



The effects of dynamic neuromuscular stabilization exercises and Otago on balance, proprioception and trunk endurance of elderly women with a history of falling: A Randomized Control Trial

Keshtiaray, Ali¹; Vazneh, Narjes²; Hosseini, Seyed Mohammad^{*3}

1. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. MSc. student, Department of Pathology and Corrective Movements, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Isfahan Azad University (Khorasgan), Isfahan, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Health and Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Received 14 November 2023; Accepted 23 January 2024

Keywords

Dynamic
neuromuscular
stabilization
exercises
Otago exercises
Balance
Proprioception
Endurance
Elderly

Abstract

Background and purpose: The present study was conducted to compare the effect of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) exercises and Otago on balance, proprioception and trunk endurance of elderly women.

Methods: 45 elderly participants were divided into three groups: control, DNS, and Otago exercises, each consisting of 15 individuals. Sharpand-Romberg tests as well as standing and walking time were used to evaluate static and dynamic balance (DB). Trunk endurance was evaluated with a 60-degree flexion test and trunk proprioception with a goniometer. After evaluating the variables, the subjects of the training groups performed the exercises for 6 weeks. The control group did their daily activities. After the training program, a post-test was conducted, and statistical analysis was performed using SPSS version 24 software. The analysis of covariance and post hoc Bonferroni test were utilized to compare the research factors between the experimental and control groups at a significance level of 0.05.

Results: The results of the research showed that between the control group with DNS and the control group with Otago in static balance ($p=0.001$), DB ($p=0.001$ and $p=0.005$), trunk proprioception ($p=0.001$) and trunk endurance ($p=0.001$, $p=0.003$). Also, a significant difference was observed between the two groups of DNS-Otago in the variables of trunk proprioception ($p=0.004$) and trunk endurance ($p=0.002$). However, this difference was not significant in the field of static and DB ($p>0.05$).

Conclusion: The results of this study demonstrate the effectiveness of both DNS exercises and Otago in improving balance, endurance, and trunk proprioception in the elderly. These findings emphasize the importance of utilizing these exercises to enhance the functional level of older adults.

* Corresponding Author: Tel: 09121581329

✉ Email: moh_hosseini@sbu.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Aging is associated with various complications and disorders. Osteoporosis in older people is one of the causes of falls, followed by the fear of falling. Fear of falling is an internal psychological phenomenon of older people and was initially defined as low perceived self-efficacy or confidence in avoiding falls during relatively non-hazardous daily activities (1). Fear of falling is associated with a range of adverse health outcomes such as loss of independence, activity limitation, risk of falling, reduced social activity, and poor quality of life for older adults (2). The etiology of fear of falling is unclear but includes physical, cognitive, and psychological components that do not necessarily overlap and are associated with loss of postural control, functional impairment, motor disability, and a history of falls (3). One of the factors that cause fear of falling in the elderly is muscle weakness and disorders related to posture control and balance. Therefore, the present study was conducted to determine the effect of eight weeks of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) exercises and Otago on the balance, proprioception, and trunk endurance of older people to determine which exercise had a greater effect compared to the other exercise or whether there is a difference between the effects of the two exercise programs?

Methodology

The current research was applied and semi-experimental. The statistical population of the present study was made up of older women in the age range of 65 to 75 years in Isfahan City. The statistical population according to the output of G*power software for the statistical test of covariance with effect size values of 0.5, alpha 0.05, and power 0.8, at least 42 people were needed for this research (12 people in each group). However, due to the possible drop in the groups, 15 people in each group were selected as research samples, and in the end, all the subjects finished their work with 100% retention.

To select the subjects, they went to the Lotus Hall

in Asgarieh Street, Isfahan, and by distributing the questionnaire, the subjects who were willing to participate in the research were selected as available and (with the inclusion criteria) randomly divided into three groups (control, DNS and Otago) were divided. Among the entry criteria are age (between 65 and 75 years old), gender (female), absence of head, spine, pelvis, thigh, knee, and ankle injuries and other injuries affecting balance, and history of falling. It had been at least three months since the balance was disturbed (18). Reluctance to continue the research and observing disability to the extent that the person was unable to do exercises and using a particular drug that affects the research factors were among the criteria for exiting the research. After completing the consent form, which these people and one of their family members, anthropometric measurements, including the height and weight of the subjects, were taken. Then, the subjects performed Sharpan-Romberg tests and the time to get up and go to evaluate static and dynamic balance. After that, trunk endurance in older people was evaluated with a 60-degree trunk flexion test and trunk depth sensation with a goniometer. It is worth mentioning that to control the effect of fatigue on performance, the tests were not performed consecutively, and the next test was taken separately. The subjects of the intervention groups did the exercises for eight weeks in Lotus Hall. During this period, the control group did their daily activities. After the end of the training program, the subjects were given a post-test.

Results

Descriptive statistics were related to weight, age, height, and BMI variables. The mean and standard deviation of age is 68.40 ± 3.16 years, height 1.61 ± 0.06 meters, weight 68.80 ± 3.34 kg, and body mass index (BMI) 26.56 ± 1.22 kg/m² in the control group. In the DNS group, the average age was 70.00 ± 2.88 years, height 1.63 ± 0.07 meters, weight 70.40 ± 4.72 kg, and BMI 26.54 ± 1.67 kg/m². Also, in the Otago training group, the average age was 69.73 ± 3.06 years, height 1.61 ± 0.06 meters, weight 70.53 ± 8.28 kg, and BMI 27.23 ± 2.95 kg/m² (Table 1).

Table 1. Covariance analysis test table for the studied variables.

Variable	Groups	Post-test mean \pm Standard deviation	F	P	Eta squared
Static balance blindfolded (Second)	Stabilization	17.02 \pm 2.98	40.579	0.001	0.664
	Otago	17.67 \pm 3.99			
	Control	15.45 \pm 3.41			
Dynamic balance (Second)	Stabilization	11.48 \pm 1.26	9.068	0.001	0.307
	Otago	11.64 \pm 1.56			
	Control	12.59 \pm 1.30			
Trunk proprioception (Degree)	Stabilization	4.67 \pm 1.35	31.058	0.001	0.602
	Otago	6.13 \pm 1.64			
	Control	6.53 \pm 2.53			
Trunk endurance (Second)	Stabilization	16.20 \pm 2.86	25.437	0.001	0.554
	Otago	14.40 \pm 1.99			
	Control	12.83 \pm 2.61			

There was a significant difference between the DNS group and the Otago group with the control group in the pre-test scores of static balance, dynamic balance, trunk proprioception, and trunk endurance ($P < 0.05$). Also, no significant difference was observed in the static and dynamic balance pre-test scores between the DNS and Otago groups, respectively ($P = 0.419$) and ($P = 1.000$). However, in proprioception and trunk endurance tests, a significant difference was observed between the two DNS and Otago groups, respectively ($P = 0.004$) and ($P = 0.002$).

Conclusion

The results of the present study in proprioception have shown the effect of both Otago training programs and DNS on the improvement of proprioception in older people. Also, the results showed that DNS exercises are more effective than Otago exercises. In terms of the effect of neuromuscular stabilization exercises on the trunk, it should be stated that these exercises probably improved endurance by increasing the pain threshold, strengthening the deep muscles of the back (such as multiple heads and transverse abdominis), and increasing muscle coordination and stability of the back (26). Also, Otago exercises aimed at improving balance and

reducing the risk of falling have probably activated the trunk muscles. Frequently activating these muscles can improve the strength and endurance of the muscles in this area. One of the limitations of the research is the need for more control over the psychological and motivational level, the type of nutrition, and the level of their daily activity. It is also suggested that the effect of DNS exercises and Otago be investigated on other factors related to balance disorders and aging.

Clinical Applied

The present study compared the effect of DNS exercises and Otago on proprioceptive balance and trunk endurance of older adults with a history of falls. In general, the results of this study show the effect of DNS exercises and Otago on the improvement of balance, endurance, and trunk proprioception in older people. It shows the importance of using these exercises to improve the functional level of older people. On the other hand, neuromuscular stabilization exercises are recommended for older people due to their more significant effect on trunk proprioception and endurance compared to the Otago program.



تأثیر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و اتاگو بر تعادل، حس عمقی و استقامت تنه سالمندان با سابقه سقوط: یک کارآزمایی تصادفی کنترل دار

علی کشتی آرای^۱، نرجس وزنه^۲، سید محمد حسینی^{۳*}

- ۱- استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزش، دانشگاه آزاد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
۳- استادیار، گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

مقاله پژوهشی

دریافت ۲۳ آبان ۱۴۰۲؛ پذیرش ۳ بهمن ۱۴۰۲

واژگان کلیدی

تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا
تمرینات اتاگو
تعادل
حس عمقی
استقامت
سالمندان

چکیده

زمینه و هدف: پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و اتاگو بر تعادل، حس عمقی و استقامت تنه سالمندان انجام شد.
روش بررسی: تحقیق حاضر نیمه تجربی بوده و ۴۵ سالمند به‌عنوان نمونه به شکل در دسترس انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در سه گروه کنترل (۱۵ نفر)، تمرینات عصبی عضلانی پویا (۱۵ نفر) و تمرینات اتاگو (۱۵ نفر) قرار گرفتند. از آزمون‌های شارپند رومبرگ و همچنین زمان برخاستن و رفتن برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا استفاده شد. استقامت تنه با آزمون فلکشن ۶۰ درجه و حس عمقی تنه با گونیامتر ارزیابی شد. گروه‌های تمرینی تمرینات را به مدت ۸ هفته انجام دادند. گروه کنترل به فعالیت روزانه خود پرداختند. از آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسه بین گروه‌های تجربی و کنترل استفاده شد. آنالیز آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.
نتایج: نتایج نشان داد بین گروه‌های کنترل-پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و کنترل-اتاگو در تعادل ایستا ($p=0/001$)، تعادل پویا ($p=0/005$ و $p=0/001$)، حس عمقی تنه ($p=0/001$) و استقامت تنه ($p=0/003$ ، $p=0/001$) تفاوت وجود داشت. همچنین بین دو گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا-اتاگو در متغیرهای حس عمقی تنه ($p=0/004$) و استقامت تنه ($p=0/002$) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. اما این تفاوت در متغیر تعادل ایستا و پویا معنی‌دار نبود ($p>0/05$).
نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا با تأکید بر افزایش کنترل ناحیه مرکزی و اتاگو با اثر بخشی بر افزایش جریان حس عمقی بود که باعث بهبود تعادل، استقامت و حس عمقی تنه در سالمندان شده است. با توجه به تأثیرات مطلوب این تمرینات استفاده از آن‌ها جهت ارتقا سطح عملکردی سالمندان پیشنهاد می‌شود.

مقدمه

می‌کند (۸). از نظر تئوری حس عمقی تنه برای تعدیل و فعال‌سازی دقیق عضلات و مفاصل ضروری است تا کنترل عصبی عضلانی مناسبی از موقعیت تنه و حرکت مفصل و بنابراین کنترل وضعیتی فراهم کند (۹، ۱۰). در موارد کاهش جریان حس عمقی یا ورودی‌های گیرنده‌های مکانیکی، کنترل وضعیتی و تعادل را می‌توان تنها با قدرت عضلانی کافی برای جبران کاهش دقت تعدیل و فعال‌سازی عضلات و حفظ مفاصل مورد بررسی قرار داد در واقع یعنی قدرت کمبود حس عمقی را تعدیل می‌کند (۹، ۱۰). این بدان معناست که اگر قدرت نیز کاهش یابد کنترل وضعیتی سخت‌تر خواهد شد در نتیجه در افراد سالمند که قدرت رو به کاهش می‌رود وقتی با کمبود دقت حس عمقی همراه شود کنترل مفاصل کمتر، در نتیجه‌ی آن تعادل ضعیف‌تر می‌شود و می‌تواند با احتمال سقوط همراه شود.

شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد ورزش بدنی می‌تواند خطر افتادن در افراد مسن را کاهش دهد، از کاهش توده عضلانی جلوگیری کند و کنترل تعادل را بهبود بخشد. به‌طور خاص، به نظر می‌رسد تمرین قدرتی پا در پیشگیری از سقوط بسیار مهم است، زیرا ضعف اندام تحتانی به‌عنوان یک عامل خطر مهم برای زمین خوردن شناسایی شده است (۱۱). یکی از روش‌های درمانی در ارتقا سلامت سالمندان تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا^۱ است که شامل سیستم عصبی و تقویت سیستم عضلانی می‌شود (۱۲). ارزیابی اثرات تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا برای بهبود پارامترهای تعادل، عملکرد و راه رفتن بر روی جمعیت‌های مختلف انجام شده است (۱۳) که نشان‌دهنده تأثیر مثبت این تمرینات بر عوامل فوق است.

یکی دیگر از روش‌های تمرینی در سالمندان که جهت بهبود تعادل کاربرد دارد تمرینات اتاگو^۲ است. برنامه تمرینی اتاگو نیز یک رژیم ورزشی چند جزئی با تمرکز بر انعطاف‌پذیری، قدرت، تعادل و استقامت بوده و به‌طور مؤثر تعادل، تحرک و عملکرد فیزیکی را بهبود می‌بخشد و همچنین وقوع زمین خوردن و آسیب‌های مربوط به زمین خوردن را در افراد مسن‌تر کاهش می‌دهد (۱۴، ۱۵) که برای افراد مسن و بالای ۶۵ سال توسعه داده شده است. اکثر مطالعات اتاگو را به‌عنوان یک استراتژی مؤثر پیشگیری از

سالمندی با عوارض و اختلالات مختلفی همراه است. پوکی استخوان در سالمندان یکی از عوامل سقوط و به دنبال آن ایجاد ترس از افتادن است. ترس از افتادن یک پدیده روان‌شناختی درونی افراد سالمند است و در ابتدا به‌عنوان خودکارآمدی درک شده پایین یا اعتمادبه‌نفس در اجتناب از زمین خوردن در حین انجام فعالیت‌های روزانه نسبتاً غیر خطرناک تعریف شد (۱). ثابت شده است که ترس از افتادن با طیفی از پیامدهای نامطلوب سلامتی مانند از دست دادن استقلال، محدودیت فعالیت، خطر افتادن، کاهش فعالیت اجتماعی و کیفیت پایین زندگی برای افراد مسن مرتبط است (۲). سبب شناسی ترس از افتادن نامشخص است اما شامل اجزای فیزیکی، شناختی و روانی است که لزوماً همپوشانی ندارند و با از دست دادن کنترل وضعیتی، اختلال عملکردی، ناتوانی حرکتی و سابقه زمین خوردن همراه هستند (۳). یکی از عوامل مؤثر در ایجاد ترس از سقوط در سالمندان ضعف عضلانی و اختلالات مرتبط با کنترل پاسچر و تعادل می‌باشد. کاهش توانایی تعادل عامل مهمی در افزایش خطر سقوط است. در سطح فیزیولوژی عصبی، کاهش ماده خاکستری در شبکه دهلیزی ارتباط نزدیکی با کاهش توانایی کنترل شناختی و انعطاف‌پذیری وضعیت بدن دارد که تعادل را کاهش می‌دهد (۴). هدایت عصبی در سالمندان کندتر است و توانایی یکپارچگی شبکه دهلیزی آن‌ها ضعیف می‌شود، زمان واکنش آن‌ها طولانی می‌شود و خطرات را به‌موقع و مؤثر تشخیص نمی‌دهند (۵). کاهش توانایی هماهنگی عصبی عضلانی منجر به عدم کنترل در توانایی تعادل می‌شود که به‌طور قابل توجهی خطر سقوط را افزایش می‌دهد (۶). گزارش شده است که افراد سالمند از طریق بی تحرک کردن برخی مفاصل شامل مچ پا تعادل وضعیتی را کنترل می‌کنند (۷). با استفاده از افزایش جریان‌های حس عمقی به سمت دستگاه عصب مرکزی به مرور الگوهای جدید در سیستم عصبی شکل گرفته که در ابتدا به صورت فیدبکی دچار آزمون و خطا می‌شود ولی به مرور با ادامه‌ی روند الگوها در بخش ناهوشیار (خودکاری) ذخیره شده و از مرحله‌ی فیدبک به مرحله‌ی فید فوروارد می‌رسد که حس عمقی نقشی جدایی‌ناپذیر در اصلاح مدل‌های داخلی مورد استفاده در کنترل فید فوروارد ایفا

². Otago

¹. Dynamic Neuromuscular Stabilization

ورود شامل، سن (دامنه ۶۵ تا ۷۵ سال)، جنسیت (زن)، عدم وجود آسیب به سر، ستون فقرات، لگن، ران، زانو و مچ پا و دیگر آسیب‌های تأثیرگذار بر تعادل و وجود سابقه زمین خوردن ناشی از برهم خوردن تعادل حداقل در ۳ ماه گذشته بود (۱۸). عدم تمایل به ادامه تحقیق و مشاهده ناتوانی در حدی که فرد توان انجام تمرینات را نداشت و استفاده از دارویی خاص که بر فاکتورهای تحقیق اثر گذار باشد، از جمله معیارهای خروج از تحقیق بود. پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه که به امضا این افراد و یکی از اعضای خانواده آن‌ها رسید، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک از جمله قد و وزن آزمودنی‌ها انجام گرفته شد و سپس به ترتیب آزمون‌های شارپند رومبرگ^۱ و همچنین زمان برخاستن و رفتن^۲ برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا توسط آزمودنی‌ها اجرا شد. پس از آن استقامت تنه در سالمندان با آزمون فلکشن ۶۰ درجه^۳ تنه و حس عمقی^۴ تنه با گونیامتر ارزیابی شد. شایان ذکر است به منظور کنترل اثر خستگی در اجرا، آزمون‌ها پشت سر هم صورت نپذیرفت و در زمانی مجزا آزمون بعدی گرفته شد. آزمودنی‌های گروه‌های مداخله، تمرینات را به مدت ۸ هفته در سالن لوتوس انجام دادند. در این دوره گروه کنترل به فعالیت روزانه خود پرداختند. پس از پایان برنامه تمرینی مجدد از آزمودنی‌ها پس‌آزمون گرفته شد.

آزمون شارپند رومبرگ

در این پژوهش تعادل با استفاده از آزمون شارپند رومبرگ با پایایی ۰/۹۱-۰/۹۰ برای چشم باز و ۰/۷۶-۰/۷۷ برای چشم بسته (از طریق آزمون مجدد توسط فرانچگنونی و همکاران، (۱۹۹۷)) ارزیابی شد. در اجرای تست شارپند رومبرگ آزمودنی پابرنه درحالی که یکی از پاها (پای برتر) جلوتر از پای دیگر قرار گرفته و بازوها به صورت ضربدری روی سینه قرار داشت، ایستاد. مدت‌زمان حفظ این حالت با چشم باز و بسته امتیاز آزمودنی محسوب شد (۱۹).

آزمون زمان برخاستن و رفتن

این آزمون برای ارزیابی عملکرد حرکتی و تعادل پویا مورد استفاده قرار گرفت. در اجرای آزمون زمان برخاستن و رفتن آزمودنی بدون استفاده از دست‌هایش از روی صندلی بدون دسته برخاست و پس از طی کردن مسیر ۳ متری

سقوط گزارش کرده‌اند که به عملکرد تعادل کمک می‌کند و ترس از افتادن را کاهش می‌دهد (۱۶، ۱۷). هنگامی که سالمندان و سایر افراد مبتلا به نقص عصبی سعی در حفظ تعادل و انجام همزمان کار دیگری می‌کنند، فعالیت ناحیه مغز مرتبط با تعادل به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد در حالی که مناطق مغز با روش‌های غیر مرتبط فعال تر هستند، به ویژه در افراد مستعد سقوط. با توجه به افزایش خطرات سقوط در افراد سالمند به نظر می‌رسد انجام پژوهشی در زمینه اثر تمرینات مختلف با هدف ارائه مناسب‌ترین تمرین برای این جامعه در جهت بهبود تعادل، حس عمقی و عملکرد دارای ضرورت و اهمیت است. بنابراین با توجه به موارد گفته شده و اثرات مختلف ناشی از دو برنامه اتاگو و پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و با توجه به نبود مطالعه‌ای در زمینه مقایسه اثرات این دو برنامه تمرینی بر افراد سالمند به علم محقق، مطالعه حاضر باهدف تعیین تأثیر هشت هفته تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و اتاگو بر تعادل، حس عمقی و استقامت تنه سالمندان انجام شد تا مشخص شود کدام تمرین اثر بیشتری در مقایسه با تمرین دیگر داشته و یا آیا تفاوتی بین اثر دو برنامه تمرینی وجود دارد؟

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و نیمه تجربی بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را زنان سالمند در دامنه سنی ۶۵ تا ۷۵ سال شهر اصفهان تشکیل دادند. جامعه آماری مطابق خروجی نرم افزار جی پاور برای تست آماری آنالیز کواریانس با مقادیر اندازه اثر ۰/۵، آلفا ۰/۰۵، توان ۰/۸ حداقل ۴۲ نفر برای این پژوهش نیاز بود (هر گروه ۱۲ نفر). باین حال با در نظر گرفتن ریزش احتمالی در گروه‌ها تعداد ۱۵ نفر در هر گروه به عنوان نمونه‌های تحقیق انتخاب شد که در پایان با ماندگاری ۱۰۰ درصدی تمامی آزمودنی‌ها به کار خود پایان دادند.

به منظور انتخاب آزمودنی‌ها به سالن لوتوس در خیابان عسگریه شهر اصفهان مراجعه شد و با توزیع پرسشنامه، آزمودنی‌هایی که مایل به شرکت در پژوهش بودند به صورت در دسترس انتخاب و (با توجه معیاری‌های ورود) به شکل تقسیم‌بندی تصادفی به سه گروه (کنترل، تمرین پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و اتاگو) تقسیم شدند. از جمله معیارهای

³ . Torso flexion

⁴ . Prpprioception

¹ . Sharpend romberg

² . Time up and go

خطا در هر حرکت تفاضل زوایای مذکور از زاویه‌ی هدف بود. سپس میانگین مقدار خطا در بازسازی وضعیت در سه بار تکرار به عنوان میزان خطای بازسازی وضعیت ثبت گردید و در صورتی که میانگین مقدار خطا کمتر از ۳ درجه بود حس عمقی تنه‌ی آزمودنی سالم تلقی می‌شد (۲۱).

ارزیابی استقامت تنه

آزمون استقامت فلکسور تنه به منظور ارزیابی ظرفیت استقامت عملکردی عضلات قدامی ناحیه مرکزی به‌ویژه راست شکمی انجام شد (۲۲). آزمون به این صورت آغاز شد که فرد در وضعیت تکیه درحالی‌که پشت او بر روی تخته با زاویه ۶۰ درجه قرار داشت، هر دو مفصل ران را با زاویه ۹۰ درجه خم کرده و دست‌ها را به حالت ضربدری روی سینه قرار داد. با استفاده از استرپ، میج پا ثابت شد. برای شروع آزمون، درحالی‌که فرد در حالت تکیه به تخته قرار دارد، تخته را ۱۰ سانتی‌متر از قسمت پشت فرد دور کرده و از او خواسته شد تا حد امکان این وضعیت را حفظ کند. زمانی که پشت آزمودنی با تخته تماس پیدا می‌کرد، آزمون متوقف می‌شد (۲۲).

پروتکل تمرینی

برنامه تمرینی عصبی عضلانی پویا: گروه تمرینی به مدت ۸ هفته (سه جلسه ۵۰ دقیقه‌ای در هفته) از پروتکل ورزش پایدارسازی عصبی عضلانی پویا پیروی کردند. این پروتکل شامل ۵ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه حرکات عصبی عضلانی پویا همراه با تمرینات تنفسی و ۵ دقیقه سرد کردن بود (شکل ۱ و پیوست ۱). مطابق رویکرد تمرینی عصبی عضلانی پویا (۲۳)، این تمرینات شامل تنفس دیافراگمی، خوابیده به صورت سوپاین، خوابیده به صورت پرون، حرکات چرخشی، حرکات به صورت خوابیده به پهلو، حرکات مایل، حرکات سه نقطه‌ای، زانو زدن و حرکات اسکات بود. پیچیدگی تمرینات با اضافه کردن یک وظیفه‌ی جدید (در مقایسه با هفته قبل) به تدریج افزایش یافت. افزایش پیچیدگی وظایف تمرین باعث شد تا عملکرد افراد به مرور به مرحله‌ی خودکاری برسد. از الگوی وظیفه دوگانه برای بررسی اینکه آیا این کار به صورت خودکار انجام شد یا خیر، استفاده شد (به عنوان مثال هیچ کار جدید نباید تنفس دیافراگمی را مختل کند). به عبارت دیگر، در تمرین عصبی عضلانی پویا، اصل اضافه بار با پیچیده‌تر کردن تمرینات اعمال شد (پیوست ۱) (۲۴).

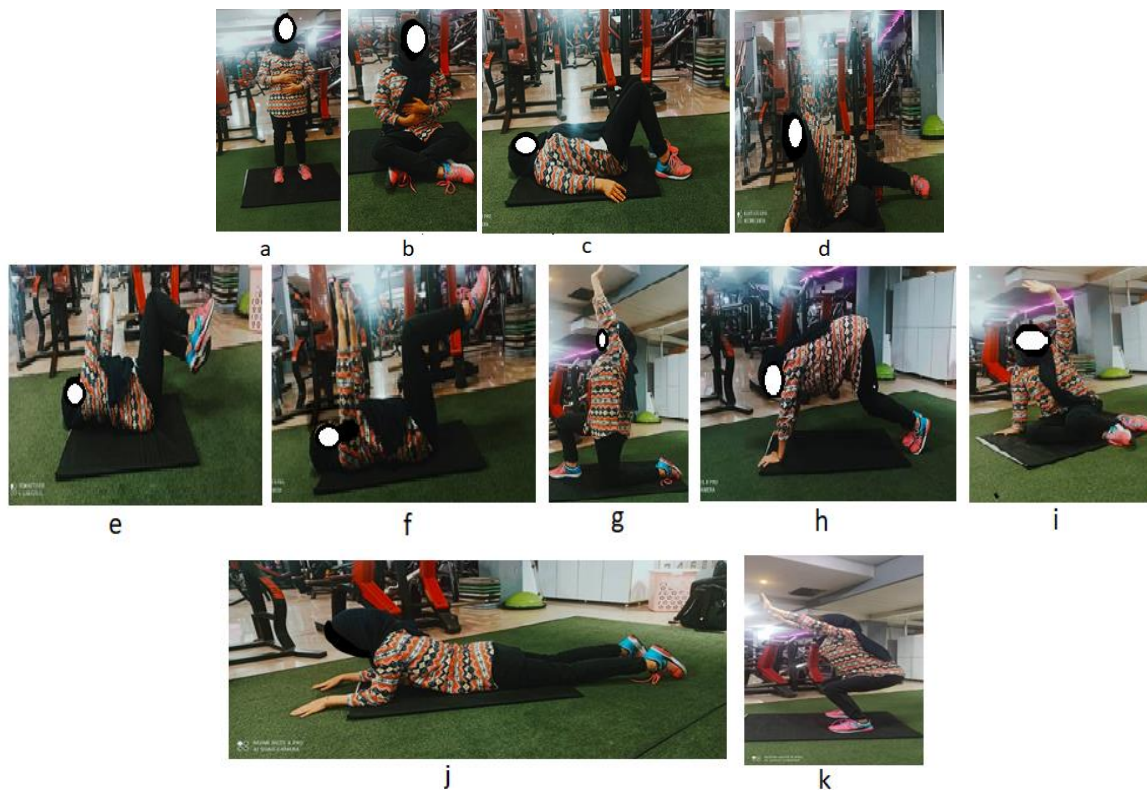
برگشت و دوباره روی صندلی قرار گرفت. از آزمودنی خواسته شد در سریع‌ترین حالت ممکن و بدون دوییدن این عمل را انجام دهد و زمان کل آزمون به عنوان رکورد وی ثبت شد (۱۹). اصلانخانی و همکاران (۱۳۹۴) پایایی این آزمون را ۰/۹۷ درصد گزارش نمودند (۲۰).

ارزیابی حس عمقی تنه

در این تحقیق برای اندازه‌گیری میزان دقت حس عمقی ناحیه کمری لگنی در زاویه ۳۰ درجه با استفاده از گونیامتر دستی از روشی به نام نیوکامر استفاده شد (۲۱). این روش توسط نیوکامر در سال ۲۰۰۰ معرفی و پایایی آن (۸۷ درصد) گزارش شده است. در این تحقیق برای کاهش بازخورد حس عمقی از اندام تحتانی و لگن استفاده شد. همچنین به منظور جلوگیری از عقب رفتن لگن در حین خم شدن و برای جداسازی حرکات تنه و لگن، اندام تحتانی در نواحی ساق پا، زانو و ران با کمربند مخصوص بی حرکت شد. سپس مارکرهایی به وسط سطح فوقانی خارجی بازو، برجستگی ستیغ ایلیاک و سطح فوقانی خارجی مفصل ران متصل شد. پس از آن آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده راحت و ثابت بدون کفش و جوراب قرار گرفتند (پاها به اندازه عرض شانه‌ها از هم فاصله داشت) سپس دست‌ها به حالت ضربدری و با خم کردن آرنج‌ها در جلوی شانه قرار گرفت (تا در حین خم شدن از تماس کف دست با سطح قدام ران به عنوان راهنمایی برای رسیدن به زاویه هدف استفاده نکند) گردن در حالت طبیعی حفظ شد و چشم‌ها بسته شدند تا آوران‌های بینایی حذف شوند (شایان ذکر است در ابتدای آزمون حس وضعیت با چشمان بسته بازسازی شد). سپس مرکز گونیامتر را روی ستیغ ایلیاک گذاشته روی مارکر نصب شده روی قسمت خارجی ران و بازوی دیگر در فلکشن ۳۰ درجه تنظیم شد و از آزمودنی‌ها خواسته شد با چشمان بسته و سرعت یکنواخت و نسبتاً آهسته تا ۳۰ درجه خم شوند و با مکث پنج‌ثانیه‌ای سعی کنند این وضعیت را به خاطر بسپارند (در این مرحله با تحریک صوتی خاتمه حرکت به اطلاع آزمودنی رسانیده شد). سپس باز به آرامی به وضعیت اولیه برگشت و پس از مکث پنج‌ثانیه‌ای حرکت بعدی را شروع کرد. بعد از سه بار تکرار (جهت یادگیری) در مرحله آزمون فرد باید وضعیت ۳۰ درجه خم شده را (بدون وجود تحریک صوتی) بازسازی می‌کرد. این آزمون سه بار تکرار می‌شد و میزان خطاهای آزمودنی برحسب درجه ثبت می‌گردید. عدد میزان

را نشان می‌دهد. تمرینات قدرتی و تعادلی اتاگو (پیوست ۴۳) نمایش داده شده است (رجوع شود به انتهای مقاله). بررسی نرمال بودن داده‌ها در دو گروه با توجه به تعداد نمونه‌ها، به وسیله آزمون کولموگروف اسمیرنوف انجام شد و از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه فاکتورهای تحقیق در بین گروه‌های تجربی و کنترل استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های فوق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

تمرین اتاگو در شکل اصلی خود شامل: تمرینات تعادلی، قدرتی و استقامتی است که متشکل از ۵ تمرین جهت گرم کردن و ۱۷ تمرین قدرتی و تعادلی است که در طی برنامه پیشرفت و ارتقاء داده شد (۲۵). تمرینات به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام شد. برنامه تمرینات شامل تمرینات گرم کردن که عمدتاً تمرینات انعطاف‌پذیری و نیز تمرین اصلی و تمرینات سرد کردن بود. میانگین مجموعه تمرینات در هر جلسه حدود ۶۰ دقیقه به طول انجامید. پیوست ۲ نوع تمرینات، دفعات تکرار و زمان لازم برای انجام هر یک از آن‌ها



شکل ۱- وضعیت تمرینی در برنامه تمرینی پایدارسازی عصبی عضلانی پویا: a: وضعیت ایستاده b: وضعیت نشسته c: وضعیت خوابیده به پشت d: وضعیت خوابیده به پهلو e: وضعیت رولینگ f: وضعیت کودک g: وضعیت زانو زده h: وضعیت سه پایه i: وضعیت نشسته به پهلو j: وضعیت خوابیده به شکم k: وضعیت اسکوات

توده‌ی بدنی $26/54 \pm 1/67$ کیلوگرم بر متر مربع بود. همچنین در گروه تمرینی اتاگو میانگین سن $69/73 \pm 3/06$ سال، قد $1/61 \pm 0/06$ متر، وزن $70/53 \pm 8/28$ کیلوگرم و شاخص توده‌ی بدنی $27/23 \pm 2/95$ کیلوگرم بر متر مربع بود.

نتایج مطالعه

آمار توصیفی مربوط به متغیرهای وزن، سن، قد و شاخص توده‌ی بدنی بود. که میانگین و انحراف معیار سن $68/80 \pm 3/34$ سال، قد $1/61 \pm 0/06$ متر، وزن $68/80 \pm 3/34$ کیلوگرم و شاخص توده‌ی بدنی $26/54 \pm 1/22$ کیلوگرم بر متر مربع در گروه کنترل بود. در گروه تمرینی پایدارسازی عصبی عضلانی میانگین سن $70/00 \pm 2/88$ سال، قد $1/63 \pm 0/07$ متر، وزن $70/40 \pm 4/72$ کیلوگرم و شاخص

جدول ۱- جدول آزمون تحلیل کوواریانس برای متغیرهای مورد بررسی

متغیر	گروه	انحراف استاندارد ± میانگین پس آزمون	مقدار F	مقدار P	مجذور اتا
تعالد ایستای چشم بسته (ثانیه)	پایدارسازی	۱۷/۰۲±۲/۹۸	۴۰/۵۷۹	۰/۰۰۱	۰/۶۶۴
	اتاگو	۱۷/۶۷±۳/۹۹			
	کنترل	۱۵/۴۵±۳/۴۱			
تعالد پویا (ثانیه)	پایدارسازی	۱۱/۴۸±۱/۲۶	۹/۰۶۸	۰/۰۰۱	۰/۳۰۷
	اتاگو	۱۱/۶۴±۱/۵۶			
	کنترل	۱۲/۵۹±۱/۳۰			
حس عمقی تنه (درجه)	پایدارسازی	۴/۶۷±۱/۳۵	۳۱/۰۵۸	۰/۰۰۱	۰/۶۰۲
	اتاگو	۶/۱۳±۱/۴۶			
	کنترل	۶/۵۳±۲/۵۲			
استقامت تنه (ثانیه)	پایدارسازی	۱۶/۲۰±۲/۸۶	۲۵/۴۳۷	۰/۰۰۱	۰/۵۵۴
	اتاگو	۱۴/۴۰±۱/۹۹			
	کنترل	۱۲/۸۳±۲/۶۱			

ترتیب ($P=0/004$) و ($P=0/002$). برای تعادل ایستا بیشترین پیشرفت مربوط به گروه اتاگو برابر با $2/16$ و کمترین پیشرفت مربوط به گروه کنترل به اندازه $0/14$ است. برای تعادل پویا بیشترین کاهش زمان مربوط به گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا برابر با $2/40$ و کمترین کاهش مربوط به گروه کنترل به اندازه $0/20$ است. برای حس عمقی تنه، بیشترین کاهش اختلاف درجه مربوط به گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا برابر با $2/93$ و کمترین کاهش مربوط به گروه کنترل برابر با $0/27$ می باشد. در نهایت برای استقامت تنه، بیشترین پیشرفت مربوط به گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا برابر با $4/20$ و کمترین پیشرفت مربوط به گروه کنترل برابر با $0/33$ بود.

بحث

پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و اتاگو بر تعادل، حس عمقی و استقامت تنه سالمندان انجام شد. نتایج نشان داد بین میانگین گروه کنترل با گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و گروه کنترل با اتاگو در متغیرهای تعادل ایستا، تعادل پویا، حس عمقی و استقامت تنه اختلاف معنی داری وجود داشت. از طرفی بین دو گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا-اتاگو در متغیرهای حس عمقی تنه ($p=0/004$) و استقامت تنه ($p=0/002$) تفاوت معنی داری مشاهده شد. اما این تفاوت در زمینه تعادل ایستا و پویا معنی دار نبود ($p>0/05$). نتایج مطالعه حاضر در

همگنی واریانس، همسانی واریانس و بررسی همگنی شیب رگرسیون برای تمام متغیرها بزرگتر از $0/05$ بود، بنابراین پیش فرضها برای استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس برقرار بود. در جدول ۱ مقدار آماره F آزمون برای مقایسه سه گروه نشان داده شده است. همچنین تفاوت معنی داری بین نمرات افراد در سه گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا، گروه اتاگو و گروه کنترل در تعادل ایستای چشم بسته، تعادل پویا، حس عمقی و استقامت تنه وجود دارد. برای مقایسه جفت گروهها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شده است.

نتایج آزمون کوواریانس (جدول ۱) نشان می دهد اختلاف معنی داری بین گروه های مورد مطالعه در تمامی نمرات آزمون های تعادل ایستا و پویا، حس عمقی تنه و استقامت تنه وجود دارد. که در ادامه با استفاده از آزمون تعقیبی بنفرونی متوجه می شویم که تفاوت معنی داری میان گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و گروه اتاگو با گروه کنترل در نمرات پیش آزمون تعادل ایستا، تعادل پویا، حس عمقی تنه و استقامت تنه وجود داشت ($P< 0/05$). همچنین تفاوت های درون گروهی در نمودار ۱ قابل مشاهده است. در نمرات پیش آزمون تعادل ایستا ($P=0/419$) و پویا ($P=1/000$) بین دو گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و گروه اتاگو تفاوت معنی دار مشاهده نشد. ولی در آزمون های حس عمقی و استقامت تنه بین دو گروه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و گروه اتاگو اختلاف معنی داری مشاهده شد به

عصبی عضلانی تنه و اتاگو می‌تواند عاملی در بهبود حس عمقی این ناحیه بوده باشد. از آنجایی که حس عمقی و قدرت نسبت مستقیمی با تعادل دارد، در هنگام ایستادن و نشستن و در حین جابجایی و راه رفتن، بازآموزی حس عمقی و تمرینات مقاومتی نقش مهمی در توانبخشی افراد مسن دارد (۳۱).

با توجه به موارد گفته شده در زمینه اهمیت قدرت و استقامت در حس عمقی تنه به نظر می‌رسد وجود تمریناتی همچون تنفس دیافراگمی، حرکات چرخشی تنه، حرکات در وضعیت خوابیده به شکم، پشت و زانو زده در تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و تمرینات قدرتی ران و تمرینات تعادلی که به فعالیت عضلات تنه نیاز دارند در برنامه اتاگو توانسته باشد منجر به بهبودی حس عمقی تنه شده باشد و از آنجایی که برنامه پایدارسازی عصبی عضلانی پویا تاکید بیشتری بر راستا تنه داشته به نظر می‌رسد اثر بیشتر این برنامه تمرینی در مقایسه با برنامه اتاگو بر حس عمقی تنه نشان دهنده اهمیت استفاده از تمرینات اختصاصی جهت بهبود حس عمقی تنه در سالمندان با سابقه سقوط است. همچنین نتایج مطالعه حاضر در زمینه استقامت تنه نشان دهنده اثر هر دو برنامه تمرینی بر بهبود استقامت تنه در سالمندان با سابقه سقوط بوده است. همچنین نتایج نشان دهنده اثر بیشتر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا در مقایسه با تمرینات اتاگو بر این متغیر بود با توجه به این نتایج مطالعه حاضر در این زمینه با نتایج مطالعات موسوی و همکاران (۲۰۲۲) که به تاثیر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا بر استقامت عضلات تنه سالمندان اشاره کردند (۳۲)، بستانی و همکاران (۲۰۱۷) که استفاده از تمرینات مرتبط با ناحیه مرکزی را بر بهبود استقامت تنه افراد سالمند موثر دانستند (۳۳) و نیز راچی و همکاران (۲۰۲۲) که به تاثیر تمرینات اتاگو بر افزایش قدرت و استقامت سالمندان اشاره کردند (۳۴) هم‌راستا است. در زمینه تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا بیان شده که هر موقعیت مفصل به ثبات عملکرد عضله و هماهنگی عضلات موضعی و سراسری برای اطمینان از موقعیت خنثی مفاصل در زنجیره حرکتی بستگی دارد. علاوه بر بهبود عملکرد مفصل، کیفیت این هماهنگی می‌تواند بر پارامترهای بیومکانیکی و تشریحی تأثیر بگذارد. از طرفی دیگر تمرین پایدارسازی عصبی عضلانی پویا با تأکید بر اهمیت زمان‌بندی دقیق عضلات و

زمینه حس عمقی نشان دهنده تاثیر هر دو برنامه تمرینی اتاگو و پایدارسازی عصبی عضلانی پویا بر بهبود حس عمقی سالمندان بوده است. همچنین نتایج نشان داد اثر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا بیشتر از تمرینات اتاگو است. نتایج مطالعه حاضر در زمینه اثر تمرین بر حس عمقی تنه با نتایج مطالعات سونگ و همکاران (۲۰۱۱) که به تاثیر تمرین تعادلی بر بهبود حس عمقی تنه اشاره کردند (۲۷) و نیز اوه و چویی (۲۰۱۷) که به تاثیر تمرینات تصویرسازی حرکتی بر بهبود حرکات تنه و حس عمقی اشاره کردند (۲۸) هم‌راستا است. در سالمندان نشان داده شده که اختلالات احتمالی کاهش تعادل وضعیتی و عملکرد عضلات تنه، و سیستم حس عمقی تغییر یافته است (۲۹). بنابراین، کنترل وضعیتی افراد مسن ممکن است تحت تأثیر منفی عضلات ضعیف تنه قرار گیرد که به نوبه خود می‌تواند منجر به وابستگی بیش از حد به حس عمقی یا گیرنده‌های مکانیکی شود (۲۹). حس عمقی نقشی جدایی‌ناپذیر در اصلاح مدل‌های داخلی مورد استفاده در کنترل فید‌فوروارد ایفا می‌کند بنابراین فعالیت عضلانی قبل از بارگذاری مفاصل در طول فید‌فوروارد افزایش می‌یابد (۳۰). باتلر و همکاران، (۲۰۰۸) گزارش کردند از نظر تئوری، حس عمقی تنه برای تعدیل و فعال‌سازی دقیق عضلات و مفاصل ضروری است تا کنترل عصبی عضلانی از موقعیت تنه‌ای که با حرکت مفصل و کنترل وضعیتی فراهم‌کننده (۱۰) همچنین طبق این گزارش شکست نسبی کنترل وضعیتی در حس عمقی را می‌توان مربوط به ضعف عضلانی که نشان‌دهنده یک پیوند عملکردی ناقص بین فرآیندهای عضلانی حسی و انقباضی است؛ دانست (۱۰).

علاوه بر این، ون در اش و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که فقدان کنترل حرکتی کافی می‌تواند با ورودی‌های حس-عمقی ضعیف مرتبط باشد و ضعف عضلانی توانایی عملکردی را کاهش می‌دهد. این بدان معناست که کنترل وضعیتی ممکن است بیشتر تحت تأثیر قدرت عضلانی ضعیف و عدم دقت گیرنده عمقی یا مکانیکی قرار گیرد. منطقی است که فرض کنیم برخی سیگنال‌های گیرنده عمقی و مکانیکی ممکن است از عضلات تنه مشتق شوند و این ممکن است با قدرت عضله تغییر یابد. علاوه بر این، ضعف عضلات تنه ممکن است بر استراتژی وضعیتی برای سیگنال‌های گیرنده عمقی یا مکانیکی تنه تأثیر بگذارد (۹). بر این اساس به نظر می‌رسد بهبود استقامت تنه به دنبال انجام تمرینات پایدارسازی

مرتبط با اختلالات تعادل و سالمندی پرداخته شود.

نتیجه‌گیری نهایی

پژوهش حاضر با هدف مقایسه تاثیر تمرینات پایدار سازی عصبی عضلانی پویا و اتاگو بر تعادل حس عمقی و استقامت تنه‌ی سالمندان با سابقه سقوط انجام شد. به صورت کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و اتاگو بر بهبود تعادل، استقامت و حس عمقی تنه در سالمندان بوده که نشان‌دهنده اهمیت استفاده از این تمرینات جهت ارتقا سطح عملکردی سالمندان است. از طرفی دیگر استفاده از تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی با توجه به اثر بیشتر آن بر حس عمقی تنه و استقامت نسبت به برنامه اتاگو به سالمندان پیشنهاد می‌شود.

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

جهت ملاحظات اخلاقی پس از پایان تحقیق به گروه کنترل نیز برنامه تمرینی تقدیم شد و آزمونگر به‌منظور اجرای تمرینات، افراد را به‌صورت رایگان مشاوره تئوری و عملی داده و در هر زمان پاسخگوی سؤالات ایشان در زمینه‌ی تمرینات بود. این مطالعه دارای تاییدیه از کمیته اخلاق در پژوهش با کد (IR.IAU.KHUISF.REC.1402.187) می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

حمایت‌های مالی

هزینه‌های این مطالعه از منابع شخصی خود محققین تامین شده است.

تضاد منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافی ندارد.

هماهنگی کارآمد و همچنین مقاومت در برابر نیروهای فشاری در حرکات ایستا عمل می‌کند (۳۵) و می‌تواند عاملی بر بهبود استقامت تنه باشد. همچنین این تمرینات بر روی ناحیه مرکزی بدن تاکید دارند که استقامت این ناحیه نیز در مطالعه حاضر مدنظر بود. در این زمینه بیان شده تمرینات استقامتی و قدرتی از یک طرف باعث افزایش حجم عضلانی می‌شوند؛ که به نوبه خود باعث افزایش قدرت و استقامت عضلات می‌شود و از طرف دیگر این‌گونه تمرینات باعث افزایش قدرت و استقامت تنه و پاها می‌گردد و می‌تواند باعث کاهش انقباض عضلانی شود (۳۴) که از دلایل بهبود تعادل به دنبال تمرین در این مطالعه نیز می‌تواند باشد. همچنین تمرینات اتاگو در این مطالعه با اینکه با هدف پیشگیری از سقوط و بهبود تعادل در سالمندان طراحی شده ممکن است برای بهبود تعادل و کاهش سقوط منجر به فعال‌سازی عضلات تنه شده باشند و فعال‌سازی مکرر این عضلات می‌تواند عاملی در بهبود قدرت و استقامت عضلات این ناحیه بوده باشد. از طرفی دیگر تمرینات قدرتی ناحیه ران نیز بخشی از تمرینات برنامه اتاگو بوده که فعال‌سازی مناسب عضلات تنه در طول این تمرینات جهت انجام صحیح حرکات نقش اساسی داشته و انجام این حرکات می‌تواند عاملی در بهبود استقامت ناحیه مرکزی بوده باشد. در زمینه چگونگی اثر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی تنه باید بیان نمود این تمرینات احتمالاً با افزایش آستانه درد، تقویت عضلات عمقی کمر (مانند چند سر و عرضی شکم) و افزایش هماهنگی عضلات و ثبات کمر باعث بهبود استقامت شده‌اند (۲۶). همچنین تمرینات اتاگو باهدف بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط احتمالاً باعث فعال‌سازی عضلات تنه شده است و فعال‌سازی مکرر این عضلات می‌تواند عاملی در بهبود قدرت و استقامت عضلات این ناحیه بوده باشد. از محدودیت‌های تحقیق می‌توان به عدم کنترل سطح روانی و انگیزشی، نوع تغذیه و میزان فعالیت روزانه‌ی آن‌ها اشاره کرد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌ای به بررسی اثر تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا و اتاگو بر سایر فاکتورهای

References:

1. Khanuja K, Joki J, Bachmann G, Cuccurullo S. Gait and balance in the aging population: Fall prevention using innovation and technology. *Maturitas*. 2018;110:51-6.
2. Tavares GMS, Pacheco BP, Gottlieb MG, Müller DVK, Santos GM. Interaction between cognitive status, fear of falling, and balance in elderly persons. *Clinics*. 2020;75.

3. Tatangelo T, Muollo V, Ghiotto L, Schena F, Rossi AP. Exploring the association between handgrip, lower limb muscle strength, and physical function in older adults: A narrative review. *Experimental gerontology*. 2022;111902.
4. Malcolm BR, Foxe JJ, Butler JS, De Sanctis P. The aging brain shows less flexible reallocation of cognitive resources during dual-task walking: a mobile brain/body imaging (MoBI) study. *Neuroimage*. 20.۴۲-۱۱۷:۲۳۰;۱۰
5. Ide R, Ota M, Hada Y, Watanabe S, Takahashi T, Tamura M, et al. Dynamic balance deficit and the neural network in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Gait & Posture*. 2022;93:252-8.
6. Seidler RD, Bernard JA, Burutolu TB, Fling BW, Gordon MT, Gwin JT, et al. Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2010;34(5):721-33.
7. Brumagne S, Janssens L, Janssens E, Goddyn L. Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. *Gait & posture*. 2008;28(4):657-62.
8. Thomas E, Martines F, Bianco A, Messina G, Giustino V, Zangla D, et al. Decreased postural control in people with moderate hearing loss. *Medicine*. 2018;97(14).
9. Van der Esch M, Steultjens M, Harlaar J, Knol D, Lems W, Dekker J. Joint proprioception, muscle strength, and functional ability in patients with osteoarthritis of the knee. *Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology*. 2007;57(5):787-93.
10. Butler AA, Lord SR, Rogers MW, Fitzpatrick RC. Muscle weakness impairs the proprioceptive control of human standing. *Brain research*. 2008;1242:244-51.
11. Moreland B, Kakara R, Henry A. Trends in nonfatal falls and fall-related injuries among adults aged ≥ 65 years—United States, 2012–2018. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2020;69(27):875.
12. Kolar P, Kobesova A, Valouchova P, Bitnar P. Dynamic Neuromuscular Stabilization: developmental kinesiology: breathing stereotypes and postural-locomotion function. *Recognizing and treating breathing disorders*. 2014;11.
13. Kim D-H, An D-H, Yoo W-G. Effects of 4 weeks of dynamic neuromuscular stabilization training on balance and gait performance in an adolescent with spastic hemiparetic cerebral palsy. *Journal of physical therapy science*. 2017;29(10):1881-2.
14. Freiberger E, Häberle L, Spirduso WW, Rixt Zijlstra GA. Long-term effects of three multicomponent exercise interventions on physical performance and fall-related psychological outcomes in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2012;60(3):437-46.
15. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson L, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database of systematic reviews*. 2012(9).
16. Bjerck M, Brovold T, Skelton DA, Liu-Ambrose T, Bergland A. Effects of a falls prevention exercise programme on health-related quality of life in older home care recipients: a randomised controlled trial. *Age and ageing*. 2019;48(2):213-9.
17. Kocic M, Stojanovic Z, Nikolic D, Lazovic M, Grbic R, Dimitrijevic L, et al. The effectiveness of group Otago exercise program on physical function in nursing home residents older than 65 years: A randomized controlled trial. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2018;75:112-8.
18. Lytras D, Sykaras E, Iakovidis P, Kasimis K, Myrogiannis I, Kottaras A. Recording of falls in elderly fallers in Northern Greece and evaluation of aging health-related factors and environmental safety associated with falls: a cross-sectional study. *Occupational therapy international*. 2022;2022.
19. Yim-Chiplis PK, Talbot LA. Defining and measuring balance in adults. *Biological research for nursing*. 2000;1(4):321-31.
20. Aslankhani MA, Farsi A, Fathirezaie Z, Zamani Sani SH, Aghdasi MT. Validity and reliability of the timed up and go and the anterior functional reach tests in evaluating fall risk in the elderly. *Iranian Journal of Ageing*. 2015;10(1):16-25.
21. Hadadnezhad M, Yar Ahmadi Y, Abbasi A. The effects of sensorimotor training on proprioception and anticipatory postural adjustment of some trunk Muscle of subject with non-specific chronic low back pain. *Anesthesiology and Pain*. 2019;10(1):72-84.
22. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and

- performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(1):252-61.
23. Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*. 2013;8(1):62.
 24. Mahdih L, Zolaktaf V, Karimi MT. Effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training on functional movements. *Human movement science*. 2020;70:102568.
 25. Collins TD, Ghousayni SN, Ewins DJ, Kent JA. A six degrees-of-freedom marker set for gait analysis: repeatability and comparison with a modified Helen Hayes set. *Gait & posture*. 2009;30(2):173-80.
 26. Javadian Y, Behtash H, Akbari M, Taghipour M, Zekavat H. The effects of stabilization exercise on pain, functional disability and muscle endurance in patients suspected. *Journal of Mazandaran University of medical sciences*. 2008;18(65):63-73.
 27. Song CH, Petrofsky JS, Lee SW, Lee KJ, Yim JE. Effects of an exercise program on balance and trunk proprioception in older adults with diabetic neuropathies. *Diabetes technology & therapeutics*. 2011 Aug 1;13(8):803-11.
 28. Choi DY, Kim MH, Oh YS, Jung SH, Jung JH, Sung HJ, Lee HW, Lee HM. Highly stretchable, hysteresis-free ionic liquid-based strain sensor for precise human motion monitoring. *ACS applied materials & interfaces*. 2017 Jan 18;9(2):1770-80.
 29. Moseley GL, Hodges PW. Are the changes in postural control associated with low back pain caused by pain interference? *The Clinical journal of pain*. 2005 Jul 1;21(4):323-9.
 30. Bard C, Fleury M, Teasdale N, Paillard J, Nougier V. Contribution of proprioception for calibrating and updating the motor space. *Canadian journal of physiology and pharmacology*. 1995 Feb 1;73(2):246-54.
 31. Pitchai P, Dedhia HB, Bhandari N, Krishnan D, D'Souza NRJ, Bellara JM. Prevalence, risk factors, circumstances for falls and level of functional independence among geriatric population-A descriptive study. *Indian journal of public health*. 2019;63(1):21-6
 32. Mousavi SMS, Mirsafaei Rizi R. Effect of Central Stability and Dynamic Neuromuscular Stabilization Exercises on Pain, Flex-ibility, Balance, Muscle Endurance and Quality of Life in Men With Nonspecific Chronic Low Back Pain. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2022;31(2):136-49[in persian].
 33. Bastani M, Ghasemi G, Sadeghi M, Afshon A, Sadeghi H. The effect of selected core stability exercises on balance and muscle endurance in the elderly patients undergoing hemodialysis. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2017;7(2):89-96.
 34. Rathi M, Joshi R, Desai R, Gazbare P, Kulkarni N, Kurtkoti A. Effect of OTAGO Exercise Programme on Strength, Balance and Mobility in Elderly: An Experimental Study. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy*. 2022;16
 35. Bhatia S, Singhal V. Role of dns (dynamic neuromuscular exercises) on chronic neck pain: A hypothesis. *International Journal of Research in Humanities Arts and Literature*. 2019;7(5):529-32.

پیوست ۱: برنامه تمرینی پایدارسازی عصبی عضلانی پویا

هفته اول	ست/تکرار(S)	هفته دوم	ست/تکرار(S)
تمرین تنفس در وضعیت خوابیده به پشت	۳×۱۰ S	تمرین تنفس در وضعیت پرون با فشار دو ساعد به زمین	۳×۱۰ S
تمرین تنفس در وضعیت خوابیده به شکم	۳×۱۰ S	فلکشن/اکستنشن دو دست به طور همزمان در مفصل شانه و آرنج در وضعیت کودک	۳×۸ r
تمرین تنفس در وضعیت (۹۰/۹۰) (کف پاها روی دیوار)	۳×۱۰ S	رولینگ در وضعیت چرخش در فاصله کوتاه (سه تنفس دیافراگمی)	۳×۶ r
تمرین تنفس در وضعیت خوابیده به پهلو	۳×۱۰ S	حرکت بازو در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت خوابیده به پهلو (چپ/راست)	۳×۶ r
تمرین تنفس در وضعیت نشسته	۳×۱۰ S	حرکت دست در سطوح مختلف در وضعیت نشستن مورب (چپ/راست)	۳×۶ r
تمرین تنفس در وضعیت ایستاده	۳×۱۰ S	حرکت دست در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت سه پایه (زانو خم)	۳×۸ r
تمرین تنفس در وضعیت زانو زده	۳×۱۰ S	حرکت دست در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت زانو زده (چپ/راست)	۳×۶ r
تمرکز روی تنفس دیافراگم در وضعیت سه پایه (حفظ حرکت استاتیک به صورت چهارپایه)	۳×۱۰ S	اجرا دامنه کوتاه اسکوات و تمرکز روی تنفس دیافراگمی (دست‌ها موازی با صفحه هوریزانتال)	۳×۸ r
هفته سوم/چهارم	ست/تکرار(S)	هفته پنجم/ششم	ست/تکرار(S)
انتقال وزن با خم کردن پا در وضعیت پرون با فشار دو ساعد به زمین	۳×۶ r	بلند کردن قسمت فوقانی تنه در وضعیت پرون با فشار دو ساعد به زمین	۳×۱۰ S
حرکت در مفاصل شانه و آرنج در سطوح حرکتی مختلف با دمبل در وضعیت کودک	۳×۶ r	فلکشن/اکستنشن یک بازو و یک پا (مورب) به طول همزمان در وضعیت کودک	۳×۸ r
رولینگ در وضعیت چرخش در فاصله کوتاه (مکت موردنیاز برای پنج تنفس دیافراگمی)	۳×۴ r	حرکت یک بازو و یک پا (یک‌طرفه یا طرف مخالف) به طور همزمان در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت رولینگ	۳×۸ r
حرکت بازو در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت خوابیده به پهلو (چپ/راست)	۱×۸ r	حرکت دست/پا در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت خوابیده به پهلو (چپ/راست)	۳×۶ r
حرکت پا در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت خوابیده به پهلو (چپ/راست)	۳×۶ r	حرکت دست/پا در سطوح مختلف حرکتی به صورت همزمان در وضعیت نشستن مورب (چپ/راست)	۳×۶ r
حرکت دست در سطوح مختلف در وضعیت نشستن مورب (چپ/راست)	۱×۸ r	حرکت دست‌وپا مخالف در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت سه پایه (زانو خم)	۳×۸ r
حرکت پا در سطوح مختلف + فلکشن/اکستنشن زانو/ران در وضعیت نشستن مورب (چپ/راست)	۳×۶ r	حرکت دست در سطوح مختلف حرکتی با دمبل در وضعیت زانو زده	۳×۶ r
حرکت دست در سطوح مختلف حرکتی در وضعیت سه پایه (زانو خم)	۱×۸ r	حفظ حرکت استاتیک اسکوات و تمرکز بر تنفس دیافراگمی (دست‌های موازی در صفحه فرونتال)	۳×۱۰ S
حرکت پا (مفصل ران/زانو) در سطوح مختلف حرکتی (زانو خم) در وضعیت سه پایه	۳×۸ r		
حرکت دست در سطوح مختلف حرکتی با دمبل در وضعیت زانو زده (چپ/راست)	۳×۶ r		
حفظ حرکت استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگمی (دست‌های موازی در هوریزانتال)	۳×۱۰ S		

I: تکرار، S: ثانیه، استراحت بین ست: ۴۵ ثانیه، استراحت پایان ست: ۶۰ ثانیه

پیوست ۲- تمرینات اتاگو

گرم کردن				
حرکت تنه	ایستاده، ۵ بار برای هر طرف(راست، چپ)	حرکت سر	ایستاده، ۵ بار برای هر طرف(راست، چپ)	ایستاده، ۵ بار برای هر طرف(راست، چپ)
حرکت مچ پا	ایستاده، ۵ بار	حرکت گردن	ایستاده، ۵ بار	ایستاده یا نشسته، ۵ بار
		باز کردن پشت		ایستاده، ۵ بار
تمرینات قدرتی				
وزنه به دور مچ پا و برای هر پا ده تکرار				
سطح D بدون حمایت، ۱۰ تکرار	سطح C با حمایت، ۱۰ تکرار	جلو زانو(بازکننده‌ها)	پشت زانو(خم کننده‌ها)	دور کننده ران(آبداکتورها)
بدون حمایت، ۱۰ تکرار	با حمایت، ۱۰ تکرار	تقویت ساق(بلند کردن پاشنه)		بلند کردن انگشتان پا
تمرینات تعادلی				
سطح D بدون حمایت، ۱۰ تکرار، ۳ بار	سطح C بدون حمایت، ۱۰ تکرار	سطح B بدون حمایت، ۱۰ تکرار یا با حمایت، ۱۰ تکرار	سطح A با حمایت، ۱۰ تکرار	خم کردن زانو
بدون حمایت، ۱۰ گام، ۴ بار		با حمایت، ۱۰ گام، ۴ بار		راه رفتن به عقب
	بدون کمک، راه رفتن و چرخش(۸)، ۲ بار	با کمک، راه رفتن و چرخش(۸)، ۲ بار		راه رفتن و چرخش(۸)
	بدون کمک، ۱۰ گام، ۴ بار	با کمک، ۱۰ گام، ۴ بار		گام برداشتن به طرفین
		بدون حمایت، ۱۰ ثانیه	با حمایت، ۱۰ ثانیه	ایستادن پاشنه-پنجه(تاندوم)
بدون حمایت، ۱۰ گام	با حمایت، ۱۰ گام			راه رفتن پاشنه-پنجه
بدون حمایت، ۳۰ ثانیه	بدون حمایت، ۱۰ ثانیه	با حمایت، ۱۰ ثانیه		ایستادن بر روی یک پا
بدون کمک، ۱۰ گام، ۴ بار	با کمک، ۱۰ گام، ۴ بار			راه رفتن بر روی پاشنه
بدون کمک، ۱۰ گام، ۴ بار	با کمک، ۱۰ گام، ۴ بار			راه رفتن روی انگشتان
بدون حمایت، ۱۰ گام				راه رفتن پاشنه-پنجه به عقب
بدون حمایت، ۱۰ بار	بدون حمایت، ۱۰ بار	با حمایت یکدست، ۵ بار بایستید یا با حمایت دو دست ۱۰ بار بایستید	با حمایت دودست، ۵ بار بایستید	ایستادن از حالت نشسته
با حمایت، ۱۰ پله	با حمایت، ۱۰ پله	با حمایت، ۱۰ پله	با حمایت، ۱۰ پله	بالا رفتن از پله
سه بار در هفته و سی دقیقه یا به صورت سه پیاده روی ده دقیقه‌ای/هر دو هفته ۱۵-۲۰ درصد افزایش می‌یافت.				