



The acute effect of massage on proprioception error of the swimmer's shoulder at different times after the functional fatigue protocol: A randomized controlled study

Seyedjafari, Seyed Ehsan^{1*}; Ebrahimipour, Ehsan²; Sahebozamani, Mansour¹; Daneshjoo, Abdolhamid¹

1. Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, University of Shahid Bahonar, Kerman, Iran

2. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Sports Sciences, University of Shahid Bahonar, Kerman, Iran

Received: November 2022; Accepted: September 2025

Keywords

Proprioception,
Massage,
Functional fatigue,
Shoulder joint,
Swimmers

Abstract

Background and Aim: Proprioception is a critical component of the body's sensorimotor system, and its impairment can predispose individuals to injuries. This study aimed to investigate the acute effects of massage on shoulder joint proprioception in active swimmers at sequential time points following functional fatigue protocols.

Methods: Twenty-four active swimmers were randomly assigned to either the experimental or control group. After performing a functional fatigue protocol, shoulder joint proprioception was assessed using a camera and analyzed with AutoCAD software to measure the mean absolute error (MAE) in angle reproduction (40° and 80°). Immediately following this, the experimental group received a massage protocol, and proprioception was re-evaluated at regular intervals. A mixed-repeated-measures analysis of variance was employed for statistical analysis, with a significance level set at $p \leq 0.05$.

Results: Results indicated that following the fatigue protocol, the mean error in reproducing the 40° shoulder joint angle increased in both the experimental and control groups ($p = 0.001$). Similarly, for the 80° angle, the mean error increased in both groups ($p = 0.002$). After the massage protocol, the mean error for the 40° angle decreased in the experimental group ($p = 0.41$), though this change was not significant. No significant changes in proprioception were observed across subsequent time points after the massage ($p \geq 0.05$).

Conclusion: This study suggests that massage does not significantly improve shoulder joint proprioception following functional fatigue in swimmers, despite an immediate reduction in MAE. However, extending the duration or increasing the intensity and depth of the massage may enhance the significance of these findings, warranting further investigation.

* Corresponding Author: Tel: 09136664090

✉ Email: S.ehsanjafari@uk.ac.ir

Orcid Code:0000-0002-2724-2515

Extended Abstract

Introduction

The Shoulder disorders represent the most prevalent musculoskeletal issue among competitive swimmers, with an incidence rate of 1.2 to 1.5 injuries per 100 kilometers swum (1). Functional joint stability relies on the intricate interaction between static and dynamic structures, coordinated by the sensorimotor system, particularly proprioception (3). Proprioception, the ability to perceive joint position and movement without visual input, is crucial for neuromuscular control and injury prevention (4).

Fatigue is a significant factor known to impair proprioceptive acuity, thereby increasing injury risk (7). While isokinetic fatigue protocols are common, functional protocols simulating actual sport-specific activities offer greater ecological validity. Massage is widely used in sports for recovery and fatigue management; however, its efficacy on performance metrics like proprioception remains debated (9). Previous studies have explored the effects of massage on balance and pain (13), but none have specifically investigated its acute impact on shoulder proprioception in fatigued swimmers. This study aimed to fill this gap by examining the acute effects of massage on shoulder joint position sense error in active swimmers at sequential time points following a functional fatigue protocol.

Method

This semi-experimental study employed a randomized controlled design. Twenty-four male competitive swimmers (age: 20-25 years, BMI: 18.5-25 kg/m², minimum 2 years of training experience) were randomly assigned to either an experimental (n=12) or control (n=12) group using blocked randomization. The study was approved by the Ethics Committee of Kerman University of Medical Sciences (Code: IR.KMU.REC.1394.598). After familiarization and baseline proprioception assessment, participants performed a functional fatigue protocol consisting of a 5-minute dynamic warm-up, 250m self-paced swimming, and 1000m front-crawl swimming at 90% of their best race pace.

Shoulder joint proprioception was assessed pre-fatigue and immediately post-fatigue. The experimental group then received a 10-minute Swedish massage protocol (Effleurage, Petrissage, Friction, Tapotement) targeting the shoulder muscles, while the control group rested. Proprioception was re-evaluated immediately after the massage and at 10, 20, and 30 minutes post-fatigue.

Proprioception was assessed as the Mean Absolute Error (MAE) in active joint position reproduction for 40° and 80° of external rotation using a digital camera and AutoCAD software analysis. Statistical analysis was performed using SPSS-23. Descriptive statistics characterized the sample. Normality (Shapiro-Wilk) and homogeneity of variance (Levene's test) were confirmed. A mixed repeated-measures Analysis of Variance (ANOVA) was used to compare MAE across time points (Pre-Fatigue, Post-Fatigue, Post-Massage, 10-min, 20-min, 30-min) and between groups, with a significance level of $p \leq 0.05$. Effect sizes were reported as Partial Eta Squared (η^2).

Results

The groups were homogenous at baseline regarding age, height, weight, BMI, and training history ($p \geq 0.05$). The functional fatigue protocol significantly increased the MAE for both 40° and 80° shoulder angles in all participants ($p = 0.001$ and $p = 0.002$, respectively), indicating a significant fatigue-induced proprioceptive deficit with large effect sizes ($\eta^2 = 0.83$ and $\eta^2 = 0.60$).

Following the massage intervention, the experimental group showed a non-significant reduction in MAE for the 40° angle compared to the control group ($p = 0.41$, $\eta^2 = 0.20$). Similarly, for the 80° angle, no significant between-group differences were found after massage ($p = 0.73$, $\eta^2 = 0.12$). The MAE values across sequential time points (immediately post-massage, 10, 20, 30 minutes) also showed no significant interaction effects ($p \geq 0.05$), suggesting the massage did not produce a statistically significant or sustained improvement in proprioceptive accuracy at any measured interval post-fatigue.

Discussion

The primary finding of this study is that a single session of Swedish massage did not significantly improve shoulder joint proprioception in swimmers following a functional fatigue protocol. While a slight, immediate reduction in MAE was observed in the experimental group, particularly for the 40° angle, this change was not statistically significant, and no sustained benefits were detected over the 30-minute recovery period.

The observed fatigue-induced proprioceptive impairment aligns with previous research (14), confirming the vulnerability of the sensorimotor system post-exercise. The non-significant effect of massage contrasts with studies showing its benefits for balance (19) and pain (13), suggesting that its mechanisms (e.g., increased blood flow, reduced neuromuscular tension, modulation of sensory thresholds) may not be potent enough to acutely restore fine joint position sense compromised by high-intensity fatigue (20). The duration, intensity, or technique of the massage might have been insufficient to elicit a significant neurophysiological response in the fatigued proprioceptive system. In conclusion, while massage remains a popular recovery modality, this study indicates it may not be effective for acutely restoring fatigued shoulder proprioception in swimmers. Future research should investigate the effects of longer durations, different massage techniques, or higher intensities on proprioceptive recovery.

Clinical application

Based on these findings, practitioners should not rely on brief massage sessions as a primary intervention for acutely improving proprioceptive accuracy in fatigued swimmers. The protocol used in this study was ineffective for this specific purpose. Training programs should continue to prioritize proprioceptive and neuromuscular training for injury prevention.

Compliance with ethical guidelines

All procedures were approved by the Ethics Committee of Kerman University of Medical Sciences (Code: IR.KMU.REC.1394.598). Written informed consent was obtained from all participants.

Funding

The present study did not receive any financial support from any organization or institution.

Author's Contribution

All authors contributed equally to this work. All authors were jointly responsible for the study conception, design, methodology, investigation, data curation, formal analysis, project administration, resources, validation, visualization, and the writing of the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interest

There is no conflict of interest in this study.

Acknowledgments

We thank the participating swimmers, their coaches, and the colleagues who supported this research

Angle	Groups	Pre-test M ± SD	Post-test M ± SD	Δ	95% CIs	p-value	Effect size
40 °	Control	5.82 ± 2.62	8.91 ± 3.56	53.09	(45.12, 61.06)	0.41	0.20
	Experimental	5.88 ± 2.93	8.46 ± 3.11	43.88	(36.24, 51.52)		
80 °	Control	4.92 ± 2.02	8.91 ± 3.13	81.10	(72.35, 89.85)	0.73	0.12
	Experimental	4.62 ± 2.77	6.23 ± 2.88	34.85	(27.91, 41.79)		

Note: Δ, Magnitude of Change Calculated as (Post-Test – Pre-Test); 95% CIs, 95% Confidence Intervals, Partial Eta Squared (Effect Size); (*), Denotes Statistical Significance at $p < 0.05$.



تأثیر آنی ماساژ بر خطای حس عمقی مفصل شانه شناگران پس از اعمال خستگی عملکردی در توالی‌های مختلف زمانی (یک مطالعه کنترل شده تصادفی)

سید احسان سیدجعفری^{۱*}، احسان ابراهیمی پور^۲، منصور صاحب الزمانی^۱، عبدالحمید دانشجو^۱

۱- گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲- گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت: آبان ۱۴۰۱؛ پذیرش: شهریور ۱۴۰۴

چکیده

زمینه و هدف: حس عمقی یکی از اجزای کلیدی سیستم حسی-حرکتی است که نقص در عملکرد آن می‌تواند ورزشکاران را در معرض خطر آسیب‌دیدگی قرار دهد. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر فوری ماساژ بر حس عمقی مفصل شانه در شناگران فعال، در بازه‌های زمانی مختلف پس از اجرای پروتکل خستگی عملکردی، انجام شد.

روش بررسی: در این پژوهش، ۲۴ شناگر فعال به‌صورت تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. پس از اجرای پروتکل خستگی عملکردی، حس عمقی مفصل شانه با استفاده از دوربین و نرم‌افزار اتوکد ارزیابی شد. این ارزیابی بلافاصله پس از اجرای پروتکل ماساژ و در فواصل زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه پس از پروتکل خستگی انجام گرفت. برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس مکرر با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد که پس از پروتکل خستگی، میانگین خطا در بازسازی زاویه ۴۰ درجه در هر دو گروه تجربی و کنترل افزایش یافت ($p=0/001$). برای زاویه ۸۰ درجه نیز میانگین خطا در هر دو گروه افزایش یافت ($p=0/002$). پس از ماساژ، میانگین خطای زاویه ۴۰ درجه در گروه تجربی کاهش یافت ($p=0/41$)، اما این تغییر معنادار نبود. در زمان‌های متوالی پس از ماساژ، تغییرات معنادار مشاهده نشد ($p\geq 0/05$).

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر نشان داد که ماساژ در کاهش خطای حس وضعیت مفصل شانه پس از خستگی عملکردی شناگران علیرغم کاهش، به طور معنادار تأثیر گذار نبود ولی با توجه به کاهش خطای بازسازی حس وضعیت مفصل شانه بلافاصله پس از ماساژ به نظر می‌رسد، در صورتی که آزمودنی‌ها با مدت زمان بیشتر یا شدت و عمق بیشتر ماساژ دریافت کنند احتمال معناداری یافته‌ها، افزایش پیدا می‌کند.

واژگان کلیدی

حس عمقی،

ماساژ،

خستگی عملکردی،

مفصل شانه،

شناگران.

مقدمه

اختلالات و دردهای مرتبط با مفصل شانه به عنوان متداول ترین مسائل عضلانی-اسکلتی در میان شناگران حرفه‌ای شناخته شده‌اند (۱). آسیب‌های شانه در شناگران نسبت به بسیاری دیگر از رشته‌های ورزشی بالاتر بوده، به گونه‌ای که میزان وقوع آسیب‌های اسکلتی-عضلانی ۱/۲ تا ۱/۵ آسیب به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر شنا کردن گزارش شده است (۲).

ثبات عملکردی مفصل شانه از تعامل هماهنگ میان ساختارهای استاتیک و دینامیک ناشی می‌شود که این هماهنگی از طریق سیستم حسی-حرکتی، به‌ویژه حس عمقی، برقرار می‌گردد (۳). حس عمقی به توانایی درک موقعیت اندام در فضا بدون وابستگی به حواس بینایی و شنوایی اشاره دارد و تحت کنترل مکانیسم‌های مرکزی و محیطی قرار دارد (۴). هر عاملی که این حس را مختل کند، می‌تواند به بی‌ثباتی مکانیکی منجر شده و مفصل را در برابر آسیب‌های جزئی و شدید آسیب‌پذیر سازد (۵).

یکی از عوامل مؤثر بر کاهش بازخورد حس عمقی، خستگی عضلانی است. خستگی ناشی از فعالیت‌های بدنی بر اجزای مختلف سیستم عصبی-عضلانی، از جمله سیستم عصبی مرکزی، کنترل عصبی-عضلانی و خود عضلات، تأثیر می‌گذارد و به کاهش کارایی عضلانی و افزایش احتمال آسیب منجر می‌شود (۶). مکانیسم‌های اثر خستگی بر حس عمقی مفاصل و عضلات اطراف آن هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است. از این‌رو، عواملی که ممکن است بر نتایج مطالعات خستگی تأثیر بگذارند، نیازمند بررسی دقیق‌تر هستند. فرآیندهای فیزیولوژیکی مرتبط با خستگی بسته به نوع پروتکل تمرینی مورد استفاده برای ایجاد خستگی متفاوت است. در پروتکل‌های خستگی ایزوکینتیک، حرکات به‌صورت زنجیره باز انجام می‌شوند و گروه‌های عضلانی و حرکات مفصلی به‌طور جداگانه بررسی می‌شوند. این امر تعمیم‌پذیری نتایج این مطالعات به فعالیت‌های ورزشی واقعی را محدود می‌کند. به همین دلیل، بسیاری از پژوهشگران پروتکل‌های خستگی عملکردی را که شامل فعالیت‌های شبیه‌سازی شده ورزشی هستند، پیشنهاد می‌کنند (۷).

ماساژ از دیرباز به عنوان روشی برای توان بخشی و ایجاد آرامش مورد استفاده قرار گرفته است. در سال‌های اخیر،

این روش در حوزه ورزش برای آماده‌سازی پیش از مسابقه، ریکاوری بین مسابقات و بازگشت به حالت اولیه پس از فعالیت‌های رقابتی کاربرد گسترده‌ای یافته است. ماساژ به عنوان یکی از رایج‌ترین روش‌های مدیریت خستگی عضلانی شناخته شده و مورد توجه ورزشکاران قرار دارد (۸). با این حال، با وجود پژوهش‌های متعدد در زمینه مکانیسم‌های اثر ماساژ، اثربخشی آن در حوزه ورزش همچنان با ابهامات و دیدگاه‌های متفاوتی مواجه است. برخی پژوهشگران معتقدند که ماساژ می‌تواند برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی را بهبود بخشد، اما تأثیر قابل توجهی بر عملکرد عضلانی ندارد (۹).

امری و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان «تأثیر خستگی ناشی از حرکات تکراری بازو بر حس عمقی شانه» نشان دادند که خستگی ناشی از حرکات تکراری می‌تواند حس عمقی مفصل شانه را در حرکت ابداکشن در افراد سالم کاهش دهد (۱۰). حسینی و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای اثرات فوری ماساژ و موبیلیزاسیون ناحیه پا و مچ پا را بر تعادل افراد سالمند بررسی کردند. این پژوهش که بر روی دو گروه ۱۵ نفره از مردان و زنان بالای ۶۰ سال انجام شد، نشان داد که این مداخلات تأثیرات مثبت و فوری بر تعادل سالمندان دارند (۱۱). عسگری و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر یک برنامه ترکیبی شامل حرکت‌درمانی و ماساژ را بر درد و دامنه حرکتی گردن در زنان میانسال مبتلا به سندرم درد مایوفاشیال عضله دوزنقه فوقانی بررسی کردند. این مطالعه با تقسیم ۳۰ زن ۳۵ تا ۵۰ ساله به دو گروه تجربی و کنترل نشان داد که ماساژ باعث کاهش درد و افزایش دامنه حرکتی گردن در افراد مبتلا به نقاط ماشه‌ای می‌شود (۱۲). کاسولیک و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان «تأثیر ماساژ کلاسیک بر درمان درد مزمن شانه» بر روی ۳۰ نفر نشان دادند که ماساژ منجر به افزایش دامنه حرکتی فعال و غیرفعال در حرکات فلکشن و ابداکشن شانه و کاهش درد در افراد تحت مداخله شده است (۱۳).

با بررسی پیشینه پژوهش، به نظر می‌رسد تاکنون مطالعه‌ای به‌طور خاص به بررسی تأثیر ماساژ بر حس عمقی مفصل شانه شناگران نپرداخته است و این خلأ در تحقیقات موجود مشهود است. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر ماساژ بر خطای حس عمقی مفصل شانه ناشی از خستگی عملکردی در شناگران، در بازه‌های زمانی

مختلف، انجام می‌شود تا به این نیاز پژوهشی پاسخ دهد.

روش تحقیق

برای اجرای این مطالعه، ۲۴ شناگر مرد با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس، بر اساس معیارهای مشخص انتخاب شدند. اندازه نمونه با بهره‌گیری از نرم‌افزار G*Power و با توان آماری ۸۰ درصد و سطح خطای آلفای ۰.۰۵، با توجه به روش تحلیل آماری واریانس مکرر ترکیبی محاسبه شد. فرآیند جمع‌آوری داده‌ها از تاریخ یک مهر ۱۳۹۴ آغاز شد و تا ۱۰ مهر ۱۳۹۴ ادامه یافت. پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی از شرکت‌کنندگان، تخصیص آن‌ها به دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) با استفاده از روش تصادفی‌سازی بلوکی محدود انجام گرفت. این روش به منظور اطمینان از تعادل گروه‌ها با توجه به اندازه نمونه محدود و متغیرهای زمینه‌ای نظیر سابقه شنا (بین ۲ تا ۵ سال) انتخاب شد. این رویکرد برای طراحی پژوهش مداخله‌ای با ساختار پیش‌آزمون-پس‌آزمون مناسب تشخیص داده شد.

معیارهای ورود به تحقیق شناگران مرد شامل موارد زیر بودند: محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال، به دلیل اوج عملکرد جسمانی و ثبات حس عمقی در این بازه سنی؛ داشتن حداقل دو سال سابقه عضویت فعال در طی سال‌های اخیر در یکی از تیم‌های شنای سطح استان کرمان، برای اطمینان از تجربه کافی در تمرینات شنا و آمادگی جسمانی مرتبط؛ شرکت در حداقل سه جلسه تمرینی شنا در هفته طی شش ماه گذشته، به عنوان نشانه‌ای از تداوم فعالیت ورزشی؛ عدم وجود درد فعال یا محدودیت حرکتی قابل توجه در مفصل شانه یا اندام فوقانی در زمان شروع مطالعه، که از طریق معاینه بالینی اولیه تأیید شد؛ و شاخص توده بدنی (BMI) در محدوده ۱۸/۵ تا ۲۵ kg/m²، برای کنترل تأثیر چاقی یا لاغری شدید بر حس عمقی و عملکرد عضلانی. برای شناگران، معیارهای حذف/خروج از تحقیق به شرح زیر بود: سابقه اعمال جراحی یا شکستگی و دررفتگی، به‌ویژه در ناحیه شانه، بازو یا اندام فوقانی، که می‌تواند حس عمقی را تحت تأثیر قرار دهد (۱۴)؛ وجود بیماری‌های سیستم عصبی (مثل پارکینسون یا مولتیپل اسکلروزیس) یا عصبی-عضلانی (مثل میاستنی گراویس)، که بر عملکرد حسی-حرکتی اثر می‌گذارد؛ رماتیسم مفصلی، دیابت، یا سایر بیماری‌های مزمن التهابی که ممکن است بر مفاصل یا

عضلات تأثیر بگذارند؛ و سابقه مصرف داروهای خواب‌آور، آرام‌بخش، ضددرد یا شل‌کننده عضلانی در ۷۲ ساعت قبل از آزمایش، به دلیل تأثیرات آن‌ها بر حس عمقی و واکنش عضلانی.

برای شناگران، معیارهای حذف/خروج از تحقیق همچنین شامل تجربه آسیب‌دیدگی شانه طی شش ماه گذشته، که می‌تواند عملکرد مفصل را مختل کند؛ عدم توانایی شرکت در پروتکل خستگی یا ماساژ به دلیل شرایط جسمانی که با نظر پزشک و بررسی پرونده پزشکی تأیید شد؛ و ترک زودهنگام یا عدم پایبندی به بیش از یک جلسه از پروتکل تحقیق، که می‌تواند داده‌ها را ناقص کند. این معیارها طراحی شده‌اند تا جمعیت مطالعه همگن‌تر و مناسب‌تر برای هدف پژوهش (حس عمقی شانه) باشد و از تأثیر متغیرهای ناخواسته جلوگیری شود.

پروتکل پژوهش حاضر توسط کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی کرمان بشماره IR.KMU.REC.1394.598 نیز به تصویب رسید.

پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی و تکمیل پرسشنامه اطلاعات فردی، شرکت‌کنندگان در جلسه‌ای جداگانه با فرآیند اجرای آزمون آشنا شدند. در مرحله پیش‌آزمون، حس عمقی شناگران ارزیابی شد. سپس از آن‌ها خواسته شد پس از انجام گرم‌کردن، پروتکل خستگی عملکردی را اجرا کنند. این پروتکل شامل پنج دقیقه حرکات کششی ایستا و پویا خارج از آب، سپس ۲۵۰ متر شنا با سرعت انتخابی برای گرم‌کردن، و پس از آن ۱۰۰۰ متر شنا با شدت ۹۰ درصد بهترین رکورد مسابقه به صورت کراال سینه بود. بلافاصله پس از اتمام پروتکل خستگی، حس عمقی مجدداً مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از آن، یک متخصص ماساژ به مدت ۱۰ دقیقه مفصل و عضلات شانه شرکت‌کنندگان را با استفاده از پروتکل کارولین ماساژ داد (۱۵). این پروتکل شامل تکنیک‌های افلوراژ (لمس آرام برای آرام‌سازی بافت نرم)، پتریساز (فشار و حرکات چرخشی)، فریکشن (حرکات دایره‌ای عمیق برای بهبود جریان خون)، و تاپوتمنت (ضربات کوتاه و متناوب با دست یا انگشتان) بود که با تمرکز بر عضلات دالی شانه اجرا شد (۱۶). حس عمقی بلافاصله پس از ماساژ و در بازه‌های زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه پس از پروتکل خستگی مجدداً ارزیابی شد.

برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد. ویژگی‌های توصیفی (سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی، و سابقه تمرینی) با آمار توصیفی گزارش شدند. آزمون‌های شاپیرو-ویلک و لون به ترتیب برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به کار رفتند. از جدول Box's M برای تأیید نبود هم‌خطی چندگانه استفاده شد. پس از تأیید پیش‌نیازهای آماری، آزمون تحلیل واریانس مکرر ترکیبی برای مقایسه حس عمقی قبل و بعد از پروتکل‌های خستگی و ماساژ استفاده شد. اندازه اثر با شاخص Partial Eta Squared (η^2) محاسبه شد که بر اساس معیارهای استاندارد تحلیل واریانس (ANOVA) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS تعیین گردید. این شاخص برای سنجش شدت تأثیر متغیرهای مستقل (خستگی و ماساژ) بر حس عمقی شانه استفاده شد، با مقادیر اثر کوچک ($0/01$)، متوسط ($0/06$)، و بزرگ ($0/14$).

ارزیابی حس عمقی بر اساس روش استاندارد ذکرشده در مطالعات پیشین انجام گرفت (۱۷). مطابق شکل ۱، شرکت‌کننده به پشت روی تخت دراز کشید و بازو و آرنج او در زاویه ۹۰ درجه خمشی قرار گرفت. زاویه مفصل شانه و بازسازی آن با استفاده از دوربین دیجیتال کاسیو بررسی شد. دوربین در فاصله ۵ متری از شرکت‌کننده و در راستای صفحه ساجیتال شانه تنظیم شد و این تنظیمات تا پایان اندازه‌گیری‌ها ثابت ماند. نقاط زائده خنجری اولنار و اولکرانون علامت‌گذاری شدند و زاویه مفصل از تقاطع دو خط محاسبه شد: خط اول به صورت افقی و موازی با تخت، و خط دوم از اتصال زائده خنجری به اولکرانون. سپس، در حالی که چشمان شرکت‌کننده بسته بود، بازوی او به صورت غیرفعال تا زاویه ۴۰ درجه چرخش خارجی داده شد و از او خواسته شد این زاویه را به خاطر سپرده و پس از پنج ثانیه بازسازی کند. همین روش برای چرخش خارجی و زاویه ۸۰ درجه نیز تکرار شد (۱۷).



شکل ۱- نحوه ارزیابی خطای حس عمقی در نرم افزار اتوکد

نتایج مطالعه

اطلاعات مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و جمعیت شناختی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ گزارش شده است. طبق نتایج آزمون تی مستقل آزمودنی‌ها که به دو گروه ۱۲

نفره مساوی به شکل تصادفی تقسیم شده بودند در هیچ یک از شاخص‌های فیزیکی ثبت شده در جدول مربوطه تفاوت معنی داری نداشتند ($p \geq 0/05$).

جدول ۱. اطلاعات مربوط به ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در دو گروه تجربی و کنترل

متغیر	گروه کنترل (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	گروه تجربی (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	سطح معنی‌داری
سن (سال)	۱۸/۳۰ $\pm$ ۰/۸۳	۱۸/۷۱ $\pm$ ۲/۲۷	۰/۹۴
جرم (کیلوگرم)	۶۸/۱۰ $\pm$ ۳/۰۳	۶۵/۷ $\pm$ ۵/۶۳	۰/۲۲
قد (سانتیمتر)	۱۷۰/۱۴ $\pm$ ۷/۱۱	۱۷۷/۱۰ $\pm$ ۴/۱۴	۰/۱۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۲ $\pm$ ۷/۹۷	۲۳/۲ $\pm$ ۵/۴۲	۰/۸۵
سابقه‌ی تمرین (سال)	۵/۰۰ $\pm$ ۰/۴۰	۵/۴ $\pm$ ۰/۴۲	۰/۶۹

یافته‌های تحلیل واریانس مکرر ترکیبی نشان داد که پروتکل خستگی عملکردی تأثیر معناداری بر حس عمقی مفصل شانه شناگران در زاویه ۴۰ درجه چرخش خارجی داشته است ($F = ۵۵/۳۶$, $p = ۰/۰۰۱$, $\mu = ۰/۸۳$) و همچنین اندازه اثر ($۰/۸۳$) با توجه به آزمون پارشیال اتای اسکوپر بالا مشاهده شد. همچنین بر اثر خستگی، حس وضعیت مفصل شانه در زاویه ۸۰ درجه چرخش خارجی شناگران نیز معنادار مشاهده شد ($F = ۱۶/۲۷$, $p = ۰/۰۰۲$, $\mu = ۰/۶۰$) و اندازه اثر ($۰/۶۰$) نیز بالا مشاهده شد.

در جدول شماره ۲، نتایج تحلیل واریانس مکرر ترکیبی

جدول ۲. نتایج آزمون آنالیز مکرر ترکیبی حس وضعیت مفصل شانه قبل و پس از اعمال ماساژ

زاویه	گروه	پیش آزمون میانگین $\pm$ انحراف معیار	پس آزمون میانگین $\pm$ انحراف معیار	درصد تغییرات	۹۵٪ فاصله اطمینان	سطح معنی داری	اندازه اثر
۴۰ درجه	گروه کنترل	۵/۸۲ $\pm$ ۲/۶۲	۸/۹۱ $\pm$ ۳/۵۶	۵۳/۰۹	(۴۵/۱۲، ۶۱/۰۶)	۰/۴۱	۰/۲۰
	گروه تجربی	۵/۸۸ $\pm$ ۲/۹۳	۸/۴۶ $\pm$ ۳/۱۱	۴۳/۸۸	(۳۶/۲۴، ۵۱/۵۲)		
۸۰ درجه	گروه کنترل	۴/۹۲ $\pm$ ۲/۰۲	۸/۹۱ $\pm$ ۳/۱۳	۸۱/۱۰	(۷۲/۳۵، ۸۹/۸۵)	۰/۷۳	۰/۱۲
	گروه تجربی	۴/۶۲ $\pm$ ۲/۷۷	۶/۲۳ $\pm$ ۲/۸۸	۳۴/۸۵	(۲۷/۹۱، ۴۱/۷۹)		

همچنین در شکل شماره ۲، نمودار مربوط به میانگین خطای بازسازی زاویه ۴۰ و ۸۰ درجه در زمان‌های متوالی در گروه تجربی و کنترل ارائه شده است.

بحث

هدف این پژوهش بررسی تأثیر فوری ماساژ بر خطای حس عمقی مفصل شانه شناگران فعال پس از پروتکل خستگی عملکردی در بازه‌های زمانی مختلف بود. تحلیل داده‌ها نشان داد که ماساژ تأثیر معناداری بر حس عمقی مفصل شانه شناگران پس از خستگی عملکردی نداشت. با وجود جستجوی گسترده، هیچ مطالعه‌ای که به‌طور

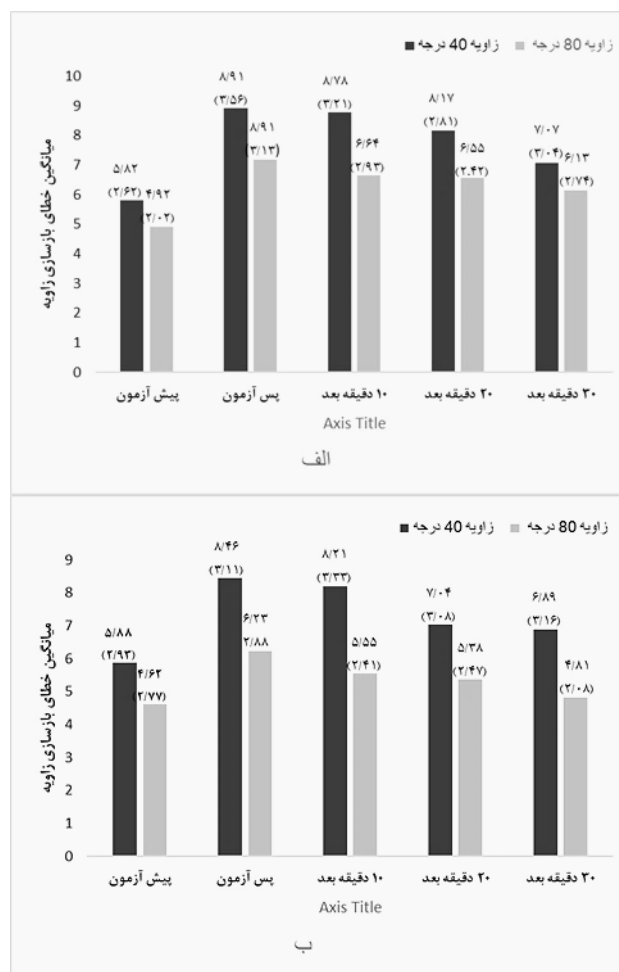
خاص به بررسی تأثیر آنی ماساژ بر حس عمقی مفصل شانه شناگران پرداخته باشد، یافت نشد. با این حال، مطالعات مشابهی اثر ماساژ بر عوامل دیگر مانند درد، خستگی و تعادل را بررسی کرده‌اند. برای مثال، حمیدی و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر شش هفته ماساژ رفلکسولوژی و یومی‌هوترایی را بر حس عمقی و تعادل زنان مبتلا به نوروپاتی دیابتی اندام تحتانی بررسی کردند. آن‌ها ۳۴ بیمار را به سه گروه تقسیم کرده و تعادل و حس عمقی را با استفاده از آزمون‌های شارپ‌پندرومبرگ، برگ و گونیامتر در پیش‌آزمون و پس‌آزمون سنجیدند (۱۸).

و فوری بر تعادل سالمندان دارند (۱۱). به طور مشابه، وایلنت و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای مقطعی تأثیر ماساژ و موبیلیزاسیون پا و مچ پا را بر تعادل سالمندان بررسی کردند و بهبود تعادل را گزارش کردند. آن‌ها بهبود سیستم سوماتوسنسوری و افزایش دامنه حرکتی را به عنوان دلایل این پیشرفت مطرح کردند (۲۱).

یکی از دلایل اصلی استفاده از ماساژ در درمان دردهای عضلانی و آسیب‌ها، کاهش تنش و سفتی عضلانی است. عضلات به دلیل تحریک بیش از حد عصبی-عضلانی دچار هایپرتونیسیته می‌شوند، و ماساژ می‌تواند این تحریک را کاهش دهد. روش‌های مختلفی برای کاهش تنش عضلانی وجود دارد که ماساژ یکی از مؤثرترین آن‌هاست (۲۲). هنگامی که عضله در حالت انقباض شدید قرار می‌گیرد، تارهای عضلانی کوتاه شده و همپوشانی سارکومرها باعث ایجاد درد هنگام لمس می‌شود. بدون تحریک خارجی، این وضعیت ادامه می‌یابد و از طریق گیرنده‌های عصبی منجر به ایسکمی، مقاومت در برابر کشش و آزردهای عضلانی می‌شود. این فرآیند چرخه اسپاسم-درد را تقویت می‌کند، و ماساژ با شکستن این چرخه، تنش عصبی-عضلانی را کاهش می‌دهد. یکی از مشکلات فعالیت بیش از حد عصبی-عضلانی، اختلال در عملکرد دوک‌های عضلانی به عنوان گیرنده‌های اصلی حس عمقی است که نقش کلیدی در فرآیندهای درمانی دارند (۲۲).

ماساژ همچنین با افزایش جریان خون عضلانی، در حذف متابولیت‌های زائد مانند اسید لاکتیک نقش دارد و به ریکاوری خستگی عضلانی کمک می‌کند (۲۳). از سوی دیگر، خستگی می‌تواند پاسخ نورون‌های حرکتی آلفا را مختل کرده و مکانیسم‌های حفاظتی مفصل را تضعیف کند، که بخشی از آن به کاهش حساسیت گیرنده‌های حسی و افزایش تأخیر الکترومکانیکی نسبت داده می‌شود. خستگی به عنوان عاملی کلیدی در افزایش خطر آسیب شناخته می‌شود، زیرا فعالیت نورون‌های حرکتی آلفا را مهار کرده و ثبات عملکردی مفصل را کاهش می‌دهد، که این امر خطر آسیب را افزایش می‌دهد (۲۴).

با توجه به بررسی پیشینه، هیچ مطالعه‌ای تاکنون تأثیر فوری ماساژ بر حس عمقی مفصل شانه شناگران فعال پس از خستگی عملکردی را بررسی نکرده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که خطای حس عمقی مفصل شانه پس



شکل ۲. میانگین و (انحراف معیار) خطای مطلق حس وضعیت مفصل شانه در زمان‌های متوالی در دو زاویه ۴۰ و ۸۰ درجه در گروه کنترل (شکل الف) و تجربی (شکل ب)

نتایج نشان داد که ماساژ به بهبود تعادل و حس عمقی در این بیماران منجر شد (۱۸). همچنین، خانزاده و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر یک برنامه ترکیبی شامل حرکت درمانی و ماساژ را بر تعادل پویا در مردان مبتلا به کمردرد ناشی از فرسایش دیسک کمری بررسی کردند و دریافتند که این مداخله به بهبود قابل توجه تعادل و کاهش درد منجر شد (۱۹). در مطالعه‌ای دیگر، شجاع‌الدین و همکاران (۱۳۸۵) اثر ماساژ بر خستگی عضلات بازکننده زانو پس از انقباض‌های ایزومتریک زیربیشینه را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ماساژ تأثیری بر بهبود خستگی یا بازیافت عملکرد عضلانی ندارد (۲۰).

حسینی و همکاران (۲۰۱۱) نیز تأثیر فوری ماساژ و موبیلیزاسیون ناحیه پا و مچ پا را بر تعادل سالمندان بررسی کردند. این مطالعه با تقسیم تصادفی افراد بالای ۶۰ سال به دو گروه ۱۵ نفره نشان داد که این مداخلات تأثیرات مثبت

کاربرد بالینی

با توجه به معناداری تمرینات اصلاحی این پژوهش بر متغیرهای تنفسی دختران مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک و همچنین با توجه به اهمیت الگوی تنفسی مناسب برای درمان ناهنجاری‌های ستون فقرات، این پروتکل تمرینی می‌تواند توسط درمانگران به عنوان یک پروتکل تمرینی اثرگذار در افراد مبتلا به اسکولیوزیس مورد استفاده قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

تمام مراحل پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان (کد: IR.KMU.REC.1394.598) تأیید شد. رضایت‌نامه کتبی آگاهانه از همه شرکت‌کنندگان اخذ شد.

حمایت مالی

این پژوهش هیچ گونه حمایت مالی از هیچ سازمان یا نهادهای دریافت نکرده است.

نقش نویسندگان

همه نویسندگان به طور مساوی در این کار مشارکت داشتند. همه نویسندگان به طور مشترک مسئول مفهوم مطالعه، طراحی، روش‌شناسی، تحقیق، گردآوری داده‌ها، تحلیل رسمی، مدیریت پروژه، منابع، اعتبارسنجی، مصورسازی و نگارش مقاله بودند. همه نویسندگان نسخه نهایی مقاله را خوانده و تأیید کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از اساتید محترم و همچنین ورزشکاران شرکت‌کننده در این تحقیق، برای مساعدت در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

هیچ گونه تضاد منافی در این پژوهش وجود ندارد.

از ماساژ کاهش یافت، اما این کاهش از نظر آماری معنادار نبود. با توجه به نمودار ۲ و کاهش غیرمعنادار خطای حس عمقی، می‌توان فرض کرد که افزایش مدت زمان یا شدت ماساژ ممکن است به نتایج معناداری منجر شود.

مکانیسم احتمالی کاهش خطای حس عمقی از طریق ماساژ می‌تواند به افزایش گردش خون، بالا رفتن آستانه درد در گیرنده‌های حسی، و بهبود سرعت ریکاوری عضلانی نسبت داده شود. ماساژ همچنین می‌تواند با کاهش استرس و ترشح هورمون‌هایی مانند نوراپی‌نفرین و کورتیزول و افزایش سروتونین، به بهبود عملکرد کمک کند. ماساژ عمیق با تحریک پایانه‌های عصبی، اتساع عروق و افزایش جریان خون، و فعال‌سازی گیرنده‌های سوماتوسنسوری، اطلاعات حسی مرتبط با حس عمقی، تنش عضلانی، زوایای مفصلی و طول عضلانی را بهبود می‌بخشد (۱۹).

یکی از محدودیت‌های این پژوهش، استفاده از ابزارهایی با دقت کمتر نسبت به تجهیزات آزمایشگاهی برای سنجش حس عمقی بود. با توجه به ضرورت اندازه‌گیری فوری حس عمقی پس از پروتکل خستگی، استفاده از دوربین دیجیتال اجتناب‌ناپذیر بود. برای مطالعات آینده، پیشنهاد می‌شود که تأثیر ماساژ بر شناگران زن و مقایسه اثرات آن بین دو جنس بررسی شود. همچنین، استفاده از روش‌های دقیق‌تر برای ارزیابی حس عمقی توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که ماساژ، با وجود کاهش خطای حس عمقی مفصل شانه شناگران پس از پروتکل خستگی عملکردی، تأثیر معناداری از نظر آماری نداشت. با این حال، مشاهده کاهش خطای بازسازی حس عمقی بلافاصله پس از اعمال ماساژ حاکی از آن است که افزایش مدت زمان یا شدت و عمق ماساژ ممکن است احتمال دستیابی به نتایج معنادار را افزایش دهد.

References

1. Walker H, Gabbe B, Wajswelner H, Blanch P, Bennell K. Shoulder pain in swimmers: a 12-month prospective

- cohort study of incidence and risk factors. Phys Ther Sport. 2012;13(4):243-9.
2. Hill L, Mountjoy M, Miller J. Non-shoulder Injuries in Swimming: A

- Systematic Review. Clin J Sport Med. 2022;32(3):256-64.
3. Nodehi Moghadam A, Khaki N, Kharazmi AS. Comparison of shoulder proprioception in female volleyball athletes and non-athletic women. Rehabilitation Journal. 2009;38(10):45-49. [Persian]
4. Bouët V, Gahery Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. Neurosci Lett. 2000;289(2):143-6.
5. Mirbagheri MM, Barbeau H, Ladouceur M, Kearney RE. Intrinsic and reflex stiffness in normal and spastic, spinal cord injured subjects. Exp Brain Res. 2001;141(4):446-59.
6. Gibson H, Edwards R. Muscular exercise and fatigue. Sports Med. 1985;2(2):120-32.
7. Ribeiro F, Venâncio J, Quintas P, Oliveira J. The effect of fatigue on knee position sense is not dependent upon the muscle group fatigued. Muscle Nerve. 2011;44(2):217-20.
8. Bahr R, Maehlum S. Clinical guide to sports injuries. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
9. Davis HL, Alabed S, Chico TJA. Effect of sports massage on performance and recovery: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open Sport Exerc Med. 2020;6(1):e000614.
10. Emery K, Côté JN. Repetitive arm motion-induced fatigue affects shoulder but not endpoint position sense. Experimental brain research. 2012 Feb;216(4):553-64.
11. Hoseini M, Khademi Kalantari Kh, Akbarzadeh Baghban A. The acute effect of ankle and foot massage and mobilization on balance index in elderly. Rehabilitation Medicine. 2011;1(2):40-47. [Persian]
12. Asgari N, Hashemi J, Seyed Aliakbar, Ebrahimi Atri. The effect of Combined Therapeutic Protocol (Kinesiotherapy and Massage) on pain and range of motion of the middle-aged women with neck suffering from myofascial pain syndrome of the trapezius muscle. Research on Sports Rehabilitation. 2015;3(5):1-8. [Persian]
13. Kassolik K, Andrzejewski W, Brzozowski M, Wilk I, Górecka-Midura L, Ostrowska B, et al. Comparison of massage based on the tensegrity principle and classic massage in treating chronic shoulder pain. J Manipulative Physiol Ther. 2013;36(7):418-27.
14. Hiemstra LA, Lo IK, Fowler PJ. Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. J Orthop Sports Phys Ther. 2001;31(10):598-605.
15. Allibakhshi E, Golpayegani M, Kazemipour M, Molanorozi K, Parastesh M. Comparison of four protocols of kinesiotherapy, massage therapy, physical therapy and hybrid on rotator cuff muscle with impingement syndrome. Military Medicine. 2010;12(2):81-8. [Persian]
16. Sabet F, Ebrahimipour E, Mohammadipour F, Daneshjoo A, Jafarnezhadgero A. Effects of Swedish massage on gait spatiotemporal parameters in adult women with medial knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. J Bodyw Mov Ther. 2021;28:521-6.
17. Herrington L, Horsley I, Rolf C. Evaluation of shoulder joint position sense in both asymptomatic and rehabilitated professional rugby players and matched controls. Phys Ther Sport. 2010;11:18-22.

18. Hamidi H, Letafatkar SH. The effect of six weeks reflexology massage and Yumeiho therapy on women balance and proprioception with lower limb diabetic neuropathy. Research on Sports Rehabilitation. 2015;3(5):9-17. [Persian]
19. Vaillant J, Rouland A, Martigné P, Braujou R, Nissen MJ, Caillat-Miosse JL, et al. Massage and mobilization of the feet and ankles in elderly adults: effect on clinical balance performance. Man Ther. 2009;14(6):661-4.
20. Lowe WW. Orthopedic massage: Theory and technique. Elsevier Health Sciences; 2009.
21. Mori H, Ohsawa H, Tanaka TH, Taniwaki E, Leisman G, Nishijo K. Effect of massage on blood flow and muscle fatigue following isometric lumbar exercise. Ann Transplant. 2004;10(5):CR173-CR178.
22. Hoch M. Effect of functional Fatigue on the Soleus Hoffmann Reflex in Subjects with Functional Ankle Instability [Dissertation]. 2008.
23. Khanzadeh R, Dawood Rahimi M, Hashemi Javaheri A, Omid Kashani F. Efficacy of Combined Therapeutic Protocol (Kinesiotherapy and Massage) on Dynamic Equilibrium in the Male Patients with Chronic Low Back Pain Due To Lumbar Degenerative Disc Disease. Int J Sport Stud. 2014;4(7):793-8.
24. Shojaadin SS, Jamshidi Khorneh A, Ghafari A. The effect of massage on knee extensor muscles after sub maximal isokinetic contraction. Sport & Kinematic Science. 2007;13(7):11-20. [Persian]