Sport. Med. Stud, 2026, 17 (46): 55-78, Doi: 10.22089/smj.2025.18353.1823

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

Research Article

Effect of Scapular Kinetic Chain Exercises on Function, Scapulohumeral Rhythm, and Shoulder Joint Position Sense in Gymnasts with Scapular Dyskinesis

Hossein Shahrokhi[1]*, Hadi Miri[2], Zahra Moghiseh[3], Ebrahimi Ebrahim[4]

1. Assistant Professor, Department of Sports Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
2. Assistant Professor, Department of physical education and sports sciences, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran.
3. M.Sc. in Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences and Health, Raja University, Qazvin, Iran.
4. M.Sc., Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Received: 12/08/2025, Accepted: 21/10/2025, Online Published: 30/10/2025

*Corresponding Author: Hossein Shahrokhi, E-mail: h.shahrokhi@hsu.ac.ir

How to Cite: Heidari Nik, H; Alizadeh, M. H; Tahmasebi Borujeni, Sh., Ebrahimi Varkiani, M. Body Image of Injured and Healthy Athletes. *Sport Medicine Studies*, 2026; 17(46), 55-78. Doi: 10.22089/smj.2025.18353.1823.

Extended Abstract

Background and Purpose

Scapular dyskinesis is a prevalent functional disorder among young overhead athletes, particularly gymnasts, characterized by abnormal scapular motion and impaired neuromuscular control during upper limb elevation. This condition disrupts scapulohumeral rhythm, alters proprioceptive accuracy, and increases susceptibility to shoulder injuries, pain, and performance deficits. In artistic gymnastics, the upper extremities serve as primary weight-bearing segments, demanding high levels of stability, coordination, and kinetic chain integrity. Despite growing evidence supporting corrective and stabilization exercises, limited research has examined the comprehensive effects of kinetic chain-based scapular exercises on integrated outcomes such as function, rhythm, and joint position sense in pediatric athletes. Therefore, this study aimed to investigate the effects of an eight-week scapular kinetic chain exercise program on shoulder function, scapulohumeral rhythm, and joint position sense in gymnasts with scapular dyskinesis. The findings aim to provide clinical guidance for designing

Copyright: © 2025 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/).

targeted rehabilitation and injury-prevention strategies to optimize shoulder mechanics in youth gymnasts.

Methods

This quasi-experimental study employed a pre-test–post-test control group design involving 30 young artistic gymnasts aged 7 to 15 years from Karaj, Iran, all diagnosed with scapular dyskinesis based on the Kibler Scapular Dyskinesis Test and a minimum scapular asymmetry of 1.5 cm. Participants were randomly assigned to either an experimental group (n = 15) or a control group (n = 15). Inclusion criteria included at least three years of regular gymnastics training, absence of upper limb surgery or severe postural deformities, and no current pain or injury affecting performance. Ethical approval was granted by the Sports Sciences Research Institute of Iran (IR.SSRC.REC.1401.060), and written informed consent was obtained from participants and their parents.

The experimental group underwent an eight-week scapular kinetic chain exercise protocol, performed three times per week for 40–60 minutes per session. The program, adapted from Jae et al. (2020), integrated both open and closed kinetic chain movements targeting scapular stabilization, neuromuscular coordination, and postural control. Each session consisted of a 10-minute warm-up, 30–40 minutes of progressive scapular exercises (including wall slides, serratus punches, scapular clock movements, and closed-chain protraction-retraction drills), followed by a 10-minute cool-down with stretching. Exercise intensity was gradually progressed based on participants' tolerance, ensuring the final repetitions were performed under moderate fatigue.

Outcome measures were assessed pre- and post-intervention. Shoulder function was evaluated using the Upper Quarter Y Balance Test (UQYBT), recorded in medial, inferolateral, and superolateral reach directions. Scapulohumeral rhythm was measured using dual digital goniometry during controlled arm elevation, calculating the ratio between glenohumeral and scapular rotation. Joint position sense (proprioception) was assessed at 45° and 80° of external rotation using active repositioning tests with blinded visual feedback. Data were analyzed using SPSS version 26. Paired t-tests assessed within-group changes, while ANCOVA, controlling for baseline scores, evaluated between-group differences at a significance level of $p \leq 0.05$.

Results

The analysis of covariance (ANCOVA) revealed significant between-group differences across all post-test measures, underscoring the effectiveness of the 8-week scapular kinetic chain exercise program in improving shoulder function, scapulohumeral rhythm, and joint position sense in gymnasts with scapular dyskinesis. The experimental group demonstrated substantial enhancements in shoulder function, as assessed by the Upper Quarter Y Balance Test (UQYBT). Specifically, medial reach performance improved by 15.2%, increasing from 78.4 ± 5.6 cm to 90.3 ± 4.2 cm normalized ($F=13.88$, $p=0.001$), indicating better dynamic stability in the medial direction. Inferolateral reach performance saw an 18.7% improvement, rising from 72.1 ± 6.3 cm to 85.6 ± 5.1 cm ($F=20.58$, $p<0.001$), reflecting enhanced control during lateral movements. Superolateral reach performance exhibited the largest gain, improving by 22.4% from 68.9 ± 7.2 cm to 84.3 ± 4.8 cm ($F=61.41$, $p<0.001$), suggesting significant improvements in overhead functional reach. The composite UQYBT score, a comprehensive measure of shoulder stability and mobility, increased from 73.1% to 86.7% ($p<0.001$), highlighting overall functional improvement. Scapulohumeral rhythm showed significant restoration, with the experimental group's ratio shifting from 2.8:1 to 2.1:1 ($F=12.75$, $p=0.001$), aligning closely with the normative 2:1 ratio, which indicates improved

coordination between scapular and humeral movements. Joint position sense errors were markedly reduced, with a 45% decrease at 45° external rotation, from 8.2° ± 1.5° to 4.5° ± 1.2° ($F=32.11$, $p<0.001$), and a 52% reduction at 80° external rotation, from 10.4° ± 2.1° to 5.0° ± 1.3° ($F=73.31$, $p<0.001$), demonstrating enhanced proprioceptive accuracy critical for precise movement control. Within-group analysis using paired t-tests confirmed significant improvements in the experimental group across all measured variables ($p<0.001$), with effect sizes (Cohen's d) ranging from 1.2 to 2.5, indicating strong practical significance. In contrast, the control group exhibited no significant changes in any measure ($p>0.05$), underscoring the specific impact of the intervention. Qualitative observations during training sessions noted improved movement coordination, reduced scapular winging, and greater ease in performing functional tasks among the experimental group, further supporting the statistical findings. These improvements suggest that the intervention effectively addressed underlying neuromuscular deficits, restoring normal scapular kinematics and enhancing shoulder performance in this population.

Conclusion

The 8-week scapular kinetic chain exercise program significantly enhanced shoulder function, scapulohumeral rhythm, and joint position sense in gymnasts with scapular dyskinesis. Improvements are likely due to strengthened stabilizing muscles (e.g., serratus anterior, lower trapezius), restored scapular kinematics, and heightened neuromuscular coordination. These exercises facilitated better force coupling and proprioceptive feedback, reducing asymmetry and error in joint repositioning. The findings align with prior studies on overhead athletes, emphasizing the role of kinetic chain integration in rehabilitation.

This intervention supports incorporating scapular-focused kinetic chain training into gymnastics programs for injury prevention and performance optimization. Future research should explore long-term effects, gender-specific responses, and comparisons with other modalities like biofeedback. Limitations include the sample's age restriction and potential confounding from maturation, though controlled. Overall, these exercises offer a safe, effective approach for managing scapular dyskinesis in young athletes, potentially reducing injury incidence and enhancing athletic longevity.

Keywords: Scapulohumeral Rhythm, Position Sense, Scapular Dyskinesia, Gymnast.

Article Message

Scapular kinetic chain exercises can improve shoulder joint function, scapulohumeral rhythm, and proprioception in gymnasts with scapular dyskinesis. These exercises, by strengthening stabilizing muscles and enhancing neuromuscular coordination, are recommended as an effective rehabilitation and preventive approach for overhead athletes.

Ethical Considerations

This study was conducted in accordance with ethical standards of human research. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the Sport Sciences Research Institute of Iran (IR.SSRC.REC.1401.060).

Authors' Contributions

Conceptualization: Hossein Shahrokhi, Hadi Miri
Data Collection: Zahra Moghiseh
Data Analysis: Hossein Shahrokhi, Zahra Moghiseh
Manuscript Writing: Zahra Moghiseh, Ebrahim Ebrahimi
Review and Editing: Hossein Shahrokhi

Literature Review: Ebrahim Ebrahimi
Project Manager: Hossein Shahrokhi
Any other Contributions: All authors read and approved the final manuscript.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors sincerely appreciate the cooperation of the young gymnasts and their families, as well as the support of the gymnastics clubs and coaches in Alborz Province. This research was supported by the Sport Sciences Research Institute of Iran.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعات طب ورزشی، پاییز ۱۴۰۴، دوره ۱۷، شماره ۴۵، صص ۷۸-۵۵، Doi: 10.22089/smj.2025.18353.1823

مطالعات طب ورزشی
Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی کتف بر عملکرد، ریتم اسکاپولوهومرال و حس وضعیت مفصل شانه در ژیمناستیک‌کاران مبتلا به دیسکینزی کتف

حسین شاهرخی[1*]، هادی میری[2]، زهرا مقیسه[3]، ابراهیم ابراهیمی[4]

۱. استادیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۲. استادیار، گروه آموزشی تربیت بدنی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
۳. کارشناس ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران
۴. کارشناس ارشد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۹، تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۸/۰۸

*نویسنده مسئول: حسین شاهرخی h.shahrokhi@hsu.ac.ir

How to Cite: Heidari Nik, H; Alizadeh, M. H; Tahmasebi Borujeni, Sh., Ebrahimi Varkiani, M. Body Image of Injured and Healthy Athletes. *Sport Medicine Studies*, 2026; 17(46), 55-78. Doi: 10.22089/smj.2025.18353.1823.

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات زنجیره حرکتی کتف بر عملکرد، ریتم اسکاپولوهومرال و حس وضعیت مفصل شانه در ژیمناستیک‌کاران مبتلا به دیسکینزی کتف بود. تعداد ۳۰ ژیمناستیک‌کار مبتلا به دیسکینزی کتف به صورت تصادفی ساده در دو گروه تجربی (۱۵ نفر با میانگین سنی ۱۱/۲±۲/۹۵ سال) و کنترل (۱۵ نفر با میانگین سنی ۱۱/۴±۳/۵۶ سال) قرار گرفتند. برای ارزیابی اختلال حرکت کتف از آزمون دیسکینزی کتف و لغزش جانبی کتف کیبلر، به‌منظور اندازه‌گیری ریتم اسکاپولوهومرال از گونیامتر، برای ارزیابی حس وضعیت مفصل شانه از روش عکس‌برداری (۴۵ و ۸۰ درجه) و به‌منظور ارزیابی عملکرد شانه از آزمون YBT-UQ استفاده شد. سپس گروه تجربی به مدت هشت هفته در تمرینات زنجیره حرکتی کتف شرکت کردند و مجدداً آزمون‌های اولیه دو گروه اجرا و نتایج ثبت شد و داده‌ها با استفاده آزمون t جفت‌شده (برای تغییرات درون‌گروهی) و آنکووا (برای تفاوت‌های بین‌گروهی) در سطح P≤۰/۰۵ تحلیل شدند. نتایج نشان داد، بین عملکرد مفصل شانه، ریتم اسکاپولوهومرال و حس وضعیت مفصل شانه در زوایای ۴۰ و ۸۰ درجه در پس‌آزمون در دو گروه تفاوت معناداری وجود داشت (P=۰/۰۰۱). همچنین اختلاف معناداری بین عملکرد مفصل شانه، ریتم اسکاپولوهومرال و حس وضعیت مفصل شانه در زوایای ۴۰ و ۸۰ درجه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تجربی وجود داشت؛ در حالی که در گروه کنترل این تفاوت معنادار نبود. با توجه به یافته‌های پژوهش به نظر می‌رسد که تمرینات زنجیره حرکتی کتف برای ژیمناست-کاران مبتلا به دیسکینزی کتف موجب بهبود عملکرد شانه، ریتم اسکاپولوهومرال و حس وضعیت مفصل شانه می‌شود؛ بنابراین به‌عنوان تمریناتی سودمند می‌توان آن را به متخصصان توان‌بخشی، مربیان و ژیمناست‌کاران توصیه کرد.

واژگان کلیدی: ریتم اسکاپولوهومرال، حس وضعیت، دیسکینزی کتف، ژیمناست.

Copyright: © 2025 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

ژیمناستیک یکی از قدیمی‌ترین ورزش‌ها است که قدمت آن به یونان باستان بازمی‌گردد (۱). ژیمناستیک شامل سطح بالایی از کنترل حس عمقی، ضربه اندام، قرارگیری در وضعیت هایپر لوردوزی و حرکت‌های بسیار پویا است که می‌تواند برای بدن‌های جوان درحال‌رشد دشوار باشد. این عوامل ترکیب می‌شوند تا ژیمناست جوان را از خطر آسیب‌دیدگی دور کنند (۲)؛ با این حال، بروز آسیب‌دیدگی در این ورزش نیز مانند ورزش‌های دیگر انکارنشدنی است. نیاز به قدرت، انعطاف‌پذیری، ظرافت و هنر، ژیمناستیک را به ورزشی تبدیل می‌کند که در آن طیف منحصربه‌فردی از آسیب‌ها دیده می‌شود. ژیمناستیک شامل مهارت‌های متعددی است که منجر به نیروها و گشتاورهای درخورتوجهی می‌شود که به اندام فوقانی وارد می‌شود. ژیمناستیک‌کار از اندام فوقانی خود به‌عنوان اندامی پربرخورد و تحمل‌کننده وزن بدن استفاده می‌کند. در ژیمناستیک نسبت آسیب‌های اندام فوقانی (۵۳/۴ درصد) بیشتر از آسیب‌های اندام تحتانی (۳۲/۸ درصد) است (۳).

ثبات مفصل شانه توسط ساختارهای ایستا ازجمله رباط استخوان بازو، لابروم و کپسول مفصلی و ساختارهای پویا ازجمله عضلات روتیتورکاف و تاندون سر بلند عضله دوسربازویی حفظ می‌شود (۴). ساختارهای اطراف شانه در پاسخ به انواع محرک‌های مکانیکی سازگاری پیدا می‌کنند و موجب بروز حرکت‌های متنوع می‌شوند. ثبات‌دهنده‌های دینامیکی و استاتیکی مفصل شانه در مقابل نیروهای اعمال‌شده بر مفصل شانه واکنش نشان می‌دهند تا پایداری را در پوزیشن‌های گوناگون طی حرکات مختلف ایجاد کنند (۵). به طور کلی، انجام بیشتر فعالیت‌های روزمره نیازمند ترکیب و هماهنگی مفاصل اسکاپولوتوراسیک و گلنوهومرال است. تعامل کینماتیکی بین کتف و بازو توسط کادمن (۱۹۳۴) به‌عنوان ریتم اسکاپولوهومرال[1] نامیده شده است (۶). پس از کادمن، این تعریف به صورت روشی معتبر برای تحلیل حرکات دینامیکی مجموعه شانه با نسبت ۲:۱ شناخته شده است (در طی ابداکشن کامل بازو به ازای هر دو درجه حرکت در مفصل گلنوهومرال یک درجه حرکت در مفصل اسکاپولوتوراسیک صورت می‌گیرد). مطالعات متعددی حرکت دو یا سه‌بعدی مفصل گلنوهومرال و کتف را با استفاده از ریتم اسکاپولوهومرال بررسی کرده‌اند (۶). ازآنجاکه برهم‌خوردن این ریتم، به دلیل کاهش یا افزایش میزان حرکت در مفاصل گلنوهومرال یا اسکاپولوتراسیک است، مطالعات بیان کرده‌اند که این کاهش یا افزایش ممکن است عواقبی به همراه داشته باشد؛ ازاین‌رو ریتم اسکاپولوهومرال به‌عنوان یک سند کینماتیکی، نشان‌دهنده وضعیت حرکت مفصل شانه است. کمپلکس شانه برای ثبات خود به کنترل عضلات وابستگی زیادی داد. عضلات اطراف شانه مسئول حفظ سر استخوان بازو در مرکز حفره گلنوئید طی دامنه میانی حرکت هستند. هرگونه اختلال در این مکانیسم می‌تواند منجر به جابه‌جایی غیرطبیعی سر استخوان بازو در حین حرکت شود (۷) که در این میان دیسکینزی کتف یکی از اختلالات رایج است. تحرک‌پذیری یا عملکرد غیرطبیعی کتف، دیسکینزی کتف[2] نامیده می‌شود (۸).

دیسکینزی، پیامد مکانیکی آسیب آناتومیک یا تغییر در فعال‌سازی عضلانی است که باعث اختلال در ریتم اسکاپولوهومرال می‌شود و می‌تواند بر عملکرد شانه تأثیر بگذارد و خطر آسیب‌دیدگی را افزایش دهد (۹). دیسکینزی مرتبط با تغییر عملکرد و آسیب‌دیدگی بسیار شایع است و در ۶۷ تا ۱۰۰ درصد افراد مبتلا به آسیب شانه وجود دارد (۱۰). تغییر در مکانیک کتف منجر به افزایش تیلت قدامی، افزایش چرخش داخلی و تغییر در چرخش بالایی کتف می‌شود که می‌تواند بر بارهای مفصلی،

1. Scapulohumeral Rhythm
2. Scapular Dyskinesis

فعال‌سازی عضلات و حرکات بازو تأثیر بگذارد (۹). این اثرات عبارت‌اند از: افزایش زاویه بازوی گلنوهومرال در ابداکشن افقی باز، افزایش تنشن و برش کپسول قدامی و تاندون دوسر بازو؛ افزایش فشار GH خلفی، افزایش فشار و نیروی برشی بارهای گیرافتادگی داخلی در لابروم خلفی؛ کاهش فعال‌سازی روتیتورکاف و عملکرد کمپرسور کاف؛ کاهش ابعاد فضای تحت آکرومیال، ایجاد گیرافتادگی خارجی؛ تغییر عملکرد بهینه چرخش خارجی کتف به‌عنوان اولین حرکت کوپلینگ کتف حرکت‌های پرتابی مفصل شانه (۹). برنامه‌های تقویتی و آماده‌سازی سنتی در رفع مشکلات فوق بر کسب مجدد قدرت و انعطاف‌پذیری متمرکز شده‌اند؛ با این حال، کیبلر و همکاران توصیه کردند که الگوهای حرکتی پویا برای اهداف کنترل حرکت و عملکرد کارآمد باید گنجانده شوند (۹). هدف درمان محافظه‌کارانه در موارد دیسکینزی کتف، بازگرداندن ریترکشن کتف، تیلت خلفی و چرخش خارجی است (۸). تمرینات ویژه برای توان‌بخشی کتف شامل تمرینات انعطاف‌پذیری برای کاهش ترکشن کتف و تمرینات ثبات‌دهنده کتف برای بهینه‌سازی کینماتیک کتف است. ترکشن در پاسچر کتف را می‌توان با انجام تمریناتی کاهش داد که انعطاف‌پذیری عضلانی را افزایش می‌دهند (۱۱). نشان داده شده است که تمرینات کششی با ابداکشن افقی شانه در الویشن ۹۰ و ۱۵۰ درجه در وضعیت خوابیده به پهلو، در افزایش انعطاف‌پذیری عضله سینه‌ای کوچک و چرخش خارجی و تیلت خلفی کتف در حین بالا آوردن دست از جلو مفید است (۱۱). یکی از تمریناتی که اخیراً مدنظر پژوهشگران و مربیان ورزشی قرار گرفته است، تمرینات زنجیره حرکتی است. تمرینات زنجیره حرکتی براساس کشش و تقویت، با هدف بهبود قدرت عضلانی و آگاهی از موقعیت مفصل در هر دو زنجیره حرکتی باز و بسته اجرا انجام می‌شود (۱۲).

در رشته ژیمناستیک اندام فوقانی به شکل گسترده‌ای برای تحمل وزن بدن استفاده می‌شود و بیشتر حرکات اندام فوقانی نیز در زنجیره‌های حرکتی و به صورت یکپارچه انجام می‌گیرد. همچنین دیسکینزی کتف می‌تواند ثبات عملکرد اندام فوقانی را در ورزشکاران به شکل معنادار کاهش دهد و موجب اختلال در قدرت عضلانی مجموعه شانه، دامنه حرکتی، ثبات عملکردی و ریتم طبیعی اسکاپولوهومرال شود و نقص و تخریب این عضلات می‌تواند حرکت کتف، ترقوه یا بازو را تغییر دهد و زمینه را برای بروز آسیب‌های احتمالی در آینده فراهم کند؛ بر این اساس، یافتن روشی مبتنی بر ورزش در اصلاح دیسکینزی کتف در ژیمناست‌ها ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات زنجیره حرکتی کتف بر عملکرد، ریتم اسکاپولوهومرال و حس وضعیت مفصل شانه در ژیمناستیک‌کاران مبتلا به دیسکینزی کتف انجام شد.

روش پژوهش

جامعه آماری این پژوهش شامل ژیمناستیک‌کاران ۷ تا ۱۵ ساله شهر کرج بود که حداقل در سه سال گذشته به طور منظم و به صورت سه جلسه در هفته در تمرینات اختصاصی ژیمناستیک شرکت داشتند. پس از انجام مراحل مربوط به معیارهای ورود به مطالعه، ۳۰ ژیمناستیک‌کار که شرایط ورود به مطالعه را داشتند، با روش تصادفی ساده (با استفاده از ژنراتور اعداد تصادفی در نرم‌افزار SPSS) در دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند.

تحقیق حاضر دارای تأییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی به شماره IR.SSRC.REC.1401.060 و همچنین ثبت‌شده در مرکز کار آزمایی بالینی ایران با کد IRCT20200107046035N11 است. پس از کسب موافقت آگاهانه از آزمودنی‌ها و والدین ایشان و ارزیابی مشاهده‌ای اندام فوقانی و کتف‌ها، افرادی که دارای شرایط اولیه ورود به پژوهش بودند، به‌وسیله تست کیبلر بررسی شدند. از این بین، ۳۰ ورزشکار دختر انتخاب شدند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بودند از: نداشتن سابقه شکستگی یا عمل

جراحی در نواحی ستون فقرات و اندام فوقانی؛ نداشتن هرگونه آتروفی در ناحیه عضلات کتف؛ وجود اختلالات عضلانی اسکلتی شدید در اندام فوقانی شامل سر به جلو، شانه به جلو، کایفوز، اسکولیوز؛ داشتن اختلال حرکت کتف (تقارن نداشتن کتف راست و چپ برای حداقل ۱/۵ سانتی‌متر) برای مثبت شدن آزمون ابتلا به دیسکینزی کتف (۹). معیارهای خروج از پژوهش، داشتن درد در هرکدام از شرایط عادی و تمرینی، غیبت در بیش از دو جلسه متوالی یا سه جلسه غیرمتوالی در طول دوره تمرینات و همچنین نارضایتی یا به اتمام نرساندن دوره تمرینی بود.

برای ارزیابی اختلال حرکت کتف، از آزمون دیسکینزی کتف و لغزش جانبی کتف کیبلر استفاده شد (r=0/88) (۴). برای اندازه‌گیری ریتم اسکاپولوهومرال از گونیامتر (۱۳) و به‌منظور ارزیابی حس وضعیت مفصل شانه از روش عکس‌برداری (۴۵ و ۸۰ درجه) استفاده شد (۱۴). برای ارزیابی عملکرد شانه نیز آزمون YBT-UQ به کار رفت (۱۵).

برای ارزیابی اختلال حرکات کتف از آزمون لغزش جانبی کتف ارائه‌شده توسط کیبلر استفاده شد (r=۰/۸۸). در این آزمون، ابتدا زاویه تحتانی کتف با ماژیک روی پوست علامت زده شد. سپس فاصله آن از مهره مجاور هم‌راستای خود در سه وضعیت ایستاده: ۱- دست‌ها در کنار بدن، ۲- دست‌ها روی کمر به طوری که انگشت شست در عقب و چهار انگشتان در جلو باشند و ۳- بازوها در زاویه ۹۰ درجه ابداکشن به طوری که انگشت شست رو به پایین باشد، اندازه‌گیری شد. هرکدام از اندازه‌گیری‌ها با تکرار سه بار در هر دو دست صورت گرفت و سپس میانگین آن‌ها محاسبه شد. در صورت وجود تفاوت به میزان ۱/۵ سانتی‌متر یا بیشتر بین دو دست، آزمون مثبت گزارش شد (۴) (شکل ۱).

شکل ۱- آزمون حرکت جانبی استخوان کتف

Figure 1- Lateral movement test of the scapula

با توجه به اینکه در تحقیق جک کروسبی و همکاران (۲۰۰۸) بیان شده بود که ریتم اسکاپولوهومرال در بچه‌ها و افراد بالغ متفاوت است، برای حذف عامل احتمالی سن بر نتایج تحقیق، همه آزمودنی‌ها در سنین بین ۷ تا ۱۵ سال انتخاب شدند. به‌منظور اندازه‌گیری ریتم اسکاپولوهومرال از گونیامتر استفاده شد. ابتدا در حالی که زاویه تحتانی کتف بین انگشتان سبابه و شست محقق قرار داشت، از آزمودنی خواسته شد که بازوی خود را به‌آرامی از بدن دور کند. به محض اینکه کتف هنگام دور شدن بازو شروع به چرخش بالایی رفت، از آزمودنی خواسته شد در همین حالت بازوی خود را نگه دارد. همکار محقق که از

قبل آموزش‌های لازم را دیده بود، میزان زاویه مفصل شانه را از ناحیه جلوی مفصل اندازه‌گیری می‌کرد. این کار برای تعیین لحظه شروع چرخش کتف هنگام دور شدن بازو انجام گرفت. برای اندازه‌گیری چرخش رو به بالای کتف از دو گونیامتر استفاده شد: یکی برای اندازه‌گیری زاویه مفصل شانه و دیگری برای اندازه‌گیری چرخش کتف به کار رفت. روش کار به این شکل بود که گونیامتر طوری در بالای کتف قرار گرفت که مرکز آن روی مفصل آکرومیوکلاویکولار، بازوی ثابت آن در امتداد افق و بازوی متحرک در امتداد راستای خار کتف قرار داشت. در این حالت، زاویه بین راستای خار کتف با سطح افق توسط محقق یادداشت شد. سپس از آزمودنی خواسته شد تا به‌آرامی بازوی خود را تا جایی که می‌تواند به بالای سر خود ببرد و از بدن دور کند. در این حالت نیز بازوی متحرک گونیامتر در راستای خار کتف قرار گرفت و مجدد زاویه بین راستای خار کتف و راستای افق به دست آمد. اختلاف این دو زاویه، میزان چرخش زاویه کتف در ریتم اسکاپولوهومرال بود. هم‌زمان با اندازه‌گیری چرخش کتف، با گونیامتر دیگر زاویه مفصل شانه اندازه‌گیری شد تا میزان دور شدن بازو برحسب درجه مشخص شود. نسبت ریتم اسکاپولوهومرال، از تفریق حداکثر چرخش کتف از حداکثر دور شدن بازو (میزان زاویه مفصل گلنوهومرال) و تقسیم بر چرخش کامل کتف به دست آمد. برای پی بردن به اینکه آیا روش به‌کاررفته در اندازه‌گیری چرخش رو به بالای کتف پایایی و روایی دارد، ضرایب همبستگی ICC چرخش رو به بالای کتف طی سه بار اندازه‌گیری به دست آمد. نتایج نشان داد، گونیامتر از تکرارپذیری زیادی برای اندازه‌گیری چرخش رو به بالای کتف برخوردار است. همچنین اعتبار اندازه‌گیری گونیامتر در مقایسه با رادیوگرافی دارای ضریب همبستگی ۰/۸۸۶ محاسبه شد که نشان می‌دهد گونیامتر از پایایی و روایی زیادی در اندازه‌گیری چرخش رو به بالای کتف در ریتم اسکاپولوهومرال برخوردار است (۱۳).

اندازه‌گیری با استفاده از آزمون بازسازی حس وضعیت بدین صورت بود که ابتدا از آزمودنی خواسته شد تا به پشت روی تخت دراز بکشد و بازو را در ابداکشن ۹۰ درجه و آرنج را در وضعیت ۹۰ درجه فلکشن قرار دهد. سپس زائده خنجری اولنار و اولکرانون علامت‌گذاری شد. در شرایطی که چشمان وی بسته بود، به طور غیرفعال بازوی وی تا ۴۵ درجه چرخش خارجی داده شد و از آزمودنی خواسته شد تا این زاویه را به ذهن بسپارد و پس از ۵ ثانیه آن را بازسازی کند. برای زاویه ۱۸۰ درجه نیز ترتیب کار به همین صورت انجام گرفت. این وضعیت سه بار اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها ثبت شد (۱۴) (شکل ۲).

شکل ۲- ارزیابی حس وضعیت مفصل شانه

Figure 2- Assessing the sense of shoulder joint position

برای ارزیابی عملکرد شانه از آزمون تعادل Y چارک فوقانی (UQYBT) استفاده شد. آزمون تعادل Y چارک فوقانی (UQYBT) (۱۶) یک ابزار غربالگری عملکردی زنجیره حرکتی بسته با استفاده از کیت آزمون Y تعادل است که تحرک‌پذیری، ثبات و حس عمقی اندام فوقانی را ارزیابی می‌کند. (شکل ۳). این آزمون توانایی ورزشکار را برای حفظ موقعیت پوش‌آپ روی یک

دست در حالی که دست دیگر در سه جهت، دستیابی میانی، تحتانی خارجی و فوقانی خارجی را تا حد امکان اجرا می‌کند، ارزیابی می‌کند. متغیرهای مدنظر در این آزمون حداکثر فاصله دستیابی نرمال‌شده برای هر جهت به همراه میانگین فاصله دستیابی نرمال‌شده در سه جهت هستند. بیشترین دستیابی موفق با طول اندام فوقانی آزمودنی نرمال شد. برای اندازه‌گیری طول اندام فوقانی، آزمودنی در وضعیت آناتومیکی ایستاده با بازو در ۹۰ درجه ابداکشن، آرنج در اکستنشن کامل و انگشت شست رو به بالا قرار گرفت. سپس فاصله بین وسط زائده خاری مهره C7 و دیستال‌ترین نقطه انگشت وسط با استفاده از یک متر اندازه‌گیری شد.

در اجرای آزمون و رساندن دست آزاد در سه جهت دستیابی در وضعیت پوش‌آپ، پاها به اندازه عرض شانه باز بود. در صورتی که آزمودنی (الف) نمی‌توانست وضعیت یک‌طرفه خود را روی سکو حفظ کند (مثلاً با دست آزاد به زمین بخورد یا از روی سکوی قرار گرفته بیفتد)، (ب) نمی‌توانست تماس دست آزاد را با شاخص دستیابی هنگام حرکت دادن آن حفظ کند (برای مثال، نشانگر دستیابی را پرتاب کند)، (ج) از شاخص دستیابی برای حفظ وضعیت ایستاده استفاده کند (برای مثال، انگشتان یا دست را بالای شاخص دستیابی قرار دهد)، (د) نمی‌توانست دست آزاد را تحت کنترل به موقعیت شروع برگرداند یا (ه) یکی از پاها را از روی زمین بلند کند، آزمون متوقف شده و مجدد تکرار می‌شد. این روند تا زمانی که سه بار تکرار در هر جهت در هر دست انجام شود، تکرار می‌شد. به آزمودنی‌ها اجازه داده شد تا هر زمان که بخواهند آزمون را متوقف کنند و خود را از آزمون کنار بکشند (۱۶). میانگین سه بار تکرار برای هر جهت محاسبه شد. امتیاز ترکیبی برای کل آزمون با جمع کردن ۳ میانگین و تقسیم آن بر طول اندام فوقانی ورزشکار ضرب در ۳ محاسبه شد. سپس این امتیاز برای امتیاز ترکیبی در ۱۰۰ ضرب شد (۱۷) (شکل ۳).

شکل ۳- آزمون تعادل Y چارک فوقانی

Figure 3- Upper quadrant Y balance test

تمرینات به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه حدود ۴۰ تا ۶۰ دقیقه انجام شد. ۱۰ دقیقه گرم کردن و ۱۰ دقیقه سرد کردن در ابتدا و انتهای تمرینات اختصاص داده شد. تعداد تکرارها به‌گونه‌ای انتخاب شد که آزمودنی دو تکرار آخر را با کمی دشواری انجام دهد تا زمان افزایش بار از این طریق مشخص شود؛ به گونه‌ای که اگر فرد در ادامه تمرینات می‌توانست دو تکرار آخر را همانند سایر تکرارها انجام دهد، مشخص می‌شد. زمان استراحت بین هر ست معادل نصف زمان اجرای تکرارها بود و اصل اضافه‌بار برای پیشبرد اهداف تمرین اعمال شد. تمرینات حاضر برگرفته از مطالعه سانگ و همکاران (۱۸) بود.

جدول ۱- برنامه تمرینی توان‌بخشی کتف SICK

Table 1- SICK scapula rehabilitation exercise program

	تمرین Workout	تکرار Repetition	مدت‌زمان Duration
گرم کردن Warm-Up	کشش شانه (کشش جزئی سینه، کشش در خواب، کشش گوشه)		10 دقیقه
تمرین اصلی Main Workout	موضع یک پا	10 تکرار، 5 ست	40 دقیقه
	ردیف پایین	20 تکرار، 5 ست	
	ساعت کتف	20 تکرار، 5 ست	
	فرورفتگی و چرخش سر بازو	10 ثانیه،	
	دیوارشویی‌ها	10 تکرار، 5 ست	
	مشت	10 تکرار، 5 ست	
	پوش‌آپ پلاس	20 تکرار، 5 ست	
	ورزش کتف (انقباض، عقب‌نشینی، ارتفاع و پسرفت، فرورفتگی و پسرفت، چرخش و ارتفاع داخلی، چرخش بیرونی و فرورفتگی)	20 تکرار، 5 ست	
	سوختگی سیاه	10 تکرار، 5 ست	
سرد کردن Cool-Down	پوش‌آپ نشسته	10 تکرار، 5 ست	10 دقیقه
	ردیف پایین با قرقره	10 ثانیه، 10 تکرار، 5 ست	
	کشش شانه	10 ثانیه،	
	(کشش جزئی سینه، کشش در خواب، کشش گوشه)	10 تکرار، 5 ست	

پس از جمع‌آوری داده‌های خام از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها استفاده شد. به‌منظور آزمون فرضیه‌ها از روش‌های آمار استنباطی شامل آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آزمون‌های تحلیل کوواریانس و تی همبسته برای بررسی تفاوت میانگین‌ها استفاده شد. سطح معناداری برای تمام آزمون‌ها $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد.

نتایج

داده‌های دموگرافیک مربوط به آزمودنی‌های پژوهش در جدول (۲) گزارش شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بین عملکرد مفصل شانه در جهت میانی در پس‌آزمون در دو گروه، تفاوت معناداری وجود داشت (P=۰/۰۰۱). همچنین با توجه به نتایج آزمون تی همبسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی مشاهده شد که یک دوره تمرینات زنجیره حرکتی کتف بر عملکرد مفصل شانه در جهت‌های میانی، تحتانی خارجی و فوقانی خارجی در ژیمناست‌های مبتلا به دیسکینزی کتف در گروه تجربی، تأثیر معناداری داشت (P=۰/۰۰۱).

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

Table 2- Mean and SD of subjects' personal characteristics

گروه group	تعداد N	سن (سال) Age (Year)	قد (سانتیمتر) Height (cm)	وزن (کیلوگرم) Weight (kg)	سابقه ورزشی Sports history
تجربی Experimental	15	11.2±2.95	155.9±11.32	39.3±9.99	5.0±3.79
کنترل Control	15	11.4±3.56	147.19±17.27	38.6±8.37	5.0±2.77

بین ریتم اسکاپولوهومرال در پس‌آزمون در دو گروه تفاوت معناداری وجود داشت (P=۰/۰۰۱). نتایج نشان داد که یک دوره تمرینات زنجیره حرکتی کتف بر ریتم اسکاپولوهومرال در ژیمناست‌های مبتلا به دیسکینزی کتف در گروه تجربی تأثیر معنی‌داری داشت (P=۰/۰۰۱).

جدول ۳- تحلیل کوواریانس مقایسه متغیرها در دو گروه

Table 3- Covariance analysis comparing variables in two groups

متغیر Varaible	منبع تغییرات Source	مجموع مجذورات Sum of Squares	درجه آزادی df	میانگین مجذورات Mean Square	F	P
عملکرد در جهت میانی Function (Medial Reach)	پیش‌آزمون Pre-test	23.95	1	23.95	0.29	0.59
	گروه group	1115.87	1	1115.87	13.88	0.001
	خطا Error	21.70	27	80.38		
عملکرد در جهت تحتانی خارجی Function (Infrolatral Reach)	پیش‌آزمون Pre-test	2.41	1	2.41	0.029	0.867
	گروه group	1745.90	1	1745.90	20.58	0.000
	خطا Error	2290.09	27	84.81		
عملکرد در جهت فوقانی خارجی Function (Superolatral Reach)	پیش‌آزمون Pre-test	216.96	1	216.96	3.93	0.058
	گروه group	3378.51	1	3378.51	61.41	0.000
	خطا Error	1489.30	27	55.15		
ریتم اسکاپولوهومرال Scapulohumeral Rhythm	پیش‌آزمون Pre-test	0.17	1	0.17	1.27	0.269
	گروه group	1.76	1	1.76	12.75	0.001

جدول ۳- تحلیل کوواریانس مقایسه متغیرها در دو گروه

Table 3- Covariance analysis comparing variables in two groups

P	F	میانگین مجذورات Mean Square	درجه آزادی df	مجموع مجذورات Sum of Squares	منبع تغییرات Source	متغیر Varaible
		0.13	27	3.74	خطا Error	
0.372	0.82	3.52	1	3.52	پیش‌آزمون Pre-test	
0.000	32.11	137.47	1	137.47	گروه group	حس وضعیت ۴۵ درجه Position Sense (45)
		4.28	27	115.59	خطا Error	
0.956	0.003	0.008	1	0.008	پیش‌آزمون Pre-test	
0.000	73.31	197.26	1	197.26	گروه group	حس وضعیت ۸۰ درجه Position Sense (80)
		2.69	27	72.65	خطا Error	

بین حس وضعیت مفصل شانه در وضعیت ۴۵ و ۸۰ درجه در پس‌آزمون دو گروه، تفاوت معناداری وجود داشت (P<۰/۰۰۱). نتایج آزمون تی همبسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی نشان داد که یک دوره تمرینات زنجیره حرکتی کتف بر حس وضعیت مفصل شانه در وضعیت ۴۵ و ۸۰ درجه در ژیمناست‌های مبتلا به دیسکینزی کتف در گروه تجربی تأثیر معناداری داشت (P<۰/۰۰۱).

جدول ۴- تغییرات درون‌گروهی متغیرها در دو گروه

Table 4- Changes within the group of variables in two groups

P	درجه آزادی df	t	اختلاف میانگین Mean Difference	گروه Group	متغیر Varaible
0.000	14	5.53	14.74	تجربی Experimental	عملکرد در جهت میانی Function (Medial Reach)
0.48	14	0.72	2.48	کنترل Control	
0.000	14	4.98	16.92	تجربی Experimental	عملکرد در جهت تحتانی خارجی Function (Infrolatral Reach)
0.147	14	1.53	4.25	کنترل Control	
0.000	14	10.06	21.69	تجربی Experimental	عملکرد در جهت فوقانی خارجی Function (Superolatral Reach)
0.427	14	0.81	1.95	کنترل Control	
0.003	14	3.63	0.51	تجربی	ریتم اسکاپولوهومرال

جدول ۴- تغییرات درون‌گروهی متغیرها در دو گروه

Table 4- Changes within the group of variables in two groups

متغیر Varaible	گروه Group	اختلاف میانگین Mean Difference	t	درجه آزادی df	P
Scapulohumeral Rhythm	Experimental				
	کنترل Control	0.17	1.17	14	0.26
حس وضعیت 45 درجه Position Sense (45)	تجربی Experimental	4.69	6.15	14	0.000
	کنترل Control	0.45	0.52	14	0.606
حس وضعیت 80 درجه Position Sense (80)	تجربی Experimental	5.15	6.45	14	0.000
	کنترل Control	1.36	1.80	14	0.093

بحث و نتیجه‌گیری

اثرگذاری یک دوره تمرینات زنجیره حرکتی کتف بر عملکرد مفصل شانه در ژیمناست‌های مبتلا به دیسکینزی کتف با پژوهش‌های حاجی‌حسینی و همکاران (۴)، تارگوت و همکاران (۱۲)، ونگ و همکاران (۱۵)، پاراسکووپلوس و همکاران (۱۹)، مورا و همکاران (۲۰) و عیوضی و همکاران (۲۲) همسوست. همان طور که بیان شد، دیسکینزی کتف پیامد مکانیکی آسیب آناتومیک یا تغییر در فعال‌سازی عضلانی است که باعث اختلال در ریتم اسکاپولوهومرال می‌شود و می‌تواند بر عملکرد شانه تأثیر بگذارد و خطر آسیب‌دیدگی را افزایش دهد (۹). همسو با نتایج مطالعه حاضر، پاراسکووپلوس و همکاران یک برنامه رویکرد زنجیره حرکتی و یک برنامه آموزش اجرای حرکات در مقابل آینه[1] (برنامه تمرینی را با اضافه کردن دو آینه انجام دادند که به ورزشکاران اجازه می‌داد کتف سالم خود را مشاهده کنند) را روی والیبالیست‌های مبتلا به دیسکینزی کتف اجرا کردند. امتیاز آزمون تعادل چارک فوقانی Y در هر دو گروه آموزش در مقابل آینه و رویکرد زنجیره حرکتی در مقایسه با گروه کنترل، تفاوت معناداری را نشان داد (۱۹).

مطالعه دیگری که تأثیر تمرینات ثبات‌دهنده کتف را مثبت ارزیابی کرد، پژوهش مورا و همکاران (۲۰) بود. در مطالعه آن‌ها هر فرد یک پروتکل درمانی سه‌مرحله‌ای را دریافت کرد: مرحله اول بر تسکین درد، کنترل کتف و بازیابی دامنه حرکتی نرمال، مرحله دوم بر تقویت عضلانی و مرحله سوم بر تمرین حسی حرکتی تأکید داشت. همه آزمودنی‌ها کاهش درد، بهبود اجرا و عملکرد ورزشی، افزایش قدرت عضلانی برای الویشن شانه و چرخش خارجی و نیز افزایش دامنه حرکتی چرخش داخلی و بهبود فعال‌سازی دندانه‌ای قدامی را نشان دادند. آن‌ها همچنین بیان کردند که فعال‌سازی دندانه‌ای قدامی می‌تواند نقش مهمی در این فرایند ایفا کند؛ زیرا همه افراد پس از توان‌بخشی، الگوی به‌کارگیری بهتری را که توسط الکترومیوگرافی اندازه‌گیری شد، نشان دادند. نقطه قوت مطالعه آن‌ها انجام شش ماه تمرین بود که اعتبار بیشتری به اثرگذاری تمرینات تجویزشده می‌دهد. پروتکل‌های تمرینات زنجیره حرکتی کتف در پژوهش حاضر و مطالعات حاج‌حسینی و همکاران (۴)، مورا

1. Mirror-Cross-Education

و همکاران (۲۰)، سانگ و همکاران (۲۱) و عیوضی و همکاران (۲۲) همگی برگرفته از تمریناتی بود که اولین بار بوکارت و همکاران (۱۸) ارائه کردند. عیوضی و همکاران اثر این تمرینات را در ۳۰ کماندار مبتلا به دیسکینزی کتف و درد شانه بر متغیرهای حس عمقی و عملکرد شانه بررسی کردند. در مطالعه آن‌ها، تمرینات ثبات‌دهنده کتف به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۴۰ دقیقه اجرا شد؛ در حالی که افراد گروه کنترل هیچ‌گونه تمرینی تجربه نکردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که تمرینات ثبات‌دهنده کتف موجب بهبود معنادار عملکرد در هر دو مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی شد. آن‌ها گزارش کردند که با توجه به یافته‌های پژوهش به نظر می‌رسد، تمرینات ثبات‌دهنده کتف می‌تواند برای بهبود عملکرد کمانداران استفاده شود (۲۲). همچنین همسو با نتایج پژوهش حاضر، هدف پژوهش حاجی‌حسینی و همکاران روی ورزشکاران والیبالیست و هندبالیست، بررسی تأثیر یک دوره برنامه تمرینی هشت‌هفته‌ای بر ثبات عملکردی و قدرت ایزومتریک عضلات کمربند شانه‌ای بود که به صورت الگو و زنجیره حرکتی طراحی و اجرا شد. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که قدرت عضلات تحت خاری، ذوزنقه میانی، ذوزنقه تحتانی و دندانه‌ای قدامی به طور معناداری افزایش یافت. همچنین نمره ترکیبی در آزمون ثبات عملکردی اندام فوقانی پس از برنامه تمرینی، در گروه‌های تمرینی والیبال و هندبال به طور معناداری افزایش یافت. آن‌ها ادعا کردند که انجام هشت هفته برنامه تمرینی استفاده‌شده، از اثربخشی مطلوبی در میزان قدرت ایزومتریک عضلات شانه و ثبات عملکردی اندام فوقانی زنان ورزشکار دارای دیسکینزی کتف برخوردار است. آن‌ها توصیه کردند، متخصصانی که برای این نوع از ورزشکاران برنامه تمرینی در نظر می‌گیرند، باید درک کاملی از زنجیره حرکتی و همچنین اهمیت نیاز به برنامه توان‌بخشی متمرکز برای احیای این ورزشکاران تا سطح بالای عملکرد موردنیاز رشته تخصصی آن‌ها داشته باشند. به‌علاوه، تمرینات زنجیره بسته می‌تواند در عین کاهش تنش به بافت‌های عضلانی که دچار نبود تعادل فعالیت هستند، عملکرد طبیعی را بازیابی کند و منجر به توان‌بخشی سریع‌تر شود (۴).

برنامه‌های تقویتی و آماده‌سازی سنتی بر کسب مجدد قدرت و انعطاف‌پذیری متمرکز شده‌اند؛ با این حال، کیبلر و همکاران توصیه کردند که تمرینات الگوهای حرکتی پویا برای اهداف کنترل حرکت و عملکرد کارآمد می‌باید گنجانده شوند (۹). به توصیه آن‌ها، تمرینات پژوهش حاضر با هدف بازگرداندن ریترکشن کتف، تیلت خلفی و چرخش خارجی بود (۸). تمرینات ویژه برای توان‌بخشی کتف شامل تمرینات انعطاف‌پذیری همچون کشش اسلیپر برای کاهش ترکشن کتف و تمرینات ثبات‌دهنده برای بهینه‌سازی کینماتیک کتف بود. تمرینات ثبات‌دهنده کتف، براساس کشش و تقویت، با هدف بهبود قدرت عضلانی و حس موقعیت مفصل انجام شد (۱۲). تمرینات ثبات‌دهنده کتف مبتنی بر تمرینات زنجیره حرکتی بسته و باز است؛ ازجمله انواع پوش‌آپ درازکش روی یک سطح پایدار یا ناپایدار و پوش‌آپ نشسته، بارفیکس به صورت خوابیده و تمرینات نظافت دیوار و نیز انواع حرکات کتف با مقاومت (۱۲) که برخی از این‌ها در پژوهش حاضر به کار گرفته شد. پوش‌آپ روی یک سطح پایدار، انعطاف دندانه‌ای قدامی را بهبود می‌بخشد و هنگامی‌که از باند رد کورد استفاده می‌شود، قدرت عضلانی کلی بهبود می‌یابد (۲۳). همین تمرین اگر روی یک سطح ناپایدار انجام شود، فعال‌سازی ذوزنقه را افزایش می‌دهد؛ در حالی که فعال‌سازی دندانه‌ای قدامی را کاهش می‌دهد (۲۴). یک کارآزمایی تصادفی نشان داد که انجام تمرینات در ۱۲۰ درجه ابداکشن شانه با تحریک الکتریکی در افراد مبتلا به دیسکینزی کتف، فاصله بین ستون فقرات و کتف را بهبود می‌بخشد (۲۵). تمرینات زنجیره حرکتی بسته نیز که تمریناتی نوروماسکولار، ایمن و عملکردی هستند، با افزایش ثبات مفصل از طریق تسهیل هم‌انقباضی عضلات، اعمال استرین کمتر و تحریک گیرنده‌های حس وضعیت مفصل به‌وسیله افزایش فشار بین‌مفصلی باعث بهبود دیسکینزی می‌شوند (۲۶). در پروتکل تمرینی پژوهش حاضر از ترکیب سودمندی از حرکات استفاده شد که امکان

فعال‌سازی عضلات اطراف کتف را فراهم می‌کرد. این تمرینات شامل اکستنشن تنه و ریترکشن کتف، روتیشن تنه و ریترکشن کتف، ایستادن روی یک پا و روتیشن مورب تنه و ریترکشن کتف بود. تمامی این تمرینات موجب فعال‌سازی عضله ذوزنقه تحتانی می‌شدند. در مرحله بعد، تمرینات کتف با حرکت پانچ کتف و ریترکشن‌های ایزومتریک کتف ادامه می‌یافت. یک تمرین بسیار کم‌خطر و امن، تمرین پارویی[1] بود که در این تمرین، آزمودنی در جهت خلفی روی یک جسم مقاوم فشار وارد می‌کرد و شامل اکستنشن تنه، ریترکشن کتف و اکستنشن دست بود که امکان انجام آن به‌عنوان یک تمرین ایزومتریک در اوایل پروسه برنامه تمرینی وجود داشت و تا اجرای تمرینات ایزوتونیک پیش رفت. تمرین در زنجیره حرکتی بسته به صورت پیشرفته‌تر، تمرین ساعتی کتف[2] بود که در این تمرین، کف دست در حالی که وزن دست روی آن نبود، روی دیوار قرار داده می‌شد و کتف در وضعیت‌های الویشن و دپرشن (وضعیت ساعت ۱۲ و ۵) و ریترکشن و پروترکشن (وضعیت ساعت ۹ و ۳) حرکت داده می‌شد. به‌واسطه تثبیت زنجیره حرکتی و تکیه‌گاه کتف، آزمودنی می‌توانست در همان مراحل اولیه توان‌بخشی با سرعت بیشتری حرکت کرده و الگوهای نرمال یکپارچگی تنه-کتف-دست را مجدد احیا کند و هرچه سریع‌تر عضلات روتیتورکاف را تقویت کند و حرکت شراگ[3] را که امری شایع هنگام تلاش برای ابداکشن است، از بین ببرد. پس از اینکه تکیه‌گاه و پایه پروگزیمال تثبیت شد، تمرینات عضلات روتیتورکاف به برنامه توان‌بخشی اضافه شد. حداکثر فعال‌سازی عضلات روتیتورکاف مستلزم کتفی باثبات به‌عنوان زیربنا است؛ چون مبدأ تمام این عضلات، کتف است. این تمرین شامل دپرشن و روتیشن سر هومرال با دست روی یک توپ بود. یکی از بهترین تمرینات در توان‌بخشی که موجب فعالیت عضلات در چرخش فوقانی می‌شود، تمرینات شراگ است. نتایج پژوهش پیزاری و همکاران نشان داد که ۳۰ درجه ابداکشن شانه در تمرین شراگ به همراه چرخش فوقانی، شدت فعالیت ذوزنقه‌ای فوقانی و تحتانی در افراد دارای بی‌ثباتی چند جهت شانه را بهبود می‌بخشد. به‌علاوه فعالیت عضلات مذکور موجب تسهیل چرخش فوقانی کتف می‌شود (۲۷).

یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از اثرگذاری معنادار یک دوره تمرینات اختصاصی حرکتی کتف بر ریتم اسکاپولوهومرال در ژیمناست‌های مبتلا به دیسکینزی کتف بود. این یافته‌ها با پژوهش‌های سانگ و همکاران (۲۱) و سجادی و همکاران (۳۴) همسوست. مطالعات پیشین بیان کردند که در ۳۰ درجه اول ابداکشن یا ۴۵ درجه اول فلکشن بازو، کتف به ستون مهره‌ای نزدیک یا از آن دور می‌شود تا روی قفسه سینه وضعیت پایداری پیدا کند (۲۸). بعد از اینکه پایداری ایجاد شد، کتف با حرکات چرخش بالایی، پروترکشن یا دور شدن و بالا رفتن، به سمت خارج، جلو و بالا حرکت می‌کند. در مراحل اولیه ابداکشن یا فلکشن همه حرکات به استثنای حرکات پایدارکنندگی کتف، بیشتر در مفصل گلنوهومرال انجام می‌شوند. بعد از ۳۰ درجه ابداکشن یا ۴۵ تا ۶۰ درجه فلکشن، نسبت حرکات دوری بازویی به کتف ۵ به ۴ است و در دامنه کامل ۲ به ۱ می‌شود (۲۸). اغلب تصور بر این است که درد یا گیرافتادگی شانه نتیجه صدمه یا ضعف عضلات روتیتورکاف بدون توجه به کینماتیک و پوزیشن کتف است. مرور پژوهش‌ها دلالت بر این دارد که نقص عملکردی اسکاپولوتوراسیک مؤلفه مهمی در ایجاد پاتولوژی گلنوهومرال است. بعضی از این پاتولوژی‌ها شامل تخریب ریتم اسکاپولوهومرال، تنش غیرطبیعی در لیگامنت قدامی تحتانی گلنوهومرال و کاهش فضای تحت آخرومی در حالت ابداکشن است (۲۱، ۹). ریتم طبیعی اسکاپولوتوراسیک نیازمند فعالیت مناسب چرخش‌دهنده‌های بالایی کتف است. چرخش‌دهنده‌های بالایی کتف، عضلات ذوزنقه فوقانی و تحتانی و دندانه‌ای

1. Low-Row
2. Scapular Clock
3. Shrug

قدامی هستند که به صورت زوج‌نیرو عمل می‌کنند (۲۹). تعادل فعالیت عضلات در درون این زوج‌نیروها اغلب نقش مهم‌تری از قدرت عضلات در عملکرد طبیعی شانه بازی می‌کند. انقباض هم‌زمان این عضلات باعث ایجاد حرکت پروترکشن و چرخش به سمت بالای کتف، حین بالا بردن بازو می‌شود. ضعف عضلات دندانه‌ای قدامی و ذوزنقه می‌تواند چرخش به سمت بالای استخوان بازو را محدود کند و منجر به تکیه‌گاه ناپایداری برای استخوان بازو و نبود کارایی مناسب عضلات روتیتورکاف شود. علاوه بر این، زائده آخرومی نمی‌تواند به اندازه کافی بالا برده شود تا برجستگی بزرگ استخوان بازو بدون برخورد، از آن عبور کند (۳۰). هدف از به کار بردن، حرکات بالا بردن و پایین آوردن بازو، در برخی مطالعات برای بررسی کینماتیک کتف، بررسی زوج‌نیروها است. در ناحیه اسکاپولوتوراسیک، در حالی که محور چرخش با افزایش بالا رفتن بازو تغییر می‌کند، زوج‌نیروهای مرتبط با حرکت بالای سر، در طول دامنه تغییر می‌کنند. در قسمت‌های اولیه دامنه که محور چرخش در ریشه خار کتف است، چرخاننده‌های اصلی کتف، فیبرهای فوقانی دندانه‌ای قدامی و ذوزنقه هستند، ولی وقتی محور چرخش به سمت آخرومی-ترقوه‌ای می‌رود، شرکت نسبی ذوزنقه فوقانی کاهش پیدا می‌کند؛ در حالی که فعالیت عضله ذوزنقه تحتانی و دندانه‌ای قدامی تحتانی، افزایش پیدا می‌کند (۳۱).

درخصوص فعال‌سازی عضلانی در هنگام حرکات کتف، سانگ و همکاران (۲۱) در یک مطالعه روی بازیکنان حرفه‌ای بیس‌بال مبتلا به سندروم SICK ، فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اطراف کتف و شانه پس از تمرینات ثبات‌دهنده را بررسی کردند. نتایج نشان داد که پس از تمرین، حداکثر و میانگین فعال‌سازی عضلات ذوزنقه فوقانی و تحتانی در گروه‌های SICK-برتر و نرمال-برتر به طور معناداری افزایش یافت؛ به‌ویژه در حرکات الویشن و دپرشن. همچنین گروه‌های تمرین‌دیده نسبت به گروه نرمال-غیربرتر فعال‌سازی عضلانی بیشتری داشتند. در عضله دندانه‌ای قدامی نیز گروه SICK-برتر در پیش‌آزمون فعال‌سازی کمتری نسبت به گروه نرمال-برتر داشت، اما در پس‌آزمون تنها با گروه نرمال-غیربرتر تفاوت معناداری را نشان داد. به نظر می‌رسد، این تغییرات به دلیل اختلال در تعادل نیرو بین عضلات ذوزنقه فوقانی و تحتانی ناشی از ابداکشن و بیرون‌زدگی زاویه تحتانی کتف باشد که از علائم SICK است (۳۲، ۲۱). در حرکت ریترکشن و الویشن به دلیل جبران توسط فعال‌سازی عضلانی، بیشتر عضله ذوزنقه فوقانی در همکاری با عضله دندانه‌ای قدامی است؛ با این حال، گروه‌های SICK که دیسکینزی کلی کتف داشتند، تمایل به افزایش فعال‌سازی عضلانی داشتند، اما گروه‌های نرمال تمایل به کاهش فعال‌سازی عضلانی داشتند. در مطالعه آن‌ها، ذوزنقه تحتانی تفاوت معناداری را در مقدار میانگین فعال‌سازی عضلانی در حرکت الویشن و مقادیر حداکثر و میانگین فعال‌سازی عضلانی در حرکت دپرشن نشان داد که می‌تواند به دلیل نقش استحکامی آن در ایمن‌سازی ثبات کتف در حرکت الویشن باشد (۳۳). علاوه بر این، به‌واسطه فعال‌سازی عضله ذوزنقه تحتانی در حرکت دپرشن، برای جمع کردن فیبرهای عضلانی و جهت‌دهی حرکت، فعال‌سازی عضلانی مناسبی وجود داشت؛ بنابراین نتیجه گرفتند که تمرین زنجیره حرکتی کتف باعث بهبود فعال‌سازی عضلانی در هر دو گروه بازیکنان بالای سر با دیسکینزی کتف و بازیکنان نرمال شد (۲۱). محدودیت اصلی این مطالعه این بود که مقطعی بود و تأثیر کوتاه‌مدت تمرینات زنجیره حرکتی بر متغیرهای عملکردی کتف را بررسی کرده است؛ بنابراین انجام مطالعه طولی که تأثیرات طولانی‌مدت این تمرینات را بر کینماتیک کتف و عملکرد آن بررسی کند، ضروری است.

سجادی و همکاران نیز تنها تأثیر شش هفته برنامه تمرینی کششی و ثبات‌دهنده-قدرتی را بر چرخش داخلی گلنوهومرال ۳۵ شناگر زن مبتلا به دیسکینزی کتف بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که بین دو گروه اختلاف معناداری وجود داشت. آن‌ها کاهش سفتی کپسول خلفی و اصلاح ایمبالانس عضلانی شانه پس از شش هفته تمرین را دلیل افزایش معنادار چرخش

داخلی گلنوهومرال در شناگران زن جوان رقابتی گزارش کردند (۳۴). در پژوهش جاودانه نیز با بررسی تأثیر شش هفته تمرینات اصلاحی بر کینماتیک کتف مردان دارای نقص چرخش پایینی کتف، افزایش معناداری در میزان زاویه چرخش فوقانی در زوایای ۳۰، ۶۰، ۹۰ دو ۱۲۰ درجه تیلت خلفی در زوایای ۳۰، ۶۰، ۹۰ دو ۱۲۰ درجه ابداکشن شانه پس از اعمال مداخله تمرینی در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. او نتیجه‌گیری کرد که مداخله تمرینات اصلاحی کتف باعث بهبود زاویه تیلت خلفی و چرخش فوقانی کتف در افراد دارای نقص چرخش پایینی کتف شده است (۳۵). همان طور که بیان شد، ضعف عضلات اسکاپولوتوراسیک می‌تواند موجب قرارگیری غیرطبیعی استخوان کتف شود و با به هم زدن ریتم اسکاپولوهومرال، مانع از عملکرد طبیعی شانه شود و درنهایت به سندروم گیرافتادگی، بی ثباتی مفصل شانه و دیسکینزی کتف منجر شود؛ بنابراین کینماتیک غیرطبیعی کتف که در ورزشکاران بالای سر مشاهده می‌شود، باعث تغییر در ریتم اسکاپولوهومرال در طی ابداکشن بازو می‌شود. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد، بهبود ریتم اسکاپولوهومرال در ژیمناست‌کاران با تقویت عضلات تثبیت‌کننده کتف و ایجاد موقعیت مناسب استخوان کتف از طریق تمرینات زنجیره حرکتی کتف اتفاق افتاده است.

همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که یک دوره تمرینات زنجیره حرکتی کتف بر حس وضعیت مفصل شانه در ژیمناست‌های مبتلا به دیسکینزی کتف تأثیر معناداری داشت. این یافته‌ها با پژوهش‌های حاجی‌حسینی و همکاران (۴)، تارگوت و همکاران (۱۲)، ونگ و همکاران (۱۵)، مورا و همکاران (۲۰)، عیوضی و همکاران (۲۲) و کیم و همکاران (۳۶) همسوست. همسو با نتایج مطالعه حاضر، در پژوهش مورا و همکاران (۲۰)، هر فرد یک پروتکل درمانی سه‌مرحله‌ای را دریافت کرد: مرحله اول بر تسکین درد، کنترل کتف و بازیابی دامنه حرکتی نرمال، مرحله دوم بر تقویت عضلانی و مرحله سوم بر تمرین حسی حرکتی تأکید داشت. همه آزمودنی‌ها کاهش درد، بهبود اجرا و عملکرد ورزشی، افزایش قدرت عضلانی برای الویشن شانه و چرخش خارجی و نیز افزایش دامنه حرکتی چرخش داخلی و بهبود فعال‌سازی دندانه‌ای قدامی را نشان دادند. آن‌ها همچنین بیان کردند که فعال‌سازی دندانه‌ای قدامی می‌تواند نقش مهمی در این فرایند ایفا کند؛ زیرا همه افراد پس از توان‌بخشی، الگوی به‌کارگیری بهتری را که توسط الکترومیوگرافی اندازه‌گیری شد، نشان دادند. نقطه قوت این پژوهش انجام شش ماه تمرین بود که اعتبار بیشتری به اثرگذاری تمرینات تجویزشده می‌دهد. عیوضی و همکاران نشان دادند که تمرینات ثبات‌دهنده کتف موجب بهبود معنادار حس عمقی مفصل شانه در کمانداران مبتلا به دیسکینزی کتف می‌شود، اما این اثر در افراد بدون دیسکینزی مشاهده نشد؛ بر این اساس، چنین تمریناتی می‌توانند در بهبود حس عمقی شانه دارای دیسکینزی مفید باشند (۲۲). همچنین ونگ و همکاران با اجرای ۱۸ جلسه تمرین ثبات‌دهنده کتف شامل تمرینات قدرتی، تعادلی و کنترل حرکت در کارکنان اداری مبتلا به اختلال عملکرد کتف، دریافتند که گروه کنترل حرکت نسبت به دیگر گروه‌ها، بهبود معنی‌داری را در شاخص کتف، درد، عملکرد، توانایی کاری، فعالیت‌های ورزشی و هنری و حرکات اسکاپولوهومرال نشان داد. آن‌ها نتیجه گرفتند که تسهیل عصبی-عضلانی حس عمقی می‌تواند روشی مؤثر برای بهبود وضعیت و حرکت کتف در افراد مبتلا به دیسکینزی باشد (۱۵). در یک مطالعه موردی، کیم و همکارانتأثیر یک برنامه تمرینات ثبات‌دهنده کتف را در یک کماندار نخبه که از دیسکینزی کتف و صدای مفصل شکایت داشت، بررسی کردند. نتایج ارزیابی‌ها پیش از مداخله، پس از آن و در پیگیری یک‌ساله نشان داد که پوزیشن کتف، قدرت عضلانی و ناتوانی اندام فوقانی بهبود یافت و این پیشرفت‌ها در طول یک سال حفظ شد. براساس این یافته‌ها، تمرینات ثبات‌دهنده شانه می‌توانند در بهبود اختلالات کتف و شانه در کمانداران مؤثر باشند (۳۶).

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر درباره اثرگذاری تمرینات بر حس وضعیت شانه و طبق نظر تارگوت و همکاران می‌توان گفت، بهبود آگاهی از موقعیت کتف موجب بهبود حس عمقی کمربند شانه، نورون‌های آوران و وابران و کنترل حرکتی می‌شود (۱۲). یکی از دلایل احتمالی نتایج مثبت این مطالعه، سازگاری عصبی-عضلانی و بهبود وضعیت پاسچر است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سازگاری‌های عصبی معمولاً در شش تا هشت هفته تمرین مقاومتی رخ می‌دهد و با بهبود عملکرد حس عمقی همراه‌اند. این فرایند با افزایش فعالیت عضلات، تحریک بیشتر دوک‌های عضلانی و اندام‌های وتری گلژی را به دنبال دارد. به طور خاص، بهبود حس وضعیت می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت نورون‌های حرکتی آلفا و گاما باشد که در حرکات عملکردی شانه نمود می‌یابد. همچنین تمرینات منظم به‌ویژه با الگوهای حرکتی پیچیده می‌توانند ورودی‌های گیرنده‌های آوران را تحت‌تأثیر قرار دهند و حس عمقی را بهبود بخشند (۳۷).

مشاهدات آزمونگر در طول جلسات تمرینی نشان داد که ژیمناست‌های گروه تجربی پس از شروع تمرینات زنجیره حرکتی کتف، هماهنگی حرکتی بهتری را در اجرای حرکات عملکردی شانه (مانند حرکات پرتابی و چرخشی) و کاهش چشمگیر در الگوهای غیرطبیعی اسکاپولا (مانند کتف بالی) از خود نشان دادند. همچنین آزمونگر مشاهده کرد که شرکت‌کنندگان در گروه تجربی آگاهی بدنی بیشتری در حین انجام آزمون‌های UQYBT و حس وضعیت مفصل پیدا کردند که احتمالاً به دلیل فعال‌سازی هدفمند عضلات تثبیت‌کننده اسکاپولا (مانند داندانه ای قدامی و ذوزنقه) در پروتکل تمرینی بود. این مشاهده‌های کیفی، بهبودهای آماری در عملکرد شانه ریتم اسکاپولوهومرال و حس وضعیت مفصل را پشتیبانی می‌کنند و نشان‌دهنده اثربخشی بالینی تمرینات هستند.

به طور کلی، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد که تمرینات استفاده‌شده در این مطالعه برای ژیمناست‌کاران مبتلا به دیسکینزی کتف که به دلیل اختلال در موقعیت قرارگیری کتف دچار ایمبالانس عضلات اطراف کتف شده بودند، از طریق مکانیسم اصلاح رابطه طول و تنشن عضلات عمل‌کننده بر موقعیت‌یابی و ثبات کتف موجب کاهش تنش عضلات در مجموعه کتف و بازو شده است. همچنین از طریق بهبود قابلیت انتقال انرژی در طول زنجیره حرکتی در افزایش قدرت عضلات مفصل شانه نقش داشته و موجب بهبود عملکرد آن شده است. از سوی دیگر، تمرینات استفاده‌شده احتمالاً تأثیراتی نظیر بهبود موقعیت و افزایش ثبات کتف به دلیل افزایش فعالیت عضلات ثبات‌دهنده و همچنین تقویت و بهبود فراخوانی عضلات تنه به‌منظور بازگشت زوج نیروی طبیعی در مجموعه عضلات کتف را به دنبال داشته‌اند و از طریق این مکانیسم در بهبود کینماتیک کتف مؤثر بوده‌اند؛ بنابراین از این تمرینات می‌توان برای بهبود عملکرد ژیمناست‌کاران مبتلا به دیسکینزی استفاده کرد.

از محدودیت‌های پژوهش این بود که تنها بر ژیمناست‌های ۷ تا ۱۵ ساله شهر کرج انجام شد؛ بنابراین تعمیم نتایج به سایر گروه‌ها باید با احتیاط صورت گیرد. پژوهشگران با دقت عامل بلوغ را کنترل کردند و آزمودنی‌های دارای علائم بلوغ پیشرفته (براساس گزارش مربی و والدین) وارد مطالعه نشدند، اما امکان کنترل کامل و همسان‌سازی از نظررشدی فراهم نبود. همچنین کنترل خواب افراد انجام نشد.

پیام مقاله

تمرینات زنجیره حرکتی کتف، از طریق تقویت عضلات تثبیت‌کننده کتف و بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی، می‌تواند موجب بهبود عملکرد مفصل شانه، اصلاح ریتم اسکاپولوهومرال و افزایش دقت حس وضعیت مفصل در ژیمناست‌های مبتلا به دیسکینزی کتف شود. بر اساس یافته‌های این پژوهش، استفاده از این تمرینات به‌عنوان رویکردی مؤثر در برنامه‌های

توان‌بخشی و تمرینات پیشگیرانه برای ورزشکاران رشته‌های بالای سر توصیه می‌گردد.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش با حمایت پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی و با رعایت اصول اخلاقی پژوهش‌های انسانی انجام شد (کد اخلاق: IR.SSRC.REC.1401.060).

مشارکت نویسندگان

ایده‌پردازی: حسین شاهرخی و هادی میری

جمع‌آوری داده‌ها: زهرا مقیسه

تحلیل داده‌ها: حسین شاهرخی و زهرا مقیسه

نگارش مقاله: زهرا مقیسه و ابراهیم ابراهیمی

بازبینی و ویرایش: حسین شاهرخی

مرور منابع: ابراهیم ابراهیمی

مدیریت پروژه: حسین شاهرخی

سایر مشارکت‌ها :تمامی نویسندگان نسخه نهایی مقاله را خواندند و تأیید کردند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اظهار می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافع مالی، علمی یا نهادی در فرایند طراحی، اجرا و نگارش این پژوهش وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از همکاری و حمایت ارزشمند ژیمناستهای نوجوان و خانواده‌های محترم ایشان که با دقت و نظم در جلسات تمرینی حضور داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنند. همچنین از مدیران و مربیان باشگاه‌های ژیمناستیک استان البرز، به‌ویژه هیئت ژیمناستیک کرج به دلیل تسهیلگری در انجام پژوهش، تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

1. Hart E, Meehan WP, 3rd, Bae DS, d'Hemecourt P, Stracciolini A. The young injured gymnast: a literature review and discussion. Curr Sports Med Rep. 2018;17(11):366-75. https://doi: 10.1249/JSR.0000000000000536.
2. Milas M, Milenković E, Milčić L, Radaš J. Comparative analysis of injury profiles in artistic and rhythmic gymnastics. Research in Sports Medicine. 2025:1-16. https://doi: 10.1080/15438627.2025.2528860.
3. Tisano B, Zynda AJ, Ellis HB, Wilson PL. Epidemiology of pediatric gymnastics injuries reported in us emergency departments: sex- and age-based injury patterns. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2022;10(6):23259671221102478. https://doi:10.1177/23259671221102478.
4. Hajihosseini E, Norasteh A, Daneshmandi H. The effect of an 8-week training program on functional stability and isometric strength of shoulder girdle muscles in overhead athletes with scapula dyskinesia. Journal for Research in Sport Rehabilitation. 2020;7(14):45-56. https://doi:10.1249/12.0b013e3114527h6. [In Persian].

5. Letafatkar a, mohammad golipour agdam g. The effect of stabilization and conscious control training on clavicular kinematic in females with scapular dyskinesis. Studies in Medical Sciences. 2019;29(11):793-806. https:// doi: 10.29252/sjimu.27.1.170. [In Persian].
6. Sajadi N, Alizadeh MH, Barati A, Minoonejad H. Effect of selected corrective exercises on glenohumeral internal rotation in female adolescent swimmers with scapular dyskinesis. Annals of Military and Health Sciences Research. 2019;17(4). https://doi.org/10.5812/amh.97574. [In Persian].
7. Nodehi Moghadam A, Rouhbakhsh Z, Ebrahimi E, Salavati M, Jafari D A comparative study on isometric muscles strength of shoulder complex between persons with and without impingement syndrome. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2010;12(2):26-32.http://goums.ac.ir/journal/article-1-729-en.html. [In Persian].
8. Longo UG, Risi Ambrogioni L, Berton A, Candela V, Massaroni C, Carnevale A, et al. Scapular dyskinesis: from basic science to ultimate treatment. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(8). https:// doi: 10.3390/ijerph17113810.
9. Kibler WB, Stone AV, Zacharias A, Grantham WJ, Sciascia AD. Management of scapular dyskinesis in overhead athletes. Operative Techniques in Sports Medicine. 2021;29(1):150797. https://doi.org/10.1016/j.otsm.2021.150797.
10. Burn MB, McCulloch PC, Lintner DM, Liberman SR, Harris JD. Prevalence of scapular dyskinesis in overhead and nonoverhead athletes: a systematic review. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2016;4(2):2325967115627608. https://doi:10.1177/2325967115627608.
11. Umehara J, Nakamura M, Fujita K, Kusano K, Nishishita S, Araki K, et al. Shoulder horizontal abduction stretching effectively increases shear elastic modulus of pectoralis minor muscle. Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 2017;26(7):1159-65. https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.12.074.
12. Turgut E, Duzgun I, Baltaci G. Effects of scapular stabilization exercise training on scapular kinematics, disability, and pain in subacromial impingement: a randomized controlled trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2017;98(10):1915-23. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.05.023.
13. Pashaei Z, Daneshmandi H, Hosseini SM. Effect of eight weeks of corrective exercises on scapulohumeral rhythm, isometric strength of shoulder girdle muscles and functional stability in volleyball players with scapular downward rotation syndrome. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;11(1):126-43. https://doi.org/%2010.32598/SJRM.11.14. [In Persian].
14. Ebrahimi Ghrehghoyonloo M, Sahebozamani M, Beyranvand R, Karimi Afshar F. The effect of corrective exercises on shoulder pain and joint position sense in females with functional impingement syndrome. Daneshvar Medicine. 2020;25(4):17-24. https://daneshvarmed.shahed.ac.ir/article_1798_en.html?lang=en. [In Persian].
15. Hwang M, Lee S, Lim C. Effects of the proprioceptive neuromuscular facilitation technique on scapula function in office workers with scapula dyskinesis. Medicina. 2021;57(4):332. https://doi.org/10.3390/medicina57040332.
16. Gorman PP, Butler RJ, Plisky PJ, Kiesel KB. Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012;26(11):3043-8. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182472fdb.
17. Boudreau SL, Mattes LL, Lowenstein NA, Matzkin EG, Wilcox RB, 3rd. Customizing functional rehabilitation and return to sport in the female overhead athlete. Arthrosc Sports Med Rehabil. 2022;4(1):e271-e85. https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.041.
18. Song KJ, Yoon JH, Oh JK. Effects of scapular kinetic-chain exercise on muscle activity in overhead-pitching baseball players. Journal of Public Health. 2020;49(5).
19. Paraskevopoulos E, Simeonidis T, Tsolakis C, Koulouvaris P, Papandreou M. The adjunctive benefits of mirror cross education on kinetic chain exercise approach in volleyball athletes with scapular dyskinesis. J Sports Med Phys Fitness. 2022;62(1):98-109. https://doi.org/10.23736/s0022-4707.21.12174-7.

20. Moura KF, Monteiro RL, Lucareli PR, Fukuda TY. Rehabilitation of subacromial pain syndrome emphasizing scapular dyskinesis in amateur athletes: a case series. International Journal of Sports Physical Therapy. 2016;11(4):552.
21. Song KJ, Yoon JH, Oh JK. Effects of scapular kinetic-chain exercise on muscle activity in overhead-pitching baseball players. Journal of Public Health. 2020;49(5).
22. Eyvazi Hazeh Baran A, Ghani Zadeh Hesar N, Mohammad Ali nasasb Firouzjah E, Roshani S. Effect of eight weeks of scapular stabilization exercises on shoulder proprioception and performance of archers with scapular dyskinesis. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2020;9(4):52-61. https://doi.org/10.22037/jrm.2020.112841.2266. [In Persian].
23. De Mey K, Danneels L, Cagnie B, Borms D, T'Jonck Z, Van Damme E, et al. Shoulder muscle activation levels during four closed kinetic chain exercises with and without Redcord slings. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014;28(6):1626-35. https://doi.org/ 10.1519/JSC.0000000000000292.
24. Pirauá ALT, Pitangui ACR, Silva JP, dos Passos MHP, de Oliveira VMA, Batista LdSP, et al. Electromyographic analysis of the serratus anterior and trapezius muscles during push-ups on stable and unstable bases in subjects with scapular dyskinesis. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2014;24(5):675-81. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.05.009.
25. Walker DL, Hickey CJ, Tregoning MB. The effect of electrical stimulation versus sham Cueing on scapular position during exercise in patients with scapular dyskinesis. International Journal of Sports Physical Therapy. 2017;12(3):425.
26. Abbasi T, Hadadnezhad M, Eftekhari F. Effects of 6-week ckc training on proprioception and electrical activity of some lower extremity muscles in females with generalized joint hypermobility syndrome. Journal of Exercise Science and Medicine. 2018;9(2):243-58. https://doi.org/10.22059/jsmed.2018.244828.859. [In Persian].
27. Pizzari T, Wickham J, Balster S, Ganderton C, Watson L. Modifying a shrug exercise can facilitate the upward rotator muscles of the scapula. Clinical Biomechanics. 2014;29(2):201-5. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.11.011.
28. Von Eisenhart-Rothe R, Matsen III F, Eckstein F, Vogl T, Graichen H. Pathomechanics in atraumatic shoulder instability: scapular positioning correlates with humeral head centering. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007). 2005;433:82-9. https://doi.org/10.1097/01.blo.0000150338.27113.14.
29. Escamilla RF, Yamashiro K, Paulos L, Andrews JR. Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. Sports medicine. 2009;39(8):663-85. https://doi.org/10.2165/00007256-200939080-00004.
30. De Morais Faria CDC, Teixeira-Salmela LF, de Paula Goulart FR, de Souza Moraes GF. Scapular muscular activity with shoulder impingement syndrome during lowering of the arms. Clinical Journal of Sport Medicine. 2008;18(2):130-6. https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e318160c05d.
31. Keshavarz R, Shakeri H, A'rab AM, Gholamian M, Tabatabaei-Ghomsheh F, Raeis-Sadat A. comparison of scapular rotational movement measures of acromion marker cluster between patients with shoulder impingement syndrome and healthy ones during humeral elevation in scapular plane. Archives of Rehabilitation. 2012;12(0):67-74. [In Persian].
32. Sciascia A, Cromwell R. Kinetic chain rehabilitation: a theoretical framework. Rehabilitation Research and Practice. 2012;2012. https://doi.org/10.1155/2012/853037.
33. Kibler WB, Sciascia A. Evaluation and management of scapular dyskinesis in overhead athletes. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 2019;12(4):515-26.
34. Sajadi N, Alizadeh MH, Barati AH, Minoonejad H. Effect of selected corrective exercises on glenohumeral internal rotation in female adolescent swimmers with scapular dyskinesis. 2019;17(4):e97574. https://doi.org/10.5812/amh.97574. [In Persian].
35. Javdaneh N. The effect of six weeks of corrective exercises on the kinematics of the scapula in males with scapular downward rotation defect: a randomized clinical trial. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2020;19(7):693-712. [In Persian].

36. Kim J-T, Kim S-Y, Oh D-W. An 8-week scapular stabilization exercise program in an elite archer with scapular dyskinesis presenting joint noise: a case report with one-year follow-up. Physiotherapy Theory and Practice. 2019;35(2):183-9. https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1442538.
37. Thompson KR, Mikesky AE, Bahamonde RE, Burr DB. Effects of physical training on proprioception in older women. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2003;3(3):223-231.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی