نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست و دامنهٔ حرکتی شانه در زنان والیبالیست و افراد غیرورزشکار

صفورا حیدری [۱]*، علی شمسی ماجلان [۲]، حسن دانشمندی [۳]، ناهید خوش‌رفتار یزدی [۴]

۱. کارشناس ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان

۲. استادیار آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان

۳. دانشیار آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان

۴. استادیار آسیب‌شناسی و حرکت اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۶/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۳/۵

چکیده

تکرار حرکات پرتابی می‌تواند باعث تغییر تعادل قدرت عضلانی و دامنهٔ حرکتی شانهٔ ورزشکاران در مقایسه با افراد غیرورزشکار شود؛ بنابراین، هدف مطالعهٔ حاضر مقایسهٔ نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست و دامنهٔ حرکتی شانه در زنان والیبالیست و غیرورزشکار است. آزمودنی‌های تحقیق شامل ۳۰ زن والیبالیست با میانگین سنی ۲/۵۸±۲۱ سال و ۳۰ زن غیرورزشکار با میانگین سنی ۱/۱۳±۲۲ سال بودند که به‌صورت هدفمند و دردسترس انتخاب شدند. قدرت ایزومتریک با دستگاه قدرت‌سنج دستی و دامنهٔ حرکتی توسط انعطاف‌سنج لیتون اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از طریق آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و آزمون تی انجام شد. ($P\leq$۰/۰۵). در مقایسهٔ نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست مفصل شانه، در نسبت قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ داخلی به خارجی و ابداکشن به اداکشن، تفاوت معنی‌داری بین اندام برتر و غیربرتر والیبالیست‌ها، ($P\leq$۰/۰۰۱؛ $P=$۰/۰۰۲) و نیز اندام برتر دو گروه (والیبالیست و کنترل) به‌دست‌آمده ($P=$۰/۰۰۳؛$P\leq$۰/۰۰۱). در مقایسهٔ دامنهٔ‌حرکتی کاهش معنی‌داری در حرکات چرخش داخلی و اکستنشن اندام برتر ($P=$۰/۰۰۵؛$P\leq$۰/۰۰۱) و افزایش معنی‌داری در چرخشش خارجی اندام برتر والیبالیست‌ها مشاهده شد ($P=$۰/۰۲۶). یافته‌ها نشان داد که انجام حرکات تکراری در والیبالیست‌ها ممکن است در طولانی‌مدت باعث ایجاد اختلال در تعادل نسبت طبیعی قدرت و دامنهٔ‌حرکتی در مفصل شانه شود، که در صورت به‌کارنگرفتن تمرین‌های قدرتی و کششی مناسب، این بی‌تقارنی می‌تواند ورزشکار را مستعد آسیب سازد.

کلیدواژه‌ها: قدرت، آگونیست، آنتاگونیست، مفصل شانه، والیبال.

Strength ratio between agonist and antagonist muscles and range of motion of the shoulder in female volleyball players and non-athletes

Heidari., S[1]. Shamsi Majlan., A[2]. Daneshmandi., H[3]. Nahid Khoshraftar Yazdi., N[4].

1. Master of Science, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Guilan University, Iran
2. Assistant Professor, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Guilan University, Iran
3. Associate Professor , Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Guilan University, Iran
4. Assistant Professor, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi Mashhad University, Iran

Abstract

Background and Purpose: Frequent throwing Movements can change its muscular strength and range of motion balance shoulder athletes compared to non-athletes. The purpose of this study was to the comparison of strength ratio between agonist and antagonist muscles and range of motion of the shoulder in volleyball players and non-athletes. Research Method: Thirty female volleyball players (mean age±SD; 21±2.58 year) and thirty non-athletes individuals (mean age ± SD; 22±1.13 years) participated in this study. Manual muscle test (MMT) and Leighton Flexometer was respectively used for measuring the strength and ROM of the participants. Demographic information was collected through questionnaires. After determining the normal data distribution independent and paired samples T-test was used to analyze them. Results: In Compare ratio of agonist to antagonist muscle strength in the dominant and non-dominant hand volleyball players ($p\leq0.001$, $p=0.002$) As well as dominant hand in both groups (volleyball and control) ($p\leq0.001$, $p=0.003$) in the ratio of internal to external rotation and abduction to adduction strength was significant difference ($P\leq0.05$). A significant decrease in range of motion in internal rotation and extension movements of the dominant hand ($p\leq0.001$, $p=0.005$) and a significant increase in external rotation volleyball players in dominant hand was observed ($p=0.026$).Conclusion: Repeated pattern of movements in the volleyball sports for a long time causes muscle imbalance in strength and range of motion shoulder joint that in case of

*. s.parsine@yahoo.com

inadequate attention and lack of proper stretching and strengthening exercises to use, this asymmetry can make athletes prone to injury his performance will decrease

Keywords: Strength, Agonists, Antagonists, Shoulder, Volleyball.

مقدمه

سازگاری اسکلتی ورزشکاران با الگوهای حرکتی و مهارتی و بروز برخی عوارض جانبی منفی در میان ورزشکاران حرفه‌ای پدیده‌ای مهم در طب ورزش است. ورزشکاران حرفه‌ای، که سالیان زیادی در یک رشتهٔ ورزشی به فعالیت می‌پردازند و الگوی حرکتی خاصی را تکرار می‌کنند، تغییرات ساختاری عمده‌ای را در عضلات و مفاصل خود احساس خواهند کرد. از جمله این تطابق‌های منفی، عدم تعادل قدرت و کوتاهی عضلات است (۱،۲). یکی از مفاصلی که بسیار درمعرض تغییر قرار دارد مفصل شانه است. مجموعهٔ شانه یکی از متحرک‌ترین مفاصل بدن است که به‌علت استفادهٔ مکرر در طی برخی فعالیت‌ها و حرکات بالای سر، درمعرض استرس و آسیب‌های جزئی مکرر قرار می‌گیرد (۳). عضلات مفصل شانه مسئول حفظ سر استخوان بازو در مرکز حفرهٔ گلنوئید[1] در طی دامنهٔ میانی حرکت هستند؛ بنابراین، کنترل و تعادل مناسب در قدرت عضلانی و دامنهٔحرکتی نقش مهمی در حفظ ثبات این مفصل دارد (۴). مفصل شانه یکی از فعال‌ترین مفاصل در اکثر رشته‌های ورزشی از جمله والیبال است. بازیکنان والیبال با توجه به ماهیت این ورزش و محیط بازی، از ویژگی‌های جسمانی ویژه‌ای برخوردارند که نقش تعیین‌کننده‌ای در رسیدن به اوج عملکرد ورزشی و کسب موفقیت در رقابت‌های مختلف ایفا می‌کنند. از بین این ویژگی‌ها توانایی‌های بدنی، از جمله قدرت عضلانی و دامنهٔ حرکتی بازیکنان سهم زیادی در مهارت تکنیکی خود بازیکن، تاکتیک تیمی و حتی جنبه‌های روحی روانی فرد دارند (۵،۶). همان طور که اشاره شد، کاهش یا افزایش بیش از حد دامنهٔ حرکتی نیز یکی از عوامل مهم در بروز آسیب مفصل شانه است. عوامل فراوانی از جمله تغییرات قدرت عضلانی، افزایش سن، درد، برتر یا غیربرتربودن اندام و مدت‌زمان بازی در میزان این تغییرات مؤثرند (۲،۷). در بسیاری از موارد نشان داده شده که تکرار حرکات پرتابی اختلالات حرکتی در مفصل شانه ایجاد می‌کند. از جملهٔ این اختلالات، تغییر در حرکات چرخش داخلی و خارجی است که معمولاً با تغییرات قدرت عضلات چرخانندهٔ شانه در ورزشکاران دارای حرکات بالای سر همراه بوده است (۸،۹). الگوهای حرکتی و مهارتهای اختصاصی هر رشتهٔورزشی، پست‌های بازی و سازگاری‌های عضلانی- اسکلتی ناشی از آن همواره توجه محققان زیادی را به خود جلب کرده است (۱۰).

حسینی‌مهر و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای، به بررسی ریتم اسکاپولوهومرال[2] و نسبت قدرت ایزومتریک[3] عضلات آگونیست[4] به آنتاگونیست[5] شانه در بازیکنان هندبال و افراد غیرورزشکار پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که در مقایسهٔ نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست، تفاوت معنی‌داری بین شانهٔ برتر وغیربرتر افراد غیرورزشکار وجود ندارد، درحالی‌که در بازیکنان هندبال در نسبت قدرت عضلات ابداکتور[6] به اداکتور[7] تفاوت معنی‌داری بین شانهٔ برتر و غیربرتر مشاهده شد. با توجه به این نتایج، نشان داده شد که تعادل

1. Glenoid Cavity
2. Scapulohumeral Rhythm
3. Isometric Strength
4. Agonist
5. Antagonist
6. Abductor
7. Adductor

گروه‌های عضلانی شانه، به‌ویژه تعادل نسبت قدرت عضلات ابداکتور به اداکتور، در شانهٔ برتر ورزشکاران پرتاب از بالای سر که فعالیت آنها به‌صورت یک‌طرفه صورت می‌گیرد، برای جلوگیری از برهم‌خوردن ریتم اسکاپولوهومرال ضروری است (۱۱). همچنین، وانگ و کاچرن (۲۰۰۱)، در مطالعهٔ خود با هدف ارزیابی ارتباط میان تحرک‌پذیری شانه، قدرت عضلات روتیتور کاف[1] و صدمات و درد در والیبالسیت‌های نخبهٔ به این نتیجه رسیدند که عدم تعادل عضلات روتیتور کاف (نسبت چرخش‌دهنده‌های داخلی به خارجی) فاکتور مهمی در بروز آسیب‌های شانه است (۱۲). ریگان و همکاران (۲۰۰۲) معتقدند که علت اصلی سندرم‌های دردناک مکانیکی، انحراف الگوهای حرکتی از استانداردهای طبیعی کینزیولوژیک[2] آن است و تغییر در این الگوها نیز ناشی از تکرار حرکات یا قرارگرفتن طولانی‌مدت در یک وضعیت در طی فعالیت‌های روزانه یا تفریحی است. براین‌اساس، تغییرات اصلی ایجادشده در اثر تکرار حرکات به صورت غیرطبیعی به تغییر در نیرو، طول و سفتی بافت منجر می‌شود، و این تغییرات بافتی خود عامل ایجاد تغییر در تعادل قدرت عضلانی، الگوهای حرکتی مفاصل و تعامل بین آنها است و نتیجهٔ آن، آسیب‌های جزئی و به‌دنبال آن آسیب‌های کلی واردآمده به مفصل خواهد بود (۱۳). بک‌کلاوس و همکاران (۱۹۹۷)، در بررسی قدرت عضلات شانهٔ شناگران با و بدون سابقهٔ درد و ناراحتی شانه، و فالا و همکاران (۲۰۰۳)، در ارزیابی قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ داخلی شانه در بازیکنان بیسبال با و بدون علایم بی‌ثباتی، به نتایج مشابهی دست یافتند (۱۴،۱۵). ازآن‌جاکه مفصل شانه به‌طور ذاتی ناپایدار است، این حرکات همراه با بار اضافی روی آن و ماهیت حرکات اندام فوقانی در بالای سر، احتمال بروز آسیب و سازگاری‌های منفی (عدم تعادل قدرت عضلانی و دامنه حرکتی) را به مرور زمان روی مفصل شانه ایجاد می‌کند (۳،۱۶). با توجه به اینکه ورزش والیبال دارای الگوهای حرکتی تکراری بالای سر از جمله اسپک، سرویس، دفاع روی تور و... است، این سؤال پیش می‌آید که آیا این ورزش مانند دیگر فعالیت‌های ورزشی، که در آنها اندام فوقانی در بالای سر عمل می‌کند، سازگاری منفی و عدم تعادل قدرت عضلانی و انعطاف‌پذیری عضلات مفصل شانه را ایجاد می‌کند یا خیر؟ بنابراین، هدف این تحقیق، مقایسهٔ نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست و دامنهٔ حرکتی مفصل شانه در دست برتر و غیربرتر زنان والیبالیست و غیرورزشکار (مقایسهٔ درون‌گروهی) و نیز مقایسهٔ این نسبت‌ها بین اندام برتر و غیربرتر دوگروه (مقایسهٔ بین‌گروهی) بود.

روش‌شناسی

جامعهٔ آماری این پژوهش را زنان والیبالیست و غیرورزشکار استان گیلان در ردهٔ سنی ۳۰-۱۸ تشکیل دادند که از میان آنها، ۳۰ زن والیبالیست با میانگین سنی ۲/۵۸±۲۱ سال، قد ۳/۲۳±۱۶۶/۸۷سانتی‌متر، وزن ۳/۷۸±۶۱/۱ کیلوگرم و حداقل چهار سال سابقهٔ ورزش باشگاهی و ۳۰ زن غیرورزشکار با میانگین سنی ۱/۱۳±۲۲ سال، قد ۴/۲۵±۱۶۲/۳۳ سانتی‌متر و وزن ۷/۱۹±۵۹/۱ به‌صورت هدفمند و دردسترس به‌عنوان نمونهٔ آماری انتخاب شدند. انتخاب آزمودنی‌ها براساس سؤالات مندرج در فرم پرسش‌نامه (سن، سابقهٔ ورزشی،

1. Rotator Cuff
2. Kinesiology

وجود درد یا آسیب‌دیدگی در مفصل شانه و سابقهٔ جراحی در مفصل شانه) انجام گرفت. افراد با سابقهٔ جراحی در ناحیهٔ شانه، بالای سینه، بالای پشت یا بازو یا درد در ناحیه شانه و گردن به هنگام آزمایش از این تحقیق کنار گذاشته شدند. هیچ‌کدام از آزمودنی‌های تحقیق ناهنجاری شانه، گردن (سربه‌جلو و شانهٔ گرد) و در ناحیهٔ ستون فقرات پشتی (گردپشتی بیش از حد) نداشتند. برای اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک مفصل شانه از قدرت‌سنج دستی (MMT, North coast)[1] (ساخت کشور آمریکا، واحد اندازه‌گیری کیلوگرم، روایی ۹۵ درصد تا ۹۸ درصد و برای اندازه‌گیری دامنهٔ حرکتی مفصل شانه از انعطاف‌سنج جاذبه‌ای لیتون[2] (ساخت کشور آمریکا، واحد اندازه گیری درجه، روایی ۹۰ درصد تا ۹۹ درصد استفاده شد (۱۷،۱۸،۱۹).

روش اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات: همهٔ آزمون‌های عضلانی با استفاده از روش کندال (۲۰۰۵) انجام شدند (۲۰). آزمودنی‌ها قبل از انجام آزمون ۵ تا ۱۰ دقیقه گرم می‌کردند. برای هر آزمون قدرت، از آزمودنی خواسته می‌شد تا در وضعیت مناسب قرار گیرد و آموزش می‌دید که این وضعیت را حفظ کند. آزمونگر فشاری مناسب برخلاف نیروی تولیدی آزمودنی به دستگاه وارد می‌کرد و حداکثر نیروی تولیدی ثبت می‌شد. هر آزمون شامل سه انقباض ۵ ثانیه‌ای با ۳۰ ثانیه استراحت برای هر انقباض بود و میانگین تکرارها برای تحلیل‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گرفت. برای اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات چرخش‌دهندهٔ شانه، آزمودنی در وضعیت دمر روی تخت می‌خوابید و سرش را به سمت آزمون می‌چرخاند. شانه در ۹۰ درجهٔ ابداکشن قرارمی‌گرفت و بازو توسط بالشتک حمایت می‌شد. آرنج ۹۰ درجه خم و به‌صورت عمودی از تخت آویزان بود. دستگاه در ناحیهٔ قدامی- تحتانی ساعد برای حرکت چرخش داخلی و در ناحیهٔ خلفی- تحتانی ساعد برای چرخش خارجی قرار می‌گرفت و کتف توسط فرد کمکی ثابت می‌شد. آزمودنی با حداکثر نیروی خود در جهات چرخش به داخل و خارج، به دستگاه که توسط آزمونگر نگه داشته شده بود، نیرو وارد می‌کرد (۲۰) (شکل ۱).

الف) عضلات چرخش‌دهنده داخلی شانه

ب) عضلات چرخش‌دهنده خارجی شانه

شکل۱. نحوه اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات چرخش دهنده شانه

برای اندازه‌گیری قدرت ابداکشن شانه، آزمودنی روی صندلی می‌نشست و شانهٔ تحت بررسی در ۷۵ درجه ابداکشن در صفحهٔ فرونتال قرار می‌گرفت. شانهٔ آزمودنی توسط فرد کمکی ثابت می‌شد و آزمونگر با حفظ دستگاه در قسمت خارجی- تحتانی بازو، از فرد می‌خواست که با حداکثر نیرو در جهت حرکت ابداکشن به دستگاه نیرو وارد کند (۲۰). برای اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک حرکت اداکشن، آزمونگر دستگاه را در قسمت

1. Manual Muscle Test
2. Flexometer

داخلی- تحتانی بازو حفظ می‌کرد و از فرد می‌خواست که حرکت اداکشن را با حداکثر نیرو اجرا کند (۱۱) (شکل ۲).

الف) عضلات ابداکتور شانه

ب) عضلات اداکتور شانه

شکل ۲. نحوه اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات ابداکتور و اداکتور شانه

به‌منظور اندازه‌گیری قدرت فلکشن،[1] آزمودنی در وضعیت طاقباز روی تخت دراز می‌کشید، شانهٔ او از تخت آویزان بود، دستگاه بر سطح خلفی- تحتانی ساعد حفظ می‌شد و از آزمودنی خواسته می‌شد با آرنج صاف به سمت بالا نیرو وارد کند (۲۰). برای اندازه‌گیری قدرت اکستنشن[2] آزمودنی در وضعیت دمر روی تخت دراز می‌کشید، شانهٔ او از تخت آویزان بود. دستگاه بر سطح خلفی- تحتانی بازو حفظ می‌شد و از او خواسته می‌شد تا با آرنج خم به سمت بالا نیرو وارد کند (۱۱) (شکل ۳).

الف) عضلات فلکسور شانه

ب) عضلات اکستنسور شانه

شکل ۳. نحوه اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات فلکسور و اکستنسور شانه

برای اندازه‌گیری قدرت ابداکشن افقی[3] آزمودنی در وضعیت طاقباز روی تخت دراز می‌کشید، شانه و آرنج ۹۰ درجه خم بودند. آزمونگر دستگاه را در قسمت خارجی- تحتانی بازو قرار می‌داد و از فرد می‌خواست به‌سمت خارج و پایین نیرو وارد کند (۲۰). برای اندازه‌گیری قدرت اداکشن افقی[4] دستگاه در قسمت داخلی- تحتانی بازو قرار می‌گرفت و از فرد خواسته می‌شد به طرف داخل و پایین نیرو وارد کند (شکل ۴)(۱۱).

1. Flexion
2. Extension
3. Horizontal Abduction
4. Horizontal Adduction

الف) عضلات ابداکتور افقی شانه

ب) عضلات اداکتور افقی شانه

شکل ۴. نحوه اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات ابداکتور افقی و اداکتور افقی شانه

اندازه‌گیری دامنهٔ حرکتی مفصل شانه: برای اندازه‌گیری دامنهٔ حرکتی مفصل شانه در هر حرکت از روش‌های استاندارد استفاده شده است. گفتنی است که هر اندازه‌گیری در سه نوبت به‌طور متناوب تکرار شد و تمامی نتایج یادداشت شدند. میانگین اندازه‌گیری‌ها مبنای محاسبات آماری قرار گرفته است (۲،۳). برای اندازه‌گیری دامنهٔ حرکتی چرخش داخلی، خارجی، فلکشن و اکستنشن، آزمودنی پشت به دیوار، درحالی‌که شانهٔ او لبهٔ دیوار بود، می‌ایستاد. برای ثابت‌کردن مفصل شانه و جلوگیری از حرکت در مفاصل دیگر، از استرپ‌هایی در ناحیهٔ سر، سینه و باسن استفاده شد. برای اندازه‌گیری چرخش داخلی و خارجی، شانه در ابداکشن ۹۰ درجه، آرنج در فلکشن ۹۰ درجه و کف دست به‌سمت زمین قرار گرفت. انعطاف‌سنج جاذبه‌ای لیتون در ناحیهٔ میانی- خارجی ساعد بسته می‌شد و دست در طول دامنهٔ حرکتی خود به‌سمت پایین و عقب (برای چرخش داخلی) و به‌سمت بالا و عقب (برای چرخش خارجی) حرکت می‌کرد (۲،۳). برای اندازه‌گیری دامنهٔ فلکشن و اکستنشن بازوها درکنار بدن انعطاف‌سنج لیتون در قسمت خارجی- فوقانی بازو بسته می‌شد و بازو در دامنهٔ حرکتی خود تا جای ممکن، درحالی‌که کف دست روی دیوار سر می‌خورد، به‌طرف جلو و بالا (برای حرکت فلکشن) و به‌طرف عقب و پایین (برای حرکت اکستنشن) حرکت می‌کرد (۲۱،۲۲). برای اندازه‌گیری دامنهٔ ابداکشن آزمودنی به پهلو کنار دیوار می‌ایستاد، به‌طوری‌که دست و شانهٔ همان طرف در تماس با دیوار قرار داشتند. پاها کنار هم و به‌اندازهٔ عرض شانه باز و زانوها و آرنج صاف بودند. انعطاف‌سنج لیتون به قسمت خلفی- فوقانی بازو بسته می‌شد. برای شروع حرکت کف دست به کنار پا فشار وارد می‌کرد. سپس، بازو در طول دامنهٔ حرکتی خود تا جای ممکن به‌سمت خارج و بالا حرکت می‌کرد (۲۱،۲۲). از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف[1] برای تعیین طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها، از آزمون تی زوجی[2] برای مقایسهٔ نسبت قدرت و دامنهٔ حرکتی دست برتر و غیربرتر در دو گروه والیبالیست و غیرورزشکار، و از آزمون تی مستقل[3] برای تعیین معنی‌داری تفاوت‌های بین‌گروهی استفاده شد.

یافته‌ها

در مقایسهٔ نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست دست برتر و غیربرتر والیبالیست‌ها بین نسبت قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ داخلی به خارجی و ابداکشن به اداکشن تفاوت معنی‌دار بود ($P\leq ۰/۰۰۱$؛ $P=۰/۰۰۲$)،

1. Kolmogorov-Smirnov Test
2. Paired Samples T-Test
3. Independent Samples T-Test

اما در نسبت فلکشن به اکستنشن و ابداکشن افقی به اداکشن افقی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (P=۰/۳۰؛P=۰/۲۰). درحالی‌که این تفاوت‌ها در گروه غیرورزشکار در هیچ‌یک از گروه‌های عضلانی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) (جدول۱).

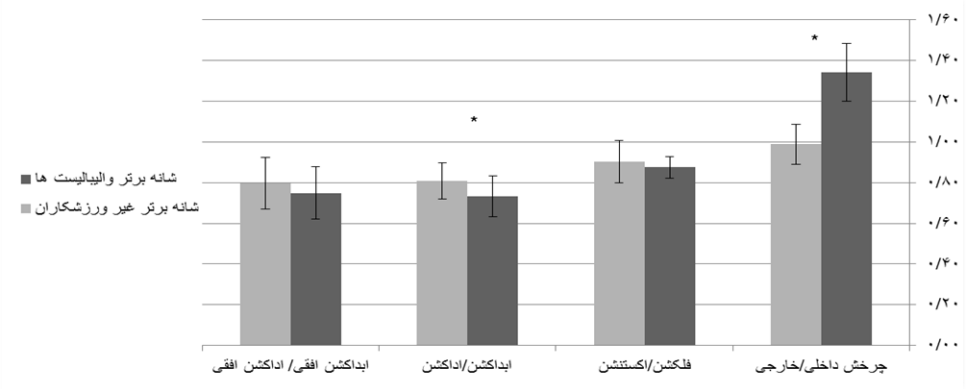
جدول۱. مقایسه نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست در اندام برتر و غیربرتر والیبالیست‌ها و غیرورزشکاران

آماره عضلات	والیبالیست‌ها						غیرورزشکاران				
	اندام	میانگین	انحراف استاندارد	درجه آزادی	T	P	میانگین	انحراف استاندارد	درجه آزادی	T	P
چرخش دخلی/خارجی	برتر	۱/۳۴۲۷	۰/۱۴۲۸	۲۹	۶/۴۴۵	≤۰/۰۰۱*	۰۱/۰۸۸۸	۰/۰۹۸۰	۲۹	-۰/۵۶۲	۰/۵۷۸
	غیربرتر	۱/۰۵۵۵	۰/۱۵۹۵	۲۹			۱/۰۱۰۴	۰/۱۴۱۲	۲۹		
فلکش/اکستنشن	برتر	۰/۸۷۴۸	۰/۵۴۲۹	۲۹	-۱/۱۹۷	۰/۳۰۱	۰/۹۰۳۵	۰/۱۰۳۹	۲۹	-۰/۶۳۵	۰/۵۳۰
	غیربرتر	۰/۸۸۸۴	۰/۱۰۳۹	۲۹			۰/۹۲۲۷	۰/۰۸۳۶	۲۹		
ابداکشن/اداکشن	برتر	۰/۷۳۱۴	۰/۱۰۰۲	۲۹	-۵/۸۳۹	۰/۰۰۲*	۰/۸۰۸۳	۰/۰۹۰۵	۲۹	-۰/۳۱۴	۰/۷۵۶
	غیربرتر	۰/۸۳۴۲	۰/۰۴۵۳	۲۹			۰/۸۱۶۹	۰/۰۸۰۲	۲۹		
ابداکشن افقی/ اداکشن افقی	برتر	۰/۷۴۸۷	۰/۱۲۷۷	۲۹	-۱/۲۹۶	۰/۲۰۵	۰/۷۹۶۲	۰/۱۲۷۲	۲۹	-۰/۷۸۴	۰/۴۳۹
	غیربرتر	۰/۷۸۷۳	۰/۰۹۷۰	۲۹			۰/۸۱۸۴	۰/۱۲۶۸	۲۹		

*سطح معنی‌داری ۰۵/≤p

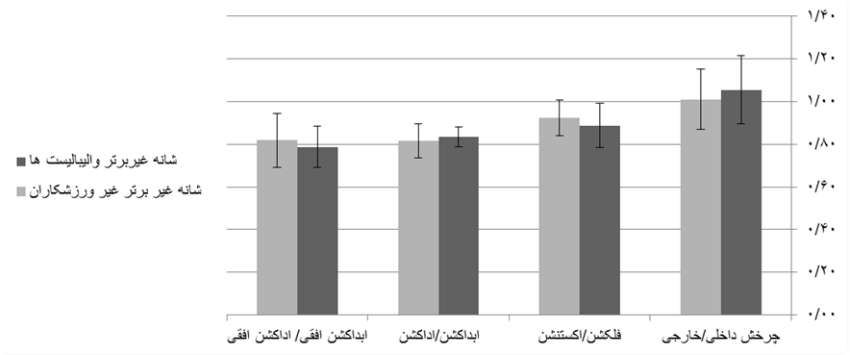
همچنین، در مقایسهٔ نسبت‌های فوق بین دوگروه والیبالیست و غیرورزشکار تنها در نسبت قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ داخلی به خارجی و ابداکشن به اداکشن اندام برتر تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد (P=۰/۰۰۳؛P≤۰/۰۰۱) (شکل۵)، درحالی‌که این تفاوت در مقایسهٔ دست غیربرتر دو گروه معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) (شکل۶).

شکل۵. مقایسه نسبت قدرت ایزومتریک عضلات آگونیست به آنتاگونیست در شانه برتر والیبالیست‌ها و غیرورزشکاران



*سطح معنی‌داری ۰۵/≤p

شکل۶. مقایسه نسبت قدرت ایزومتریک عضلاتآگونیست به آنتاگونیست در شانه غیربرتر والیبالیست‌ها و غیرورزشکاران



در مقایسهٔ دامنهٔ حرکتی اندام برتر و غیربرتر در گروه والیبالیست‌ها، کاهش معنی‌داری در حرکات چرخش داخلی و اکستنشن ($P\leq ۰/۰۰۱$) و افزایش معنی‌داری در چرخش خارجی اندام برتر ($P=۰/۰۰۱$) مشاهده شد، درحالی‌که در گروه غیرورزشکاران تفاوت معنی‌داری در دامنهٔ حرکتی دو اندام مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$) (جدول۲). همچنین، در مقایسهٔ دامنهٔ حرکتی اندام برتر دو گروه کاهش معنی‌داری در حرکات چرخش داخلی و اکستنشن ($P=۰/۰۰۵$؛$P\leq ۰/۰۰۱$) و افزایش معنی‌داری در چرخش خارجی ($P=۰/۰۲۶$)، والیبالیست‌ها در مقایسه با گروه غیرورزشکار مشاهده شد، اما این تفاوت‌ها در مقایسهٔ اندام غیربرتر دو گروه معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$).

جدول۲. مقایسه دامنه حرکتی عضلات آگونیست به آنتاگونیست در اندام برتر و غیربرتر والیبالیست‌ها و غیرورزشکاران

آماره	والیبالیست‌ها						غیرورزشکاران				
عضلات	اندام	میانگین	انحراف استاندارد	درجه آزادی	T	P	میانگین	انحراف استاندارد	درجه آزادی	T	P
چرخش داخلی	برتر	۵۵/۲۶۶۷	۴/۸۸۴۴	۲۹	-۶/۰۳۶	≤۰/۰۰۱*	۷۰/۷۶۶۷	۶/۲۳۴۹	۲۹	-۰/۳۴۵	۰/۷۳۳
	غیربرتر	۶۷/۸۰۰۰	۹/۳۰۴۸				۷۱/۳۰۰۰	۷/۳۷۲۶			
چرخش خارجی	برتر	۹۴/۵۰۰۰	۸/۷۴۴۴	۲۹	۳/۸۰۶	۰/۰۰۱*	۸۹/۷۰۰۰	۷/۴۷۰۱	۲۹	۰/۰۵۴	۰/۹۵۷
	غیربرتر	۸۶/۳۶۶۷	۸/۵۸۴۲				۸۹/۶۰۰۰	۶/۱۰۰۳			
فلکشن	برتر	۱۷۸/۵۰۰	۶/۷۷۰۹	۲۹	-۱/۰۶۷	۰/۲۹۵	۱۸۰/۰۰۰	۶/۴۱۶۵	۲۹	۱/۸۷۹	۰/۰۷۰
	غیربرتر	۱۸۰/۱۳	۷/۱۴۲۶				۱۷۷/۱۷	۸/۲۵۴۹			
اکستنشن	برتر	۳۵/۲۳۳۳	۶/۴۶۸۴	۲۹	-۴/۰۲۲	≤۰/۰۰۱*	۴۰/۱۰۰۰	۶/۵۰۳۸	۲۹	- ۰/۱۷۳	۰/۸۶۴
	غیربرتر	۴۱/۲۰۰۰۰	۶/۰۰۲۳				۴۰/۳۶۶۷	۷/۶۶۳۰			
ابداکشن	برتر	۱۷۸/۱۳	۸/۷۶۴	۲۹	۰/۴۴۷	۰/۶۵۸	۱۸۰/۰۳	۶/۹۰۵۶	۲۹	-۰/۱۳۱	۰/۸۹۷
	غیربرتر	۱۷۷/۳۷	۵/۸۲۱۹				۱۸۰/۲۰	۵/۵۳۶۰			

*سطح معنی‌داری $p\leq ۰/۰۵$

بحث

هدف مطالعهٔ حاضر، بررسی نسبت قدرت ایزومتریک عضلات آگونیست به آنتاگونیست و دامنهٔ حرکتی مفصل شانه در اندام برتر و غیربرتر زنان والیبالیست و غیرورزشکار بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در مقایسهٔ نسبت قدرت عضلات آگونیست به آنتاگونیست بین شانهٔ برتر و غیربرتر تفاوت معنی‌داری در چرخش داخلی به خارجی و ابداکشن به اداکشن والیبالیست‌ها وجود دارد، درحالی‌که در افراد غیرورزشکار نتایج مطالعهٔ حاضر مشابه مطالعهٔ حسینی‌مهر و همکاران (۱۳۹۲) بود و تفاوت‌ها معنی‌دار نبودند (۱۱). از طرفی، در مقایسهٔ نسبت فوق بین دو گروه تفاوت معنی‌داری در نسبت قدرت چرخش داخلی به خارجی و ابداکشن به اداکشن اندام برتر مشاهده شد، درحالی‌که در اندام غیربرتر این تفاوت معنی‌دار نبود. در افراد عادی، مقایسهٔ دوطرفهٔ بدن اغلب برای شناسایی نقص‌های قدرت عضلانی به‌کار می‌رود، اما در ورزشکاران دارای حرکات بالای سر چون فشار روی دست برتر قرار می‌گیرد، نمی‌توان انتظار داشت که قدرت دست برتر و غیربرتر یکسان باشد. در جمعیت‌های خاص داده‌های قدرت عضلانی اطلاعات خوبی برای برنامهٔ توان‌بخشی و پیش‌گیری از آسیب ارائه می‌کند (۸). در بررسی قدرت عضلات مجموعهٔ شانهٔ ورزشکاران پرتاب از بالای سر، بیشتر مطالعات به قدرت چرخش‌دهنده‌های داخلی و خارجی توجه داشته‌اند. مطالعات در زمینهٔ مقایسهٔ قدرت عضلات و تعادل گروه‌های عضلانی شانه نشان داده‌اند که در شناگران افزایش قدرت چرخش داخلی و ابداکشن به‌دلیل سازگاری با نیازهای ورزشی این رشته وجود دارد (۱۴). مستر (۱۹۹۱) در مطالعهٔ بازیکنان واترپلو گزارش داد که فعالیت‌های تکراری خاص رشتهٔ واترپلو شبیه حرکت پرتاب بیسبال، شوت هندبال، ضربهٔ آبشار، سرویس والیبال و رشته‌هایی است که الگوی حرکتی دست از بالای سر دارند. در تمام این ورزش‌ها، تاکید بر حرکات اداکشن و چرخش داخلی بازو است که باعث افزایش قدرت و حجم عضلات اداکتور و چرخش‌دهندهٔ داخلی می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که قدرت بازوی بازیکنان واترپلو در طرف برتر نسبت به طرف غیربرتر ۹/۴ درصد بیشتر بود، اما در گروه کنترل بین قدرت بازوی برتر و غیربرتر ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (۲۳).

از جمله ضرباتی که اغلب در ورزش والیبال استفاده می‌شود، اسپک و سرویس است. اجرای این حرکات شامل پنج فاز است: فاز اول، وایند- آپ[1] نام دارد که با ابداکشن و اکستنشن شانه شروع می‌شود و با آغاز چرخش خارجی شانه به‌پایان می‌رسد. فاز دوم یا کوکینگ[2] با آغاز چرخش خارجی شروع می‌شود و با رسیدن به حداکثر چرخش خارجی پایان می‌یابد. سومین فاز افزایش شتاب[3] است و شامل حداکثر چرخش خارجی شانه تا لحظهٔ برخورد دست با توپ است ، فاز کاهش شتاب[4] از لحظه برخورد دست با توپ آغاز می‌شود و تا زمان عمودشدن دست بر تنه ادامه می‌یابد و نهایتاً فاز پایانی یا دنبالهٔ حرکت[5] با عمودشدن دست بر تنه آغاز می‌شود و تا پایان حرکت بازو ادامه پیدا می‌کند. در تمام این مراحل نقش عضلات گرد بزرگ، سینه‌ای بزرگ، پشتی بزرگ، دالی قدامی، سرکوتاه عضلهٔ دوسر بازویی و تحت‌کتفی بسیار برجسته است. به‌دلیل ماهیت تکراری این

1. Wind-up
2. Cocking
3. Acceleration
4. Deceleration
5. Follow-Through

حرکات در ورزش والیبال، به‌نظر می‌رسد، تکرار این حرکات بر قدرت این گروه‌های عضلانی تأثیر می‌گذارد و باعث معنی‌دارشدن تفاوت نسبت قدرت چرخش داخلی به خارجی، ابداکشن به اداکشن بین افراد ورزشکار و غیرورزشکار و تفاوت نسبت قدرت در شانهٔ برتر و غیربرتر ورزشکاران خواهد شد (۲۴). در تفسیر این نتایج باید بیان کرد که قدرت عضلات آگونسیت و آنتاگونسیت مفصل شانه و نسبت بین آنها تحت‌تأثیر متغیرهای زیادی قرار دارد. رامسی و همکاران (۲۰۰۴)، با مطالعهٔ شناگران بیان کرده‌اند افزایش کمتر قدرت چرخش خارجی نسبت به چرخش داخلی به عدم تعادل عضلانی قدرت چرخش داخلی و خارجی منجر می‌شود. شاید علت این امر انقباضات تکراری درون‌گرا در طول فاز پیشروندهٔ شنا باشد که در طولانی‌مدت به قوی‌ترشدن ساختار عضلانی چرخاننده‌های داخلی نسبت به چرخاننده‌های خارجی منجر می‌شود (۱). یافته‌های مطالعهٔ حاضر با تحقیقات فورجیارینی و همکاران (۲۰۱۰) دربارهٔ تنیسورها و هورد و همکاران (۲۰۱۱) در ورزشکاران رشتهٔ بیسبال هم‌سو است که علت را افزایش قدرت عضلات چرخانندهٔ داخلی و اداکتور در پاسخ به الگوهای حرکتی و مهارتی تکراری گزارش کرده‌اند. این افزایش به بروز عدم تعادل عضلانی و تغییر در نسبت قدرت در در دست برتر گروه ورزشکار به نسبت دست غیربرتر و همچنین گروه غیرورزشکار منجر می‌شود (۲۵،۲۶). دامنهٔ طبیعی نسبت قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ خارجی به داخلی در ورزشکاران دارای حرکات بالای سر ۶۶ درصد تا ۷۵ درصد گزارش شده است (۸)، اما مطالعات دیگری نیز افزایش زیادی را نسبت به مطالعات قبلی گزارش کرده‌اند. آنها در حالت پرتاب نسبت قدرت عضلات چرخش‌دهنده را ۹۶ درصد تا ۱۰۵ درصد به‌ترتیب در دست برتر و غیربرتر گزارش کرده‌اند (۲۶).

مطالعات قبلی که دربارهٔ عدم تعادل قدرت در بیسبالیست‌های سالم انجام شدند، گزارش کردند که قدرت چرخش خارجی در دست برتر نسبت به دست غیربرتر ضعیف‌تر است (۲۷). الگوی مخالف افزایش قدرت چرخش داخلی در دست برتر مشاهده شده است. این مشابه نتایجی است که در این تحقیق به دست آمده است. در توجیه این یافته می‌توان گفت که دو گروه از عضلات عملکرد متفاوتی را در حین حرکت پرتاب انجام می‌دهند. عضلات چرخانندهٔ داخلی در مرحلهٔ شتاب حرکت پرتابی به‌صورت کانسنتریکی[1] و عضلات چرخانندهٔ خارجی به‌صورت اکسنتریکی[2] فعال می‌شوند (۲۶). هاینتون (۱۹۹۸) فعالیت عضلات چرخش‌دهندهٔ داخلی را در هنگام پرتاب نوعی تمرین پلایومتریک[3] توصیف کرد که براساس نتایج یک انقباض کانسنتریک ناگهانی (مرحلهٔ افزایش شتاب) و یک کشش حداکثری (مرحله کوکینگ) در این عضلات اتفاق می‌افتد؛ بنابراین، تفاوت در نوع انقباضات عضلانی یک منبع سازگاری ویژه عضو در قدرت عضلات در این نمونه است (۲۸). تعادل مناسب بین گروه عضلات آگونیست و آنتاگونیست باعث بهبود ثبات فعال در مفصل شانهٔ بی‌ثبات می‌شود (۲۶). نتایج این تحقیق تفاوت معنی‌داری بین میزان دامنهٔ حرکتی چرخش داخلی، خارجی و اکستنشن، هم در مقایسهٔ شانه برتر و غیربرتر والیبالیست‌ها و هم در مقایسهٔ اندام برتر دو گروه نشان داد، درحالی‌که این تفاوت‌ها در مقایسهٔ اندام برتر و غیربرتر گروه غیرورزشکار و نیز مقایسهٔ اندام غیربرتر دو گروه

1. Concentric
2. Eccentric
3. Plyometric Exercise

مشاهده نشد. مطابق نرم‌های موجود میانگین دامنهٔ حرکتی طبیعی در حرکات چرخش داخلی، چرخش خارجی و اکستنشن به‌ترتیب ۷۰، ۹۰ و ۵۳ درجه است (۲۹) نتایج مطالعهٔ حاضر برای حرکات ذکرشده، در گروه غیرورزشکار و اندام غیربرتر گروه والیبالیست با این نرم‌ها اختلاف اندک و قابل چشم‌پوشی داشتند، ولی در اندام برتر گروه والیبالیست به ترتیب به ۵۵، ۱۰۵و ۴۰ درجه تغییر پیدا کرده بود، که این تغییرات چشم‌گیر به معنی‌دارشدن اختلاف در مقایسهٔ بین اندام برتر و غیربرتر گروه والیبالیست و اندام برتر دو گروه منجر شد. این نتایج تا حدودی با نتایج تحقیقات قبلی چاندلر و همکاران (۱۹۹۰)، جانسون و همکاران (۱۹۹۲)، جانی اچ و همکاران (۲۰۱۵)، سعادتیان و همکاران (۱۳۹۲) و صاحب الزمانی و همکاران (۱۳۹۱) هم‌سو بود. در این مطالعات علت کاهش دامنهٔ حرکتی مفصل در گروه والیبالیست نسبت به گروه غیرورزشکار، افزایش قدرت و ضخامت عضلات و کوتاه و سخت‌شدن بافت‌های عضلانی پیرامون مفصل درنتیجهٔ استفادهٔ مکرر از مفصل و عضلات آن در الگوهای حرکتی یک‌طرفه و نامتعادل برای طولانی‌مدت است (۳،۱۶،۱۹،۳۰،۳۱). در نتیجه، با توجه به اینکه تمام تحقیقات فوق علت کاهش دامنهٔ حرکتی چرخش داخلی مفصل شانه را افزایش قدرت عضلات چرخانندهٔ داخلی بیان کرده‌اند، شاید بتوان گفت علت کاهش دامنهٔ حرکتی در حرکات چرخش داخلی و اکستنشن اندام برتر والیبالیست‌ها نیز افزایش قدرت این گروه از عضلات است.

ازطرفی، در این تحقیق مشاهده شد که بازیکنان والیبال در بازوی برتر نسبت به بازوی غیربرتر دامنهٔ حرکتی چرخش داخلی کمتر و چرخش خارجی بیشتری دارند که علت آن افزایش قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ داخلی و نزدیک‌کننده در حرکات شدید دست بالای سر و احتمالاً نداشتن توجه کافی به کشش اختصاصی عضلات مذکور هنگام تمرین است. مستر عقیده داشت که افزایش میزان چرخش خارجی بازو، به‌علت سازگاری اجزای کپسولی مفصلی شانه و عضلات اطراف آن با چرخش خارجی شدید در تمرین‌های پرتابی هنگام رشد است. به‌نظر می‌رسد علت کاهش دامنهٔ چرخش داخلی و اکستنشن در شانه والیبالیست‌ها، افزایش قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ داخلی و اکستنسور بازو برای تولید گشتاور بیشتر در این حرکات است. همچنین، میزان چرخش خارجی شانه در این ورزشکاران، توانایی افزایش میزان انقباض برون‌گرا (اکسنتریک) در عضلات چرخانندهٔ بازو و کشش دوبارهٔ بعد از کشش غیرفعال مفصل شانه را افزایش می‌دهد که هر دو این عوامل می‌توانند ورزشکاران را با مشکلاتی مواجه کنند (۲۲). همان‌طور که اشاره شد، عضلات چرخش‌دهندهٔ داخلی و خارجی شانه، نقش بسیار مهمی در فراهم‌کردن ثبات و قابلیت حرکتی مفصل شانه بازی می‌کنند (۳۲). ازاین‌رو، ضعف و عدم تعادل این دسته از عضلات در گسترش بسیاری از آسیب‌ها دخیل دانسته شده است (۳۵-۳۳). عدم تعادل میان قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ مفصل گلونوهمورال، اغلب با مشکلات ناشی از پرکاری مرتبط است (۳۶). قدرت عضلات چرخش‌دهندهٔ شانه در بهبود عملکرد و سازوکارهای حفاظتی مفصل شانه در ورزشکاران دارای الگوهای حرکتی دست بالای سر اهمیت خاصی دارد (۳۷). ضعف و عدم تعادل عضلات چرخش‌دهنده خستگی مزمن عضلات را به‌دنبال خواهد داشت به‌طوری‌که قدرت کافی جهت کنترل و ثبات مفصل از دست داده و زمینه جهت بروز آسیب‌های بعدی فراهم می‌شود (۳۸،۳۹). به همین دلیل، در

این مطالعه و برخی از مطالعات دیگر به بررسی ویژگی‌های قدرت این دسته از عضلات مخصوصاً در ورزشکاران مذکور پرداخته شد تا با شناخت دقیق‌تر آنها بتوان ورزشکاران در معرض خطر را شناسایی کرد (۳۵،۳۹). بنابراین، با توجه به نتایج این تحقیق و تحقیقات پیشین، درجه‌هایی از عدم‌تقارن در دست برتر و غیربرتر ورزشکاران والیبالیست مشاهده شد که در صورت توجه ناکافی و به‌کارنگرفتن تمرین‌های کششی بر عضلاتی که دچار افزایش قدرت شده‌اند و تمرینات قدرتی مناسب عضلات مخالف آنها، این بی‌تقارنی می‌تواند ورزشکار را مستعد آسیب سازد و کارایی او را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق و یافته‌های مطالعات پیشین در باب ارتباط میان عدم تقارن قدرت عضلانی و ایجاد آسیب در ورزشکاران، می‌توان نتیجه گرفت که غربال ورزشکاران و جمع‌آوری اطلاعات دربارهٔ سیستم اسکلتی– عضلانی آنان می‌تواند به بهبود عملکرد ورزشکاران و جلوگیری از آسیب‌دیدگی آنان کمک کند (۳۲). به‌طورکلی، یافته‌های تحقیق حاضر بر ضرورت طراحی و اجرای برنامه‌های کششی و قدرتی اختصاصی برای هر یک از رشته‌های ورزشی و پست‌های اختصاصی آنان تأکید دارد و نشان می‌دهد که چگونه مربیان و پزشک‌یاران می‌توانند با آگاهی از نسبت‌های مناسب قدرت در گروه عضلات آگونیست و آنتاگونیست و گونیامتری به غربال ورزشکاران بپردازند و در کاهش عوارض و افزایش کارایی آنان مؤثر واقع شوند.

قدردانی و تشکر

نویسندگان از همهٔ افرادی که به منزلهٔ نمونه وارد این مطالعه شدند و انجام این تحقیق را ممکن کردند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Ramsi, M., Swanik, K., Swanik, C., Straub, S., Mattacola, C. (2004). Editorial shoulder-rotator strength of high school swimmers over the course of a competitive season. J Sport Rehabilitation. 13(1): 9-18.
2. Daneshmandi, H., Rahmaninia, F., Esmaili, S. (2005). Comparative studies on athlete's shoulder range of motion and it relationship with his sport history and post. Journal of Olympic. 29(1): 29-40.
3. Sahebozamani, M., Sharifian, E., Daneshmandi, H., Dehnavi, H. (2013). Comparison between shoulder strength ratio and shoulder internal to external rotation range of motion in Zurkhaneh athletes and non-athletes subjects. J Res Rehabil Sci. 9(1): 84-93. [Persian].
4. Roberto, L., Peter, K., Benjamin, M. (2008). Shoulder biomechanics. Eur J Radiol. 68(4): 16-24.
5. Marques, M., vanden, c., Tillaar, R., Gabbett, T., Reis, V., González-Badillo, J. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. J Strength Cond Res. 23(4): 1106-11.
6. Mario, A., Juan, J., Darlene, A. (2006). In-Season Resistance Training for Professional Male Volleyball Players. J Strength Cond Res. 20(6): 16-27.
7. Wilkin, L., Haddock, B. (2006). Isokinetic strength of collegiate baseball pitchers during a season. J Strength Cond Res. 20(4): 829-32.
8. Wilk, K., Meister, K., Andrews, I. (2002). Current Concepts in the Rehabilitation of the Overhead Throwing Athlete. Am J Sports Med. 30(5): 136-51.
9. Thomas, S., Swanik, K., Swanik, C., Huxel, K. (2009). Glenohumeral rotation and scapular position adaptations after a single high school female sports season. Journal of athletic training. 44(3): 230-38.
10. Sahrmann, S. (2002). Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. Missouri, MO: Mosby. 24(2): 125-53.
11. Hosseinimehr, H., Anbarian, M., Khosravi, M. (2014). The Survey of Scapulohumeral Rhythm and Isometric Strength ratio of Shoulder Agonist to Antagonist Muscles in Handball Players and Non-athletes. Studies in Sport Medicine. 14(7): 15-30, [Persian].
12. Wang, H., Cochrane, T. (2001). Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. J Sports Med Phys Fitness. 41(3): 403-10.

13. Reagan, K., Meister, K., Horodyski, M., Werner, D., Carruthers, C., Wilk, K. (2002). Humeral retroversion and its relationship to glenohumeral rotation in the shoulder of college baseball players. Am J Sports. 30(3): 354-60.
14. Bak, K., Magnusson, S. (1997). Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. Am J Sports Med. 25(4): 454-9.
15. Falla, D., Hess, S., Richardson, C., (2003), Evaluation of shoulder internal rotator muscle strength in baseball players with physical signs of Glenohumeral joint instability, Br J SportsMed, 37, 430-2.
16. Chandler, T., Kibler, W., Uhl, T., Wooten, B., Kiser, A., Stone, E. (1990). Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. Am J Sports Med. 18(2): 134-6.
17. Mofidi, A., Sahebozamani, M., Sharifian, E. (2012). Spinal curves and relationship between curves with specialized movements of Bastanikaran. Olympic quarterly. 19(4): 105-12.
18. Roy, J., MacDermid, J., Orton, B., Tran, T., Faber, K., Drosdowech, D. (2009). The concurrent validity of a hand-held versus a stationary dynamometer in testing isometric shoulder strength. J Hand Ther. 22(4): 320-6.
19. Saadatian, A., Sahebozamani, M., Mohamadipour, F. (2013). Comparison of internal-to-external ratios of strength rotation and ROM rotation in injured and healthy professional male handball players. J Res Rehabil Sci. 9(7): 1232-1243, [Persian].
20. Kendall, F., McCreary, E., Provance, P., Rodgers, M., Romani, W. (2005). Muscles: Testing and Function, with Posture and Pain. Physiccal Therapy in Sport. 22(5): 120-6.
21. Bloomfield, J., Aekland, T., Ellioitt, B. (1995). Applied anatomy and biomechanic in sport. Blackwell Scientific Publications. 20(4): 234-40.
22. Leighton, J. (1995). An instrument and technic for the measurement of range of motion. Arch of Phy, med & Reh. 40(4): 125-30.
23. Master, W., Long, S., Caiozzo., V.(1992). Shoulder torque changes in the swimming athlete. The American Journal of Sports Medicine. 20(3): 323-327.
24. Wilk, K., Relnold, M. Andrews., J. (2009). The Athletes Shoulder. Copyright by Churchill Livingstone, an imprint of Elsevier Inc. 27(3): 392-4.
25. Foorgiarini, M., Gracitelli, G., Silvaa, R., Laurinoa, C., Fleury, A., Andrade, M., Silvab, A. (2010). Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. Physiccal Therapy in Sport. 1(11): 8-11.
26. Hurd, W., Kevin, M., Eiattrache, N., Jobe, F., Morry, B., Kaufman, K. (2011). A Profile of Glenohueral Internal and External Rotation Motion In The Uninjured High School Baseball Pitcher. Part II: Strength. Journal of Athletic Training. 46(3): 289-295.
27. Donatelli, R., Ellenbecker, T., Ekedahl, S., Wilkes, J., Kocher, K., Adam, J. (2000). Assessment of shoulder strength in professional baseball pitchers. J Orthop Sports Phys Ther. 30(9): 544–51.
28. Hington., L. (1998). Glenohumeral joint: internal and external rotation of motion in javelin throwers. British Journal of Sports Medicine. 32(3): 226–228.
29. Tondnevis., f. (2000). kinesiology. Tarbiat Moallem university publishing. 5: 40-41.
30. Johnson, L. (1992). Patterns of shoulder flexibility among college baseball players. J Athl Train. 27(1): 44-9.
31. Guney, H., Harput, G., Colakoglu, F., Baltaci, G. (2015). Glenohumeral internal rotation Ddeficit affects functional rotator strength ratio in adolescent overhead athletes. Journal of Sport Rehabilitation. 25(1): 52-57.
32. Ebaugh, D., Spinelli, B. (2010). Scapulothoracic motion and muscle activity during the raising and lowering phases of an overhead reaching task. Journal of Electromyography and Kinesiology. 20(2):199-205.
33. Borgmastars, N., Paoovola, M., Remes, V., Lohman, M., Vastamaki, M. (2010). Pain relief, motion, and function after rotator cuff repair or reconstruction may not persist after 16 years. Clinical Orthopaedics and Related Research. 468(10): 2678-2689.
34. Tyler, F., Nahow, C., Nicholas, J., McHugh, P. (2005). Quantifying shoulder rotation weakness in patients with shoulder impingement. J of shoulder and Elbow Surg. 6(14): 570-574.
35. Labriola, E., Lee, Q., Debski, E., McMahon, J. (2005). Stability and instability of the Glenohumeral joint: Thr role of shoulder muscles. J Shoulder Elbow Surg. 15(14): 32-38.
36. Koh, S., Lee, C., Healy, C. (2007). MRI of overuse injury in elite athletes. J of Clinical Radiology. 62:1036-1043.
37. Dale, B., Kovaleski, E., Ogletree, T., Heitman, J., Norrell, M. (2007). The Effects Of Repetitive Overhead Throwing On Shoulder Rotator Isokinetic Work-Fatigue. J Of Sports Physical Therapy. 2(2): 74-80.
38. Gates, H., Dingwell, B. (2010). Muscle fatigue dose not lead to instability of upper extremity repetitive movements. J Biomech. 43 (5): 913-919.
39. Niederbracht, Y., Shim, L. (2008). Concentric Internal and eccentric external fatigue resistance of the shoulder rotator muscles in female tennis players. J Of Sports Physical Therapy. 2(3): 89-94.