MEJDS. Vol 16 (2026-2027), Article 4

Published online 2026 Mar. **Original Article**

Evaluating a Stretching Program Period Combined with Guidelines of the American College of Sports Medicine and Confusion on Flexibility, Muscle Strength, and Isometric Power of Shortened Hamstring Muscles in Women

Babaei Baghbadrani N[1], *Shojaedin SS[2], Sadeghi H[3]

Author Address
1. MSc of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran;
2. Professor, Biomechanics and Sport Injuries Department, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran;
3. Associate Professor, Biomechanics and Sport Injuries Department, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
***Corresponding Author E-mail:** shojaeddin@khu.ac.ir

Received: 2024 December 9; **Accepted:** 2025 July 1

Abstract

Background & Objectives: Insufficient movement leads to numerous issues, particularly reduced flexibility among those who are not active enough. In contrast, individuals who maintain adequate activity levels have greater flexibility than those who are inactive. Additionally, sports injuries are an inseparable part of physical activities, and significant efforts are made to prevent them. Failure to prevent these injuries can lead to various abnormalities in individuals. During daily and sporting activities, individuals sustain injuries of varying severity, with some experiencing them more frequently than others. This condition not only results in loss of time but also impairs other natural functions of the individual, leads to inactivity, and imposes high treatment costs on both the individual and society. Muscle injuries, especially hamstring injuries in the lower limbs, are common and frequently occur during sports activities, partly due to the dual–jointed nature of this muscle. This research aims to evaluate the stretching program period according to the Guidelines of the American College of Sports Medicine and to examine confusion regarding flexibility, muscle length, and isometric strength of a shortened hamstring muscle in women.

Methods: The present quasi–experimental study employed a pretest–posttest design. A total of 30 women with hamstring shortness were selected based on Straight Leg Raise (SLR) Test scores and then randomly divided into two groups: a control group (15 participants) and an experimental group (15 participants). The inclusion criteria were as follows: the study subjects were women aged 18 to 40 years; presence of hamstring shortness, defined as an SLR test angle less than 80 degrees; healthy individuals with no lower limb or spinal surgery in the last year; absence of other lower limb deformities; and sedentary individuals with no history of athletic activity during the study or in the two months preceding the intervention programs. The exclusion criteria for the subjects from the study included the presence of any injury or abnormality affecting the research process, participation in any sports and rehabilitation activities in the past 6 months (for example, sports activities, massage, hydrotherapy, physiotherapy, etc.), the presence of osteoarthritis in the hip and knee joints, ligamentous instability in the knee, pelvic inequality and other lower limb abnormalities, the presence of any fractures, dislocations and subluxations in the hip and knee joints in the past year, and inflammatory diseases in the muscles and joints. Participants in the experimental group underwent stretching and perturbation interventions 3 times a week for 6 weeks, while the control group received no therapeutic intervention other than initial warm–up exercises. At the beginning and end of the training period, flexibility and hamstring muscle length were evaluated using the SLR test, and isometric muscle strength was assessed with a hand–held dynamometer. Descriptive statistics were utilized to calculate the mean, standard deviation, range of variation, age, height, weight, and body mass index of the participants and to report the measurement results of both groups. To analyze the data, an independent *t* test and analysis of covariance were used at a significance level of 0.05 in SPSS version 26.

Results: The results of the analysis of covariance showed that a period of stretching program with the guidelines of the American College of Sports Medicine and confusion had a significant effect on increasing flexibility ($p<0.001$), muscle length ($p<0.001$), and isometric strength of the hamstring muscle ($p<0.001$) in the experimental group. At the same time, these changes were not significant in the control group ($p>0.05$).

Conclusion: Given the effectiveness of a stretching program with the Guidelines of the American College of Sports Medicine and the confusion regarding flexibility, muscle length, and isometric strength of the shortened hamstring muscle in women, therapists are advised to consider these exercises when developing exercise programs.

Keywords: Confusion exercises, Flexibility, Hamstring length, SLR test.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]

Copyright © 2026, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی؛ دوره ۱۶ (۱۴۰۵)، انتشار پیوسته ، مقاله ۴

انتشار برخط فروردین ۱۴۰۵ مقاله پژوهشی اصیل

بررسی یک دوره برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر انعطاف‌پذیری، طول عضله و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شدهٔ زنان

نسیم بابایی باغبادرانی[۱]، *سیدصدرالدین شجاع‌الدین[۲]، حسن صادقی[۳]

توضیحات نویسندگان

۱. کارشناسی‌ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران؛

۲. استاد، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران؛

۳. دانشیار، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

***رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول:** shojaeddin@khu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۹آذر۱۴۰۳؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۰تیر۱۴۰۴

چکیده

زمینه و هدف: امروزه اهمیت انعطاف‌پذیری در همهٔ فعالیت‌های ورزشی و توان‌بخشی بر کسی پوشیده نیست؛ زیرا می‌تواند عوامل خطرپذیری آسیب را کاهش دهد؛ لذا پژوهش حاضر باهدف بررسی یک دوره برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر انعطاف‌پذیری و طول عضله و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شدهٔ زنان انجام گرفت.

روش‌بررسی: مطالعهٔ حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. جامعهٔ آماری تحقیق را زنان دارای همسترینگ کوتاه‌شدهٔ غیرفعال مراجعه‌کننده به مراکز درمانی شهر تهران با دامنهٔ سنی ۱۸ الی ۴۰ سال تشکیل دادند. سی نفر از افراد واجد شرایط داوطلب به‌روش دردسترس وارد مطالعه شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه تجربی و گواه (هر گروه پانزده نفر) قرار گرفتند. در این پژوهش، طول و انعطاف‌پذیری عضلهٔ همسترینگ با آزمون SLR و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ با دستگاه دینامومتر ارزیابی شد. در ادامه، گروه تجربی به‌مدت شش هفته برنامهٔ اختصاصی را دریافت کرد؛ اما برای گروه گواه هیچ‌گونه مداخله‌ای اجرا نشد. بعد از شش هفته انجام تمرینات از افراد در گروه تجربی و گواه پس‌آزمون قدرت ایزومتریک و انعطاف‌پذیری و طول عضلهٔ همسترینگ گرفته شد. به‌منظور تحلیل داده‌ها آزمون تی مستقل و تحلیل کوواریانس در سطح معناداری ۰/۰۵ ازطریق نرم‌افزار SPSSنسخهٔ ۲۶ به‌کار رفت.

یافته‌ها: نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد، برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش، تأثیر معناداری بر افزایش انعطاف‌پذیری ($p<۰/۰۰۱$) و طول عضله ($p<۰/۰۰۱$) و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ ($p<۰/۰۰۱$) در گروه تجربی داشت؛ درحالی‌که این تغییرات در گروه گواه معنادار نبود ($p>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: باتوجه‌به اثربخشی برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر انعطاف‌پذیری و طول عضله و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شدهٔ زنان، به درمانگران توصیه می‌شود در تدوین برنامه‌های تمرینی این تمرینات را مدنظر قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: تمرینات اغتشاشی، انعطاف‌پذیری، طول همسترینگ، آزمون SLR.

حق انتشار محفوظ است © ۱۴۰۵ ، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار_غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی ، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]

۱ مقدمه

در افرادی که بی‌تحرک هستند یا تحرک کافی ندارند یا وضعیت‌های نامناسب وضعیتی را در زندگی روزمرهٔ خود برمی‌گزینند، عضلات و بافت‌ها به‌سمت کوتاهی سوق پیدا می‌کند؛ کوتاهی باعث ازبین‌رفتن خاصیت ارتجاعی بافت‌ها و کاهش قابلیت کشش و درنهایت ازبین‌رفتن حداکثر عملکرد فرد می‌شود (۱). برای جلوگیری از عارضهٔ مذکور و افزایش انعطاف‌پذیری عضله[1] تمرینات کششی توصیه شده است و این اعتقاد وجود دارد که افزایش دامنهٔ حرکتی مفاصل[2] سبب جلوگیری از آسیب ریزضربه‌ها و بهبود عملکرد فردی و به‌حداقل رساندن آسیب‌ها ازلحاظ شدت و تعداد می‌شود (۲). باوجودآنکه عوامل مختلفی همچون سن، جنس، وراثت، پوست و سایر عوامل ساختاری در انعطاف‌پذیری نقش تعیین‌کننده‌ای دارد، برنامه‌های کششی منظم به‌همان میزان بر انعطاف‌پذیری و طول عضله تأثیر می‌گذارد (۲).

نکتهٔ شایان توجه آن است که عضلهٔ همسترینگ[3] به‌صورت مستقیم بر عملکرد زانو اثر دارد و به‌طور غیرمستقیم عملکرد مچ را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ درصورتی‌که این عضله کوتاه شود یا آسیب ببیند، مفاصل را از عملکرد طبیعی خود دور می‌کند و منجربه عوارض عضلانی‌اسکلتی می‌شود؛ اما اگر کوتاهی به‌موقع و سریع تشخیص داده شود و اصلاح صورت گیرد می‌توان از کوتاهی‌های بافتی، کاهش انعطاف‌پذیری، خستگی‌های زودرس، مشکلات اسکلتی‌عضلانی، صدمات مکرر، کاهش عملکرد ورزشکار و بروز دردهای بعد از ورزش و فعالیت و کاهش هماهنگی میان اعضای بدن فرد جلوگیری کرد (۵ـ۳). همچنین بروز کوتاهی همسترینگ در اندام تحتانی سمت راست درمقایسه با سمت چپ شایع‌تر است (۶)؛ میزان شیوع آن در کودکان بیشتر از ده سال دانمارک در پسران ۷۵درصد و در دختران ۳۵/۵درصد و میزان عارضه در دختران هفده‌سالهٔ ایران حدود ۳۱/۶درصد گزارش شده است (۷،۸)؛ این میزان نشان‌دهندهٔ ضرورت و اهمیت درمان عارضهٔ مذکور برای جلوگیری از بروز آسیب‌دیدگی‌های دیگر است.

انعطاف‌پذیری بُعد مهمی از آمادگی برای اجرایی صحیح و مناسب است (۹). انعطاف‌پذیری به‌معنای توانایی عضله برای طویل‌شدن است که برای یک مفصل یا بیشتر در یک مجموعه امکان حرکت را در سرتاسر دامنهٔ حرکتی فراهم می‌سازد (۱۲ـ۱۰). به‌نظر می‌رسد، شواهد محکمی برای کاهش قدرت با کاهش طول و انعطاف‌پذیری عضله وجود دارد؛ بدین‌ترتیب که قدرت عضله درنتیجهٔ کوتاه‌شدن عضله دچار تغییر می‌شود و براساس رابطهٔ طول و تنش[4] عضلهٔ کوتاه‌شده قادر به تولید حداکثر نیروی خود نخواهد بود؛ لذا کاهش قدرت، جزئی جدایی‌ناپذیر در عضلهٔ کوتاه‌شده است (۱۰)؛ براین‌اساس، امروزه تمرینات انعطاف‌پذیری، جزئی جدایی‌ناپذیر از فعالیت‌های ورزشی و روزمره به‌شمار می‌رود (۱۳).

انعطاف‌پذیری از عناصر اصلی برای عملکرد بیومکانیکی طبیعی تلقی می‌شود (۲،۴) و از این جنبه اهمیت دارد که خطر آسیب‌پذیری در فرد را کاهش می‌دهد؛ زیرا افراد در طول فعالیت‌های روزمره و ورزشی مجبور به انجام فعالیت‌ها و بازتاب‌های شدید و سریعی هستند که بدنشان به آن‌ها عادت ندارد و درصورتی‌که بدن فاقد انعطاف‌پذیری مناسب باشد، باعث بروز آسیب‌دیدگی می‌شود (۱۶ـ۱۴). همچنین داشتن مفاصل و عضلات منعطف به افراد اجازه می‌دهد حرکات پیچیده و متنوع‌تری را انجام دهند و درکوتاه‌مدت نتیجهٔ بهتری راکسب کنند (۱۴). نکتهٔ بسیار مهمی که باید توجه کرد آن است که افراد دارای بدن منعطف‌تر، بعد از آسیب‌دیدگی طول درمان کمتری را می‌گذرانند (۱۰).

همان‌گونه که انعطاف‌پذیری یکی از اجزای مهم آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی به‌شمار می‌رود، عامل دیگر تأثیرگذار، قدرت عضلانی[5] است (۱۶)؛ این عامل با انعطاف‌پذیری عضلات ارتباط زیادی دارد (۱۰). قدرت عضلانی یکی از عامل‌هایی است که در اغلب فعالیت‌های ورزشی و روزمره نظیر راه‌رفتن، دویدن، برداشتن اجسام و حمل آن‌ها، کارهای خانه و سایر فعالیت‌ها ضرورت دارد؛ به‌علاوه قدرت عضلانی در بهبود وضعیت‌های بدنی و توسعهٔ مهارت‌های ورزشی نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۷).

تحقیقاتی درزمینهٔ روش‌های کششی همراه با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا انجام شده است. توصیه‌های دستورالعمل کنونی به‌منظور حفظ و افزایش انعطاف‌پذیری به‌کار می‌رود. این روش دارای مزایای بسیاری ازجمله بهبود دامنهٔ حرکتی مفصل، افزایش عملکرد، رشد عضلانی و بهبود عملکرد سیستم عضلانی‌اسکلتی است. کالج باور دارد، برنامه‌های ورزشی باید شامل فعالیت‌هایی برای بهبود و حفظ انعطاف‌پذیری شود. این توصیه‌ها برای تمامی سنین و جوامع بیان شده است. به‌علاوه تأکید می‌شود، کشش مناسب باید در اکثر مفاصل افراد انجام پذیرد. تمرکز این روش تمرینی عمدتاً بر مناطقی است که تحت‌تأثیر کاهش دامنهٔ حرکتی قرار می‌گیرد (۱۰).

نکتهٔ بسیار مهم آن است که عضلات همسترینگ در دویدن و راه‌رفتن‌های سرعتی نقش مهمی ایفا می‌کنند و معروف به عضلات گروه دویدن هستند (۱۸،۱۹)؛ درنتیجه انعطاف‌پذیری و قدرت مطلوب این عضلات به فرد کمک می‌کند زندگی روزمرهٔ بهتری داشته باشد و در مهارت‌های ورزشی پیشرو موفق‌تر عمل کند و حرکات ورزشی را بهتر انجام دهد (۴،۵).

بنابراین، مطالعهٔ حاضر به‌منظور بررسی تأثیر یک دوره برنامهٔ کششی همراه با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر انعطاف‌پذیری و طول عضله و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شدهٔ زنان انجام شد. نتایج پژوهش کنونی می‌تواند به روشن‌ترشدن مزایا و اهمیت این نوع برنامه‌های کششی و نیز توسعهٔ دستورالعمل‌های مؤید برای بهبود سلامتی و عملکرد فیزیکی کمک کند.

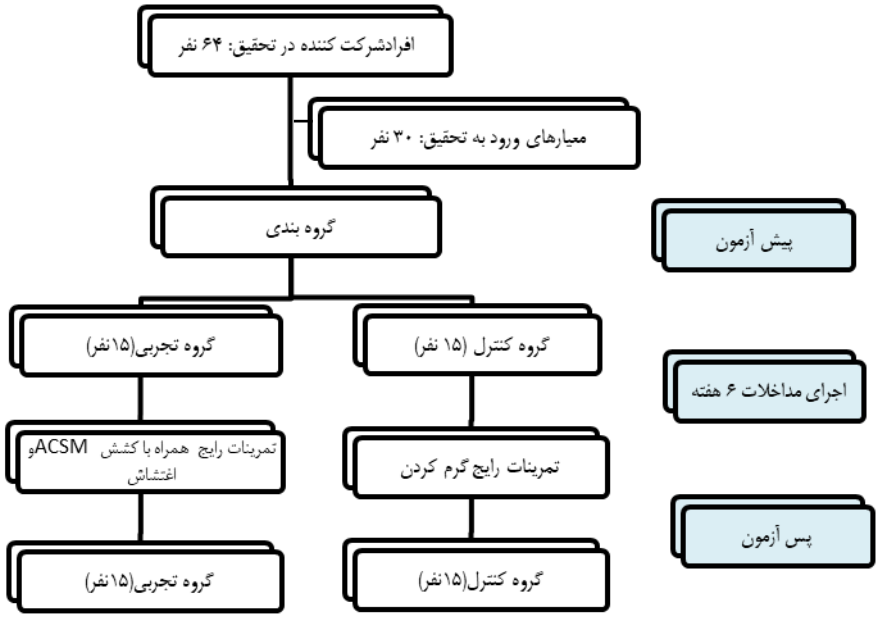
۲ روش‌بررسی

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. جامعهٔ آماری پژوهش را زنان دارای همسترینگ کوتاه‌شدهٔ سالم غیرفعال مراجعه‌کننده به مراکز درمانی شهر

[1]. Muscle flexibility
[2]. Joint range of motion
[3]. Hamstring muscle
[4]. Tension
[5]. Muscle strength

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]

تهران با دامنهٔ سنی ۱۸ الی ۴۰ سال (معرفی‌شده توسط پزشک) تشکیل دادند. حجم نمونهٔ تحقیق، براساس معیارهای ورود به تحقیق به‌صورت هدفمند باتوجه‌به تحقیقات قبلی و به‌کمک نرم‌افزار جی‌پاور نسخهٔ ۷,۱,۳ براساس eta square برابر با ۰/۰۲ و آلفا برابر با ۰/۰۵ و توان برابر با ۰/۰۸ محاسبه شد که برای هر گروه دوازده نفر به‌دست آمد؛ ولی با احتمال ۱۰ درصد ریزش تعداد پانزده نفر در نظر گرفته شد. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در دو گروه تجربی (یک دوره برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش) و گواه (هر گروه پانزده نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها طی فراخوانی به‌شکل هدفمند و دردسترس براساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق انتخاب شدند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بود از: زنان با دامنهٔ سنی ۱۸ تا ۴۰ سال؛ وجود کوتاهی در عضلهٔ همسترینگ با زاویهٔ کمتر از ۸۰ درجه در آزمون SLR[1]؛ افراد سالم بدون جراحی در اندام تحتانی و ستون فقرات در یک سال اخیر؛ نداشتن ناهنجاری‌های دیگر در اندام تحتانی؛ افراد غیرفعال بدون هرگونه فعالیت ورزشی در طی پژوهش و در دو ماه قبل از انجام برنامه‌ها. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از پژوهش شامل وجود هرگونه آسیب یا ناهنجاری تأثیرگذار بر روند تحقیق، مشارکت در هرگونه فعالیت ورزشی و توان‌بخشی در شش ماه گذشته (برای مثال فعالیت‌های ورزشی، ماساژ، آب‌درمانی، فیزیوتراپی و غیره)، وجود آرتروز در مفصل ران و زانو، بی‌ثباتی‌های لیگامانی در زانو، نابرابربودن لگن و دیگر ناهنجاری‌های اندام تحتانی، وجود هرگونه شکستگی، دررفتگی و نیمه‌دررفتگی در مفاصل ران و زانو طی یک سال گذشته و بیماری‌های التهابی در عضلات و مفاصل بود (۱۴). همچنین تمام آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش را تکمیل کردند و برای افراد شرح داده شد در هر زمان از مراحل تحقیق درصورت تمایل‌نداشتن به ادامهٔ همکاری می‌توانند انصراف دهند. سپس باتوجه‌به این اطلاعات و اطمینان از رعایت اخلاق در پژوهش، برنامهٔ گروه تجربی به‌مدت شش هفته و هر هفته سه جلسه انجام گرفت. نحوهٔ انجام پژوهش در فلوچارت آورده شده است (نمودار ۱).



نمودار ۱. نحوهٔ انجام پژوهش

در این پژوهش آزمون و جلسات تمرینی زیر به‌کار رفت.

ـ آزمون SLR: از این آزمون برای ارزیابی کوتاهی عضلهٔ همسترینگ در اندام تحتانی استفاده شد. نحوهٔ انجام آزمون بدین‌ترتیب است که فرد به‌شکل طاق‌باز روی زمین دراز می‌کشد و پاها را دراز می‌کند؛ به‌گونه‌ای که ساکروم بدون قوس روی تخت باشد. مفصل زانو باید با قرارگرفتن در اکستنشن، گواه شود. اگر به‌علت کوتاهی عضلات فلکسور ران، ناحیهٔ کمری روی تخت قرار نگیرد، بالشت یا حوله‌ای لوله‌شده در زیر زانو گذاشته می‌شود تا ران به‌اندازه‌ای خم شود که ناحیهٔ کمری صاف و بدون قوس روی تخت قرار گیرد. پس از آنکه کمر و ساکروم صاف و بدون قوس قرار گرفتند، معاینه‌کننده یکی از ران‌ها را محکم به‌سمت پایین فشار می‌دهد (با این کار قبل از بلندکردن پای دیگر، فلکسورهای ران محدودیت غیرفعالی را ایجاد می‌کند تا از تیلت قدامی زیاد جلوگیری شود). در ادامه معاینه‌کننده اندام دیگر را با زانوی صاف بلند می‌کند. مچ پا نیز آزاد است (برای جلوگیری از اثر کوتاهی عضلهٔ دوقلو بر وضعیت زانو). اگر زانو شروع به خم‌شدن کرد، معاینه‌کننده اندام را به‌آرامی پایین می‌آورد و از فرد می‌خواهد زانو را کاملاً صاف کند. دوباره معاینه‌کننده اندام را تاحدی بالا می‌برد که کمی احساس محدودیت ایجاد شود و فرد کمی احساس ناراحتی کند. زاویهٔ تقریباً ۸۰ درجه بین تخت و اندام تحتانی، طول طبیعی عضلات همسترینگ را نشان می‌دهد و زاویهٔ کمتر از این مقدار بیانگر کوتاهی عضلات و زاویهٔ بیشتر بیانگر ضعف در عضلات همسترینگ است. برای اندازه‌گیری، دستگاه گونیامتر به‌کار می‌رود. بازوی ثابت دستگاه

[1]. Straight Leg Raise (SLR) Test

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]

روی تخت گذاشته می‌شود و بازوی متحرک روی عضوِ درحال‌اندازه‌گیری قرار می‌گیرد و عدد روی گونیامتر به‌عنوان مقیاس وارد فرم ازپیش‌تهیه‌شدهٔ افراد می‌شود (۱۰،۲۰).

نکتهٔ شایان توجه آن است که اگر زاویهٔ مفصل بیش از ۸۰ درجه باشد، افزایش طول همسترینگ را نشان می‌دهد و درصورتی‌که تیلت خلفی بیش از ۱۰ درجه باشد و ران در حدود ۸۰ درجه بالا برده شود، بیانگر کاهش طول همسترینگ‌ها است؛ به‌همین علت برای جلوگیری از تیلت خلفی و فلکشن کمری بیش‌ازحد، ثابت نگه‌داشتن لگن درحالت صاف‌بودن کمر (با محکم نگه‌داشتن پای مقابل روی تخت) ضرورت دارد. درصورت کوتاه‌بودن طول عضلات همسترینگ، زاویه‌ای که ران با تخت می‌سازد کمتر از ۸۰ درجه است؛ پس اگر زاویهٔ SLR همچنان ۸۰ درجه باشد ولی کمر هایپرلوردوزیس (گودی کمر افزایش‌یافته) داشته باشد، این مسئله بیانگر افزایش طول همسترینگ‌ها است (۱۰،۲۰). استفاده از گونیامتر Sammons Preston برای اندازه‌گیری دامنهٔ حرکتی زاویهٔ مفصل ران در آزمون SLR برای تعیین کوتاهی عضلهٔ همسترینگ با دقت ۰/۹۸ درصد برآورد شد؛ ازسویی‌دیگر، در اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک در اندام تحتانی، میزان اعتبار و روایی این ابزار بین ۰/۸۶ تا ۰/۹۴ درصد به‌دست آمد (۱۰،۲۰).

ـ برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا: در پژوهش حاضر از کشش‌های تسهیل عصبی‌عضلانی استفاده شد که با توصیه‌های دانشکدهٔ طب ورزشی آمریکا[1] و چرخهٔ کاملی از کشش و انقباض، استراحت و کشش همراه است (۲۱،۲۲). این کشش با تحریک گیرنده‌های عصبی‌عضلانی عمقی می‌تواند باعث افزایش و توسعهٔ نیروی عضلات تحت کشش شود و هم‌زمان انعطاف‌پذیری را افزایش می‌دهد. می‌توان از این تمرینات درجهت افزایش هماهنگی استفاده کرد.

تمرینات موجود در این برنامه، در سه زمان مختلف ۱۵ و۳۰ و ۴۵ ثانیه بود که با تکرارهای مشخص به‌مدت شش هفته انجام شد. این تمرینات در دو مرحلهٔ فعال و غیرفعال صورت گرفت. در پژوهش کنونی برای اعمال اغتشاش از بالانس‌برد استفاده شد؛ بدین‌ترتیب که در هفته‌های اول، بالانس‌بردهای یک‌جهته و در هفته‌های چهارم تا ششم، بالانس‌بردهای چندجهته به‌کار رفت و با تکرار معین سعی در ایجاد اغتشاش شد. آزمودنی با استفاده از نیروی عضلانی و تعادل سعی در ایجاد تعادل در اندام تحتانی و کل بدن داشت.



شکل ۱. تمرینات کششی

همچنین برنامهٔ کششی تسهیل عصبی‌عضلانی همراه با توصیه‌های دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا به‌ترتیب زیر بود: افراد بعد از آماده‌شدن و گرم‌کردن تمرینات فعال و غیرفعال را با زمان‌بندی (۳*۱۵ ثانیه) (با ده ثانیه استراحت بین هر ست) دریافت کردند. در ادامه بعد

[1]. American College of Sports Medicine (ACSM)

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]

از بیست ثانیه استراحت، مجدد (۳*۳۰ ثانیه) با استراحت ده ثانیه و در انتها (۳*۴۵ ثانیه) با استراحت پانزده ثانیه بین هر ست اجرا شد. در انتهای این تمرینات به افراد یک دقیقه استراحت داده شد. برای شروع برنامهٔ اغتشاشی روی بالانس‌برد، بالانس‌برد یک‌جهته برای هفته‌های اول تا سوم به‌کار رفت و آزمودنی با قرارگیری روی تختهٔ تعادل با خم‌کردن پاها و قرارگیری در وضعیت نیمه‌اسکات سعی در حفظ تعادل خود کرد. زمان انجام این تمرینات (۶*۳۰ ثانیه) بود و بین هر ست به آزمودنی‌ها بیست ثانیه استراحت داده شد تا افراد دچار آسیب‌دیدگی‌های ناشی‌از پرکاری[1] نشوند. در ادامه برای هفته‌های چهارم تا ششم به‌جای تختهٔ تعادل دوجهته از تختهٔ تعادل چندجهته استفاده شد و برنامهٔ تمرینی همان قبلی بود. بعد از انجام برنامه‌های تمرینی مذکور، شروع به تمرینات کششی برای سردکردن شد تا هرچه سریع‌تر ریتم قلبی به‌حالت طبیعی برگردد و از آسیب‌های بعد از ورزش جلوگیری شود. تمرینات اغتشاشی طی نُه جلسهٔ اول روی تختهٔ تعادل یک‌صفحه‌ای و حین نُه جلسهٔ دوم روی تختهٔ تعادل چندصفحه‌ای انجام گرفت. با تختهٔ تعادل یک‌صفحه‌ای، اغتشاش درجهت‌های داخلی‌ـ‌خارجی اعمال شد؛ درحالی‌که با تختهٔ تعادل چندصفحه‌ای در تمامی جهات و صفحات حرکتی، نیروهای بی‌ثبات‌کننده و اغتشاش اعمال شد (شکل ۱). با دست‌کاری یک‌سری متغیرهای تمرین، درجهٔ دشواری تمرینات اغتشاشی در هر جلسه به‌تدریج افزایش یافت. در پایان هر مرحله از تمرینات اغتشاشی بر تخته‌های تعادل یک‌صفحه‌ای و چندصفحه‌ای، تمرین حفظ تعادل روی اندام اجرا شد (۲۳).

برای بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها، آزمون شاپیروـ‌ویلک و برای بررسی همگنی واریانس‌ها، آزمون لون به‌کار رفت. به‌منظور ارزیابی همگنی شیب خطوط رگرسیون و تعامل بین متغیر مستقل و متغیرهای هم‌پراش، آزمون اثر متقابل در چارچوب مدل تحلیل کوواریانس اجرا شد. نتایج نشان داد، تعامل بین متغیرها در هیچ‌یک از متغیرهای وابسته معنادار نبود ($p>۰/۰۵$)؛ بنابراین فرض همگنی شیب رگرسیون به‌تأیید رسید و مدل نهایی تحلیل کوواریانس براساس شیب یکنواخت استفاده شد. تمامی تحلیل‌ها در نرم‌افزار SPSSنسخهٔ ۲۶ و سطح معناداری ۰/۰۵ انجام گرفت.

۳ یافته‌ها

مقایسهٔ میانگین متغیرهای سن، قد، وزن و تودهٔ بدنی (BMI) آزمودنی‌ها به‌وسیلهٔ آزمون تی مستقل و میانگین و انحراف معیار سه متغیر به‌تفکیک دو گروه در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل در سطح معناداری ۵درصد نشان داد، بین میانگین‌های سن ($p=۰/۳۸۴$)، قد ($p=۰/۲۹۸$)، وزن ($p=۰/۱۲۸$) و تودهٔ بدنی (BMI) ($p=۰/۲۰۱$) دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت؛ اما گروه‌ها در سه متغیر طول و انعطاف‌پذیری و قدرت عضلهٔ همسترینگ دارای اختلاف معناداری بودند که نتایج آن در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به سن و قد و وزن آزمودنی‌ها

	گروه تجربی		گروه گواه		مقدار احتمال حاصل از آزمون تی (مقایسهٔ میانگین‌های دو گروه مستقل)
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
تعداد	۱۵		۱۵		
سن (سال)	۳۷/۳۵	۸/۱	۳۸/۴۱	۹/۲۱	۰/۳۸۴
قد (سانتی‌متر)	۱۶۳/۲	۷/۱۵	۱۶۵/۴	۶/۸۸	۰/۲۹۸
وزن (کیلوگرم)	۵۷/۳	۵/۱۹	۵۴/۷	۴/۷۱	۰/۱۲۸
تودهٔ بدنی (BMI)	۲۱	۱/۲۴	۲۲/۱	۱/۲۲	۰/۲۰۱

جدول ۲. تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی متغیرهای تحقیق

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		تفاوت‌های درون‌گروهی		تفاوت‌های بین‌گروهی (آزمون تحلیل کوواریانس)		
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	مقدار t	مقدار p	مقدار F	مقدار p	اندازهٔ اثر
انعطاف‌پذیری	تجربی	۶۶/۴۶	۳/۶۶	۷۲/۷۳	۴/۷۲	ـ۸/۸۶۵	<۰/۰۰۱	۵۳/۵۹۰	<۰/۰۰۱	۰/۶۸۲
عضلهٔ همسترینگ	گواه	۶۷/۳۳	۴/۰۹	۶۷/۸۶	۴/۱۲	ـ۱/۲۵۱	۰/۱۵۷			
طول عضلهٔ	تجربی	۳۵/۴	۲/۸۲	۳۸/۷۳	۲/۸۶	ـ۲۰/۹۱۷	<۰/۰۰۱	۱۲۲/۴۵۰	<۰/۰۰۱	۰/۸۳۰
همسترینگ	گواه	۳۶/۸۶	۲/۶۴	۳۷/۵۳	۲/۸۷	ـ۱/۴۵۶	۰/۰۹۱			
قدرت ایزومتریک	تجربی	۳۷/۶	۳/۷۷	۴۰/۶	۳/۸۵	ـ۱۲/۵۵۰	<۰/۰۰۱	۶۴/۹۱۶	<۰/۰۰۱	۰/۷۲۲
عضلهٔ همسترینگ	گواه	۳۶	۳/۶۶	۳۶/۴۶	۳/۶۰	ـ۰/۸۲۴	۰/۳۲۷			

نتایج مقایسهٔ بین‌گروهی و درون‌گروهی میانگین متغیرهای وابسته و میانگین و انحراف معیار متغیرهای وابسته در سطوح متغیر مستقل در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۲ ارائه شده است. برای مقایسهٔ میانگین متغیرهای وابسته بین دو گروه تجربی و گواه در طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و به‌منظور گواه اثر پیش‌آزمون، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. تمامی پیش‌فرض‌های آماری آزمون تحلیل

[1]. Over use

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]

کوواریانس ازجمله آزمون شاپیرو–ویلک به‌منظور بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها و آزمون F لون برای بررسی همگنی واریانس‌ها و همگنی شیب خطوط رگرسیون در سطح معناداری ۵درصد رد نشد ($p>۰/۰۵$).

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در جدول ۲ نشان داد، یک دوره برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر انعطاف‌پذیری عضلهٔ همسترینگ زنان دارای عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شده در گروه تجربی اثر معناداری داشت ($p<۰/۰۰۱$) و به‌طور معناداری افزایش انعطاف‌پذیری عضلهٔ همسترینگ زنان دارای عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شده، صورت گرفت. نتایج آزمون تی زوجی حاکی‌از آن بود که میانگین انعطاف‌پذیری عضلهٔ همسترینگ زنان دارای عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شده در گروه تجربی به‌طور معناداری از پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش یافت ($p<۰/۰۰۱$)؛ درحالی‌که در گروه گواه تفاوت معناداری بین میانگین انعطاف‌پذیری عضلهٔ همسترینگ پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود نداشت ($p=۰/۱۵۷$). مشخص شد، یک دوره برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر طول عضلهٔ همسترینگ زنان دارای عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شده در گروه تجربی اثر معناداری داشت ($p<۰/۰۰۱$) و به‌صورت معناداری سبب افزایش آن شد. نتایج آزمون تی زوجی نشان داد، طول عضلهٔ همسترینگ در گروه تجربی به‌طور معناداری از پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش یافت ($p<۰/۰۰۱$)؛ درحالی‌که در گروه گواه تفاوت معناداری بین طول عضلهٔ همسترینگ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده نشد ($p=۰/۰۹۱$). مشخص شد، یک دوره برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ زنان دارای عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شده در گروه تجربی اثر معناداری داشت ($p<۰/۰۰۱$) و به‌صورت معناداری موجب افزایش آن شد. نتایج آزمون تی زوجی نشان داد، قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ در گروه تجربی به‌طور معناداری از پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش یافت ($p<۰/۰۰۱$)؛ درحالی‌که در گروه گواه تفاوت معناداری بین قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود نداشت ($p=۰/۳۲۷$).

۴ بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی یک دوره برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر انعطاف‌پذیری و طول عضله و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شدهٔ زنان بود. نتایج نشان داد، یک دوره برنامهٔ کششی توأم با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا و اغتشاش بر افزایش انعطاف‌پذیری و طول و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ کوتاه‌شدهٔ زنان اثر معناداری داشت. نتایج تحقیق حاضر درراستای یافته‌های پژوهش‌های پیشین درزمینهٔ کوتاهی عضلات، است (۲۷ـ۲۴). یکی از دلایل احتمالی اثر تمرینات کششی بر انعطاف‌پذیری در افراد آن بود که تمرینات مذکور و تمامی تمرینات کششی از دیرباز برای افزایش دامنهٔ حرکتی در مفاصل و اندام‌ها و عضلات استفاده شده است و به‌نظر می‌رسد، دلیل اثرگذاری این نوع کشش، سازوکارهای کششی روش تمرینی باشد (۱۰).

در کشش تسهیل عصبی‌عضلانی که ترکیبی از کشش فعال و کشش غیرفعال است (۲۸)، دامنهٔ حرکتی مفصل به‌کمک کشش غیرفعال افزایش می‌یابد و اندام‌های وتری گلژی عضلات در اثر انقباض تحریک می‌شود و تکانه‌های عصبی مهاری صادر می‌کند. این روند تا هنگام شل‌شدن عضلات ادامه می‌یابد؛ اما زمانی که تمرینات کششی آهسته انجام گیرد یا اینکه در تمام مدت عضو مربوط در انتهای دامنهٔ حرکتی‌اش قرار گرفته باشد، دوک‌های عضلانی دیگر تکانه‌های عصبی را ارسال نمی‌کند (۲۹)؛ لذا همین عامل باعث افزایش انعطاف‌پذیری در عضلات می‌شود.

یکی دیگر از دلایل بهبود انعطاف‌پذیری توسط این روش کششی، بازتاب کششی یا بازداری اتوژنیک است. بازتاب کششی هنگام فعال‌شدن اندام وتری گلژی، اتفاق می‌افتد و بدین‌دلیل است که اندام‌های مذکور به تنش‌های کوچک‌تر در وتر واکنش نشان می‌دهند و حساس هستند. حال اگر عضله‌ای برای مدت طولانی کشیده شود، تنش در عضله افزایش می‌یابد و اندام وتری ازطریق تارهای عصبی نوع آوران تحریک می‌شود (۱۰)؛ درنتیجه بازتاب کششی فوری از اندام‌های وتری گلژی برای بازداری از تحریک اعصاب حرکتی که عضله را عصب‌رسانی می‌کند، به‌وجود می‌آید و بلافاصله عضله شل می‌شود و تنش اضافی از بین می‌رود؛ این حالت امکان طویل‌شدن به عضله می‌دهد و از زمانی که عضله طویل شود دامنهٔ حرکتی بیشتر می‌شود و در انتها انعطاف‌پذیری افزایش پیدا می‌کند (۳۰). به‌علاوه یک انقباض ایزومتریک حداکثر در عضلات سبب افزایش تنش در اندام وتری گلژی خواهد شد. پیام‌های حاصل از اندام‌ها باعث ایجاد بازتابی محافظتی در عضله می‌شود که با شل‌شدن از آسیب جلوگیری می‌کند (۱۰)؛ درمجموع اصل شل‌شدگی بعد از انقباضات و کشش‌ها اشاره به این موضوع دارد که عضله به‌دنبال یک انقباض ازطریق عصبی شل می‌شود و راحت‌تر کشیده خواهد شد؛ این اصل شالوده و اساس تمرینات کششی تسهیل عصبی‌عضلانی است و برنامه‌های موجود در تحقیق حاضر از نوع برنامه‌های کششی تسهیل عصبی‌عضلانی همراه با توصیه‌های دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا بود (۱۰).

نکتهٔ درخورتوجه این است که قدرت عضلانی به‌ندرت در مطالعات تمرینات اغتشاشی بررسی شده است. در تحقیقات گزارش شد، تغییر در قدرت عضلانی از تمرینات اغتشاشی به‌تنهایی صورت نمی‌گیرد (۲۹). همچنین ذکر شد، افزایش قدرت در این تمرینات به‌علت سازوکارهای عصبی از سازوکار مسئول در تمرینات تعادلی است (۱۰).

اما درراستای اجرای تمرینات دیگر در پژوهش‌های پیشین مشاهده شد کشش‌های پویا و استاتیک تفاوت معناداری را در افزایش قدرت ایجاد نمی‌کند و شواهد محکمی بیانگر آن بود که کاهش قدرت همراه با کاهش طول و انعطاف‌پذیری وجود دارد (۱۰). درراستای تمرینات تسهیل عصبی‌عضلانی مشخص شد، این نمونه از تمرینات باعث افزایش در قدرت عضلهٔ همسترینگ می‌شود و می‌توان افزایش را ناشی‌از مراحل شدید و کامل ایزومتریک درمقابل نیروی اعمال‌شده توسط فرد درحین اجرای کشش‌های تسهیل عصبی‌عضلانی دانست.

ازجمله محدودیت‌های تحقیق حاضر، وجودنداشتن دورهٔ پیگیری

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]

باهدف بررسی نتایج تمرینات در طولانی‌مدت و دسترسی‌نداشتن به دستگاه ایزوکنتیک به‌منظور بررسی قدرت عضلهٔ همسترینگ بود. باتوجه‌به آنکه در پژوهش کنونی فقط اثرات کشش و اغتشاش بر عضلهٔ همسترینگ نقد و بررسی شد، به محققان پیشنهاد می‌شود اجرای این برنامهٔ تمرینی روی سایر عضلات اندام تحتانی صورت گیرد.

۵ نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر پیشرفت درخورتوجهی را در انعطاف‌پذیری و طول و قدرت ایزومتریک عضلهٔ همسترینگ نشان داد. پژوهش کنونی بر زنان غیرفعال ۱۸تا۴۰ساله با کوتاهی عضلهٔ همسترینگ انجام شد و هدف آن بهبود وضعیت سلامت و کیفیت زندگی این افراد بود. تحلیل نتایج مشخص کرد، برنامهٔ کششی همراه با دستورالعمل کالج پزشکی‌ورزشی آمریکا توانست به‌طور مشهودی افزایش انعطاف‌پذیری و افزایش طول عضله و بهبود قدرت ایزومتریک را در عضلهٔ همسترینگ موجب شود. ازآنجاکه تفاوت نظرهای بسیاری در رابطه با بهترین نوع تمرینات کششی برای افراد با کوتاهی همسترینگ وجود دارد، پژوهش حاضر نشان داد این نوع تمرینات کششی می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر در درمان و بهبود موقعیت مذکور استفاده شود.

۶ تشکر و قدردانی

از همکاری آزمودنی‌های تحقیق و خانواده‌های آن‌ها و نیز مدیر و مربی تیم‌ها در انجام تحقیق حاضر، تشکر و قدردانی می‌کنیم و آرزوی سلامتی و شادکامی برای این عزیزان داریم.

۷ بیانیه‌ها

تأییدیهٔ اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

مقالهٔ حاضر برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه خوارزمی است که شناسهٔ کمیتهٔ اخلاق پژوهشکدهٔ علوم حرکتی دانشگاه خوارزمی به‌شمارهٔ IR-KHU.KRC.1000.334 دارد. تمام آزمودنی‌ها با اطمینان از رعایت اخلاق در پژوهش، فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش را تکمیل کردند. برای افراد شرح داده شد در هر زمان از مراحل تحقیق درصورت تمایل‌نداشتن به ادامهٔ همکاری می‌توانند انصراف دهند.

رضایت برای انتشار

این امر اجرایی نیست.

دردسترس‌بودن داده‌ها و مواد

به‌منظور دسترسی به داده‌ها، رایانامهٔ nasimbabaei74@gmail.com آمادهٔ پاسخ‌گویی است.

تضاد منافع

نویسندگان عنوان می‌کنند، هیچ‌گونه تضاد منافع مالی، حرفه‌ای یا شخصی در ارتباط با انجام این پژوهش وجود ندارد.

منابع مالی

پژوهش کنونی هیچ نوع حمایت و کمک مالی از سازمانی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

ترتیب نویسندگان براساس میزان مشارکت و همکاری آن‌ها درج شده است.

References

1. Hopper D, Deacon S, Das S, Jain A, Riddell D, Hall T, et al. Dynamic soft tissue mobilisation increases hamstring flexibility in healthy male subjects. Br J Sports Med. 2005;39(9):594–8. 10.1136/bjsm.2004.011981
2. Ingraham SJ. The role of flexibility in injury prevention and athletic performance: have we stretched the truth? Minn Med. 2003;86(5):58–61.
3. Chaitow L, Crenshaw K. Muscle energy techniques. Elsevier Health Sciences; 2006.
4. Plowman SA, Smith DL. Exercise physiology for health fitness and performance. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
5. Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;20(3):154–9. 10.2519/jospt.1994.20.3.154
6. Weerasekara RM, Kumari HM, Withanage GW, Weerarathna LR, Wanniarachchi CD, Yancy M, et al. The prevalence of hamstring tightness among the male athletes of university of Peradeniya in 2010. Annual Research Journal of SLSAJ. 2012;12:56–8.
7. Kendal FP, McCreary EK, Provance PG. Muscle testing and function. Baltimore: Williams and Wilkins; 1983.
8. Fakhari Z, Senobari M, Jalaie S. Prevalence of hamstring and calf mucles shortness. Journal of Modern Rehabilitation. 2008;2(1):41–6. [Persian] http://mrj.tums.ac.ir/article-1-149-en.html
9. Ayala F, De Ste Croix M, Sainz De Baranda P, Santonja F. Acute effects of static and dynamic stretching on hamstring eccentric isokinetic strength and unilateral hamstring to quadriceps strength ratios. J Sports Sci. 2013;31(8):831–9. 10.1080/02640414.2012.751119
10. Lucas RC, Koslow R. Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. Percept Mot Skills. 1984;58(2):615–8. 10.2466/pms.1984.58.2.615
11. Pourgheisar N, Jabalameli S, Haghayegh SA, Moghimian M. The comparison of the effectiveness of transcranial direct current stimulation and neurofeedback therapy on sleep quality in the elderly. Aging Psychology. 2023;9(2):121–34. [Persian] https://jap.razi.ac.ir/article_2671.html?lang=en
12. Park S, Lim W. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching at low-intensities with standing toe touch on developing and maintaining hamstring flexibility. J Bodyw Mov Ther. 2020;24(4):561–7. 10.1016/j.jbmt.2020.08.003

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]

13. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. J Athl Train. 2005;40(2):94–103.
14. Etnyre BR, Abraham LD. H-reflex changes during static stretching and two variations of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1986;63(2):174–9. 10.1016/0013-4694(86)90010-6
15. Wan X, Qu F, Garrett WE, Liu H, Yu B. The effect of hamstring flexibility on peak hamstring muscle strain in sprinting. J Sport Health Sci. 2017;6(3):283–9. 10.1016/j.jshs.2017.03.012
16. Singh S, Grover V, Singh S. Effect of neural mobilization and PNF stretching on hamstring flexibility in working women. International Journal of Health Sciences and Research. 2015;5(8):361–8.
17. Pirayeh N, Nasrolah Pour E, Gohar Pay S. Comparing the effect of Static and PNF Stretching on Hamstring Muscles shortness in 18-30 Years young women. Journal of Modern Rehabilitation. 2014;8(2):1–6. [Persian] http://mrj.tums.ac.ir/article-1-5108-en.html
18. Levangie PK. Joint structure and function: a comprehensive analysis. FA Davis Company; 2011.
19. Neumann DA. Neumann's Kinesiology of the Musculoskeletal System - E-Book. Elsevier Health Sciences; 2024.
20. Davis DS, Quinn RO, Whiteman CT, Williams JD, Young CR. Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. J Strength Cond Res. 2008;22(2):583–8. 10.1519/jsc.0b013e31816359f2
21. Adams GM. Exercise physiology: laboratory manual. McGraw-Hill; 2002.
22. Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? Arch Phys Med Rehabil. 1982;63(6):261–3.
23. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. J Orthop Sports Phys Ther. 2001;31(10):546–66. 10.2519/jospt.2001.31.10.546
24. DenïZoğlu Küllï H. Acute effect of static stretching, PNF and motor imagery on hamstring flexibility. Journal of Basic and Clinical Health Sciences. 2022;6(2):335–40. 10.30621/jbachs.1005358
25. Iwata M, Yamamoto A, Matsuo S, Hatano G, Miyazaki M, Fukaya T, et al. Dynamic stretching has sustained effects on range of motion and passive stiffness of the hamstring muscles. J Sports Sci Med. 2019; 18(1):13–20.
26. Mani E, Kirmizigil B, Tüzün EH. Effects of two different stretching techniques on proprioception and hamstring flexibility: a pilot study. J Comp Eff Res. 2021;10(13):987–99. 10.2217/cer-2021-0040
27. Pérez-Bellmunt A, Casasayas-Cos O, Ragazzi P, Rodríguez-Sanz J, Hidalgo-García C, Canet-Vintró M, et al. Foam rolling vs. proprioceptive neuromuscular facilitation stretching in the hamstring flexibility of amateur athletes: control trials. Int J Environ Res Public Health. 2023;20(2):1439. 10.3390/ijerph20021439
28. Almekinders SV. Enhance performance through flexibility. Strategies. 1992;5(8):19–23. 10.1080/08924562.1992.10591869
29. Behnke RS. Kinetic anatomy. Champaign: Human Kinetics; 2012.
30. Alter MJ. Science of flexibility. Champaign: Human Kinetics; 2004.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-11-04]