پژوهش های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین

Study of some physical fitness factors after strength and speed training in karateka

Mohammad Hasani [1]✉

1. University of Applied Sciences, Qom Police Command Unit, Qom, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 28 Jan 2024
Received in revised form 08 March 2024
Accepted 17 March 2024
Available online 30 March 2024

Keywords:
Strength training, speed training, flexibility, physical fitness, karate

ABSTRACT

Objective: Considering the importance of physical fitness in improving athletic performance, the aim of this study was to investigate some factors of physical fitness after eight weeks of strength and speed training in young karatekas.

Methods: In this semi-experimental study, which was conducted in a double-blind manner, 33 trained male karatekas with a mean age of 22.2±2.2 years were randomly divided into three equal groups (n=11) including; resistance training, speed training and control groups. The training program consisted of eight weeks of strength and speed training and a frequency of three sessions per week. Before and after eight weeks of training, the subjects were measured for flexibility in centimeters (sit-down test and stretching the hands towards the feet using a flexibility box), hamstring muscle strength in kilograms (one repetition maximum test with knee flexion). Mean and standard deviation were used to describe the data statistically. After determining the normality of the data using the Kolmogorov-Smirnov test, the independent t-test was used to compare the pre-test and post-test variables of a group, and the one-way analysis of variance test with Tukey's post-test was used to analyze the data. If significant, the Tukey post-test was used. The analysis was performed at a significance level of $p \geq 0.05$.

Results: The findings showed a significant difference after strength and speed training in flexibility and strength factors ($p = 0.0036$). Also, the results of one-way analysis of variance showed that there was no significant difference between these two types of training in terms of flexibility ($p = 0.75$), but this difference was significant in strength ($p = 0.0024$).

Conclusion: Based on the results of this study, strength and speed training can help improve the flexibility and strength of the hamstring muscles. However, resistance training appears to be a more effective way to strengthen these muscles.

Cite this article: Hasani, M; Study of some physical fitness factors after strength and speed training in karateka. *Applied Research in Sports Nutrition and Exercise Science*, 2024:1(4):32-45. 10.22091/arsnes.2025.11954.1022

© The Author(s).

Publisher: University of Qom.
DOI: 10.22091/arsnes.2025.11954.1022

Extended Abstract

Introduction

Karate, as a dynamic martial art, demands exceptional physical fitness to execute powerful strikes, rapid movements, and defensive techniques effectively. Among the critical components of athletic performance, flexibility and muscular strength play pivotal roles in achieving optimal execution of karate techniques. While strength training enhances muscle power and hypertrophy, speed training improves explosive movements and neuromuscular coordination. However, a longstanding debate persists regarding whether resistance training compromises flexibility due to potential increases in muscle stiffness. Previous research has yielded conflicting results, with some studies demonstrating improvements in flexibility following resistance training and others reporting no significant changes. This investigation aimed to compare the effects of eight weeks of structured strength versus speed training programs on hamstring flexibility and strength in young karate practitioners. The findings provide valuable insights for coaches and athletes seeking to optimize training regimens that balance power development with maintained or enhanced range of motion, ultimately improving performance while reducing injury risk in this demanding combat sport.

Methods

The study employed a semi-experimental design with thirty-three male karate practitioners (mean age 22.2±2.2 years) randomly allocated to three groups: strength training (n=11), speed training (n=11), and control (n=11). The strength training protocol incorporated progressive resistance exercises including leg presses, squats, and hamstring curls using a pyramidal loading scheme that systematically increased intensity from 65% to 80% of one-repetition maximum (1RM) over the eight-week intervention. The speed training group engaged in carefully structured sprint interval sessions featuring varied distances and repetition schemes to develop explosive power. Both experimental groups completed three weekly 30-minute sessions incorporating standardized warm-up and cool-down periods. Researchers assessed hamstring flexibility through the standardized sit-and-reach test and measured strength via 1RM testing for knee flexion. Statistical analysis utilized one-way ANOVA with Tukey's post hoc tests for between-group comparisons, with significance set at $p<0.05$. The study maintained double-blind procedures to minimize bias, with participants unaware of their group assignments and assessors blinded to group allocations during testing.

Results

The eight-week intervention yielded significant improvements in both physical parameters among the training groups compared to controls. For hamstring flexibility, both experimental groups demonstrated statistically significant enhancements ($p=0.0036$), with no meaningful difference between the strength and speed training approaches ($p=0.75$). However, the strength training group exhibited substantially greater improvements in hamstring strength ($p=0.0024$) compared to the speed training cohort. The control group showed no notable changes in either flexibility or strength measures throughout the study period. These findings suggest that while both training modalities effectively enhance range of motion, resistance training provides superior benefits for developing muscular strength in karate practitioners. Interestingly, the results challenge

conventional assumptions by demonstrating that properly structured strength training does not impair flexibility and may actually contribute to its improvement when performed through full ranges of motion.

Discussion

The current findings align with contemporary research by Wan et al. (2021) and Pallarés et al. (2021), who observed that resistance training incorporating full range-of-motion movements can improve flexibility by reducing passive muscle stiffness and enhancing neuromuscular control. The superior strength gains in the resistance training group likely reflect both neural adaptations and muscular hypertrophy, consistent with the work of Loturco et al. (2022). Contrary to traditional beliefs that resistance training necessarily decreases flexibility, this study demonstrates that appropriate programming can simultaneously develop strength and maintain or improve range of motion. The speed training group's improvements may be attributed to enhanced stretch-shortening cycle utilization and improved neuromuscular efficiency. Several limitations should be acknowledged, including the relatively small sample size, lack of dietary control, and short-term nature of the intervention. Future research should investigate longer training durations, incorporate female participants, and examine sport-specific performance outcomes to enhance the generalizability of findings.

Conclusion

This eight-week training study demonstrates that both strength and speed training protocols significantly improve hamstring flexibility and strength in young karate practitioners, with resistance training offering superior strength development. The results challenge outdated assumptions by showing that properly implemented strength training does not compromise flexibility and may actually enhance it when performed through complete ranges of motion. Coaches and athletes should consider integrating both training modalities, with particular emphasis on full-range resistance exercises, to optimize the balance between power development and maintained flexibility. These findings have important implications for training program design in martial arts, suggesting that a well-structured combination of strength and speed training can simultaneously enhance multiple physical fitness components critical for karate performance. Future research should explore longitudinal effects, examine transfer to specific karate techniques, and investigate potential differences in training responses across various skill levels and age groups.

Key Message

Structured strength and speed training programs both effectively enhance flexibility and strength in karate practitioners, with resistance training providing superior strength gains without compromising range of motion. A balanced training approach incorporating both modalities appears optimal for developing the physical qualities essential for high-level karate performance while minimizing injury risk. These findings should encourage coaches to move beyond traditional training dichotomies and implement integrated programs that simultaneously develop multiple fitness components.

پژوهش های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین

بررسی برخی عوامل آمادگی جسمانی پس از تمرینات قدرتی و سرعتی در کاراته کاران

محمد حسنی [۱]

۱. دانشگاه علمی کاربردی، واحد فرماندهی انتظامی قم، قم، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۰۹

کلیدواژه‌ها:
تمرین قدرتی، تمرین سرعتی، انعطاف‌پذیری، آمادگی جسمانی، کاراته

چکیده

هدف: با توجه به اهمیت آمادگی جسمانی در بهبود عملکرد ورزشی، هدف از این پژوهش بررسی برخی عوامل آمادگی جسمانی پس از هشت هفته تمرینات قدرتی و سرعتی در کاراته کاران جوان بود.

روش‌پژوهش: در این مطالعه نیمه تجربی که به صورت دوسو کور انجام شد، تعداد ۳۳ کاراته کاران مرد تمرین کرده با میانگین سنی ۲۲/۲±۲/۲ سال به طور تصادفی در سه گروه مساوی(n=۱۱) شامل؛ گروه تمرین مقاومتی، سرعتی و کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرینات شامل هشت هفته تمرینات قدرتی و سرعتی و تواتر سه جلسه در هفته بود. قبل و پس از هشت هفته تمرینات، از آزمودنی‌ها اندازه گیری انعطاف پذیری بر حسب سانتیمتر (آزمون نشستن و کشیدن دست به سمت پاها به کمک جعبه انعطاف)، قدرت عضله همسترینگ بر حسب کیلوگرم (آزمون یک تکرار بیشینه با حرکت خم کردن مفصل زانو)، به عمل آمد. برای توصیف آماری داده‌ها از میانگین و انحراف معیار استفاده شد. پس از تعیین نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنف، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش t مستقل برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای یک گروه و از آزمون تحلیل واریانس یکراهه همراه با آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. در صورت معنی‌داری از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. در سطح معناداری $p\leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: یافته ها تفاوت معنی‌داری بعد از تمرینات قدرتی و سرعتی در فاکتورهای انعطاف‌پذیری و قدرت را نشان داد (p= ۰/۰۰۳۶) هم چنین نتایج تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین این دو نوع تمرین از نظر انعطاف‌پذیری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (p =۰/۷۵)، اما این تفاوت در قدرت معنی‌دار بود (p= ۰/۰۰۲۴).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این پژوهش، تمرینات قدرتی و سرعتی می‌توانند به بهبود انعطاف‌پذیری و قدرت عضلات همسترینگ کمک کنند. با این حال، به نظر می‌رسد که تمرینات مقاومتی به‌عنوان یک روش مؤثرتر برای تقویت این عضلات عمل می‌کنند.

استناد: محمد، حسنی. بررسی برخی عوامل آمادگی جسمانی پس از تمرینات قدرتی و سرعتی در کاراته کاران. *پژوهش های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین*،۱۴۰۴: ۲ (۲)، ۴۵-۳۲.

DOI: 10.22091/arsnes.2025.11954.1022

ناشر: دانشگاه قم.

© نویسندگان.

مقدمه

ورزش کاراته مسلما یکی از محبوبترین هنرهای رزمی در سراسر جهان است و تعداد ورزشکاران در این رشته ورزشی رو به افزایش است (۱). تمرینات کاراته شامل فعالیتهای تکنیکی، کاتا و مبارزه میباشد و مسابقات آن شامل کاتا و کمیته است. کمیته یا جنگ کاراته شامل حرکات دفاعی و حملهای در مقابل حریف میباشد. به طور کلی کمیته شامل حرکات مبارزهای منقطع و حرکات پرش درجایی میباشد که به تغییر سریع وضعیت بدن کمک میکند (۲). کاتا شامل تکنیکهای دفاعی و حملهای از قبل مشخص شده و خاص میباشد. اجرای کاتا از طریق پارامترهای خاصی مثل تکنیک، ریتم،توان، درستی، روانی حرکت و کیم حرکت (یعنی نیروی تولید شده توسط یک انقباض ایزومتریک در انتهای حرکت) مورد قضاوت قرار میگیرد. با وجود محبوبیت زیاد، شناخت خیلی کمی درباره نیازهای انرژی این رشته ورزشی غیر المپیکی وجود دارد (۳).

قابلیت‌های جسمانی برای کاراته کاران بر عملکرد آنها اثر قابل ملاحظه ای دارد(۴)، شواهد نشان میدهند که ورزشکاران موفق در هر رشته مثل کاراته فاکتورهای فیزیولوژیکی و جسمانی مخصوص به خود را دارا می‌باشند. بنابراین دانستن این فاکتورها میتواند موثر و عامل موفقیت ورزشکاران باشد(۵). بسیاری از ورزشکاران رقابتی ضروری است که هردو نوع تمرین استقامتی و مقاومتی را در برنامه های تمرینی خود انجام دهند ، چون در بسیاری از ورزش ها و برنامه تمرینی آنها اتکا به بیش از یک دستگاه تولید انرژی ، محتوای انواع فعالیت ها و حرکات ورزشی را تعیین می کند (۶، ۷). و از طرفی بحث های زیادی در مورد استفاده از تمرینات مقاومتی برای بهبود عملکرد جسمانی و فواید بهداشتی وجود دارد (۸، ۹). هرچند تمرینات قدرتی در بسیاری از ساختارها (سیستم عصبی – عضلانی، غدد و استخوان) موجب سازگاری‌های فیزیولوژیکی متفاوت در درون عضله می گردند (۱۰، ۱۱). شواهد پژوهشی و علمی متعددی که طی دو قرن گذشته جمع شده است همه حاکی از این است که برنامه‌های تمرینات مقاومتی یا وزنه‌برداری به هایپرتروفی عضله می‌انجامد (۱۲، ۱۳)، تمرینات قدرتی باعث بهبود عملکرد ورزشی از طریق افزایش قدرت عضله، توان و سرعت، هایپرتروفی، استقامت عضلانی، عملکرد حرکتی، تعادل و هماهنگی، می گردد(۱۴). امروزه از تمرینات قدرتی ، با هدف کنترل وزن، افزایش قدرت و یا توانبخشی در رشته های مختلف ورزشی استفاده می‌شود(۱۵، ۱۶). تحقیقات نشان داده اند که تمرینات مقاومتی منجر به افزایش قدرت عضله با افزایش پروتئین های انقباضی در عضله و در نتیجه هایپرتروفی می‌شوند (۱۸،۱۷). برنامه تمرین مقاومتی تغییرات سلولی متنوعی را ایجاد می کند که بر اساس نوع تمرین مقاومتی (شدت، تکرار و فاصله استراحتی) برمتابولیسم عضله اسکلتی تأثیر می‌گذارد(۱۹). در پژوهشی، طبق نتایج تحقیق، مشخص شده است که مربیان کشتی می‌توانند از تمرینات مقاومتی هرمی دوگانه برای افزایش قدرت عضلانی و از تمرینات سرعتی هرمی برای بهبود سرعت بدن کشتی‌گیران آزادکار بهره ببرند (۲۰). در تحقیق دیگری، نتایج نشان داده است که یک دوره تمرین مقاومتی می‌تواند باعث بهبود قدرت عضلات بالاتنه و پایین تنه، توان عضلانی و عملکرد ورزشی در کاراته‌کاهای جوان شود (۲۱). از طرفی، در صورتی که هایپرتروفی عضله با تمرینات مقاومتی افزایش یابد ممکن است حجم عضله موجب محدود شدن دامنه حرکتی و در نتیجه کاهش انعطاف‌پذیری پس از یک دوره تمرینات مقاومتی شود (۲۲، ۲۳). هم چنین توصیه شده است که در طول تمرینات مقاومتی، به تمرینات انعطاف پذیری جهت کاهش سفتی، سختی و افزایش انعطاف‌پذیری عضلات توجه ویژه شود (۲۴). و در تحقیقی دیگر تمرینات مقاومتی سبب افزایش چمشگیری در قدرت اندام تحتانی شد (۲۵). همچنین مطالعاتی وجود دارد که هیچ تأثیری بر ظرفیت قدرت (۲۶)، هایپرتروفی و معماری عضله (۲۷، ۲۸) نشان نمی‌دهند. هر چند تحقیقات کمتری درباره تاثیر تمرینات قدرتی بر انعطاف‌پذیری وجود دارد، اما نتایج تحقیقات انجام شده حاکی از بی تاثیر بودن (۲۹)، کاهش (۳۰) و یا افزایش (۲۵) انعطاف‌پذیری پس از یک دوره تمرینات مقاومتی می باشد. از طرفی، ماهیت برخی از ورزش ها با دویدن و حرکات سرعتی همراه است و در اکثر مسابقات رشته‌های مختلف ورزشی سرعت و شتاب سرنوشت ساز است، گنجاندن برنامه‌های تمرینات سرعتی ضروری به نظر می‌رسد(۳۱)، زیرا سرعت، نمایش الگوی فعالیت دستگاه عصبی است و با تمرینات سرعتی و مقاومتی–سرعتی، قابل افزایش است. همچنین این نوع تمرینات نیاز به تجهیزات زیاد و پر هزینه ندارد. لذا تحقیق حاضر در نظر دارد تاثیر دو نوع برنامه تمرینی هرمی– مقاومتی یا هرمی– سرعتی بر میزان انعطاف‌پذیری و قدرت پا در کاراته کاران جوان پس از یک دوره هشت هفته‌ای را به صورت مقایسه‌ایی تحت بررسی قرار دهد.

روش پژوهش

با توجه به اهداف تحقیق و از آنجایی که تحقیق حاضر شامل پیش آزمون و پس آزمون و اعمال متغیرهای مستقل تمرینی برگروه ها بوده و چون برخی ازعوامل و متغیرهای مخل مانند وراثت، تغذیه، وضعیت روانی، خواب و دقت اندازه گیری دستگاه ها تحت کنترل محقق نیستند و ممکن

است بر نتیجه تحقیق تاثیرگذار باشند روش تحقیق نیمه تجربی است .

جامعه آماری و نحوه انتخاب نمونه ها

جامعه آماری این تحقیق را کاراته کاران جوان استان قم تشکیل دادند. ۳۳ ورزشکار از میان جامعه آماری ۸۶ نفری به طور تصادفی به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. آزمودنی ها به طور تصادفی به سه گروه مقاومتی (۱۱نفر)، سرعتی (۱۱نفر) و کنترل (۱۱نفر) تقسیم شدند. مشخصات توصیفی آزمودنی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات توصیفی آزمودنی ها

آماره / گروه	سن (سال) (میانگین و انحراف استاندارد)	P	جرم (کیلوگرم) (میانگین و انحراف استاندارد)	P	قد (سانتی متر) (میانگین و انحراف استاندارد)	P
سرعتی	۱۸/۴±۱/۳۴۷		۷۸/۷± ۸/۱۲		۱۸۴/۴۳ ± ۱۱/۲۵	
مقاومتی	۲۰/۱±۱/۶۲۵	۰/۲۸۴	۸۱/۱۲± ۹/۸۸	۰/۰۸۰۱	۱۹۴/۷۸ ± ۱۴/۰۵	۰/۱۷۵
کنترل	۲۱/۲±۴/۲۷۱		۷۶/۸۴± ۷/۸۲		۱۸۹/۶۸ ± ۱۶/۵۸	

روش جمع آوری اطلاعات :

ابتدا به فاصله یک هفته قبل شروع پروتکل های پژوهش، پرسشنامه ای مبنی بر اطلاعات فردی که حاوی سوالاتی در مورد آسیب‌های قبلی، پیشینه تمرینی، رشته ورزشی، سابقه بیماری و انجام تمرینات مقاومتی بین آزمودنی‌ها توزیع گردید و پس از جمع آوری آنها یک جلسه با موضوع آشنایی با روش کار و پروتکل‌های پژوهش تشکیل گردید و در همان جلسه برگه رضایت‌نامه توسط آزمودنی ها مطالعه و امضاء گردید، سپس شاخص های سن، قد و وزن آزمودنی ها اندازه گیری شد. سپس پیش آزمون شامل اندازه گیری انعطاف پذیری بر حسب سانتیمتر (آزمون نشستن و کشیدن دست به سمت پاها به کمک جعبه انعطاف) (۳۲)، قدرت عضله همسترینگ بر حسب کیلوگرم (آزمون یک تکرار بیشینه با حرکت خم کردن مفصل زانو) (۳۲).به عمل آمد. آزمودنی ها از گروه تمرینی که در آن قرار گرفته اند، کاملا بی‌اطلاع بودند تا از لحاظ روانی در وضعیت یکسانی قرار داشته باشند آزمودنی ها پس از هشت هفته تمرین در پس آزمون شرکت کردند. در پس آزمون نیز تمام متغیرهای ذکر شده دوباره اندازه گیری شدند.

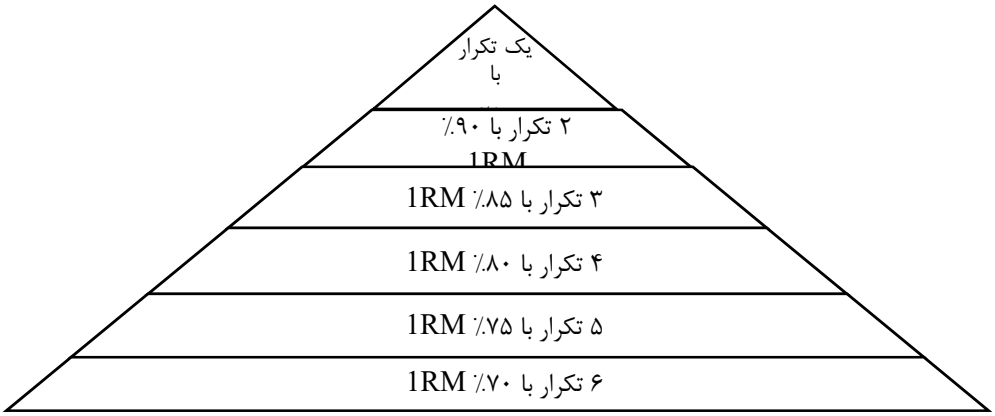
برنامه تمرین : تمرینات برای مدت هشت هفته با سه جلسه تمرین درهفته به مدت۳۰ دقیقه (۳۳) برای دو گروه تمرینی انجام شد. هرجلسه تمرین درتمام گروه‌های تمرینی شامل سه مرحله بود.

۱-گرم کردن ۲- تمرینات اختصاصی (اصلی) ۳- سردکردن

برنامه تمرین مقاومتی

برنامه تمرینی گروه مقاومتی شامل ۱۵دقیقه نرمش سپس انجام حرکات اصلی تمرین (پرس پا ، اسکوات ، حرکت جلو ران و پشت ران با دستگاه پرس پا) بود که برای ۳ جلسه در هفته و به مدت هشت هفته اجرا شد. طبق شیوهٔ هرمی (۳۴،۳۳) در دو نوبت متوالی بود به طوری که هر آزمودنی هر یک از این حرکات را با توجه به درصد مقاومت (براساس یک تکرار بیشینه هر حرکت) (۳۳) و تعداد تکراری که در هر سطح هرم مشخص شده بود انجام دادند. هرم تمرینات مقاومتی دارای ۶ سطح بود که در سطح اولیه تکرارها زیاد و وزنه سبک، اما در سطح‌های بالاتر تعداد تکرارها کم و وزنه‌ها سنگین‌تر شدند. بین هر ایستگاه ۶۰ تا ۹۰ ثانیه استراحت وجود داشت. در هفته چهارم به منظور جلوگیری از بیش تمرینی و انجام میان آزمون یک دوره کاهش بار اعمال شد. برنامه تمرین مقاومتی ۴ هفته اول بر اساس قدرت یک تکرار بیشینه آزمودنی ها در پیش آزمون

و برنامه تمرین مقاومتی ۴ هفته دوم بر اساس قدرت یک تکرار بیشینه آزمودنی ها در انتهای هفته چهارم تعیین شد (شکل ۱).



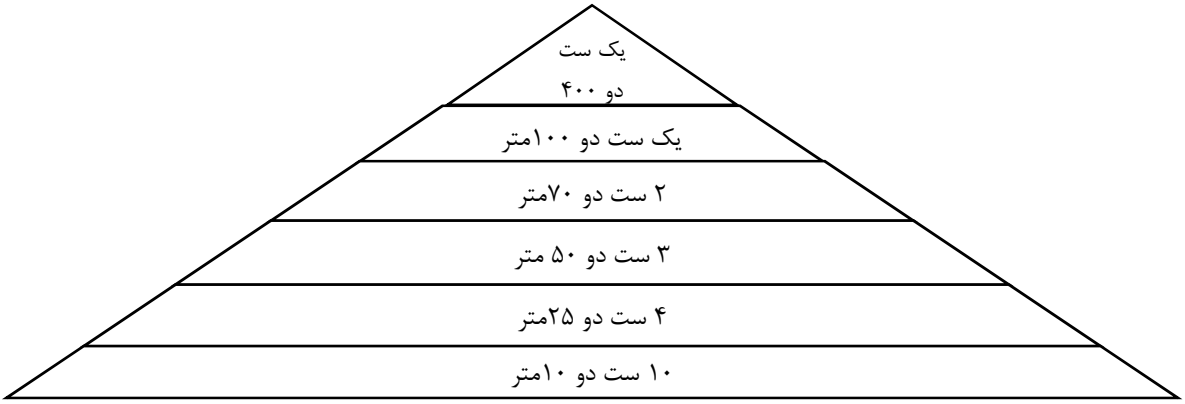
شکل ۱. برنامه تمرین مقاومتی به شیوه هرمی

سرد کردن درپایان شامل ۵-۳ دقیقه دویدن نرم و راه رفتن و سپس ۷ دقیقه حرکات کهشتی بعد از هر جلسه تمرین بود که در کل زمان کمتر از ۱۳ دقیقه را به خود اختصاص می داد.

برنامه تمرین سرعتی

این برنامه شامل۱۵ دقیقه گرم کردن، سپس هشت نوبت دوی سرعت با حداکثر تلاش بود که در نوبت های اولیه تعداد تکرارها زیاد و مسافت کم، اما به تدریج در نوبت های بعدی از تعداد تکرارها کاسته و بر مسافت دو اضافه شده بود (شکل۲).

به‌علاوه در این دوره، گروه کنترل هیچ گونه فعالیتی انجام ندادند. پس از هشت هفته تمرین، پس آزمون که مشابه پیش آزمون بود، به عمل آمد.



شکل۲. برنامه تمرین سرعتی

روش های آماری

برای توصیف آماری داده ها از میانگین و انحراف معیار استفاده شد. پس از تعیین نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنف، برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش **t** مستقل برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون متغیر های یک گروه و از تحلیل واریانس یک طرفه برای مقایسه سه گروه استفاده شد. در صورت معنی داری از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته های تحقیق

پس از هشت هفته تمرین قدرتی نتایج تحقیق نشان داد که انعطاف پذیری عضله همسترینگ در گروه مقاومتی نسبت به گروه کنترل تغییر معنی داری یافت. همچنین قدرت عضله همسترینگ قبل و بعد از هشت هفته تمرینات مقاومتی در گروه مقاومتی با گروه کنترل معنی دار بود (۰/۰۰۳۶

p=) (جدول ۲). انعطاف پذیری عضله همسترینگ قبل و بعد از هشت هفته تمرینات سرعتی در گروه سرعتی نسبت به گروه کنترل معنی دار بود. قدرت عضله همسترینگ بعد از هشت هفته تمرینات سرعتی در گروه سرعتی برابر با گروه کنترل معنی دار بود (**p**= ۰/۰۰۲۴). بین دو گروه تجربی فقط در قدرت عضله همسترینگ تفاوت معنی دار بود، به طوری که در گروه تمرین مقاومتی، قدرت عضله افزایش بیشتری یافته بود (شکل ۲).

جدول۲. مقایسه متغیر های تحقیق قبل و بعد از هشت هفته تمرین

متغیرها	مقاومتی (میانگین و انحراف استاندارد)	گروه ها سرعتی (میانگین و انحراف استاندارد)	کنترل (میانگین و انحراف استاندارد)
قدرت عضله همسترینگ (کیلو گرم)	۱۹ ± ۳/۱۳	۶/۵۱ ± ۳/۵۷	۰/۴۹ ± ۰/۳۷
انعطاف پذیری عضله همسترینگ (سانتی متر)	۵/۴۲ ± ۰/۷۵	۵/۷۳± ۰/۵۸	۱/۳۲ ± ۰/۳۵

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد هشت هفته تمرین مقاومتی و سرعتی بر انعطاف‌پذیری عضلهٔ همسترینگ کاراته کاران جوان تأثیر معنی‌داری داشت (**p**=۰/۰۰۳۶)، اما بین دو گروه تجربی تفاوت معنی داری وجود نداشت. نتایج پژوهش حاضر، مشابه نتایج تحقیقات وان و همکاران (۲۰۲۱)، ویدودو و همکاران (۲۰۲۲) و روزنفلد و همکاران (۲۰۲۴) بود (۳۶،۳۵، ۳۷) و با نتایج ویمن وهان (۱۹۹۷) ، آکینو و همکاران(۲۰۱۰) و لیتو همکاران(۲۰۱۵) مغایرت داشت (۳۸، ۳۹، ۴۰). از آنجایی که در تحقیق ویمن و هان فعالیت در هر جلسه، ۱۵ دقیقه و با شدت حداکثر ۷۰ درصد انجام شده بود، به نظر می‌رسد که علت عدم معنی‌داری نتایج این تحقیقات، به دلیل تفاوت در مدت و شدت انجام تمرین در هر جلسه با تحقیق حاضر بوده است. چون انعطاف‌پذیری علاوه بر تمرین تحت تأثیر عواملی مانند سن، نوع و میزان کشیدگی عضلات، ساختمان مفاصل (۴۱)، تیپ بدنی و جنسیت قرار می‌گیرد (۴۲، ۴۳). یافته‌های ما ممکن است نتیجه انقباض طولانی‌مدت خارج از مرکز باشد. مشخص نیست که آیا همان یافته‌ها با سرعت تکرار سریع‌تر ظاهر می‌شدند یا خیر. علاوه بر این، همچنین ناشناخته است که آیا بهبود در انعطاف پذیری ناشی از تغییرات ساختاری در بافت است یا از سازگاری های عصبی (به عنوان مثال، افزایش تحمل کشش)(۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷). در نهایت و مهمتر از همه، محاسبه حجم نمونه پژوهش حاضر بر اساس تشخیص تفاوت بین گروه مداخله و گروه کنترل بود. در نتیجه، این مطالعه ممکن است قدرت کافی برای تشخیص تفاوت بین دو گروه مداخله را نداشته باشد. بنابراین، یافته‌های بین گروه‌های مداخله باید با احتیاط تفسیر شود. با این حال، برای تأیید این روش به عنوان یک روش معتبر، و بررسی پیاده‌سازی‌های بیشتر این روش، به مطالعات بیشتری نیاز است.

انعطاف پذیری عامل مهمی برای عملکرد جسمانی و جلوگیری از آسیب دیدگی در تمرین و رقابت و یا حتی فعالیت های روزانه است(۴۸). همچنین لازم به ذکر است که در تمرینات توانی- سرعتی و همچنین تمرینات سرعتی- قدرتی خطر بزرگی از آسیب دیدگی وجود دارد (۴۹). هرچند باور عمومی بر این است که تمرینات قدرتی هیچ اثری نداشته یا اثر کمی روی دامنه حرکتی مفاصل یا انعطاف پذیری دارد (۵۰، ۵۱). به هر حال یافته‌های اصلی مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات قدرتی باعث افزایش انعطاف پذیری می شود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد هشت هفته تمرین مقاومتی و سرعتی بر قدرت عضلهٔ همسترینگ تأثیر معنی‌داری دارد، اما قدرت در گروه مقاومتی نسبت به گروه سرعتی و کنترل بطور معنی داری افزایش یافت. نتایج پژوهش حاضر، مشابه نتایج تحقیقات لوتورکو و همکاران (۲۰۲۲)، وان و همکاران (۲۰۲۱) و فاتوروس و همکاران (۲۰۰۵) می باشد(۵۳، ۵۲، ۳۵). لوتورکو و فاتوروس با انجام تمرینات قدرتی شدید، افزایش در قدرت را مشاهده کرد در حالی که وان و همکاران (۲۰۲۱) با تمرینات سرعتی چنین پیشرفتی در قدرت را مشاهده نکردند.

با توجه به الگوی موریتانی و دوریس، سازگاری عصبی در هفته های ابتدایی و در هفته های بعد تمرینات قدرتی، علاوه بر سازگاری عصبی ، هایپرتروفی عضلانی با عث افزایش در قدرت عضلانی شده است، و تفاوت معنی دار بین گروه ها به اصل ویژگی تمرین بستگی دارد (۵۴). قدرت

و توان عضله علاوه بر نوع و تعداد تارهای عضلانی درگیر، از طریق تحریک عصبی و ارادی نیز تأثیر پذیرند. سازگاری‌های عصبی باعث بیشترین تغییر و افزایش حجم و قدرت عضلانی درماه‌های اول تمرینات قدرتی(۲۰-۸ هفته)، با یادگیری، هماهنگی حرکات و توانایی مغز در فرخوان بیشتر واحدهای حرکتی می‌شود، درحالیکه در مراحل بعدی افزایش قدرت به اندازه و هایپرتروفی عضله بستگی دارد. کار با وزنه یکی از شاخص ترین تمرینات قدرتی و توانی است، که می تواند تغییراتی را درسیستم مرکزی اعصاب با کاهش مهار عصبی و افزایش دامنه **EMG** وتحریک همزمان واحدهای حرکتی مخالف و موافق حرکت، را بوجود آورد و امکان هماهنگی بهتر گروه عضلات تحریک شده را فراهم کرده تا نیروی خالص بزرگتری را در غیاب سازگاری درون عضلات به کارگیرد. این تغییرات احتمالی درسیستم های عصبی که عملکرد قدرتی و توانی را بهبود می بخشد به عنوان سازگاری عصبی بیان می شود (۵۵). و از عوامل دیگر افزایش قدرت پس از فعالیت های ورزشی ممکن است به دلیل تغییرات سلولی- مولکولی در سیستم اعصاب مرکزی واحدهای حرکتی، صفحه اتصال عصب- عضله، سیستم های درگیر در شبکه سارکوپلاسمیک (۵۶) میتوکندری و یا در خود پروتئین های انقباضی اتفاق بیافتد. بنابراین عوامل گوناگونی مانند تغییرات هورمونی، نوع، مدت و شدت تمرین (۵۷) می‌تواند جایگاه اصلی تغییرات را تعیین کند (۵۸،۵۹). بطوری که محققان تغییرات زیاد هورمونی و کهشت شدید عضلات هنگام فعالیت را عامل سازگاری پس از تمرینات سرعتی می دانند، که این دو عامل موجب کاهش **H** رفلکس می شود (۶۰). در این حالت، انقباض قوی و افزایش توانایی عضله برای تولید نیرو با فراخوانی تعداد بیشتری واحد های حرکتی میسر می‌گردد. چنین افزایشی، ناشی از توقف و یا کاهش عوامل بازدارنده انقباض بیش از حد(دوک عضلانی) می‌باشد که اجازه فعال شدن همزمان واحدهای حرکتی بیشتری از طریق کاهش مهار عصبی را می دهند(۶۰،۶۱). در حالی که در تمرینات مقاومتی، کهشت عضله و تغییرات هورمونی، موجب فعال شدن مسیرهای آبشاری بیان ژن ها و پروتئین سازی شده، علاوه بر تغییرات متابولیکی، موجب تغییرات ساختاری بویژه در **MHC**[1] می شود که در نهایت سبب هیپرترفی یا افزایش اندازه و قطر تار می شوند که آن نیز رابطه مستقیم با افزایش قدرت دارد (۶۲، ۵۹)، تحقیقات نشان می دهند که هرچه شدت تمرینات مقاومتی بیشتر باشد، افزایش بیشتری در قدرت ایجاد می کند(۳۳،۵۳). مارتین و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی سبب افزایش معنی‌داری در قدرت پایین تنه (۲۳درصد) شده است ولی میزان انعطاف پذیری فقط به میزان ۱۰ درصد افزایش یافت که از لحاظ آماری معنی دار نبود (۶۱). به هر حال مطالعاتی که اثرات تمرینات مقاومتی و سرعتی را روی انعطاف پذیری و قدرت مقایسه کنند، محدود هستند (۶۳).

نتایج حاصل از این تحقیق و بررسی پیشینهٔ تحقیقات دیگر، نشان داد که تمرین های مقاومتی و سرعتی هر دو روشی معتبر و مناسب برای افزایش انعطاف پذیری و قدرت عضلهٔ همسترینگ افراد ورزشکار است. اما می‌توان ادعا کرد که تمرینات مقاومتی می تواند روشی مناسب تر برای افزایش قدرت عضله همسترینگ باشد.

ملاحظات اخلاقی

حامی/حامیان مالی

این مقاله تحت حمایت مالی هیچ ارگان و یا نهادی قرار نگرفته است

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی مقاله مشارکت یکسان داشته اند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچگونـه تضاد منافعی در پژوهـش حاضر وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران بر خود لازم می‌دانند مراتب قدردانی و سپاس خود را از تمامی شرکت کنندگان این پژوهش به سبب کمک در دستیابی به نتایج کاربردی بیان کنند.

---

۱ Myosin heavy-chain

References

1. Yu, J. Evolution and Prospect of Martial Arts International Dissemination Research: A Quantitative Analysis Based on Cite Space. Open Journal of Social Sciences, 2024, 12.9: 452-466. 452-466. https://doi.org/10.4236/jss.2024.129026
2. Koropanovski N, Berjan B, Bozic PR, Pazin N, Sanader A, Jovanovic S, Jaric S. Anthropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors. J Hum Kinet. 2011 Dec; 30:107-14. doi: 10.2478/v10078-011-0078-x. Epub 2011 Dec 25. PMID: 23486746; PMCID: PMC3588641.
3. Bussweiler J, Hartmann U. Energetics of basic karate kata. Eur J Appl Physiol. 2012 Dec;112(12):3991-6. doi: 10.1007/s00421-012-2383-z. Epub 2012 Mar 23. PMID: 22441830.
4. Martínez de Quel Ó, Ara I, Izquierdo M, Ayán C. Does Physical Fitness Predict Future Karate Success? A Study in Young Female Karatekas. Int J Sports Physiol Perform. 2020 Mar 9;15(6):868-873. doi: 10.1123/ijspp.2019-0435. PMID: 32150724.
5. Gürsoy, H., & Canli, U. Identification of elite performance characteristics specific to anthropometric characteristics, athletic skills and motor competencies of combat athletes. Baltic Journal of Health and Physical Activity, 2021, 13.4: 6. https://www.balticsportscience.com/journal/vol13
6. Thiele, D., Prieske, O., Lesinski, M., & Granacher, U. Effects of equal volume heavy-resistance strength training versus strength endurance training on physical fitness and sport-specific performance in young elite female rowers. Frontiers in Physiology, 2020, 11: 888. https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00888
7. Petré, H., Hemmingsson, E., Rosdahl, H., & Psilander, N. Development of maximal dynamic strength during concurrent resistance and endurance training in untrained, moderately trained, and trained individuals: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 2021, 51: 991-1010. https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-021-01426-9#citeas
8. Fyfe, J. J., Hamilton, D. L., & Daly, R. M. Minimal-dose resistance training for improving muscle mass, strength, and function: a narrative review of current evidence and practical considerations. Sports Medicine, 2022, 52.3: 463-479. https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-021-01605-8#citeas.
9. Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., ... & Singh, M. F. International exercise recommendations in older adults (ICFSR): expert consensus guidelines. The journal of nutrition, health & aging, 2021, 25.7: 824-853. https://link.springer.com/article/10.1007/s12603-021-1665-8?fbclid=IwAR3dJkeHjgcSrR9Xq5kBfN-HLrbpli8WcAnz7AeY5Nu9XcGCHEB07Sd2z1w#citeas
10. Ponce-González, J. G., & Casals, C. Muscle Strength Determinants and Physiological Adaptations. In: Resistance Training Methods: From Theory to Practice. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 29-47. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-81989-7_2#citeas
11. Pal, C. P., Agarwal, V., Srivastav, R., Gupta, M., & Singh, S. Physiological adaptations of skeletal muscle and bone to resistance training and its applications in orthopedics: a review. Journal of Bone and Joint Diseases, 2023, 38.1: 3-10. https://journals.lww.com/jbjd/toc/2023/38010.
12. Iversen, V. M., Norum, M., Schoenfeld, B. J., & Fimland, M. S. No time to lift? Designing

time-efficient training programs for strength and hypertrophy: a narrative review. Sports Medicine, 2021, 51.10: 2079-2095. https://www.springernature.com/gp/open-research/about/the-fundamentals-of-open-access-and-open-research
13. Lopez, P., Radaelli, R., Taaffe, D. R., Newton, R. U., Galvão, D. A., Trajano, G. S., ... & Pinto, R. S. Resistance training load effects on muscle hypertrophy and strength gain: systematic review and network meta-analysis. Medicine and science in sports and exercise, 2021, 53.6: 1206. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002585
14. Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. Periodization of strength training for sports. Human Kinetics Publishers, 2021.
15. Zemková, E. Strength and power-related measures in assessing core muscle performance in sport and rehabilitation. Frontiers in Physiology, 2022, 13: 861582. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.861582
16. Brown, T. M., Pack, Q. R., Aberegg, E., Brewer, L. C., Ford, Y. R., Forman, D. E., ... & Thomas, R. J. Core components of cardiac rehabilitation programs: 2024 update: a scientific statement from the American Heart Association and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Circulation, 2024, 150.18: e328-e347. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001289
17. Ottinger, C. R., Sharp, M. H., Stefan, M. W., Gheith, R. H., de la Espriella, F., & Wilson, J. M. Muscle hypertrophy response to range of motion in strength training: a novel approach to understanding the findings. Strength & Conditioning Journal, 2023, 45.2: 162-176. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000737
18. Gligoroska, J. P., Manchevska, S., Petrovska, S., & Dejanova, B. PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF MUSCLE HYPERTROPHY. Research in Physical Education, Sport & Health, 2022, 11.1. http://dx.doi.org/10.46733/PESH22111153pg
19. Egan, B., & Sharples, A. P. Molecular responses to acute exercise and their relevance for adaptations in skeletal muscle to exercise training. Physiological Reviews, 2023, 103.3: 2057-2170**.** https://doi.org/10.1152/physrev.00054.2021
20. Bakhshandeh, H., Siavoshi, H., Mohammadi, M.. Studying the effect of two resistance training patterns: dual pyramid and speed pyramid on selected physical and physiological factors of young elite male freestyle wrestlers. Sports and Biokinetics, 2022; 14(27): 102-112. doi: 10.22034/sbs.2022.162737
21. Hormozi, K. Comparison of the effects of TRT and TRX resistance training on strength, power and athletic performance of young karatekas. Physical Education and Sports Sciences Research, 2022, 11.2: 29-48.http://dl.pantajournals.ir:8080/uploads/pdf/2022616121240682.pdf
22. Ottinger, C. R., Sharp, M. H., Stefan, M. W., Gheith, R. H., de la Espriella, F., & Wilson, J. M. Muscle hypertrophy response to range of motion in strength training: a novel approach to understanding the findings. Strength & Conditioning Journal, 2023, 45.2: 162-176. https://journals.lww.com/nsca-scj/toc/2023/04000
23. Warneke, K., Wirth, K., Keiner, M., Lohmann, L. H., Hillebrecht, M., Brinkmann, A., ... & Schiemann, S. Comparison of the effects of long-lasting static stretching and hypertrophy training on maximal strength, muscle thickness and flexibility in the plantar flexors. European Journal of Applied Physiology, 2023, 123.8: 1773-1787. https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-023-05184-6#citeas
24. Kawama, R., Yanase, K., Hojo, T., & Wakahara, T. KAWAMA, Raki, et al. Acute changes in

passive stiffness of the individual hamstring muscles induced by resistance exercise: effects of contraction mode and range of motion. European journal of applied physiology, 2022, 122.9: 2071-2083. https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-022-04976-6#citeas
25. Pallarés, J. G., Hernández-Belmonte, A., Martínez-Cava, A., Vetrovsky, T., Steffl, M., & Courel-Ibáñez, J. Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2021, 31.10: 1866-1881. https://doi.org/10.1111/sms.14006
26. Nakamura, M., Yoshida, R., Sato, S., Yahata, K., Murakami, Y., Kasahara, K., ... & Konrad, A. Comparison between high-and low-intensity static stretching training program on active and passive properties of plantar flexors. Frontiers in physiology, 2021, 12: 796497. https://doi.org/10.3389/fphys.2021.796497
27. Nunes, J. P., Schoenfeld, B. J., Nakamura, M., Ribeiro, A. S., Cunha, P. M., & Cyrino, E. S. Does stretch training induce muscle hypertrophy in humans? A review of the literature. Clinical physiology and functional imaging, 2020, 40.3: 148-156. https://doi.org/10.1111/cpf.12622
28. Yahata, K., Konrad, A., Sato, S., Kiyono, R., Yoshida, R., Fukaya, T., ... & Nakamura, M. Effects of a high-volume static stretching programme on plantar-flexor muscle strength and architecture. European journal of applied physiology, 2021, 121: 1159-1166. https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-021-04608-5#citeas
29. Bompa, T. O., & Buzzichelli**.** CPeriodization of strength training for sports. Human Kinetics Publishers**.**2021.
30. Štuhec, S., Planjšek, P., Ptak, M., Čoh, M., & Mackala, K. Application of the laser linear distance-speed-acceleration measurement system and sport kinematic analysis software. Sensors, 2022, 22.15: 5876. https://doi.org/10.3390/s22155876
31. Spiering, B. A., Clark, B. C., Schoenfeld, B. J., Foulis, S. A., & Pasiakos, S. M. (2023). Maximizing strength: the stimuli and mediators of strength gains and their application to training and rehabilitation. The Journal of Strength & Conditioning Research, 37(4), 919-929. https://journals.lww.com/nsca-jscr/toc/2023/04000
32. Adams, G. M., & Beam W. C. Jumping: Vertical power. In Adams, G. M., & Beam W. C. (Eds.), Exercise physiology: Laboratory manual (pp. 80-91). New York: McGraw-Hill.2008.
33. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Med Sci Sports Exerc. 2004 Apr;36(4):674-88. doi: 10.1249/01.mss.0000121945.36635.61. PMID: 15064596**.**
34. Rafiei Dehbidi Vahid. (2002). Study and comparison of the effects of plyometric and strength training with weights on reaction time, movement time, execution time and agility of male students of the University of Guilan. Thesis (Master's degree), University of Guilan, Faculty of Physical Education and Sport Sciences.
35. Wan, X., Li, S., Best, T. M., Liu, H., Li, H., & Yu, B. Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strains during sprinting. Journal of sport and health science, 2021, 10.2: 222-229. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.08.001
36. Widodo, A. F., Tien, C. W., Chen, C. W., & Lai, S. C. Isotonic and isometric exercise interventions improve the hamstring muscles' strength and flexibility: A narrative review. In: Healthcare. MDPI, 2022. p. 811. MDPI. https://doi.org/10.3390/healthcare10050811
37. Rosenfeldt, M., Stien, N., Behm, D. G., Saeterbakken, A. H., & Andersen, V. (2024). Comparison of resistance training vs static stretching on flexibility and maximal strength in

healthy physically active adults, a randomized controlled trial. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 16(1), 142. https://link.springer.com/article/10.1186/s13102-024-00934-1#citeas
38. Wieman K, and Hahn K. Influences of strength-stretching and circulatory exercise on flexibility parameters of the human hamstring-bergishe university. International Journal of Sports Medicine 1997; 18(5): 340-345. DOI: 10.1055/s-2007-972643
39. 25Aquino CF, Fonseca ST, Gonçalves GG, Silva PL, Ocarino JM, Mancini MC. Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: a randomized controlled trial. Man Therap. 2010;15(1):26–31.
40. 23. Leite T, de Souza Teixeira A, Saavedra F, Leite RD, Rhea MR, Simão R. Influence of strength and flexibility training, combined or isolated, on strength and flexibility gains. J Strength Conditioning Res. 2015;29(4):1083–8
41. Yu, S., Lin, L., Liang, H., Lin, M., Deng, W., Zhan, X., ... & Liu, C. Gender difference in effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on flexibility and stiffness of hamstring muscle. Frontiers in physiology, 2022, 13: 918176. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.918176
42. Muanjai, P., Srijunto, W., Werasirirat, P., Mickevicius, M., & Namsawang, J. Alterations in leg flexibility, joint stiffness, and muscle architecture following a single bout of stretching and eccentric exercise in female older adults. Journal of Physical Education and Sport, 2022, 22.11: 2743-2753. http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2022.11348
43. Plowman SA, Smith DL. Exercise physiology for health, fitness, and performance, Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
44. Knudson, Duane. “The Biomechanics of Stretching.” Journal of Exercise Science and Physiotherapy 2 (2006): 3–12. https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.865585862968627.
45. Ben M, Harvey L. Regular stretch does not increase muscle extensibility: a randomized controlled trial. Scand J Med Sci Sports. 2010;20(1):136–44. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00926.x
46. Iwata M, Yamamoto A, Matsuo S, Hatano G, Miyazaki M, Fukaya T, Fujiwara M, Asai Y, Suzuki S. Dynamic Stretching Has Sustained Effects on Range of Motion and Passive Stiffness of the Hamstring Muscles. J Sports Sci Med. 2019 Feb 11;18(1):13-20. PMID: 30787647; PMCID: PMC6370952.
47. 13.Konrad A, Stafilidis S, Tilp M. Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. Scand J Med Sci Sports. 2017;27(10):1070–80. https://doi.org/10.1111/sms.12725
48. Pérez-Gómez, J., Adsuar, J. C., Alcaraz, P. E., & Carlos-Vivas, J. Physical exercises for preventing injuries among adult male football players: A systematic review. Journal of sport and health science, 2022, 11.1: 115-122. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.11.003
49. Hartmann, H., Wirth, K., Keiner, M., Mickel, C., Sander, A., & Szilvas, E. Short-term periodization models: effects on strength and speed-strength performance. Sports medicine, 2015, 45: 1373-1386. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0355-2
50. Pallarés, J. G., Hernández-Belmonte, A., Martínez-Cava, A., Vetrovsky, T., Steffl, M., & Courel-Ibáñez, J. Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2021, 31.10: 1866-1881. https://doi.org/10.1111/sms.14006

51. Gaini Abbasali, Hamid Rajabi. Physical fitness. Tehran, Samt Publications, 2007..
52. Loturco I, Pereira LA, Reis VP, Zanetti V, Bishop C, McGuigan MR. Traditional Free-Weight Vs. Variable Resistance Training Applied to Elite Young Soccer Players During a Short Preseason: Effects on Strength, Speed, and Power Performance. J Strength Cond Res. 2022 Dec 1;36(12):3432-3439. doi: 10.1519/JSC.0000000000003899.
53. Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Nikolaidis, K., Chatzinikolaou, A., Leontsini, D., & Taxildaris, K. Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. British journal of sports medicine, 2005, 39.10: 776-780. https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.019117
54. ٥٤. Wilmore Jack H., Castile David L. Exercise Physiology and Physical Activity, translated by Zia Moeini and Farhad Rahmaninia. Mobtekaran Publishing House, 2002.
55. Hurley. BF., Roth. SM. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. Sports medicine, 2000, 30: 249-268. https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200030040-00002#citeas
56. Coffey VG and Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. Sports Med 2007; 37 (9): 737-763.
57. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Feigenbaum MS, Fleck SJ,and et al. American College of Sports Medicine position stand progression models in resistance training for healthy adults. Med. Sci. Sports Exerc 2002; 34(2): 364–380. https://doi.org/10.1097/00005768-200202000-00027
58. Emmanuel VP. Pediatric anaerobic performance. Human Kinetics First edition,1998.
59. Terjung RL, Tipton CM, and Sawka MN. ACSM's Advanced exercise physiology. Lippincott Williams & Wilkins; 2006. http://www.loc.gov/catdir/toc/ecip0511/2005011768.html
60. Ross A, Leveritt M, and Riek S. Neural influences on sprint running. Sports Med 2001; 31 (6): 409-425. https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200131060-00002#citeas
61. Gardiner P. Neuromuscular aspects of physical activity. Human Kinetics; 2001.
62. Jukka S. Power-type strength training in middle-aged men and women. Publications of the National Public Health Institute, Finland 2005.
63. Martin B, Patrick S, Melinda L, Justine DM, Elaine C, Eric TP, and et al. Effects of resistance training on physical function in older disabled women with coronary heart disease. J Appl Physiol 2002; 92: 672–678. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00804.2001