



Original Article

Comparison of Isokinetic Strength of Shoulder Rotator Muscles Among Volleyball Players with and without Scapulae Dyskinesia

Gholamreza Norouzi¹, Hooman Minoonejad², Mahdiah Akoochakian³ 

1. Tehran University

2. Department of Health & Sport Medicine Faculty of Physical education & Sport Sciences University of Tehran,

3. Faculty member, University of Tehran, Kish International Campus.

Received: 18/04/2023, Revised: 13/06/2023, Accepted: 25/10/2023

* Corresponding Author: Mahdiah Akoochakian, Tel: 09124983382, E-mail: makoochakian@ut.ac.ir

How to Cite: Norouzi, G. R; Minoonejad, H; & Akoochakian, M. (2024). Comparison of Isokinetic Strength of Shoulder Rotator Muscles Among Volleyball Players with and without Scapulae Dyskinesia. Sport Medicine Studies, 16(39), 97-109. In Persian.

Extended Abstract

Background and Purpose

Scapular dyskinesia (SDK) is defined as any abnormal increase or decrease in linear or angular scapular movement across the three planes of motion (1). It is commonly seen in overhead athletes and workers (2). The clinical diagnosis of scapular dyskinesia can be challenging and often depends on observational assessment (3). Kibler et al. classified scapular position and movement into four patterns: prominence of the inferior angle of the scapula (pattern I), prominence of the medial border of the scapula (pattern II), abnormal scapular upward rotation/elevation (pattern III), and normal movements (pattern IV) (4). Challoumas et al. (2016) reported that volleyball athletes commonly experience issues such as muscle imbalances, deficits in the internal rotation range of motion, and increased external rotation range in the upper limb as their skill level improves. The purpose of this study is to investigate the isokinetic strength of the shoulder's internal and external rotator muscles in volleyball players with and without scapular dyskinesia. Materials and Methods

Thirty volleyball players aged 18 to 25, with experience playing in one of the top three leagues, were selected through non-random and purposive sampling. They were then divided into two groups: 15 players with scapular dyskinesia and 15 players without scapular dyskinesia. Individuals were



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

included in the study if they self-reported anterolateral shoulder pain lasting for at least four weeks, experienced pain during active arm elevation, had scapular dyskinesia (SDK), and demonstrated an active shoulder flexion range of motion of approximately 150°. Participants were excluded if they had a history of surgery or fractures in the upper limbs, neck-related pain reproduced by Spurling's or cervical quadrant tests, recurrent glenohumeral joint dislocations within the past two years, or shoulder pain elicited by the Upper Limb Tension Test. All players were informed of the research objectives and methodology, and they provided written consent to participate. This cross-sectional study was approved by the Human Research Ethics Committee of Tehran University (IR.UT.SPORT.REC.1402.040).

All Subjects were evaluated by an experienced physical therapist. Scapular position and movement patterns were assessed using Kibler's method during shoulder elevation and lowering (1). The assessment was considered positive for scapular dyskinesia if one of the three patterns—excessive prominence of the inferior angle (pattern I), medial border (pattern II), or abnormal upward rotation/elevation of the scapula (pattern III)—was observed in 3 out of 5 trials.

An isokinetic dynamometer system was used to measure the maximum concentric torque of the shoulder internal rotators and the maximum eccentric torque of the shoulder external rotators during 90° arm abduction at speeds of 60 and 120 degrees per second. For the evaluation at the 90-degree abduction angle, the dynamometer was set to 0 degrees of rotation, with a 50-degree dynamometer tilt, 0 degrees of chair rotation, and 0 degrees of chair back tilt. SPSS 26.0 software was used for data analysis. The data was analyzed using MANOVA test with the significance level $\alpha \leq 0.05$. Bonferroni corrections were used to adjust for multiple pair-wise comparisons.

Findings

The results of the independent t-test showed no significant differences between the groups, indicating that they were homogeneous in terms of demographic data. The results of the Shapiro-Wilk test confirmed a normal distribution of the data, and Levene's test demonstrated the homogeneity of variance between the groups. The results of the multivariate analysis of variance on the variables of isokinetic concentric torque of internal rotators and isokinetic eccentric torque of external rotators at speeds of 60 and 120 degrees per second showed statistically significant findings. The Pillai's Trace value was 0.72, Wilks' Lambda was 0.27, the Hotelling-Lawley Trace was 2.66, Roy's Maximum Root was 10.20, and the associated F-value was significant at 0.001 level. These results indicate significant differences between the two groups in terms of the studied variables. The results of the Bonferroni test indicated a significant difference between the groups in terms of the maximum eccentric torque of the external rotators and the functional strength of the dominant shoulder. However, there was no significant difference between the groups in terms of the maximum concentric torque of the internal rotators (as shown in Table 1).

Table 1. Result of internal and external rotators torques and functional strength between with and without scapulae dyskinesia

Variable	Speed (degree/Second)	Mean±SD		F	P value	η ²
		with scapulae dyskinesia	with scapulae dyskinesia			
concentric torque of internal rotators	60	56.80±3.74	56.13±3.79	0.23	0.63	0.008
	120	53.40±3.90	53.86±4.42	0.094	0.76	0.003
Eccentric torque of external rotators	60	37.27±4.08	45.73±3.05	42.30	0.000*	0.60
	120	35.53±3.64	44.27±3.19	48.73	0.000*	0.63
functional strength (external rotators/ internal rotators)	60	0.65±0.05	0.81±0.06	58.43	0.000*	0.67
	120	0.66±0.04	0.82±0.09	37.72	0.000*	0.57

SD, standard deviation.

*Main effect between dyskinesia pattern and normal pattern (P < .05).

Conclusion

Considering the results of the present study, which showed that the external rotator muscles of the dominant shoulder in volleyball players with scapular dyskinesia exhibited lower maximum eccentric torque compared to those without dyskinesia, it can be concluded that the group with scapular dyskinesia also demonstrated reduced functional strength in their dominant shoulder. This suggests that volleyball players with scapular dyskinesia have greater deficits in muscle balance between the internal and external rotators of their shoulder. Specifically, these individuals likely experience a deficit in the eccentric strength of their external rotator muscles, which contributes to a decrease in the overall functional strength of their shoulder.

Keyword: Dyskinesia, Volleyball, Isokinetic



مقایسه قدرت ایزوکتیک عضلات چرخاننده مفصل شانه والیبالیست‌های با و بدون دیسکنزی کتف

غلامرضا نوروزی^۱، هومن مینونژاد^۲، مهدیه آکوچکیان^۳ 

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران

۲. استادیار، گروه بهداشت و طب ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران

۳. استادیار، عضو هیئت علمی، دانشگاه تهران، پردیس بین‌المللی کیش.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۹، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۰۳/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۳

* Corresponding Author: Mahdiah Akoochakian, Tel: 09124983382, E-mail: makoochakian@ut.ac.ir

How to Cite: Norouzi, G. R; Minoonejad, H; & Akoochakian, M. (2024). Comparison of Isokinetic Strength of Shoulder Rotator Muscles Among Volleyball Players with and without Scapulae Dyskinesia. Sport Medicine Studies, 16(39), 97-110. In Persian.

چکیده

تغییر کینماتیک طبیعی کتف و ریتم اسکوپولا-همورال، منجر به ایجاد دیسکنزی کتف می‌گردد. دیسکنزی کتف، بعنوان وضعیت و حرکت غیرطبیعی کتف تعریف می‌شود. شیوع بالای دیسکنزی کتف در بین والیبالیست‌ها و نقص عملکرد عضلانی ناشی از آن در این ورزشکاران، باعث شده است که تحقیق حاضر در پی بررسی قدرت ایزوکتیک چرخاننده‌های داخلی و خارجی شانه برتر والیبالیست‌های با و بدون دیسکنزی بود. تعداد ۳۰ والیبالیست ۱۸ تا ۲۵ ساله با تجربه بازی در یکی از سه لیگ برتر کشور (لیگ برتر، لیگ دسته یک، لیگ امید)، به صورت غیر تصادفی و هدفمند انتخاب و به دو گروه ۱۵ نفری با و بدون دیسکنزی کتف تقسیم شدند. برای اندازه‌گیری حداکثر گشتاور کانستریک عضلات چرخاننده داخلی و اکستریک عضلات چرخاننده خارجی شانه در وضعیت ۹۰ درجه آبداکشن بازو با سرعت های ۶۰ و ۱۲۰ درجه بر ثانیه، از دینامومتر ایزوکتیک استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس چند متغیره در سطح معناداری $\alpha \leq 0.05$ تحلیل شدند. نتایج نشان دادند حداکثر گشتاور اکستریک چرخاننده‌های خارجی و قدرت عملکردی شانه برتر گروه والیبالیست‌های با دیسکنزی کتف به طور معناداری کمتر بود. این در حالی بود که گروه‌ها از لحاظ حداکثر گشتاور کانستریک چرخاننده‌های داخلی تفاوت معناداری باهم نداشتند. بنابراین، والیبالیست‌های با دیسکنزی کتف، دچار نقص بیشتری در تعادل عضلانی بین چرخاننده‌های داخلی و خارجی شانه خود هستند. به گونه‌ای که این افراد احتمالاً در قدرت اکستریک عضلات چرخاننده خارجی شانه خود دارای نقص بوده و این نقص، منجر به کاهش قدرت عملکردی شانه آن‌ها می‌شود.

واژگان کلیدی: دیسکنزی، والیبال، ایزوکتیک



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

مقدمه

از مهم‌ترین نقش‌های کتف در عملکرد طبیعی شانه می‌توان به عمل کردن به‌عنوان بخش دارای ثبات برای مفصل دوری بازویی، فراهم کردن حرکات سه‌بعدی با انجام چرخش بالایی، تیلت خلفی و جانبی به‌منظور بالا بردن زائده آخرومی و باز کردن فضای تحت آخرومی و عمل کردن به‌عنوان ارتباط‌دهنده زنجیره حرکتی پروگزیمال به دیستال اشاره نمود (۱-۴). کتف به صورت مداوم و متناسب با حرکات شانه، تغییر وضعیت می‌دهد (۵). این هماهنگی در تغییر وضعیت، ریتم اسکپولا-همورال^۱ نامیده می‌شود (۶). هنگامی که کینماتیک طبیعی کتف که شامل ریتم اسکپولا-همورال می‌شود تغییر کند، دیسکنزی کتف^۲ رخ خواهد داد. دیسکنزی کتف به‌عنوان وضعیت و حرکت غیرطبیعی کتف تعریف شده است (۷). تشخیص بالینی دیسکنزی کتف کمی سخت است و بر اساس ارزیابی مشاهده‌ای انجام می‌شود (۸). کیبلر^۳ و همکاران، معروف‌ترین روش دسته‌بندی دیسکنزی را تاکنون ارائه داده‌اند (۷). این دسته‌بندی، به صورت مداوم با استفاده از وزنه، ضبط تصویر و اینکلاینومتر، در حال اصلاح شدن است (۹). کیبلر و همکاران، وضعیت و حرکت کتف را به صورت چهار الگوی حرکتی دسته‌بندی کردند. این الگوها شامل برجستگی حاشیه تحتانی کتف، برجستگی حاشیه داخلی کتف، برجستگی حاشیه فوقانی کتف و الگوی متقارن هستند (۱۰). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که شیوع دیسکنزی کتف در میان ورزشکاران بالای سر^۴ با ۶۱ درصد، به صورت معناداری بیشتر از ورزشکاران غیر بالای سر (۳۳ درصد) است (۹). محققان، بالا بودن میزان شیوع دیسکنزی در ورزشکاران بالای سر و پرتابی را به اتکای زیاد این افراد به حرکات یکطرفه بالاتنه مرتبط می‌دانند (۹).

لازم به ذکر است که بررسی سازگاری بیومکانیکی مختص رشته ورزشی، از جمله زمینه‌های مورد علاقه پژوهش‌های انجام شده در رشته‌های ورزشی بالای سر است (۱۱). چالوماس^۵ و همکاران (۲۰۱۶) در یک مرور سیستماتیک، بیان داشتند که عدم تعادل عضلانی، نقص دامنه حرکتی چرخش داخلی^۶ و افزایش دامنه چرخش خارجی^۷ اندام برتر، از مهم‌ترین مؤلفه‌های سازگاری بیومکانیکی رشته ورزشی والیبالیست‌ها هستند. ورزشکاران این رشته با افزایش مهارت ورزشی، با این موارد روبرو خواهند شد (۱۱). تحقیق حاضر، با مطالعه قدرت عضلات چرخاننده داخلی و خارجی، بر مؤلفه عدم تعادل عضلانی تمرکز کرده است. بسیاری از محققان تلاش کرده‌اند تا با استفاده از ارزیابی‌های قدرت به صورت ایزومتریک با استفاده از داینامومتر دستی و ارزیابی ایزوکتیکی قدرت عضلانی، عدم تعادل عضلانی بین چرخش‌دهنده‌های داخلی و خارجی اندام برتر و غیربرتر والیبالیست‌ها را بررسی کنند (۱۲-۱۳). به طور سنتی، تعادل قدرت عضلانی شانه بر اساس نسبت حداکثر گشتاور عضلات چرخاننده خارجی شانه در حالت کانسنتریک نسبت به حداکثر گشتاور عضلات چرخاننده داخلی در حالت کانسنتریک تعریف می‌شد. این نسبت به عنوان تعادل سنتی قدرت عضلانی شانه تعریف می‌شد (۱۴). اما این نسبت، نقش اکسنتریک عضلات آنتاگونیست را حین حرکت اندام فوقانی نادیده می‌گرفت (۱۵). به عنوان مثال، در مرحله شتاب ضربه به توپ، عضلات چرخاننده داخلی به صورت کانسنتریک فعال می‌شوند. در حالی که هنگام مرحله کاهش شتاب، عضلات چرخاننده خارجی برای کاهش سرعت حرکت و جلوگیری از حرکت انتقالی سر بازو، به صورت اکسنتریک فعال می‌شوند. تعادل بین عملکرد

1. Scapular humeral rhythm (SHR)

2. Scapular Dyskinesis

3. Kibler

4. Overhead

5. Challoumas

6. Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD)

7. External Rotation Gain (ERG)

عضلانی می‌تواند از طریق قدرت عملکردی بدست آید. این قدرت حاصل نسبت حداکثر گشتاور اکسنتریک چرخاننده‌های خارجی به حداکثر گشتاور کانسنتریک چرخاننده‌های داخلی می‌باشد و در حین حرکت بازو محاسبه می‌شود (۱۵). بسیاری از مطالعات بیان داشته‌اند که نسبت عملکردی با ثبات پویای مفصل و حفظ مرکز سر بازو در وضعیت مناسب ارتباط دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد به منظور طراحی برنامه‌های توانبخشی شانه و برنامه‌های پیشگیری از آسیب شانه والیبالیست‌های با دیسکنزی، ارزیابی تعادل عضلانی به صورت عملکردی از ارزش بیشتری برخوردار است (۱۵).

بر اساس نتایج مطالعه مرور سیستماتیک انجام شده توسط کالاموس و همکاران (۲۰۱۶)، تمامی مطالعات تأیید کرده‌اند که قدرت چرخش‌دهنده‌های داخلی اندام برتر والیبالیست‌ها نسبت به اندام غیربرتر آن‌ها بیشتر است. اما اطلاعات متناقضی در مورد قدرت چرخش‌دهنده‌های خارجی وجود دارد. چند مطالعه نشان داده‌اند که قدرت چرخش‌دهنده‌های خارجی اندام برتر نسبت به اندام غیربرتر مشابه است و تعداد معدودی مطالعات هم بیشتر یا کمتر بودن قدرت چرخش‌دهنده‌های خارجی اندام برتر را گزارش کرده‌اند. نتایج ارزیابی‌های ایزوکنتیکی نشان می‌دهد که نسبت قدرت چرخش‌دهنده‌های خارجی به چرخش‌دهنده‌های داخلی شانه برتر والیبالیست‌ها در حالت‌های کانسنتریک و اکسنتریک کاهش یافته است.

با وجود شیوع بالای دیسکنزی در ورزش‌های بالای سر، به ویژه والیبال، و تأیید وجود سازگاری‌های بیومکانیکی مختص این رشته ورزشی، تعداد محدودی از مطالعات به طور همزمان به بررسی این دو مشکل پرداخته‌اند (۱۶). بنابراین، هدف از این مطالعه، مقایسه قدرت ایزوکنتیک عضلات چرخاننده مفصل شانه والیبالیست‌های با و بدون دیسکنزی می‌باشد.

روش کار

بررسی حاضر، یک مطالعه علی مقایسه‌ای است که در آن ۳۰ والیبالیست در سنین ۱۸ تا ۲۵ سال با تجربه بازی در یکی از سه لیگ برتر کشور (لیگ برتر، لیگ دسته یک، لیگ امید)، به صورت غیر تصادفی و هدفمند انتخاب و به دو گروه ۱۵ نفری با و بدون دیسکنزی کتف تقسیم شدند. در ابتدا، هدف کلی و روش انجام مطالعه برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. در صورت تمایل فرد به شرکت در مطالعه، پس از امضای فرم رضایت‌نامه، معاینات لازم انجام می‌پذیرفت. ملاک‌های ورود به تحقیق شامل داشتن دیسکنزی کتف بر اساس نتایج آزمون پویای دیسکنزی کتف^۱ برای گروه تجربی، سابقه باز در یکی از سه لیگ برتر والیبال کشور در طی سه سال اخیر، داشتن دامنه حرکتی بیشتر از ۱۵۰ درجه و نمره درد متوسط بر اساس آزمون واس^۲ برای هر دو گروه بود. ورزشکارانی که سابقه شکستگی یا جراحی قبلی در اندام فوقانی در طی یک سال گذشته، سابقه دررفتگی‌های مکرر مفصل گلهومورال در خلال دو سال گذشته، یا داشتن درد مرتبط با گردن بر اساس آزمون تحریک کننده اسپورلینگ^۳ داشتند، از تحقیق حذف می‌شدند.

ملاحظات اخلاقی

پس از ارائه توضیحات شفاهی و کتبی درباره اهداف و روش تحقیق، ورزشکارانی که مایل به شرکت در تحقیق بودند، فرم رضایت‌نامه شرکت در مطالعه را امضا می‌کردند. لازم به ذکر است این تحقیق بخشی از یک پروژه تحقیقاتی بزرگ است که توسط کمیته اخلاق دانشگاه تهران تأیید شده است.

-
1. SDTs
 2. VAS
 3. Spurling's

پس از امضاء کردن فرم رضایت‌نامه، از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد که برای ارزیابی پویای دیسکنزی کتف، پیراهن خود را درآوردند (شکل ۱). دستورالعمل مربوط به بالا بردن بازوها در صفحه کتفی با دنبال کردن یک خط هدف و با یک سرعت یکسان به آزمودنی‌ها آموزش داده می‌شد. ابتدا، در یک وضعیت ایستاده، آزمودنی‌ها اجازه داده می‌شدند تا دست‌ها در حالت آرنج صاف در کنار بدن آویزان شوند. سپس، از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد که در حالیکه دمبل‌ها در دست خود داشته و شست آن‌ها به سمت بالا باشد، دست‌های خود را به سه شماره (که توسط مترونوم نواخته می‌شد) تا انتهای دامنه حرکتی بالا برده و با سه شماره به وضعیت شروع پایین آورند. میزان وزن دمبل در هر دست براساس توانایی آزمودنی‌ها در بالا بردن دست‌ها بدون حس ناراحتی (3 < نمره واس) در حین حرکت، از ۱/۵ یا ۲/۵ کیلوگرم انتخاب می‌شد. برای ارزیابی، آزمودنی‌ها هر دو دست خود را پنج بار بالا و پایین می‌آوردند. یک ارزیاب که دارای مدرک پزشکی ورزشی بوده و ۲۵ سال سابقه بالینی و تحقیقاتی داشت، به حرکات مورد آزمایش بدون هر گونه بحثی و آموزشی نمره می‌داد. اگر در حداقل سه تلاش از پنج تلاش، ارزیاب متوجه الگوی غیر طبیعی می‌شد، آن الگو به عنوان الگوی غیر طبیعی نمره داده می‌شد. درجه بندی براساس دسته‌بندی وضعیت کتف و الگوی حرکتی در چهار الگوی اصلی هنگام ارزیابی تعیین می‌شد (۸ و ۹). الگوی برجستگی زاویه تحتانی کتف (الگوی اول) نشان‌دهنده این بود که زاویه تحتانی کتف، خواه در حالت استراحت یا حین حرکات پویا، به صورت خلفی از قسمت قفسه سینه جدا می‌شود. الگوی برجستگی حاشه داخلی کتف (الگوی دوم) نشان‌دهنده این بود که حاشیه داخلی کتف، خواه در حالت استراحت یا حین حرکات پویا، به صورت خلفی از قسمت خلفی قفسه سینه جدا می‌شود. الگوی برجستگی حاشیه فوقانی کتف یا ریتم نامناسب کتفی بازویی (الگوی سوم) نشان‌دهنده بالا رفتن زود هنگام یا حرکات غیر کافی یا بیش از حد کتف در خلال حرکات شانه بود. در خلال ارزیابی، اگر کتف حداقل حرکت را در خلال ۶۰ درجه ابتدایی از بالا بردن بازو انجام می‌داد و سپس حین مرحله بالا بردن، به طور نرم به چرخش بالایی می‌رفت و در نهایت در حین مرحله پایین آمدن، چرخش پایینی را به طور نرم انجام می‌داد، الگوی کتف توسط ارزیاب به عنوان الگوی طبیعی تشخیص داده می‌شد (۹) (شکل ۱).



شکل ۱- آزمون ارزیابی پویای کتف برای ارزیابی دیسکنزی کتف

برای ارزیابی قدرت چرخش داخلی و خارجی، از دینامومتر ایزوکنتریک سایبکس هیومک نورما^۱ استفاده شد. این دستگاه برای اندازه‌گیری قدرت کانسنتریک و اکسنتریک عضلات چرخاننده داخلی و خارجی در وضعیت ۹۰ درجه آبداکشن بازو با سرعت های ۶۰ و ۱۲۰ درجه بر ثانیه استفاده می‌شود. پیش از اندازه‌گیری قدرت، آزمودنی‌ها طبق پروتکل مشخصی به گرم کردن اندام فوقانی می‌پرداختند. این پروتکل گرم کردن، که حدوداً ده دقیقه طول می‌کشد، ابتدا با تمرینات انعطاف پذیری اندام فوقانی شروع می‌شود. این تمرینات شامل کشش ایستای عضلات سینه‌ای، عضلات پشتی شانه، و دو سر بازو می‌شود. پس از آن، تمرینات دامنه حرکتی شانه انجام می‌شود که توسط آزمونگر آموزش داده شده است. بخش انتهایی گرم کردن شامل انجام حرکات چرخش خارجی و داخلی به صورت پنج تکرار زیر بیشینه (پنجاه درصد)، در دامنه صفر تا ۳۵ درجه برای حرکت چرخش خارجی و صفر تا ۲۰ درجه برای حرکت چرخش داخلی، با سرعت ۹۰ درجه بر ثانیه به عنوان سرعت میانی دو سرعت اصلی (۶۰ و ۱۲۰ درجه بر ثانیه) می‌باشد. پس از پایان گرم کردن، آزمودنی‌ها دو دقیقه استراحت می‌کنند و سپس وارد تست اصلی می‌شوند. برای ارزیابی قدرت در زاویه ۹۰ درجه آبداکشن، میزان چرخش دینامومتر صفر درجه، تیلت دینامومتر ۵۰ درجه، میزان چرخش صندلی صفر درجه، و تیلت پشت صندلی صفر درجه انتخاب می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲- ارزیابی قدرت ایزوکنتریک چرخاننده‌های داخلی و خارجی شانه

جهت بررسی طبیعی بودن وضعیت توزیع داده‌ها، از آزمون‌های شاپیرو ویلک و برای بررسی تجانس و همگنی واریانس‌ها، از آماره لون استفاده شد. برای مقایسه قدرت عضلات چرخاننده داخلی و خارجی برتر گروه‌ها در حالت کانسنتریک و اکسنتریک، از آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره^۲ در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. آزمون تعقیبی بانفرونی نیز برای بررسی جفت گروه‌ها در هر کدام از متغیرهای موردنظر نیز استفاده شد. میزان بزرگی هرگونه تفاوت بین گروه‌ها با استفاده از اندازه اثر (مجذور اتا) با در نظر گرفتن ملاک تعریف شده، استفاده شد. این ملاک شامل اندازه اثر ضعیف (مقدار مجذور اتا کمتر از ۰/۰۴)، اندازه اثر متوسط (مقدار مجذور اتا بین ۰/۰۴ و ۰/۳۶) و اندازه اثر قوی (مجذور اتا بزرگتر از ۰/۳۶) است. لازم به ذکر است که برای انجام آزمون‌های آماری مربوطه، از نرم افزار اس پی اس^۳ نسخه ۲۶ استفاده شد.

1. CSMi, Stoughton, MA
2. MANOVA
3. SPSS

یافته‌ها

جدول ۱، میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی گروه‌های مورد تحقیق را نشان می‌دهد. نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که اختلاف معناداری بین گروه‌ها وجود ندارد. این نتایج حاکی از همگن بودن گروه‌ها به لحاظ ویژگی‌های فردی است.

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین \pm انحراف استاندارد		آماره t	P value
	گروه دیسکنزی	گروه بدون دیسکنزی		
سن (سال)	۲۱/۳۳ \pm ۳/۲۰	۲۲/۸۰ \pm ۴/۸۶	-۰/۹۸	۰/۳۳
قد (سانتی‌متر)	۱۹۳/۳۰ \pm ۶/۷۸	۱۸۸/۸۷ \pm ۸/۸۲	۱/۵۴	۰/۱۳
وزن (کیلوگرم)	۸۱/۸۷ \pm ۷/۳۶	۷۷/۳۳ \pm ۹/۰۵	۱/۵۱	۰/۱۴
تمرین حرفه‌ای (سال)	۵/۷۳ \pm ۱/۷۹	۵/۰۷ \pm ۲/۴۰	۰/۸۶	۰/۳۹

در جدول ۲، نتایج تحلیل واریانس چند متغیری بر روی متغیرهای قدرت کانسنتریک چرخش‌دهنده‌های داخلی و قدرت اکسنتریک چرخش‌دهنده‌های خارجی با سرعت‌های ۶۰ و ۱۲۰ درجه بر ثانیه مشاهده می‌شود. با توجه به نتایج این جدول، می‌توان گفت که آزمون اثر پیلائی با ارزش ۰/۷۲، لامبدای ویلکز با ارزش ۰/۲۷، اثر هتلینگ و بزرگ‌ترین ریشه روی با ارزش ۲/۶۶ و میزان F برابر با ۱۰/۲۰ و سطح معنی‌داری به دست آمده برابر با ۰/۰۰۱ از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشند. این نتایج بیانگر تفاوت بین دو گروه به لحاظ متغیرهای مورد مطالعه است.

جدول ۲- نتایج تحلیل واریانس چند متغیره بین دو گروه با و بدون دیسکنزی در متغیرهای مورد مطالعه

متغیر	مقدار	F	P	η^2 (مجذور اتا)
اثر پیلائی	۰/۷۲	۱۰/۲۰	۰/۰۰۰*	۰/۷۲
لامبدای ویلکز	۰/۲۷	۱۰/۲۰	۰/۰۰۰*	۰/۷۲
اثر هتلینگ	۲/۶۶	۱۰/۲۰	۰/۰۰۰*	۰/۷۲
بزرگ‌ترین ریشه روی	۲/۶۶	۱۰/۲۰	۰/۰۰۰*	۰/۷۲

* نشان‌دهنده معناداری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

میانگین و انحراف استاندارد حداکثر گشتاور چرخش‌دهنده‌های داخلی و خارجی و قدرت عملکرد شانه برتر آزمودنی‌های هر دو گروه به همراه نتایج آزمون تعقیبی بانفرونی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج آزمون تعقیبی بانفرونی نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها به لحاظ حداکثر گشتاور اکسنتریک چرخش‌دهنده‌های خارجی و قدرت عملکردی شانه برتر وجود دارد. این در حالی است که گروه‌ها از لحاظ حداکثر گشتاور کانسنتریک چرخش‌دهنده‌های داخلی تفاوت معناداری باهم نداشتند.

جدول ۳- نتایج حداکثر گشتاور نسبی چرخش دهنده‌های داخلی (در حالت کانسنتریک) و چرخش دهنده‌های خارجی (در حالت اکسنتریک) و نسبت قدرت عملکردی (چرخش دهنده‌های خارجی/چرخش دهنده‌های داخلی)

متغیر	سرعت (درجه/ثانیه)	میانگین \pm انحراف استاندارد		F	P value	2 η (مجذور تا)
		گروه بدون دیسکنزی	گروه دیسکنزی			
چرخش دهنده‌های داخلی (کانسنتریک) (Nm/kg)	۶۰	۵۶/۸۰ \pm ۳/۷۴	۵۶/۱۳ \pm ۳/۷۹	۰/۲۳	۰/۶۳	۰/۰۰۸
چرخش دهنده‌های خارجی (اکسنتریک) (Nm/kg)	۱۲۰	۵۳/۴۰ \pm ۳/۹۰	۵۳/۸۶ \pm ۴/۴۲	۰/۰۹۴	۰/۷۶	۰/۰۰۳
نسبت قدرت عملکردی (خارجی/داخلی)	۶۰	۳۷/۲۷ \pm ۴/۰۸	۴۵/۷۳ \pm ۳/۰۵	۴۲/۳۰	۰/۰۰۰*	۰/۶۰
نسبت قدرت عملکردی (خارجی/داخلی)	۱۲۰	۳۵/۵۳ \pm ۳/۶۴	۴۴/۲۷ \pm ۳/۱۹	۴۸/۷۳	۰/۰۰۰*	۰/۶۳
نسبت قدرت عملکردی (خارجی/داخلی)	۶۰	۰/۶۵ \pm ۰/۰۵	۰/۸۱ \pm ۰/۰۶	۵۸/۴۳	۰/۰۰۰*	۰/۶۷
نسبت قدرت عملکردی (خارجی/داخلی)	۱۲۰	۰/۶۶ \pm ۰/۰۴	۰/۸۲ \pm ۰/۰۹	۳۷/۷۲	۰/۰۰۰*	۰/۵۷

* نشان دهنده معناداری در سطح ۰/۰۵ می باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که عضلات چرخش دهنده خارجی شانه برتر والیبالیست‌های با دیسکنزی کتف، نسبت به والیبالیست‌های بدون دیسکنزی، از حداکثر گشتاور اکسنتریک کمتری برخوردار هستند. این در حالی است که والیبالیست‌های با و بدون دیسکنزی، به لحاظ حداکثر گشتاور کانسنتریک عضلات چرخش دهنده داخلی شانه برتر، تفاوت معناداری باهم نداشتند. همچنین، گروه والیبالیست‌های با دیسکنزی کتف، نسبت به گروه بدون دیسکنزی، قدرت عملکردی کمتری را در شانه برتر خود نشان دادند.

نتایج مطالعه مورلا^۱ و همکاران (۲۰۱۰) به طور همخوانی با نتایج تحقیق حاضر، بیانگر ضعف عضلات فوق خاری و تحت خاری در ورزشکاران بالای سر دارای دیسکنزی کتف بود. این محققان بیان کردند که دیسکنزی کتف در والیبالیست‌ها می‌تواند منجر به ضعف عضلات روتیتور کاف شود. در این تحقیق، قدرت عضلات با استفاده از دینامومتر دستی و در حالت ایزومتریک ارزیابی شد. لذا هیچ گزارشی در مورد قدرت اکسنتریک و کانسنتریک عضلات مورد بررسی ارائه نشد (۱۶).

سیتز^۲ و همکاران (۲۰۱۵)، نیز در مطالعه‌ای که بر روی ورزشکاران بالای سر دارای دیسکنزی کتف انجام دادند، متوجه کاهش قدرت چهار درصدی عضله دوزنقه‌ای تحتانی این افراد شدند (۱۷). هانا^۳ و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی که بر روی افراد غیرورزشکار با و بدون دیسکنزی کتف انجام دادند، هیچ تفاوت معناداری بین قدرت عضلات شانه افراد با دیسکنزی کتف نسبت به افراد بدون دیسکنزی مشاهده نکردند. آن‌ها بیان کردند که ضعف عضلانی خود به تنهای منجر به دیسکنزی کتف نمی‌شود، بلکه دیگر عوامل عملکرد عضلانی مانند کنترل عصبی-عضلانی احتمالاً منجر به دیسکنزی کتف خواهد شد (۱۸).

1. Merolla
2. Seitz
3. Hanna

لیرا^۱ و همکاران (۲۰۱۹) با در نظر گرفتن نقش عضلات چرخاننده خارجی در کاهش سرعت حرکت بازو و همچنین ثبات پویای مفصل دوری بازوی، پیشنهاد داده‌اند که به منظور بررسی عملکرد عضلانی عضلات چرخاننده خارجی شانه، از ارزیابی قدرت ایزوکنتریک در حالت اکسنتریک استفاده شود (۱۵). از این رو، می‌توان بیان داشت که ارزیابی مورد استفاده در تحقیق حاضر به گونه‌ای انجام شد که قدرت ایزوکنتریک عضلات بیانگر عملکرد عضلانی باشد.

اگرچه دیسکونزی کتف را معمولاً با چندین آسیب شانه مرتبط می‌دانند، اما هنوز مشخص نیست که آیا دیسکونزی کتف نتیجه آسیب است یا علت آن (۷). مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که عملکرد عضلانی و به خصوص ضعف عضلانی، یکی از عوامل ایجاد کننده دیسکونزی کتف است (۷، ۱۹). بنابراین، اگر عملکرد عضلانی را یکی از عوامل ایجاد کننده دیسکونزی کتف بدانیم، باید پذیرفت که احتمال وجود کمبود قدرت در ورزشکاران با دیسکونزی کتف وجود دارد.

با این حال، نتایج مطالعه حاضر این ایده را که والیبالیست‌های با دیسکونزی کتف دارای ضعف عضلانی در تمامی عضلات شانه هستند، به چالش می‌کشد. این نتایج از این جهت دارای اهمیت است که برنامه‌های تقویتی که برای بهبود قدرت شانه افراد دارای دیسکونزی کتف طراحی می‌شوند، باید مؤلفه‌های اکسنتریک و کانسنتریک را در نظر بگیرند. بر اساس این نتایج، می‌توان بیان داشت که این افراد، بیشتر از آنکه به تمرینات کانسنتریک عضلات چرخش‌دهنده داخلی شانه نیاز داشته باشند، نیازمند تجویز تمرینات اکسنتریک برای عضلات چرخش‌دهنده خارجی هستند. افزایش قدرت عضلات چرخش‌دهنده خارجی در حالت اکسنتریک منجر به بهبود قدرت عملکردی شانه این افراد می‌شود.

باید اذعان کرد که با بدست آمدن نتایج جدید و تأیید نقش قدرت اکسنتریک عضلات آنتاگونیست در فراهم کردن ثبات پویای مفصل، تمرکز اغلب برنامه‌های توانبخشی و پیشگیری از آسیب به سمت قدرت اکسنتریک عضلات آنتاگونیست متمایل شده است (۲۰، ۲۱). حین حرکت سرویس و اسپک والیبال، عضلات چرخاننده مفصل شانه با انقباض اکسنتریک خود، سر بازو را درون حفره گلوئید استخوان کتف فشرده می‌کنند و در نتیجه ثبات مفصل دوری-بازویی را در طول مراحل شتاب، کاهش شتاب و دنبال کردن فراهم می‌کنند (۱۵). بیان شده است که همزمان با شتاب اندام فوقانی حین حرکت کامل اسپک والیبال، عضلات فوق خاری، تحت خاری و گرد کوچک با انقباض اکسنتریک خود از حرکت انتقالی سر بازو جلوگیری می‌کنند و به کاهش شتاب اندام در حال حرکت کمک می‌نمایند (۲۲). این در حالی است که ضعف عضلات روتیتور کاف می‌تواند منجر به حرکت انتقالی سر بازو و اعمال فشار به ثبات‌دهنده‌های غیرفعال شده و در نتیجه تخریب مفصل دوری بازویی را به همراه داشته باشد (۲۲). از این رو است که نسبت عملکردی به صورت گسترده‌ای مورد توجه محققان و درمانگران قرار گرفته است (۲۱، ۲۳-۲۵).

باید اذعان کرد که نسبت عملکردی بیشتر از ۱ برای فراهم نمودن ثبات پویای مفصل شانه پیشنهاد شده است (۲۱). نسبت عملکردی بالاتر از ۱ نشان دهنده قدرت اکسنتریک بیشتر عضلات چرخش‌دهنده خارجی نسبت به قدرت کانسنتریک عضلات چرخش‌دهنده داخلی شانه است. این قدرت بیشتر برای کاهش سرعت اندام فوقانی در حال حرکت نیاز است (۲۲). در این تحقیق، والیبالیست‌ها در هر دو گروه، قدرت عملکردی کمتر از ۱/۰ را برای شانه برتر خود نشان دادند. این نسبت در گروه دیسکونزی به طور معناداری کمتر از گروه بدون دیسکونزی کتف بود.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، می‌توان گفت که عضلات چرخش‌دهنده خارجی شانه برتر والیبالیست‌های با دیسکنزی کتف، نسبت به والیبالیست‌های بدون دیسکنزی، از حداکثر گشتاور اکسنتریک کمتری برخوردار هستند. همچنین، گروه والیبالیست‌های با دیسکنزی کتف، نسبت به گروه بدون دیسکنزی، قدرت عملکردی کمتری را در شانه برتر خود نشان داده‌اند. این نتایج بیانگر این است که والیبالیست‌های با دیسکنزی کتف، دچار نقص بیشتری در تعادل عضلانی بین چرخاننده‌های داخلی و خارجی شانه خود هستند. به گونه‌ای که این افراد احتمالاً در قدرت اکسنتریک عضلات چرخاننده خارجی شانه خود دارای نقص هستند و این نقص منجر به کاهش قدرت عملکردی شانه آن‌ها می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه، مستخرج از رساله دکتری دارای کد اخلاق (IR.SSRC.REC.1401.050) می‌باشد. نویسندگان از کلیه والیبالیست‌های شرکت کننده در این تحقیق و همچنین کارکنان مرکز توانبخشی فدراسیون پزشکی ورزشی جمهوری اسلامی ایران، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تعارض در منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

References

1. Sidles JA. Mechanics of glenohumeral instability. Clin Sports Med. 1991;10(4):783–8.
2. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system; Foundation for rehabilitation. Mosby & Elsevier. 2010;
3. Ben Kibler W. The role of the scapula in athletic shoulder function. Am J Sports Med. 1998;26(2):325–37.
4. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. Phys Ther. 2000;80(3):276–91.
5. Karduna AR, McClure PW, Michener LA. Scapular kinematics: effects of altering the Euler angle sequence of rotations. J Biomech. 2000;33(9):1063–8.
6. Fayad F, Roby-Brami A, Yazbeck C, Hanneon S, Lefevre-Colau MM, Gautheron V, Poiraudau S, Revel M. Three-dimensional scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in patients with glenohumeral osteoarthritis or frozen shoulder. J Biomech. 2008;41(2):326–32.
7. Kibler W Ben, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the ‘Scapular Summit.’ Br J Sport Med. 2013;47(14):877–85.
8. Struyf F, Nijs J, Mottram S, Roussel NA, Cools AMJ, Meeusen R. Clinical assessment of the scapula: a review of the literature. Br J Sports Med. 2014;48(11):883–90.
9. Burn MB, McCulloch PC, Lintner DM, Liberman SR, Harris JD. Prevalence of scapular dyskinesis in overhead and nonoverhead athletes: a systematic review. Orthop J Sport Med. 2016;4(2):2325967115627608.
10. Uhl TL, Kibler W Ben, Gecewich B, Tripp BL. Evaluation of Clinical Assessment Methods for Scapular Dyskinesis. Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg (Internet). 2009;25(11):1240–8.
11. Challoumas D, Stavrou A, Dimitrakakis G. The volleyball athlete’s shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. Sport Biomech (Internet). 2017;16(2):220–37.
12. Forthomme B, Wiczorek V, Frisch A, Crielaard JM, Croisier JL. Shoulder pain among high-level volleyball players and preseason features. Med Sci Sports Exerc. 2013;45(10):1852–60.
13. Van Cingel R, Kleinrensink G, Stoeckart R, Aufdemkampe G, de Bie R, Kuipers H. Strength values of shoulder internal and external rotators in elite volleyball players. J Sport Rehabil. 2006;15(3):236–45.

14. Ellenbecker TS, Mattalino AJ. Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1997;25(5):323–8.
15. De Lira CAB, Vargas VZ, Vancini RL, Andrade MS. Profiling isokinetic strength of shoulder rotator muscles in adolescent asymptomatic male volleyball players. *Sports.* 2019;7(2):49.
16. Franceschini KC, Nissola N, Zardo BS, Tadielo GS, Viã L. Isokinetic performance of shoulder external and internal rotators in adolescent male volleyball athletes. *Int Arch Med.* 2016;9.
17. Merolla G, De Santis E, Sperling JW, Campi F, Paladini P, Porcellini G. Infraspinatus strength assessment before and after scapular muscles rehabilitation in professional volleyball players with scapular dyskinesis. *J Shoulder Elb Surg (Internet).* 2010;19(8):1256–64.
18. Seitz AL, McClelland RI, Jones WJ, Jean RA, Kardouni JR. A comparison of change in 3D scapular kinematics with maximal contractions and force production with scapular muscle tests between asymptomatic overhead athletes with and without scapular dyskinesis. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(3):309.
19. Hannah DC, Scibek JS, Carcia CR. Strength profiles in healthy individuals with and without scapular dyskinesis. *Int J Sports Phys Ther.*
20. Cools AMJ, Struyf F, De Mey K, Maenhout A, Castelein B, Cagnie B. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br J Sports Med.* 2014;48(8):692–7.
21. Jobe FW, Moynes DR, Tibone JE, Perry J. An EMG analysis of the shoulder in pitching: a second report. *Am J Sports Med.* 1984;12(3):218–20.
22. Noffal GJ. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):537–41.
23. Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, Kimura IF. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *J Athl Train.* 2008;43(6):571–7.
24. Dos Santos Andrade M, de Lira CAB, Vancini RL, de Almeida AA, Benedito-Silva AA, da Silva AC. Profiling the isokinetic shoulder rotator muscle strength in 13-to 36-year-old male and female handball players. *Phys Ther Sport.* 2013;14(4):246–52.
25. Andrade MDS, Fleury AM, de Lira CAB, Dubas JP, da Silva AC. Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *J Sports Sci.* 2010;28(7):743–9.
26. Edouard P, Degache F, Oullion R, Plessis JY, Gleizes-Cervera S, Calmels P. Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. *Int J Sports Med.* 2013;34(07):654–60.