وجود می‌آید.[۲،۸] متوسط دوره التهاب بین ۶ ماه تا ۲ سال است. ضایعات ماکروسکوپی در اکستنسور کارپی-رادیالیس به همراه درد و حساسیت به لمس در اپی‌کندیل خارجی بازو وجود دارد که با اعمال مقاومت حین اکستنشن مچ، درد تشدید می‌شود.[۲] افرادی که فعالیت‌های تکراری انجام می‌دهند، مستعد ابتلا به این نوع از آسیب هستند[۹]؛ به طور کلی دلیل ایجاد این عارضه استفاده بیش از حد از مبداء عضلات اکستنسور مچ در ناحیه‌ی اپی‌کندیل خارجی بیان شده است.[۱۰]

به دلیل اینکه هنوز هیچ روش درمان استاندارد شده‌ای برای درمان آرنج تنیس‌بازان وجود ندارد، انتخاب روش درمانی در عمل به موسسات پزشکی و کلینیک‌های درمانی بستگی دارد، به غیر از درمان جراحی، مداخلات درمانی فیزیکی برای این عارضه به دو دسته الکتروتراپی و غیرالکتروتراپی تقسیم می‌شوند که مداخلات الکتروتراپی شامل التراسوند، لیزردرمانی، امواج شوکی کم‌انرژی، یونیزاسیون (عبور دادن جریان الکتریکی از پوست) و استفاده از میدان الکترومغناطیسی[۳] می‌باشند.[۱۱] مداخلات غیرالکتروتراپی نیز شامل طب سوزنی، درمان‌های دستی[۴]، تمرین درمانی، نوارهای تیپ و بریس می‌باشند.[۱۱]

از بین روش‌های به‌کارگرفته شده برای پیشگیری از آسیب‌ها، استفاده از تمرینات مقاومتی امروزه توجه ویژه‌ای را در کاهش بی‌ثباتی و ضایعه‌های مفصلی اندام فوقانی در پی داشته است. همچنین بهبود قدرت عضلات به عنوان یکی از اهداف اصلی برنامه‌های توانبخشی و تمرینی ورزشکاران و به عنوان یکی از موثرترین راه‌های بهبود دردهای مفاصل و آسیب‌های عضلانی می‌باشد.[۱۲] استدلال های متعددی برای استفاده از تمرین برای درمان صدمات بافت نرم وجود دارد که به امکان تعیین سطح و کنترل حرکت می‌توان اشاره کرد که بهبود بافت نرم و افزایش عملکرد را به همراه دارد.[۱۳،۱۴] در واقع این‌طور تصور می‌شود که اپی‌کندیلیت جانبی یک پاتولوژی چندساختاره است و از آنجا که در طی یک تمرین فعال، عضلات، سیستم عصبی، مفاصل و سیستم گردش خون تحت تاثیر قرار می‌گیرند[۱۵]؛ بنابراین تمرین درمانی روشی مناسب در روند بهبودی مبتلایان به آرنج تنیس‌بازان محسوب می‌شود؛ به همین دلیل درمان آرنج تنیس‌بازان و درد ناشی از آن مورد توجه محققان بوده است و برای آن مداخلاتی پیشنهاد کرده‌اند. تمرینات مقاومتی علاوه بر افزایش قدرت عضلانی و افزایش حجم عضلات موجب افزایش قدرت لیگامنت‌ها، تاندون‌ها، استحکام محل اتصال رباط‌ها و تاندون‌ها به استخوان، غضروف مفصلی و غلاف بافت همبند عضله می‌شود. به‌علاوه تمرینات مقاومتی بر تصحیح عدم تعادل عضلات آگونیست و آنتاگونیست تاثیر مثبت داشته و در نتیجه میزان بروز آسیب را کاهش می‌دهد.[۱۶]

حس عمقی یک تکامل تخصصی حس لمس می‌باشد که شامل حس حرکت و حس وضعیت است.[۱۷] گیرنده‌های حس عمقی در عضلات، پوست، مفاصل و همچنین لیگامان‌ها و تاندون‌ها قرار دارند که می‌توانند تغییر شکل‌های مکانیکی را به سیگنال‌های عصبی تبدیل نمایند. از آنجا که آرنج در زمان پرتاب‌های بالای سر نیروی زیادی را تحمل می‌کند[۱۸]، جهت پیشگیری از آسیب، سیستم حسی-حرکتی به وسیله ایجاد هماهنگی بین حرکت و وضعیت مفصل، باید تنش واردشده را کنترل و پراکنده کند.[۱۷،۱۹] هنگامی که نیروهای واردشده خیلی بزرگ است، ساختارهای ثبات‌دهنده مفصلی در معرض خطر آسیب قرار می‌گیرد.[۱۸] این آسیب‌های ساختاری، ثبات مفصل را به خطر می‌اندازند و با تضعیف عملکرد سیستم حسی-حرکتی ممکن است آسیب‌های ساختاری بیشتر و خستگی را به‌همراه داشته باشند.[۲۰،۲۱] پزشکان در طی برنامه‌های توانبخشی پس از جراحی، با هدف افزایش کنترل عصبی-عضلانی از تثبیت‌کننده‌های ریتمیک دستی و یا دستگاه‌های نوسان‌ساز[۵] استفاده می‌کنند.[۲۲،۲۳] تحقیقات اخیر به منظور برقراری کنترل جامع عصبی-عضلانی و قدرت عملکردی عضلات ساعد و شانه، استفاده از پاوربال را توصیه کرده‌اند.[۲۴،۲۵]

با توجه به در دسترس نبودن همیشگی مکان‌هایی برای تمرینات تقویتی (مطب‌ها و باشگاه‌های ورزشی)، برای راحتی بیشتر ورزشکاران آسیب‌دیده و سهولت انجام تمرینات تقویتی در هر مکانی، ابزاری ژیروسکوپی (دوران‌کننده، گردش‌نما) در سال‌های اخیر ابداع و به کار

[3] Electromagnetic
[4] Manipulation Treatment
[5] Oscillatory Device



www.SID.ir

Archive of SID

گرفته می‌شود. عده‌ای از فعالان حوزه‌ی فیزیوتراپی، امروزه بر استفاده از پاوربال در جهت بهبود ضایعات عضلانی و لیگامانی باور دارند. پاوربال می‌تواند به علت داشتن سرعت کم و مقاومت خیلی کم تا نسبتاً زیاد به عنوان یک تمرین تقویتی غیرآسیب‌زننده به کار رود[۲۶]؛ از این‌رو فرض محققین بر این است به منظور افزایش قدرت، حس عمقی و عملکرد حرکتی ورزشکاران، با استفاده از یک برنامه تمرینی مقاومتی (با استفاده از پاوربال) می‌توان به تقویت عضلات اطراف ساعد و مچ دست پرداخت و با نشان دادن تاثیر ابزار ویبریشنی پاوربال به همراه پروتکل تمرینی طراحی شده برای اندام فوقانی، جهت گنجاندن در برنامه پیشگیری از آسیب آرنج و مچ دست و توانبخشی بیماران مبتلا به آرنج تنیس‌بازان به عنوان ابزاری قابل حمل، جذاب و در دسترس پیشنهاد داده شود.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع طرح‌های نیمه‌تجربی بود. با توجه به برخی مسائل مانند کمبود زمان، کمبود منابع انسانی مورد نیاز و کمبود منابع مالی جهت بررسی تمام اعضای جامعه کل، از جمعیّت هدف با توجه به مطالعات مشابه و با احتساب آلفای ۰/۰۵ و توان آزمون ۸۰ درصد، حجم نمونه ۱۳ فرد در هر گروه برآورد گردید که جهت بالا بردن دقت مطالعه ۱۵ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد و با روش گمارش تصادفی، به دو گروه برابر ۱۵ نفری (کنترل و تجربی) تقسیم‌بندی شدند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل احساس درد در قسمت خارجی آرنج در یکی از آزمون‌های اکستانسیون مقاومتی مچ، اکستانسیون مقاومتی انگشت وسط و آزمون فشار موضعی اپی‌کندیل خارجی بود (انجام به وسیله فیزیوتراپیست). با توجه به برخی مسائل مانند کمبود زمان، کمبود منابع انسانی مورد نیاز و کمبود منابع مالی جهت بررسی تمام اعضای جامعه کل، از جمعیّت هدف (در دسترس) نمونه‌ای انتخاب شدند (۳۰ نفر) و پژوهش بر روی آنها انجام گرفت؛ لذا با توجه به معیارهای ورود به تحقیق (روش نمونه‌گیری هدفمند) آزمودنی‌ها انتخاب شده و با روش گمارش تصادفی، به دو گروه برابر ۱۵ نفری (کنترل و تجربی) تقسیم‌بندی شدند.

درمانگاه فدراسیون پزشکی ورزشی به عنوان محل پذیرش بیماران در مراجعه ابتدایی و بیماریابی انتخاب شد و تمام جلسات ارزیابی، سنجش اولیه و نهایی و نیز جلسات تمرینی گروه‌های تمرین و کنترل در کلینیک سنجش و پژوهش فدراسیون پزشکی ورزشی انجام شد.

معیارهای خروج از مطالعه شامل سندرم متقاطع فوقانی، تغییرات حسی اندام فوقانی، داشتن هر گونه ناهنجاری وضعیتی اندام فوقانی، داشتن سابقه آسیبی در ناحیه سر (که آنها را مجبور به استفاده از مراقبت‌های پزشکی یا استفاده از دارو به منظور حفظ تعادل کرده باشد)، سابقه تروما و یا سابقه جراحی در آرنج، تزریق کورتیکواستروئید در شش ماه گذشته و استفاده از بریس برای اندام فوقانی بود که توسط پزشک ارتوپد معتمد فدراسیون پزشکی مورد بررسی قرار گرفتند. بیماران واجد شرایط ورود به مطالعه، پس از گرفتن شرح حال و عدم وجود معیارهای خروج وارد تحقیق شده و پرسش‌نامه تحقیق برای آنها تکمیل می‌گردید.

قبل از شروع روند اندازه‌گیری، به هر فرد توضیحات کلی در مورد نحوه انجام آزمون‌ها داده شد. در ابتدای پژوهش پیش‌آزمون اندازه‌گیری قدرت اکستنشن مچ، حس عمقی مچ، قدرت گرفتن و عملکرد حرکتی به ترتیب با استفاده از دینامومتر ایزوکینتیک، دینامومتر دستی و آزمون وای به عمل آمد. یک روز بعد از اجرای پیش‌آزمون، گروه تجربی تحت تمرینات مقاومتی با استفاده از دستگاه ژیروسکوپ پاوربال قرار گرفته و طی این مدت گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیتی نداشتند. لازم به ذکر است که مطالعه حاضر در زمان خارج از فصل مسابقات ورزشکاران اجرا شد که ورزشکاران هیچ‌گونه فعالیت بدنی خاصی نداشته و زمان استراحتی‌شان بود. ۴۸ ساعت بعد از اِتمام آخرین جلسه تمرینی، پس‌آزمون مطابق با شرایط پیش‌آزمون به عمل آمده و نتایج مورد تحلیل آماری قرار گرفت.

### ابزارهای مورد استفاده در اندازه‌گیری متغیرها

ترازوی دیجیتال مدل Seca 813 با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم برای اندازه‌گیری وزن بر حسب کیلوگرم و قدسنج دیواری مدل Seca 206 با دقت ۰/۱ سانتی‌متر برای اندازه‌گیری قد بر حسب سانتی‌متر استفاده شد.

دستگاه دینامومتر آیزوکینتیک هیومک نورم (شرکت سایبکس)[6] جهت اندازه‌گیری قدرت اکستنشن مچ دست با پایایی بالا در بررسی انقباض‌های ایزومتریک (ICC=۰/۸۸)، کانسنتریک و اکسنتریک (ICC=۰/۹۲) و نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست (۰/۶۲ =ICC، ۰/۷۳ =ICC) استفاده شد.[۲۷]

دینامومتر دستی جهت اندازه‌گیری قدرت گریپ (پایایی درون‌گروهی ۰/۹۴–۰/۹۳) استفاده شد.[۲۸]

ابزار تست عملکرد حرکتی اندام فوقانی برای اندازه‌گیری عملکرد حرکتی اندام فوقانی با ضریب همبستگی درون‌گروهی بالا (۰/۹۹– ICC=۰/۸۰) استفاده شد.[۲۹]

### روش ارزیابی قدرت اکستنشن مچ دست

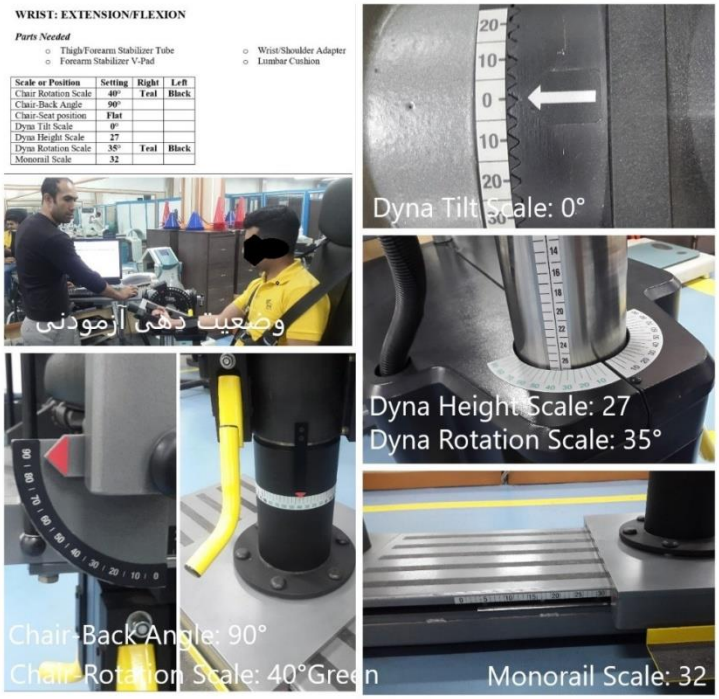
پشتی صندلی دستگاه در زاویه ۹۰ درجه و قسمت نشیمن‌گاه آن نیز در حالت افقی کامل قرار داده شد. اتصال مخصوص مچ دست دستگاه

[6] HUMAC®/NORMTM Testing & Rehabilitation System, CSMI, MA, US


www.SID.ir

Archive of SID

طوری تنظیم شد که محور دستگاه دقیقاً در راستای مفصل مچ دست قرار بگیرد. از یک پد مخصوص برای حمایت ساعد آزمودنی در حالت افقی استفاده شد. ساعد آزمودنی در حالت پرونیشن کامل بر روی پد حمایتی ساعد قرار گرفت. سه مرتبه قدرت اکستنشن مچ در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه اندازه‌گیری شد و بین هر تکرار یک دقیقه استراحت به آزمودنی داده می‌شد. در نهایت میانگین این سه تکرار به عنوان قدرت اِکستنشن مچ دست لحاظ شد(تصویر ۱).[۳۰]




**تصویر ۱: آزمون قدرت و حس عمقی اکستنشن مچ دست**

## روش اندازه‌گیری قدرت گرفتن

به منظور اندازه‌گیری قدرت گرفتن از دینامومتر دستی دیجیتال (YDM-110D, No. 4200; Yagami Ltd, Tokyo, Japan) استفاده شد. آزمودنی در حالت نشسته و سر در وضعیت عادی بود (صورت رو به جلو). دستگیره دینامومتر به گونه‌ای تنظیم شد که زاویه میان بند دوم و سوم انگشت وسط عمود باشد. ساعد آزمودنی بر روی دسته صندلی در ۹۰ درجه خم شدن و بازو و مچ در حالت خنثی قرار می‌گرفت.[۳۱] آزمودنی بیشترین تلاش خود را بعد از شنیدن فرمان آزمون‌گر، به شکل ذیل اجرا می‌کرد:

الف) آماده‌ای؟

ب) هنگامی که آزمودنی شروع کرد "تا حد امکان فشار بده"

ج) "بیشتر... بیشتر... راحت باش"

آزمودنی به طور متوالی برای دست غالب سه تلاش انجام می‌داد و میان تلاش‌ها حداقل ۳۰ ثانیه و حداکثر یک دقیقه استراحت می‌کرد. آزمون‌گر امتیاز را به کیلوگرم ثبت کرده سپس با گرد کردن امتیاز، آن را به نزدیک‌ترین نیوتن (امتیاز به کیلوگرم ضرب در ۱۰) تبدیل می‌کرد. بعد از هر تکرار آزمون‌گر درجه نیروسنج را صفر می‌کرد. میانگین کوشش‌ها به عنوان نمره ثبت شد.[۲۸]

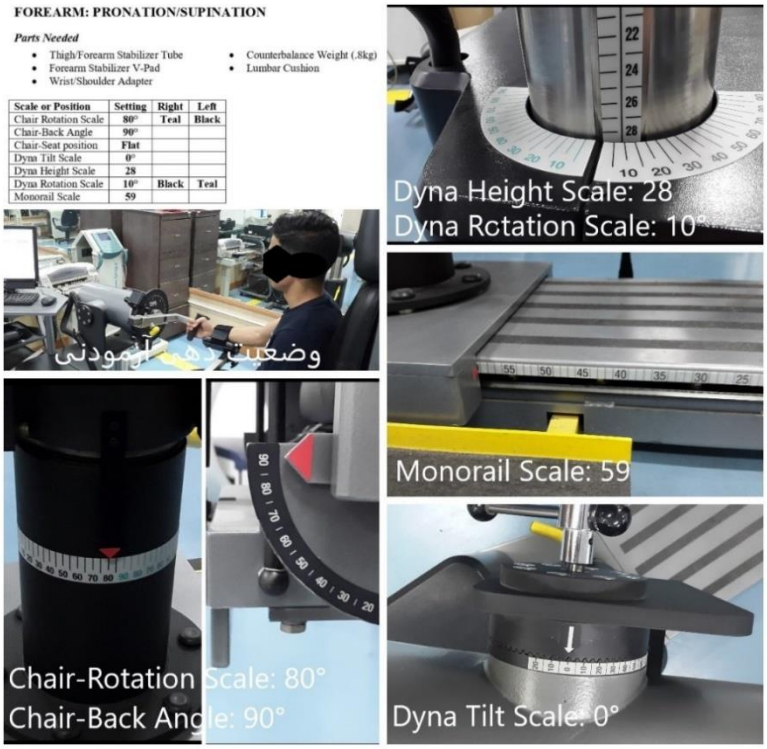
## روش اندازه‌گیری حس عمقی مچ دست

پشتی صندلی دستگاه در زاویه ۹۰ درجه و قسمت نشیمن‌گاه آن نیز در حالت افقی کامل قرار داده شد. دستگیره مخصوص مچ دست دستگاه طوری تنظیم شد که محور دستگاه دقیقاً در راستای مفصل مچ دست قرار گیرد. از یک پد مخصوص برای حمایت ساعد آزمودنی در حالت افقی استفاده شد. ساعد آزمودنی در حالت‌های خنثی و سوپینیشن (تصویر ۲)، کامل بر روی پد حمایتی ساعد قرار گرفت. از آنجا که دامنه حرکتی نرمال مچ دست در زوایای فلکشن و اکستنشن به ترتیب ۸۰ و ۷۰ درجه، ابداکشن و اداکشن به ترتیب ۲۰ و ۳۰ درجه، پرونیشن و سوپینیشن به ترتیب ۸۰ و ۸۰ درجه می‌باشد، زوایای هدف برای اندازه‌گیری در تحقیق حاضر ۲۰ و ۵۰ درجه برای فلکشن و اکستنشن (تصویر ۱)، ۳۰ و ۶۰ درجه برای پرونیشن و سوپینیشن (تصویر ۲) و ۱۰ درجه برای ابداکشن و اداکشن (تصویر ۳) در نظر گرفته شد. دست آزمودنی در دستگاه جای گرفت، سپس آزمودنی به صورت فعال و با چشم باز مچ دست را در زوایای مذکور قرار داد و تمرین کرد. پس از تمرین، آزمودنی بایستی زوایای مذکور را با چشم بسته، برای ۳ مرتبه بازسازی می‌کرد. میانگین ۳ بار اندازه‌گیری برای فرد محاسبه شد.[۳۲]

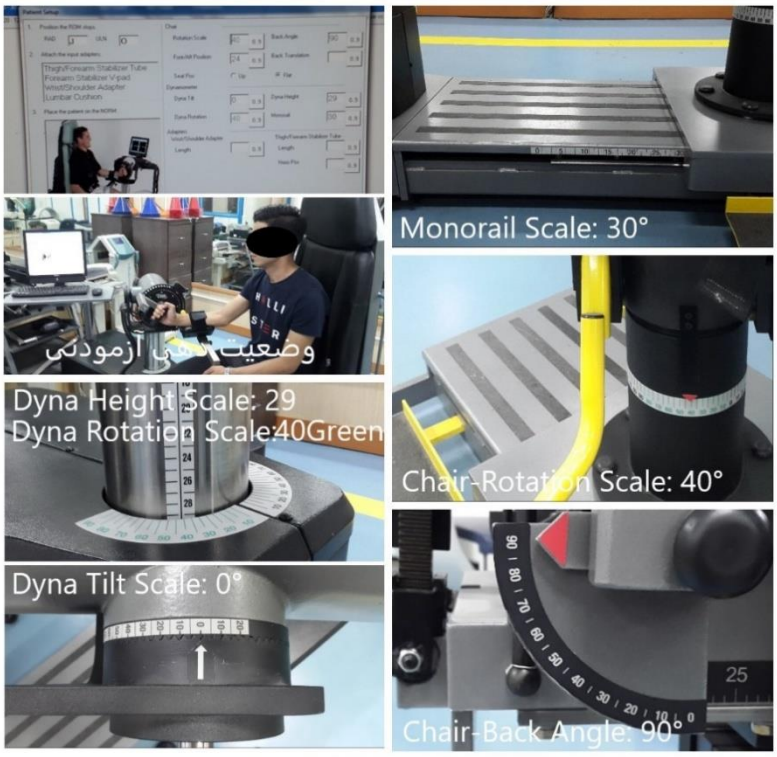


www.SID.ir

Archive of SID




**تصویر ۲: آزمون حس عمقی پرونیشن و سوپینیشن مچ دست**




**تصویر ۳: آزمون حس عمقی ابداکشن و اداکشن مچ دست**

## روش آزمون تعادلی وای[۷] برای اندام فوقانی

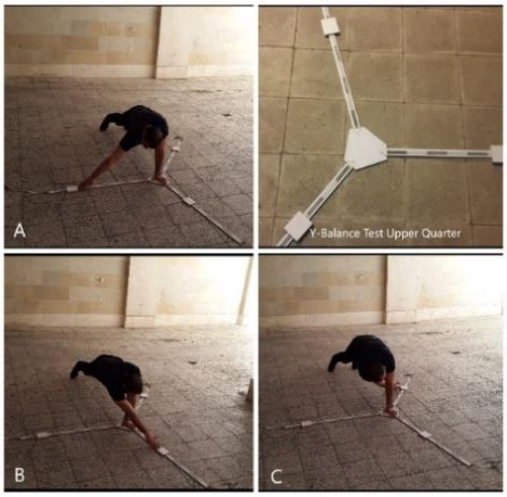
جهت اندازه‌گیری عملکرد حرکتی اندام فوقانی از آزمون وای برای اندام فوقانی استفاده شد. محققان بیان می‌کنند که آزمون وای، اولین آزمون دارای اعتبار برای ارزیابی عملکرد پویایی یک‌طرفه اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته است (ضریب همبستگی درون‌گروهی بالا ICC=۰/۹۹–۰/۸۰) که ثبات و حرکت را به طور همزمان در بالاترین سطح خود در اندام فوقانی درگیر می‌کند.[۲۹] این دستگاه شامل

[7] Y-Balance Test Upper Quarter


www.SID.ir

Archive of SID

صفحه ثابتی است که سه بازوی مدرج در سه جهت داخلی، تحتانی خارجی و فوقانی خارجی با زاویه ۱۲۰ درجه نسبت به یکدیگر به آن متصل شده‌اند. هر بازو بر حسب متر علامت‌گذاری شده و نشانگر متحرکی روی هر بازوی مدرج وجود دارد که دست آزاد آزمودنی آن را تا حداکثر مسافت دستیابی هل می‌داد. در این آزمون، فرد وزن بدنش را روی اندام فوقانی می‌انداخت و باید تعادل خود را روی یک دست (دست غیربرتر)، حفظ می‌کرد؛ در حالی که با دست برتر عمل دست‌یابی را با کسب حداکثر فاصله در سه جهت انجام می‌داد. در نهایت میانگین سه جهت به عنوان نمره کلی فرد لحاظ می‌شد.[۳۳] طول اندام فوقانی افراد بر فاصله دستیابی آنها اثرگذار است؛ از این رو نمره‌های خام تعادل بر اساس طول اندام فوقانی آزمودنی‌ها نرمال شد. برای ثبت طول اندام فوقانی، فاصله بین زایده خاری مهره‌های هفتم تا انتهای انگشت میانی، در حالتی که شانه‌ها ابداکشن ۹۰ درجه، آرنج‌ها، مچ دست و انگشتان باز شده بودند، اندازه‌گیری شد.[۲۹, ۳۳] (تصویر ۴)




**تصویر ٤: آزمون عملکرد حرکتی وای**

## پروتکل تمرین با پاوربال

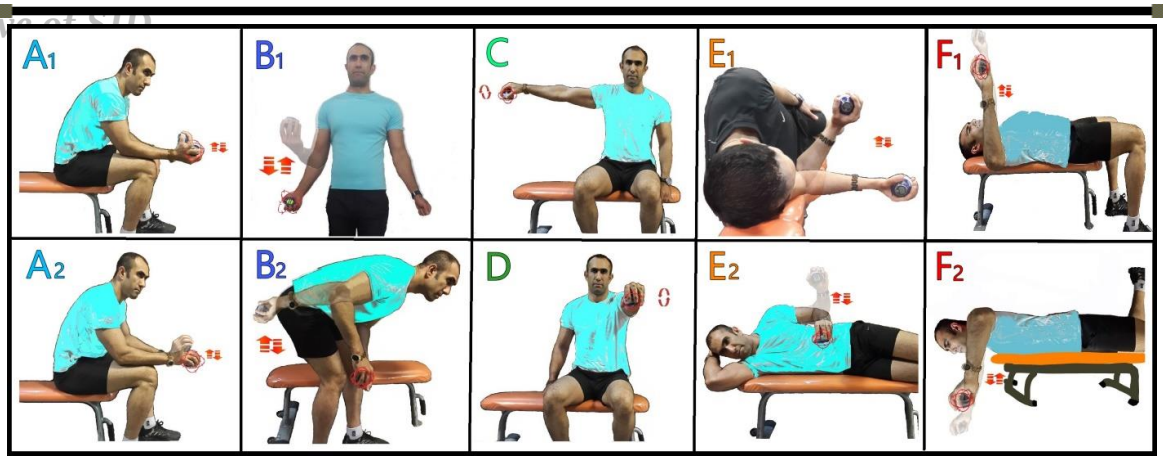
پاوربال[۸] نام تجاری برای یک دستگاه ژیروسکوپی[۹] تولیدشده توسط شرکت نانوثانیه[۱۰] است که به عنوان یک ابزار تمرین‌دهنده مچ دست به بازار عرضه شده است و می‌تواند به عنوان ابزاری برای گرم کردن و توانبخشی مچ دست استفاده شود.[۳۴-۳۷] این دستگاه دارای یک روتور با دو درجه محدودشده آزادی است که می‌تواند توسط حرکت مناسب از محور مچ دست انسان یا روبات فعال شود.[۳۸] ایده ساخت پاوربال از آن‌جا شروع شد که میشلر[۱۱] در سال ۱۹۷۳ دستگاهی ژیروسکوپی را در آمریکا ثبت اختراع کرد[۳۹] که چند سال بعد با نام داینابی[۱۲] به بازارهای تجهیزات ورزشی عرضه شد.[۳۴] چوانگ[۱۳] در سال ۱۹۹۸ با افزودن آهن‌ربا و مدار در داخل روتور و تولید جریان الکتریکی برای روشن کردن دیودهای LED[۱۴] و افزودن شمارنده‌ای که به واسطه فوتو سنسور از نور LEDها برای نمایش تعداد چرخش روتور استفاده می‌کرد، این دستگاه را به عنوان یک ابزار ورزشی نام‌گذاری و ثبت کرد.[۳۴] پس از آن اختراعات دیگری نیز تحت نام‌های پاوربال، رولربال و اسپاین‌بال با خصوصیات اضافی به ثبت رسیده است.[۳۵]

در پژوهش حاضر یک برنامه تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال طراحی و اجرا شد (تصویر ۵). دوره تمرینات هشت هفته و در هر هفته سه جلسه و در هر جلسه نیز، ۳۰ دقیقه تمرین صورت گرفت (جدول ۴). شدت تمرین با استفاده از پاوربال را تعداد دورها در دقیقه تعیین می‌کرد که در هفته‌های اول ۲۰۰۰ دور در هر دقیقه و در هفته‌های پایانی تا ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه با در نظر گرفتن توانایی آزمودنی اجرا شد. استفاده از این ابزار در سرعت‌های بالا را می‌توان با مزایای استفاده از دمبل مقایسه کرد. تاثیر مثبت آن در استفاده مکرر از آن کاملا گزارش شده است.[۴۰, ۴۱] جزئیات تمرینات مورد استفاده در پژوهش حاضر، در پیوست یک اشاره شده است (پیوست ۱).

[8] Powerball®
[9] Gyroscope
[10] NSD PowerBall® (Nano Second, Taiwan)
[11] Mishler
[12] Dynabee
[13] Chuang
[14] Light-emitting Diode


www.SID.ir

Archive of SID




**تصویر ۵: تمرینات پاوربال: A1 فلکشن مچ، A2 اکستنشن مچ، B1 فلکشن آرنج، B2 اکستنشن آرنج، C ابداکشن بازو، D فلکشن بازو، E1 چرخش داخلی بازو، E2 چرخش خارجی بازو، F1 اداکشن افقی بازو، F2 ابداکشن افقی بازو**

از آمار توصیفی به منظور توصیف میانگین و انحراف استاندارد داده‌های حاصل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. ابتدا به کنترل مفروضات این آزمون پرداخته شد؛ به این صورت که با آزمون شاپیرو–ویلک وضعیت توزیع نرمال بودن داده‌ها و با آزمون همگنی واریانس‌های لون، مفروضه همگنی واریانس‌ها کنترل شد. در بخش آمار استنباطی، از تحلیل کوواریانس در نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس[15] نسخه ۲۳ در سطح معناداری ۵ درصد استفاده شد.

## یافته‌ها

پیش از انجام آزمون‌های آماری مورد نظر برای رسیدن به اهداف پژوهش، به غربالگری داده‌ها پرداخته شد. به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو–ویلک استفاده گردید که نتایج آن نشان داد که توزیع داده‌های متغیرها در هر سه گروه طبیعی می‌باشد.

نتایج به دست آمده از آزمون لِوِن نشان داد پیش‌فرض همگنی واریانس نمرات آزمودنی‌ها در تمامی متغیرهای پژوهش در مرحله پیش‌آزمون برقرار است ($P<۰/۰۵$). جهت بررسی فقدان تعامل بین گروه و نمرات پیش‌آزمون، مفروضه خطی بودن متغیر همپراش (کنترل) و متغیر مستقل بررسی شد. با توجه به یافته‌های به دست آمده، مقدار احتمال آزمون M باکس معنادار نبود ($P<۰/۰۵$) که نشان‌دهنده این موضوع است که مفروضه همگنی ماتریس‌های واریانس–کوواریانس رعایت شده است (جدول ۱). خصوصیات مربوط به سن، قد و وزن آزمودنی‌های پژوهش در سه گروه در جدول ۲ ارائه شده است.

**جدول ۱: نتایج آزمون M باکس در هر دو گروه آرنج تنیس‌بازان و کنترل**

| پارامتر | مقدار |
|---|---|
| باکس M | ۳۹/۸۷۷ |
| آماره F | ۰/۸۴۸ |
| درجه آزادی ۱ | ۳۶ |
| درجه آزادی ۲ | ۶۵۴۷/۸۴۸ |
| مقدار احتمال | ۰/۵۲۰ |

نتایج نشان داد مقدار احتمال آزمون M باکس معنادار نیست ($P>۰/۰۵$). این نشان–دهنده این موضوع است که مفروضه همگنی ماتریس‌های واریانس–کوواریانس رعایت شده است.

**جدول ۲: میانگین وانحراف استاندارد مشخصات آنتروپومتریکی گروه تجربی و کنترل**

| گروه مورد مطالعه | سن (سال) | قد (سانتی‌متر) | وزن (کیلوگرم) |
|---|---|---|---|
| تجربی (N=۱۵) | ۲۷/۲±۲/۰۲ | ۱۷۸/۳±۶/۲۱ | ۷۶/۸±۷/۱۱ |
| کنترل (N=۱۵) | ۲۸/۲±۲/۰۲ | ۱۷۹/۸±۴/۶۲ | ۸۱/۷±۵/۳۹ |
| میزان معناداری | ۰/۱۳۲ | ۰/۲۱۴ | ۰/۱۰۲ |

نتایج نشان داد که تفاوت آماری معناداری بین مشخصات آنتروپومتریکی آزمودنی‌های دو گروه وجود ندارد.

[15] SPSS 23


www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تاثیر هشت هفته تمرین با پاوربال بر قدرت اکستنشن مچ دست، حس عمقی مچ، قدرت گرفتن و عملکرد آزمون قدرت اکستنشن مچ دست شامل قدرت عضلات اکستنسور مچ به صورت درونگرا در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه بود و آزمون حس عمقی مچ دست شامل بازسازی زاویه در حرکات فلکشن/اکستنشن، سوپینیشن/پرونیشن و اداکشن/ابداکشن بود که به صورت جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه گیری‌ها در جدول ۳ قابل مشاهده است.

**جدول ۳: تحلیل کوواریانس یک‌راهه جهت بررسی اثربخشی تمرینات پاوربال بر قدرت اکستنشن مچ، و حس عمقی مچ در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، قدرت گرفتن و عملکرد**

| متغیر | | میانگین و انحراف استاندارد و نتایج تغییرات درون‌گروهی | | | | | | تحلیل کوواریانس (تغییرات بین گروهی) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | گروه تجربی (میانگین و انحراف استاندارد) | | | گروه کنترل (میانگین و انحراف استاندارد) | | | F | سطح معناداری | اندازه اثر | قدرت مشاهده شده |
| | | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | تی زوجی | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | تی زوجی | | | | |
| حس عمق مچ | فلکشن | ۳/۳۶±۰/۹۵ | ۰/۶۳±۰/۴۵ | *۰/۰۰۳ | ۴/۳۶±۰/۸۴ | ۴/۶۳±۱/۱۲ | ۰/۳۱۲ | ۵/۲۲۰ | ¥۰/۰۱۱ | ۰/۱۸۷ | ۰/۷۲۳ |
| | اکستنشن | ۴/۲۰±۱/۶۳ | ۱/۷۸±۰/۹۶ | *۰/۰۲۷ | ۳/۲۰±۱/۴۹ | ۳/۸۹±۱/۲۵ | ۰/۴۲۳ | | | | |
| | ابداکشن | ۳/۵۸±۱/۹۶ | ۰/۵۰±۰/۰۱۴ | *۰/۰۰۱ | ۳/۱۸±۱/۵۸ | ۳/۹۶±۱/۰۹ | ۰/۳۱۲ | ۵/۲۲۰ | ¥۰/۰۱۱ | ۰/۱۸۷ | ۰/۷۲۳ |
| | اداکشن | ۳/۳۶±۰/۶۰ | ۰/۸۸±۰/۱۵ | *۰/۰۰۴ | ۳/۴۵±۰/۸۹ | ۳/۹۸±۱/۱۰ | ۰/۱۰۹ | | | | |
| | پرونیشن | ۷/۰۶±۲/۳۶ | ۳/۱۷±۱/۷۷ | *۰/۰۱۹ | ۶/۱۵±۲/۴۷ | ۶/۱۸±۱/۷۸ | ۰/۲۳۸ | ۵/۲۲۰ | ¥۰/۰۱۱ | ۰/۱۸۷ | ۰/۷۲۳ |
| | سوپینیشن | ۷/۹۶±۲/۳۳ | ۱/۳۲±۰/۸۰ | *۰/۰۲۴ | ۷/۶۳±۲/۲۵ | ۷/۱۵±۱/۳۶ | ۰/۱۱۱ | | | | |
| قدرت گرفتن | | ۸۲/۳۳±۶/۱۱ | ۹۵/۵۰±۴/۱۹ | *۰/۰۳۷ | ۹۰/۳۳±۶/۲۰ | ۸۹/۸۴±۴/۳۷ | ۰/۲۴۱ | ۶/۱۵۴ | ¥۰/۰۰۱ | ۰/۲۲۲ | ۰/۷۵۴ |
| قدرت اکستنشن مچ دست | | ۲۰/۳۸±۳/۲۶ | ۲۶/۳۶±۲/۴۱ | *۰/۰۲۲ | ۱۹/۱۵±۲/۴۸ | ۲۰/۱۶±۳/۷۴ | ۰/۲۰۸ | ۶/۱۱۳ | ¥۰/۰۰۹ | ۰/۱۹۸ | ۰/۸۸۱ |
| عملکرد حرکتی | | ۵۹/۴۸±۳/۵۹ | ۷۰/۴۷±۶/۹۰ | *۰/۰۰۶ | ۵۹/۳۳±۴/۲۵ | ۶۰/۶۵±۵/۱۲ | ۰/۱۰۹ | ۷/۳۰۱ | ¥۰/۰۰۱ | ۰/۲۵۳ | ۰/۸۵۶ |

* وجود تفاوت‌های درون‌گروهی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون؛ ¥ وجود تفاوت‌های بین گروهی در گروه تجربی و کنترل

نمرات پیش‌آزمون به عنوان کووریت در نظر گرفته شده است. همان‌گونه که در جدول بالا قابل مشاهده است، تمرینات پاوربال تاثیر معناداری بر حس عمقی مچ دست (P=۰/۰۱۱)، قدرت گرفتن (P=۰/۰۰۱)، قدرت اکستنشن مچ دست (P=۰/۰۰۹) و عملکرد حرکتی (P=۰/۰۰۱) اندام فوقانی داشته است.

## بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال بر قدرت اکستنشن مچ دست، حس عمقی مچ دست، قدرت گرفتن و عملکرد حرکتی افراد دارای آرنج تنیس‌بازان بود. نتایج نشان داد تمرینات مورد استفاده باعث تغییرات معنادار در متغیرهای اندازه‌گیری‌شده می‌شود.

با بررسی پیشینه پژوهش، مشاهده می‌شود که اکثر پژوهش‌هایی که از برنامه تمرینات مقاومتی با استفاده از پاوربال سود برده‌اند، بر سنجش متغیر قدرت گرفتن تأکید داشته‌اند جز در موارد اندکی که تأثیر پاوربال را بر حجم عضلات ساعد، افزایش زمان خستگی و به تأخیر انداختن لحظه واماندگی عضلات ساعد سنجیده بودند.

طی مطالعه‌ای که مک‌آلیسر و همکاران به بررسی قدرت گرفتن پس از یک دوره تمرین با استفاده از پاوربال پرداختند، آزمودنی‌ها در هفته اول سه روز در هفته، در هفته دوم چهار روز در هفته، در هفته سوم پنج روز در هفته و در هفته چهارم شش روز در هفته و هر بار به مدت ۱۵ دقیقه تمرینات را انجام دادند. نتایج این مطالعه حاکی از افزایش قابل ملاحظه و معنادار در میزان حداکثر قدرت ارادی بعد از چهار هفته تمرین بود.[۴۲] نتایج این مطالعه اگرچه بر روی عضلات ساعد (فلکسورهای مچ و انگشتان) بوده و روش کار نیز متفاوت با مطالعه حاضر بود، ولی می‌توان نتایج آن را هماهنگ با مطالعه حاضر دانست.

با توجه به بررسی پیشینه پژوهش در حوزه تأثیر تمرین با استفاده از پاوربال بر قدرت گرفتن، نتایج مطالعات تِرِپ[۱۶] و همکاران، جین پار

[16] Trep



www.SID.ir

Archive of SID

لگ[17]، کارول دافین[18] و آدامشیک[19] و همکاران، لیم و همکاران و پیلیاندیس با نتایج پژوهش هم‌خوانی دارد[۴۳، ۲۴، ۴۴، ۴۱، ۴۵، ۴۵]، اما تنها پژوهش ناهم‌خوان با نتایج پژوهش حاضر، پژوهشی بود که بالان[20] و همکاران انجام دادند و اثرات استفاده از پاوربال را بر روی حداکثر قدرت گرفتن و تحمل عضلانی عضلات ساعد مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از پاوربال اگرچه باعث افزایش حداکثر قدرت گرفتن نسبت به قبل از انجام برنامه تمرینی با استفاده از پاوربال شده، اما این افزایش از نظر آماری معنادار نشده است؛ با این وجود در مورد افزایش تحمل عضلانی، نتایج از نظر آماری معنادار گزارش شد. ظاهراً نتایج این مطالعه با نتایج پژوهش حاضر متناقض است، اما باید دلایل این تناقض را در جامعه آماری و مدت تمرینات استفاده از پاوربال در تحقیق بالان و همکاران جستجو کرد. مطالعه بالان و همکاران بر روی عضلات ساعد و فقط بر روی ۱۰ نفر انجام شد. ضمناً تمرینات ۲ روز در هفته و به مدت ۴ هفته انجام شده بود.[۴۰] با توجه به آنچه گفته شد، می‌توان علت این اختلاف را در تعداد کم نمونه‌های مورد بررسی و همچنین اختلاف برنامه درمانی دانست.

عمل گرفتن سبب ایجاد گشتاور فلکسوری در مفصل مچ دست می‌گردد که برای جلوگیری از فلکشن مچ دست، باید گشتاوری مساوی با آن ولی در خلاف جهت ایجاد شود تا عمل گرفتن به صورت مؤثر انجام گیرد. این گشتاور با فعالیت عضلات اکستنسور مچ دست تولید می‌شود؛ بنابراین در برخی اختلالات، به جهت درگیری مبدأ عضلات اکستانسور مچ دست، قدرت گرفتن به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.[۴۶، ۴۷] استفاده از دستگاه پاوربال به واسطه ایجاد نیروی گریز از مرکز به عنوان یک تمرین اکسنتریک عمل می‌کند. ایجاد این انقباض در عضلات درگیر در اندام فوقانی[۴۰] موجب افزایش قدرت این عضلات می‌شود. در هنگام استفاده از پاوربال، به واسطه حرکت سریع و دایره‌وار دست، نیروی گریز از مرکزی ایجاد می‌شود که با افزایش سرعت حرکت دست بر میزان شتاب آن افزوده می‌شود. حاصل این چرخش کره با فرکانس بالا (تا حدود۱۰هزار دور در دقیقه) در دست، ایجاد لرزش در دست است. یکی از مهم‌ترین تئوری‌های مطرح-شده برای توجیه افزایش فعالیت عضلانی پس از استفاده از پاوربال لرزش با فرکانس بالا و یا به عبارت دیگر اثرات ویبریشن بر روی سیستم اسکلتی–عضلانی است.[۴۸] ویبریشن می‌تواند از طریق مکانیسم تونیک ویبریشن رفلکس، موجب تحریک دوک‌های عضلانی و در نتیجه تحریک پایانه‌های اولیه شود که نتیجه نهایی آن تحریک آلفا موتور نورون‌ها و انقباض آنها خواهد بود.[۴۹]

مطالعات بسیاری در زمینه تأثیرات ویبریشن بر روی سیستم اسکلتی–عضلانی صورت گرفته که اغلب آنها حاکی از بهبود و افزایش قدرت عضلانی بلافاصله بعد از اعمال ویبریشن و همچنین پس از استفاده مکرر (چندین جلسه استفاده) از آن را دارد.[۵۰-۵۲] تئوری دیگری که می‌تواند در توجیه اثرات پاوربال برای بهبود قدرت عضلانی مطرح شود، فشار اکسنتریک ناشی از نیروی گریز از مرکز این دستگاه است که موجب افزایش طول[21] در فیبرهای عضلانی می‌گردد.[۴۲]

با توجه به آنچه گفته شد، مطالعات فراوانی وجود دارد که اثرات تمرینات اکسنتریک را در افزایش قدرت عضلانی نشان داده است.[۵۳-۵۶] با این وجود، نتایج متناقضی نیز در بررسی پیشینه پژوهش به چشم می‌خورد از آن جمله می‌توان به نتایج مطالعه بالان و همکاران اشاره کرد.[۴۰]

در بررسی پیشینه تحقیق، تحقیقی که به بررسی تأثیر پاوربال بر حس عمق مچ دست پرداخته باشد، یافت نشد. با توجه به مداخله به وسیله تمرینات مقاومتی با استفاده از پاوربال و این که حس عمقی بیشتر به گیرنده‌های موجود در عضله و مفصل وابسته است؛ با اثرگذاری تمرینات روی عضلات خصوصاً در حین انجام حرکات فعال، نقش گیرنده‌های عضلانی مهم‌تر خواهد بود. هنگام کشیده شدن عضلات در سیکل‌های حرکتی، نرخ تحریک دوک عضلانی بیشتر از حالتی است که عضلات در طول کوتاه خود باشند و این ارتباط نزدیکی با دقت حس وضعیت مفصل و آگاهی از وضعیت مفاصل بدن دارد. طی انقباض فعال عضلات، فعالیت همزمان اعصاب گاما منجر به افزایش فعالیت صعودی دوک‌های عضلانی شده و عضلاتی که همزمان منقبض شوند، دقت حس عمقی را با افزایش حساسیت به کشش در دوک‌های عضلات فعال‌شده اطراف مفصل افزایش می‌دهند.[۵۷] احتمالاً در تحقیق حاضر، تمرینات مقاومتی (کانسنتریک و اکسنتریک با استفاده از نیروی گریز از مرکز) با استفاده از پاوربال، موجب تحریک و افزایش فعالیت دوک‌های عضلات مفصل آرنج و مچ دست شده است و در نتیجه آن دقت حس عمقی در پی افزایش در حساسیت به کشش دوک‌های عضلانی شده و از این طریق تمرین با استفاده از پاوربال موجب کاهش خطای بازسازی مفاصل آرنج و مچ در محورهای حرکتی مختلف در مرحله پس‌آزمون شده است.

نتایج پژوهش حاضر حاکی از این است که برنامه تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال احتمالاً موجب تقویت عضلات ناحیه آرنج با اعمال نیروهای کانسنتریک و اکسنتریک به عضلات اطراف مفاصل مخصوصاً عضلات کارپال رادیالیس و اکستنسور دیجیتورم، عضلات فلکسور انگشتان و مچ دست می‌شود. تمرین با استفاده از پاوربال شامل چرخش و گردش دورانی در مفاصل اندام فوقانی بود؛ به طور کلی عضلات

[17] Legg
[18] Carol Duffin
[19] Adamczyk
[20] Balan SA, Garcia-Elias M
[21] Elongation


www.SID.ir

Archive of SID

جلوی ساعد (عضلات فلکسور مچ دست و انگشتان) در طول تمرین و در هنگام گردش پاوربال، در هنگام طویل شدن تحت تأثیر فشار اکسنتریک و در هنگام کوتاه شدن تحت تأثیر فشار کانسنتریک در طول هشت هفته تقویت شده‌اند و بدیهی است که این افزایش قدرت کلی، بر قدرت گرفتن ورزشکاران مرد مبتلا به آرنج تنیس‌بازان تأثیر معناداری داشته است؛ بنابراین تمرینات با استفاده از پاوربال به‌کارگرفته‌شده در پژوهش حاضر می‌تواند در برنامه تمرینی ورزشکاران سالم به منظور پیشگیری از آسیب‌دیدگی و در برنامه ورزشکاران آسیب‌دیده به منظور بهبود قدرت گرفتن، کاهش خطرات احتمالی آسیب‌دیدگی مجدد و در نهایت به عنوان روش درمانی خاص آرنج تنیس‌بازان گنجانده شود.

یافته‌های حاصل از بررسی آماری نشان داد هشت هفته تمرین با پاوربال بر عملکرد حرکتی مبتلایان به آرنج تنیس‌بازان تأثیر دارد. در بررسی پیشینه پژوهش، تنها مطالعه‌ی لیم و همکاران به بررسی عملکرد حرکتی آرنج در بیماران مبتلا به آرنج تنیس‌بازان با استفاده از پاوربال و دمبل پرداخته بود که در آن به مقایسه تاثیر تمرینات ویبریشنی (پاوربال) با تمرینات قدرتی (دمبل) پرداخته شده بود. نتایج نشان داد تمرینات ویبریشن با استفاده از پاوربال تاثیر معناداری بر قدرت عضلات اکستنسور مچ دست، قدرت گرفتن، دامنه حرکتی مچ دست، توانایی عملکرد آرنج، میزان درد و کیفیت زندگی داشته است ($P<۰/۰۰۵$). همچنین نکته جالب اینکه در مقایسه سه گروه، گروه تمرینات ویبریشن افزایش معنادارتری را در افزایش میزان قدرت و عملکرد حرکتی آرنج نسبت به گروه تمرینات با دمبل داشتند و تغییرات معناداری ($P<۰/۰۰۵$) در هر دو گروه ویبریشن و دمبل در قدرت عضلات اکستنسور، قدرت گرفتن، دامنه حرکتی مچ و میزان درد نسبت به گروه کنترل به دست آمده بود. اگرچه تغییر معناداری در بین سه گروه در متغیر کیفیت زندگی قبل و بعد از مداخله تمرینات مشاهده نشد؛ همان‌طور که گفته شد نتایج به دست آمده از این پژوهش در افزایش قدرت عضلات اکستنسور مچ دست، قدرت گرفتن با تحقیق حاضر مشابه بود. به‌علاوه عمکرد حرکت در آرنج به واسطه کاهش درد، افزایش یافته بود که احتمالاً می‌تواند با افزایش عملکرد حرکتی اندام فوقانی مشاهده‌شده در تحقیق حاضر هم‌راستا باشد.[۴۱]

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که تمرینات مقاومتی با استفاده از پاوربال، موجب افزایش فاصله دستیابی در آزمون وای در جهات قدامی، خلفی–داخلی و خلفی–خارجی شده است. احتمالاً تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال موجب افزایش قدرت و استقامت عضلات اطراف مفصل شانه شده و از این طریق موجب بهبود عملکرد افراد در دستیابی به فاصله بیشتر در آزمون مذکور شده است. تئوری‌های مطرح‌شده در مورد مکانیسم تأثیرگذاری بر افزایش قدرت و استقامت عضلانی، بیان می‌کنند که ابزار پاوربال به واسطه ایجاد نیروی گریز از مرکز و نیز ایجاد لرزش در دست، موجب افزایش فشار کانسنتریک و اکسنتریک به عضلات ناحیه شانه می‌شود.[۲۶] بدیهی است استفاده از این ابزار در قالب یک برنامه تمرینی منظم موجب افزایش قدرت و استقامت عضلات ناحیه تمرین‌کننده خواهد شد. همچنین احتمالاً ایجاد لرزش در دستگاه پاوربال و انتقال این نیرو به دست، موجب تحریک دوک‌های عضلانی و در نتیجه آن تحریک اعصاب گاما موجب کاهش آستانه تحریک عضله، فعالیت مداوم تارها و در نهایت افزایش قدرت و استقامت عضلانی می‌شود که این امر موجب بهبود عملکرد فرد و بهبود فواصل دستیابی در جهات مختلف در آزمون مذکور شده است.

تمرینات مقاومتی موجب افزایش کنترل حرکت، افزایش قدرت و نیز افزایش عملکرد حرکتی افراد مبتلا به آرنج تنیس‌بازان می‌شود. در پی تمرینات مقاومتی به صورت کانسنتریک و اکسنتریک، افزایش کنترل بر عضلات مفصل آرنج و حس عمقی عضلات مفصل مچ دست، موجب افزایش عملکرد اندام فوقانی می‌شود. تمرینات مقاومتی موجب افزایش کنترل حرکتی و بهبود عملکرد می‌شود.[۵۸] روی[۲۲] و همکاران طی پژوهشی به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی و کنترل حرکتی بر عملکرد اندام فوقانی افرادی با گیرافتادگی مفصل شانه پرداختند.[۵۹] نتایج حاکی از آن بود که کاهش درد در پس‌آزمون به لحاظ آماری معنادار نبود، اما در پی تمرینات مقاومتی، افزایش عملکرد اندام فوقانی مشاهده شد و این افزایش به لحاظ آماری معنادار بود. با توجه به مطالب فوق‌الذکر، احتمالاً تمرین با استفاده از پاوربال در قالب یک برنامه منظم، می‌تواند موجب افزایش عملکرد افراد سالم و در برخی موارد احتمالاً افراد مبتلا به آسیب‌دیدگی آرنج شود که شاید بتوان از نتایج این بخش از پژوهش برای افراد دارای آسیب‌های آرنج و مچ دست استفاده کرد.

## نتیجه گیری

با توجه به تأثیر معنادار تمرینات مقاومتی با استفاده از پاوربال، بر قدرت عضلات اکستنسور مچ، حس عمقی مچ، قدرت گیرش و نیز عملکرد اندام فوقانی در افراد دارای آرنج تنیس‌بازان، احتمالاً استفاده از این ابزار در قالب یک برنامه منظم می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر در بهبود قدرت، حس عمقی و عملکرد حرکتی تأثیرگذار باشد. پروتکل تمرینی حاضر شناخت ما را نسبت به راهکارهای مطلوب درمان آرنج تنیس‌بازان و انتخاب روش‌های درمانی مؤثرتر و کم‌هزینه‌تر با ابزاری قابل حمل، جذاب و در دسترس افزایش می‌دهد. بنابر نتایج حاصله از تحقیق حاضر و هم‌راستا با نتایج مطالعه تِرپ و همکاران با عنوان "پاوربال–چیزی فراتر از یک اسباب بازی؟"، به جرأت می‌توان گفت که پاوربال چیزی فراتر از یک اسباب بازی بوده و احتمالاً می‌تواند در برنامه توانبخشی افراد مبتلا به صدمات آرنج مورد استفاده قرار

[22] Roy


www.SID.ir

Archive of SID

بگیرد.

از لحاظ مقایسه میزان اندازه اثرهای مشاهده‌شده در تحقیق می‌توان گفت که این میزان در متغیرهای مختلف به ترتیب بیانگر تاثیرگذاری بیشتر تمرینات بر روی متغیرهای عملکرد حرکتی اندام فوقانی>قدرت گرفتن>قدرت اکستنشن مچ دست>حس عمقی مچ دست بوده است.

## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای مجتبی بابایی مبارکه، به راهنمایی آقای دکتر امیر لطافتکار و مشاوره آقای دکتر امیرحسین براتی می‌باشد. نویسندگان مقاله از تمامی آزمودنی‌ها و عزیزانی که در اجرای مطالعه حاضر ما را یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## منابع

1. Waseem M, Nuhmani S, Ram C, Sachin Y. Lateral epicondylitis: A review of the literature. J Back Musculoskelet Rehabil. 2012;25(2):131-42. http://dx.doi.org/10.3233/BMR-2012-0328
2. Johnson GW, Cadwallader K, Scheffel SB, Epperly TD. Treatment of lateral epicondylitis. Am Fam Physician. 2007;76(6):843-8.
3. Allander E. Prevalence, incidence, and remission rates of some common rheumatic diseases or syndromes. Scand J Rheumatol. 1974;3(3):145-53. http://dx.doi.org/10.3109/03009747409097141
4. Shiri R, Viikari-Juntura E. Lateral and medial epicondylitis: Role of occupational factors. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2011;25(1):43-57. https://doi.org/10.1016/j.berh.2011.01.013
5. Verhaar JAN. Tennis elbow. Int Orthop. 1994;18(5):263-7. http://dx.doi.org/10.007/BF00180221
6. Pluim BM, Staal JB, Windler GE, Jayanthi N. Tennis injuries: Occurrence, aetiology, and prevention. Br J Sports Med. 2006;40(5):415. http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2005.023184
7. Abrams GD, Renstrom PA, Safran MR. Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. Br J Sports Med. 2012;46(7):492. http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091164
8. Shiri R, Viikari-Juntura E, Varonen H, Heliövaara M. Prevalence and determinants of lateral and medial epicondylitis: A population study. Am J Epidemiol. 2006;164(11):1065-74. http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwj325
9. Peterson M, Butler S, Eriksson M, Svärdsudd K. A randomized controlled trial of exercise versus wait-list in chronic tennis elbow (lateral epicondylosis). Ups J Med Sci. 2011;116(4):269-79. http://dx.doi.org/10.3109/03009734.2011.600476
10. Barr S, Cerisola FL, Blanchard V. Effectiveness of corticosteroid injections compared with physiotherapeutic interventions for lateral epicondylitis: A systematic review. Physiotherapy. 2009;95(4):251-65. http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2009.05.002
11. Bisset L, Paungmali A, Vicenzino B, Beller E. A systematic review and meta-analysis of clinical trials on physical interventions for lateral epicondylalgia. Br J Sports Med. 2005;39(7):411. http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2004.016170
12. Trakis JE, McHugh MP, Caracciolo PA, Busciacco L, Mullaney M, Nicholas SJ. Muscle strength and range of motion in adolescent pitchers with throwing-related pain. Am J Sports Med. 2008;36(11):2173-8. http://dx.doi.org/10.1177/0363546508319049
13. Gomez MA, Woo SLY, Amiel D, Harwood F, Kitabayashi L, Matyas JR. The effects of increased tension on healing medial collateral ligaments. Am J Sports Med. 1991;19(4):347-54. https://doi.org/10.1177/036354659101900405
14. Jarvinen MJ, Lehto MUK. The effects of early mobilisation and immobilisation on the healing process following muscle injuries. Sports Med. 1993;15(2):78-89. http://dx.doi.org/10.2165/00007256-199315020-00002
15. Shankar K. Exercise prescription: Hanley & Belfus; 1999.
16. Fleck SJ, Falkel JE. Value of resistance training for the reduction of sports injuries. Sports Med. 1986;3(1):61-8. http://dx.doi.org/10.2165/00007256-198603010-00006
17. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part i: The physiologic basis of functional joint stability. J Athl Train. 2002;37(1):71.
18. McCall BR, Cain ELJ. Diagnosis, treatment, and rehabilitation of the thrower's elbow. Curr Sports Med Rep. 2005;4(5):249-54. http://dx.doi.org/10.1097/01.CSMR.0000306218.40799.a0
19. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med. 1997;25(1):130-7. http://dx.doi.org/10.1177/036354659702500126
20. Tripp BL, Boswell L, Gansneder BM, Shultz SJ. Functional fatigue decreases 3-dimensional multijoint position reproduction acuity in the overhead-throwing athlete. J Athl Train. 2004;39(4):316-20. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC535523/


www.SID.ir

Archive of SID


21. Walsh LD, Hesse CW, Morgan DL, Proske U. Human forearm position sense after fatigue of elbow flexor muscles. J Physiol. 2004;558(2):705-15. http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2004.062703
22. Lephart SM, Myers JB, Bradley JP, Fu FH. Shoulder proprioception and function following thermal capsulorraphy. Arthroscopy. 2002;18(7):770-8. http://dx.doi.org/10.1053/jars.2002.32843
23. Wilk KE, Reinold MM, Andrews JR. Rehabilitation of the thrower's elbow. Clin Sports Med. 2004;23(4):765-801. http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2004.06.006
24. Duffin C. Hand gyroscope versus hand grip: Strength gains after a four week training programme. dissertation. England: University of Edinburgh; 2007. http://uupload.ir/view/h7pj_carol_duffin_2007.pdf
25. Terp H, Johansen SGC, Kjaer A. Power®ball- more than just a toy? - analysis and assessment of the power®ball as a physiotherapeutic tool. [Master,s thesis]. Denmark: VIA University College; 2010. http://www.powerball.dk/upload/bachelorpowerballdk.pdf
26. Iravani M. Investigation the effect of powerball on shoulder muscle activity and strength. In physiotherapy [master,s thesis]. Tehran: shahid Beheshti University of medical science & health services; 2015. [In Persian] http://dlib.sbmu.ac.ir/site/catalogue/117286
27. Alvares JB, Rodrigues R, Azevedo Franke R, Silva BGC, Pinto RS, Vaz MA, et al. Inter-machine reliability of the biodex and cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. Phys Ther Sport. 2015;16(1):59-65. http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.04.004
28. Yoon M-R, Choi H-S, Shin W-S. Effects of the abdominal drawing-in maneuver and the abdominal expansion maneuver on grip strength, balance and pulmonary function in stroke patients. J Korean Phys Ther. 2015;27(3):147-53. https://doi.org/10.18857/jkpt.2015.27.3.147
29. Gorman PP, Butler RJ, Plisky PJ, Kiesel KB. Upper quarter y balance test: Reliability and performance comparison between genders in active adults. J Strength Cond Res. 2012;26(11):3043-8. http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182472fdb
30. Su-Hyun K, Wan-Young Y. A study on the norm-referenced criteria for isokinetic functional strength of the wrist for junior baseball players. Indian J Sci Technol. 2015;8(18):1-5. http://dx.doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i18/76239
31. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. J Hand Surg Am. 1984;9(2):222-6. http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(84)80146-X
32. Cappello L, Contu S, Elangovan N, Khosravani S, Konczak J, Masia L, editors. Evaluation of wrist joint proprioception by means of a robotic device. 2014 11th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI); 2014 12-15 Nov. 2014: IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/URAI.2014.7057383
33. Westrick RB, Miller JM, Carow SD, Gerber JP. Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. Int J Sports Phys Ther. 2012;7(2):139-47. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22530188
34. Chuang PS, inventor; Chuang, PS., assignee. Wrist exerciser. United States patent US 5,800,311. 1998 Sep 1.
35. Gulick DW, O'Reilly OM. On the dynamics of the dynabee. J Appl Mech. 1999;67(2):321-5. http://dx.doi.org/10.1115/1.1304914
36. Seabra E, Silva LFd, Flores P, Machado J, Mai Hung V, Martins M, et al., editors. Mechatronic medical device for wrist rehabilitation. 2013 11th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN); 2013 29-31 July 2013: IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/INDIN.2013.6622905
37. Ucke C, Schlichting H-J. Faszinierendes dynabee: Spielwiese. Phys Unserer Zeit. 2002;33(5):230-31. http://dx.doi.org/10.1002/3943-1521(200209)33:5<230::AID-PIUZ230>3.0.CO;4-2
38. Petric T, Curk B, Cafuta P, Zlajpah L. Modelling of the robotic powerball®: A nonholonomic, underactuated and variable structure-type system. Math Comput Model Dyn Syst. 2010;16(4):327-46. http://dx.doi.org/10.1080/13873954.2010.484237
39. Mishler A, inventor; Wornoto, Inc., assignee. Gyroscopic device. United States patent US 3726146. 1973 Apr 10.
40. Balan SA, Garcia-Elias M. Utility of the powerball® in the invigoration of the musculature of the forearm. Hand Surg. 2008;13(02):79-83. http://dx.doi.org/10.1142/S0218810408003955
41. Lim J-H, Shin W-S. Effects of vibration resistance exercise on strength, range of motion, function, pain and quality of life in persons with tennis elbow. Phys Ther Rehabil Sci. 2016;5(4):163-9. https://dx.doi.org/10.14474/ptrs.2016.5.4.163
42. McAllister D, Larsen R, Larsen Z, McEwen K, Pillitteri P, Smetanka R. The effect of a forearm strengthener on grip strength and time-to-fatigue. 2013. www.dynaflexpro.com/fitness/assets/files/News/2013/Gyro_University_Study.pdf
43. Adamczyk JG, Hołun M, Boguszewski D, Siewierski M. Evaluation of the effectiveness of hand grip strength training using a device powerball®. The effectiveness of the force training with the help of powerball®. J of H Ss. 2013;3(6):35-44. http://elibrary.ru/item.asp?id=19406447
44. Legg J. The effect of powerball tm on grip strength [Masters Degree]. South Africa: University of Johannesburg; 2010. http://hdl.handle.net/20.500.11892/72406




www.SID.ir

Archive of SID

45. Pilianidis T, Mantzouranis N, Berberidou F, Smirniotou A. Evaluation of strength training protocols with the use of the powerball® and shakeweight® in modderate trained women. Journal of Biology of Exercise. 2016;12(1):111-20. http://dx.doi.org/10.4127/jbe.2016.0103
46. Croisier J-L, Foidart-Dessalle M, Tinant F, Crielaard J-M, Forthomme B. An isokinetic eccentric programme for the management of chronic lateral epicondylar tendinopathy. Br J Sports Med. 2007;41(4):269-75. http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2006.033324
47. Snijders CJ, Volkers A, Mechelse K, Vleeming A. Provocation of epicondylalgia lateralis (tennis elbow) by power grip or pinching. Med Sci Sports Exerc. 1987;19(5):518-23.
48. Warman G, Humphries B, Purton J. The effects of timing and application of vibration on muscular contractions. Aviat Space Environ Med. 2002;73(2):119-27. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11846180
49. Cochrane DJ, Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. Br J Sports Med. 2005;39(11):860-5. http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2005.019950
50. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1999;79(4):306-11. http://dx.doi.org/10.1007/s004210050512
51. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. Exerc Sport Sci Rev. 2003;31(1):3-7. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12562163
52. Miller JD, Herda TJ, Trevino MA, Mosier EM. The effects of passive stretching plus vibration on strength and activation of the plantar flexors. Appl Physiol Nutr Metab. 2016;41(9):917-23. http://dx.doi.org/10.1139/apnm-2016-0010
53. Chen C-H, Chen TC, Jan M-H, Lin J-J. Acute effects of static active or dynamic active stretching on eccentric-exercise-induced hamstring muscle damage. Int J Sports Physiol Perform. 2015;10(3):346-52. http://dx.doi.org/10.1123/ijspp.2014-0206
54. Nelson RT. A comparison of the immediate effects of eccentric training vs static stretch on hamstring flexibility in high school and college athletes. N Am J Sports Phys Ther. 2006;1(2):56-61. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953312/
55. Noorabadi N, Letafatkar A, Shojaedin S, Hatami M, Sadoughi Noorabadi M. Comparative effectiveness of six weeks of eccentric exercise with or without taping technique on grip strength, extension strength of the wrist extensors and middle finger in female athletes with tennis elbow. ZUMS Journal. 2016;24(107):16-27. [In Persian] http://zums.ac.ir/journal/article-1-3764-en.html
56. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: Current theory and implications for clinicians and scientists. J Orthop Sports Phys Ther. 2001;31(10):546-66. https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.10.546
57. Weiler HT, Awiszus F. Influence of hysteresis on joint position sense in the human knee joint. Exp Brain Res. 2000;135(2):215-21. http://dx.doi.org/10.1007/s002210000512
58. Conroy DE, Hayes KW. The effect of joint mobilization as a component of comprehensive treatment for primary shoulder impingement syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;28(1):3-14. http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1998.28.1.3
59. Roy J-S, Moffet H, Hébert LJ, Lirette R. Effect of motor control and strengthening exercises on shoulder function in persons with impingement syndrome: A single-subject study design. Man Ther. 2009;14(2):180-8. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2008.01.010


www.SID.ir

Archive of SID

## (پیوست ۱)

## پروتکل تمرینات پاوربال

در تحقیق حاضر یک برنامه تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال طراحی و اجرا شد. دوره تمرینات ۸ هفته و در هر هفته ۳ جلسه و در هر جلسه نیز، ۳۰ دقیقه تمرین صورت گرفت. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا قبل از هر جلسه تمرین پنج دقیقه زمان صرف گرم کردن خصوصاً عضلات بالاتنه و مچ دست کنند. شدت تمرین با استفاده از پاوربال را تعداد دورها در دقیقه تعیین می‌کند که در هفته‌های اول ۲۰۰۰ دور در هر دقیقه و در هفته‌های پایانی تا ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه با توجه به توانایی فرد اجرا شد. مجموعاً ۱۰ تمرین به ترتیب فلکشن مچ، اکستنشن مچ، فلکشن آرنج، اکستنشن آرنج، ابداکشن بازو، فلکشن بازو، چرخش داخلی بازو، چرخش خارجی بازو، اداکشن افقی بازو و ابداکشن افقی بازو با پاوربال در تمرینات قرار داشتند که ست‌ها و میزان تکرار تمرینات با توجه به اصل اضافه بار تدریجی اعمال شده است و میزان استراحت بین تمرینات و تکرار تمرینات با توجه به نسبت دو به یک تنظیم شده است. به دلیل نیروی گریز از مرکزی که از روتور ژیروسکوپ تولید می‌شود، مقاومتی را از انگشتان دست می‌طلبد و موجب می‌شود تا تمامی تمرینات با ژیروسکوپ منجر به تقویت عضلات سوپیناتور و پروناتور مچ دست شوند.

پروتکل تمرینی حاضر با استفاده از اصول راهبردهای تجویز تمرین کالج آمریکایی طب ورزش (کتاب ACSM ۲۰۱۴) به شکل زیر طراحی شد:

- ✓ تکرار (Frequency): تمرینات ۳ روز در هفته و به مدت ۸ هفته انجام شد.
- ✓ شدت (Intensity): برای کنترل شدت و حفظ اثر تمرین از اصل اضافه بار استفاده شد.

به این منظور از سه روش برای پیاده‌سازی این اصل در طراحی تمرینات استفاده شد:

- تمرینات از وضعیت‌های ایستا شروع شده و به وضعیت‌های پویا ختم شد.
- تمرینات از کمترین تا بیشترین میزان فعالیت درجه‌بندی شد. تمرینات ساده‌تر که عضلات کوچکتر را درگیر می‌کرد، در هفته‌های ابتدایی و تمرینات پیچیده‌تر که عضلات بزرگ‌تر را فراخوانی می‌کردند، در هفته‌های انتهایی قرار گرفته بود.
- در هفته اول، تمرینات ساده‌تر (تمرینات گروه A و B) در سه ست ۳۰ ثانیه‌ای انجام شد و در هفته‌های دوم به بعد بر حسب توانایی فرد هر هفته ۱۵ ثانیه به مدت زمان هر ست و یا یک ست به تکرارها اضافه شد.

هر دو هفته یکبار یکی از تمرینات هفته قبل حذف و ۲ تمرین جدید اضافه شد به استثنا هفته آخر که ۲ تمرین از هفته قبل حذف و ۱ تمرین جدید اضافه شد. چیدمان تمرینات در هر جلسه در جدول ۴ ارائه شده است.

- ✓ زمان (Time): زمان انجام هر تمرین در هفته اول و دوم ۳۰ ثانیه، هفته سوم و چهارم ۳۰ تا ۴۵ ثانیه، هفته پنجم تا هشتم ۳۰ تا ۶۰ ثانیه بود. تمرینات بعد از روشن شدن پاوربال از حالت ایستا خارج شده و به حالت پویا که انجام آنها نیازمند کنترل و انقباض بیشتری بوده انجام شد و تمرینات به صورت انجام نوسان در یک مسیر رفت و برگشتی بود. بین ست‌ها یک دقیقه استراحت و بین دو تمرین مختلف ۲ دقیقه استراحت وجود داشت.
- ✓ نوع (Type): تمرینات انتخاب‌شده در این پروتکل از نوع تمرینات قدرتی بود که توسط پاوربال انجام شد. پیش از انجام تمرینات به فرد اجازه داده شد تا به مدت ۵ دقیقه گرم کرده و با پاوربال آشنایی پیدا کند.

به دلیل فراخوانی گروه‌های مختلف عضلانی توسط پاوربال نمی‌توان هر یک از تمرینات را تنها به گروه خاصی از عضلات کمربند شانه‌ای و مچ نسبت داد، اما به منظور دسته‌بندی بهتر جهت برنامه‌ریزی پروتکل تمرینی، این تمرینات به ۶ گروه اصلی تقسیم‌بندی شد:

۱. گروه A: در این گروه الگوی اصلی حرکات فلکشن و اکستنشن مچ دست است.
۲. گروه B: در این گروه الگوی اصلی حرکات فلکشن و اکستنشن آرنج است.
۳. گروه C: در این گروه الگوی اصلی حرکات فلکشن و اکستنشن شانه است.
۴. گروه D: در این گروه الگوی اصلی حرکات ابداکشن و اداکشن شانه است.
۵. گروه E: در این گروه الگوی اصلی حرکات چرخش داخلی و خارجی شانه است.
۶. گروه F: در این گروه الگوی اصلی حرکات ابداکشن و اداکشن افقی شانه است.

وضعیت اجرای تک‌تک این تمرینات در جدول ۴ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در هر گروه چند تمرین موجود است که بر حسب میزان فعالیت عضلات از آسان به سخت شماره‌بندی شده است.

در هر جلسه تمرین تعدادی از این تمرینات با رعایت اصل اضافه بار که در بالا توضیح داده شد، انتخاب شد.



www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ٤: پروتکل و وضعیت اجرای تمرینات پاوربال**

| هفته | نوع گروه * | تمرین (زمان*ست) | نام تمرین | استراحت بین ست‌ها | استراحت بین تمرین‌ها | وضعیت اجرا |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | A | تمرین ۱:(۳۰*۳) | فلکشن مچ | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| | A | تمرین ۲:(۳۰*۳) | اِکستنشن مچ | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| | B | تمرین ۳:(۳۰*۳) | فلکشن آرنج | ۶۰ | ۱۲۰ | ایستاده |
| ۲ | A | تمرین ۱:(۳۰*۴) | فلکشن مچ | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| | A | تمرین ۲:(۳۰*۴) | اِکستنشن مچ | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| | B | تمرین ۳:(۳۰*۴) | فلکشن آرنج | ۶۰ | ۱۲۰ | ایستاده |
| ۳ | A | تمرین ۲:(۴۵*۴) | اِکستنشن مچ | ۹۰ | ۱۸۰ | نشسته روی میز |
| | B | تمرین ۳:(۴۵*۴) | فلکشن آرنج | ۹۰ | ۱۸۰ | ایستاده |
| | B | تمرین ۴:(۳۰*۳) | اِکستنشن آرنج | ۶۰ | ۱۲۰ | ایستاده (فلکشن تنه) |
| | C | تمرین ۵:(۳۰*۳) | فلکشن بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| ۴ | A | تمرین ۲:(۴۵*۵) | اِکستنشن مچ | ۹۰ | ۱۸۰ | نشسته روی میز |
| | B | تمرین ۳:(۴۵*۵) | فلکشن آرنج | ۹۰ | ۱۸۰ | ایستاده |
| | B | تمرین ۴:(۳۰*۴) | اِکستنشن آرنج | ۶۰ | ۱۲۰ | ایستاده (فلکشن تنه) |
| | C | تمرین ۵:(۳۰*۴) | فلکشن بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| ۵ | B | تمرین ۳:(۶۰*۵) | فلکشن آرنج | ۱۲۰ | ۲۴۰ | ایستاده |
| | B | تمرین ۴:(۴۵*۴) | اِکستنشن آرنج | ۹۰ | ۱۸۰ | ایستاده (فلکشن تنه) |
| | C | تمرین ۵:(۴۵*۴) | فلکشن بازو | ۹۰ | ۱۸۰ | نشسته روی میز |
| | D | تمرین ۶:(۳۰*۳) | اَبداکشن بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| | E | تمرین ۷:(۳۰*۳) | چرخش خارجی بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| ۶ | B | تمرین ۳:(۶۰*۶) | فلکشن آرنج | ۱۲۰ | ۲۴۰ | ایستاده |
| | B | تمرین ۴:(۴۵*۵) | اِکستنشن آرنج | ۹۰ | ۱۸۰ | ایستاده (فلکشن تنه) |
| | C | تمرین ۵:(۴۵*۵) | فلکشن بازو | ۹۰ | ۱۸۰ | نشسته روی میز |
| | D | تمرین ۶:(۳۰*۴) | اَبداکشن بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | نشسته روی میز |
| | E | تمرین ۷:(۳۰*۴) | چرخش خارجی بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | خوابیده به شکم |
| ۷ | B | تمرین ۴:(۶۰*۵) | اِکستنشن آرنج | ۱۲۰ | ۲۴۰ | ایستاده (فلکشن تنه) |
| | C | تمرین ۵:(۶۰*۵) | فلکشن بازو | ۱۲۰ | ۲۴۰ | نشسته روی میز |
| | D | تمرین ۶:(۴۵*۴) | اَبداکشن بازو | ۹۰ | ۱۸۰ | نشسته روی میز |
| | E | تمرین ۷:(۴۵*۴) | چرخش خارجی بازو | ۹۰ | ۱۸۰ | خوابیده به پهلو روی میز |
| | E | تمرین ۸:(۳۰*۳) | چرخش داخلی بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | خوابیده به پهلو روی میز |
| | F | تمرین ۹:(۳۰*۳) | اَبداکشن افقی بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | خوابیده به شکم روی میز |
| ۸ | C | تمرین ۵:(۶۰*۶) | فلکشن بازو | ۱۲۰ | ۲۴۰ | نشسته روی میز |
| | D | تمرین ۶:(۴۵*۵) | اَبداکشن بازو | ۹۰ | ۱۸۰ | نشسته روی میز |
| | E | تمرین ۷:(۴۵*۵) | چرخش خارجی بازو | ۹۰ | ۱۸۰ | خوابیده به پهلو روی میز |
| | E | تمرین ۸:(۳۰*۴) | چرخش داخلی بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | خوابیده به پهلو روی میز |
| | F | تمرین ۹:(۳۰*۴) | اَبداکشن افقی بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | خوابیده به شکم روی میز |
| | F | تمرین ۱۰:(۳۰*۳) | اداکشن افقی بازو | ۶۰ | ۱۲۰ | خوابیده به پشت روی میز |

*** سطح سختی تمرین: A آسان، B کمی مشکل، C معمولی، D کمی دشوار، E & F دشوار ترکیبی**


www.SID.ir