Sport Medicine Studies **Volume 13, No 30, 2022, Page 53-74**

Research Paper

The Effect of Land-Based, Aquatic, and Combined Endurance Training on Selected Kinematic Variables During Involuntary Walking of Men 60-75 Years of Age

M. R. Hoseini[1], H. Sadeghi[2], M. Taghava[3]

1. Department of Exercise Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
2. Department of Sport Biomechanics and Injuries, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran (Corresponding Author)
3. Department of Sports Biomechanics, Kinesiology Research Center, Kharazmi University, Tehran, Iran
4. Department Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran

Received Date: 2021/11/02 **Accepted Date: 2022/01/08**

Abstract

Since advanced age is associated with higher potential for incidence of musculoskeletal disorders and in turn, changes in the biomechanical performance, use of proper exercise programs with a preventive approach or mitigating the adverse effects resulting from these changes are in the agenda of physical rehabilitation specialists and occupational therapists. The aim of the present research was to explore the effect of land-based, aquatic, and combined endurance training on selected kinematic variables of involuntary walking among 60-75-year-old men. In this semi-experimental research, sixty men participated voluntarily, and were randomly assigned into three 20-member groups of land-based, aquatic, and combined endurance training. Dependent t-test was used for pre- and post-test comparison, while covariance analyses was applied to compare the effect of three types of exercise on the dependent variables. The results indicated the effect of land-based, aquatic, and combined endurance training on significant increase in normalized step length, displacement of the body center of mass along anterior-posterior and internal-external axes, range of motion of the hip, knees, and ankle dorsiflexion during involuntary walking ($P < 0.05$). It seems that use of land-based, aquatic, and combined endurance training can have a positive influence on the selected kinematic variables of elderly during walking, because of greater impact, undertaking combined endurance training protocol can be recommended to improve the balance and gait state as well as safe mobility for the elderly. Future studies are essential to examine differences between various endurance training methods in detail.

Keywords: Elderly, Walking, Endurance training, Lower Limbs.

1. Email: m.r_hossini@yahoo.com
2. Email: sadeghih@yahoo.com
3. Email: meh.taghva@iauctb.ac.ir

Extended Abstract

Background and Purpose

Physical ability decreases significantly in old age. It is reported that inactivity accounts for about half of the changes in the physical functions during the old age (1). In fact,physical exercise is an inexpensive, accessible, non-invasive and low-risk method for maintaining health and mobility, and improving the gait quality in the older adults (1,2). Numerous studies have shown that the use of appropriate exercise programs can help prevent, delay or even treat the problems caused by the aging process by increasing the physical ability of the older adults and have a positive effect on the quality of life of this group of people (1,3,4). For example, Derieux et al. (2005) showed that 10-week aquatic exercise improved the balance and quality of life (QOL) of 65-year or older women with osteoporosis (5). Mirmoazi et al. (2016) also showed that eight-week aquatic exercises have a positive effect on the static and dynamic balance of the older adults (4). In addition, Yadegarpour et al. (2017) observed that aquatic endurance, aerobic and muscular exercises can improve the balance of male older adults (3). Literature review showed no study on the effect of endurance exercise at different levels (including land-based, aquatic and combined form) on the biomechanical features of the older adults during involuntary walking. However, identifying and comparing the effect of various types of endurance training can be an effective method of choosing a training method on walking as one of the most basic skills in daily functioning and showing independent motor activity among the older adults. Considering this approach, the aim of the present study was to investigate the effect of land-based and aquatic endurance exercises and combined land-based and aquatic endurance training on selected kinematic variables of voluntary walking in men aged 60 to 75 years.

Materials and Methods

This was a quasi-experimental study with pre-test and post-test.The study population included retirees in Shahroud. From the statistical population, eligible individuals who volunteered to participate in the study were randomly divided into three groups (n=20 people per group). The Vikon 460 camera recording system was used to measure kinematic variables in the present study (6). Prior to the walking test, the subjects were asked to perform this movement several times to get acquainted with the test conditions and procedure. Each subject was asked to walk involuntarily six times without shoes and under lower-limb marking conditions (7). Involuntary attempts were made using a researcher-made device to create a disturbance. It was possible to adjust the amount of force that was applied to the body center of mass (COM) of the subjects to cause disturbance using a dynamometer. This force was applied to the subjects as a percentage of their body weight (50%) (7). As participants started walking, kinematic

information was stored on a computer for later analysis. Walking exercises and flexion, extension, abduction and adduction motions were used in all endurance training protocols. Land-based endurance training protocol included land-based training, aquatic endurance training protocol included aquatic training, and combined endurance training protocol included one-session land-based endurance and one-session aquatic endurance training. Aquatic exercises were performed in the shallow part of the pool (height about 1.5 meters). All training protocols were performed three times a week for eight weeks (3). Kinematic variables in involuntary walking included normalized stride length, stance phase percentage, dual support phase percentage, swing phase percentage, COM shift in the anterior-posterior, internal-external, and vertical axes, range of motion of the hip and knee, plantar flexion, and dorsiflexion of the ankle. The normalized step length variable was calculated using individuals' leg length so that the normalized step length was equal to the step length of the person divided by the length of his/her foot (7). For the variables of stance phase percentage, dual support phase percentage and swing phase percentage, the time of each phase was divided by the total gait cycle time (7). Then, three variables of COM shift in the anterior-posterior, internal-external and vertical axes were also calculated. Finally, the range of motion of the hip and knee, maximal plantar flexion and maximal ankle dorsiflexion were also calculated (7). Shapiro-Wilk test was used to evaluate the normality of data distribution and dependent t-test was used to compare intragroup effect (pre-post) of each training method (land-based, aquatic and combined land-based, aquatic). Then, one-way analysis of covariance (ANCOVA) and post hoc test were used to compare the effects of different types of exercises on different biomechanical variables. The post hoc test was used to determine results of least significant difference. P-value =0.05 was considered as the significance level in all statistical tests.

Findings

Dependent t-test was used to investigate the effect of various types of endurance training on selected kinematic variables. The results showed that land-based endurance training caused statistically significant changes in the variables of normalized stride length, COM shift in the anterior-posterior and vertical axes, the range of motion of the hip and knee, and the range of motion of the ankle dorsiflexion before and after training. Aquatic endurance training led to significant changes in normalized stride length, COM shift in the anterior-posterior and vertical axes, and range of motion of the hip and knee, plantar flexion, and ankle dorsiflexion before and after exercises. The combined endurance training resulted in significant changes in normalized stride length,

COM shift in the anterior-posterior, internal-external axes ($P < 0.05$). It was also found that there were significant differences between land-based, aquatic, and land-based + aquatic endurance exercises in terms of the range of motion of the hip and knee, ankle plantarflexion and dorsiflexion before and after exercises ($P < 0.05$). In contrast, there was no significant difference in other kinematic variables before and after endurance exercises during involuntary walking ($P < 0.05$). On the other hand, the results of one-way ANCOVA showed that different types of endurance training have different effects on the variable range of motion of the ankle plantarflexion ($F = 3.97$ and $P = 0.024$), and there was a significant difference in ankle plantarflexion between land-based and combined land-based ad aquatic exercises ($P = 0.007$); but there was no significant difference between types of endurance exercises in terms of their effect on other kinematic variables during involuntary walking ($P > 0.05$) (Table 1).

Table 3 - Comparison of the mean of selected kinematic variables before and after various types of dry, water and combined exercises during involuntary walking in dependent t-tests and analysis of covariance

Variable	Type of training	Pre	Post	T	P (pre& Post)	Effect Size	F	P (Three Groups)
Normalized step length (Percentage of total period)	Dry	0.16 ± 0.15	0.19 ± 0.15	-1.42	0.17	0.22	1.46	0.24
	Water	1.37± 0.16	1.41± 0.19	-4.89	0.001*	0.34		
	Combination	1.40	1.51	-4.44	0.001*	0.64		
Stance (Percentage of total period)	Dry	± 4.81 61.15	± 4.66 60.34	0.53	0.60	0.17	1.00	0.37
	Water	± 4.45 59.74	± 4.16 60.24	-0.35	0.72	0.11		
	Combination	± 4.74 60.48	± 4.54 61.84	-1.08	0.29	0.29		
Double support (Percentage of total period)	Dry	±3.05 13.53	± 3.55 13.08	0.83	0.41	0.13	2.87	0.06
	Water	± 3.46 15.13	± 3.66 14.38	1.58	0.31	0.21		
	Combination	± 3.23 14.98	± 3.58 14.79	0.67	0.51	0.05		

Table 3 - Comparison of the mean of selected kinematic variables before and after various types of dry, water and combined exercises during involuntary walking in dependent t-tests and analysis of covariance

P (Three Groups)	F	Effect Size	P (pre& Post)	T	Post	Pre	Type of training	Variable
0.37	1.00	0.17	0.60	-0.53	± 4.66 39.66	± 4.81 38.85	Dry	Swing (Percentage of total period)
		0.11	0.72	0.35	± 4.16 39.76	± 4.45 40.26	Water	
		0.29	0.29	1.08	± 4.54 38.16	± 4.74 39.52	Combination	
0.27	1.33	0.43	0.09	-1.75	± 7.35 35.75	± 6.33 32.78	Dry	Displacement of the mass center of anterior-posterior axis (centimeter) X
		0.62	0.001*	-3.94	± 7.86 35.80	± 6.52 31.34	Water	
		0.74	0.001*	4.67	± 8.76 36.39	± 6.96 30.50	Combination	
0.27	1.33	0.29	0.07	1.89	± 1.48 4.92	1.35 5.33±	Dry	Displacement of the mass center of internal-external axis (centimeter) Y
		0.09	0.58	-0.55	± 1.97 5.25	1.95 5.06±	Water	
		0.55	0.003*	3.46	± 1.44 4.03	1.50 4.76±	Combination	
0.70	0.35	0.39	0.06	-1.97	± 1.88 6.10	± 1.40 5.45	Dry	Displacement of the mass center of vertical axis Z (centimeter)
		0.30	0.05	-2.04	± 1.82 6.41	± 1.64 5.89	Water	
		0.39	0.16	-1.46	± 1.99 7.19	1.73 6.46±	Combination	
0.72	0.32	0.60	0.013*	-2.72	± 7.17 29.68	± 5.89 25.73	Dry	Thigh range of motion (Degree)
		0.34	0.008*	-2.98	±8.76 27.59	7.76 24.78±	Water	
		0.79	0.001*	-6.15	± 7.74 29.23	± 5.96 23.77	Combination	

Table 3 - Comparison of the mean of selected kinematic variables before and after various types of dry, water and combined exercises during involuntary walking in dependent t-tests and analysis of covariance

Variable	Type of training	Pre	Post	T	P (pre& Post)	Effect Size	F	P (Three Groups)
Knee range of motion .(Degree)	Dry	± 6.13 32.22	± 7.03 34.99	-2.12	0.047*	0.42	1.14	0.32
	Water	± 5.77 31.35	± 6.86 34.33	-2.32	0.031*	0.45		
	Combination	± 6.41 29.61	± 7.54 33.16	-1.97	0.063	0.50		
Plantar flexion ankle range of motion .(Degree)	Dry	± 1.46 5.55	± 1.99 5.95	-1.77	0.092	0.23	3.97	0.02*
	Water	1.78 5.16 ±	± 1.99 5.40	-1.70	0.10	0.12		
	Combination	1.44 5.47 ±	± 1.72 6.16	-3.81	0.001*	0.43		
Dorsi flexion ankle range of motion (Degree)	Dry	5.97±1.81	± 2.02 6.25	-2.20	0.04*	0.39	1.34	0.26
	Water	± 2.00 5.97	± 2.19 6.18	-1.75	0.095	0.10		
	Combination	± 1.48 5.86	± 1.69 6.46	-2.22	0.03*	0.37		

*p ≤ 0/05

Conclusion

The results of the present study showed that an 8-week land-based and aquatic and combined land-based and aquatic endurance training caused a significant increase in the normalized step length, COM shift in the anterior-posterior and internal-external axes, range of motion of hip and knee joints, and ankle dorsiflexion ($P < 0.05$). These results are consistent with results of studies by Cao et al. (2007) reporting that 12-week muscle strength and walking exercises significantly increased the range of motion of the ankle joint and the plantar flexion during the toe separation phase, while they didn't affect other biomechanical gait features in older women (8). The results of the present study also showed that different types of endurance exercises in the land-based training protocol have different effects on the range of motion of the ankle dorsiflexion and plantarflexion as compared to aquatic and combined land-based and aquatic exercise protocol ($P < 0.05$). It also seems that future studies are needed to investigate the effect of endurance exercises at different levels on different kinematic variables during the voluntary walking. The land-based, aquatic and

combined endurance exercises can have a positive effect on selected kinematic variables of the older adults during walking. One-way ANCOVA showed that combined endurance exercises have a different effect on the COM shift and this exercise can be recommended to improve walking performance and safe and secure movement for the older adults. Future studies are necessary to investigate the differences between the various endurance training methods.

Keywords: Older Adults, Walking, Endurance Training, Lower Limbs.

Article Message

The use of combined endurance exercises is recommended as a suitable exercise for the older adults.

References

1. Farsi A, Ashayeri H, Mohammadzadeh S. The effect of balance training on hip, knee, and ankle joints Kinematic compatibility of older women during walking. J Rehab Med. 2016;5(1):135-144 [in Persian].
2. Ghasempour H, Sadeghi H, Tabatabai Ghomshe F. The effects of eight weeks muscular endurance training on some kinematics gait parameters in male elderly. Razi J Med Sci. 2017;24(156):49-55 [in Persian].
3. Yadegarpour M, Shojaedin SS, Sadeghi H. Effect of aquqtic endurance training program on static and dynamic balance and lower limb strength in elderly male veterans. J Res Rehabil Sci. 2012;8(3):442-453 [in Persian].
4. Cao Z, Maeda A, Shima N, Kurata H, Nishizono H. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. J Physiol Anthropol. 2007;26(3):325–32. doi:10.2114/jpa2.26.325.
5. Devereux K, Robertson D, Briffa NK. Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomised controlled trial. Aust J Physiother. 2005;51(2):102–8. doi:10.1016/s0004-9514(05)70038-6.
6. Teymourian B, Sadeghi H, Shariatzadeh Joneydi M. Comparison of ground reaction forces, center of pressure and body center of mass changes in the voluntary, semi-voluntary and involuntary gait termination in healthy young Men. J Sport Biomech. 2016;1(3):43-52 [in Persian].
7. Mousavi SK, Sadeghi H, Tabatabaii Ghomsheh SF. Functional comparison between kinematic parameters in voluntary and involuntary gait initiation in active male. J Mod Rehabil. 2013;7(3):622-69 [in Persian].
8. Cao Z, Maeda A, Shima N, Kurata H, Nishizono H. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. J Physiol Anthropol. 2007;26(3):325–32. doi:10.2114/jpa2.26.325.

مطالعات طب ورزشی دوره ۱۳، شماره ۳۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۰. صص ۷۴-۵۳

مقالهٔ پژوهشی

تأثیر تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی بر متغیرهای منتخب کینماتیکی در راه رفتن غیرارادی مردان ۶۰ تا ۷۵ سال

محمدرضا حسینی[۱]، حیدر صادقی[۲]، مهدی تقوا [۳]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز، تهران، ایران
۲. گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
۳. گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشکده علوم حرکتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۴. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز، تهران، ایران

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۱۰/۱۸

چکیده

با توجه به اینکه در دوره سالمندی، با بروز ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی و به تبع آن تغییرات در عملکرد بیومکانیکی همراه است؛ استفاده از برنامه‌های تمرینی مناسب با رویکرد پیشگیری و یا کاهش تبعات منفی ناشی از این تغییرات، در دستور کار متخصصان حوزه بازتوانی ورزشی و کاردرمان‌ها قرار دارد. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی بر متغیرهای منتخب کینماتیکی راه‌رفتن غیرارادی مردان ۷۵-۶۰ سال بود. در این پژوهش نیمه تجربی، ۶۰ مرد به صورت داوطلبانه شرکت نمودند و به صورت تصادفی در سه گروه ۲۰ نفره، هشت هفته تمرین استقامتی در خشکی، در آب و ترکیبی قرار گرفتند. از آزمون‌های آماری تی وابسته برای مقایسه پیش و پس‌آزمون و تجزیه‌وتحلیل کوواریانس برای مقایسه اثر سه نوع تمرین بر متغیرهای وابسته استفاده شد. یافته‌ها تاثیر انجام تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی در افزایش معنادار میزان طول‌گام نرمالیزه، جابجایی مرکز جرم بدن در محورهای قدامی-خلفی و داخلی-خارجی، دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو و دورسی فلکشن مچ پا راه‌رفتن غیرارادی را نشان داد ($P<0/05$)، با وجود اینکه به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی می‌تواند اثر مثبت بر متغیرهای منتخب کینماتیکی سالمندان حین راه‌رفتن داشته باشد؛ تجزیه و تحلیل کوواریانس یک راهه نشان داد که تمرینات استقامتی ترکیبی و آب اثر متفاوتی بر متغیر جابجایی مرکز جرم بدن دارد و می توان انجام این تمرین را برای بهبود عملکرد راه رفتن و جابه‌جایی ایمن و مطمئن به سالمندان توصیه کرد. مطالعات آتی جهت بررسی هرچه دقیق‌تر تفاوت‌های موجود بین انواع روش‌های تمرینات استقامتی ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: سالمند، راه رفتن، تمرین استقامتی، اندام تحتانی.

1. Email: m.r_hossini@yahoo.com
2. Email: sadeghih@yahoo.com
3. Email: meh.taghva@iauctb.ac.ir

مقدمه

امروزه با پیشرفت علوم بهداشتی و کنترل بیماری‌های واگیردار، طول عمر انسان بیشتر شده است. شمار سالمندان در کشورهای پیشرفته و درحال‌توسعه در حال افزایش است؛ به طوری‌که پیش‌بینی می‌شود افراد سالمند ۲۶ درصد از کل جمعیت جهان را تا سال ۲۰۲۵ تشکیل خواهند داد (۱). در کشور ایران نیز پیش‌بینی می شود سالمندان ۲۰ درصد افراد جامعه (۲۶ میلیون نفر سالمند بالای ۶۰ سال) را تا۵۰ سال آینده تشکیل خواهند داد (۱). در دوران سالمندی تغییرات فرسایشی تدریجی، پیش‌رونده و خودبه‌خودی در بیشتر دستگاه‌ها و عملکردهای فیزیولوژیک بدن ایجاد می شود (۲). این در حالی است که شناسایی و کنترل اثرات منفی ناشی از این تغییرات می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی سالمندان و کاهش هزینه‌های درمانی کمک نماید. دوره سالمندی با تغییرات بیومکانیکی گستردهای همچون تحلیل و کاهش عملکرد عضلانی (۳،۵)، کاهش طول گام و سرعت راه رفتن (۳) ، کاهش قدرت حفظ تعادل و کنترل پاسچر (۳،۴،۶)، افزایش خطر سقوط و زمین خوردن (۸،۶)، کاهش دامنه حرکتی مفاصل پایین تنه (۹) و تغییر در ویژگی های کینماتیکی و کینتیکی در راه‌رفتن افراد همراه است (۱۰،۱۱). مجموعه این تغییرات بیومکانیکی حین راه رفتن سلامتی سالمندان را به خطر می‌اندازد (۱). بنابراین، شناسایی و استفاده از مداخلات مناسب جهت کاهش اثرات منفی ناشی از این تغییرات بیومکانیکی در سالمندان ضروری است.

در دوره سالمندی توانایی جسمانی با افزایش سن کاهش چشمگیری می‌یابد. گزارش شده است که حدود نیمی از تغییرات در عملکردهای فیزیکی افراد سالمند به دلیل عدم فعالیت و بی تحرکی است (۱). در حالی‌که انجام تمرینات‌بدنی روشی ارزان قیمت، قابل دسترس، غیرتهاجمی و کم‌خطر برای حفظ سلامتی، تحرک و بهبود کیفیت راه رفتن سالمندان می‌باشد (۱،۱۲). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که استفاده از برنامه‌های تمرینی مناسب می‌توانند با افزایش توانایی جسمانی سالمندان به پیشگیری، تأخیر و یا حتی درمان مشکلات ناشی از فرایند پیری کمک نموده و بر کیفیت زندگی این دسته از افراد نیز اثر مثبتی داشته باشد (۱،۱۳،۱۷). برای مثال، دوریوکس و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که انجام ۱۰ هفته تمرین در آب باعث بهبود تعادل و کیفیت زندگی زنان ۶۵ ساله و بالاتر دارای پوکی استخوان می‌شود (۱۵). همچنین، نویل و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر تمرینات هوازی پیلاتس را بر ویژگی‌های راه رفتن افراد سالمند بررسی و نشان دادند که این تمرینات هوازی باعث افزایش آمادگی جسمانی و طول گام سالمندان می‌شوند (۱۶). عباسی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تمرینات ورزشی در آب می‌تواند اثر مثبتی بر عملکرد عصبی- عضلانی مردان سالمند سالم داشته

باشد و خطر سقوط آن‌ها را کاهش دهد (۱۴). میرمعزی و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان دادند که هشت هفته تمرینات منتخب آبی بر تعادل ایستا و پویای سالمندان اثرات مثبتی می‌گذارد (۱۷). یادگارپور و همکاران (۲۰۱۷) نیز مشاهده نمودند که تمرینات استقامتی، هوازی و عضلانی در آب می‌تواند سبب بهبود تعادل مردان سالمند شود (۱۳).

به‌طورکلی و با توجه به محدودیت‌های فیزیکی گزارش شده در افراد سالمند برای انجام تمرینات ورزشی با فشار بالا، به نظر می‌رسد که تمرینات استقامتی با شدت متوسط برای سالمندان مفیدتر باشد (۱۲). با مرور مطالعات پیشین انجام شده در حوزه بررسی اثر انواع تمرینات ورزشی در افراد سالمند و با وجود بررسی طیف وسیعی از تمرینات شامل تمرین قدرتی، استقامتی، تعادلی و غیره بر ویژگی‌های مختلف این دسته از افراد، متاسفانه اثر انواع تمرینات ورزشی بر ویژگی‌های کینماتیکی و کینتیکی افراد سالمند حین راه‌رفتن ارادی کمتر موردتوجه محققان قرار گرفته است. همچنین با بررسی پیشینه پژوهش، مطالعه‌ای که به بررسی اثر انواع تمرینات استقامتی در سطوح مختلف (شامل تمرین در خشکی، آب و ترکیبی) بر ویژگی‌های افراد سالمند حین راه رفتن غیر ارادی پرداخته باشد، توسط محقق یافت نشد. به‌هرحال، شناسایی و مقایسه اثر انواع تمرینات استقامتی می‌تواند در انتخاب روش تمرینی تاثیرگذار بر راه‌رفتن به عنوان یکی از پایه ای‌ترین مهارتهای بنیادی در عملکرد روزانه و مستقل نشان‌دادن فعالیت جرکتی بین سالمندان شود. با این رویکرد، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی بر متغیرهای منتخب کینماتیکی راه رفتن ارادی مردان ۶۰ تا ۷۵ سال بود.

روش پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون و مدل تاثیر سنجی بود، برای انجام این پژوهش کد اخلاق به شماره IR-KHU.KRC.1000.138 دانشگاه خوارزمی اخذ شد. جامعه آماری شامل بازنشستگان شهر شاهرود بودند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور (در توان آزمون آماری ۰/۸ و سطح معناداری ۰/۰۵) تعداد ۱۹ نفر برای هر گروه محاسبه شد (۱۸) . برای کاهش خطا و احتمال ریزش تعداد آزمودنی‌ها، ۲۰ سالمند به عنوان آزمودنی برای هر گروه در نظر گرفته شد. از درون جامعه آماری، افرادی که داوطلب شرکت در پژوهش بوده و معیارهای ورود را داشتند، به صورت تصادفی در گروه‌ها قرار گرفتند. شرکت کننده‌ها فرم رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل نمودند. معیارهای ورود به مطالعه شامل شرکت منظم در پروتکل تمرینی، عدم ابتلا به هرگونه آسیب ارتوپدی که مانع راه‌رفتن معمولی شود (۱۹،۲۰)، معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل مواردی چون، هر مشکلی که مانع از حضور در جلسات تمرینی، اجرای آزمونهای حرکتی و یا راه رفتن شوند. در این پژوهش، برای

اندازه‌گیری متغیرهای کینماتیکی از سیستم ثبت دوربین وایکون[1] مدل ۴۶۰ استفاده شد (۲۱). فرکانس نمونه‌برداری دوربین وایکون روی ۲۵۰ هرتز قرار داده شد (۲۱).

روش و اهداف مطالعه برای داوطلبان توضیح داده شد. به آزمودنی ها اطمینان داده شد که اطلاعات فردی و سلامتی آنها محفوظ خواهد ماند و هر آزمودنی نیز قادر بود تحقیق را در هر زمانی که می‌خواست ترک کند. به منظور اطمینان از سلامتی آزمودنی‌ها و توانایی شرکت و به اتمام رساندن دوره تمرینی، پرسشنامه پزشکی و پرسشنامه آمادگی فعالیت بدنی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمودنی‌ها در محیط آزمایشگاه برای نصب مارکرهای دوربین آماده و مارکرها بر اساس پروتکل plug-in-gait به زائده‌های استخوانی اندام تحتانی متصل شدند (۳).

پیش از اجرای آزمون راه‌رفتن، از آزمودنی‌ها خواسته شد این حرکت را چند بار انجام دهند تا با شرایط و نحوه اجرای آزمون آشنا شوند. از هر یک از آزمودنی‌ها خواسته شد تا بدون کفش و در شرایط مارکرگذاری اندام تحتانی، حرکت راه‌رفتن را در ۶ کوشش به صورت غیرارادی انجام دهند (۲). کوشش‌های غیرارادی از دستگاه محقق ساخته ایجاد اغتشاش استفاده شد و نحوه کار دستگاه اینگونه بود که مقدار نیرویی که برای ایجاد اغتشاش به مرکز ثقل آزمودنی‌ها وارد شد و با استفاده از دستگاه دینامومتر قابل تنظیم بود. این نیرو به صورت درصدی از وزن بدن آزمودنی (۵۰ درصد) به وی وارد می شد (۲). هم‌زمان با شروع راه رفتن افراد، اطلاعات کینماتیکی روی دستگاه رایانه ذخیره می‌شد تا در تجزیه‌وتحلیل بعدی استفاده شود. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در سه گروه تمرینات استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی قرار داده شدند. لازم به ذکر است که تلاش شد تا شرایط کلی حرکت راه‌رفتن در پیش‌آزمون و پس‌آزمون (بعد از اتمام دوره تمرینات استقامتی) به صورت مشابه با یکدیگر انجام شوند.

برای تمامی پروتکل‌های تمرینات استقامتی از انواع تمرین مشابه راه رفتن و حرکات فلکشن، اکستنشن، ابداکشن و اداکشن استفاده شد. پروتکل تمرین استقامتی در خشکی شامل انجام تمرینات در سطح زمین، پروتکل تمرین استقامتی در آب شامل انجام تمرینات در درون آب و پروتکل تمرین استقامتی ترکیبی به صورت یک جلسه در خشکی و جلسه بعدی در آب انجام می‌گرفت. تمرینات داخل آب در بخش کم عمق استخر(ارتفاع حدود ۱/۵ متری) انجام شد. تمامی پروتکل‌های تمرینی به صورت سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته انجام شد (۱۲،۱۳). تمامی پروتکلهای تمرینی به صورت سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته انجام شد. در هفته اول و دوم زمان و مسافت هر

1. Vicon

جلسه به ترتیب ۲۵ دقیقه و ۱۴۰۰-۷۰۰ متر، در هفته سوم و چهارم زمان و مسافت هر جلسه به ترتیب ۳۵ دقیقه و ۱۸۰۰-۱۴۰۰ متر، در هفته پنجم و ششم زمان و مسافت هر جلسه به ترتیب ۴۵ دقیقه و ۲۰۰۰-۱۸۰۰ متر و نهایتاً در هفته هفتم و هشتم زمان و مسافت هر جلسه به ترتیب ۵۵ دقیقه و ۲۴۰۰-۲۰۰۰ متر بود(جدول۱).

جدول ۱- پروتکل تمرینات استقامتی در سطوح مختلف خشکی، آب و ترکیبی مورد استفاده در این پژوهش

Table 1- Endurance training protocol at different levels of land, water and consumption in this research

هفته	مسافت	زمان	خشکی	آب	ترکیبی
اول و دوم	۷۰۰-۱۴۰۰	۲۵	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن
سوم و چهارم	۱۴۰۰-۱۸۰۰	۳۵	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن
پنجم و ششم	۱۸۰۰-۲۰۰۰	۴۵	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن
هفتم و هشتم	۲۰۰۰-۲۴۰۰	۵۵	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن	گرم کردن، اجرای تمرین ، سرد کردن
اجرای تمرین در خشکی	راه رفتن به جلو و عقب و پهلوها به صورت متناوب و اجرای حرکات فلکشن، اکستنشن، ابداکشن و اددکشن با تکیه گاه				
اجرای تمرین در آب	راه رفتن به جلو و عقب و پهلوها به صورت متناوب و اجرای حرکات فلکشن، اکستنشن، ابداکشن و اددکشن با تکیه گاه				
اجرای تمرین ترکیبی	اجرای تمرین مانند دو گروه خشکی و آب و تمرینات بصورت یک جلسه در خشکی و یک جلسه در آب انجام می شود.				

متغیرهای کینماتیکی در راه‌رفتن غیر ارادی شامل طول گام نرمالیزه (جدا شدن پاشنه اندام شناور تا برخورد مجدد پاشنه و پنجه همان اندام که تقریبا برابر است با جدا شدن پنجه اندام استقرار)، درصد فاز سکون (زمان برخورد پاشنه اندام نوسان تا جدا شدن پنجه همان اندام)، درصد فاز حمایت دوگانه (زمان بین تماس پاشنه اندام نوسان در پایان قدم اول تا جدا شدن پنجه اندام استقرار که هر دو اندام با زمین در تماس هستند، درصد فاز نوسان (زمان بین جدا شدن پنجه اندام نوسان تا برخورد پاشنه

همان اندام)، جابجایی مرکز جرم بدن در محورهای قدامی- خلفی، داخلی- خارجی و عمودی، دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو، پلانتارفلکشن و دورسی فلکشن مچ پا بودند. متغیر طول گام نرمالیزه با استفاده از طول پای افراد محاسبه شد؛ به طوری که طول گام نرمالیزه برابر با طول گام فرد تقسیم بر طول پای او بود (۲). برای متغیرهای درصد فاز سکون، درصد فاز حمایت دوگانه و درصد فاز نوسان نیز زمان هر فاز به کل زمان چرخه راه‌رفتن تقسیم شد (۲). در ادامه، سه متغیر جابجایی مرکز جرم بدن در محورهای قدامی- خلفی، داخلی- خارجی و عمودی نیز محاسبه شدند. در نهایت، دامنه حرکتی (برابر با تفاضل بیشترین زاویه از کمترین زاویه) مفاصل ران، زانو، حداکثر پلانتارفلکشن و حداکثر دورسی فلکشن مچ پا نیز مورد محاسبه قرار گرفتند (۲).

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون آماری شاپیرو-ویلک و از آزمون آماری تی‌وابسته برای مقایسهٔ اثر (پیش-پس) هر شیوه تمرین (خشکی، آب و ترکیبی) بر متغیرهای درون‌گروهی استفاده شد. در ادامه برای مقایسهٔ اثرانواع تمرینات بر متغیرهای مختلف بیومکانیکی از آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی برای نتایج برای حداقل اختلاف معنادار[1] آزمون استفاده شد. سطح معناداری در تمامی آزمون‌های آماری برابر یا مساوی با ۰/۰۵ بود.

یافته ها

مشخصات فیزیکی آزمودنی‌ها در جدول شماره (۲) ارائه شده است. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع تمامی متغیرهای وابسته در گروه‌های تمرین در خشکی، آب و ترکیبی به صورت طبیعی بود (P>0/05). در ادامه بخش یافته‌ها مقادیر میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای وابسته در گروه های مختلف در جداول آورده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Least Significant Differences (LSD)

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای دموگرافیکی آزمودنی ها در سه گروه تمرین استقامتی

Table 2- Mean and standard deviation of demographic variables of subjects in three groups of endurance training

Mean ± standard deviation	Group	Variable
66/8±5/7	Dry	سن Age (year)
67/5±6/4	Water	
66/4 ±6/6	Combination	
1/72±0/12	Dry	قد Height (meter)
1/70±0/09	Water	
1/71±0/11	Combination	
66/2±6/9	Dry	وزن Weight (kilogram)
65/6±7/9	Water	
67/4 ±7/4	Combination	

در بررسی اثر انواع تمرینات استقامتی بر متغیرهای منتخب کینماتیکی، نتایج آزمون تی وابسته نشان داد که تمرین استقامتی در خشکی موجب ایجاد تغییرات آماری معنادار در متغیرهای طول گام نرمالیزه، جابجایی مرکز جرم بدن در محور قدامی- خلفی، جابجایی مرکز جرم بدن در محور عمودی، دامنه حرکتی مفصل ران، دامنه حرکتی مفصل زانو و دامنه حرکتی دورسی فلکشن مفصل مچ پا بین قبل و بعد از تمرینات شد. تمرین استقامتی در آب با تغییرات معنادار در متغیرهای طول گام نرمالیزه، جابجایی مرکز جرم بدن در محورهای قدامی- خلفی و عمودی و دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو، پلانتارفلکشن و دورسی فلکشن مچ پا بین قبل و بعد از انجام تمرینات همراه بود و تمرین استقامتی ترکیبی به تغییرات معناداری در متغیرهای طول گام نرمالیزه، جابجایی مرکز جرم بدن در محورهای قدامی- خلفی، داخلی- خارجی انجامید (P<0/05). همچنین مشخص گردید که در بین اثرات تمرینات استقامتی خشکی، آب و ترکیبی تغییرات معناداری بین دامنه حرکتی مفاصل ران، دامنه حرکتی زانو، پلانتارفلکشن مچ پا و دورسی فلکشن مچ پا بین قبل و بعد از انجام تمرینات وجود دارد (P<0/05). در مقابل، تفاوت معناداری برای سایر متغیرهای کینماتیکی بین قبل و بعد از انجام انواع تمرینات استقامتی حین راه‌رفتن غیرارادی مشاهده نشد(P>0/05). از طرف دیگر، نتایج آزمون تجزیه‌وتحلیل کوواریانس یک‌راهه نشان داد که انواع تمرینات استقامتی اثرات متفاوتی بر متغیر دامنه حرکتی پلانتارفلکشن مفصل مچ پا ایجاد می‌کنند (F=3/97 و P=0/024) و مشخص گردید که بین تمرین در خشکی و ترکیبی تفاوت معناداری در پلانتار فلکشن مچ پا وجود دارد (P=0/007)؛ اما تفاوت معناداری در میزان اثرگذاری انواع تمرینات استقامتی بر سایر متغیرهای کینماتیکی حین راه رفتن غیرارادی مشاهده نشد (P>0/05) (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین متغیرهای منتخب کینماتیکی قبل و بعد از انجام انواع تمرینات خشکی، آب و ترکیبی حین راه رفتن غیر ارادی در آزمون‌های تی وابسته و تحلیل کوواریانس

Table 3- Comparison of the mean of selected kinematic variables before and after various types of dry, water and combined exercises during involuntary walking in dependent t-tests and analysis of covariance

P (Three Groups)	F	Effect Size	P (pre& Post)	T	Post	Pre	Type of training	Variable
0/24	1/46	0/22	0/17	-1/42	0/19 1/41±	0/16 1/37±	Dry	طول گام نرمالیزه(درصد از کل دوره) Normalized step length (Percentage of total period)
		0/34	0/001*	-4/89	0/19 ± 1/46	1/41±0/16	Water	
		0/64	0/001*	-4/44	0/19 ± 1/51	± 0/15 1/40	Combination	
0/37	1/00	0/17	0/60	0/53	4/66 ± 60/34	± 4/81 61/15	Dry	فاز سکون (درصد از کل دوره) Stance (Percentage of total period)
		0/11	0/72	-0/35	4/16 ± 60/24	± 4/45 59/74	Water	
		0/29	0/29	-1/08	4/54 ± 61/84	± 4/74 60/48	Combination	
0/06	2/87	0/13	0/41	0/83	3/55 ± 13/08	±3/05 13/53	Dry	فاز حمایت دوگانه (درصد از کل دوره) Double support (Percentage of total period)
		0/21	0/31	1/58	3/66 ± 14/38	± 3/46 15/31	Water	
		0/05	0/51	0/67	±3/58 14/79	± 3/23 14/98	Combination	
0/37	1/00	0/17	0/60	-0/53	4/66 ± 39/66	± 4/81 38/85	Dry	فاز نوسان (درصد از کل دوره) Swing (Percentage of total period)
		0/11	0/72	0/35	4/16 ± 39/76	± 4/45 40/26	Water	
		0/29	0/29	1/08	4/54 ± 38/16	± 4/74 39/52	Combination	

ادامهٔ جدول ۳- مقایسهٔ میانگین متغیرهای منتخب کینماتیکی قبل و بعد از انجام انواع تمرینات خشکی، آب و ترکیبی حین راه رفتن غیر ارادی در آزمون‌های تی وابسته و تحلیل کوواریانس

Table 3- Comparison of the mean of selected kinematic variables before and after various types of dry, water and combined exercises during involuntary walking in dependent t-tests and analysis of covariance

P (Three Groups)	F	Effect Size	P (pre& Post)	T	Post	Pre	Type of training	Variable
0/27	1/33	0/43	0/09	-1/75	7/35 ± 35/75	± 6/33 32/78	Dry	جابجایی مرکز جرم محور قدامی-خلفی X (سانتیمتر) Displacement of the mass center of anterior-posterior axis (centimeter) X
		0/62	0/001*	-3/94	7/86 ± 35/80	± 6/52 31/34	Water	
		0/74	0/001*	4/67	8/76 ± 36/39	± 6/96 30/50	Combination	
0/27	1/33	0/29	0/07	1/89	1/48 ± 4/92	1/35 5/33±	Dry	جابجایی مرکز جرم محور داخلی – خارجیY (سانتیمتر) Displacement of the mass center of internal-external axis (centimeter) Y
		0/09	0/58	-0/55	1/97 ± 5/25	1/95 5/06±	Water	
		0/55	0/003*	3/46	1/44 ± 4/03	1/50 4/76±	Combination	
0/70	0/35	0/39	0/06	-1/97	1/88 ± 6/10	± 1/40 5/45	Dry	جابجایی مرکز جرم محور عمودی Z (سانتیمتر) Displacement of the mass center of vertical axis Z (centimeter)
		0/30	0/05	-2/04	1/82 ± 6/41	±1/64 5/89	Water	
		0/39	0/16	-1/46	1/99 ± 7/19	1/73 6/46±	Combination	

ادامهٔ جدول ۳- مقایسهٔ میانگین متغیرهای منتخب کینماتیکی قبل و بعد از انجام انواع تمرینات خشکی، آب و ترکیبی حین راه رفتن غیر ارادی در آزمون‌های تی وابسته و تحلیل کوواریانس

Table 3- Comparison of the mean of selected kinematic variables before and after various types of dry, water and combined exercises during involuntary walking in dependent t-tests and analysis of covariance

P (Three Groups)	F	Effect Size	P (pre& Post)	T	Post	Pre	Type of training	Variable
0/72	0/32	0/60	0/013*	-2/72	7/17 ± 29/68	± 5/89 25/73	Dry	دامنه حرکتی ران (درجه) Thigh range of motion (Degree)
		0/34	0/008*	-2/98	±8/76 27/59	7/76 24/78±	Water	
		0/79	0/001*	-6/15	±7/74 29/23	± 5/96 23/77	Combination	
0/32	1/14	0/42	0/047*	-2/12	7/03 ± 34/99	± 6/13 32/22	Dry	دامنه حرکتی زانو (درجه) Knee range of motion .(Degree)
		0/45	0/031*	-2/32	6/86 ± 34/33	±5/77 31/35	Water	
		0/50	0/063	-1/97	7/54 ± 33/16	± 6/41 29/61	Combination	
0/02*	3/97	0/23	0/092	-1/77	1/99 ± 5/95	1/46 5/55±	Dry	دامنه حرکتی پلانتارفلکشن مچ پا (پا) Plantar flexion ankle range of motion .(Degree)
		0/12	0/10	-1/70	1/99 ± 5/40	1/78 5/16±	Water	
		0/43	0/001*	-3/81	±1/72 6/16	1/44 5/47 ±	Combination	
0/26	1/34	0/39	0/04*	-2/20	±2/02 6/25	5/97±1/81	Dry	دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (درجه) Dorsi flexion ankle range of motion (Degree)
		0/10	0/095	-1/75	2/19 ± 6/18	± 2/00 5/97	Water	
		0/37	0/03*	-2/22	1/69 ± 6/46	± 1/48 5/86	Combination	

علامت * نشان دهندهٔ تفاوت معنادار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سطح معناداری 0/05 می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین استقامتی خشکی، آب و ترکیبی بر متغیرهای منتخب کینماتیکی راه‌رفتن غیر ارادی مردان ۶۰ تا ۷۵ سال بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام یک دوره تمرین ۸ هفته‌ای تمرینات استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی باعث افزایش معنادار میزان طول گام نرمالیزه، جابجایی مرکز جرم بدن در محورهای قدامی- خلفی و محور داخلی- خارجی، دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو و دورسی فلکشن مچ پا می‌شود (P<0/05). این نتایج با یافته‌های مطالعات کائو و همکاران (۲۰۰۷)، نویل و همکاران (۲۰۱۲) و هیوود و همکاران (۲۰۱۶) همسو است. کائو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که ۱۲ هفته برنامه تمرینی قدرت عضلانی و راه رفتن باعث افزایش معنادار دامنه حرکتی مفصل مچ پا و مقدار پلانتارفلکشن در مرحله جدا شدن پنجه پا می‌شود، در حالی که بر سایر ویژگیهای بیومکانیکی راه‌رفتن زنان سالمند اثری ندارد (۱۷). هیوود و همکاران (۲۰۱۶) نیز در یک مطالعه مروری مشاهده نمودند که انواع تمرینات عملکردی در سطوح خشکی و آب باعث بهبود سطح فعالیت عضلات و متغیرهای کینماتیکی، کینتیکی و فضایی- زمانی می‌شوند (۲۴). برای تحلیل استنباطی این نتایج، به نظر می‌رسد باید توجه داشت که مطالعات متعددی انجام تمرینات بدنی را باعث تقویت عضلات و بهبود سازگاریهای عصبی- عضلانی در سالمندان می‌دانند (۲۶،۸،۱۴،۲۵،۵). برای مثال، کرامول و همکاران (۲۰۰۷) اعمال یک دوره برنامه تمرینی قدرتی و قدرتی/کششی را در افزایش معنادار سرعت راه رفتن و قدرت عضلانی موثر گزارش کردند (۵). به نظر می رسد که انجام پروتکل‌های تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی با افزایش سطح فعالیت عضلات (مخصوصاً در اندام تحتانی)، ایجاد هماهنگی و سازگاریهای عصبی- عضلانی، باعث تغییر در ویژگیهای کینماتیکی در راه‌رفتن شده باشند؛ هرچند که ارتباط بین سطح فعالیت عضلات و متغیرهای کینماتیکی در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفته و نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

به علاوه، نتایج آزمون پژوهش حاضر نشان داد که انواع تمرین‌های استقامتی اثر متفاوتی بر متغیر دامنه حرکتی پلانتارفلکشن مفصل مچ پا در بین پروتکل تمرین در خشکی با در آب و ترکیبی ایجاد می کنند (P<0/05)، نتایج آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس یک راهه نشان داد که انواع تمرینات استقامتی اثرات متفاوتی بر متغیر جابجایی مرکز جرم بدن در محور داخلی- خارجی(F-4/255 و P- 0/019) (بین تمرین در آب و تمرین ترکیبی با P-0/005) در شروع راه رفتن غیر ارادی ایجاد می کنند و در بین سه نوع تمرین استقامتی روی بقیه متغیرها اثر متفاوتی مشاهده نشد، این نتایج با نتایج مطالعه هیوود و همکاران (۲۰۱۶) همسو (۲۴) و با نتایج مطالعه کادناس-سانچز و همکاران (۲۰۱۵) و فانتوزی و همکاران (۲۰۲۰) ناهمسو است (۳۰،۲۹). هیوود و همکاران (۲۰۱۶) مدعی شدند که اثر انواع تمرین‌های عملکردی بر دامنه حرکتی مفاصل و فعالیت عضلات حین راه‌رفتن با سرعت

انتخابی در سطوح خشکی و آب با یکدیگر مشابه می باشد؛ اما سرعت راه رفتن در آب عامل مهم و اثرگذاری بر متغیرهای مختلف بیومکانیکی است بر اساس این نتایج می‌توان سرعت گام برداری بعد تمرینات در آب بستگی به نوع حرکات تمرینی و سرعت راه‌رفتن در پروتکل تمرینی دارد (۲۴). در مقابل، کادناس-سانچز و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که الگوی کینماتیکی (مانند دامنه حرکتی و زوایای مفاصل ران، زانو و مچ پا) حین راه‌رفتن به جلو و عقب در سطوح خشکی و آب با یکدیگر متفاوت می‌باشد و هر سطح سازگاریهای کینماتیکی متفاوتی ایجاد می‌کند (۲۹). به هرحال، در مطالعه آنها جامعه آماری متفاوت شامل افراد جوان بود، مضاف براینکه، در مطالعه مذکور، اثر انواع تمرین استقامتی مورد بررسی قرار نگرفت. فانتوزی و همکاران (۲۰۲۰) نیز نشان دادند که ضمن تفاوتهای کینماتیکی متعدد بین افراد جوان و سالمند، الگوی راه‌رفتن در خشکی و آب نیز دارای تفاوت‌هایی همچون افزایش زاویه فلکشن مفاصل ران و زانو در آب می‌شود (۳۰). به نظر می‌رسد که در این زمینه مطالعات آتی برای بررسی هرچه دقیق‌تر نحوه اثرگذاری انواع تمرین‌های استقامتی در سطوح مختلف بر متغیرهای مختلف کینماتیکی حین شروع راه‌رفتن‌ارادی موردنیاز است.

یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم بررسی فعالیت عضلات اندام تحتانی می‌باشد که ممکن است بتواند تغییرات به درک بهتر دلایل ایجاد تغییرات کینماتیکی کمک نماید. همچنین، استفاده از زنان سالمند و یا بررسی متغیرهای دیگری همچون کیفیت زندگی از دیگر محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌باشند. مطالعات آتی جهت رفع محدودیت‌های پژوهش حاضر ضروری به نظر می رسد.

با توجه به نتایج تحقیق، استفاده از تمرینات استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی بر متغیرهای منتخب بیومکانیکی سالمندان در راه‌رفتن اثرگذارست. اگرچه تفاوتهای اندکی بین اثر استفاده از این سه روش تمرینی قابل گزارش است، با این حال مشخص شد که انجام تمرین ترکیبی و آب اثر معناداری بر روی دامنه حرکتی دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن دارد. با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان تمرینات استقامتی ترکیبی و آب را برای بهبود عملکرد راه رفتن و جابه‌جایی ایمن و مطمئن به سالمندان توصیه کرد.

پیام مقاله

استفاده از تمرینات استقامتی ترکیبی بعنوان یک تمرین مناسب برای سالمندان پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌هایی که در این پژوهش شرکت نمودند، سپاسگزاریم.

منابع

1. Farsi A, Ashayeri H, Mohammadzadeh S. The effect of balance training on hip, knee, and ankle joints Kinematic compatibility of older women during walking. J Rehab Med. 2016;5(1):135-144 [in Persian].
2. Mousavi SK, Sadeghi H, Tabatabaii Ghomsheh SF. Functional Comparison between Kinematic Parameters in Voluntary and Involuntary Gait Initiation in Active Male. J Mod Rehabil. 2013;7(3):622-69 [in Persian].
3. Sadeghi H, Prince F, Zabjek KF, Allard P. Sagittal-hip-muscle power during walking in old and young able-bodied men. J Aging Phys Act. 2001;9(2):172–83. doi: 10.1123/japa.9.2.172
4. Douris P, Southard V, Varga C, Schauss W, Gennaro C, Reiss A. The effect of land and aquatic exercise on balance scores in older adults. J Geriatr Phys Ther. 2003;26(1):3–6.
5. Cromwell R, Meyers P, Meyers P, Newton R. Tae Kwon Do: an effective exercise for improving balance and walking ability in older adults. Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci. 2007;62(6):641–6. doi:10.1093/gerona/62.6.641
6. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. Neurophysiol Clin Neurophysiol. 2008;38(6):467–78. doi: 10.1016/j.neucli.2008.09.001
7. Lopes K, Costa D, Santos L, Castro D, Bastone A. Prevalence of fear of falling among a population of older adults and its correlation with mobility, dynamic balance, risk and history of falls. Brazilian J Phys Ther. 2009;13(3):223–9. doi:10.1590/S1413-35552009005000026.
8. Rezazadeh N, Baluchi R. The Effect of 12 Weeks Exercise in the Water and Land on the Static and Dynamic Balance and the Risk of Falling the Old People. Salmand. 2016;10(4):140-150 [in Persian].
9. Kerrigan DC, Todd MK, Della Croce U, Lipsitz LA, Collins JJ. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. Arch Phys Med Rehabil. 1998; 79(3): 317–22. doi:10.1016/s0003-9993(98)90013-2
10. Satoh Y, Yamada T, Shimamura R, Ohmi T. Comparison of foot kinetics and kinematics during gait initiation between young and elderly participants. J Phys Ther Sci. 2019;31(7):498–503. doi:10.1589/jpts.31.498.
11. Watt J, Franz J, Jackson K, Dicharry J, Riley P, Kerrigan D. A three-dimensional kinematic and kinetic comparison of overground and treadmill walking in healthy elderly subjects. Clin Biomech. 2010; 25(5): 444–9. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2009.09.002.
12. Ghasempour H, Sadeghi H, Tabatabai Ghomshe F. The Effects of Eight Weeks Muscular Endurance Training on some Kinematics Gait Parameters in Male Elderly. Razi J Med Sci. 2017;24 (156): 49-55 [in Persian].
13. Yadegarpour M, Shojaedin SS, Sadeghi H. Effect of aquqtic endurance training program on static and dynamic balance and lower limb strength in elderly male veterans. J Res Rehabil Sci. 2012;8(3):442-453 [in Persian].
14. Abbasi A, Sadeghi H, Berenjeian Tabrizi H, Bagheri K, Ghasemizad A. Effects of aquatic balance training and detraining on neuromuscular performance and balance in healthy middle-aged male. Koomesh. 2012; 13(3): 345-354 [in Persian].

15. Devereux K, Robertson D, Briffa NK. Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomised controlled trial. Aust J Physiother. 2005;51(2):102–8. doi:10.1016/s0004-9514(05)70038-6
16. Newell D, Shead V, Sloane L. Changes in gait and balance parameters in elderly subjects attending an 8-week supervised Pilates Programme. J Bodyw Mov Ther. 2012;16(4):549–54. doi: 10.1016/j.jbmt.2012.02.002
17. Cao Z, Maeda A, Shima N, Kurata H, Nishizono H. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. J Physiol Anthropol. 2007;26(3):325–32. doi:10.2114/jpa2.26.325.
18. Erdfelder E, Faul F, Buchner A. GPOWER: A general power analysis program. Behav Res methods, instruments, Comput. 1996;28(1):1–11. doi:10.3758/BF03203630
19. Sadeghi H, Norouzi H, Karimi Asl A, Montazer M. Functional Training Program Effect on Static and Dynamic Balance in Male Able-bodied Elderly. Salmand, Iran J Ageing. 2008;3(2):565–71[in Persian].
20. Akbarnejad A, Koneshlou S, Baranchi M. The Effect of 12 Weeks of Functional Training and Different Periods of Detraining on Dynamic Balance in Elderly Men. J Sport Med. 2015;7(1):85–98. doi:10.22059/jsmed.2015.53804.
21. Teymourian B, Sadeghi H, Shariatzadeh Joneydi M. Comparison of Ground Reaction Forces, Center of Pressure and Body Center of Mass Changes in the Voluntary, Semi-Voluntary and Involuntary Gait Termination in Healthy Young Men. J Sport Biomech. 2016;1(3):43-52 [in Persian].
22. Ghasemi MH, Anbarian M. Immediate effects of using insoles with various wedges on center of pressure indices and comfort rating during load lifting. Int J Ind Ergon. 2020; 79:1–6. doi: 10.1016/j.apergo.2020.103195
23. Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Talebian S, et al. Test-retest reliability of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. Gait Posture. 2009;29(3):460–4. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.11.016
24. Heywood S, McClelland J, Geigle P, Rahmann A, Clark R. Spatiotemporal, kinematic, force and muscle activation outcomes during gait and functional exercise in water compared to on land: A systematic review. Gait Posture. 2016; 48:120–30. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.04.033.
25. Noh DK, Lim J-Y, Shin H-I, Paik N-J. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors- a randomized controlled pilot trial. Clin Rehabil. 2008;22(10–11):966–76. doi:10.1177/0269215508091434
26. Resende SM, Rassi CM. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. Brazilian J Phys Ther. 2008;12(1):57–63. doi:10.1590/S1413-35552008000100011

27. Mirmoezzi M, Amini M, Khaledan A, Khorshidi D. Effect of 8-Week of Selected Aerobic Exercise on Static and Dynamic Balance in Healthy Elderly Inactive Men. Iran J Aging. 2016;11(4):202-209 [in Persian].
28. Kaneda K, Sato D, Wakabayashi H, Hanai A, Nomura T. A comparison of the effects of different water exercise programs on balance ability in elderly people. J Aging Phys Act. 2008;16(4):381–92.
29. Cadenas-Sanchez C, Arellano R, Vanrenterghem J, López-Contreras G. Kinematic adaptations of forward and backward walking on land and in water. J Hum Kinet. 2015;49(1):15–24. doi:10.1515%2Fhukin-2015-0104.
30. Fantozzi S, Cortesi M, Giovanardi A, Borra D, Di Michele R, Gatta G. Effect of walking speed during gait in water of healthy elderly. Gait Posture. 2020; 82:6–13. doi: 10.1016/j.gaitpost.2020.08.112

ارجاع‌دهی

حسینی محمدرضا، صادقی حیدر، تقوا مهدی. تأثیر تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی بر متغیرهای منتخب کینماتیکی در راه رفتن غیرارادی مردان ۶۰ تا ۷۵ سال. مطالعات طب ورزشی. پاییز و زمستان ۱۴۰۰؛ ۱۳(۳۰)، ۷۴-۵۳. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SMJ.2022.11645.1544

Hoseini M. R, Sadeghi H, Taghava M. The Effect of Land-Based, Aquatic, and Combined Endurance Training on Selected Kinematic Variables During Involuntary Walking of Men 60-75 Years of Age. Sport Medicine Studies. Fall & Winter 2022; 13 (30): 53-74. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2022.11645.1544

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی