Sport Medicine Studies **Volume 14, No 32, 2022, Page 95-128**

Research Paper

The Effect of Turning Training in Comparison with Balance Training on Balance Performance, Mobility, Turning and Fear of Falling in Older Adults

M. Ghaderian[1], Gh. A. Ghasemi[2], Sh. Lenjannejadian[3], E. Sadeghi Demneh[4]

1. Ph.D. Candidate, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Professor, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran (Corresponding Author)
3. Assistant Professor, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
4. Associate Professor, Department of Orthotics and Prosthetics, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Received Date: 2022/03/02 **Accepted Date: 2022/06/12**

Abstract

Older adults' ability to walk and turn is a crucial factor in quality independent living. This study aimed to investigate the effect of turning training in comparison with balance training on balance performance, mobility, turning and fear of falling in older adults. therefore 45 eligible elderly males at least 60 years old were selected and randomly assigned to two experimental groups (turning and balance training) and a control group (n=15). Each experimental group performed their training program for 12 weeks. Static and dynamic balance, functional balance and mobility, straight walking, turning walking and fear of falling were measured through force plate, Timed Up and Go Test, 10 Meter Walk Test, Figure of 8 Walk Test and Falls Efficacy Scale-International respectively. Both turning and balance training were effective in improving static, dynamic and functional balance, straight walking and decreasing the fear of falling in both training groups compared to the control group. Turning training improved turning performance compared to balance training and the control groups and had a more effect on improving functional balance than balance training. The use of the turning components in training not only has the effects of balance training but also has more effects on improving performance in turning tasks in older adults. Due to the extent of turning situations in daily activities and

1. Email: mehdighaderiyan67@gmail.com
2. Email: gh.ghasemi@yahoo.com
3. Email: sh.lenjani@spr.ui.ac.ir
4. Email: sadeghi@rehab.mui.ac.ir

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

its potential risk for older adults, it is recommended to use the turning components and perform the turning training in older adults.

Keywords: Combined Training, Turning, Balance, Walking, Fall, and Older Adults.

Extended Abstract

Background and Purpose

Aging is associated with decreased performance and vulnerability. The most common cause of injury in older adults is falling. Balance disorder plays a significant role in falls. Walking is the largest part of daily activity. A walking disorder is one of the most related risk factors for falls. About 70% of falls in older adults occur when walking (1). 20 to 50 percent of the walking steps are turning. Turning is a complex maneuver that can cause a fall. Falling while turning is very dangerous and the risk of hip fracture when falling while turning is 7.9 times higher than straight walking (2). Nearly half of older adults' physical function changes are due to inactivity. Regular exercises are effective in maintaining older adults' functional abilities. Studies emphasize the effectiveness of multi-component and multi-planar activities in improving physical function (3), but these activities, such as turning, are neglected in most training programs. We hypothesized that adding a turning component to the training would be superior to conventional training. This study aimed to compare the effect of two protocols of combined turning-based balance training and conventional balance training on balance, mobility, turning performance, and fear of falling in older adults.

Materials and Methods

This study was a controlled randomized trial with a three-group design with training interventions in two experimental groups (turning and balance training) and a control group, with pre-test and post-tests. The statistical population included all older adult men aged 60 years and older in Isfahan, among whom 45 people were selected and randomly assigned into three groups of 15 people; two experimental groups and one control group. Participants in the experimental group completed 12 weeks of relevant exercises while the control group continued their normal activities during this period. Inclusion criteria included a man at least 60 years old, having functional independence, and the ability to walk and perform daily activities without the use of assistive devices. The exclusion criteria included obtaining a score below 24 on the Mini-Mental State Examination (MMSE), lacking the requirements of general health and physical activity questionnaires, having any medical and ethical prohibition to participate in training, having a

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

history of falls during the past year, inability to perform tests and exercise programs, and participating in other regular exercise programs. The static and dynamic balance were measured by force plate data and center of pressure (COP) analysis when standing and stance phase of walking, respectively, and the parameters of range, path length, and velocity of the COP were measured in the anteroposterior and mediolateral directions. Functional balance and mobility, straight walking, turning, and fear of falling with Timed Up and Go Test (TUG) (4), 10-Meter Walk Test (10MWT) (5), Figure of 8 Walk Test (F8WT) (6), and Falls Efficacy Scale-International (FES-I) (7) were evaluated, respectively. The training programs were presented for 12 weeks and 3 sessions of 75 minutes per week. The training program consisted of four parts: warm-up (10 minutes), resistance training (25 minutes), the main part (35 minutes), and cool-down (5 minutes). The main part of the training was executed differently in the experimental groups. One group performed conventional balance training and the other turning-based balance training. Statistical analysis was performed using the Mixed ANOVA of design 3 (group: turning training, balance training, and control) × 2 (test: pre-test and post-test). Pairwise comparisons were calculated using the Bonferroni test and effect size with partial eta square (η_p^2). $P \leq 0.05$ was considered as the significance level in all statistical tests.

Findings

The results showed that within-subject differences related to the main effect of the time and between-subject differences related to the main effect of the group as well as time-group interaction were statistically significant ($p \leq 0.05$). The results of the Bonferroni test revealed a significant improvement in the variables in the post-test compared to the pre-test in the experimental groups ($p \leq 0.05$); however, in the control group, no significant changes were observed in any of the variables ($p > 0.05$). Pairwise comparison showed a significant difference in the static and dynamic balance variables between the experimental groups and control group ($p \leq 0.05$) but there were no significant differences between the experimental groups in any of the variables ($p > 0.05$). In the TUG test, there was a significant difference between the experimental groups and the control group ($P \leq 0.04$) as well as between the turning training and balance training groups ($P = 0.02$). In the 10MWT, a significant difference was observed between the experimental groups and the control group ($P \leq 0.04$). In the F8WT, there was a significant difference between the control and turning training groups ($P = 0.002$) as well as between the turning training and balance training groups ($P = 0.04$). In the FES-I, a significant difference was observed between the experimental groups and the control group ($P \leq 0.04$).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

Table 1- Descriptive information and results of mixed ANOVA and Bonferroni test

Variables	Control Group (n = 15)			Turning Group (n = 15)			Balance Group (n = 15)			p (r)		
	Pretest M(SD)	Posttest M(SD)	p (r)	Pretest M(SD)	Posttest M(SD)	p (r)	Pretest M(SD)	Posttest M(SD)	p (r)	Main effect: Time	Main effect: Group	Time× Group
Static-AP Range of COP (mm)	41.47 (4.65)	42.68 (6.49)	0.63 (0.006)	42.79 (6.49)	27.85 (8.05)	0.001 (0.46)	40.57 (6.55)	34.40 (9.12)	0.01 (0.12)	0.001 (0.34)	0.002 (0.26)	0.001 (0.33)
Static-ML Range of COP (mm)	23.86 (4.06)	24.48 (4.62)	0.92 (0.001)	22.57 (6.68)	13.22 (7.09	0.001 (0.38)	20.95 (5.66)	17.08 (7.50)	0.04 (0.10)	0.001 (0.27)	0.004 (0.23)	0.003 (0.24)
Static-AP Path Length of COP (mm)	347.12 (41.17)	355.47 (37.13)	0.61 (0.006)	360.61 (35.66)	281.26 (46.17)	0.001 (0.36)	325.92 (48.88)	291.21 (54.36)	0.038 (0.10)	0.001 (0.25)	0.002 (0.26)	0.002 (0.26)
Static-ML Path Length of COP (mm)	202.17 (27.09)	203.72 (23.62)	0.87 (0.001)	188.44 (31.38)	147.73 (28.61)	0.001 (0.29)	196.54 (28.68)	170.11 (28.35)	0.01 (0.14)	0.001 (0.26)	0.001 (0.34)	0.012 (0.19)
Static-AP Velocity of COP (mm/s)	12.16 (1.63)	12.43 (1.72)	61 (0.006)	12.74 (1.55)	9.28 (1.41)	0.001 (0.68)	11.68 (1.64)	10.35 (1.38)	0.001 (0.23)	0.001 (0.54)	0.02 (0.17)	0.001 (0.55)
Static-ML Velocity of COP (mm/s)	6.26 (0.91)	6.45 (1.16)	0.61 (0.006)	6.52 (0.97)	4.45 (1.15)	0.001 (0.44)	5.70 (1.03)	4.92 (1.45)	0.03 (0.09)	0.001 (0.30)	0.005 (0.22)	0.001 (0.32)
Dynamic-AP Range of COP (mm)	63.81 (14.93)	67.09 (17.15)	0.51 (0.01)	60.24 (20.49)	45.8529 (17.91)	0.005 (0.17)	68.10 (15.89)	57.86 (12.77)	0.046 (0.09)	0.016 (0.13)	0.036 (0.15)	0.039 (0.14)
Dynamic-ML Range of COP (mm)	103.21 (17.09)	106.50 (28.26)	0.74 (0.003)	92.74 (31.68)	55.95 (31.71)	0.001 (0.25)	94.60 (30.69)	73.29 (27.37)	0.035 (0.10)	0.002 (0.20)	0.002 (0.25)	0.02 (0.17)
Dynamic-AP Path Length of COP (mm)	113.91 (21.59)	116.54 (20.98)	0.69 (0.004)	107.19 (35.75)	82.35 (24.67)	0.001 (0.25)	104.28 (28.51)	90.91 (17.90)	0.049 (0.09)	0.003 (0.19)	0.019 (0.17)	0.032 (0.15)
Dynamic-ML Path Length of COP (mm)	256.75 (38.53)	262.22 (44.47)	0.63 (0.006)	246.21 (30.87)	216.49 (29.21)	0.01 (0.14	252.60 (36.75)	231.50 (39.02)	0.06 (0.08)	0.025 (0.12)	0.042 (0.14)	0.08 (0.11)
Dynamic-AP Velocity of COP (mm/s)	145.11 (36.71)	159.35 (29.16)	0.59 (0.007)	161.90 (37.23)	126.89 (33.22)	0.001 (0.24)	150.20 (34.84)	130.14 (33.41)	0.04 (0.09)	0.005 (0.17)	0.27 (0.06)	0.02 (0.17)
Dynamic-ML Velocity of COP (mm/s)	403.89 (93.68)	416.97 (95.30)	0.57 (0.008)	378.95 (91.98)	299.01 (66.83)	0.001 (0.22)	386.05 (77.23)	322.57 (86.52)	0.052 (0.08	0.008 (0.16)	0.01 (0.17)	0.02 (0.16)
TUG (s)	13.96 (0.80)	14.02 (0.89)	0.79 (0.002)	13.16 (0.87)	11.70 (1.11)	0.001 (0.53)	13.70 (0.77)	12.78 (0.86)	0.001 (0.31)	0.001 (0.47)	0.001 (0.40)	0.001 (0.38)
10MWT (s)	11.75 (1.28)	11.81 (1.23)	0.37 (0.02)	11.41 (1.56)	9.26 (1.32)	0.001 (0.96)	11.53 (1.30)	9.58 (1.28)	0.001 (0.95	0.001 (0.96)	0.001 (0.94)	0.001 (0.20)
F8WT (s)	11.98 (1.52)	12.19 (1.57)	0.56 (0.008)	11.32 (1.48)	9.18 (1.44)	0.001 (0.46)	11.83 (1.55)	11.14 (1.52)	0.06 (0.08)	0.001 (0.29)	0.002 (0.25)	0.013 (0.34)
FES-I (score)	31.40 (6.94)	31.93 (4.96)	0.53 (0.01)	28.87 (6.77)	21.07 (4.26)	0.001 (0.67)	30.13 (6.13)	23.33 (3.51)	0.001 (0.61)	0.001 (0.69)	0.004 (0.23)	0.012 (0.57)

Note: M: mean, SD: standard deviation, ML: mediolateral, AP: anteroposterior, mm: millimeter, s: second, p: significance level, r: effect size, **bold** values show significant difference.

Conclusion

The results showed the effect of turning and balance training on improving the static and dynamic balance control, functional balance and mobility, straight walking, and reducing the fear of falling in both experimental groups compared to the control group. In addition, turning training improved turning performance compared to balance training and the control group, and also had a more effect on improving functional balance and mobility than balance training. Comparing the effect size in each of the variables showed that turning training was more effective than balance training. Balance training creates specific adaptations to imposed demands by challenging the sensorimotor system by manipulating the size or stability of the base of support, changing the position of the center of gravity, and

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

stressing the postural muscles (8). Strength training facilitates the balancing process by creating neuromuscular adaptations and improving muscle response and strength. The combination of training may have a synergistic effect and enhance performance. Turning training increases the challenge by adding turning components and performing multi-planar movements and creates more impact compared to the conventional training. The similarity of turning movements to daily movement patterns contributes to making them more transferable. Turning training involves more balance systems and processes due to more complexes and requires higher sensory-motor integration and cognitive demands that may be accompanied by more compatibility. Based on the similarity of principle of training, the patterns used in turning training with the daily balance and movement requirements are effective in the efficacy of turning training. These mechanisms may explain the further improvement in the turning training group than in the balance training group.

Keywords: Combined Training, Turning, Balance, Walking, Fall, and Older Adults.

Article Message

Due to the extent of turning situations in daily activities and its potential risk for older adults, and the effectiveness and improvement of turning performance in older adults as a result of turning training, it is recommended to use the turning components and perform the turning training for older adults.

References

1. Kwon M-S, Kwon Y-R, Park Y-S, Kim J-W. Comparison of gait patterns in elderly fallers and non-fallers. Technol Health Care. 2018;26(S1):427-36.
2. Cumming RG, Klineberg RJ. Fall frequency and characteristics and the risk of hip fractures. J Am Geriatr Soc. 1994;42(7):774-8.
3. Jadczak AD, Makwana N, Luscombe-Marsh N, Visvanathan R, Schultz TJ. Effectiveness of exercise interventions on physical function in community-dwelling frail older people: an umbrella review of systematic reviews. JBI Evid Synth. 2018;16(3):752-75.
4. Christopher A, Kraft E, Olenick H, Kiesling R, Doty A. The reliability and validity of the timed Up and Go as a clinical tool in individuals with and without disabilities across a lifespan: a systematic review: psychometric properties of the Timed Up and Go. Disabil Rehabil. 2021;43(13):1799-813.
5. Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. J Geriatr Phys Ther. 2013;36(1):24-30.
6. Hess RJ, Brach JS, Piva SR, VanSwearingen JM. walking skill can be assessed in older adults: validity of the Figure-of-8 Walk Test. Phys Ther. 2010;90(1):89-99.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

7. Khajavi D. validation and reliability of persian version of fall efficacy scale-international (fes-i) in community-dwelling older adults. salmand. 2013; 8 (2) :39-47. (Persian)
8. Rogers ME, Page P, Takeshima N. balance training for the older athlete. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(4):517-30.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مطالعات طب ورزشی دوره ۱۴، شماره ۳۲، تابستان ۱۴۰۱. صص ۱۲۸-۹۵

مقالهٔ پژوهشی

تأثیر تمرینات چرخشی در مقایسه با تمرینات تعادلی بر عملکرد تعادل، تحرک، چرخش و ترس از سقوط در سالمندان

مهدی قادریان[۱]، غلامعلی قاسمی[۲]، شهرام لنجان نژادیان[۳]، ابراهیم صادقی دمنه[۴]

۱. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، ایران.
۲. استاد گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، ایران. (نویسنده مسئول)
۳. استادیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، ایران.
۴. دانشیار گروه ارتوپدی فنی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران.

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۳/۲۲

چکیده

توانایی سالمندان در راه رفتن و چرخش پایدار عاملی مهم در زندگی مستقل و باکیفیت است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تمرینات چرخشی، در مقایسه با تمرینات تعادلی، بر عملکرد تعادل، تحرک، چرخش و ترس از سقوط در سالمندان انجام شد. بدین منظور ۴۵ مرد سالمندِ دست‌کم (۶۰) ساله که واجد معیارهای پژوهش بودند، انتخاب و به‌طور تصادفی و مساوی در دو گروه تجربی (تمرینات چرخشی و تعادلی) و یک گروه کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تجربی برنامهٔ تمرینی خود را به مدت ۱۲ هفته انجام دادند. تعادل ایستا و پویا، تعادل عملکردی، راه رفتن مستقیم، راه رفتن چرخشی و ترس از سقوط به ترتیب از طریق صفحهٔ نیرو، آزمون‌های زمان برخاستن و رفتن، ۱۰ متر راه رفتن، راه رفتن 8 شکل و مقیاس کارآمدی افتادن در سالمندان اندازه‌گیری شد. (هم تمرینات چرخشی و هم تعادلی در بهبود تعادل ایستا، پویا و عملکردی، راه رفتن مستقیم و کاهش ترس از سقوط در گروه‌های تمرینی مؤثرتر از گروه کنترل بود. عملکرد چرخش تنها در گروه تمرینات چرخشی بهبود یافت و تمرینات چرخشی، در مقایسه با تمرینات تعادلی، تأثیر بیشتری در بهبود تعادل عملکردی داشت.) به‌کارگیری مؤلفهٔ چرخش در تمرینات نه‌تنها اثربخشی تمرینات تعادلی را به همراه دارد، بلکه باعث تأثیرگذاری بیشتر این تمرینات و تسری آن بر بهبود عملکرد در تکالیف چرخشی در سالمندان

1. Email: mehdighaderiyan67@gmail.com
2. Email: gh.ghasemi@yahoo.com
3. Email: sh.lenjani@spr.ui.ac.ir
4. Email: sadeghi@rehab.mui.ac.ir

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

می‌شود. با توجه به گستردگی موقعیت‌های چرخشی در فعالیت‌های روزمره و خطر بالقوه آن برای سالمندان، به‌کارگیری مؤلفهٔ چرخش و انجام تمرینات چرخشی در سالمندان توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: تمرینات ترکیبی، چرخش، تعادل، راه رفتن، سقوط، سالمند.

مقدمه

سالمندی پدیده‌ای فراگیر در جهان است که با کاهش عملکرد سیستم‌های مختلف بدن و آسیب‌پذیری همراه است (۱). بیشترین دلیل آسیب‌ها در افراد بالای ۶۵ سال سقوط است که به کاهش عملکرد، بی‌حرکتی، بستری شدن، مرگ و افزایش هزینه منجر می‌شود (۲). اختلال تعادل نقشی مهم در زمین خوردن سالمندان دارد (۳). توانایی حفظ تعادل مهارتی کلیدی برای جلوگیری از سقوط و شرط اولیهٔ فعالیت‌های مستقل در زندگی روزمره است (۴). کنترل وضعیت بدن‌عاملی مهم در حفظ تعادل هنگام ایستادن، راه رفتن، انجام تکالیف و هنگام پاسخ به اختلالات غیرمنتظره‌ای است که در زندگی روزمره رخ می‌دهد (۵). کنترل، تعادل پایه و اساس توانایی ما در ایستادن و راه رفتن مستقل و مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که از تعامل چند فرایند حسی-حرکتی حاصل می‌شود. کاهش در عملکردهای مربوط به کنترل وضعیت بدن با افزایش سن، عامل اختلال تعادل است و می‌تواند به سقوط در سالمندان منجر شود (۶).

راه رفتن مهارتی پایه است که بیشترین بخش فعالیت حرکتی انسان را به خود اختصاص داده و توانایی افراد سالمند برای حفظ راه رفتن پایدار عاملی مهم برای زندگی مستقل و باکیفیت است (۷). ایمنی راه رفتن چالشی مهم برای سالمندان است و اختلال راه رفتن یکی از مرتبط‌ترین عوامل خطر سقوط در نظر گرفته می‌شود (۸) به‌طوری که تا ۷۰ درصد از سقوط‌های سالمندان در حین راه رفتن رخ می‌دهد (۹). راه رفتن در دوران سالمندی با مشکلاتی همراه است و توانایی راه رفتن به‌تدریج کاهش می‌یابد. تغییرات در الگوی راه رفتن و تمایل برای افزایش نوسانات قامتی در سالمندان می‌تواند هشداردهندهٔ خطر سقوط باشد (۱۰).

حرکت به‌ندرت از طریق راه رفتن در حالت پایدار انجام می‌شود و ۲۰ تا ۵۰ درصد از مراحل راه رفتن را چرخش تشکیل می‌دهد (۱۱). چرخش یکی از اجزای اساسی تحرک و نیازمند عملکرد شناختی و توجه زیاد به تنظیمات پیش‌بین عضلات پاسچرال، کاهش شتاب حرکت روبه‌جلو، هماهنگی در جهت‌یابی مجدد قطعات محوری بدن در مسیر حرکت جدید، کنترل پاسچر برای حفظ مرکز جرم بدن در محدودهٔ پایداری و حفظ تعادل پویا در محدودهٔ سطح اتکا هنگام ادامهٔ چرخهٔ گام برداری

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

است (۱۲). چرخش از توانایی‌های ضروری برای حرکت موفقیت‌آمیز و مانوری خطرناک و پیچیده برای افراد سالمند است (۱۱). در بسیاری از سالمندان چرخش، تضعیف‌کنندهٔ تعادل است و هنگام چرخش پایداری بدن به‌طور طبیعی کاهش می‌یابد که چالشی برای کنترل وضعیت بدن است و می‌تواند باعث سقوط و آسیب‌دیدگی در سالمندان شود (۱۳). سقوط هنگام چرخش بسیار خطرناک است به‌طوری که خطر شکستگی ران هنگام سقوط در حین چرخش، در مقایسه با راه رفتن مستقیم، ۷/۹ برابر افزایش می‌یابد (۱۳).

فعالیت بدنی و ورزش منظم و مداوم ازجمله روش‌هایی است که برای پیشگیری و به تأخیر انداختن یا درمان مشکلات حاصل از افزایش سن به کار می‌رود (۱۴). نزدیک به نیمی از تغییراتی که در عملکردهای جسمانی در دوران سالمندی به وجود می‌آید درنتیجهٔ کم‌تحرکی است. استفاده از تمرین بدنی به‌مثابهٔ روشی ارزان، دردسترس، غیرتهاجمی و کم‌خطر در حفظ سلامتی، تحرک، تعادل و پیشگیری از سقوط امری پذیرفته و توصیه شده است (۱۵). فعالیت بدنی منظم می‌تواند از کاهش تعادل جلوگیری کند و آن را به‌طور مؤثر بهبود بخشد (۱۶). به‌منظور تسهیل فرایندهای سیستم عصبی برای یافتن راه‌حل‌های حسی-حرکتی جدیدی که عملکرد تعادل را بهبود بخشند به تغییرات مداوم نیاز است؛ بنابراین برنامه‌های تمرینی باید شامل تمرینات متنوع و کارآمدی باشد که سیستم کنترل تعادل را به چالش بکشد و فرایند یادگیری را تحریک کند (۱۷).

برای بهبود تعادل و کاهش خطرات سقوط در سالمندان تمرینات گسترده‌ای مطالعه شده است و برنامه‌های تمرینی مختلفی در تلاش برای پیشگیری و کاهش خطر سقوط معرفی شده‌اند (۱۸). بولا[1] و همکاران (۲۰۱۱) ۴۶ مطالعه را بررسی کردند که بیشتر مطالعات (۳۸ مورد) بر پیشگیری از سقوط و کاهش تعادل تمرکز داشت (۱۹). پاپالیا[2] و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند تمرینات جسمانی درمانی مؤثر برای بهبود تعادل و کاهش تعداد سقوط سالمندان است و باید تمرینات تعادلی و وضعیتی در پروتکل‌های تمرینی سالمندان گنجانده شود (۱۴). مطالعات بر اثربخشی مداخلات تمرینی چندمؤلفه‌ای[3] در بهبود عملکرد بدنی سالمندان تأکید دارند (۲۰). همچنین در مقایسه با انجام حرکت در مسیر خطی یا به شکل تک‌صفحه‌ای، تمرینات چندصفحه‌ای[4] با بهبود بیشتر در یکپارچگی عصبی-عضلانی و پایداری و افزایش انتقال عملکردی به فعالیت‌های روزانه همراه است (۲۱). بااین‌حال، بیشتر

1. Büla
2. Papalia
3. Multi-Component Exercises
4. Multi-Planar Activities

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

برنامه‌های تمرین تعادلی با هدف بهبود تحرک عملکردی سالمندان در خط مستقیم انجام شده‌اند و فعالیت‌های چندمؤلفه‌ای و چندصفحه‌ای مانند چرخش در بیشتر آن‌ها مغفول است (۲۲). علی‌رغم اهمیت توانایی چرخش و نقش آن در تعادل و سقوط، مطالعاتی که مشکلات چرخش و اثربخشی برنامه‌های ورزشی شامل تمرینات بهبود توانایی چرخش رادر افراد مبتلا به اختلال چرخش مانند سالمندان بررسی کرده باشد، محدود است و مطالعه‌ای یافت نشد که تأثیر یک برنامهٔ تمرینی مستقل شامل تمرینات خاص طراحی‌شده بر اساس حرکات چرخشی را در سالمندان بررسی کرده باشد. تنها مطالعات محدودی یافت شد که بهبود مهارت چرخش، تعادل و پیشگیری از سقوط را از طریق انجام تمریناتی بررسی کرده باشند که چرخش بخشی جزئی از آن را تشکیل می‌داد. مطالعهٔ خان و همکاران[1] (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر پروتکل ترکیبی تمرینات شناختی و چرخشی بر پیشگیری از سقوط پرداخته است. تنها بخش چرخشی این برنامه، چرخش محوری ۱۸۰ درجه و ۳۶۰ درجه در مسیر طراحی‌شده و به دور مانع بود که به مدت سه هفته اجرا شد و به همین دلیل نمی‌توان کفت نوعی پروتکل تمرینی طراحی‌شده بر اساس حرکات چرخشی است و آن را مطالعه‌ای در نظر گرفت که تأثیر حرکات چرخش را بررسی کرده باشد (۲۳). شارما و ساین[2] (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر تمرینات چرخشی همراه با وظیفهٔ شناختی بر عملکرد تعادل سالمندان نشان دادند که گنجاندن فعالیت چرخشی همراه با وظیفهٔ شناختی در تمرینات سالمندان کارآمدتر است (۱۲). در این مطالعه تمرینات تنها به مدت چهار هفته و با تأکید بر وظیفهٔ شناختی اجرا شد و اثر مرکب حرکات چرخشی و وظایف شناختی بررسی شد. در مطالعهٔ آشاری[3] و همکارن (۲۰۱۴) نیز برنامهٔ اجراشده برای بهبود چرخش و تحرک در سالمندان مبتنی بر برنامهٔ تمرینی اتاگو و شامل چند تمرین انتخاب‌شده برای بهبود چرخش بود. تنها دو تمرین از هشت تمرین این برنامه برای بهبود توانایی چرخش انتخاب‌شده بود و تمرینات دیگر سایر جنبه‌های تعادل و تحرک را هدف قرار می‌داد (۲۴). با توجه به اینکه بخش عمدهٔ پروتکل تمرینی این مطالعات را تمریناتی به‌جز تمرینات چرخشی تشکیل داده بود و تمایز تأثیر این تمرینات بر بهبود عملکرد چرخش و تحرک امکان‌پذیر نبود، همچنان تأثیر مستقل تمرینات چرخشی بر تعادل، عملکرد راه رفتن و چرخش مبهم مانده است که این مطالعه به این شکاف مهم در ادبیات فعلی مربوط می‌شود. فرض ما بر این بود که افزودن مؤلفهٔ چرخش به تمرینات در بهبود عملکرد چرخش، تعادل و تحرک نسبت به تمرینات تعادلی معمول برتری ایجاد می‌کند؛ ازاین‌رو مطالعهٔ حاضر با هدف مقایسهٔ تأثیر دو

1. Khan
2. Sharma & Singh
3. Ashari

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

پروتکل تمرینات ترکیبی تعادلی مبتنی بر چرخشی (به اختصار تمرینات چرخشی) و تمرینات ترکیبی تعادلی معمول (به اختصار تمرینات تعادلی) بر عملکرد تعادل، تحرک، چرخش و ترس از سقوط در سالمندان انجام شد.

روش پژوهش

ملاحظات اخلاقی

طرح پژوهش این مطالعه در کمیتهٔ اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه اصفهان (IR.UI.REC.1398.081) تأیید شد و در مرکز بین‌المللی ثبت کارآزمایی های بالینی ایران (IRCT20180101038168N1) به ثبت رسید. همهٔ شرکت‌کنندگان فرم رضایت آگاهانه را مطالعه و امضا کردند و حقوق آن‌ها در طول مطالعه محفوظ بود.

طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان

این مطالعه نوعی کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده با طرح سه گروهی همراه با مداخلات تمرینی بد که در دو گروه تجربی (تمرینات چرخشی و تعادلی) و یک گروه کنترل با روند پیش و پس‌آزمون اجرا شد. جامعهٔ آماری شامل کلیهٔ مردان سالمند ۶۰ ساله و بالاتر شهر اصفهان بود که پس از انجام فراخوان‌های عمومی و غربالگری (معاینات و آزمون‌های اولیه از طریق پرسش‌نامه‌های سلامت عمومی[1]، ارزیابی کوتاه وضعیت ذهنی[2] و آمادگی فعالیت بدنی[3] و انجام مصاحبه) در نهایت ۴۵ نفر از آن‌ها انتخاب و به‌صورت تصادفی الکترونیکی[4] در سه گروه ۱۵ نفری (دو گروه تجربی و یک گروه کنترل) تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان گروه‌های تجربی ۱۲ هفته تمرینات مربوط به خود را تکمیل کردند، درحالی که گروه کنترل در این مدت فعالیت‌های معمولشان را ادامه داد. از ابزار جی پاور[5] برای محاسبهٔ حجم نمونه در خانوادهٔ آزمون F (تحلیل واریانس ترکیبی) استفاده شد و مطالعه‌ای مرتبط که اثر برنامهٔ مداخله‌ای تقریباً مشابهی (تمرینات ورزشی) را بر متغیرهای مشابه (نیروی عکس‌العمل زمین و تعادل) در گروهی مشابه (سالمندان) بررسی کرده بود، مبنای کار قرار گرفت (۲۵). برای تحلیل توان توان آماری، میزان خطای نوع یک ۰/۰۵، میزان خطای نوع دو ۰/۲۰ و اندازهٔ اثر ۰/۸۰

1. General Health Questionnaire-28 (GHQ-28)
2. Mini-Mental State Examination (MMSE)
3. Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)
4. https://www.Randomizer.org
5. G*Power Software Version 3.1.9.6

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

در نظر گرفته شد. حجم نمونه در هر گروه برای آزمون فرضیه مطالعه ۱۵ نفر برآورد شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل جنسیت، مرد؛ سن، دست‌کم ۶۰ ساله؛ داشتن استقلال عملکردی، توانایی راه رفتن و انجام فعالیت‌های روزمره بدون استفاده از وسیلهٔ کمکی؛ نداشتن فعالیت‌های بدنی منظم و معیارهای خروج از مطالعه کسب نمرهٔ کمتر از ۲۴ از پرسش‌نامهٔ فرم کوتاه وضعیت ذهنی، نداشتن الزامات پرسش‌نامهٔ سلامت عمومی و آمادگی فعالیت بدنی، وجود هرگونه منع پزشکی و اخلاقی برای شرکت در تمرینات (شناختی، بینایی، شنوایی، قلبی و تنفسی و حسی حرکتی)، داشتن سابقهٔ زمین خوردن طی یک سال گذشته، ناتوانی از اجرای آزمون‌ها یا برنامه‌های تمرینی و مشارکت در برنامهٔ تمرینی منظم خارج از مطالعه بود.

اندازه‌گیری‌ها

اندازه‌گیری‌ها در مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی-عضلانی دانشکدهٔ توان‌بخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان‌انجام شد. اطلاعات کینتیک هنگام ایستادن ساکن و همچنین راه رفتن با استفاده از صفحهٔ نیروی کیستلر[1] (۵۰۰ در ۶۰۰ میلی‌متر، مدل ۹۲۶۰ ساخت شرکت کیستلر سوئیس) با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز جمع‌آوری شد. نیروی واکنش زمین با استفاده از فیلتر پایین‌گذر مرتبه چهارم باترورث و قطع فرکانس ۲۰ هرتز فیلتر شد و آستانهٔ ۱۰ نیوتن برای تشخیص مرحلهٔ استانس راه رفتن انتخاب شد (۲۶).

تعادل ایستا

برای اندازه‌گیری تعادل ایستا از داده‌های صفحهٔ نیرو و تحلیل مرکز فشار هنگام ایستادن ساکن استفاده شد. به این منظور از شرکت‌کنندگان خواسته شد با علامت آزمونگر به مدت ۶۰ ثانیه در حالت آرام روی صفحهٔ نیرو بایستند و به علامتی که روبه‌روی آن‌ها روی دیوار تعبیه شده بود، تمرکزکنند. از صحبت کردن در حین آزمون، چرخاندن سر به اطراف، حرکت دادن دست‌ها و هر گونه حرکت اضافه نیز اجتناب کنند. از همه شرکت‌کنندگان با پای برهنه و جوراب‌های یکسان آزمون‌گیری شد. هر شرکت‌کننده سه تکرار بدون نقص با سه دقیقه استراحت بین هر تکرار انجام داد و از میانگین سه تکرار برای محاسبات استفاده شد. برای حذف اثرات احتمالی شروع و پایان آزمون، فریم‌های مربوط به ۱۰ ثانیه اول و ۱۰ ثانیه آخر حذف و از فریم‌های مربوط به ۴۰ ثانیه وسط

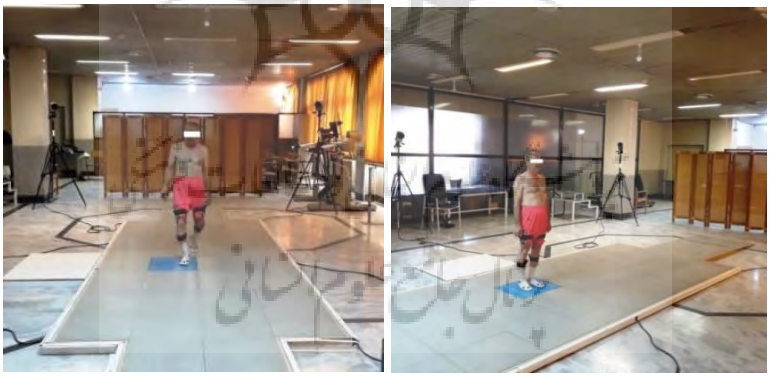
1. Kistler Force Plate

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

به‌عنوان نتیجهٔ آزمون استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل نهایی از پارامترهای دامنه[1]، طول مسیر[2] و سرعت مرکز فشار[3] در صفحهٔ قدامی خلفی و داخلی جانبی استفاده شد (شکل ۱ الف).

تعادل پویا

برای اندازه‌گیری تعادل پویا از داده‌های صفحهٔ نیرو و تجزیه‌وتحلیل مرکز فشار در مرحلهٔ استقرار[4] راه رفتن استفاده شد. به این منظور مسیری به طول پنج متر در نظر گرفته شد که صفحهٔ نیرو در وسط آن قرار داشت. داده‌های نیروی واکنش زمین هنگام راه رفتن با سرعت دلخواه و به شکلی که پای برتر روی صفحهٔ نیرو قرار گیرد، ثبت شد. همهٔ شرکت‌کنندگان راست‌پا بودند که با آزمایش لگد به توپ مشخص شد (۲۶). نقطهٔ شروع آزمون راه رفتن بر اساس آزمایش‌های عملی بود تا فرد بتواند سه قدم قبل از رسیدن به صفحهٔ نیرو بردارد و پای راستش را در وسط صفحهٔ نیرو قرار دهد. قبل از آزمون به شرکت‌کنندگان یک دوره تمرین داده شد تا ضمن گرم کردن و آماده شدن با مسیر حرکت آشنا شوند. موقعیت شروع به‌گونه‌ای تنظیم شد که ضربهٔ پا روی صفحهٔ نیرو رخ دهد. هر شرکت‌کننده سه تکرار بدون نقص با یک دقیقه استراحت بین هر تکرار انجام داد و میانگین سه تکرار برای محاسبات آماری در نظر گرفته شد. برای تجزیه‌وتحلیل نهایی از پارامترهای دامنه، طول مسیر و سرعت مرکز فشار در صفحهٔ قدامی-خلفی و داخلی-جانبی در مرحلهٔ استقرار استفاده شد (شکل ۱ ب).



شکل ۱- نحوهٔ اجرای آزمون تعادل ایستا (الف) و پویا (ب)

1. The Range of Center of Pressure (COP)
2. The Path Length of Center of Pressure (COP)
3. The Velocity of Center of Pressure (COP)
4. Stance Phase

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

تعادل عملکردی و تحرک[1]

ارزیابی تعادل عملکردی و تحرک با استفاده از آزمون زمان برخاستن و رفتن[2] انجام شد. این آزمون تحرک، تعادل، توانایی راه رفتن و خطر سقوط را ارزیابی می‌کند و روشی سریع و معتبر برای تعیین مشکلات تعادل اثرگذار بر مهارت‌های حرکتی زندگی روزمرهٔ سالمندان است. برای اجرا، شرکت‌کننده بدون استفاده از دست‌های خود از روی صندلی استاندارد برخاسته و پس از طی مسیر ۳سه متری می‌چرخد، بازمی‌گردد و دوباره روی صندلی می‌نشیند. آزمون باید در کمترین زمان ممکن اجرا شود. زمان انجام حرکت از لحظهٔ صدور فرمان حرکت توسط آزمونگر تا طی مسیر و نشستن مجدد روی صندلی محاسبه می‌شود. این آزمون در سالمندان قابل‌اجرا و قابل‌اعتماد است (۲۷). پس از تمرین و آشنایی با آزمون، هر شرکت‌کننده آزمون اصلی را سه مرتبه اجرا کرد و بهترین زمان ثبت‌شده، امتیاز وی محسوب شد.

راه رفتن در مسیر مستقیم

عملکرد راه رفتن در مسیر مستقیم با استفاده از آزمون ۱۰ متر راه رفتن[3] ارزیابی شد. به این منظور از شرکت‌کنندگان خواسته شد مسافتی ۲۰ متری را با سرعت طی کنند. به هر شرکت‌کننده تذکر داده شد با سرعتی حرکن کند که شرایط راه رفتن ایمن را فراهم آورد. پنج متر ابتدا و انتهای مسیر، که صرف افزایش و کاهش سرعت می‌شود، در نظر گرفته نشد و زمان صرف‌شده برای پیمودن ده متر میانی مسیر رکورد فرد در نظر گرفته شد. آزمون سه مرتبه تکرار شد و بهترین رکورد فرد نمرهٔ آزمون محسوب شد (۲۸).

راه رفتن در مسیر چرخشی

عملکرد راه رفتن در مسیر چرخشی با استفاده از آزمون راه رفتن 8 شکل[4] ارزیابی شد. هر شرکت‌کننده در میانهٔ مسیر، بین دو مخروط که با فاصله ۱/۵۲ متری از هم قرار داشتند، ایستاد و با شروع آزمون، مسیر 8 شکل اطراف مخروط‌ها را به‌سرعت و در کمترین زمان ممکن طی کرد. زمان صرف‌شده برای تکمیل مسیر امتیاز فرد در نظر گرفته شد. به هر شرکت‌کننده تذکر داده شد با سرعتی حرکت کند

1. Functional Balance and Mobility
2. Timed Up and Go Test (TUG)
3. 10-Meter Walk Test
4. Figure of 8 Walk Test

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

که شرایط راه رفتن ایمن را فراهم آورد. این آزمون در سالمندان قابل‌اجرا و قابل‌اعتماد است (۲۹). آزمون سه مرتبه تکرار شد و بهترین رکورد فرد، نمرهٔ آزمون در نظر گرفته شد.

ترس از سقوط

برای سنجش ترس از سقوط از مقیاس کارآمدی افتادن در سالمندان-فرم بین‌المللی[1] استفاده شد. این مقیاس دارای ۱۶ گویه است که میزان ترس از سقوط سالمندان را حین انجام فعالیت‌های زندگی روزانه در مقیاسی چهار امتیازی اندازه‌گیری می‌کند. نمرهٔ هر شرکت‌کننده، مجموع امتیازات وی از ۱۶ گویه خواهد بود (بین ۱۶ تا ۶۴) و نمرهٔ بالاتر به معنای ترس از سقوط بیشتر است. نسخهٔ فارسی این مقیاس توسط خواجوی رواسازی شده است و نشان‌دهندهٔ روایی و پایایی این مقیاس برای سالمندان فارسی‌زبان است (۳۰).

برنامهٔ تمرینات

انتخاب، طراحی و پارامترهای برنامهٔ تمرینات با اقتباس از کتاب تمرین برای سالمندان ضعیف[2] (۳۱) و کتاب راهنمای ورزش خانگی برای سالمندان[3] (۳۲) تنظیم و به مدت ۱۲ هفته و سه جلسهٔ ۷۵ دقیقه در هفته ارائه شد. برنامهٔ تمرینی شامل چهار بخش گرم کردن (۱۰دقیقه)، تمرینات مقاومتی (۲۵ دقیقه)، برنامهٔ اصلی (۳۵ دقیقه) و سرد کردن (۵ دقیقه) بود گرم کردن شامل تمرینات هوازی، دامنهٔ حرکتی و کششی بود. تمرینات مقاومتی در سه بخش بالاتنه، بخش مرکزی و پایین‌تنه انجام می‌شد و گروه‌های اصلی عضلات اندام فوقانی و تحتانی و همچنین ثبات‌بخش مرکزی را هدف قرار می‌داد. این تمرینات شامل وزنهٔ پیش رونده، تمرینات تحمل وزن[4] و تمرینات مقاومتی مشابه بود که در یک تا سه ست، ۱۰ تا ۱۵ تکرار و یک تا سه دقیقه استراحت در هر ست به‌صورت پیش‌رونده و با توجه به توانایی افراد انجام شد (۳۳). اصل اضافه‌بار در طول برنامه با افزایش تدریجی بر مدت تعداد و میزان بار رعایت شد. .میزان بار تمرین، متوسط تا زیاد و با توجه به سطح مشخصی از تلاش تنظیم شد. در مقیاسی ده درجه‌ای که در آن فقدان حرکت، صفر و حداکثر تلاش گروه‌های عضلانی ده است، تلاش با شدت متوسط پنج یا شش و تلاش با شدت زیاد هفت یا هشت در نظر گرفته شد (۳۴). بخش اصلی تمرینات که در حقیقت متغیر مستقل مطالعه بود، در گروه‌های تجربی به‌صورت متفاوت انجام شد. یک گروه، تمرینات تعادلی معمول و گروه دیگر تمرینات چرخشی را انجام دادند که در

1. Falls Efficacy Scale-International (FES-I)
2. Exercise for Frail Elders
3. Home Exercise Guide for Adults & Seniors Fitness & Nutrition
4. Calisthenics

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

واقع، تمرینات تعادلی با تأکید بر مؤلفه چرخش بود. این تمرینات با هدف بهبود کنترل تعادل در شرایط مختلف پایداری و در موقعیت‌های عملکردی متنوع انجام شد. تلاش شد تا برای انتقال بهتر اثر تمرینات به فعالیت‌های روزانهٔ سالمندان، تمرکز تمرینات بر توانایی‌های عملکردی باشد. سطح چالش در تمرینات چرخشی و تعادلی با حرکت از فعالیت‌های با نیازهای تعادلی کم به زیاد و کاهش حمایت دست و سطح اتکا افزایش یافت. هنگام اجرا و در صورت لزوم، پشتیبانی دستی ارائه شد که به تدریج کاهش و حذف می‌شد. سرد کردن شامل تمرینات هوازی کم شدت، تمرینات کششی برای افزایش انعطاف‌پذیری در مفاصل اصلی و تکنیک‌های تنفس عمیق بود. مدت زمان هر جلسه و شدت تمرینات به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شد که شرکت‌کنندگان بتوانند با حرکات آشنا شوند، خود را با آن تطبیق دهند و آمادگی بهتری برای تمرین و همچنین پیشگیری از درد و آسیب فراهم کنند. قبل از شروع و حین هر جلسه، شرکت‌کنندگان از نظر موارد احتمالی منع فعالیت یا نیاز به ارزیابی پزشکی بررسی می‌شدند (جدول شمارهٔ ۱).

جدول ۱- نمای کلی برنامهٔ تمرینات در گروه‌های تجربی

برنامهٔ تمرینات		
گرم کردن	تمرینات هوازی با شدت کم و تمرینات دامنهٔ حرکتی	۱۰ دقیقه
تمرینات مقاومتی	**اندام فوقانی:** سینه ، پشت، شانه، جلو بازو، پشت بازو	۲۰ دقیقه
	بخش مرکزی: تو دادن شکم، دراز و نشست، پل ، پلانک، حرکات در وضعیت چهار دست و پا، سوپرمن	
	اندام تحتانی: فلکشن ران، آبداکشن ران، آداکشن ران، فلکشن زانو، اکستنشن زانو، بلند کردن پنجه، بلند شدن روی پنجه، اسکات	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

ادامهٔ جدول ۱- نمای کلی برنامهٔ تمرینات در گروه‌های تجربی

برنامهٔ اصلی گروه تمرینات تعادلی			۳۵ دقیقه
۱. ایستادن و انتقال قدامی خلفی وزن	۱۸. ایستادن و یک پا به عقب خم		
۲. ایستادن و انتقال جانبی وزن	۱۹. ایستادن و یک پا به جانب		
۳. ایستادن و یک گام به جلو	۲۰. ایستادن و زانو بالا	۳۵. ایستادن یک‌پا روی فوم	
۴. ایستادن و یک گام به عقب	۲۱. ایستادن پاشنه به جلو	۳۶. راه رفتن به جانب	
۵. ایستادن پا جفت	۲۲. ایستادن پنجه به عقب	۳۷. راه رفتن به عقب	
۶. ایستادن در وضعیت استراید[1]	۲۳. ایستادن پنجه به جانب	۳۸. راه رفتن باریک	
۷. ایستادن نیمه تندم	۲۴. ایستادن و حرکت پاشنه و پنجه با یک پا	۳۹. راه رفتن مارش	
۸. ایستادن تندم	۲۵. پاشنه و پنجه ساکن	۴۰. راه رفتن نیمه‌تندم	
۹. بلند شدن روی پنجه‌ها	۲۶. زانو بلند درجا همراه با مکث	۴۱. راه رفتن تندم با فاصله	
۱۰. بلند شدن روی پاشنه‌ها	۲۷. ایستادن تک‌پا و انتقال قدامی خلفی وزن	۴۲. راه رفتن روی پنجه	
۱۱. ایستادن تندم روی پنجه‌ها	۲۸. ایستادن تک‌پا و انتقال جانبی وزن	۴۳. راه رفتن روی پاشنه	
۱۲. ایستادن تندم پای جلو روی پاشنه	۲۹. ایستادن تک‌پا و نوسان قدامی-خلفی پای مخالف	۴۴. راه رفتن با طول گام بلند	
۱۳. ایستادن استراید روی پاشنه‌ها	۳۰. ایستادن تک‌پا و نوسان داخلی-خارجی پای مخالف	۴۵. راه رفتن تندم	
۱۴. ایستادن پلی[2]	۳۱. ایستادن و حفظ تعادل چوب در دست	۴۶. راه رفتن با سرعت آهسته	
۱۵. ایستادن لانچ	۳۲. ایستادن پا جفت روی فوم	۴۷. راه رفتن تندم روی پنجه	
۱۶. ایستادن تک‌پا	۳۳. ایستادن نیمه‌تندم روی فوم	۴۸. راه رفتن تندم روی پاشنه	
۱۷. ایستادن و یک پا جلو و بالا	۳۴. ایستادن روی فوم بلند شدن روی پنجه	۴۹. راه رفتن تندم دست جمع	
		۵۰. راه رفتن و حفظ تعادل چوب در دست	

1. Stride position
2. Plié position

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

ادامهٔ جدول ۱- نمای کلی برنامهٔ تمرینات در گروه‌های تجربی

برنامهٔ اصلی گروه تمرینات چرخشی		۳۵ دقیقه
۱. ایستادن پا جفت ۲. ایستادن متقاطع قدامی ۳. ایستادن متقاطع خلفی ۴. ایستادن پاشنه به پاشنه ۵. ایستادن پا جفت و چرخش سر ۶. ایستادن پا جفت و چرخش تنه ۷. ایستادن پا جفت و دوران کمر ۸. چرخش ۱۸۰ درجه ۹. ایستادن پا جفت و انتقال وزن دورانی ۱۰. ایستادن و دوران بالاتنه دست‌باز ۱۱. چرخش ۲۷۰ درجه ۱۲. ایستادن تک‌پا ۱۳. ایستادن تک پای چرخیده به خارج ۱۴. ایستادن تک‌پا و چرخش سر ۱۵. ایستادن تک‌پا و چرخش تنه ۱۶. چرخش ۳۶۰ درجه ۱۷. ایستادن تک‌پا و دوران کمر	۱۸. ایستادن تک‌پا و انتقال وزن دورانی ۱۹. ایستادن و چرخش پا جفت جانبی روی پاشنه ۲۰. چرخش بیش از ۳۶۰ درجه ۲۱. ایستادن و چرخش پا جفت جانبی روی پنجه ۲۲. ایستادن و چرخش قرینه پاها روی پاشنه ۲۳. ایستادن و چرخش قرینه پاها روی پنجه ۲۴. چرخش ساعت ۲۵. حرکت ستاره ۲۶. ایستادن و زانو بلند تک‌پای چرخشی ۲۷. ایستادن و دوران یک پا حول پای دیگر ۲۸. پرش و چرخش کمر ۲۹. ایستادن و دوران یک پا حول خود ۳۰. پرش چرخشی ۹۰ درجه پای متناوب ۳۱. پرش چرخشی ۹۰ درجه جفت‌پا ۳۲. پرش چرخشی ۹۰ درجه تک‌پا ۳۳. راه رفتن در مسیر چرخشی ۳۴. راه رفتن به جانب در مسیر چرخشی	۳۵. راه رفتن باریک در مسیر چرخشی ۳۶. راه رفتن مارش در مسیر چرخشی ۳۷. راه رفتن نیمه‌تندم در مسیر چرخشی ۳۸. راه رفتن روی پنجه در مسیر چرخشی ۳۹. راه رفتن تندم در مسیر چرخشی ۴۰. راه رفتن تندم روی پنجه چرخشی ۴۱. راه رفتن روی طناب در مسیر چرخشی ۴۲. یورتمه رفتن تعدیل‌شده در مسیر چرخشی ۴۳. سر خوردن تعدیل‌شده در مسیر چرخشی ۴۴. سکسکه رفتن تعدیل‌شده در مسیر چرخشی ۴۵. راه رفتن جانبی چرخش روی پاشنه و پنجه ۴۶. راه رفتن جانبی پاشنه پاشنه پنجه پنجه ۴۷. راه رفتن متقاطع ۴۸. راه رفتن بافتن[1] ۴۹. راه رفتن با چرخش سر[2] ۵۰. راه رفتن چرخشی[3]	
سرد کردن	تمرینات هوازی با شدت کم و تمرینات دامنه حرکتی	۵ دقیقه

1. Braiding walk
2. Dynamic walk
3. Grapevine walk

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات با مقادیر میانگین و انحراف استاندارد ارائه شد. از آزمون‌های لون برای بررسی برابری واریانس‌ها، ام باکس برای تأیید همسانی ماتریس‌های کوواریانس و ماچلی برای بررسی برقراری شرط کرویت استفاده شد. پس از تأیید توزیع نرمال با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی[1] طرح ۳ (گروه: تمرینات چرخشی، تمرینات تعادلی و کنترل) × ۲ (آزمون: پیش و پس‌آزمون) استفاده شد. مقایسه‌های زوجی با استفاده از آزمون بونفرونی انجام شد. اندازهٔ اثر با مجذور اتا جزئی[2] (η_p^2) محاسبه و مقادیر ۰/۰۱، ۰/۰۶ و ۰/۱۴ به ترتیب کوچک، متوسط و بزرگ در نظر گرفته شد (۳۵). سطح معناداری در $p\leq$۰/۰۵ تعیین و ۀتجزیه‌وتحلیل‌ها با نرم افزار اس پی اس اس[3] نسخهٔ ۲۴ انجام شد.

نتایج

همهٔ شرکت‌کنندگان تمرینات را طبق برنامه دریافت کردند. پایبندی به تمرینات در گروه مداخله ۱۰۰ درصد بود. در طول مطالعه هیچ آسیب مرتبط با تمرین یا آزمون گزارش نشد. در ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شامل سن، وزن، قد، شاخص تودهٔ بدنی و امتیازات ارزیابی کوتاه وضعیت ذهنی تفاوتی معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد (جدول شمارهٔ ۲).

جدول ۲- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی گروه‌ها قبل از انجام دوره‌های تمرینی

متغیر	انحراف استاندارد ± میانگین			سطح معناداری
	گروه تمرینات تعادلی	گروه تمرینات چرخشی	گروه کنترل	
سن (سال)	۶۶/۲۶ ± ۲/۸۱	۶۵/۴۷ ± ۲/۵۰	(۶۵)/۸۰ ± ۲/۳۴	۰/۶۹۳
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۵۳ ± ۱/۹۵	۷۱/۳۳ ± ۲/۷۲	۷۱/۱۳ ± ۱/۸۵	۰/۵۹۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۹/۳۳ ± ۲/۳۱	۱۷۰/۴۰ ± ۳/۰۹	۱۶۹/۶۷ ± ۲/۸۷	۰/۵۶۵
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۴/۶۰ ± ۰/۶۲	۲۴/۵۷ ± ۰/۶۸	۲۴/۷۲ ± ۰/۶۴	۰/۸۰۰
ارزیابی کوتاه وضعیت ذهنی (امتیاز)	۲۵/۱۳ ± ۱/۱۳	۲۵/۲۷ ± ۱/۲۸	۲۵/۳۳ ± ۱/۱۸	۰/۸۹۷

* معناداری تغییرات در سطح $p<$۰/۰۵

1. Mixed ANOVA
2. Partial Eta Squared (ηp2)
3. SPSS

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

نتایج تحلیل واریانس ترکیبی در جدول شمارهٔ ۳ نشان داد تفاوت‌های درون‌گروهی مربوط به اثر اصلی آزمون و تفاوت‌های بین گروهی مربوط به اثر اصلی گروه و همچنین تعامل گروه و آزمون به لحاظ آماری معنادار ($p<۰/۰۵$) است. نتایج آزمون بونفرونی نشان‌دهندهٔ بهبود معنادار متغیرها در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه‌های تجربی بود ($p<۰/۰۵$)، ولی در گروه کنترل در هیچ‌یک از متغیرها تغییر معناداری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس ترکیبی و آزمون بونفرونی برای مقایسهٔ جفت‌آزمون‌ها

متغیرها	گروه کنترل			گروه تمرینات چرخشی			گروه تمرینات تعادلی			سطح معناداری (اندازهٔ اثر)		
	پیش‌آزمون (M±SD)	پس‌آزمون (M±SD)	معناداری (اندازهٔ اثر)	پیش آزمون (M±SD)	پس‌آزمون*	معناداری (اندازهٔ اثر)	پیش‌آزمون (M±SD)	پس‌آزمون (M±SD)	معناداری (اندازهٔ اثر)	اثر اصلی آزمون	اثر اصلی گروه	تعامل آزمون×گروه
دامنهٔ قدامی خلفی ایستا (میلی‌متر)	۴۱/۴۷ (۴/۶۵)	۴۲/۶۸ (۶/۴۹)	۰/۶۳ (۰/۰۰۶)	۴۲/۷۹ (۶/۴۹)	۲۷/۸۵ (۸/۰۵)	۰/۰۰۱* (۰/۴۶)	۴۰/۵۷ (۶/۵۵)	۳۴/۴۰ (۹/۱۲)	۰/۰۱* (۰/۱۲)	۰/۰۰۱* (۰/۳۴)	۰/۰۰۲* (۰/۲۶)	۰/۰۰۱* (۰/۳۳)
دامنه داخلی جانبی ایستا (میلی‌متر)	۲۳/۸۶ (۴/۰۶)	۲۴/۴۸ (۴/۶۲)	۰/۹۲ (۰/۰۰۱)	۲۲/۵۷ (۶/۶۸)	۱۲/۲۲ (۷/۰۹)	۰/۰۰۱* (۰/۳۸)	۲۰/۹۵ (۵/۶۶)	۱۷/۰۸ (۷/۵۰)	۰/۰۴* (۰/۱۰)	۰/۰۰۱* (۰/۲۷)	۰/۰۰۴* (۰/۲۳)	۰/۰۰۳* (۰/۲۴)
طول مسیر قدامی خلفی ایستا (میلی‌متر)	۳۴۷/۱۳ (۴۱/۱۷)	۳۵۵/۴۷ (۳۷/۱۳)	۰/۶۱ (۰/۰۰۶)	۳۶۰/۶۱ (۳۵/۶۶)	۲۸۱/۲۶ (۴۶/۱۷)	۰/۰۰۱* (۰/۳۶)	۳۲۵/۹۲ (۴۸/۸۸)	۲۹۱/۲۱ (۵۴/۳۶)	۰/۰۳۸* (۰/۱)	۰/۰۰۱* (۰/۲۵)	۰/۰۰۲* (۰/۲۶)	۰/۰۰۲* (۰/۲۶)
طول مسیر داخلی جانبی ایستا (میلی‌متر)	۲۰۲/۱۷ (۲۷/۰۹)	۲۰۳/۷۲ (۲۳/۶۲)	۰/۸۷ (۰/۰۰۱)	۱۸۸/۴۴ (۳۱/۲۸)	۱۴۷/۷۳ (۲۸/۶۱)	۰/۰۰۱* (۰/۲۹)	۱۹۶/۵۴ (۲۸/۶۸)	۱۷۰/۱۱ (۲۸/۳۵)	۰/۰۱* (۰/۱۴)	۰/۰۰۱* (۰/۲۶)	۰/۰۰۱* (۰/۳۴)	۰/۰۱۲* (۰/۱۹)
سرعت قدامی خلفی ایستا (میلی‌متر بر ثانیه)	۱۲/۱۶ (۱/۶۲)	۱۲/۴۲ (۱/۷۲)	۰/۴۷ (۰/۰۱)	۱۲/۷۴ (۱/۵۵)	۹/۲۸ (۱/۴۱)	۰/۰۰۱* (۰/۶۸)	۱۱/۶۸ (۱/۶۴)	۱۰/۳۵ (۱/۳۸)	۰/۰۰۱* (۰/۲۳)	۰/۰۰۱* (۰/۵۴)	۰/۰۲* (۰/۱۷)	۰/۰۰۱* (۰/۵۵)
سرعت داخلی جانبی ایستا (میلی‌متر بر ثانیه)	۶/۲۶ (۰/۹۱)	۶/۴۵ (۱/۱۶)	۰/۶۱ (۰/۰۰۶)	۶/۵۲ (۰/۹۷)	۴/۴۵ (۱/۱۵)	۰/۰۰۱* (۰/۴۴)	۵/۷۰ (۱/۰۳)	۴/۹۲ (۱/۴۵)	۰/۰۲* (۰/۰۹)	۰/۰۰۱* (۰/۳۰)	۰/۰۰۵* (۰/۲۲)	۰/۰۰۱* (۰/۳۲)
دامنهٔ قدامی خلفی پویا (میلی‌متر)	۶۳/۸۱ (۱۴/۹۳)	۶۷/۰۹ (۱۷/۱۵)	۰/۵۱ (۰/۰۰۱)	۶۰/۲۴ (۲۰/۴۹)	۴۵/۵۲ (۱۷/۹۱)	۰/۰۰۵* (۰/۱۷)	۶۸/۱۰ (۱۵/۸۹)	۵۷/۸۶ (۱۲/۷۷)	۰/۰۴۶* (۰/۰۹)	۰/۰۱۶* (۰/۱۳)	۰/۰۳۶* (۰/۱۵)	۰/۰۳۹* (۰/۱۴)
دامنه داخلی جانبی پویا (میلی‌متر)	۱۰۳/۲۱ (۲۷/۰۹)	۱۰۶/۵۰ (۲۸/۲۶)	۰/۷۴ (۰/۰۰۲)	۹۲/۷۴ (۳۱/۶۸)	۵۵/۹۵ (۳۱/۷۱)	۰/۰۰۱* (۰/۲۵)	۹۴/۶۰ (۳۰/۶۹)	۷۲/۲۹ (۲۷/۳۷)	۰/۰۲۵* (۰/۱۰)	۰/۰۰۲* (۰/۲۰)	۰/۰۰۲* (۰/۲۵)	۰/۰۲* (۰/۱۷)
طول مسیر قدامی خلفی پویا (میلی‌متر)	۱۱۳/۹۱ (۲۱/۵۹)	۱۱۶/۵۴ (۲۰/۹۸)	۰/۶۹ (۰/۰۰۴)	۱۰۷/۱۹ (۳۵/۷۵)	۸۲/۳۵ (۲۴/۶۷)	۰/۰۰۱* (۰/۲۵)	۱۰۴/۲۸ (۲۸/۵۱)	۹۰/۹۰ (۱۷/۹۰)	۰/۰۴۹* (۰/۰۹)	۰/۰۰۳* (۰/۱۹)	۰/۰۱۹* (۰/۱۷)	۰/۰۳۲* (۰/۱۵)
طول مسیر داخلی جانبی پویا (میلی‌متر)	۲۵۶/۷۵ (۳۸/۵۲)	۲۶۲/۲۲ (۴۴/۴۷)	۰/۶۳ (۰/۰۰۶)	۲۴۶/۲۱ (۲۰/۸۷)	۲۱۶/۴۹ (۲۹/۲۱)	۰/۰۱* (۰/۱۴)	۲۵۲/۶۰ (۲۶/۷۵)	۲۳۱/۵۰ (۳۹/۰۲)	۰/۰۶ (۰/۰۸)	۰/۰۲۵* (۰/۱۲)	۰/۰۴۲* (۰/۱۴)	۰/۰۸ (۰/۱۱)
سرعت قدامی خلفی پویا (میلی‌متر بر ثانیه)	۱۴۵/۱۱ (۲۶/۷۱)	۱۵۹/۲۵ (۲۹/۱۶)	۰/۵۹ (۰/۰۰۷)	۱۶۱/۹۰ (۳۷/۲۲)	۱۲۶/۸۹ (۳۲/۲۲)	۰/۰۰۱* (۰/۲۴)	۱۵۰/۲۰ (۲۴/۸۴)	۱۳۰/۱۴ (۳۲/۴۱)	۰/۰۴* (۰/۰۹)	۰/۰۰۵* (۰/۱۷)	۰/۲۷ (۰/۰۶)	۰/۰۲* (۰/۱۷)
سرعت داخلی جانبی پویا (میلی‌متر بر ثانیه)	۴۰۳/۸۹ (۹۳/۶۸)	۴۱۶/۹۷ (۹۵/۲۰)	۰/۵۷ (۰/۰۰۸)	۳۷۸/۹۵ (۹۱/۹۸)	۲۹۹/۰۱ (۶۶/۸۲)	۰/۰۰۱* (۰/۲۲)	۳۸۶/۰۵ (۷۷/۲۳)	۳۲۲/۵۷ (۸۶/۵۲)	۰/۰۵ (۰/۰۸)	۰/۰۰۸* (۰/۱۶)	۰/۰۱* (۰/۱۷)	۰/۰۲* (۰/۱۶)
زمان برخاستن و رفتن (ثانیه)	۱۳/۹۶ (۰/۸۰)	۱۴/۰۲ (۰/۸۹)	۰/۷۹ (۰/۰۰۲)	۱۲/۱۶ (۰/۸۷)	۱۱/۷۰ (۱/۱۱)	۰/۰۰۱* (۰/۵۳)	۱۲/۷۰ (۰/۷۷)	۱۲/۷۸ (۰/۸۶)	۰/۰۰۱* (۰/۳۱)	۰/۰۰۱* (۰/۴۷)	۰/۰۰۱* (۰/۴۰)	۰/۰۰۱* (۰/۳۸)
۱۰ متر راه رفتن (ثانیه)	۱۱/۷۵ (۱/۲۸)	۱۱/۸۱ (۱/۲۳)	۰/۳۷ (۰/۰۲)	۱۱/۴۱ (۱/۵۶)	۹/۲۶ (۱/۳۲)	۰/۰۰۱* (۰/۹۶)	۱۱/۵۳ (۱/۳۰)	۹/۵۸ (۱/۲۸)	۰/۰۰۱* (۰/۹۵)	۰/۰۰۱* (۰/۹۶)	۰/۰۰۱* (۰/۹۴)	۰/۰۰۱* (۰/۲۰)
راه رفتن 8 شکل (ثانیه)	۱۱/۹۸ (۱/۵۲)	۱۲/۱۹ (۱/۵۷)	۰/۵۶ (۰/۰۰۸)	۱۱/۳۲ (۱/۴۸)	۹/۱۸ (۱/۴۴)	۰/۰۰۱* (۰/۴۶)	۱۱/۸۳ (۱/۵۵)	۱۱/۱۴ (۱/۵۲)	۰/۰۶ (۰/۰۸)	۰/۰۰۱* (۰/۲۹)	۰/۰۰۲* (۰/۲۵)	۰/۰۱۳* (۰/۲۴)
مقیاس کارآمدی در افتاد (امتیاز)	۳۱/۴۰ (۶/۹۴)	۳۱/۹۳ (۴/۹۶)	۰/۵۳ (۰/۰۱)	۲۸/۸۷ (۶/۷۷)	۲۱/۰۷ (۴/۲۶)	۰/۰۰۱* (۰/۶۷)	۳۰/۱۳ (۶/۱۳)	۲۳/۳۳ (۳/۵۱)	۰/۰۰۱* (۰/۶۱)	۰/۰۰۱* (۰/۶۹)	۰/۰۰۴* (۰/۲۳)	۰/۰۱۲* (۰/۵۷)

(* معناداری در سطح $p\leq۰/۰۵$. M: میانگین، SD: انحراف استاندارد)

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

به منظور بررسی تفاوت‌های زوجی بین گروه‌ها از آزمون بونفرونی استفاده شد. (نتایج نشان داد در آزمون تعادل ایستا و داده‌های مرکز فشار هنگام ایستادن ساکن در متغیرهای زیر بین گروه‌های مطالعه تفاوتی معنادار وجود دارد:

دامنهٔ قدامی-خلفی: بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۵) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۲۷)؛

دامنهٔ داخلی-جانبی: بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۲) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴۳)؛

طول مسیر قدامی-خلفی: بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۳۴) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۰۲)؛

طول مسیر داخلی-جانبی: بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۱) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴)؛

سرعت قدامی-خلفی: بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۴) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴)؛

سرعت داخلی-جانبی: بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۳) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۰۷).

بین گروه‌های تمرینات چرخشی و تمرینات تعادلی در هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معناداری مشاهده نشد.

در آزمون تعادل پویا و داده‌های مرکز فشار هنگام راه رفتن در متغیرهای زیر بین گروه‌های مطالعه تفاوتی معنادار مشاهده شد:

دامنهٔ قدامی-خلفی: بین گروه کنترل و گروه تمرینات چرخشی (P=۰/۰۴۶)؛

دامنهٔ داخلی-جانبی: بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۲) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴۶)؛

طول مسیر قدامی-خلفی: بین گروه کنترل و گروه تمرینات چرخشی (P=۰/۰۴۶)؛

طول مسیر داخلی-جانبی: بین گروه کنترل و گروه تمرینات چرخشی (P=۰/۰۳)؛

سرعت داخلی-جانبی: بین گروه کنترل و گروه تمرینات چرخشی (P=۰/۰۳).

در سایر متغیرها تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد.

نتایج نشان داد در آزمون تعادل ایستا و داده‌های مرکز فشار هنگام ایستادن ساکن در متغیرهای دامنهٔ قدامی-خلفی بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۵) و تمرینات تعادلی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

(P=۰/۰۲۷) تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین، در متغیرهای زیر بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی و تمرینات تعادلی تفاوتی معنادار مشاهده شد:

دامنهٔ داخلی-جانبی: گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۲)، گروه تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴۳)؛

طول مسیر قدامی-خلفی، گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۳۴)، تمرینات تعادلی (P=۰/۰۰۲)؛

طول مسیر داخلی-جانبی، گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۱)، تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴)؛

سرعت قدامی-خلفی، گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۴)، تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴)؛

سرعت داخلی-جانبی، گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۳)، تمرینات تعادلی (P=۰/۰۰۷).

بین گروه‌های تمرینات چرخشی و تمرینات تعادلی در هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معناداری مشاهده نشد.

در آزمون تعادل پویا و داده‌های مرکز فشار هنگام راه رفتن تفاوت معناداری در متغیرهای دامنهٔ قدامی-خلفی بین گروه کنترل و گروه تمرینات چرخشی (P=۰/۰۴۶) مشاهده شد. همچنین در متغیرهای دامنهٔ داخلی-جانبی بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۲) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴۶)، طول مسیر قدامی-خلفی بین گروه کنترل و گروه تمرینات چرخشی (P=۰/۰۴۶)، طول مسیر داخلی-جانبی بین گروه کنترل و گروه تمرینات چرخشی (P=۰/۰۳) و سرعت داخلی-جانبی بین گروه کنترل و گروه تمرینات چرخشی (P=۰/۰۳) مشاهده شد. در سایر متغیرها تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد.

در نتایج آزمون زمان برخاستن و رفتن تفاوت معناداری بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۱) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴) و همچنین بین گروه‌های تمرینات چرخشی و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۲) مشاهده شد. در نتایج آزمون ده متر راه رفتن بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۱) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴) تفاوت معناداری مشاهده شد.

در نتایج آزمون راه رفتن 8 شکل تفاوت معناداری بین گروه‌های کنترل و تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۲) و همچنین بین گروه‌های تمرینات چرخشی و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴) مشاهده شد.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

به‌علاوه، در مقیاس کارآمدی در افتادن نیز بین گروه کنترل و گروه‌های تمرینات چرخشی (P=۰/۰۰۴) و تمرینات تعادلی (P=۰/۰۴) تفاوت معناداری مشاهده شد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد اجرای برنامهٔ دوازده هفته‌ای هر دو نوع تمرینات چرخشی و تمرینات تعادلی سبب شد کنترل تعادل ایستا، تعادل پویا، تعادل عملکردی و تحرک در سالمندان در هر دو گروه تمرینی، در مقایسه با گروه کنترل بهبودی معنادار داشته باشد. مقایسهٔ اندازهٔ اثر نشان داد تمرینات چرخشی، در مقایسه با تمرینات تعادلی، تأثیر گذاری بیشتری در متغیرهای تعادل ایستا و پویا داشت، به‌طوری که در آزمون تعادل ایستا اندازهٔ اثر در متغیرهای دامنهٔ تغییرات، طول مسیر و سرعت مرکز فشار در صفحهٔ قدامی-خلفی و داخلی-جانبی در گروه تمرینات چرخشی (۰/۶۸- ۰/۲۹=η^2) بزرگ‌تر از گروه تمرینات تعادلی (۰/۲۳- ۰/۰۹=η^2) بود. به همین ترتیب، در آزمون تعادل پویا نیز اندازهٔ اثر در گروه تمرینات چرخشی (۰/۲۵- ۰/۱۴=η^2) از گروه تمرینات تعادلی (۰/۱۰- ۰/۰۸=η^2) بزرگ‌تر بود. در متغیر تعادل عملکردی و تحرک، که از طریق آزمون زمان برخاستن و رفتن اندازه‌گیری شد، بهبود در گروه تمرینات چرخشی به شکلی معنادار از گروه تمرینات تعادلی بیشتر بود. اندازهٔ اثر بزرگ‌تر در گروه تمرینات چرخشی (۰/۵۳=η^2)، در مقایسه با گروه تمرینات تعادلی (۰/۳۱=η^2) نیز تأثیرگذاری بیشتر این تمرینات را تأیید می‌کند.

عملکرد راه رفتن در مسیر مستقیم از طریق آزمون ده متر راه رفتن ارزیابی شد. نتایج مطالعه نشان داد تأثیر تمرینات در گروه‌های تجربی، در مقایسه با گروه کنترل، معنادار بود و مقایسهٔ بین گروهی و اندازهٔ اثر، تفاوتی را بین دو گروه تجربی نشان نداد. عملکرد راه رفتن در مسیر چرخشی از طریق آزمون راه رفتن در مسیر 8 شکل ارزیابی شد و نتایج نشان داد عملکرد راه رفتن در مسیر چرخشی در گروه تمرینات چرخشی، در مقایسه با گروه تمرینات تعادلی و گروه کنترل بهبودی معنادار داشته است. هرچند میانگین زمان انجام آزمون در گروه تمرینات تعادلی، در مقایسه با گروه کنترل کاهش داشت، این کاهش از نظر آماری معنادار نبود. مقایسهٔ اندازهٔ اثر نشان‌دهنده تأثیر بیشتر تمرینات چرخشی (۰/۴۶=η^2) و همچنین تأثیر متوسط تمرینات تعادلی (۰/۰۸=η^2) بر بهبود عملکرد راه رفتن در مسیر چرخشی بود.

نزدیک به نیمی از تغییراتی که در دوران سالمندی در عملکردهای بدنی به وجود می‌آید، درنتیجهٔ کم‌تحرکی است. از طرفی تعادل کیفیتی چندعاملی است که می‌توان آن را به‌طور مؤثر با تمرینات

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مناسب بهبود داد (۱۶). پاپالیا[1] و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند تمرینات جسمانی درمانی مؤثر برای بهبود تعادل ایستا و پویاست و تعداد سقوط را در سالمندان ۶۵ ساله یا مسن‌تر کاهش می‌دهد (۱۴). همچنین نتایج مرور و فراتحلیل لینسکی[2] و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد تمرینات تعادلی ابزاری مؤثر برای بهبود شاخص‌های تعادل و همچنین بهبود عملکرد در آزمون‌های تعادل در افراد سالمند است (۳۶). در مطالعهٔ حاضر تمرینات استفاده‌شده در گروه تمرینات تعادلی شامل تمرینات تعادلی معمول و تمرینات مقاومتی بود. تمرینات تعادلی با ایجاد چالش برای سیستم حسی-حرکتی از طریق دستکاری، تغییر در اندازه یا پایداری سطح اتکا (مانند ایستادهٔ تندم، ایستاده با یک پا و ایستادن روی فوم) یا تغییر در موقعیت مرکز گرانش (مانند انتقال وزن، اغتشاش یا حرکت اندام‌ها) و استرس به عضلات پاسچرال (مانند ایستادن روی پاشنه یا پنجه) طی حرکات ایستا و پویا باعث ایجاد سازگاری و انطباق‌های خاص با تقاضاهای تحمیلی می‌شود (۳۷) و تمرینات قدرتی با ایجاد سازگاری‌های عصبی-عضلانی، بهبود در پاسخ‌های عضلانی و قدرت، فرایند حفظ تعادل و کنترل وضعیت بدنی را تسهیل می‌کند. به نظر می‌رسد بهبود تعادل ایستا و پویا و تعادل عملکردی پس از انجام تمرینات تعادلی با ایجاد سازگاری‌های حسی-حرکتی و همچنین عصبی-عضلانی ذکرشده مرتبط باشد، همچنان که یافته‌های مطالعات قبلی نشان‌دهندهٔ بهبود تعادل ایستا و پویای سالمندان پس از انجام تمرینات قدرتی و تعادلی است (۱۵). سازوکارهای متفاوتی باعث بهبود تعادل پس از انجام تمرینات می‌شوند و ممکن است ترکیب تمرینات اثر هم افزایی ایجاد کند؛ ازاین‌رو، می‌توان انتظار داشت که برنامهٔ تمرینی مرکب از تمرینات تعادلی و قدرتی که در مطالعهٔ حاضر اجرا شد نیز در بهبود تعادل ایستا، پویا و عمکردی این افراد مؤثر باشد.

بخش مهم‌تر و بدیع مطالعه، نتایج تمرینات چرخشی است. تمرینات اجراشده در گروه تمرینات چرخشی با اضافه کردن مؤلفهٔ چرخش به حرکات و انجام حرکات چندصفحه‌ای بر میزان چالش تمرینات تعادلی معمول افزوده و در مقایسه با تمرینات تعادلی، تأثیر مثبت و افزوده‌ای ایجاد کرده است؛ به نظر می‌رسد این تمرینات با شباهت بیشتر به الگوهای حرکتی روزمره به انتقال پذیری بیشتر آن‌ها کمک می‌کند. مطالعات نیز بر اثربخشی مداخلات تمرینی چندمؤلفه‌ای در بهبود عملکرد بدنی سالمندان تأکید دارند (۲۰) و بیان شده است که تمرینات چندصفحه‌ای، در مقایسه با انجام حرکت در مسیر خطی یا به شکل تک‌صفحه‌ای، به بهبود بیشتر در یکپارچگی عصبی-عضلانی، پایداری و

1. Papalia
2. Lesinski

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

افزایش انتقال عملکردی منجر می‌شود (۲۱). تمرینات چرخشی با توجه به پیچیدگی و دشواری بیشتر، سیستم و فرایندهای حفظ تعادل را بیشتر درگیر می‌کند و یکپارچگی حسی-حرکتی و تقاضای شناختی بیشتری را می‌طلبد که ممکن است با سازگاری‌های بیشتری همراه باشد. از طرفی، بر اساس اصل ویژگی و شباهت تمرین و تکلیف، شباهت الگوهای به کار رفته در تمرینات چرخشی با نیازهای تعادلی و حرکتی روزانه و همچنین با اجزای آزمون استفاده‌شده در مطالعهٔ حاضر شامل چرخش ۱۸۰ درجه در آزمون زمان برخاستن و رفتن ممکن است در تأثیرگذاری بیشتر تمرینات چرخشی ایفای نقش کند. این سازوکارها می‌تواند بهبود بیشتر تعادل عملکردی گروه تمرینات چرخشی را در مقایسه با گروه تمرینات تعادلی، تبیین کند. اگرچه مطالعه‌ای یافت نشد که تأثیر تمرینات چرخشی را بر عملکرد تعادل و تحرک سالمندان به‌صورت مستقل بررسی کرده باشد، ازجمله تمریناتی که به‌عنوان بخشی از برنامه‌های تمرینی بهبود تعادل و پیشگیری از سقوط در برخی از مطالعات گنجانده شده، تمرینات چرخشی است (۱۲،۲۲،۲۳،۳۸،۳۹). بنگ[1] و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند تمرین با تردمیل همراه با پیاده‌روی و چرخش، در مقایسه با تمرین با تردمیل، باعث بهبود تعادل و راه رفتن در سالمندان مبتلا به پارکینسون می‌شود (۳۸). خان و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند تمرین چرخشی و شناختی و تمرین تکلیف دوگانه به یک اندازه در بهبود تعادل، عملکرد راه رفتن و کاهش خطر سقوط مؤثرند (۲۳). در مطالعهٔ آشاری و همکاران (۲۰۱۶) یک برنامهٔ تمرین در خانه شامل تمرینات چرخشی، در بهبود عملکرد چرخش در افراد میان‌سال مؤثر بود (۲۲). چنگ[2] و همکاران (۲۰۱۶) نتیجه گرفتند هم تمرین ورزشی اختصاصی و هم تمرین تردمیل مبتنی بر چرخش، در مقایسه با تمرینات معمول، در بهبود عملکرد چرخش در سالمندان مبتلا به پارکینسون مؤثرند (۳۹). شارما و ساین (۲۰۱۵) نشان دادند گنجاندن فعالیت چرخشی همراه با تکلیف شناختی بهبودی چشمگیر در تعادل و تحرک عملکردی به دنبال دارد (۱۲). نتایج مطالعهٔ حاضر نشان‌دهندهٔ بهبود معنادار در تعادل عملکردی و تحرک در گروه‌های تجربی، در مقایسه با گروه کنترل بود که با مطالعات خان و همکاران (۲۰۱۸) (۲۳) و آشاری و همکاران (۲۰۱۶) (۲۲) هم‌خوانی دارد. از دیگر نتایج این مطالعه می‌توان به این مورد اشاره کرد که تمرینات چرخشی، نه‌تنها در مقایسه با گروه کنترل، بلکه در مقایسه با تمرینات تعادلی نیز تأثیر بیشتری بر تعادل عملکردی و تحرک داشت که با نتایج بنگ و همکارن (۲۰۱۹) (۳۸)، چنگ و همکاران (۲۰۱۶) (۳۹) و شارما و ساین (۲۰۱۵) (۱۲) هم‌سوست، ولی با

1. Bang
2. Cheng

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مطالعهٔ خان و همکاران (۲۰۱۸) (۲۳) مطابقت نداشت که دلیل آن را می‌توان تفاوت در نوع تمرینات، گروه مورد مقایسه، مدت زمان اجرای تمرینات و پروتکل تمرینات چرخشی در نظر گرفت. مدت برنامهٔ تمرینی در مطالعهٔ خان و همکاران (۲۰۱۸) شش هفته بود و بخش چرخشی برنامهٔ تمرینات چرخشی شامل چرخش محوری ۱۸۰ و ۳۶۰ درجه در مسیر طراحی‌شده حول مانع بود که تنها در سه هفته از شش هفته برنامه تمرینی اجرا شد.

تأثیر مداخلات تمرینی در بهبود عملکرد راه رفتن در سالمندان در مطالعات قبلی نیز تأیید شده است (۴۰) با این محدودیت که بیشتر مطالعات بر عملکرد راه رفتن در مسیر مستقیم متمرکز است (۴۰) و چرخش، که تقریباً ۲۰ تا ۵۰ درصد از مراحل راه رفتن را در فعالیت‌های روزمره تشکیل می‌دهد (۱۱) و مانوری خطرناک و پیچیده‌تر از راه رفتن مستقیم برای سالمندان است (۴۱)، مغفول مانده است. لازم است هنگام بررسی تأثیر مداخلات تمرینی در عملکرد تعادل و راه رفتن، موقعیت‌های چرخشی نیز در نظر گرفته شود. همان‌گونه که بیان شد نتایج مطالعهٔ حاضر نشان‌دهندهٔ بهبود راه رفتن چرخشی پس از اجرای تمرینات چرخشی بود. هر چند مطالعه‌ای یافت نشد که به بررسی تأثیر تمرینات چرخشی بر عملکرد چرخش در سالمندان پرداخته باشد، نتایج مطالعات دارای زمینه‌های مشترک که توسط بنگ و همکاران(۲۰۱۹) (۳۸)، چن[1] و همکاران (۲۰۱۴) (۴۲) و چنگ و همکاران (۲۰۱۶) (۳۹) انجام شده است نیز بهبود عملکرد چرخش حاصل از انجام تمرینات مبتنی بر چرخش را نشان می‌دهد که با مطالعهٔ حاضر هم‌سو است.

راه رفتن در مسیر چرخشی به هماهنگی حرکت کل بدن، ادغام پیچیدهٔ سیستم‌های حسی متعدد و خروجی حرکتی برای پاسخ‌گویی به افزایش تقاضای تعادل (۴۳) و نیز کنترل پیچیدهٔ حرکات تنه همراه با حرکت نامتقارن اندام تحتانی نیاز دارد؛ بنابراین در مقایسه با راه رفتن مستقیم، مستلزم یک سری الزامات خاص در فرایندهای عصبی برای دستیابی به ثبات و کنترل پیشرفت رو به جلوست (۴۴). تونایی و عملکرد چرخش می‌تواند تحت تأثیر اختلال در تعادل و ثبات وضعیت بدنی، انعطاف‌پذیری، قدرت، تحرک و هماهنگی قرار گیرد (۴۵)؛ ازاین‌رو در افراد سالمند به دلیل کاهش عملکرد تعادل و سایر فاکتورهای جسمانی و اختلال در کنترل وضعیت بدن در مقابله با سازگاری‌های پیچیده مانند تغییر وزن بدن برای مقابله با نیروی گریز از مرکز و ایجاد طول گام‌های متفاوت بین پاها، چرخش حرکتی بسیار چالش برانگیز است (۴۶). تمرینات کاربردی و اختصاصی با ایجاد بهبود در این فاکتورها می‌تواند عملکرد راه رفتن و چرخش را بهبود بخشد (۴۵). تمرینات چرخشی، در

1. Chen

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مقایسه با تمرینات معمول، اجزای حسی-حرکتی بیشتری را در بر دارد و توانایی تغییر جهت در محدوده‌ای باریک، حرکات متناوب هر دو اندام تحتانی، حرکات در مفصل مچ پا و انتقال وزن را بهبود می‌بخشد (۴۷)؛ بنابراین، سالمندان برای بهبود عملکرد تعادل و تحرک و پیشگیری از سقوط از تمرینات تعادلی و راه رفتن که در آن از انواع چرخش استفاده شده باشد، بیشتر سود می‌برند (۴۸). در برنامه‌های تمرینی راه رفتن برای بهبود تعادل و مهارت‌های حرکتی عملکردی به‌طور مکرر بر حرکات قطعه‌ای[1] بدن در جهات مختلف تأکید شده است (۴۹). از آنجاکه چرخش در حین راه رفتن ممکن است عاملی مهم برای بهبود تعادل و توانایی راه رفتن با ارتقای حرکات قطعه‌ای بدن و پاسخ‌های وضعیتی باشد (۴۹)، تمرینات چرخشی می‌توانند با ایجاد بهبود و تعدیل‌هایی در حرکات قطعه‌ای، توانایی افراد سالمند را در حفظ تعادل و چرخش افزایش دهند. از دیدگاهی دیگر، یادگیری حرکتی فرایندی پیچیده است و کاری چالش برانگیزتر، دشوارتر، نا آشنا و نسبتاً جدید می‌تواند احتمال فعال شدن مغز را برای ایجاد بازیابی رفتاری افزایش دهد (۴۲). چرخش تکلیفی است که به‌خوبی از الگوی زیربنایی راه رفتن مستقیم تفکیک شده است؛ زیرا به حفظ تعادل و هماهنگی بیشتر اندام‌ها نیاز دارد (۵۰). انجام تکالیف چرخشی کاری چالش برانگیز و نسبتاً جدید است و ممکن است شرکت‌کنندگان در طول این مداخله توجه بیشتری داشته باشند. بنابراین چنین تکالیف خلاقانه و چالش برانگیزی می‌تواند انگیزه را افزایش دهد، فعالیت عضلانی را هماهنگ کند و سازماندهی مجدد قشر مغز را تحریک کند که درنتیجه بهبود عملکرد را به همراه دارد (۴۲). شباهت الگوهای حرکتی به‌کاررفته در تمرینات و آزمون ارزیابی عملکرد چرخش و در واقع شباهت تمرین و تکلیف می‌تواند از دیگر عوامل بهبود عملکرد چرخش درنتیجهٔ اجرای تمرینات چرخش باشد. اصل اختصاصی بودن تمرین بیان می‌کند تمرین‌هایی که نیازهای تکلیف حرکتی مشخصی را تقلید می‌کنند، در مقایسه با مداخلات تمرینی غیراختصاصی، به نتایج بهتری منجر می‌شوند (۵۱).

به منظور ارزیابی ترس از سقوط از مقیاس کارآمدی در افتادن برای سالمندان استفاده شد. نتایج نشان داد پس از انجام تمرینات میزان ترس از سقوط را در هر دو گروه تجربی، در مقایسه با گروه کنترل، با کاهشی معنادار همراه بود و مقایسهٔ بین گروهی و اندازهٔ اثر در این متغیر تفاوتی را بین دو گروه تجربی نشان نداد. اثر بخشی تمرینات ورزشی بر کاهش ترس از سقوط در سالمندان در مطالعات متعدد تأیید شده است (۵۲)؛ از این جمله می‌توان به مطالعهٔ غلام زاده و همکاران (۲۰۲۱) (۵۳)،

1. Segmental movements

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

استانگل[1] و همکاران (۲۰۲۰) (۵۴) و پراتا[2] و همکاران (۲۰۱۵)(۵۵) اشاره کرد که مؤید اثربخشی برنامه‌های تمرینی شامل تمرینات تعادلی و مقاومتی بر کاهش ترس از سقوط در سالمندان بودند که با نتایج مطالعهٔ حاضر هم‌سویند. بهبود تعادل در سالمندان با بهبود ترس از سقوط همراه است و همچنین افزایش قدرت عضلانی، تعادل را بهبود می‌بخشد (۵۴). تأکید تمرینات استفاده‌شده در این مطالعه بر توانایی تعادل و افزایش قدرت عضلانی ممکن است عامل بهبود کارایی در افتادن و کاهش ترس از سقوط شده باشد. همچنین، انجام تمرینات ورزشی منظم با ایجاد تأثیر روانی مثبت و به همراه آن اعتمادبه‌نفس بیشتر در سالمندان نیز ممکن است عاملی دیگر بهبود کارآمدی سقوط در آن‌ها باشد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به منحصر بودن نمونهٔ آماری به مردان، انجام نشدن آزمون‌های پیگیری بعد از پس‌آزمون برای ارزیابی میزان ماندگاری نتایج و کمبود پیشینهٔ پژوهش در زمینهٔ اثربخشی تمرینات چرخشی به منظور مقایسه و عمومیت بخشیدن به نتایج اشاره کرد. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود به منظور مقایسهٔ آثار تمرینات چرخشی بر سالمندانِ دارای شرایط سلامتی متفاوت مانند بیماری‌های مؤثر بر عملکرد تعادل و همچنین در موقعیت‌های عملکردی مختلف، مطالعات بیشتری با حضور هر دو جنسیت همراه با آزمون‌های پیگیری بلند مدت انجام شود.

نتایج نشان‌دهنده تأثیر تمرینات چرخشی و تعادلی بر بهبود کنترل تعادل ایستا و پویا، تعادل عملکردی و تحرک، راه رفتن در مسیر مستقیم و کاهش ترس از سقوط در هر دو گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل بود. به‌علاوه، تمرینات چرخشی، در مقایسه با تمرینات تعادلی و گروه کنترل، باعث بهبود عملکرد راه رفتن در مسیر چرخشی شد و در مقایسه با تمرینات تعادلی نیز تأثیر بیشتری در بهبود تعادل عملکردی و تحرک داشت. از طرفی، مقایسهٔ اندازهٔ اثر در هر یک از متغیرها نشان‌دهندهٔ تأثیرگذاری بیشتر تمرینات چرخشی، در مقایسه با تمرینات تعادلی بر متغیرهای ذکرشده بود؛ ازاین‌رو به‌کارگیری مؤلفهٔ چرخش در تمرینات نه‌تنها تأثیر انجام تمرینات تعادلی را به همراه دارد، بلکه باعث تأثیرگذاری بیشتر تمرینات و همچنین تسری آن بر بهبود عملکرد در تکالیف چرخشی در سالمندان می‌شود.

پیام مقاله

1. Stanghelle
2. Prata et al

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

با توجه به گستردگی موقعیت‌های چرخشی در فعالیت‌های روزمره و پیچیدگی و خطرناک بودن مانور چرخش برای افراد سالمند و تأثیرپذیری و بهبود عملکرد چرخش در سالمندان درنتیجهٔ تمرینات چرخشی، به‌کارگیری مؤلفهٔ چرخش و استفاده از تمرینات چرخشی در برنامه‌های تمرینی سالمندان توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله تمامی نویسندگان، صمیمانه از شرکت‌کنندگان در این مطالعه، دانشگاه اصفهان و دانشکدهٔ علوم توان‌بخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بابت همکاری‌شان در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, Mojica WA, Maglione M, Suttorp MJ, et al. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. Bmj. 2004;328(7441):680.
2. Howcroft J, Kofman J, Lemaire ED. Review of fall risk assessment in geriatric populations using inertial sensors. J Neuroeng Rehabil. 2013;10(1):91.
3. Silsupadol P, Siu K-C, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Training of balance under single-and dual-task conditions in older adults with balance impairment. Phys Ther. 2006;86(2):269-81.
4. Ren P, Huang S, Feng Y, Chen J, Wang Q, Guo Y, et al. Assessment of balance control subsystems by artificial intelligence. IEEE Trans Rehabil Eng. 2020;28(3):658-68.
5. Westcott SL, Lowes LP, Richardson PK. Evaluation of postural stability in children: current theories and assessment tools. Phys Ther. 1997;77(6):629-45.
6. Alcock L, O'Brien TD, Vanicek N. Association Between Somatosensory, Visual And Vestibular Contributions To Postural Control, Reactive Balance Capacity And Healthy Ageing In Older Women. Health Care Women Int. 2018;39(12):1366-80.
7. Ihlen EA, Sletvold O, Goihl T, Wik PB, Vereijken B, Helbostad J. Older adults have unstable gait kinematics during weight transfer. J Biomech. 2012;45(9):1559-65.
8. Pirker W, Katzenschlager R. Gait disorders in adults and the elderly. Wien Klin Wochenschr Educ. 2017;129(3):81-95.
9. Kwon M-S, Kwon Y-R, Park Y-S, Kim J-W. Comparison of gait patterns in elderly fallers and non-fallers. Technol Health Care. 2018;26(S1):427-36.
10. Gomes MM, Reis JG, Neves TM, Petrella M, de Abreu DC. Impact of aging on balance and pattern of muscle activation in elderly women from different age groups. Int. J. Gerontol. 2013;7(2):106-11.
11. Glaister BC, Bernatz GC, Klute GK, Orendurff MS. Video task analysis of turning during activities of daily living. Gait posture. 2007;25(2):289-94.
12. Sharma J, Singh S. Effect of Training Turning Activity along with Cognitive Task on Balance Performance of Elderly Individuals. JIAG. 2015;11(1):23-8.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

13. Cumming RG, Klineberg RJ. Fall frequency and characteristics and the risk of hip fractures. J Am Geriatr Soc. 1994;42(7):774-8.
14. Papalia GF, Papalia R, Diaz Balzani LA, Torre G, Zampogna B, Vasta S, et al. The effects of physical exercise on balance and prevention of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. J Clin Med. 2020;9(8):2595.
15. Sherrington C, Fairhall N, Wallbank G, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community: an abridged Cochrane systematic review. Br J Sports Med. 2020;54(15):885-91.
16. Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. Medicine. 2019;98(27).
17. Tjernström F, Fransson P-A, Patel M, Magnusson M. Postural control and adaptation are influenced by preceding postural challenges. Exp Brain Res. 2010;202(3):613-21.
18. Cadore EL, Rodríguez-Mañas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. Rejuvenation Res. 2013;16(2):105-14.
19. Büla CJ, Monod S, Hoskovec C, Rochat S. Interventions aiming at balance confidence improvement in older adults: an updated review. Gerontology. 2011;57(3):276-86.
20. Jadczak AD, Makwana N, Luscombe-Marsh N, Visvanathan R, Schultz TJ. Effectiveness of exercise interventions on physical function in community-dwelling frail older people: an umbrella review of systematic reviews. JBI Evid Synth. 2018;16(3):752-75.
21. Patel K, Wilkinson N. Corrective Exercise: A Practical Approach: A Practical Approach: Routledge; 2014.
22. Ashari A, Hamid TA, Hussain MR, Hill KD. Effectiveness of individualized home-based exercise on turning and balance performance among adults older than 50 yrs: a randomized controlled trial. Am J Phys Med Rehabil. 2016;95(5):355-65.
23. Khan K, Ghous M, Malik AN, Amjad MI, Tariq I. Effects of turning and cognitive training in fall prevention with dual task training in elderly with balance impairment. Rawal Med. J. 2018;43(1).
24. Asmidawati A, Hamid TA, Hussain RM, Hill KD. Home based exercise to improve turning and mobility performance among community dwelling older adults: protocol for a randomized controlled trial. BMC Geriatr. 2014;14(1):100.
25. Jafarnezhadgero A, Madadi-Shad M, McCrum C, Karamanidis K. Effects of corrective training on drop landing ground reaction force characteristics and lower limb kinematics in older adults with genu valgus: A randomized controlled trial. J Aging Phys Act. 2019;27(1):9-17.
26. Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Amirzadeh N, Siahkouhian M, Granacher U. Ground reaction forces and muscle activity while walking on sand versus stable ground in individuals with pronated feet compared with healthy controls. PLoS One. 2019;14(9):e0223219.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

27.Christopher A, Kraft E, Olenick H, Kiesling R, Doty A. The reliability and validity of the timed Up and Go as a clinical tool in individuals with and without disabilities across a lifespan: a systematic review: psychometric properties of the Timed Up and Go. Disabil Rehabil. 2021;43(13):1799-813.
28.Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. J Geriatr Phys Ther. 2013;36(1):24-30.
29.Hess RJ, Brach JS, Piva SR, VanSwearingen JM. Walking skill can be assessed in older adults: validity of the Figure-of-8 Walk Test. Phys Ther. 2010;90(1):89-99.
30.Khajavi D. Validation and reliability of persian version of fall efficacy scale-international (fes-i) in community-dwelling older adults. salmand. 2013; 8 (2) :39-47. (Persian)
31.Best-Martini E, Jones-DiGenova KA. Exercise for frail elders: Human kinetics; 2014.
32.Cutler K. Home Exercise guide for adults and seniors: fitness and nutrition: lost temple fitness: strength, balance, flexibility, myofascial release, nutrition: CreateSpace Independent Publishing Platform; 2018.
33.Baechle TR, Westcott WL. Fitness Professionals Guide to Strength Training Older Adults. 2010.
34.Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Circulation. 2007;116(9):1094.
35.Richardson JT. Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. Educ Res Rev. 2011;6(2):135-47.
36.Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2015;45(12):1721-38.
37.Rogers ME, Page P, Takeshima N. Balance training for the older athlete. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(4):517-30.
38.Bang D-H, Jeong W-M. The Effects of walking and turning and treadmill training on postural balance and walking in people with parkinson's disease. PNF mov. 2019;17(2):189-97.
39.Cheng F-Y, Yang Y-R, Chen L-M, Wu Y-R, Cheng S-J, Wang R-Y. Positive effects of specific exercise and novel turning-based treadmill training on turning performance in individuals with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. Sci Rep. 2016;6(1):1-10.
40.Wang R-Y, Wang Y-L, Cheng F-Y, Chao Y-H, Chen C-L, Yang Y-R. Effects of combined exercise on gait variability in community-dwelling older adults. Age (Dordr). 2015;37(3):9780.
41.Christensen K, Doblhammer G, Rau R, Vaupel JW. Ageing populations: the challenges ahead. lancet. 2009;374(9696):1196-208.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

42.Chen I-H, Yang Y-R, Chan R-C, Wang R-Y. Turning-based treadmill training improves turning performance and gait symmetry after stroke. Neurorehabil Neural Repair. 2014;28(1):45-55.
43.Cheng F-Y, Yang Y-R, Wu Y-R, Cheng S-J, Wang R-Y. Effects of curved-walking training on curved-walking performance and freezing of gait in individuals with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. Parkinsonism Relat Disord. 2017;43:20-6.
44. Orendurff MS, Segal AD, Berge JS, Flick KC, Spanier D, Klute GK. The kinematics and kinetics of turning: limb asymmetries associated with walking a circular path. Gait Posture. 2006;23(1):106-11.
45.Khobkhun F, Khacharoen S, Tretriluxana J, Richards J. The effectiveness of exercise on gait, turning and falls in individuals with Parkinson's disease: A Scoping Review. Int. J. Pharm. Res. 2021;13(2).
46.Courtine G, Schieppati M. Human walking along a curved path. I. Body trajectory, segment orientation and the effect of vision. Eur J Neurosci. 2003;18(1):177-90.
47. Kim M-G, Kim J-H, Park J-W. The effect of turning training on figure of 8 tract on stoke patients' balance and walking. J Korean Phys Ther. 2012;24(2):143-50.
48.Lee I-M, Manson JE, Hennekens CH, Paffenbarger RS. Body weight and mortality: a 27-year follow-up of middle-aged men. Jama. 1993;270(23):2823-8.
49.Conradsson D, Paquette C, Lökk J, Franzén E. Pre-and unplanned walking turns in Parkinson's disease–Effects of dopaminergic medication. Neuroscience. 2017;341:18-26.
50.Courtine G, Papaxanthis C, Schieppati M. Coordinated modulation of locomotor muscle synergies constructs straight-ahead and curvilinear walking in humans. Exp Brain Res. 2006;170(3):320-35.
51.Brahms CM, Hortobágyi T, Kressig RW, Granacher U. The Interaction between mobility status and exercise specificity in older adults. Exerc Sport Sci Rev. 2021;49(1).
52.Kumar A, Delbaere K, Zijlstra GAR, Carpenter H, Iliffe S, Masud T, et al. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community: Cochrane systematic review and meta-analysis. Age Ageing. 2016;45(3):345-52.
53.Gholamzadeh S, Ebrahimi M, Sharifi N, Rambod M. The Effectiveness of the Stepping-On Fall Prevention Program on the Quality of Life, Fear of Fall, and Fall-Preventive Behaviors Among Community-Dwelling Older Adults: A Randomized Clinical Trial. Shiraz E-Med J. 2021; 22(12):e109363.
54.Stanghelle B, Bentzen H, Giangregorio L, Pripp A, Skelton D, Bergland A. Effects of a resistance and balance exercise programme on physical fitness, health-related quality of life and fear of falling in older women with osteoporosis and vertebral fracture: a randomized controlled trial. Osteoporos. Int. 2020:1-10.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

55.Prata MG, Scheicher ME. Effects of strength and balance training on the mobility, fear of falling and grip strength of elderly female fallers. J Bodyw Mov Ther. 2015;19(4):646-50.

ارجاع‌دهی

قادریان مهدی، قاسمی غلامعلی، لنجان‌نژادیان شهرام، صادقی دمنه ابراهیم. تأثیر تمرینات چرخشی در مقایسه با تمرینات تعادلی بر عملکرد تعادل، تحرک، چرخش و ترس از سقوط در سالمندان. مطالعات طب ورزشی. تابستان ۱۴۰۱؛ ۱۴(۳۲)، ۱۲۸-۹۵. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SMJ.2022.12339.1583

Ghaderian M, Ghasemi Gh. A, Lenjannejadian Sh, Sadeghi Demneh E. The Effect of Turning Training in Comparison with Balance Training on Balance Performance, Mobility, Turning and Fear of Falling in Older Adults. Sport Medicine Studies. Summer 2022; 14 (32): 95-128. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2022.12339.1583

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License