Research in Sport Medicine and Technology, Volume 23 - Issue 29 / 2025

Research in Sport Medicine and Technology

Kharazmi University

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

The Effect Of Six Weeks Of Local And Comprehensive Corrective Exercises On Proprioception, Balance, And Ankle Navicular Drop In Individuals With Flexible Flat Foot Deformity

Marzieh Sekonji [1] | Hassan Sadeghi[2*] | Neda Boroushak[3] | Mohd Sofian Omar Fauzee[4]

1. Department of Biomechanic Sports Injuries, Faculty of Sports Sciences, Esfahan University, Esfahan, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Biomechanics and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Biomechanics, Sports Science Research Institute, Tehran, Iran.
4. Faculty of Education and liberal arts, INTI International University, Nilai, Malaysia.

corresponding author: Hassan Sadeghi, Hassan.sadeghi@khu.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2024/04/27
Revised: 2024/12/28
Accepted: 2024/12/28

Keywords:
Flatfoot, Proprioception, Flexible Flatfoot, Static Balance

How to Cite:
Marzieh Sekonji, Hassan Sadeghi, Neda Boroushak, Mohd Sofian Omar Fauzee. **The Effect Of Six Weeks Of Local And Comprehensive Corrective Exercises On Proprioception, Balance, And Ankle Navicular Drop In Individuals With Flexible Flat Foot Deformity**. *Research In Sport Medicine and Technology, 2025: 23(29): 253-274.*

ABSTRACT

Introduction and Method: Flexible flat foot, or pes planus, is a common lower extremity abnormality characterized by a flatter medial longitudinal arch, causing the foot's sole to come into near or complete contact with the ground. This study investigated the effects of six weeks of localized and comprehensive corrective exercises on proprioception, balance, and navicular drop in female participants aged 10 to 18 with this deformity. **Methodology:** This quasi-experimental study utilized a pre-test and post-test design with 51 females diagnosed with flexible flat foot. Participants were randomly assigned to two experimental groups (local and comprehensive) and one control group. A navicular drop test was conducted to assess foot posture. The experimental groups engaged in corrective exercises for six weeks (three sessions per week for 30 minutes), while the control group maintained their usual activities. Pre- and post-intervention assessments of ankle proprioception, balance, and navicular drop were conducted using a goniometer, the Sharpened Romberg test, and the Brody test. Statistical analyses were performed using SPSS software version 26, involving covariance analysis for between-group differences and paired sample tests for within-group changes.
Findings: The results indicated that the experimental groups showed significant improvements in proprioception, navicular drop, and balance after the interventions (P=0.000), whereas the control group exhibited no significant changes (P>0.05). Additionally, the experimental groups outperformed the control group in the post-test assessments. Conclusion: The findings suggest that a six-week program of corrective exercises effectively enhances proprioception, balance, and movement performance in girls aged 10 to 18 with flexible flat foot.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e:
CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری
شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

اثر شش هفته تمرینات اصلاحی موضعی و جامع بر حس عمقی، تعادل و افت ناوی مچ پا در افراد با کف پای صاف منعطف

مرضیه سه‌کنجی [۱] | حسن صادقی [۲*] | ندا بروشک [۳] | محمد صوفیان عمر فوزیه [۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. استادیار، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۳. استادیار، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران.
۴. دانشکده آموزش و هنرهای آزاد، دانشگاه بین المللی INTI، نیلای، مالزی.

نویسنده مسئول: حسن صادقی Hassan.sadeghi@khu.ac.ir

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: علمی–پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۳/۲/۸
ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۸
پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۸

واژه‌های کلیدی:
کف پای صاف، حس عمقی، کف پای صاف منعطف، تعادل ایستا

ارجاع:
مرضیه سه‌کنجی، حسن صادقی، ندا بروشک، محمد صوفیان فوزیه. **اثر شش هفته تمرینات اصلاحی موضعی و جامع بر حس عمقی، تعادل و افت ناوی مچ پا در افراد با کف پای صاف منعطف.** پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۴۰۴: ۲۳(۲۹):۲۷۴-۲۵۳

چکیده

مقدمه و هدف: کف پای صاف منعطف یکی از ناهنجاری‌های رایج در اندام‌های تحتانی است که به کاهش قوس طولی داخلی مربوط می‌شود. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر شش هفته تمرینات موضعی و جامع بر حس عمقی، تعادل و افت ناوی مچ پا در دختران ۱۰ تا ۱۸ سال دارای این ناهنجاری انجام شد.

روش: این پژوهش نیمه‌تجربی به‌صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون و با شرکت ۵۱ دختر با کف پای صاف منعطف صورت گرفت. آن‌ها به طور تصادفی در دو گروه تجربی (جامع و موضعی) و یک گروه کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌ها به مدت ۶ هفته (۳ جلسه در هفته) تمرینات اصلاحی انجام دادند، درحالی‌که گروه کنترل فعالیت‌های معمول خود را پیگیری کردند. حس عمقی، تعادل و افت ناوی قبل و بعد از تمرینات با گونیامتر، تست تعادل شارپندرومبرگ و تست برودی اندازه‌گیری شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های تحلیل کوواریانس و تی همبسته انجام شد. یافته‌ها: نتایج نشان داد که گروه تجربی در پس‌آزمون به طور معناداری بهبود در حس عمقی، شاخص افت ناوی و تعادل داشتند ($P=0.000$)، درحالی‌که گروه کنترل تفاوت معناداری نداشت ($P>0.05$). مقایسه بین‌گروهی نیز نشان داد که گروه‌های تجربی در این متغیرها عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند ($P<0.05$). نتیجه‌گیری: شش هفته تمرینات اصلاحی بهبود حس عمقی، تعادل و عملکرد حرکتی در دختران با کف پای صاف انعطاف‌پذیر را به همراه دارد. این نتایج نشان می‌دهد که تمرینات اصلاحی می‌تواند به بهبود تعادل ایستا و قرارگیری پا در این گروه سنی کمک کند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

Extended Abstract

Flatfoot is one of the most common lower limb abnormalities, leading to a reduction in the medial longitudinal arch of the foot. This condition can lead to problems such as foot pain, movement disorders, instability, and deficits in proprioception and ankle balance. Flatfoot is defined as a condition in which the medial longitudinal arch lowers and flattens due to the pressure of body weight when standing or walking. This abnormality may be associated with excessive subtalar joint pronation, and several factors, including weight gain, foot injuries, and musculoskeletal disorders, contribute to its development.

Flatfoot can have several complications. Individuals with this abnormality are commonly at risk for foot pain, lower limb disorders such as patellofemoral pain syndrome and posterior tibial stress syndrome, poor athletic performance, and deficits in ankle balance and proprioception. Also, studies have shown that abnormal foot posture can affect gait mechanics and lead to movement disorders such as limited dorsiflexion in the talocrural joint and weakness in various foot and ankle muscles. Therefore, attention to the treatment and management of this abnormality is of particular importance.

The aim of this study is to investigate the effect of six weeks of local and comprehensive corrective exercises on proprioception, balance, and navicular drop of the ankle in girls aged 10 to 18 years with flexible flatfoot. The results of this research can help identify effective methods for improving proprioception and balance in these individuals and assist corrective exercise specialists in designing preventive and therapeutic programs.

Methodology

The present research was a quasi-experimental study with a pre-test-post-test design, including two experimental groups and one control group, conducted at the Faculty of Physical Education and Sports Sciences of Kharazmi University. The primary objective of this study was to investigate the effect of corrective exercises on flexible flatfoot and balance in girls aged 10-18 years in Kashan city.

The statistical population of the study consisted of girls aged 10-18 years with flexible flatfoot in Kashan city. G*Power software was used for sample size selection. Assuming an effect size of 0.24, a power of 0.80, and an alpha level of 0.05, a sample size of 45 participants was deemed sufficient for the study. Considering a 10% dropout rate, a final

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

sample of 51 eligible individuals was selected for inclusion in the study. These individuals were randomly assigned using simple randomization to one of three groups of 17 participants each: a local exercise group, a comprehensive exercise group, and a control group.

Inclusion criteria for the study included girls aged 10-18 years diagnosed with flexible flatfoot by a corrective exercise specialist and without pain symptoms. Participants were also required not to be participating in any other treatment programs during the exercise period. Exclusion criteria included a history of lower extremity injury, fracture, or surgery, inner ear diseases and vestibular system disorders, problems affecting balance, and physical disabilities.

To conduct the research project, informed consent forms were completed. Subsequently, measurements of height, weight, BMI, flexible flatfoot, static balance, and ankle proprioception were taken using research instruments. Following the implementation of training protocols, the control group did not participate in any training program and continued their daily activities. Exercise training was implemented in 18 sessions (6 weeks, 3 sessions per week, and 30 minutes per session).

Assessment Tests

The Navicular Drop Test, according to the Brody method, was used to assess flexible flatfoot. The reliability coefficient for this test (R=0.80) has been reported by Mueller et al. (1993) and Shultz et al. (2006). In this test, the participant sits on a chair, and the height of the navicular bone is measured in both natural and standing positions. The difference in height indicates the degree of pronation or flattening of the medial longitudinal arch of the foot.

The Sharpened Romberg test was also used to evaluate static balance. In this test, the subject stands barefoot on a flat surface with their arms crossed over their chest. The test is performed with eyes closed, and the time to maintain balance, up to 60 seconds, is recorded as the score.

The ankle joint position sense was measured using the ankle angle reproduction test. In this test, the subject sits on a chair with the trunk-to-thigh and thigh-to-shank angles at 90 degrees. The chair height is selected so that the subject's foot does not reach the

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

ground. The examiner then passively moves the subject's ankle to 20 degrees of plantar flexion and 10 degrees of dorsiflexion. To eliminate vision, the subject's eyes are covered with a black blindfold, and they are asked to actively move their foot to the dorsiflexion and plantar flexion angles three consecutive times. The difference between the target angle and the reproduced angle, regardless of their sign (absolute error), is then considered as the position sense. A goniometer is used to evaluate the individual's performance during the reproduction of the desired angles. For this purpose, the goniometer axis is placed below the lateral malleolus near the sole of the foot, with the stationary arm on the external fibula and the moving arm along the fourth metatarsal.

The study's exercise program consisted of 6 weeks, with 3 sessions per week for 30 minutes, supervised by a corrective exercise instructor. The corrective exercises included local and comprehensive exercises. Local exercises were dedicated to strengthening the intrinsic foot muscles and included movements such as great toe raises and toe splaying. Comprehensive exercises included hip abduction and hip extension exercises, which helped strengthen the gluteal muscles.

Subjects in the experimental group began the exercise program one day after the pre-test. The corrective exercises were performed in 18 sessions of 30 minutes each (including 7 minutes of warm-up, 16 minutes of exercises, and 7 minutes of cool-down). The exercises progressed after 2 weeks with changes in position and number of sets. The control group continued their daily activities during this period (table 1).

Table 1. Corrective Exercise Program

Exercises	Weeks	Position	volume	Frequency per Week
Warm-up	1 to 6	-	7 min	3
Short foot exercises hallux extension toe spread doming	1 to 6	sitting	15 reps ×2 sets	3
	3 to 4	standing		
	5 to 6	Single leg stance		

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

four toe extension				
Gluteal muscle strengthening Hip abduction Hip extension	1 to 2 3 to 4 5 to 6	Side lying Prone lying	8 to 10 reps × 2 sets 10 to 12 reps × 2 sets 10 to 12 reps × 2 sets	3
Cool down	6		7 min	3

Statistical Data Analysis:

The data were analyzed using SPSS version 26 with descriptive and inferential statistics. The assumption of homogeneity of regression slopes was not significant and was met. Analysis of covariance (ANCOVA) was used to examine differences between groups, and a paired-samples t-test was used to examine within-group differences.

Results:

The results of this study indicated that comprehensive and localized exercises significantly improved proprioception, balance, and the navicular drop of the ankle. Furthermore, analysis of covariance showed significant differences between the exercise and control groups in these areas.

In the balance test, the experimental groups (localized and comprehensive) showed a significant improvement compared to the control group. Also, regarding navicular drop, both experimental groups had a significant reduction in navicular drop. These results demonstrate the positive effect of corrective exercises on improving flat foot condition in girls (table 2).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

Table 2: Descriptive Statistics of Pre-test and Post-test Variables in the Comprehensive, Local, and Control Groups

Variable	group	Pre-test	Post-test	P-value of the Paired t-test	t
Plantar Flexion Proprioception (Reconstruction Error Degree)	Local	11.21±6.82	6.32±1.95	0.005	3.229
	Comprehensive	9.43±6.59	5.66±4.09	0.007	3.097
	Control	9.05±7.19	10.09±5.86	0.088	1.815
dorsi Flexion Proprioception (Reconstruction Error Degree)	Local	5.17±2.37	3.60±2.15	0.000	6.076
	Comprehensive	3.76±2.23	1.83±1.33	0.013	2.778
	Control	4.95±2.23	5.35±2.35	0.14	1.541
Navi Drop (cm)	Local	1.70±0.27	1.02±0.28	0.000	16.620
	Comprehensive	1.85±0.48	0.70±0.47	0.000	10.156
	Control	1.50±0.46	1.33±0.40	0.33	1.00
Balance (s)	Local	31.55±16.57	48.20±19.29	0.001	3.925
	Comprehensive	32.90±20.43	46.64±18.83	0.011	2.854
	Control	25.04±13.43	25.04±13.43	0.644	0.471

Discussion:

The results of this study are consistent with previous findings, indicating that corrective exercises can improve proprioception and balance in individuals with flat feet. Improved proprioception is considered a key factor in controlling movements and maintaining postural stability. Additionally, strength and corrective exercises can lead to increased efficiency of muscles and proprioceptors.

Research has shown that corrective exercises can help improve the function of intrinsic and extrinsic foot muscles, resulting in better movement control and greater stability. Furthermore, strengthening the gluteal muscles and other muscles related to the foot can help improve the condition of the flat foot and reduce its complications.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

On the other hand, the results of the present study regarding the effect of comprehensive and localized exercises on proprioception were inconsistent with the results of some other studies. Possible reasons for these discrepancies may be related to differences in the duration of training periods and the type of training protocol.

Conclusion:

Based on the results of this research, comprehensive and localized exercises can help improve proprioception, balance, and navicular drop in girls with flat feet. These findings can assist teachers and sports coaches in designing preventive and corrective programs to improve the condition of the flat foot.

Keywords: Flatfoot, Proprioception, Flexible Flatfoot, Static balance, comprehensive exercise, local exercise

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

مقدمه

یکی از شایع‌ترین ناهنجاری‌های اندام تحتانی، کف پای صاف است که با کاهش قوس طولی داخلی همراه است (۱). کف پای صاف به عنوان وضعیتی تعریف می‌شود که در آن قوس طولی داخلی به دلیل فشار وزن بدن هنگام ایستادن و یا راه رفتن (وزن اندازی) پایین آمده و صاف می‌شود (۲). به عبارت دیگر کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی پا، کف پای صاف نامیده می‌شود و ممکن است با پرونیشن بیش از حد مفصل تحت قاپی مرتبط باشد (۳). عوامل مستعد کننده متعددی مانند افزایش وزن، آسیب پا و اختلالات اسکلتی عضلانی با این مشکل مرتبط هستند (٤, ٥). گزارش‌ها بیان کردند که افراد مبتلا به این سندروم، در معرض خطر بالاتری از درد کف پا، اختلالات اندام تحتانی مانند سندرم درد کشکک-رانی و سندرم استرس تیبیا خلفی، عملکرد ورزشی ضعیف و نقص در تعادل و حس عمقی مچ پا همراه است (٦, ٧). علاوه بر این، رابطه معنی‌داری بین وضعیت غیرطبیعی پا و مکانیک راه رفتن نشان دادند (٨, ٩). اختلالات حرکتی مانند محدودیت حرکت دورسی فلکشن در مفصل تالوکرورال، ضعف سوپینیتورهای پا و مچ پا، عضلات اینترنسیک و هیپ اکسترنال روتاتور می‌باشد که با محدودیت ایجاد شده در این افراد بروز می‌نماید (۱۰).

در این ناهنجاری به دلیل پرونیشن[1] بیش از حد، ممکن است چرخش داخلی درشت نی، چرخش داخلی ران‌ها، ضربدری شدن زانوها و افزایش لوردوز به وجود آید (۱۱). عضلات نازک نی، دوقلو، نعلی، باند ایلیوتیبیال، سر کوتاه دوسررانی، نزدیک‌کننده‌ها وسوئز دچار کوتاهی عملکردی و عضلات تیبیالیس خلفی و قدامی، سرینی میانی، سرینی بزرگ، پهن داخلی، چرخش دهنده‌های خارجی هیپ دچار کشیدگی عملکردی و یا مهار می‌شوند (۱۲). با ضعف عضله‌های سرینی، مفصل ران به داخل می‌چرخد و باعث پرونیشن می‌گردد. ایجاد الگوهای صحیح و افزایش قدرت و عملکرد را می‌توان با فعال‌کردن مجدد عضله‌های سرینی به دست آورد (۱۳). همچنین عضلات درون مفصلی (اینترنسیک) شامل عضلات دورکننده شست، خم‌کننده کوتاه انگشتان و عضلات بین استخوانی است که عملکرد آنها شامل ایجاد ثبات موضعی، تعدیل نیروهای پا، کمک به پیشروی بدن و کمک به ارسال اطلاعات حسی-حرکتی است که در افراد دارای کف پای صاف دچار ضعف می‌شوند (١٤). افراد مبتلا به این سندروم، در معرض درد کف پا، درد زانو، آسیب کف پا، التهاب نیام کف‌پایی، استرس فراکچر، پیچ‌خوردگی مچ پا، ناپایداری، کمردرد و عملکرد ورزشی ضعیف و نقص در تعادل و حس عمقی مچ پا قرار دارند (۱۱, ۱۲, ۱۵).

تعادل اغلب برای بررسی واکنش‌پذیری بخش‌های اندام تحتانی استفاده می‌شود و به‌عنوان حفظ مرکز ثقل بدن در سطح اتکا فرد تعریف می‌شود. پرونیشن افزایش‌یافته پا بر ورودی‌های حسی از طریق تغییر در وضعیت لیگامنت‌ها و بروز شلی لیگامنتی یا به طور ثانویه از طریق تغییر در راهبردهای عضلانی جهت حفظ سطح اتکای استوار و مطمئن تأثیر می‌گذارد و در نهایت موجب اختلال در کنترل تعادل می‌شود (١٦).

1 . Pronatin

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

در همین راستا مطالعه روم و براون، تفاوت قابل‌توجهی در تعادل بین افراد سالم و افراد دارای کف پای صاف پیدا کرده‌اند (۱۷) به صورتی که افراد مبتلا به کف پای صاف نسبت به افراد دارای کف پای طبیعی در تعادل پویا عملکرد ضعیف‌تری دارند. همچنین بیرینسی و همکاران در پژوهشی که به بررسی جابه‌جایی قوس طولی داخلی و کنترل پاسچر پرداختند، نشان دادند هنگامی که قوس کف پا کاهش می‌یابد انحراف از مرکز تعادل و در نتیجه درجه نوسان افزایش می‌یابد (۱۸).

حس عمقی بخش مهمی از ورودی اطلاعات سیستم حسی–حرکتی است که به‌طورکلی به درک آگاهانه از وضعیت اندام در فضا اطلاق می‌شود. در واقع گیرنده‌های محیطی با دریافت تحریکات مکانیکی و تبدیل آن به پیام عصبی مرکزی جهت پردازش اطلاعات منتقل می‌شود. این گیرنده‌های تخصصی یافته شامل گیرنده‌های مکانیکی (رافینی[1]، پاچینی[2]، گلژی[3]، پایانه‌های عصبی آزاد)، عضلانی (دوک عضلانی و اندام وتری گلژی) و خارجی (درد، حرارتی و تماس) هستند. حس عمقی باعث کنترل حرکت و حفظ ثبات پاسچر و وضعیت مفاصل می‌شود و هر عاملی که بر انتقال این اطلاعات اثر بگذارد، به‌عنوان یکی از فاکتورهای بسیار مهم در ایجاد الگوهای حرکتی غلط و سندروم‌های با درد مزمن و تکرارشونده به شمار می‌آید (۱۹). کف پای صاف که با درجاتی از شلی لیگامنتی همراه است، در نتیجه فشارهای تکراری وارد بر بافت‌های نرم به دنبال این اختلال، ممکن است سبب اختلال در حس عمقی مچ پا شود (۲۰). در نتیجه، افراد مبتلا به کف پای صاف با کاهش حس عمقی پا مواجه هستند.

برای درمان کف پای صاف منعطف از روش‌های غیرفعال مانند ارتزهای پا، نوارچسب، کفش‌های کنترل حرکت استفاده می‌شود که بر اساس تحقیقات مداخله‌های ورزشی، مزایای بیشتری نسبت به حمایت‌های غیرفعال دارد (۲۱). بریجواسی و همکاران (۲۰۲۲) اثر تمرینات حرکات اصلاحی که شامل تمرینات موضعی و جامع بود را بر روی افراد دارای کف پای صاف بررسی و گزارش کردند (۲۲). نتایج نشان داد که این تمرینات موجب بهبود افت ناوی شده است که می‌توان از این تمرینات به منظور بهبود ناهنجاری افراد استفاده کرد. یلفانی و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تاثیر بازی‌های اصلاحی بر روی حس‌عمقی، افت ناوی و تعادل افراد دارای کف پای صاف پرداختند نتایج آن‌ها نشان داد که بازی‌های اصلاحی باعث بهبود در متغییرهای مورد بررسی شده است (۲۳). بنابراین بر اساس این یافته‌ها و در نظر گرفتن این واقعیت که در ناهنجاری کف پای صاف تغییرات منجر به کاهش حس‌عمقی و عملکرد عضلانی می‌شود به طوری که امروزه بسیاری از مطالعات به دنبال مدیریت این ناهنجاری هستند و از روش‌های مختلفی استفاده کرده‌اند. با فرض این که تمرینات موضعی و جامع منجر به بهبود حس‌عمقی، تعادل و افت ناویکولار می‌شوند و اینکه این ناهنجاری می‌تواند آینده ورزشی نوجوانان را تحت تاثیر قرار دهد محققین این مطالعه برآنند تا تاثیر تمرینات جامع و موضعی بر حس‌عمقی نوجوانان بپردازند. نتایج این مطالعه می‌تواند در شناسایی روش‌های مفید برای بهبود حس‌عمقی و تعادل اطلاعات مفیدی را در اختیار محققان و متخصصین قرار دهد.

1 . Ruffini
2 . Pacinian
3 . Golgi

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

روش‌شناسی

روش پژوهش و شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه آزمایشی و یک گروه کنترلی بود. این طرح پژوهشی در دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. جامعه آماری پژوهش، شامل دختران ۱۰ تا ۱۸ساله شهرستان کاشان با کف پای صاف منعطف بودند. با استفاده از نرم‌افزار G*Power با فرض اندازه اثر ۰,۲٤ با توان ۰,۸۰ و سطح آلفا ۰,۰۵، در مجموع ٤۵ شرکت‌کننده برای این مطالعه کافی تشخیص داده شد و با درنظرگرفتن میزان ریزش ۱۰ درصدی شرکت‌کنندگان، ۵۱ نفر که واجد شرایط لازم برای ورود به پژوهش بودند، انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی ساده (قرعه‌کشی) در ۳ گروه ۱۷ نفره که شامل گروه تمرینات موضعی، گروه تمرینات جامع و گروه کنترل بودند، جایگزین شدند. تصادفی‌سازی به‌صورت تصادفی ساده به‌صورت فردی و توالی تخصیص تصادفی را با استفاده از برنامه کامپیوتری با کمک برنامه تحت وب (randomizer.org) تعیین شدند، و توسط یکی از اعضای تیم تحقیق غیردرگیر در انتخاب نمونه‌ها از پاکت‌نامه‌های غیرشفاف مهروموم شده با توالی تصادفی به ترتیب برای پنهان‌سازی تخصیص استفاده شد. به دو گروه مداخله و یک کنترل تخصیص یافتند. معیارهای ورود به پژوهش، دختران دارای سن ۱۸-۱۰ سال با کف پای صاف (به تشخیص متخصص حرکات اصلاحی)، بدون علایم درد و شرکت‌نکردن در هیچ برنامه درمانی دیگر در طول تمرین (۲٤) و معیارهای خروج شامل سابقه آسیب، شکستگی یا جراحی اندام تحتانی، بیماری‌های گوش داخلی و اختلال سیستم دهلیزی و مشکلات تاثیرگذار بر تعادل در سیستم عصبی، معلولیت جسمی، ممنوعیت پزشکی یا مشکل ارتوپدی، دامنه حرکتی غیر طبیعی مفاصل اندام تحتانی، عدم حضور مستمر در تمرینات در نظر گرفته شد (۲۵). برای اجرای طرح ابتدا فرم رضایت به صورت آگاهانه پر شد. سپس برای اندازه گیری قد، وزن، شاخص BMI، کف پای صاف منعطف و تعادل ایستا و حس عمقی مچ پا از ابزارهای پژوهشی استفاده گردید. سپس گروه‌های آزمایشی پروتکل‌های تمرینی را اجرا کردند. گروه کنترل در این مدت برنامه تمرینی نداشتند و به فعالیت‌های همیشگی خود می‌پرداختند. تمرینات ورزشی در ۱۸ جلسه (٦ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۳۰ دقیقه) به اجرا درآمد(۲۲) (جدول ۱) و در نهایت پس از اتمام این دوره ها، از طریق همان ابزارهای اندازه گیری پس‌آزمون اجرا شد.

اندازه‌گیری افت ناوی

جهت سنجش کف پای صاف منعطف از تست افت استخوان ناویکولار به روش برادی (افت بیش از ۱۰ میلی‌متر) استفاده شد. ضریب پایایی این آزمون توسط مولر و همکاران (۱۹۹۳) و شالتز و همکاران (۲۰۰٦) برابر R=0.80 گزارش شده است. برای این منظور فرد روی صندلی بدون آن که وزنش را روی پا بیندازد، می‌نشیند. ابتدا آزمونگر با استفاده از خط کش دقیق ارتفاع استخوان ناوی را تا سطح زمین در وضعیت طبیعی تالوس باتوجه‌به برجسته‌ترین بخش توبروزیته ناوی اندازه‌گیری می‌کند. سپس این کار را در وضعیت ایستاده به‌گونه‌ای که وزن به طور مساوی روی هر دو

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

پا تقسیم شده‌اند اندازه‌گیری صورت گرفت. اختلاف ارتفاع ناوی طی این دو وضعیت را میزان افت ناوی می‌نامند که نشان‌دهنده مقدار پرونیشن یا صاف‌شدن قوس طولی داخلی پا در طول ایستادن یا تحمل وزن است (2) .



شکل شماره ۱. اندازه گیری کف پای صاف به روش برودی

تست تعادل شارپندرومبرگ (تعادل ایستا)

این آزمون شامل وضعیت ثابتی می‌باشد که در آن آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستد به طوری که پای غالب را جلوی پای غیرغالب می‌گذارد تا پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب مماس باشد. دست‌ها به حالت ضربدر روی سینه و کف دست‌ها روی شانه طرف مقابل قرار می‌گیرد. این آزمون با چشمان بسته انجام می‌شود، پس از بستن چشم‌ها کورنومتر به کار می‌افتد. تعداد ثانیه‌هایی که فرد می‌تواند موقعیت را تا ٦٠ ثانیه قبل از به هم خوردن تعادل حفظ کند به عنوان امتیاز در نظر گرفته می‌شود. در صورت خطاهایی مانند جدا کردن دست ها از قفسه سینه، باز کردن چشم‌ها، هر گونه سقوط و جا به جایی پاها آزمایش متوقف می‌شود. ییم چیپلیس و همکارانش روایی این تست با چشمان بسته را ۰/۷۶–۰/۷۷ گزارش کردند (۲٦).

تست حس عمقی مچ پا

به‌منظور اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل مچ پا، از تست بازسازی زاویه مچ پا استفاده می‌شود. در این آزمون آزمودنی به‌گونه‌ای که زوایای تنه با ران و ران با ساق ۹۰ درجه باشد روی صندلی می‌نشیند. ارتفاع صندلی به گونه‌ای انتخاب می‌شود که کف پای آزمونگر به زمین نرسد. سپس معاینه کننده به صورت غیرفعال مچ پای افراد را به ۲۰ درجه پلانتار فلکشن و ۱۰ درجه دورسی فلکشن می‌برد. سپس برای از بین بردن دید، چشمان آزمون دهنده را با یک چشم بند سیاه بسته می‌شود و از آن خواسته می‌شود تا به طور فعال پای خود را به زوایای دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن به صورت سه بار متوالی انجام ببرند. سپس تفاوت بین زاویه هدف و زاویه بازسازی شده را بدون در نظر گرفتن علامت آنها (خطای مطلق) به عنوان حس موقعیت در نظر می‌گیریم (۲۷). برای ارزیابی عملکرد فرد در حین بازسازی زوایای مورد

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

نظر از گونیامتر استفاده می‌گردد. برای این کار محور گونیامتر زیر قوزک خارجی نزدیک کف پا و بازوی ثابت در بخش خارجی نازک نی و بازوی متحرک در امتداد متاتارس چهارم قرار می‌گیرد (۲۸). السن و همکاران پایایی این تست را ۰/۷۶ اعلام کردند (۲۹).

پروتکل تمرینی

برنامه تمرینی تحقیق حاضر به مدت ٦ هفته و ۳ جلسه در هفته در مدت زمان ۳۰ دقیقه تحت نظارت مستقیم مربی حرکات اصلاحی انجام شد(۲۲). برنامه تمرینات اصلاحی در پژوهش حاضر شامل تمرینات موضعی و تمرینات جامع بود. تمرینات موضعی با هدف تقویت عضلات اینترنسیک کف پا متشکل از بالا آوردن انگشت شست، جدا کردن انگشتان، کوتاه کردن پا و بالا آوردن چهار انگشت بود و تمرینات جامع تمرینات جامع شامل تمرینات هیپ ابداکشن و هیپ اکستنشن می‌باشد که منجر به تقویت عضلات سرینی می‌گردد(۲۳). آزمودنی‌های گروه تجربی از یک روز بعد از پیش آزمون وارد برنامه تمرینات به مدت ٦ هفته شدند. تمرینات اصلاحی که برای گروه های تجربی به کار رفت، شامل ۱۸ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای (۷ دقیقه گرم کردن اولیه، ١٦ دقیقه تمرینات موضعی و یا جامع، ۷ دقیقه سرد کردن) بود. تمرین‌ها پس از ۲ هفته با تغییر در وضعیت (آزمودنی‌های گروه تجربی موضعی) و تعداد ست و تکرار (آزمودنی‌های گروه تجربی جامع) پیشرفت کردند. (١٤)(جدول ۱). همزمان با آن، گروه کنترل فعالیت معمول خود را ادامه داد. فرایند غربالگری و تمرینات حرکات اصلاحی در کانون حرکات اصلاحی تن تا در شهرستان کاشان در سال ١٤٠٢ اجرا گردید. افراد در طی اجرای تمرینات همکاری کردند و در کانون حاضر شدند و هیچ کس از افراد از مطالعه خارج نشدند.

جدول ۱. برنامه تمرینات حرکات اصلاحی

ورزش‌ها	هفته‌ها	موقعیت	ست و تکرار	تعداد در هفته
گرم‌کردن	٦		۷ دقیقه	۳
تمرینات موضعی *بالاآوردن انگشت شست *جداکردن انگشتان *کوتاه‌کردن پا *بالاآوردن چهار انگشت	هفته اول و دوم	نشسته	۱۵ تکرار ۲ ست	۳
	هفته سوم و چهارم	ایستاده		
	هفته پنجم و ششم	تک پا		
تمرینات جامع قدرتی *هیپ ابداکشن *هیپ اکستنشن	هفته اول و دوم هفته سوم و چهارم هفته پنجم و ششم	خوابیده به پهلو خوابیده به شکم	۸ تا ۱۰ تکرار ۲ ست ۱۰ تا ۱۲ تکرار ۲ ست ۱۰ تا ۱۲ تکرار ۲ ست	۳
سردکردن	٦		۷ دقیقه	۳

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

اطلاعات به‌دست‌آمده و ثبت شده از ارزیابی‌ها، با استفاده از نسخه ۲۶ نرم افزار SPSS و آمار توصیفی و استنباطی تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون شاپیروویلک برای نرمال بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لون برای همگنی واریانس استفاده شد و برای بررسی پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون، نتایج به‌دست آمده گویای این است که پیش فرض همگنی شیب رگرسیون با در سطح معناداری ۰/۰۵ معنادار نمی‌باشد. پس می‌توان گفت که پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون رعایت شده‌است با توجه به برقرار بودن شرط توزیع نرمال از آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت بین گروه ها استفاده گردید و به منظور یافتن تفاوت درون گروهی از آزمون تی زوجی استفاده شد. سطح معناداری در این تحقیق برابر با ۹۵ درصد و آلفای کوچک تر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

اطلاعات مربوط به سن، قد، وزن شرکت‌کننده‌ها در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین متغیرهای قد، وزن و سن شرکت کنندگان در هر سه گروه تفاوت معنی داری وجود ندارد.

جدول ۲. مشخصات دموگرافیک آزمودنی ها

متغیر	گروه جامع	گروه موضعی	گروه کنترل	P value
قد (سانتی‌متر)	۱۵۷,۷۰±۸,۸۶	۱۵۷,۸۸±۹,۱۰	۱۵۵,۲۳±۸,۰۸	۰,۶۱۴
وزن (کیلوگرم)	۴۶,۵۸±۷,۱۱	۴۳,۷۰±۴,۰۴	۴۵,۷۶±۷,۱۳	۰,۸۴۲
سن (سال)	۱۳,۹۴±۲,۳۸	۱۳,۴۷±۲,۱۸	۱۳,۸۸±۲,۴۲	۰,۸۱۵
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۰۰/۲۱	21.46± 3.68	22.46± 2.63	۰,۳۴۸

به‌منظور بررسی اثر شیوه‌های تمرینی مورد استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد و برای مشخص‌کردن تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید. نتایج حاصل از آزمون تجزیه‌وتحلیل کوواریانس نشان داد که بین گروه‌های سه‌گانه حاضر در مورد حس عمقی دورسی فلکشن با درنظرگرفتن مقدار p در مقایسه جفتی بین گروه‌ها مشاهده می‌شود که تفاوت بین میانگین‌های گروه جامع و موضعی با گروه کنترل معنادار بوده (P=0.000). (جدول شماره ۳) همچنین آزمون تعقیبی نشان داد که باتوجه‌به پایین‌تر بودن میانگین گروه تمرینی جامع نسبت به گروه کنترل چنین استنباط می‌شود که هر دو شیوه مورد استفاده تمرینی در این پژوهش در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری باعث بهبود حس عمقی دورسی فلکشن و پلانتارفلکشن در افراد دارای کف پای صاف منعطف می‌شود (p=0.000).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

نتایج حاصـــل از آزمـــون تجزیه‌وتحلیل کوواریانـــس نشان داد در مقایسه زوجی بین گروه‌های تمرینی و کنترل در مورد متغیر افت ناوی و همچنین در مقایسه گروه‌های تمرینی آن با یکدیگر تفاوت معناداری یافت شد. (p=0. 00) (جدول شماره ۳) همچنین نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که با توجه به پایین تر بودن میانگین هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل و پایین تر بودن میانگین گروه جامع نسبت به سایر گروه ها نتیجه گرفته می شود که تفاوت معنا داری در اثر بخشی تمرینات جامع در بهبود افت ناوی افراد دارای کف پای صاف منعطف وجود دارد P=0.۰۰۰)).

جدول ۳. نتایج آزمون کوواریانس بین گروهی برای درجه خطای حس عمقی دورسی فلکشن و پلانتارفلکشن، افت ناوی و تعادل

منبع	متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
پیش‌آزمون	دورسی فلکشن	۵۸,۷۱۰	۱	۵۸,۷۱۰	۲۰,۷۶۳	P=0.000	۰,۳۰۶
	پلانتارفلکشن	٤٥٤,٧٦٦	۱	٤٥٤,٧٦٦	٥٠,٣٩٩	P=0.000	۰,٥١٧
	افت ناوی	۳,۹۰۹	۱	۳,۹۰۹	٥٠,٣٩٠	P=0.000	۰,٥١٧
	تعادل	٤٨٣٤,٤٤٣	۱	٤٨٣٤,٤٤٣	٢٥,١٢٧	P=0.000	۰,٣٤٨
گروه	دورسی فلکشن	۸۱,۱۲۸	۲	٤۰,٥٦٤	١٤,٣٤٦	P=0.000	۰,٣٧٩
	پلانتارفلکشن	٢٤٥,٦٥١	۲	١٢٢,٨٢٦	١٣,٦١٢	P=0.000	۰,٣٦٧
	افت ناوی	٥,٧٨٩	۲	۲,۸۹۸	٣٧,٣١٥	P=0.000	۰,٦١٤
	تعادل	٣٤٧٥,٦٢٤	۲	١٧٣٧,٨١٢	۹,۰۳۲	P=0.000	۰,۲۷۸
خطا	دورسی فلکشن	١٣٢,٨٩٦	٤٧	۲,۸۲۸	–	–	–
	پلانتارفلکشن	٤٢٤,۰۹۹	٤٧	۹,۰۲۳	–	–	–
	افت ناوی	۳,٦٤٦	٤٧	۰,۰۷۸	–	–	–
	تعادل	۹۰٤۲,٦٥١	٤٧	١٩٢,٣٩٧	–	–	–

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

همچنین نتایج حاصـــل از آزمـــون تجزیه‌وتحلیل کوواریانـــس نشان داد تفاوت بین میانگین متغیر تعادل در گروه جامع و موضعی با گروه کنترل معنادار بوده است.(p=0.001) (جدول شماره ۳). همچنین آزمون تعقیبی نشان داد که باتوجه به بالاتر بودن میانگین گروه های تمرینی نسبت به گروه کنترل چنین استنباط می شود که هر دو شیوه تمرینی مورد استفاده در این پژوهش در مقایسه با گروه کنترل به طور معنا داری باعث بهبود تعادل درافراد دارای کف پای صاف منعطف می شود. همچنین تفاوت بین میانگین گروه جامع و گروه موضعی معنادار نبود (P=0.623) بدین ترتیب نتیجه گرفته می شود که بین تاثیر گروه موضعی و جامع در تعادل افراد دارای کف پای صاف منعطف اختلاف معنا داری وجود ندارد. همچنین به منظور یافتن تفاوت درون گروهی از آزمون تی زوجی استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ٤ نشان داده است.

جدول ٤. شاخص‌های توصیفی پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای پژوهش در گروه های جامع،موضعی و کنترل

متغیرها	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P آزمون Paired t-test	t
حس عمقی پلانتار فلکشن (درجه خطای بازسازی)	موضعی	٦,٨٢±١١,٢١	١,٩٥±٦,٣٢	٠,٠٠٥	٣,٢٢٩
	جامع	٦,٥٩±٩,٤٣	٤,٠٩±٥,٦٦	٠,٠٠٧	٣,٠٩٧
	کنترل	٧,١٩±٩,٠٥	٥,٨٦±١٠,٠٩	٠,٠٨٨	١,٨١٥
حس عمقی دورسی فلکشن (درجه خطای بازسازی)	موضعی	٢,٣٧±٥,١٧	٢,١٥±٣,٦٠	٠,٠٠٠	٦,٠٧٦
	جامع	٢,٢٣±٣,٧٦	١,٣٣±١,٨٣	٠,٠١٣	٢,٧٧٨
	کنترل	٢,٣٢±٤,٩٥	٢,٣٥±٥,٣٥	٠,١٤	١,٥٤١
افت ناوی (سانتی‌متر)	موضعی	٠,٢٧±١,٧٠	٠,٢٨±١,٠٢	٠,٠٠٠	١٦,٦٢٠
	جامع	٠,٤٨±١,٨٥	٠,٤٧±٠,٧٠	٠,٠٠٠	١٠,١٥٦
	کنترل	٠/٤٦±١,٥٠	٠,٤٠±١,٣٣	٠,٣٣	١,٠٠
تعادل (ثانیه)	موضعی	١٦,٥٧±٣١,٥٥	١٩,٢٩±٤٨,٢٠	٠,٠٠١	٣,٩٢٥
	جامع	٢٠,٤٣±٣٢,٩٠	١٨,٨٣±٤٦,٦٤	٠,٠١١	٢,٨٥٤
	کنترل	١٣,٤٣±٢٥,٠٤	١٣,٤٣±٢٥,٠٤	٠,٦٤٤	٠,٤٧١

بحث

هدف از این مطالعه بررسی اثر شش هفته تمرینات جامع و موضعی بر حس عمقی، تعادل و افت ناوی دختران ۱۸-۱۰ سال دارای کف پای صاف منعطف بود. نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات جامع و موضعی سبب بهبود حس عمقی، تعادل و افت ناوی دختران دارای کف پای صاف شده است. کاهش میانگین خطای بازسازی مفصل مچ پا بعد از شش هفته تمرینات جامع و موضعی نشان دهنده بهبود حس عمقی مفصل مچ پای افراد است. حس عمقی تامین کننده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

بخش مهمی از اطلاعات پیرامونی برای کنترل حرکت است(۳۰). از حس عمقی به عنوان آگاهی از وضعیت قسمت های مختلف بدن در هر لحظه در فضا و باز خوردی از اندام به سیستم عصبی مرکزی یاد شده و سبب ایجاد انسجام در واحدهای حرکتی می شود(۳۱). که در صورت اختلال حس عمقی، تغییرات محیطی و مرکزی در سیستم عصبی مرکزی ایجاد می شود و در نهایت منجر به اختلال در کنترل حسی حرکتی می گردد که در نتیجه سیستم عصبی مرکزی اطلاعات کمتری برای تخمین حرکات بدن خواهد داشت و در نتیجه ثبات وضعیتی کاهش می یابد(۳۲) . نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات جامع و موضعی باعث بهبود حس عمقی مچ پای افراد شرکت کننده در مطالعه شد، که با نتایج سوزوکی و همکاران (۲۰۰٤)(۳۳)، سکر و همکاران(۳٤)، گل چینی و همکاران (۱۳۹۷)(۳۵) ،قربانی و همکاران (۳٦)، یلفانی و همکاران (۲۰۲۳)(۲۳)، همخوانی دارد. سوزوکی و یلفانی و قربانی گزارش کردند که حس‌عمقی، افت ناوی و تعادل آزمودنی‌های گروه تجربی و گروه کنترل قبل از اعمال تمرینات تفاوتی نداشت، اما این روند بعد از اجرای تمرینات معکوس می شود و افراد گروه تجربی دارای ثبات پوسچر و حس عمقی بهتری نسبت به پیش آزمون و گروه کنترل خواهند داشت(۲۳, ۳۳, ۳٦). یلفانی و همکاران در پژوهش خود از بازی های اصلاحی و سوزوکی از تمرینات قدرتی و تعادلی استفاده کردند(۲۳)، اما در مطالعه حاضر از تمرینات جامع و موضعی استفاده گردید. همچنین گل چینی و همکاران گزارش کردند که حس عمقی افراد دارای کف پای صاف بعد از انجام تمرینات سیستماتیک بهبود یافت(۳۵). از سوی دیگر نتایج مطالعه حاضر مبنی بر تاثیر تمرینات جامع و موضعی بر روی حس عمقی با نتایج منافی و همکاران همخوانی نداشت، آنان دریافتند که تمرینات درمانده باعث ایجاد بهبود حس عمقی در دختران دارای کف پای صاف نمی شود(۳۷). دلایل احتمالی این تناقض ها را می‌توان به تفاوت در مدت زمان دوره های تمرینی تحقیق مذکور و مطالعه حاضر و یا تفاوت در ماهیت پروتکل تمرینی در این تحقیق ها نسبت داد.

بیان شده است که تمرینات قدرتی از طریق ایجاد سازگاری در اندام‌های وتری گلژی که یکی از گیرنده‌های حس عمقی است می‌تواند به ایجاد تعادل و فرستادن اطلاعات صحیح به تشکیلات شبکه‌ای ساقه مغز و قشر مخ منجر شود. همچنین در پی تحقیقات انجام شده (۲۸) نشان داده شد که به کارگیری تمرینات اصلاحی مناسب موجب افزایش کارایی عضلات و گیرندهای مفصلی، دوک عضلانی و اندام وتری گلژی می‌گردد.

از نظر معنی‌دار بودن بر تعادل ایستا متعاقب با یک دوره تمرین جامع و موضعی، یافته‌های تحقیق با نتایج یولیانتی و همکاران (۲۰۲۳) (۳۸)، انگکاناوات و همکاران (۲۰۲۳) (۳۹)، کاظمی پاکدل و همکاران (۱٤۰۲) (٤۰) و روشندل و همکاران (۱٤۰۰) (٤۱) همسو بود. از جمله دلایل افزایش تعادل ناشی از تمرینات قدرتی، تسهیل و هم‌زمان‌سازی واحدهای حرکتی تند انقباض و بزرگ (٤۲)، تحریک دوک‌های عضلانی، کاهش اثر خود مهاری اندام‌های وتری گلژی و افزایش هماهنگی عضلات درگیر در فعالیت‌های هم انقباض بیان شده است. با تحریک دوک‌های عضلانی، انقباض عضلانی باعث افزایش این حساسیت در دوک‌های حس وضعیت مفصل را بهبود می‌بخشد که بر کنترل مفصل تأثیر بسزایی دارد (٤۳) و بهبود حس عمقی نیز احتمالاً می‌تواند به بهبود تعادل ایستا منجر شود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

از سوی دیگر نتایج مطالعه حاضر مبنی بر تأثیر تمرینات اصلاحی بر بهبود تعادل با نتایج اسکات و همکاران همسو نبود (٤٤). آنان دریافتند که تمرینات اصلاحی باعث ایجاد بهبود معنادار در تعادل ایستا افراد نمی‌شود. دلایل احتمالی این تناقض‌ها را می‌توان به نوع و مدت زمان تمرین نسبت داد. یولیانتی و همکاران (۲۰۲۳) در تحقیق خود به بررسی اثر تمرینات اصلاحی جامع بر تعادل ایستا پرداختند. آن ها گزارش کردند که تعادل ایستای افراد دارای کف پای صاف بهبود یافت و بیان کردند که فعالیت هماهنگ ایجاد شده در عضلات بعد از تمرینات اصلاحی علت اصلی بهبود تعادل بوده است (۳۰). کاظمی پاکدل و همکاران (۱٤۰۲)، نیز همانند پژوهش حاضر تعادل را با اجرای آزمون های تعادلی ایستا مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که تعادل ایستا به دنبال یک دوره تمرینات اصلاحی به طور معناداری بهبود پیدا کرده است (۳۲). این پژوهشگران چنین بیان کردند که تمرینات اصلاحی طی ٦ هفته با ایجاد سازگاریی های عصبی عضلانی خصوصا در زنجیره های حرکتی، این مکانیسم ثباتی را بازیابی کند و از این راه مسیرهای عصبی جدید برای ارسال پیام های محیطی به سیستم عصبی مرکزی ایجاد کند و با افزایش وابران های حرکتی از مغز به عضلات، کنترل قوس پا را به شکل فعال به دست آورد و منجر به اصلاح ناهنجاری قوس کف پا و افزایش تعادل گردد (۳۲).

از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر کاهش قابل‌توجهی در مقدار افت ناویکولار دختران دارای کف پای صاف بعد از ٦ هفته تمرین موضعی و جامع را نشان داد. بیریج واسی و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که عضلات درگیر در تمرینات موضعی منجر به تثبیت قوس طولی داخلی می‌گردد و نقش عصبی عضلانی مهمی در تنظیم دقیق موقعیت قوس در طول فعالیت‌های عملکردی تحمل وزن دارند (۲۲). در میان عضلات اینترنسیک، عضله هالوسیس ابداکتور نقش مهمی در حفظ قوس کف پا دارد. عضله هالوسیس ابدکتور در تحمل وزن و هل‌دادن بدن به سمت جلو در هنگام پوش اف نقش مهمی را دارد (٤٥). عضلات اینترنسیک نقش مهمی در تعادل ایستا ایفا می‌کنند؛ مانند ایستادن روی یک پا و تنظیم وضعیت بدن (٤٦). همچنین پارک و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش خود گزارش کردند که با افزایش قدرت عضلات عمل‌کننده بر ناحیه پا در طول تمرینات و کاهش فاشیای کف‌پایی اختلاف ارتفاع افت ناوی کاهش‌یافته و از این طریق پاسچر کف پا اصلاح شده است (٤٧). لین و همکاران (۲۰۱۲) و کیم و همکاران (۲۰۲۰) دریافتند که ۵ هفته تمرینات اینترنسیک موجب بهبود تعادل و افت ناویکولار در افراد دارای کف پای صاف شدند (٤٤, ٤٨). کوه و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که ضعف و اختلال عضلات چرخاننده خارجی می‌تواند منجر به اداکشن هیپ و چرخش داخلی و ولگوس پویای زانو شود که می‌تواند روی پرونیشن پا اثر بگذارد (٤۹). عضلات گلوتئال (ماکسیموس، مدیوس، مینیموس) با خنثی کردن گشتاور ادداکشن ران و حفظ الایمنت پا به‌وسیله کنترل استریکی ادداکشن و اینترنال روتیشن و اکسترنال روتیشن موجب پایداری لگن و کاهش پروناسیون می‌گردد (٤۹). ضعف عضلات گلوتئال باعث چرخش داخلی مفصل ران و افزایش پرونیشن پا می‌گردد. فعال‌کردن مجدد عضله‌های گلوتئال الگوهای صحیح را دوباره برقرار می‌کند. ازاین‌رو، تقویت عضلات گلوتئال به طور غیرمستقیم زنجیره کینتیک را تقویت می‌کند و به بهبود صافی کف پا کمک می‌کند (٤۹).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

در مورد اینکه برنامه تمرینات اصلاحی چگونه می‌تواند بر حس عمقی، تعادل و افت ناوی تاثیر بگذارد، باید بیان کرد که کشش، انقباض و تقویت عضلانی عضلات ران، زانو ، ساق پا، مچ پا و کف پا ممکن است باعث بهبود سیستم عصبی عضلانی و هماهنگی و توازن آن ها شود. همچنین ممکن است منجر به افزایش کارایی و تعداد گیرنده های حس‌عمقی عضلات (دوک عضلانی و اندام گلژی) و گیرنده های مفصلی و در نتیجه کاهش میانگین خطای مطلق زاویه بازسازی و افزایش حس عمقی مفصل مچ پا شود (۵۰). با توجه به یافته های پژوهش حاضر می توان نتیجه گیری کرد که هم تمرینات جامع و هم تمرینات موضعی می‌توانند سبب بهبود حس‌عمقی، تعادل و افت ناویکولار شوند و به تبع آن سبب کاهش ریسک ابتلا به آسیب در افراد و ورزشکاران گردد. علاوه بر این نتایج این مطالعه نشان داد که بهبود موارد گفته شده در هر دو نوع تمرین با یکدیگر تفاوت ندارد. بهبود رابطه طول-تنش عضلانی شود که این امر باعث افزایش ورودی های عصبی به عضلات مورد تمرین شده است و از طرفی هنگامی که یک عضله اسکلتی تحت یک اضافه بار قرار گیرد، تغییراتی در مایوفیبرها و ماتریکس خارج سلولی آن رخ می دهد و صورت می‌گیرد (۱۲, ۵۱). این امر زنجیره ای از رویدادهای میوژنیک را ایجاد می کند که در نهایت به افزایش اندازه و مقدار پروتئین های انقباضی میوفبریلار مانند اکتین و میوزین و همچنین تعداد کل سارکومرها به صورت موازی منجر می‌شود(۵۲). به طور کلی، تمرینات جامع و موضعی می‌توانند به تثبیت و تقویت عضلات پا کمک کنند و در نتیجه تاثیر مثبتی بر بهبود وضعیت پای صاف در کودکان داشته باشند. بنابراین به معلمان ورزش، مربیان تیم های ورزشی توصیه می شود که از هر دو نوع تمرین برای اهداف پیشگیرانه خود استفاده نمایند.

محدودیت‌های مطالعه

در تحقیق حاضر محدودیت‌هایی وجود دارد یک: شش هفته ممکن است برای ارزیابی تغییرات بلندمدت در حس عمقی، تعادل و افت ناوی مچ پا کافی نباشد، لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده مدت‌زمان دوره تمرینی بیشتر باشد. دوم: عدم استفاده از ابزار استاندارد همچون دستگاه تجزیه‌وتحلیل حرکت و بیودکس تعادلی، و پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از ابزارهای با دقت اندازه‌گیری بیشتر استفاده شود. در نهایت اینکه در این مطالعه امکان بررسی و ارزیابی مجدد متغیرهای پس از دوره تمرینی و تست ثانویه نبوده است. همچنین پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده به‌منظور بررسی میزان ماندگار اثر تمرین دوره آزمون پیگیری داشته باشند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تمرینات جامع و موضعی احتمالاً سبب بهبودی حس عمقی، تعادل و افت ناویکولار در دختران مبتلا به کف پای صاف می‌شود؛ بنابراین باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش به نظر می‌رسد معلمان و مربیان ورزشی می‌توانند از مزایای تمرینات جامع و موضعی در جهت پیشگیری و اصلاح وضعیت پاسچر کف پا بهره بگیرند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

References

1. Aenumulapalli A, Kulkarni MM, Gandotra AR. Prevalence of flexible flat foot in adults: A cross-sectional study. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR. 2017;11(6):AC17.. DOI: 10. 860/JCDR/2017/26566.10059
2. Fakoor Rashid H, Daneshmandi H. The effects of a 6 weeks corrective exercise program on improving flat foot and static balance in boys. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2013;1(2):52-66.. https://doi. rg/10.22077/jpsbs.2013.37
3. Ueki Y, Sakuma E, Wada I. Pathology and management of flexible flat foot in children. Journal of orthopaedic science. 2019;24(1):9-13.. https://doi. rg/10.1016/j.jos.2018.09.018
4. Butterworth PA, Menz HB, Urquhart DM, Cicuttini FM, Pasco JA, Brennan SL, et al. The association between obesity and foot pain: metabolic, biomechanical or both? Journal of Foot and Ankle Research. 2015;8(2):1-. doi: 10. 186/1757-1146-8-S2-O5
5. Haendlmayer KT, Harris NJ. (ii) Flatfoot deformity: an overview. Orthopaedics and Trauma. 2009;23(6):395-403. https://doi. rg/10.1016/j.mporth.2009.09.006
6. Hamstra-Wright KL, Bliven KCH, Bay C. Risk factors for medial tibial stress syndrome in physically active individuals such as runners and military personnel: a systematic review and meta-analysis. British journal of sports medicine. 2015;49(6):362-9. doi: 10. 085/1062-6050-51.12.13
7. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. The American journal of sports medicine. ۲۰۰۹;۳۷(۱۱):۱۶-۲۱۰۸ https://doi.org/10.1177/0363546509337934.
8. Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Levinger P, Murley GS, Menz HB. Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. Gait & posture. 2018;62:235-40. https://doi. rg/10.1016/j.gaitpost.2018.03.00۵
9. Buldt AK, Allan JJ, Landorf KB, Menz HB. The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: a systematic review. Gait & posture. 2018;62:56-67. https://doi. rg/10.1016/j.gaitpost.2018.02.026
10. Sahrmann S. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines: Elsevier Health Sciences; .۲۰۱۰
11. Bayıroğlu G, Pisirici P, Feyzioğlu Ö. The effect of different subtalar joint pronation amounts on postural stability, function and lower extremity alignment in healthy individuals. The Foot. 2024;60:102123.. doi:10. 016/j.foot.2024.102123
12. Clark M, Lucett S. NASM essentials of corrective exercise training: Lippincott Williams & Wilkins; .۲۰۱۰
13. McCormack AP, Ching RP, Sangeorzan BJ. Biomechanics of procedures used in adult flatfoot deformity. Foot and ankle clinics. ۲۰۰۱;۶(۱):۲۳-۱۵ DOI:https://doi.org/10.1016/S1083-7515(03)00072-X
14. Feger MA, Snell S, Handsfield GG, Blemker SS, Wombacher E, Fry R, et al. Diminished foot and ankle muscle volumes in young adults with chronic ankle instability. Orthopaedic journal of sports medicine. 2016;4(6):2325967116653719. https://doi. rg/10.11۲۳۲۵۹۶۷۱۱۶۶۵۳۷۱۹/۷۷
15. Holmes A, Delahunt E. Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. Sports medicine. 2009;39:207-24. DOI: 10. 165/00007256-200939030-00003
16. Muhsin MAA, Ghazwan A, editors. The Impact of flat foot on the Clinical Measurement of Foot Posture and Dynamic Balance. ۲۰۲۳IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT); ۲۰۲۳: IEEE. DOI: 10.1109/JEEIT58638.2023.10185761
17. Rome K, Brown C. Randomized clinical trial into the impact of rigid foot orthoses on balance parameters in excessively pronated feet. Clinical rehabilitation. 2004;18(6):624-30. https://doi. rg/10.1191/0269215504cr767oa
18. Birinci T, Demirbas SB. Relationship between the mobility of medial longitudinal arch and postural control Acta orthopaedica et traumatologica turcica. 2017;51(3):233-7. https://doi. rg/10.1016/j.aott.2016.11.004
19. Im B, Kim Y, Chung Y, Hwang S. Effects of scapular stabilization exercise on neck posture and muscle activation in individuals with neck pain and forward head posture. Journal of physical therapy science. 2015;28(3):951-5. https://doi. rg/10.1589/jpts۲۸/۹۵۱.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

20. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. The American journal of sports medicine. ۱۹۹۷;۲۵(۱): ۷-۱۳۰ https://doi.org/10.1177/036354659702500126.
21. Gross KD, Felson DT, Niu J, Hunter DJ, Guermazi A, Roemer FW, et al. Association of flat feet with knee pain and cartilage damage in older adults. Arthritis care & research. ۲۰۱۱;۶۳(۷): ۴۴-۹۳۷ https://doi.org/10.1002/acr.20431.
22. Brijwasi T, Borkar P. A comprehensive exercise program improves foot alignment in people with flexible flat foot: a randomised trial. Journal of physiotherapy. 2023;69(1):42-6. https://doi.rg/10.1016/j.jphys.2022.11.011
23. Yalfani A, Bak S, Asgarpoor A. The Effect of Eight Weeks of Selected Corrective Games on the Balance, Proprioception, and Changes in the Arch of the Foot in Adolescent Girls With Pronation Distortion Syndrome2023;13(2):113-26. . oi: 10.32598/ptj.13.2۵۵۹/۱.
24. Khodaverdi Zade M. Effect of Comprehensive and Local Corrective Movements in Correcting Flat Foot Deformities in 12-8 Years Old Boys. Student Sports & Health Open Researches e-journal:13-9:(1)3;2022. https://journals.sbmu.ac.ir/soren. doi: 10.32598/irj.18.2.937.1
25. Bian R, Jia G, Zhu L, Ainiwa A, Dong X, Wang H. Factors influencing the flexible flatfoot in preschool children and analysis of the effects of orthopedic insoles. .۲۰۲۴ DOI : 10.7507/1002-0179.202402140
26. Nemati F, Zareei M, Barzegar bafrouei M. The Effect Of An Eight-Week Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Program On The Performance Of Elite Female Kabaddi Players. RSMT 2024; 22 (28) :52-72
27. Yim-Chiplis PK, Talbot LA. Defining and measuring balance in adults. Biological research for nursing. ۲۰۰۰;۱(۴):.۳۱-۳۲۱ https://doi.org/10.1177/109980040000100408
28. Iris M, Monterde S, Salvador M, Salvat I, Fernández-Ballart J, Judith B. Ankle taping can improve proprioception in healthy volunteers. Foot & ankle international. ۲۰۱۰;۳۱(۱۲):.۱۰۶-۱۰۹۹ https://doi.org/10.3113/FAI.2010.1099
29. Kaur B, Kaushal K, Kaur S. Effect of cryokinetics on talofibular ligament of improving proprioception of the ankle joint among sports person having ankle sprain. Indian J Physiother Occup Ther. .۵-۱۸۰:(۱۳)۱۳;۲۰۱۹. DOI Number: 10.5958/0973-5674.2019.00069.8
30. Olsen O-E, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. Bmj. ۲۰۰۵;۳۳۰(۷۴۸۹):.۴۴۹ https://doi.org/10.1136/bmj.38330.632801.8F
31. Dehner C, Heym B, Maier D, Sander S, Arand M, Elbel M ,et al. Postural control deficit in acute QTF grade II whiplash injuries. Gait & posture. ۲۰۰۸;۲۸(۱):.۹-۱۱۳ https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.10.007
32. Afzali nasab gorohi R, Daneshjoo A, Sahebozamani M. The Effect Of 8 Weeks Of Feedback And Feed Forward Neuromuscular Training On Balance And Strength In Female With High Risk Of Injury. RSMT 2024; 22 (28) :31-51
33. Shadrach JL, Gomez-Frittelli J, Kaltschmidt JA. Proprioception revisited: where do we stand? Current opinion in physiology. ۲۰۲۱;.۸-۲۱:۲۳. DOI: 10.1016/j.cophys.2021.02.003
34. Suzuki R. The Effect of a ۶-Week Strength and Balance Training Program on Navicular Drop and Proprioception in Excessive Pronated Foot. .۲۰۰۴. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.02.023
35. Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. ۲۰۰۷;.۶۴-۱۵:۶۵۴ .DOI: ۱۰/۱۰۰۷/s۸-۰۱۰۸-۰۰۶-۰۰۱۶۷
36. Golchini A, Rahnama N. The Effect of Systematic Corrective Exercises on the Ankle Proprioception in People with Functional Pronation Distortion Syndrome. J Res Rehabil Sci 2018; 14(6): 366-74. doi: 10.4103/ijpvm.IJPVM_303_19
37. Ghorbani M, Yaali R, Sadeghi H, Luczak T. The effect of foot posture on static balance, ankle and knee proprioception in ۱۸-to-۲۵-year-old female student: a cross-sectional study. BMC musculoskeletal disorders. ۲۰۲۳;۲۴(۱):.۵۴۷ https://doi.org/10.1186/s12891-023-06678-2
38. Manafi M, Shojaedin S, Solieman Fallah M. Compare the Effect of Exhaustive Activity on Dynamic Balance, Joint Mobility and Joint Proprioception Ankle Women with Flat, Hollow and Normal Feet. Journal of Safety Promotion & Injury Prevention. 2022;10(3). Doi: 10.22037/iipm.v10i3.38537.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]

39. Yulianti A, Indarti BYH, Rahmadanti RA, Ma'rufa SA, Lubis ZI. The Effect of Strengthening Ball Roll Exercise on the Static Balance and Flexibility in Children with Flatfoot at ۶-۴Years. KnE Medicine. ۲۰۲۳:۲۷۶–۸۳–.۸۳ DOI: 10.18502/kme.v3i3.13514
40. Engkananuwat P, Kanlayanaphotporn R. Gluteus medius muscle strengthening exercise effects on medial longitudinal arch height in individuals with flexible flatfoot: a randomized controlled trial. Journal of exercise rehabilitation. ۲۰۲۳;۱۹(۱):.۵۷ doi: 10.12965/jer.2244572.286
41. Kazemi Pakdel F, Sedaghati P. The effect of corrective exercise on the foot posture and balance in female karate athletes with flat foot. Journal of rehabilitation medicine. 2023;12(1):114-131. doi. 10.32598/SJRM.12.1.9
42. Roshandel Hesari A, Sabbagh Langeroudi M, Nazzari R. The impact of an exercise on static balance of freestyle wrestlers with flat foot. Journal of sport biomechanics. 2022; 7(4):250-259. Doi: 10.32598/biomechanics.7.4.252.4.
43. du Plessis R, Dembskey N, Bassett SH. Effects of an isometric exercise training program on muscular strength, ankle mobility, and balance in patients with diabetic peripheral neuropathy in the lower legs in South Africa. International Journal of Diabetes in Developing Countries. ۲۰۲۳;۴۳(۲):۷-۲۵۲ DOI: 10.1007/s13410-022-01068-1
44. Zouita S, Zouhal H, Ferchichi H, Paillard T, Dziri C, Hackney AC, et al. Effects of combined balance and strength training on measures of balance and muscle strength in older women with a history of falls. Frontiers in physiology. ۲۰۲۰;.۱۱:۶۱۹۰۱۶ DOI: 10.3389/fphys.2020.619016
45. Lynn SK, Padilla RA, Tsang KK. Differences in static-and dynamic-balance task performance after ۴weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. Journal of sport rehabilitation. ۲۰۱۲;۲۱(۴):.۳۳-۳۲۷ https://doi.org/10.1123/jsr.21.4.327
46. Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. Manual therapy. ۲۰۱۳;۱۸(۵):.۳۰-۴۲۵ https://doi.org/10.1016/j.math.2013.02.007
47. Goldmann J-P, Sanno M, Willwacher S, Heinrich K, Brüggemann G-P. The potential of toe flexor muscles to enhance performance. Journal of sports sciences. ۲۰۱۳;۳۱(۴):-۴۲۴ .۳۳ DOI: 10.1080/02640414.2012.736627
48. Park D-J, Lee K-S, Park S-Y, editors. Effects of two foot-ankle interventions on foot structure, function, and balance ability in obese people with pes planus. Healthcare; ۲۰۲۱: MDPI. https://doi.org/10.3390/healthcare9060667
49. Kim JS, Lee MY. The effect of short foot exercise using visual feedback on the balance and accuracy of knee joint movement in subjects with flexible flatfoot. Medicine. ۲۰۲۰;۹۹(۱۳):e۱۹۲۶۰ DOI: 10.1097/MD.0000000000019260
50. .Ghorbani M, Yaali R. The Effect Of Pilates Exercises On Postural Control And Proprioception Of Lower Limb Joints In Girls 18-25 Year-Old. RSMT 2024; 22 (28) :89-108
51. Koh E-k, Weon J-H, Jung D-Y. Effects of activation of gluteus maximus and abdominal muscle using EMG Biofeedback on lumbosacral and tibiocalcaneal angles in standing position. The Journal of Korean Physical Therapy. ۲۰۱۳;۲۵(۶):.۶-۴۱۱
52. Najafi M, Shojaedin S, Haddadnejad M, Barati AH. Effect of eight-week corrective exercises on the activity of involved muscles in ankle balance strategies in girls with lower limb pronation syndrome. J Rehab Med. ۲۰۱۸;۷(۱):.۸۷-۷۷ DOI 10.22037/JRM.2018.110812.1546
53. Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, Contreras B, Sonmez G, Alvar BA. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. The Journal of Strength & Conditioning Research. ۲۰۱۴;۲۸(۱۰):.۱۸-۲۹۰۹. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000480
54. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. Journal of sports sciences. ۲۰۱۷;۳۵(۱۱):.۸۲-۱۰۷۳. DOI: 10.1080/02640414.2016.1210197

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.29.13.9]