Journal of Military Medicine
2022, Volume 24, Issue 3
Pages: 1166-1175
10.30491/JMM.24.3.1166

Comparison of Shoulder, Trunk and Neck Muscle Function with Glenohumeral Joint Disorders in Army Officers with and without Upper Cross Syndrome

Mohammad Ghafouri [1*], Hassan Daneshmandi [1], Aliyar Fallah [2]

[1] *Department of Pathology and Corrective Movements, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran*
[2] *Department of Pathology and Corrective Movements, Faculty of Physical Education, Azad University, Tehran, Iran*

Received: 5 January 2022 **Accepted:** 11 June 2022

Abstract

Background and Aim: One of the leading groups that are susceptible to Upper Cross syndrome are army personnel. Due to having more physical activities, the army officers are more likely to be exposed to Upper Cross syndrome. In this line, the present study aims to comparatively investigate the relationship between the performance of the shoulder, neck, and body muscles among the army personnel having this syndrome with those not being exposed to it.

Methods: This research is cross-sectional regarding the time, applied research in terms of theme, and causal-comparative in terms of methodology or strategy. Research population of current research included one hundred and twenty male army officers whose hometown was Kermanshah and ranged in age from thirty to forty-five years old with at least seven years of experience. Having taken arrival and exiting requirements into consideration, a number of seventy people were selected and assigned to two equal groups, named officers having Upper Cross syndrome and those not having this syndrome, by using purposeful and convenient sampling designs. After getting acquainted with the quality of the research and organizing the research procedure, the intended data was collected. Different types of instruments including cameras, adaptable ruler, and dynamometer were used to measure perturbed head, rounded shoulder, kyphosis, and isometric contraction of the muscles in the shoulder, neck and, trunk respectively. Statistical analysis of the raw data was performed by SPSS version 23 and was presented in two descriptive and inferential sections.

Results: People with the upper cross syndrome with a mean (age = 34.85 ± 3.57 years, height = 178 ± 0.04 cm, weight = 76.77 ± 11.82 kg) and people without syndrome with a mean (age = 34.02 ± 2.93 years, height = 179 ± 0.05 cm, weight = 79.91 ± 11.01 kg) that statistical analysis showed that at a significance level of 0.05% there is no significant difference between demographic characteristics. The results show that there is a significant difference between shoulder, neck and, trunk muscle function with glenohumeral joint disorders in soldiers with and without upper cross syndrome (P<0.05).

Conclusion: Given the findings of the present study, it can be observed that the fixed and repetitive positioning pattern in the syndrome group, due to the type and extent of working with computer and creation of fixed posture, was effective on muscular power and shoulder movement range. This issue can be less observed in the group without the syndrome because of the type of occupational activity, which can be indicative of the positive effect of correct positioning pattern during the activity on the happening of shoulder movement disorder.

Keywords: Muscle imbalance, Joint disorganization, UCS syndrome, Army officers.

[*]Corresponding author: **Mohammad Ghafouri,** Email: Mohammadghafouri1375@yahoo.com

مجله طب نظامی
دوره ۲۴، شماره ۳، خرداد ۱۴۰۱
صفحات: ۱۱۷۵-۱۱۶۶
10.30491/JMM.24.3.1166

مقایسه عملکرد عضلات شانه، تنه و گردن با اختلالات مفصل گلنوهومرال در نظامیان با و بدون سندرم متقاطع فوقانی

محمد غفوری[۱*]، حسن دانشمندی[۱]، علی یار فلاح[۲]

[۱] گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
[۲] گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: یکی از مهمترین گروه‌هایی که در معرض سندرم متقاطع فوقانی قرار می‌گیرند نظامیان هستند. نظامیان به واسطه فعالیت‌های بدنی که دارند اغلب دچار سندرم متقاطع فوقانی می‌شوند. در همین راستا هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی مقایسه‌ای عملکرد عضلات شانه، گردن و تنه با اختلالات مفصل گلنوهومرال در نظامیان با و بدون سندرم متقاطع فوقانی است.

روش‌ها: این تحقیق از نظر زمان مقطعی، از لحاظ موضوعی یک تحقیق کاربردی و از لحاظ روش یا استراتژی یک تحقیق علی-مقایسه‌ای می‌باشد. جامعه آماری تحقیق حاضر، شامل ۱۲۰ افسر مرد ۴۵-۳۰ ساله استان کرمانشاه با حداقل ۷ سال سابقه کار بود. با در نظر گرفتن شرایط ورود و خروج آزمودنی‌ها تعداد ۷۰ نفر به‌صورت هدفمند و دردسترس در دو گروه ۳۵ نفره افسران با و بدون سندرم متقاطع فوقانی انتخاب شدند و پس از هماهنگی و آشنایی با چگونگی و ماهیت پژوهش و تکمیل فرم رضایت نامه، اطلاعات لازم گردآوری گردید. از ابزارهای دوربین عکاسی، خط‌کش منعطف و دینامومتر به ترتیب برای اندازه‌گیری سر به جلو، شانه گرد، کایفوزیس و عملکرد ایزومتریک برخی از عضلات شانه، گردن و تنه استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های خام به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ است که در دو بخش توصیفی و استنباطی ارائه شده است.

یافته‌ها: افراد با سندرم متقاطع فوقانی با میانگین (سن = ۳/۵۷ ± ۳۴/۸۵ سال، قد = ۰/۰۴ ± ۱۷۸ سانتی‌متر، وزن = ۱۱/۸۲ ± ۷۶/۷۷ کیلوگرم) و افراد بدون سندرم با میانگین (سن = ۲/۹۳ ± ۳۴/۰۲ سال، قد = ۰/۰۵ ± ۱۷۹ سانتی‌متر، وزن = ۱۱/۰۱ ± ۷۹/۹۱ کیلوگرم) بودند که تحلیل آماری نشان داد که در سطح معناداری ۰/۰۵ درصد تفاوت معناداری بین ویژگی‌های دموگرافیک وجود ندارد. نتایج نشان می‌دهد که بین عملکرد عضلات شانه، گردن و تنه با اختلالات مفصل گلنوهومرال در نظامیان با و بدون سندرم متقاطع فوقانی اختلاف معناداری وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان مشاهده کرد که الگوهای وضعیت ثابت و تکراری در گروه با سندرم به دلیل نوع و میزان فعالیتشان با رایانه و ایجاد پاسچر ثابت بر نمره قدرت عضلانی و دامنه‌های حرکتی شانه اثرگذار بوده، که این مسئله در گروه بدون سندرم به دلیل نوع فعالیت شغلی آن‌ها کمتر دیده شده که می‌تواند نشان‌دهنده تاثیر الگوی صحیح وضعیتی در حین فعالیت بر بروز اختلال حرکتی بازو باشد.

کلیدواژه‌ها: عدم تعادل عضلانی، اختلالات مفصلی، سندرم متقاطع فوقانی، افسران ارتش.

*نویسنده مسئول: **محمد غفوری**. پست الکترونیک: Mohammadghafouri1375@yahoo.com
دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۵ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۲۱

مقدمه

سندرم متقاطع فوقانی که سبب بروز تغییرات گسترده در یک چهارم فوقانی بدن می‌شود، غالباً با ناهنجاری‌های سر به جلو، شانه به جلو، کتف‌های دورشده و کیفوز سینه‌ای افزایش یافته همراه است. درنتیجه این سندرم، بالارفتن شانه‌ها و کتف بالدار نیز ظهور می‌کند. سر به جلو در این سندرم باعث تغییر وضعیت استراحت فک تحتانی می‌شود، به‌دلیل افزایش فعالیت عضلات کمکی تنفسی، تنفس دچار مشکل می‌شود، تنفس دهانی نیز در اثر جابه جایی وضعیت استراحت زبان دچار تغییر می‌شود و احتمال دارد مفصل فکی- گیجگاهی نیز دچار ساییدگی شود، که این عامل نیز به گردن درد مزمن منجر می‌شود. ناهنجاری سر به جلو فشار زیادی را بر گردن، مهره های C۴-C۵ و مهره T۴ وارد می‌کند، فشار زیاد بر مفصل T۴ گاهی می‌تواند باعث درد در ناحیه سینه شود. تغییر جهت محور حفره گلنوئید باعث تغییر در حرکات چرخشی و دور شدن در مفصل شانه می‌گردد. این تغییرات باعث فعالیت بیشتر عضلات بالابرنده کتف و ذوزنقه فوقانی برای ثبات سر مفصل بازو می‌شود که این افزایش فعالیت عضلات می‌تواند دلیل انحطاط اولیه عضله باشد (۱). در مطالعات انجام‌شده دیگر نشان می‌دهد که سندرم متقاطع فوقانی می‌تواند دلیل بسیاری از اختلالات در بدن مانند سر درد، درد گردن، درد در ناحیه فک، تغییرات بیومکانیکی ستون مهره‌های گردنی باشد که باعث ازدست دادن قوس گردن و حتی دژنراتیو مهره‌های گردنی می‌شود (۲). ازآنجاکه قسمت‌های مختلف ستون فقرات به‌وسیلهٔ سیستم مهره‌ای به یکدیگر متصل هستند، بروز تغییر در یک ناحیه ممکن است درقالب واکنشی زنجیره‌ای، نواحی دیگر را تحت تأثیر قرار دهد (۳). درقالب واکنش زنجیره‌ای، چرخش خلفی لگن به ترتیب سبب کاهش زاویه لوردوز کمری، افزایش زاویه کایفوز سینه‌ای و در نهایت بروز وضعیت سر به جلو می‌شود. راستای طبیعی ستون فقرات به عملکرد ساختاری، عضلانی و استخوانی آن بستگی دارد، بنابراین ضعف در عضلات نگهدارنده آن می‌تواند باعث بر هم خوردن تعادل ایستا، پویا و قامت آدمی گردد که در کل ناهنجاری‌های وضعیتی نامیده می‌شود (۴). علاوه‌بر این کایفوز باعث بر هم خوردن توازن سر و تنه نسبت به حالت طبیعی می‌شود وموقعیت مرکز ثقل آن را تغییر می‌دهد. باتوجه به این که سر وتنه حدود ۵۸ درصد وزن کل بدن را تشکیل می‌دهند. کوچکترین تغییری در موقعیت مرکز ثقل سر وتنه باعث تغییر موقعیت مرکز ثقل کل بدن می‌شود. از طرف دیگر، عدم توازن سر وتنه باعث قرارگیری نامناسب اندام‌ها و مفاصل مختلف بدن در ارتباط با یکدیگر (وضعیت نامطلوب یا ضعیف) می‌شود (۵). هنگامی که مرکز ثقل یک قسمت از بدن از راستای طبیعی خود خارج می‌شود، ناهنجاری وضعیتی اتفاق می‌افتد و از کارایی بدن کاسته می‌شود (۶). راه رفتن رایج‌ترین فرآیند جابه‌جایی و به‌عنوان مهارت پایه‌ای، بیشترین بخش فعالیت حرکتی روزمره را به خود اختصاص می‌دهد که در آن بدن به صورت تناوبی به وسیله یکی از اندام‌های تحتانی حمایت می‌شود. همچنین راه رفتن به مثابه فعالیت عضلانی مستمر در شکل‌گیری وضعیت بدنی افراد تأثیر فراوانی دارد و وضعیت بدنی افراد نیز به گونه‌ای متقابل می‌تواند راه رفتن آنان را تحت تأثیر قرار دهد (۷). بر اساس شواهد فوق کاهش تعادل ایستا، پویا و تغییرات مرکز ثقل در اثر ناهنجاری سندرم متقاطع فوقانی امری اجتناب ناپذیری است (۹،۸). تحقیقات اندکی اثرات ناهنجاری‌های اندام فوقانی بر عملکرد عضلات شانه، گردن و تنه را مورد بررسی قرار داده است. یکی از مهمترین گروه‌هایی که در معرض این اختلال قرار می‌گیرند نظامیان هستند. نظامیان به واسطه فعالیت‌های بدنی که دارند اغلب دچار سندرم متقاطع فوقانی می‌شوند. در همین راستا هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی مقایسه‌ای عملکرد عضلات شانه، گردن و تنه با اختلالات مفصل گلنوهومرال در نظامیان با و بدون سندرم متقاطع فوقانی است.

روش‌ها

این تحقیق از نظر زمان مقطعی، از لحاظ موضوعی یک تحقیق کاربردی و از لحاظ روش یا استراتژی یک تحقیق علی- مقایسه‌ای می‌باشد. اندازه‌گیری‌های مربوطه و همچنین اطلاعات تکمیلی افسران از طریق پرسشنامه و مصاحبه در پادگان شهید رجایی، گردان ذوالفقار و ستاد فرماندهی انجام شد. در این تحقیق افسران مرد پادگان شهید رجایی، استان کرمانشاه در سال ۱۴۰۰ پس از کسب موافقت آگاهانه، از نظر داشتن یا نداشتن سندرم متقاطع فوقانی غربالگری شدند. بر اساس غربالگری انجام شده در این مطالعه، ۳۵ فرد مبتلا به سندرم متقاطع فوقانی و ۳۵ نفر بدون سندرم انتخاب شدند. معیار ورود به مطالعه شامل، داشتن دامنه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال و مثبت یا منفی شدن اختلالات مفصل گلنوهومرال و آزمون سندرم متقاطع فوقانی برای گروه دارای سندرم که کایفوزیس پشتی بیشتر از ۴۲ درجه، سر به جلو بیشتر از ۴۵ درجه و شانه گرد بزرگتر از ۵۲ درجه داشتند می‌شد (۱۱،۱۰). که برای قرارگرفتن گروه‌های مورد مطالعه انجام شد. معیارهای خروج، داشتن سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های عصب- شناختی، بیماری‌های بافت همبند، دررفتگی، شکستگی و بیماری- های مفصلی کمربندشانه‌ای، ناهنجاری‌های مادرزادی و محدودیت حرکتی شانه بود.

برای تعیین وجود یا نبود اختلال مفصل گلنوهومرال از آزمون مشاهده‌ای دیسکینزیس استفاده شد (۱۲). بدین‌ترتیب که آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده قرار گرفتند، در حالی که دست‌ها در کنار بدن، آرنج‌ها صاف و شانه‌ها در وضعیت خنثی از نظر چرخش قرار می‌گرفت. آزمونگر با فاصله‌ای پشت او می‌ایستاد. از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد با شمارش سه ثانیه‌ای در حالی‌که شست‌هایشان بالا قرار گرفته‌اند، هر دو دستشان را در صفحات فرونتال و ساژیتال بالا و سپس طی سه ثانیه پایین بیاورند. حرکات

پنج بار تکرار شد و در هر پنج بار الگوی حرکتی کتف مشاهده می‌شد. در هریک از سطوح حرکتی نیز حرکات پنج بار تکرار شد. بالا رفتن و پروترکشن بیش از حد و برجستگی زاویه تحتانی و کنار داخلی کتف، اختلال دیسکینزیس کتف در نظر گرفته می‌شد سپس با توجه به گفته‌های سرمن از طریق ارتباط بین اختلالات کتف و اختلال‌های مفصل گلنوهومرال شامل اخلال سرخوردن قدامی بازو، سر خوردن فوقانی بازو، چرخش داخلی و هایپو موبیلیتی بازو ثبت شد (۱۴-۱۲). همچنین غربالگری سندرم متقاطع فوقانی از طریق عکسبرداری (r = ۰/۹۵) و خطکش منعطف (r = ۰/۹۳) توسط محقق صورت گرفت (۱۱،۱۰).

برای اندازه‌گیری حداکثر نیروی ایزومتریک حرکات کمربند شانه‌ای، تنه و گردن از دستگاه دینامومتر دستی استفاده شد. همچنین برای اجتناب از تأثیر خستگی بر نتایج مطالعه ترتیب آزمون‌ها به‌طور تصادفی برای هر فرد انتخاب می‌شد؛ بدین ترتیب که بر اساس فهرست آزمون‌ها که از قبل نوشته شده بود و فرد در شروع جلسه انتخاب می‌کرد، تعیین می‌شد.

روش اندازه‌گیری حداکثر نیروی ایزومتریک حرکات کمربند شانه‌ای، تنه و گردن

روش اندازه‌گیری عملکرد ایزومتریک عضلات فلکسور و اکستنسور شانه به منظور اندازه‌گیری عملکرد فلکشن، آزمودنی در وضعیت طاق‌باز بر روی تخت دراز کشیده؛ شانه از روی تخت آویزان و کف دست رو به زمین بود؛ دستگاه بر سطح انتهای تحتانی بازو حفظ شده از و آزمودنی خواسته می‌شد آرنج صاف به سمت بالا نیرو وارد کند. برای اندازه‌گیری عملکرد اکستنشن آزمودنی در وضعیت دمر روی تخت دراز کشیده؛ شانه او از تخت آویزان و کف دست رو به بالا بود دستگاه بر سطح انتهای تحتانی بازو حفظ شده و از آزمودنی خواسته می‌شد با آرنج خم به سمت بالا نیرو وارد کند (۱۵).

آزمون حداکثر نیروی ایزومتریک حرکت چرخش به خارج (عملکرد عضلات اینفرااسپیناتوس و ترس مینور)

آزمودنی روی شکم می‌خوابید، سر به سمت آزمون چرخانده می‌شد. شانه در ۹۰ درجه ابداکشن روی تخت، آرنج کاملا روی تخت و ساعد عمود از لبه تخت آویزان بود. یک حوله تاشده نیز زیر بازو قرار داده می‌شد. دینامومتر نزدیک زایده استیلوئید استخوان رادیوس و در سطح پشتی مچ قرار می‌گرفت و فرد در مقابل نیرویی که به سمت چرخش به داخل اعمال می‌شد، مقاومت می‌کرد. فرد ساعد را به سمت بالا در دامنه چرخش خارجی به حرکت درمی‌آورد. در این حالت نیروی ایزومتریکی که شخص وارد می‌کرد، بر صفحه دیجیتالی دینامومتر ثبت می‌شد (۱۶).

آزمون حداکثر نیروی ایزومتریک حرکت چرخش به داخل (عملکرد عضله ساب اسکاپوالریس)

آزمودنی روی شکم می‌خوابید، سر به سمت آزمون چرخانده می‌شد. شانه در وضعیت ۹۰ درجه ابداکشن روی تخت و حوله تاشده‌ای زیر دیستال بازو قرار می‌گرفت. ساعد نیز عمود از لبه تخت آویزان بود. دینامومتر نزدیک زایده استیلوئید رادیوس و در سطح کف دستی مچ قرار داده می‌شد. فرد در مقابل نیرویی که به سمت چرخش به خارج وارد می‌شد، مقاومت می‌کرد. در این حالت میزان نیروی ایزومتریکی که شخص وارد می‌کرد، روی صفحه دیجیتالی ثبت می‌شد (۱۶).

آزمون حداکثر نیروی ایزومتریک حرکت اسکاپشن (عملکرد عضله سوپرااسپیناتوس)

آزمودنی در وضعیت نشسته و شانه در زاویه ۷۵ درجه ابداکشن در صفحه کتف آزمایش می‌شد (انگشت شست به سمت بالا و ساعد در وضعیت میانه قرار می‌گرفت). با یک دست کتف آزمودنی ثابت نگه داشته می‌شد و با دست دیگر دینامومتر میانه فاصله شانه و آرنج (بین زائده آخرومی تا اپی‌کندیل خارجی استخوان بازو) قرار می‌گرفت. در این حالت آزمودنی در مقابل نیرویی که برای پایین بردن دست وارد شد، مقاومت می‌کرد. در این حالت نیروی ایزومتریک او روی دستگاه ثبت می‌شد (۱۶).

آزمون حداکثر نیروی ایزومتریک حرکت ابداکشن و چرخش به بالایی کتف (عملکرد عضله سراتوس انتریور)

حداکثر نیروی ایزومتریک حرکت ابدکشن و چرخش بالایی کتف در وضعیت طاق‌باز انجام می‌شد؛ بدین ترتیب که بازو در ۹۰ درجه فلکشن با اکستنشن آرنج قرار می‌گرفت. دینامومتر کف دست او قرار می‌گرفت و در حالی که دست به جلو حرکت می‌کرد، مقاومت اعمال می‌شد (۱۷،۱۶).

آزمون حداکثر نیروی ایزومتریک حرکت اداکشن و چرخش به پایین کتف (عملکرد عضلات رومبوئید و تراپزیوس میانی)

آزمودنی روی شکم خوابید و شانه در وضعیت چرخش داخلی بود، بازو اداکشن شد و آرنج خم در پشت کمر قرار می‌گرفت. به شخص گفته می‌شد دستش را بالا بیاورد و اجازه ندهد آزمونگر آن را در نیمه فاصله بین پایین ببرد. دینامومتر بین شانه و آرنج، دقیقا زایده آخرومی تا اپی‌کوندیل خارجی، قرار می‌گرفت. آزمونگر کتف سمت مقابل را با دست ثابت می‌کرد. نیروی ایزومتریک شخص روی صفحه دیجیتالی دستگاه مشخص شد (۱۷،۱۶).

آزمون حداکثر نیروی ایزومتریک حرکات گردن

برای اندازه‌گیری عملکرد ایزومتریک گردن از آزمودنی خواسته می‌شد که برروی صندلی مهار شده بنشیند و با قرار دادن صفحه نیروسنج بر روی پیشانی از آزمودنی خواسته شد که بدون کمک گرفتن از عضلات تنه به نیروسنج فشار اعمال کند. همچنین با قرار دادن صفحه نیروسنج در پشت سر از آزمودنی خواسته شد بدون کمک گرفتن از عضلات تنه به نیروسنج فشار اعمال کند. برای اندازه‌گیری لترال فلکشن نیز صفحه نیروسنج را در کنار سر قرار

داده شد و از آزمودنی خواسته شد بدون کمک گرفتن از عضلات تنه به نیروسنج فشار اعمال کند (۱۸).

آزمون حداکثر نیروی ایزومتریک فلکسورها و اکستنسورهای تنه

برای اندازه‌گیری عملکرد ایزومتریک فلکسورهای تنه آزمودنی به پشت دراز کشیده، در حالی که مفصل زانو در وضعیت ۹۰ درجه فلکشن قرار داشت، پاها به‌وسیله فرد کمکی به میز معاینه محکم می‌شد، سر دینامومتر بر روی جناغ سینه و در مرکز قفسه سینه قرار داده می‌شد. برای اندازه‌گیری عملکرد ایزومتریک اکستنسورهای تنه آزمودنی به شکل دراز کشیده پاها به‌وسیله باند ثابت‌کننده به میز معاینه محکم می‌شد. سر دینامومتر در زاویه تحتانی کتف و در مرکز پشت بدن بین تیغه‌های شانه قرار می‌گرفت (۱۹).

نتایج

این بخش شامل تجزیه و تحلیل آماری داده‌های خام به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ است. ابتدا به اطلاعات فردی آزمودنی‌ها و اطلاعات توصیفی متغیرهای پژوهش در بخش توصیفی و سپس بخش استنباطی پرداخته شده است. برای بررسی مقایسه عملکرد بین گروه‌های مورد نظر از آزمون‌های آماری تی مستقل، برای بررسی تفاوت بین دو گروه در متغیرهای مورد نظر از آزمون آماری خی دو استفاده شد. تمام آزمون ها در سطح معناداری برابر یا کوچکتر از ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج مربوط به متغیرهای دموگرافیکی چون سن، قد و وزن در جدول ۱ آورده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که در سطح معناداری ۰/۰۵ تفاوت معناداری بین ویژگی‌های دموگرافیک وجود ندارد.

نتایج آزمون خی دو برای مقایسه اختلالات حرکتی مفصل گلنوهومرال بین دو گروه نشان داد در سندرم سر خوردن فوقانی بازو ($P = -۰/۰۳۱$) و سندرم چرخش داخلی بازو ($P = ۰/۰۰۲$) بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد اما در سندرم سرخوردن قدامی بازو و سندرم هیپوموبیلیتی بازو بین دو گروه تفاوت معنی داری وجود ندارد (جدول ۲).

جدول-۱. ویژگی‌های دموگرافیک

متغیر	گروه بدون سندرم	گروه با سندرم	سطح معناداری
	انحراف استاندارد ± میانگین	انحراف استاندارد ± میانگین	
سن (سال)	۳۴/۰۲ ± ۲/۹۳	۳۴/۸۵ ± ۳/۵۷	۰/۲۹۳
وزن (کیلوگرم)	۷۹/۹۱ ± ۱۱/۰۱	۷۶/۷۷ ± ۱۱/۸۲	۰/۲۵۴
قد (متر)	۱/۷۳ ± ۰/۰۵	۱/۷۸ ± ۰/۰۴	۰/۶۵۲

جدول-۲. نتایج آزمون خی دو برای مقایسه اختلالات حرکتی مفصل گلنوهومرال بین دو گروه

متغیر		سندرم متقاطع فوقانی		آماره خی دو	سطح معنی داری
		ندارد	دارد		
اختلال سرخوردن قدامی بازو	ندارد	۱۶	۱۵	۰/۰۵۸	۰/۸۱۰
	دارد	۱۹	۲۰		
اختلال سرخوردن فوقانی بازو	ندارد	۳۲	۲۵	۴/۶۲۹	۰/۰۳۱*
	دارد	۳	۱۰		
اختلال چرخش داخلی بازو	ندارد	۲۱	۸	۹/۹۵۰	۰/۰۰۲*
	دارد	۱۴	۲۷		
اختلال هیپوموبیلیتی بازو	ندارد	۳۵	۳۳	۲/۰۵۹	۰/۱۵۱
	دارد	۰	۲		

جدول ۳ مربوط به مقایسه بین شاخص‌های عملکرد عضلات کمربند شانه با اختلالات مفصل گلنوهومرال در دو گروه با و بدون سندرم متقاطع فوقانی است. نتایج نشان می‌دهد که به جز در شاخص‌های عملکرد چرخش داخلی و خارجی در اختلال سرخوردن فوقانی بازو و همینطور در شاخص عملکرد اداکشن بازو و چرخش تحتانی کتف در اختلال چرخش داخلی بازو تفاوت معناداری ($P<۰/۰۵$) بین دو گروه با و بدون سندرم متقاطع فوقانی وجود ندارد.

جدول ۴ نشان می‌دهد که در تمامی شاخص‌های عملکرد عضلات گردن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معناداری بین دو گروه با و بدون سندرم متقاطع فوقانی وجود ندارد ($P<۰/۰۵$).

جدول ۵ مربوط به آماره تی در شاخص‌های مختلف عملکرد عضلات تنه می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده در تمامی موارد و شاخص‌ها به جز فلکسور در اختلال سرخوردن فوقانی بازو در سطح معناداری ۰/۰۵ اختلاف معناداری بین دو گروه با و بدون سندرم متقاطع فوقانی وجود ندارد.

جدول-۳. نتایج آزمون تی برای مقایسه بین عملکرد عضلات کمربند شانه با اختلالات مفصل گلنوهومرال در دو گروه با و بدون سندرم متقاطع فوقانی

متغیر		گروه	آماره تی	سطح معنی‌داری
اختلال سرخوردن قدامی بازو	فلکشن	بدون سندرم	۱/۶۲۱	۰/۰۷۱
		با سندرم		
	اکستنشن	بدون سندرم	۱/۷۱۲	۰/۰۶۹
		با سندرم		
	آبداکشن و چرخش بالایی	بدون سندرم	۰/۸۲۱	۰/۲۲۱
		با سندرم		
	اداکشن و چرخش پایینی	بدون سندرم	۰/۸۲۱	۰/۲۲۱
		با سندرم		
	چرخش داخلی	بدون سندرم	۱/۱۲۱	۰/۱۰۱
		با سندرم		
	چرخش خارجی	بدون سندرم	۱/۴۱۸	۰/۰۵۹
		با سندرم		
	اسکاپشن	بدون سندرم	۱/۷۱۸	۰/۰۵۵
		با سندرم		
اختلال سرخوردن فوقانی بازو	فلکشن	بدون سندرم	۰/۷۸۹	۰/۲۵۱
		با سندرم		
	اکستنشن	بدون سندرم	۱/۱۲۴	۰/۱۱۱
		با سندرم		
	آبداکشن و چرخش بالایی	بدون سندرم	۱/۷۴۸	۰/۱۴۷
		با سندرم		
	اداکشن و چرخش پایینی	بدون سندرم	۱/۱۴۸	۰/۰۸۱
		با سندرم		
	چرخش داخلی	بدون سندرم	۲/۴۱۸	۰/۰۴۱*
		با سندرم		
	چرخش خارجی	بدون سندرم	۳/۰۹۶	۰/۰۱۸
		با سندرم		
	اسکاپشن	بدون سندرم	۰/۲۳۱	۰/۸۷۱
		با سندرم		
اختلال چرخش داخلی بازو	فلکشن	بدون سندرم	۱/۴۵۶	۰/۰۷۹
		با سندرم		
	اکستنشن	بدون سندرم	۱/۸۱۱	۰/۰۵۵
		با سندرم		
	آبداکشن و چرخش بالایی	بدون سندرم	۱/۷۷۷	۰/۰۵۹
		با سندرم		
	اداکشن و چرخش پایینی	بدون سندرم	۵/۲۶۱	۰/۰۰۰
		با سندرم		

بحث

طبق نتایج به‌دست آمده در این تحقیق ارتباط بین اختلالات مفصل گلنوهومرال و قدرت عضلات شانه، گردن و تنه در گروه‌های با و بدون سندرم متقاطع فوقانی، ارتباط معنی‌داری درمیان اختلال سرخوردن فوقانی بازو و چرخش داخلی و خارجی بازو در گروه با سندرم نشان داده شد و ارتباط معنی‌داری میان اختلال چرخش داخلی بازو و قدرت چرخش تحتانی کتف در گروه با سندرم مشاهده شد. همچنین در ارتباط میان اختلال سر خوردن فوقانی بازو و قدرت عضلات فلکسور تنه در گروه با سندرم ارتباط معنی‌داری نشان داده شد اما میان اختلالات مفصل گلنوهومرال و قدرت عضلات گردن در هیچ کدام از گروه ها ارتباط معنی‌داری یافت نشد. به‌نظر می‌رسد در گروه با سندرم عدم تعادل عضلانی که به‌صورت ضعف و کوتاهی عضلات یا تاخیر در فعال‌سازی عضلات بوده باعث بروز اختلالات گلنوهومرال شده است. احتمالا این موضوع به دنبال ضعف در عضلات بازکننده ستون مهره‌ها یا تاخیر در فعال‌سازی عضلات که در ثبات تنه نقش دارند نظیر عضلات مولتی فیدوس یا عرضی شکم ایجاد شده که سبب ناپایداری تنه و ناحیه سینه‌ای-کتفی شده و به دنبال آن باعث بروز

جدول-۴. نتایج آزمون تی برای مقایسه بین عملکرد عضلات گردن با اختلالات مفصل گلنوهومرال در دو گروه با و بدون سندرم متقاطع فوقانی

متغیر		گروه	آماره تی	سطح معنی داری
اختلال سرخوردن قدامی بازو	فلکشن	بدون سندرم	۱/۰۴۹	۰/۱۹۹
		با سندرم		
	فلکشن جانبی چپ	بدون سندرم	۱/۰۴۷	۰/۲۰۱
		با سندرم		
	فلکشن جانبی راست	بدون سندرم	۰/۰۴۱	۰/۹۵۹
		با سندرم		
	اکستنشن	بدون سندرم	۰/۲۶۱	۰/۷۳۹
		با سندرم		
اختلال سرخوردن فوقانی بازو	فلکشن	بدون سندرم	۰/۳۸۴	۰/۶۰۳
		با سندرم		
	فلکشن جانبی چپ	بدون سندرم	۰/۱۲۴	۰/۸۳۹
		با سندرم		
	فلکشن جانبی راست	بدون سندرم	۰/۳۱۴	۰/۶۰۳
		با سندرم		
	اکستنشن	بدون سندرم	۰/۰۱۱	۰/۹۸۵
		با سندرم		
اختلال چرخش داخلی بازو	فلکشن	بدون سندرم	۱/۰۵۱	۰/۱۹۴
		با سندرم		
	فلکشن جانبی چپ	بدون سندرم	۰/۴۱۱	۰/۵۱۶
		با سندرم		
	فلکشن جانبی راست	بدون سندرم	۰/۰۸۰	۰/۹۲۰
		با سندرم		
	اکستنشن	بدون سندرم	۰/۳۴۱	۰/۶۴۷
		با سندرم		

جدول -۵. نتایج آزمون تی برای مقایسه بین عملکرد عضلات تنه با اختلالات مفصل گلنوهومرال در دو گروه با و بدون سندرم متقاطع فوقانی

متغیر		گروه	آماره تی	سطح معنی داری
اختلال سرخوردن قدامی بازو	اکستنسور	بدون سندرم	۰/۴۲۱	۰/۵۴۰
		با سندرم		
	فلکسور	بدون سندرم	۰/۵۱۱	۰/۴۰۷
		با سندرم		
اختلال سرخوردن فوقانی بازو	اکستنسور	بدون سندرم	۰/۲۱۱	۰/۷۸۵
		با سندرم		
	فلکسور	بدون سندرم	۲/۱۴۲	۰/۰۲۵*
		باسندرم		
اختلال چرخش داخلی بازو	اکستنسور	بدون سندرم	۱/۰۴۶	۰/۲۱۵
		با سندرم		
	فلکسور	بدون سندرم	۰/۵۲۱	۰/۴۵۴
		با سندرم		

اختلال در کتف و حرکات مفصل بازو شده است. این نتایج با مطالعات پیشین که نشان داد ۰/۸۵ فعال‌سازی عضلانی مورد نیاز برای کاستن از حرکت روبه جلو بازو هنگام پرتاب، از پایدارکننده‌های ناحیه مرکزی تنه و سینه‌ای-کتفی تامین می‌شود. همچنین این موضوع که فعال‌سازی حداکثری عضلات چرخش-دهنده‌های دست، در صورتی که کتف توسط ساختار عضلانی ناحیه مرکزی تنه و پایدار کننده‌های سینه‌ای-کتفی (ذوزنقه، متوازی الاضلاع، دندانه‌ای قدامی) ثابت شده باشد، می‌تواند۰/۲۳ تا ۰/۲۴ درصد افزایش یابد، همسو است (۲۰،۲۱). در همین راستا Laudner و همکاران (۲۲) گزارش کردند که بین ناهنجاری شانه‌های روبه جلو و سفتی عضلات خلفی شانه رابطه معنی‌داری وجود دارد و این امر ریتم کتفی بازویی را در حرکات بازو تحت تاثیر قرار داده و آسیب شانه را ایجاد می‌کند. کندال نیز بیان می‌کند که شانه‌های رو به جلو در اثر کوتاهی عضله سینه‌ای کوچک و ضعف ذوزنقه

میانی ایجاد می‌شود؛ همچنین محققان بیان می‌کنند که ضعف عضلات نزدیک‌کننده کتف مانند ذوزنقه و متوازی الاضلاع باعث افزایش ابداکشن کتف با شانه‌های رو به جلو می‌شود. همچنین نتایج Kendall (۲۳) نیز نشان داد که پاسچر ضعیف شانه و عدم تعادل عضلانی احتمالا موجب اختلال در عملکرد مفصل گلنوهومرال شده زمینه بروز درد در مفصل شانه را فراهم می‌کند (۱۶). نتایج این پژوهش همچنین با گفته‌های Sahrmann (۲۴،۱۴) که تغییرات در طول، قدرت و سفتی عضلانی می‌تواند عملکرد مطلوب حرکات مفصل را تحت تاثیر قرار دهد و در نتیجه این سازگاری می‌تواند مشکل‌ساز شود، همسو است. در بررسی ارتباط میان راستای کتف با اختلالات مفصل گلنوهومرال نتایج نشان داد بین سندرم سرخوردن فوقانی بازو با اختلال کتف صفر درجه در گروه با و بدون سندرم رابطه مثبت معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین سندرم سرخوردن فوقانی بازو با اختلال راستای کتف ۹۰ درجه در گروه با سندرم رابطه مثبت معنی‌داری وجود دارد. در سایر موارد رابطه معنی‌دار وجود ندارد. به‌نظر می‌رسد به دلیل الگوی وضعیتی گروه با سندرم در حین فعالیت که کتف‌ها معمولا در وضعیت دور شده قرار دارند، اختلال سر خوردن فوقانی بازو بروز کرده باشد. باتوجه به گفته‌های Sahrmann (۲۴،۱۴) می‌توان اختلال در راستای کتف را به عدم تعادل عضلانی نسبت داد که در افراد با اختلال حرکتی کتف در بررسی قدرت عضلانی، عضلات ذوزنقه فوقانی و رومبوئید در مقایسه با سراتوس آنتریور و دلتوئید قدرت کمتری داشته، همچنین عضله دلتوئید نسبت به عضلات تحت خاری و گرد کوچک غالب‌تر بود که می‌تواند باعث ابداکشن در کتف شود (۲۱). در همین راستا عدم تعادل در عضلات آگونیست و آنتاگونیست باعث تغییر آرتروکینماتیک اختلالات حرکتی و در نهایت تغییرات ساختاری مفصل خواهد شد. افراد دارای ایمپینجمنت تحت آخرمی الگوهای مشخصی از عدم تعادل عضلانی شامل ضعف در ذوزنقه میانی، دندانه‌ای قدامی، تحت خاری و دلتوئید و سفتی و کوتاهی در ذوزنقه فوقانی، عضلات سینه‌ای و بالا برنده کتف نشان می‌دهد. این الگو عموما به عنوان سندرم متقاطع فوقانی جاندا شناخته می‌شود. در پژوهش حاضر بررسی میانگین قدرت فلکشن و اکستنشن در افراد دو گروه نشان داد که قدرت اکستنشن شانه نسبت به قدرت فلکشن شانه کمتر بوده که می‌تواند به علت انجام الگوی وضعیتی تکراری و انقباضات ایزومتریکی به‌صورت قابل توجهی دچار افزایش قدرت شود که با توجه به وضعیت قرارگیری افراد در حین فعالیت قابل توجیه می‌باشد، و با مطالعات پیشین غیرهمسو است (۲۳). همچنین بررسی میانگین قدرت ابداکشن و اداکشن در افراد نشان داد که قدرت ابداکشن شانه نسبت به قدرت اداکشن شانه بیشتر بود. این نتایج با مطالعات پیشین غیرهمسو است. طبق نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاجی حسینی و همکاران (۱۰) نسبت قدرت عضلات اداکتور به مقدار قابل توجهی بیشتر از عضلات ابداکتور است. الگوهای وضعیتی در حین فعالیت به گونه‌ای است که عضلات ابداکتور به صورت مکرر در گیر انقباضات ایزومتریک می‌شوند و قدرت آن‌ها به نسبت عضلات مخالف افزایش چشمگیری می‌یابد. در بررسی میانگین قدرت چرخش دهنده‌های داخلی و خارجی در افراد بدون سندرم نشان داده شد که قدرت چرخش داخلی شانه نسبت به قدرت چرخش خارجی شانه بیشتر بوده که این نتایج با مطالعات پیشین همسو است. درحالی‌که در گروه با سندرم نتایج با مطالعات پیشین غیرهمسو بود.

محدودیت‌های مطالعه

انجام هر تحقیقی محدودیت‌هایی را در پی دارد. از مهمترین محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

– نتایج تحقیق حاضر مربوط به افسران مرد پادگان شهید رجایی، استان کرمانشاه است و نمی‌توان نتایج آن‌ها به مکان‌ها و نهادهای دیگر تعمیم داد.

– نتایج تحقیق حاضر مربوط به سال ۱۴۰۰ می‌باشد و نمی‌توان نتایج آن را به سال‌های دیگر تعمیم داد.

– خطاهای ابزار از دیگر محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان مشاهده کرد که الگوهای وضعیت ثابت و تکراری در گروه با سندرم به دلیل نوع و میزان فعالیتشان با رایانه و ایجاد پاسچر ثابت بر نمره قدرت عضلانی و دامنه‌های حرکتی شانه اثرگذار بوده، که این مسئله در گروه بدون سندرم به دلیل نوع فعالیت شغلی آن‌ها کمتر دیده شده که می‌تواند نشان دهنده تاثیر الگوی صحیح وضعیتی در حین فعالیت بر بروز اختلال حرکتی بازو باشد. همچنین نوع کارکرد اندام در حین فعالیتشان، متفاوت است که اهمیت الگوی صحیح وضعیتی و حرکتی در حین فعالیت را نشان می‌دهد. این نتیجه همسو با نظریه سهرمن مبنی بر تاثیر الگوی حرکتی و حرکات تکراری بر بروز اختلال حرکتی بوده و در راستای آن می‌باشد. از طرف دیگر بررسی‌ها نشان داد در گروه‌های مختلف بروز اختلالات حرکتی بازو با هم متفاوت بوده و در نتیجه الگوهای وضعیتی و حرکتی متفاوت در نوع فعالیت دو گروه عاملی اثرگذار بر بروز انواع اختلالات بازو می‌باشد. به عنوان مثال درگروه با سندرم به دلیل الگوی وضعیتی و حرکتی که در حین فعالیت دست در جلوی بدن بوده که با گرد شدن شانه‌ها و کایفوز بازوها و همینطور کتف‌ها در ابداکشن بودند و همچنین بازوها در چرخش داخلی قرار می‌گرفت و در مقابل گروه بدون سندرم کمتر دارای اختلالات مفصل گلنوهومرال بودند، که این می‌تواند به دلیل الگوی وضعیتی و حرکتی درگروه بدون سندرم باشد. در فعالیت‌هایی که با کار کرد بیشتر دست‌ها در جلوی بدن همراه است. وضعیت نامناسب و حرکات تکراری و عدم تقویت عضلات مخالف می‌تواند عاملی

برای ایجاد ناهنجاری‌های کمربند شانه و تنه از جمله اختلالات حرکتی بازو باشد که این مسئله علاوه‌بر ایجاد ناهنجاری‌ها می‌تواند به صورت جبرانی عاملی مرتبط با تشدید ناهنجارهای کایفوز، سربه‌جلو و شانه‌به‌جلو و بروز مشکلات بیشتر برای افراد و به دنبال آن پرهیز از فعالیت شود.

پیشنهادات مطالعه

– در پژوهش حاضر ناهنجاری‌های ستون فقرات و شانه به عنوان فاکتور ورود به مطالعه برای گروه با سندرم در نظر گرفته شده بود. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده رابطه و تاثیر این ناهنجاری ها با اختلالات حرکتی بازو در کارمندان یا راننده‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

– در پژوهش حاضر شیوع اختلالات حرکتی بازو در دو گروه افسران مرد با و بدون سندرم متقاطع فوقانی مورد بررسی قرار گرفت. پیشنهاد می‌شود این بررسی در افسران زن نخبه هم مورد بررسی قرار گیرد.

– همچنین در پژوهش حاضر در انجام بررسی متغیرها، دست غالب مورد توجه قرار گرفت. پیشنهاد می‌شود در مطالعات پیش‌رو به دست غیر غالب و نسبت دامنه حرکتی و قدرت عضلانی آگونیست به آنتاگونیست در افراد با اختلالات حرکتی بازو توجه شود.

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- از آنجایی که ناهنجاری‌های موجود در اندام‌های فوقانی نقش بسیار مهمی در انجام فعالیت‌های طولانی با وضعیت ثابت دارند و سالانه هزینه‌های بسیاری برای درمان این ناهنجاری‌ها صرف می‌شود، توجه به تشخیص به موقع این سندرم‌ها و اختلالات سبب بهبود عملکرد افسران خواهد شد.

تشکر و قدردانی: مقاله حاضر حاصل بخشی از پایان‌نامه مقطع کارشناسی‌ارشد با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1400.937 است که با حمایت دانشگاه گیلان صورت گرفته است. مولفین مراتب سپاسگزاری خود را از این بابت اعلام می‌دارند، همچنین از شرکت و حمایت افسران شرکت‌کننده در پژوهش حاضر قدر دانی می‌شود.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Herzog R, Elgort DR, Flanders AE, Moley PJ. Variability in diagnostic error rates of 10 MRI centers performing lumbar spine MRI examinations on the same patient within a 3-week period. The Spine Journal. 2017;17(4):554-61. doi:10.1016/j.spinee.2016.11.009
2. Brouwer B, Parvataneni K, Olney SJ. A comparison of gait biomechanics and metabolic requirements of overground and treadmill walking in people with stroke. Clinical Biomechanics. 2009;24(9):729-34. doi:10.1016/j.clinbiomech.2009.07.004
3. Donatelli RA. Functional anatomy and mechanics. Teoksessa RA Donatelli (toim.) Physical therapy of the Shoulder. 5th edition. New York: Churchill Livingstone. 2011:9-23.
4. Nguyen AD, Shultz SJ. Identifying relationships among lower extremity alignment characteristics. Journal of Athletic Training. 2009;44(5):511-8. doi:10.4085/1062-6050-44.5.511
5. Norris CM. Back stability: integrating science and therapy. Human Kinetics; 2008.
6. Harrison DE, Betz J. Effects of lifestyle and work-related physical activity on the degree of lumbar lordosis and chronic low back pain in a Middle East population. Journal of Spinal Disorders & Techniques. 2002;15(3):186. doi:10.1097/00024720-200206000-00002
7. Brandt A, Huang HH. Effects of extended stance time on a powered knee prosthesis and gait symmetry on the lateral control of balance during walking in individuals with unilateral amputation. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation. 2019;16(1):151. doi:10.1186/s12984-019-0625-6
8. Sleutjens J, Voorhout G, Van Der Kolk JH, Wijnberg ID, Back W. The effect of ex vivo flexion and extension on intervertebral foramina dimensions in the equine cervical spine. Equine Veterinary Journal. 2010;42:425-30. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00226.x
9. Penha PJ, Baldini M, João SM. Spinal postural alignment variance according to sex and age in 7-and 8-year-old children. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2009;32(2):154-9. doi:10.1016/j.jmpt.2008.12.009
10. S Hajihosseini E, Norasteh A, Shamsi A, Daneshmandi H. The comparison of effect of three programs of strengthening, stretching and comprehensive on upper crossed syndrome. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2015; 11(1):51-61. [In Persian]
11. Morningstar M. Cervical curve restoration and forward head posture reduction for the treatment of mechanical thoracic pain using the pettibon corrective and rehabilitative procedures. Journal of Chiropractic Medicine. 2002;1(3):113-5. doi:10.1016/S0899-3467(07)60013-5
12. Uhl TL, Kibler WB, Gecewich B, Tripp BL. Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesis. Arthroscopy: the Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2009;25(11):1240-8. doi:10.1016/j.arthro.2009.06.007
13. Turgut E, Duzgun I, Baltaci G. Stretching exercises for subacromial impingement syndrome: effects of 6-week program on shoulder tightness, pain, and disability status. Journal of Sport

Rehabilitation. 2018;27(2):132-7. doi:10.1123/jsr.2016-0182
14. Sahrmann S. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines. Elsevier Health Sciences; 2010.
15. Heidari SA. Comparative study of shoulder joint muscle strength ratio in volleyball and badminton athletes. Master Thesis, Physical Education, University of Guilan; 2015. [In Persian]
16. Hannah DC, Scibek JS, Carcia CR. Strength profiles in healthy individuals with and without scapular dyskinesis. International Journal of Sports Physical Therapy. 2017;12(3):305-13.
17. 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. International Journal of Sports Physical Therapy. 2015;10(3):309-18.
18. Krause DA, Hansen KA, Hastreiter MJ, Kuhn TN, Peichel ML, Hollman JH. A comparison of various cervical muscle strength testing methods using a handheld dynamometer. Sports Health. 2019;11(1):59-63. doi:10.1177/1941738118812767
19. Krause DA, Schlagel SJ, Stember BM, Zoetewey JE, Hollman JH. Influence of lever arm and stabilization on measures of hip abduction and adduction torque obtained by hand-held dynamometry. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2007;88(1):37-42. doi:10.1016/j.apmr.2006.09.011
20. Hellem A, Shirley M, Schilaty N, Dahm D. Review of shoulder range of motion in the throwing athlete: Distinguishing normal adaptations from pathologic deficits. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 2019;12(3):346-55. doi:10.1007/s12178-019-09563-5
21. Happee R, Van der Helm FC. The control of shoulder muscles during goal directed movements, an inverse dynamic analysis. Journal of Biomechanics. 1995;28(10):1179-91. doi:10.1016/0021-9290(94)00181-3
22. Laudner KG, Moline MT, Meister K. The relationship between forward scapular posture and posterior shoulder tightness among baseball players. The American Journal of Sports Medicine. 2010;38(10):2106-12. doi:10.1177/0363546510370291
23. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. Muscles: Testing and function, with posture and pain (Kendall, Muscles). Fifth nort. LWW. 2005.
24. Sahrmann S, Azevedo DC, Van Dillen L. Diagnosis and treatment of movement system impairment syndromes. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2017;21(6):391-9. doi:10.1016/j.bjpt.2017.08.001