Motor Behavior **Volume 14, No 49, 2022, Page 17-40**

Research Paper

The Effects of Aerobic Training in Water and on Land on Irritability of Sensory of Type 2 Diabetic Patients

A. Abasgholipour[1], M. Shahbazi[2], Sh. Tahmasebi Borujeni[3], E. ArabAmery[4]

1. Ph.D. Student, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author)
3, 4. Associate Professor, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2020/03/22 **Accepted: 2020/09/27**

Abstract

Peripheral neuropathy is the most important factor in the incidence of foot amputation in diabetes. The purpose of this study was to investigate the effect of aerobic exercises in water and land on the irritability of sensory of the palms and soles of the diabetic patients. Twenty-four participants were assigned randomly in three groups including control, aerobics on land, and aerobics in water. Aerobic training involved 12-weeks (twice a week). Before and after the training period ,the marks on the hand and the foot of the patients were measured and recorded by the neurothesiometer machine. MANCOVA and dependent t-test were used to analyze the data. The results of MANCOVA test for intergroup comparisons in the post-test did not show a significant difference in each of the variables of sensory irritability in the soles and palms between the groups ($P \geq 0.05$). The results of intra-group comparisons using dependent t-test showed that aerobic exercise in water had a significant effect on the sensory irritability scores of the palms and soles of diabetic patients ($P \leq 0.05$). However, this significant effect was seen only in the scores of the soles of the aerobic exercise group on land ($P \leq 0.05$). However, the control group did not show a significant difference in each of the variables from pre-test to post-test ($P \geq 0.05$). The results indicated that aerobic exercise in water is due to the creation of hydrostatic pressure ,it can have more impact on the palm and sole of the diabetic patients , which increases the nervous currents and the sensory irritability in the organs.

Keywords*:* Aerobic, Diabetes 2, Neuropathy, Neurothesiometer, Sensory Irritability.

1. E-mail: amir.abasqolipour@yahoo.com
2. Email: shahbazimehdi@ut.ac.ir
3. Email: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir
4. Email: eameri@ut.ac.ir

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

Extended Abstract

Background and Purpose

Diabetes is a metabolic disease characterized by elevated blood sugar, along with metabolic disorders (1). Among diabetic neuropathies, chronic sensory-motor neuropathy of the extremities is the most common (2). In diabetic patients, neurological insufficiency due to impaired microvascular blood supply is functional because it improves the molecular and biochemical structure of neurons by improving exercise blood supply and physical activity (3). The present findings can provide a preventive strategy in disease management and rehabilitation exercise protocol to control its exacerbation to improve the physical health of diabetic patients; Aerobic exercise affects various aspects of nerve cell activity and may prevent nerve cell death (4). Increasing blood flow, this dysfunction is greatly improved (5). Now, considering the above, conducting this study is of great importance.

Materials and Methods

The present study is a quasiexperimental study with a pre/post-test design. This study was approved by the ethics committee of Iran University of Medical Sciences with the code IR.IUMS.REC.1398.405. The statistical population of the present study consisted of all type 2 diabetic men in Tehran, 24 of whom participated in the tests voluntarily and consciously. In order to record the irritability scores, the vibration perception test was used by the Apparatus model of Neurothesiometer (VPT-I) with European standard (CE) made in China (6). The scoring methods and degrees of excitability were as follows: Recording the excitation from zero voltage to 50 voltage, which were graded into three levels: Normal irritability voltage between zero to 15 voltages; mild level irritability voltage was recorded between 16 and 25: and high-level irritability voltage was recorded between 26 and 50 (7). This irritability was accomplished by sensing vibrations and stimulating nerve endings in the arms and legs at specific points. After administering the same pre-test for all participants, they were randomly divided into three groups of eight (i.e., groups of control, aerobics on land, and aerobics in water). Exercises were held two 60-minute sessions per week for 12 weeks. After the last training session, the post-test was administered with the same initial conditions and the scores were recorded accurately. Shapiro-Wilk test was used to evaluate the normality of data distribution. Furthermore, to compare the differences between groups in the post-test of variables, by assuming the homogeneity of the regression line slope in both palm ($P = 0.353$) and sole ($P = 0.555$) variables, MANCOVA test (pre-test as a covariate factor) was used. In addition, to determine the difference between pre-test and post-test, dependent t-

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

test was used in each group. All tests were run at a significant level of P <0.05 using SPSS 26.0 software.

Findings

The results of MANCOVA test showed that there was no significant difference in the post-test of each of the variables of sensory irritability of palms and soles of the three groups (P = 0.426). Moreover, the results of dependent t-test to investigate the difference between pre- and post-test of palm irritability variable showed that in the control and aerobic groups on land, no significant difference was observed between pre-test and post-test of palm irritability variable. Only in the aerobics group in water, there was a significant difference. The results of dependent t-test to examine the difference between pre- and post-test of the variable irritability of the sole revealed a significant difference in pre-test scores in the two groups of water aerobics and dry aerobics. However, no significant difference was observed in the control group (Table 1).

Table 1- T-dependent results on the hands/foots irritability variable

Effect size	Sig	T	DF	Post-test	Pre-test	N	groups	variable
-0/003	0/080	-2/04	7	17/21±1/4	17/20±1/4	8	control	hands
0/832	0/018*	3/08	7	13/65±1/6	18/46±1/6	8	water	
0/072	0/075	2/09	7	17/73±2/06	18/03±2/06	8	land	
-0/016	0/836	-0/21	7	26/10±2/7	26/01±2/7	8	control	foots
0/774	≤0/001*	6/86	7	23/64±2/5	30/01±2/7	8	water	
0/218	0/001*	5/64	7	27/69±2/9	28/99±2/9	8	land	

*P<0/05

Conclusion

Diabetes, high blood sugar levels and metabolic disorders lead to a number of complications, including visual impairment, neurological dysfunction. Cardiovascular disease diabetic peripheral neuropathy is one of the main complications of diabetes that may appear years after the onset of the disease (8). In this regard, the aim of this study was to investigate the effect of aerobic exercise in water and land on sensory irritability in type 2 diabetic patients. Although no direct research has been found on these variables in diabetic patients, there are studies with pros and cons on the effects of exercise on various factors in diabetic patients. The findings of the present study showed that the effect of 24 sessions of aerobic exercise in water and on land on the irritability of patients' soles was

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

significant compared to the control group; however, these exercises have different effects on palmar irritability in two different training methods. Thus, aerobic exercise in water has a significant effect on increasing the irritability of the hands, while aerobic exercise on land has no significant effect on the irritability of the palms of diabetic patients and only increases the irritability in the legs of patients. Moreover, there was no significant difference between the two methods of aerobic exercise in water and land on the sensory irritability of type 2 diabetic patients. In other words, although there is a large effect between aerobic exercise in water and land on the index of irritability, in both lower and upper limbs, the palms of the hands and the soles of the feet, there is no significant difference between them, which maybe the reason was the small number of subjects in the significant difference. The present study also shows that aerobic exercise in water and on land can further improve nerve flow in the extremities of the arms and legs and prevent the destruction of nerve cells; because immersion of the body in the water environment increases the input of deep receptors, and because water has a higher viscosity property than air, sensory feedback in the water environment increases and causes a greater sense of physical awareness. Perhaps another possible mechanism to justify sensory improvement through exercise is the activation of neural pathways, the increase in the number of synapses, and the increase in the relevant sensory area.

Keywords*:* Aerobic, Diabetes 2, Neuropathy, Neurothesiometer, Sensory Irritability.

References

1. Conget I. (2002). Diagnosis, classification and pathogenesis of diabetes mellitus. Rev Esp Cardiol. 55 (5): 528-535.
2. Ghanavati T, ShaterzadehYazdi MJ, GoharpeySh, Arastoo AA, (2009). "Functional Balance in Diabetic Neuropathy]. Iranian Journal of Endocrinology and metabolism". 11(1): 1-9. [in Persian]
3. Alaei H, Moloudi R, Sarkaki AR, Azizi- Malekabadi H, Hanninen O. (2007). RETRACTED: Daily running promotes spatial learning and memory in rats. Pathophysiology; 14(2): 105-8.
4. Gharakhanlou R, Chadan S, Gardiner P. (1999). Increased activity in the form of endurance training increases calcitonin gene-related peptide content in lumbar motoneuron cell bodies and in sciatic nerve in the rat. Neuroscience. 89(4):1229-39.
5. Johnstone MT, Veves A. (2001). Diabetes and Cardiovascular Disease. Totowa, NJ: Humana Press Inc. P. 431-446.
6. Madhavi L, Susmitha Y. (2017). Investigating the use of biothesiometer for Detecting the Severity of Diabetic Neuropathy in Diabetic Type- II Patients. Journal of medical science and clinical research.5(10):28806-28812.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

7. Aruna BMK, Haragopal R. (2017). Role of Biothesiometry in the diagnosis of diabetic neuropathy. Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology.4(3):329-331.
8. Boulton AJ, Vinik AI, Arezzo JC, Bril V, Feldman EL, Freeman R, et al. (2005). Diabetic neuropathies: a statement by the american diabetes association. Diabetes Care.28(4): 956-62.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

رفتار حرکتی دوره ۱۴، شماره ۴۹، پاییز ۱۴۰۱، صص ۴۰-۱۷

مقالهٔ پژوهشی

تأثیر تمرینات ایروبیک در آب و خشکی بر تحریک‌پذیری حسی بیماران دیابتی نوع دو

امیر عباسقلی‌پور[۲]، مهدی شهبازی[۲]، شهزاد طهماسبی[۳]، الهه عرب‌عامری[۴]

۱.دانشجوی دکتری، گروه رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول)
۳ و ۴. دانشیار، گروه رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۶

چکیده

نوروپاتی محیطی مهم‌ترین عامل مستعدکننده بروز ضایعات پا و قطع عضو در دیابت است. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات ایروبیک در آب و خشکی بر تحریک پذیری حسی کف دست و کف پای بیماران دیابتی نوع دو بود. تعداد ۲۴ شرکت‌کننده به‌صورت تصادفی در سه گروه هشت‌نفری (کنترل، ایروبیک در خشکی و ایروبیک در آب) قرار گرفتند. پروتکل تمرینی در ۱۲ هفته و مجموع ۲۴ جلسه تمرین ۶۰ دقیقه‌ای، به‌صورت پیشرونده انجام شد. قبل و بعد از دوره تمرینی، شاخص‌های تحریکی نقاط مشخص کف دست و کف پای بیماران به‌وسیله دستگاه نروتزیومتر اندازه‌گیری و ثبت شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های مانکوا و تی وابسته استفاده شد. نتایج آزمون مانکوا برای مقایسه‌های بین‌گروهی در پس‌آزمون، اختلاف معناداری را در هیچ‌یک از متغیرهای تحریک‌پذیری در کف پا و دست بین گروه‌ها نشان نداد ($P\geq0.05$). نتایج مقایسه‌های درون‌گروهی با استفاده از آزمون تی وابسته نشان داد، تمرینات ایروبیک در آب تأثیر معناداری بر نمرات تحریک‌پذیری حسی کف دست و کف پای بیماران دیابتی داشت ($P\leq0.05$)، اما این تأثیر معنادار فقط در نمرات کف پای گروه تمرین ایروبیک در خشکی دیده شد ($P\leq0.05$). همچنین گروه کنترل تفاوت معناداری در هیچ‌یک از متغیرها از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون نشان نداد ($P\geq0.05$)؛ بنابراین تمرینات ایروبیک در آب به‌علت ایجاد فشارهای هیدرواستاتیک می‌تواند اثرگذاری بیشتری در مقایسه با ایروبیک در خشکی بر گیرنده‌های عصبی پایانی کف دست و کف پای بیماران دیابتی داشته باشد و باعث افزایش جریان‌های عصبی و تحریک‌پذیری حسی در اندام‌ها شود.

واژگان کلیدی: ایروبیک، دیابت نوع دو، نوروپاتی، نروتزیومتر، تحریک‌پذیری حسی.

1. E-mail: amir.abasqolipour@yahoo.com
2. Email: shahbazimehdi@ut.ac.ir
3. Email: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir
4. Email: eameri@ut.ac.ir

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

مقدمه

دیابت، بیماری متالبولیک است که با افزایش قندخون مزن و همراه با اختلال در متابولیسم مشخص می‌شود (۱). دیابت شایع‌ترین علت درگیری اعصاب محیطی است و حدود ۵۰ درصد از موارد نوروپاتی[1] به‌علت بیماری دیابت است. نوروپاتی به بی‌حسی و اختلال در عملکرد آوران و وابران حسی و حرکتی گفته می‌شود که با ایجاد بی‌حسی در پا و اختلال در درک حس عمقی، پا را درمعرض ایجاد زخم قرار می‌دهد (۲). از میان نوروپاتی‌های دیابتی، نوروپاتی مزمن حسی-حرکتی متقارن انتهایی یا نوروپاتی محیطی دیابتی از همه شایع‌تر است (۳). در دیابت، وزن و بار اضافی به‌صورت نامناسب به پاها تحمیل شده و این فشار باعث ایجاد زخم در مناطقی می‌شود که دقیقاً نقطه انتقال فشار هستند (۴). به‌طورکلی، حدود هفت درصد از بیماران دیابتی در سال اول تشخیص، دچار درگیری اعصاب می‌شوند که با طولانی‌شدن مدت بیماری شیوع آن افزایش می‌یابد و بعد از ۲۵ سال به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد (۵). نوروپاتی محیطی مهم‌ترین عامل مستعدکننده بروز ضایعات پا و قطع عضو در دیابت است (۶)؛ زیرا علاوه‌بر این درد، علائم حسی و حرکتی این عارضه به ناتوانی جسمی و عوارض روحی و درنهایت زمین‌گیر شدن بیمار منجر می‌شود. نوروپاتی محیطی معمولاً به مرگ منجر نمی‌شود، ولی از علل عمده ازکارافتادگی در دیابت است (۷)؛ بنابراین تشخیص زودهنگام این عارضه برای پیشگیری از عوارض ناشی از آن مهم است؛ زیرا باعث تخریب تدریجی سیستم عصبی و ایجاد اختلال در سیستم حسی-پیکری[2] می‌شود (۸).

اطلاعات حسی-پیکری رسیده از پوست به‌همراه اطلاعات بینایی و دهلیزی[3]، نقش مهمی در حفظ تعادل دارند؛ به‌گونه‌ای‌که تأخیر یا فقدان اطلاعات حسی-پیکری رسیده از پوست، عامل بسیاری از اختلالات وضعیتی و زمین‌خوردن در افراد مبتلا به نوروپاتی حسی-تحتانی است (۹). پژوهش‌ها نشان می‌دهند، یکی از علل نوروپاتی دیابتی را باید نارسایی عصبی ناشی از اختلال در جریان عروق خونی دانست که در اطراف اعصاب وجود دارد و تغذیه آن‌ها را برعهده دارد (۱۰). در بیماران دیابتی نارسایی عصبی ناشی از اختلال در خون‌رسانی عروق ریز، عملکردی است؛ زیرا با بهبود خون‌رسانی مؤثر بافتی از طریق افزایش جریان خون، این اختلال عملکرد تا حد زیادی بهبود می‌یابد (۱۱). یکی از مشخصه-های نوروپاتی‌های دیابتی، تخریب پیشرونده الیاف عصبی است که عملکرد عصب را از محیط به سمت مناطق بالاتر مختل می‌کند. این اختلال بر قسمت‌های مختلفی از سیستم عصبی تأثیر می‌گذارد؛

1. Neuropathy
2. Somatosensory
3. Vestibular

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

درنتیجه بسته به محل و نوع الیاف عصبی درگیر، تظاهرات بالینی مختلف بروز می‌کند (۱۲). آنچه بیشتر سلامت بیماران را درمعرض خطر قرار می‌دهد، کاهش ارسال پیام‌های حسی و فقدان بازخوراند دقیق حس عمقی از اندام‌های تحتانی است که باعث کاهش دقت و کارایی راهبردهای واکنشی کنترل‌کننده تعادل می‌شود. با توجه به اینکه مدت‌زمان درگیری بیماری نوروپاتی دیابتی، مهم‌ترین عامل خطر در عوارض مربوط به اعصاب محیطی به شمار می‌رود، افزایش سن نیز یک عامل خطر در نظر گرفته می‌شود (۱۴، ۱۳).

برخی مطالعات رابطه مستقیم بین تخریب هدایت عصبی و میزان زیاد قندخون را در بیماران دیابتی بیان کرده‌اند که تنظیم درجه قندخون با کنترل متابولیک، فعالیت بدنی و عادات غذایی مناسب می‌تواند به توسعه عملکرد عصب محیطی در این بیماران منجر شود (۱۵). در این زمینه، گریگرسن[1] و همکاران گزارش کردند، هدایت عصب حرکتی تحت‌تأثیر بیماری دیابت کاهش پیدا می‌کند و همبستگی مثبت بین غفلت در کنترل پارامترهای دیابت و کاهش سرعت هدایت اعصاب حرکتی در مطالعهٔ آن‌ها دیده شد (۱۶)؛ زیرا برخلاف بیشتر سلول‌های بدن که برای گرفتن گلوکز از خون به انسولین نیاز دارند، سلول‌های عصبی به انسولین نیاز ندارند و گلوکز بدون واسطه وارد این سلول‌ها می‌شود و مقدار گلوکز در این سلول‌ها زیاد است. بی‌نظمی متابولیک ایجادشده به تولید مواد سمی منجر می‌شود که این مواد به ساختمان‌های عصبی و عروقی آسیب وارد می‌کنند (۱۷). همچنین با تجمع گلوکز در نورون‌ها، گلوگز اضافی به سوربیتول (قند الکلی) و فروکتوز تبدیل می‌شود و باعث ایجاد تأثیرات اسمزی در عصب شده و به آسیب عصبی منجر می‌شود. در بیماران مبتلا به دیابت نه‌تنها مقدار گلوکز در سلول‌های عصبی بیش از حد طبیعی است، بلکه مقدار سوربیتول و فروکتوز زیادی نیز وجود دارد و زیادبودن مجموعه آن‌ها باعث آسیب به اعصاب می‌شود (۱۸). تجمع فروکتوز نیز با تخلیه میواینوزیتول[2] که از اجزای فسفولیپیدی غشای سلولی است، موجب کاهش انتقال آکسونی، کاهش تولید انتقال‌دهنده عصبی و کاهش هدایت عصبی می‌شود که نوروپاتی سمپاتیک، در نتیجهٔ این آسیب عصبی و کاهش هدایت عصبی ایجاد می‌شود (۱۹).

فعالیت‌های جسمانی و ورزش همیشه به‌عنوان یکی از ارکان اساسی مراقبت و مدیریت دیابت مطرح شده‌اند که هزینه اندک و ماهیت غیردارویی فعالیت جسمانی، اهمیت درمانی آن را افزون‌تر می‌کند. تمرینات ورزشی اثر انسولین را به‌طور چشمگیری در عضله اسکلتی افزایش می‌دهد (۲۰). فعالیت

1. Gregersen
2. Myo-inositol

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

بدنی یکی از روش‌های افزایش جریان خون در اندام‌هاست که سرعت هدایت عصبی را در ۳۰ دقیقه اول پیاده‌روی در افراد سالم افزایش می‌دهد (۲۱). این روند، عامل مؤثری در بهبود کارکرد اعضای مختلف بدن ازجمله عملکردهای عصبی-عضلانی است. با افزایش فعالیت ورزشی و درنتیجه افزایش کنترل قندخون، آسیب به اعصاب کاهش می‌یابد و به کاهش عوارض ناشی از نوروپاتی حسی-حرکتی منجر می‌شود که در اثر تخریب سلول‌های عصبی روی می‌دهد (۲۲). همچنین تمرینات ورزشی با افزایش تولید نیرو، افزایش حجم عضلات، به‌ویژه در تارهای تندانقباض با فراخوانی تعداد زیادی واحد حرکتی و تکانش‌های عصبی همراه است. پژوهشگران بیان کرده‌اند، گنجاندن تمرینات ورزشی مبتنی بر تقویت گیرنده‌های حس-عمقی در برنامه‌های توان‌بخشی بیماران دیابت توصیه می‌شود (۲۳). منبع اصلی این سیستم در حفظ و تنظیم کنترل وضعیت قامت، آوران‌های حس عمقی هستند که از اندام تحتانی به‌خصوص ساختارهای مچ و کف پا سرچمشه می‌گیرند. در افراد دیابتی فقدان یا تخریب آوران‌ها به بی‌ثباتی و بی‌حسی در مناطق مشخص‌شده منجر می‌شود. اکثر بیماران دیابتی از کاهش و فقدان حس، افزایش خطر ایجاد زخم، سوزن‌سوزن شدن و گرفتگی دست‌ها و پاها شکایت دارند که از عوارض دیابت است (۲۴). بی‌حسی به‌وجودآمده در دست‌ها و پاهای بیماران آن‌ها را مستعد اختلال در کنترل وضعیت می‌کند و این مسئله حین انجام کارهای روزانه، آن‌ها را درمعرض خطرات بیشتر قرار می‌دهد. سازگاری‌های متعددی در اثر تمرینات ورزشی رخ می‌دهد که می‌تواند توجیه‌کننده علت تغییرات در عملکرد اعصاب طویل اندام تحتانی، به ویژه سرعت هدایت عصبی در بیماران دیابتی مبتلا به نوروپاتی محیطی باشد. افزون بر این، لزوم بررسی گزینه‌های درمانی جدید که باعث افزایش تعادل و بهبود در حس پیکری افراد مبتلا به دیابت می‌شود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۲۵).

کنترل بیماری دیابت بسیار مهم است؛ زیرا شیوع آن در جمعیت بیشتر از ۶۵ سال در ۲۵ سال آینده، ۱۲۴ درصد افزایش خواهد یافت (۲۶) و شیوع آتاکسی حسی ناشی از نوروپاتی محیطی در بیماران دیابتی، ۱۰ تا ۹۰ درصد بیشتر از افراد بدون دیابت است؛ زیرا بی‌حسی‌های ناشی از دیابت در انتهای اندام‌ها می‌تواند خطر ضربه‌های کوچک و انواع زخم را افزایش دهد (۲۷). از طرفی اثبات وجود نوروپاتی از طریق معاینه فیزیکی و انجام آزمون‌های الکترودیاگنوستیک (تعیین سرعت هدایت عصبی) امکان‌پذیر است که با توجه به هزینه‌های سنگین آزمایش‌های الکتروفیزیولوژیک، لازم است به بررسی شیوه‌های دیگر پرداخته شود و آن را جایگزین بررسی‌های سنگین و پرهزینه الکترودیاگنوستیک و غربالگری‌های دیابتی کرد.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

به نظر می‌رسد، فعالیت‌های مختلف ورزشی، روش درمانی مناسبی برای بیماران دیابتی باشد، اما هنوز این موضوع به‌خوبی آشکار نیست که نوروپاتی محیطی چگونه فعالیت عضله و اعصاب محیطی درگیر بیماران دیابت را به‌مرور تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ زیرا به‌دنبال فعالیت‌های هوازی، میزان جریان خون مغز در مناطقی از آن که مسئول کنترل حسی و حرکتی است، افزایش می‌یابد. فعالیت هوازی با افزایش رشد سلول‌های عصبی و گسترش ارتباطات بین‌سلولی که برای یادگیری و حافظه ضرورت دارند، می‌تواند مغز را جوان و فعال نگهدارد (۲۸). درمجموع می‌توان بیان کرد، ورزش و فعالیت بدنی باعث ایجاد دگرگونی در ساختار مولکولی و بیوشیمیایی نورون‌ها می‌شود (۲۹).

از پژوهش‌های گذشته می‌توان دریافت، فشار روی کف پا و تحریک عضلات دست‌ها به افزایش جریان خون در رگ‌ها و تحریک بیشتر اعصاب حسی-پیکری، دریافت چندگانه تحریکات از طریق سیستم-های حس عمقی و تنش عضلانی منجر شده و باعث نتیجه بهتر در عملکرد فرد می‌شود. ایروبیک ورزشی است که به‌صورت مجموعه‌های حرکتی قانونمند، با برنامه‌ریزی و ضرب‌آهنگ خاصی انجام می‌شود و از نظر پزشکی این ورزش وسیله‌ای مؤثر برای تقویت جسم و روح است؛ زیرا هورمون اندروفین در بدن تولید می‌شود و باعث ایجاد نشاط، تمرکز ذهن و افزایش خلاقیت شده و همچنین باعث بالابردن سطح هماهنگی عصب و عضله و تقویت حافظه می‌شود (۳۰). یافته‌های حاضر می‌تواند در مدیریت بیماری و پروتکل تمرینات بازتوانی، راهکاری پیشگیرانه برای کنترل تشدید آن ارائه کند تا باعث بهبود سلامت جسمی بیماران دیابتی شود. فعالیت‌های ورزشی هوازی بر جنبه‌های گوناگونی از فعالیت سلول‌های عصبی تأثیر می‌گذارند و ممکن است از مرگ سلول‌های عصبی جلوگیری کنند (۳۱).

با توجه به مطالب ذکرشده، ضرورت و اهمیت انجام این پژوهش از چند بعد اهمیت دارد: نخست اینکه با توجه به وجود مشکلات حسی-حرکتی در بیماران دیابتی باید تمهیداتی در جهت رفع مشکلات حسی-حرکتی آن‌ها اندیشیده شود؛ دوم اینکه با توجه به مطالعات اندک در این زمینه، لزوم توجه به این بیماران و جنبه‌های زندگی روزانه آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد (۳۲)؛ بنابراین با توجه به نتایج پژوهش‌ها بر لزوم پیشگیری از نوروپاتی در بیماران با سابقه دیابتی، نبود پژوهش‌های مرتبط در کشور و مطالعات بسیار اندک درباره تحریک‌پذیری حسی بیماران دیابتی، در این پژوهش اثرات مثبت تمرینات هوازی ایروبیک در دو روش تمرین در آب و خشکی بررسی شده است تا تحریک‌پذیری دست و پای بیماران دیابتی که مستعد کاهش جریان عصب و حس محیطی به‌علت ابتلا به دیابت و ایجاد زخم‌های دیابتیک و حساسیت آن‌ها در مواجهه با این مشکلات هستند، بررسی شود.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

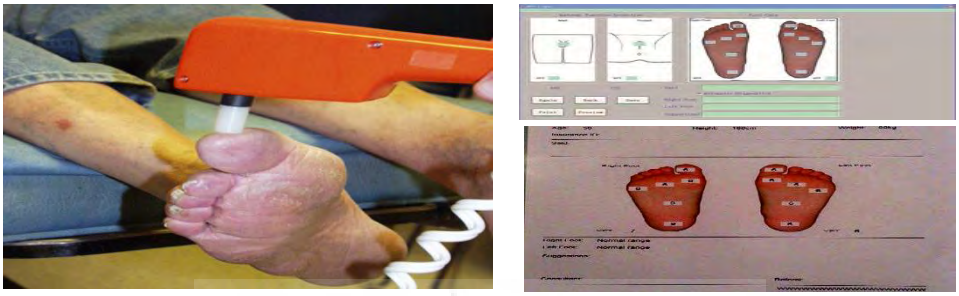
روش پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون است. این پژوهش با تأییدیه کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران با کد IR.IUMS.REC.1398.405 و دریافت کدهای اخلاقی مرتبط با پژوهش ازجمله کسب رضایت آگاهانه، محرمانه‌بودن، منافات‌نداشتن با حقوق شرعی، حرفه‌ای و آسیب جسمی-روحی ندیدن آزمودنی‌ها انجام پذیرفت. همه مردان دیابتی نوع دو در شهر تهران جامعه آماری پژوهش را تشکیل دادند. ابتدا با استفاده از پرونده پزشکی افراد و هماهنگی با پزشک متخصص غدد، معیارهای ورود و خروج پژوهش بررسی شد. معیارهای ورود شرکت‌کنندگان به مطالعه عبارت بود از: مردبودن و داشتن حداقل سن ۳۵ سال، سابقه ده‌ساله بیماری دیابت نوع دو، داشتن قندخون بین ۱۷۰ تا ۲۲۰ (میلی‌گرم/دسی‌لیتر) به‌صورت کنترل‌شده، دارای ثبات و پایداری طبیعی قامت، نداشتن فشارخون، داشتن دید طبیعی یا دید اصلاح‌شده. معیارهای خروج شرکت‌کنندگان عبارت بود از: داشتن پروتز در سر و گردن، دیابت شدید کنترل‌نشده بیشتر از ۲۳۰ (میلی-گرم/دسی‌لیتر)، سن بیشتر از ۶۰ سال، وجود ناتوانی‌های جسمی، چاقی بیش از حد (شاخص توده بدنی بیشتر از ۴۰)، داشتن فشارخون، داشتن زخم دیابتیک، استفاده از عصا و واکر و شرکت هم‌زمان در مطالعه‌ای دیگر. برای تعیین حجم نمونه در این پژوهش، براساس پژوهش‌های مشابه (۳۳) و تعیین حجم نمونه با G*Power در پژوهش‌های نیمه‌تجربی، از میان افراد دارای شرایط شرکت در تحقیق، ۲۴ نفر داوطلبانه و آگاهانه در آزمون‌ها شرکت کردند. همه آزمودنی‌ها قبل از شروع پژوهش در یک کلاس توجیهی شرکت کردند و دربارهٔ تمامی موارد مهم آزمون به‌صورت کامل آموزش دریافت کردند. ابتدا پرسشنامه‌هایی برای گردآوری اطلاعات فردی و همچنین پرسشنامه رضایت آگاهانه شرکت در آزمون را تکمیل کردند و سپس وارد فرایند پژوهش شدند. برای ثبت نمرات تحریک‌پذیری از آزمون درک ارتعاش[1] به‌وسیله دستگاه نروتزیومتر[2] مدل (VPT-I) Apparatus دارای استاندارد اروپا (CE) ساخت کشور چین استفاده شد (۳۴). این ابزار روایی و پایایی پذیرفتنی دارد و در پژوهش‌های متعدد به‌عنوان ابزار تشخیصی برای اندازه‌گیری نوروپاتی دیابت استفاده شده است (۳۶، ۳۵). نحوه امتیازدهی و درجات تحریک‌پذیری عبارت بود از: ثبت تحریک از ولتاژ صفر تا ولتاژ ۵۰ که به سه سطح درجه‌بندی شد: ولتاژ تحریک‌پذیری نرمال بین ولتاژ صفر تا ۱۵، ولتاژ تحریک‌پذیری سطح خفیف بین ۱۶ تا ۲۵ و ولتاژ تحریک‌پذیری سطح شدید بین ۲۶ تا ۵۰ (۳۵). این تحریک‌پذیری به‌وسیله درک ارتعاش و

1. Vibration Perceptible Test
2. Neurothesiometer

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

ویبریشن[1] و تحریک رشته‌های عصبی انتهای اندام‌ها در دست‌ها و پاها، در نقاط مشخص‌شده صورت گرفت (شکل شماره یک).



شکل ۱- آزمون تحریک‌پذیری پا

Figure 1- Irritability foot test

برای ثبت نمرات تحریک‌پذیری و انجام آزمون از نمونه‌ها با مؤسسه غربالگری ندای سلامت در شهر تهران هماهنگی‌های لازم انجام شد. بعد از انجام پیش‌آزمون یکسان برای همه نمونه‌ها، آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به سه گروه هشت‌نفری تقسیم شدند و گروه‌های کنترل، تمرینات ایروبیک در آب و تمرینات ایروبیک در خشکی را تشکیل دادند. سپس گروه کنترل بدون تمرین و گروه ایروبیک در آب و گروه ایروبیک در خشکی، توسط یک مربی آقای دارای مدرک مربیگری ایروبیک به تمرین پرداختند. شیوه تمرینی با توجه به اصل (FITT-VP) تجویز فعالیت ورزشی برای بیماران و گروه‌های خاص مبتنی بر شواهد فعالیت ورزشی هوازی (استقامت قلبی-عروقی) که با توجه به پاسخ، نیاز، محدودیت و سازگاری آزمودنی‌ها بود، به شرح ذیل صورت گرفت:

تواتر (F): دو روز در هفته و درمجموع به‌مدت ۱۲ هفته (۲۴ جلسه)؛ شدت (I): تمرینات ایروبیک ابتدا با شدت کم و سپس متوسط به‌وسیله ضربان قلب آزمودنی‌ها کنترل می‌شد (بین ۱۲۰-۱۴۰ ضربه در دقیقه)؛ مدت (T): زمان تمرینات در حدود ۶۰ دقیقه بود که به سه بخش تقسیم شد: گرم‌کردن و حرکات کششی ۱۰ دقیقه، تمرینات آموزشی اصلی ۴۰ دقیقه و سردکردن و ریکاوری ۱۰ دقیقه؛ نوع و سبک تمرینی (T): تمرینات منظم و هدفمند با گروه عضلات بزرگ دست و پا که به‌صورت مداوم و ریتمیک انجام شد؛ حجم (V): هر تمرین شامل حدود ۵۰ مرتبه تکرار و آموزش یک گروه و خانواده زنجیرهٔ مهارت بود؛ پیشرفت (P): تمرینات از ساده به پیشرفته و از آسان به مشکل

1. Vibration

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

طرح‌ریزی شده بود و در هر جلسه به‌صورت پیش‌رونده در مدت، تکرار و شدت برای همه آزمودنی‌ها انجام شد. پروتکل و زنجیره مهارت‌ها با الگوهای زنجیره ثابت و متغیر، در جدول شماره یک بیان شده است. بعد از آخرین جلسه تمرینی، پس‌آزمون با همان شرایط اولیه گرفته شد و نمرات به‌صورت دقیق ثبت شد. در پایان نیز از شرکت‌کنندگان در پژوهش با اهدای جوایز تقدیر شد. به‌منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک[1] استفاده شد. همچنین برای مقایسه تفاوت‌های بین‌گروهی در پس‌آزمون متغیرها، از آزمون مانکوا (پیش‌آزمون به‌عنوان عامل کوریت) استفاده شد. به‌علاوه، برای تعیین اختلاف بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از آزمون تی وابسته در هر گروه استفاده شد. همه آزمون‌ها در سطح معناداری $P\leq0.05$ و با استفاده از نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس نسخه ۲۶ انجام شد.

جدول ۱- پروتکل تمرینات ایروبیک در آب و خشکی

Table 1 -Protocol of aerobic exercise in water and land

خانواده 1	بالاآوردن‌های 4 ضرب و 8 ضرب (متغیر)	خانواده 2	بالاآوردن‌های 4ضرب و 8 ضرب (متغیر)	خانواده 3	بالاآوردن‌های 4ضرب و 8 ضرب (ثابت)
گام آسان	1 و 3 زانو	گریپ واین 4 ضرب	2 و 4 زانو	هیلدینگ پاشنه جلو	2 و 4 زانو
گام وی	1 و 3 جانبی	گریپ واین 8 ضرب	2 و 4 جانبی	هیلیدینگ پنجه عقب	2 و 4 جانبی
گام هشت	1 و 3 لگد	شاسه 2	2 و 4 لگد	دگاژه پنچه عقب	2 و 4 لگد
مامبو جلو/پشت/پهلو بی‌بی مامبو شاسه ۱ پی وت گام ضربدر ضربدرگام	1 و 3 پاشنه	شاسه مامبو شاسه مامبو جلو شاسه مامبو پهلو	2 و 4 پاشنه	دگاژه پاشنه جلو	2 و 4 پاشنه

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتایج

در این بخش یافته‌های مربوط به گروه‌های مختلف در ویژگی‌های عمومی و آماری بیان شده است. اطلاعات توصیفی درباره آزمودنی‌ها در گروه‌های سه‌گانه در جدول شماره دو نشان داده شده است.

1. Shapiro-Wilk

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

جدول ۲- مشخصات عمومی آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف استاندارد)

Table 2- General characteristics of subjects (average ± standard deviation)

FBS (Mg/Dl)	History Of Diabetes	BMI	Height	Weight	Age	groups
193.3±15.8	12.0±2.3	25.4±1.6	173.8±5.0	77.1±4.8	42.7±3.8	کنترل control
193.3±13.7	12.7±3.2	26.3±1.1	174.7±5.1	80.6±8.6	45.1±8.6	آب water
195.0±14.4	12.1±2.5	26.4±1.4	175.9±4.8	81.5±7.9	46.8±7.0	خشکی land
193.9±14.0	12.2±2.6	26.0±1.4	174.6±4.8	79.7±6.8	44.9±6.7	کل total

در ادامه، برای مقایسه پس‌آزمون گروه‌ها در متغیرهای تحریک‌پذیری کف دست و پا، با برقراری فرض همگنی شیب خط رگرسیون در هر دو متغیر کف دست (P=0.353) و کف پا (P=0.553) از آزمون مانکوا استفاده شد و پیش‌آزمون به‌عنوان عامل کوریت وارد تحلیل شد. نتایج آزمون مانکوا نشان داد، اختلاف معناداری در پس‌آزمون هیچ‌یک از متغیرهای تحریک‌پذیری حسی کف دست و کف پای سه گروه وجود نداشت (P=0.426) (جداول شماره سه و شماره چهار).

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره با عامل کوریت پیش‌آزمون

Table 3- Multivariate test results with pre-test covariate factor

Sig	Error DF	F	Value	Partial Eta Squared	Variable
0.426	26	0.999	0.307	0.133	گروه‌ها Group
0.000*	14	26.068	3.724	0.788	دست‌ها Hands
0.000*	14	189.38	27.105	0.964	پاها Foots
0.353	26	1.157	0.356	0.151	تعاملی-دست‌ها Hands-Interaction
0.557	26	0.0766	0.236	0.105	تعاملی-پاها Foots-Interaction

*P<0.05

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

جدول ۴- نتایج آزمون تحلیل واریانس تک‌متغیره در پس‌آزمون متغیرها

Table 4- Univariate test Results in post-test of variables

Effect size	sig	F	Mean Square	DF	sum of squares	Component	Variable
-0.741	0.443	0.860	5.361	2	10.722	پس‌آزمون -دست‌ها post-test hands	تحریک‌پذیری irritability
-0-598	0.297	1.318	3.735	2	7.469	پس‌آزمون-پاها post-test foots	

*P<0.05

نتایج آزمون تی وابسته برای بررسی تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر تحریک‌پذیری کف دست نشان داد، در دو گروه کنترل و ایروبیک در خشکی، تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس-آزمون متغیر تحریک‌پذیری کف دست‌ها مشاهده نشد و فقط در گروه ایروبیک در آب تفاوت معناداری وجود داشت (جدول شماره پنج). همچنین اندازه اثر بزرگی در گروه ایروبیک در آب وجود داشت که می‌تواند دلیلی بر اثرگذاری زیاد تمرینات در آب باشد.

جدول ۵- نتایج تی وابسته در متغیر تحریک پذیری کف دست

Table 5- T-dependent results on the hands irritability variable

Effect size	Sig	T	DF	Post-test	Pre-test	N	groups
-0.003	0.080	-2.04	7	17.21±1.4	17.20±1.4	8	کنترل control
0.832	0.018*	3.08	7	13.65±1.6	18.46±1.6	8	آب water
0.072	0.075	2.09	7	17.73±2.06	18.03±2.06	8	خشکی land

*P<0.05

نتایج آزمون تی وابسته برای بررسی تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر تحریک‌پذیری کف پا نشان داد، تفاوت معناداری بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه ایروبیک در آب و ایروبیک در خشکی وجود داشت؛ بااین‌حال، در گروه کنترل تفاوت معناداری بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده نشد (جدول شماره شش). اینکه اندازه اثر ایروبیک در آب بزرگ‌تر از گروه ایروبیک در خشکی است، شاید بر اثرگذاری زیاد تمرینات در آب اشاره دارد.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

جدول ۶- نتایج آزمون تی وابسته در متغیر تحریک‌پذیری کف پا

Table 5- T-dependent results on the foots irritability variable

Effect size	Sig	T	DF	Post-test	Pre-test	N	groups
-0.016	0.836	-0.21	7	26.10±2.7	26.01±2.7	8	کنترل control
0.774	≤0.001*	6.86	7	23.64±2.5	30.01±2.7	8	آب water
0.218	0.001*	5.64	7	27.69±2.9	28.99±2.9	8	خشکی land

*P<0.05

بحث و نتیجه‌گیری

در بیماری دیابت سطح بالای قندخون و اختلالات متابولیک به بروز عوارض متعددی ازجمله اختلالات بینایی، اختلال در عملکرد اعصاب و بیماری‌های قلبی-عروقی منجر می‌شود. ازجمله عوارض اصلی دیابت که ممکن است در طول سال‌ها پس از شروع بیماری ظاهر شود، نوروپاتی محیطی دیابتی است (۱۲). در همین راستا، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات ایروبیک در آب و خشکی بر تحریک‌پذیری حسی بیماران دیابتی نوع دو بود. پژوهشی مستقیم با این متغیرها در بیماران دیابتی یافت نشد، اما در ادامه پژوهش‌های همسو و ناهمسو با یافته‌های پژوهش حاضر درباره اثرات تمرینات ورزشی بر فاکتورهای مختلف بیماران دیابتی بیان شده است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، تأثیر ۲۴ جلسه تمرین ایروبیک در آب و خشکی بر تحریک‌پذیری کف پای بیماران در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود، ولی این تمرینات بر تحریک‌پذیری کف دست دو شیوه مختلف تمرینی، اثرات متفاوت داشت؛ به این صورت که تمرینات ایروبیک در آب تأثیر معناداری بر افزایش تحریک‌پذیری دست‌ها داشت، ولی تمرینات ایروبیک در خشکی بر تحریک‌پذیری کف دست بیماران دیابتی اثر معنادار نداشت و فقط باعث افزایش تحریک‌پذیری در پاهای بیماران شد. همچنین بین دو شیوه تمرینی ایروبیک در آب و خشکی بر تحریک‌پذیری حسی بیماران دیابتی نوع دو، تفاوت معناداری وجود نداشت؛ به عبارت دیگر، بین تمرینات ایروبیک در آب و خشکی بر شاخص تحریک‌پذیری، در دو اندام تحتانی و فوقانی یعنی کف دست‌ها و کف پاها، با اینکه اندازه اثر بزرگی وجود داشت، ولی بین آن‌ها تفاوت معناداری وجود نداشت؛ شاید بتوان دلیل آن را کم‌بودن تعداد آزمودنی‌ها دانست. در این راستا، نتایج پژوهش غلامی دربارهٔ تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی بر کنترل گلوکز و سرعت هدایت

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

عصبی که روی ۱۲ مرد مبتلا به نوروپاتی محیطی انجام داد، نشان داد که سرعت هدایت عصبی هم در اعصاب حسی و هم در اعصاب حرکتی، افزایش معناداری داشت (). هانگ[1] و همکاران در تحقیقی روی ۲۸ مرد دیابتی گزارش کردند، ۱۲ هفته تمرین تای‌چی[2]، سرعت هدایت عصبی در اعصاب حسی و حرکتی را بهبود می‌بخشد (). بالدوسی و همکاران نیز تأثیر فعالیت منظم ورزشی در دوره بلندمدت چهارساله را بر شروع علائم نوروپاتی دیابت در ۷۸ بیمار دیابتی نوع دو که فاقد علائم بالینی و عصبی-عضلانی نوروپاتی محیطی بودند، بررسی کردند. نتایج نشان داد، سرعت هدایت عصبی در اعضای حسی و حرکتی بیماران دیابتی نوع دو، در اثر تمرینات ورزشی بهبود یافت، اما در گروه کنترل سرعت هدایت عصبی تضعیف شده بود؛ همچنین درصد بیماران دیابتی که در آن‌ها نوروپاتی حسی و حرکتی پیشرفت کرده بود، در گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر از گروه تمرین بود (۳۹). نتایج مطالعات مذکور با پژوهش حاضر هم‌راستاست؛ زیرا پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد، تمرین و فعالیت ورزشی ایرویبک در آب می‌تواند باعث بهبود بیشتر جریان‌های عصبی در انتهای دست‌ها و پاها شود و از تخریب سلول‌های عصبی جلوگیری کند؛ زیرا غوطه‌ورشدن بدن در محیط آب باعث افزایش درونداد گیرنده‌های عمقی می‌شود و چون آب خاصیت ویزکوسیته بیشتری بدر مقایسه با هوا دارد، بازخورد حسی در محیط آب افزایش می‌یابد و باعث افزایش بیشتر حس آگاهی بدنی می‌شود. از دیگر تأثیرات تمرنیات در آب می‌توان به تحریک دستگاه دهلیزی و تسهیل ورودی‌های دهلیزی اشاره کرد. قرارگیری در آب می‌تواند درونداد‌های حاصل از ورودی‌های پوستی را زیاد کند و از این طریق تحریک اعصاب آوران را افزایش دهد (۴۰) که می‌تواند بیانگر افزایش تحریک‌پذیری دست‌ها در گروه تمرین در آب باشد.

دمیرچی[3] و همکاران نیز در پژوهشی با عنوان «اثر تمرینات قدرتی بر پارامترهای الکترونوروگرافی و حداکثر انقباض ارادی در ورزشکاران» به این نتیجه رسیدند که سرعت هدایت عصبی و پتانسیل عمل عصب به‌دنبال هشت هفته تمرین هوازی، افزایش معنادار می‌یابد (۴۱). همچنین ریچرسون و روسندل[4] ۱۸ آزمودنی مبتلا به نوروپاتی دیابتی را از لحاظ توانایی حس کف پا و تعادل بررسی کردند. بعد از شش ماه تمرین تای‌چی، توانایی حس کف پا و تعادل در تمامی افراد بهبود یافت و بهبود تعادل

1. Hung
2. Tai chi
3. Damirchi
4. Richerson & Rosendale

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

به‌خصوص در افرادی که توانایی حسی کمتری داشتند، بیشتر بود (۴۲). دمانز[1] و همکاران نیز اثرات ۱۶ دقیقه ماساژ کف پا را بر افراد سالم بررسی کردند. آن‌ها دریافتند، این ماساژ و افزایش جریان خون و فشارهای عمقی واردشده، به‌نوعی سبب تحریک آوران‌های حسی و گیرنده‌های مکانیکی ناحیه کف پا شده است (۴۳)، همچنین کورمی[2] و همکاران بیان کردند، پارامترهای عصبی مانند سرعت هدایت عصبی، سنجش تحریکات عضله، فراخوانی واحدهای حرکتی و رفلکس هافمن[3]، همگی در پاسخ به فعالیت‌های ورزشی امکان تغییر دارند. به‌علاوه، سازوکارهای احتمالی بهبود عملکرد در نتیجه تمرین، شامل تغییر در جابه‌جایی موقت فعال‌سازی عضله برای کارایی حرکتی بیشتر، فراخوانی ترجیحی واحدهای حرکتی سریع‌تر، شلیک عصبی سریع‌تر، رهایش یون کلسیم و افزایش تحریک پذیری نورون حرکتی است (۴۴) که این نتایج از منظر تحریک‌پذیری و کاهش بی‌حسی با این پژوهش هم‌راستاست؛ زیرا فعالیت ایروبیک (آب و خشکی) در مقایسه با بی‌تمرینی گروه کنترل، باعث افزایش تحریک‌پذیری به‌ویژه در گیرنده‌های انتهایی کف پای بیماران شد که دلیل آن را می‌توان انجام حرکات ورزشی و تحرک زیاد و حرکات انتقالی متعدد در زنجیره حرکات ایروبیک دانست. به نظر می‌رسد، مکانیزم احتمالی دیگر برای توجیه بهبود حسی در اثر تمرینات ورزشی، فعال‌شدن مسیرهای عصبی، افزایش تعداد سیناپس‌ها و افزایش منطقه حسی مرتبط است که در پلاستیسیته دیده می‌شود (۴۵).

سل[4] و همکاران در پژوهش خود با عنوان «سازگاری‌های عصبی-عضلانی کف دست به‌دنبال تمرین مقاومتی» به این نتیجه رسیدند که پنج هفته تمرین مقاومتی بر پتانسیل عمل عصب تأثیر معنادار ندارد (۴۶). مک بیرد[5] و همکاران نیز پس از مطالعه آستانه حس لمس ظریف در بیماران دیابتی اعلام کردند، افزایش نسبتاً کوچک در آستانه حس لمس ظریف در بیماران دیابتی به‌علت هم‌پوشانی عصبی است و معنادار نیست (۴۷). سالک و همکاران بعد از اجرای پروتکل تمرین تعادلی و زیر فشار قراردادن اندام‌ها هیچ تفاوت معنادار آماری مربوط به حس لمس ظریف را مشاهده نکردند (۳۳). نتایج مطالعه سالک و همکاران را می‌توان هم‌راستا با پژوهش حاضر دانست؛ زیرا در گروه تمرینات ایروبیک در خشکی نیز تفاوت معناداری در پژوهش حاضر به دست نیامد. اگر تأثیر تمرینات ایروبیک در خشکی بر دست‌ها تأثیرگذار بود، شاید باعث افزایش حس لمس ظریف و تحریک‌پذیری بیشتر می‌شد و به

1. Demanze
2. Cormie
3. Hoffmann's Reflex
4. Sale
5. McBride

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

نظر می‌رسد بتوان دلیل نبود معناداری را مقاومت بیشتر اعصاب کف دست در مقایسه با کف پا با توجه به تجربیات لمسی و حسی-حرکتی بیشتر دانست و نیاز به تعداد جلسات بیشتر تمرین یا تغییر نوع فعالیت اختصاصی کف دست، به تحریک‌پذیری بیشتر کمک خواهد کرد. درباره اثرات فعالیت ورزشی هوازی نیز بالداچی[1] و همکاران عنوان کردند، فعالیت‌های مختلف ورزشی هوازی، روش درمانی مناسبی برای بیماران دیابتی است (۴۸). کلودینگ[2] و همکاران نیز نشان دادند، هشت هفته تمرین منظم ورزشی که شامل تمرینات هوازی و قدرتی روی ۱۷ نفر از افراد مبتلا به نوروپاتی محیطی بود، با افزایش فعالیت ورزشی، آسیب به اعصاب محیطی کاهش یافت و به بهبود سیستم حسی-حرکتی و انتقال پیام‌رسان‌های عصبی منجر شد. آن‌ها همچنین بیان کردند، با افزایش فعالیت ورزشی و درنتیجه افزایش کنترل قندخون، آسیب به اعصاب کاهش می‌یابد و به کاهش عوارض ناشی از نوروپاتی حسی-حرکتی منجر می‌شود که در اثر تخریب سلول‌های عصبی رخ داده است (۲۲)؛ زیرا تمرین‌های هوازی در کاهش احتمال بروز یا شدت نوروپاتی محیطی بیماران مؤثرند (۴۸). ورزش هوازی باعث افزایش تحریک نورون‌های حسی توسط سیستم عصبی مرکزی می‌شود؛ درنتیجه موجب تواتر تحریک بیشتر در واحد حرکتی می‌شود که خود دلیلی بر افزایش تحریک‌پذیری در اندام‌های بیماران دیابتی است (۴۹). همچنین ورزش هوازی و ایروبیک خون‌رسانی بافتی را افزایش می‌دهد و موجب بازگشت تدریجی عملکرد عصبی می‌شود. نتایج پژوهش‌های مذکور با نتایج پژوهش حاضر همسوست، اما در قسمتی از نتایج مطالعه کلودینگ و همکاران عنوان شده است که سرعت هدایت عصبی و آمپلی‌تود[3] (تغییرات فیبرهای عصبی) پتانسیل اعصاب طویل تحتانی، در اثر تمرین تغییر معنادار نمی‌کند (۲۲) که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد؛ زیرا همان‌طور که مشخص است، شایع‌ترین شکایت بیماران دیابتی که درگیر نوروپاتی محیطی اندام شده‌اند، سوزن‌سوزن شدن انگشتان دست و پاست که به‌دلیل کاهش رفلکس‌های وتری عمقی و کاهش درگیری اعصاب آوران و وابران مربوط به دوک‌های عضلانی است (۵۰)، که با انجام تمرینات ایروبیک به‌ویژه در آب و ایجاد مقاومت بیشتر در مقایسه با خشکی، این تحریک‌پذیری در دست‌ها نیز تأثیر معناداری پیدا کرده است.

با توجه به نتایج پژوهش آنچه اهمیت بیشتری دارد، جنبه پیشگیرانه این روش است؛ به‌طوری‌که وقتی بیمار بررسی شد و در درجه خفیف، متوسط یا شدید قرار گرفت، در درجه اول باید وی را از خطراتی که به‌علت اختلال در درک حس وی را تهدید می‌کند، آگاه کرد تا از ایجاد عوارض شدید

1. Balducci
2. Kluding
3. Amplitude

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

کلی از قبیل زخم پا و حتی قطع اندام تاحدودی جلوگیری شود و با توصیه‌های مفید انجام ورزش هوازی، ازجمله ایروبیک به سلامتی حسی-حرکتی آن‌ها کمک شود. به‌طور قطع، اهمیت یافته‌های حاضر، پژوهشگران را به انجام پژوهش‌هایی با تمرکز بر تأثیر مداخلات پیشگیرانه بر دوره‌های اولیه بیماری دیابت تشویق می‌کند تا اختلالات عصبی-آکسونی در دوره‌های بعد به اختلالات عضلانی-عملکردی تبدیل نشود و به سلامت این بیماران کمک شود.

از مهم‌ترین محدودیت‌های مطالعه حاضر، دشواربودن پیداکردن بیماران دیابتی بود که با معیارهای ورود به پژوهش و خروج از آن مطابقت داشته باشند. پیشنهاد می‌شود از سایر تمرینات ورزشی هوازی که باعث افزایش تحرک دست‌ها به‌ویژه انگشتان می‌شود و قابلیت به چالش کشیدن بیشتر انگشتان را داشته باشد، در پژوهش‌های آیندهٔ تحریک‌پذیری استفاده شود.

پیام مقاله

تمرینات ایروبیک به هر دو شیوه در آب و خشکی می‌تواند باعث بهبود تحریک‌پذیری حسی در اندام تحتانی و گیرنده‌های کف پای بیماران دیابتی شود، ولی تحریک‌پذیری حسی کف دست بیماران فقط در محیط آب تأثیرگذار است. ازآنجاکه ورزش موجب کاهش قندخون، بهبود جریان خون و تغذیهٔ بهتر می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت افزایش اطلاعات دریافتی از پاها به عملکرد صحیح اعصاب، بازخوردهای عصبی بهتر و بیشتر منجر می‌شود؛ ازاین‌رو به بیماران دیابتی و کارگروه‌های درمانی توصیه می‌شود، فارغ از تأثیرات مثبت آب و قرارگرفتن در استخر و حفظ بهداشت فردی و شادابی روح، با انجام حرکات ایروبیک در آب می‌توان از تخریب سلول‌های عصبی انتهای اندام‌ها و به عبارت دیگر از پیشروی نوروپاتی دیابتی جلوگیری کرد و باعث افزایش تحریک‌پذیری حسی اندام‌ها شد. نکته مهم اینکه، اگر بتوانیم بیماری دیابت را بهتر کنترل کنیم، می‌توانیم از عوارض آن به‌خصوص ایجاد زخم دیابتی بکاهیم که هم از نظر کاهش ناتوانی بیماران و هم از نظر کاهش هزینه‌های درمانی مؤثر است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول مقاله است. بر خود لازم می‌دانیم از تمامی افرادی که در اجرای هرچه‌بهتر این پژوهش محققان را یاری کردند، به‌ویژه بیمارانی که با انگیزه زیاد برای دستیابی به نتایج علمی و با وجود تمامی سختی‌ها و مشکلات در کنارمان بودند، تقدیر و تشکر کنیم.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

منابع

1. Conget I. Diagnosis, classification and pathogenesis of diabetes mellitus. Rev Esp Cardiol. 2002;55(5):528-35.
2. Latov N. Peripheral neuropathies. In: Rowland LP. editor. Merritt's neurology. 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. pp. 605-28.
3. Ghanavati T, ShaterzadehYazdi MJ, GoharpeySh, Arastoo AA. Functional balance in diabetic neuropathy. Iranian Journal of Endocrinology and metabolism. 2009;11(1):1-9. (In Persian).
4. Lin KP, Kwan SY, Chen SY, Chen SS, Yeung KB, Chiv LE. Generalized neuropathy in Taiwan: an etiologic survery. Neuroepidemiology. 1993; 12:257-61.
5. Vinik AI, Mitchell BD, Leichter SB, Wagner AL, O. Brian JT, Georges LP. Epidemiology of the complications of diabetes. In: Lesli RDG, Robbins DC. editors. Diabetes: Clinical Science in practice. Cambridge: Cambridge University Press; 1995. pp. 221-30.
6. Benotmane A, Mohammadi F, Ayed F, Kadi, K, Azzouz, A. Diabetic foot lesions: etiologic and prognostic factors. Diabetes & Metabolism. 2000;26:113-22.
7. Booya F, Bandarian F, Larijani B, Pajouhi M, Nooraei M, Lotfi J. Potential risk factors for diabetic neuropathy: a case control study. BMC Neurol. 2005;5:24.
8. James L, Andrea V, Thomas C, Eva L. Diabetic neuropathy: mechanisms to management. Pharmacol Ther. 2008;120(1):1–34.
9. Grace Gaerlan M, Albert PT, Cross C, Louis M, Kowalski S. Postural balance in young adults: the role of visual, vestibular and somatosensory systems. J Am Acad Nurse Pract. 2012;24(6):375-81.
10. Qian M, Eaton JW. Glycochelates and the etiology of diabetic peripheral neuropathy. Free Radical Biology & Medicine. 2000;28(4):652–6.
11. Johnstone MT, Veves A. Diabetes and Cardiovascular Disease. Totowa, NJ: Humana Press Inc.; 2001.pp. 431-46.
12. Boulton AJ, Vinik AI, Arezzo JC, Bril V, Feldman EL, Freeman R, et al. Diabetic neuropathies: a statement by the american diabetes association. Diabetes Care. 2005;28(4):956-62.
13. Sangiorgio L, Iemmolo R, Le Moli R, Grasso G, Lunetta M. Diabetic neuropathy: prevalence, concordance between clinical and electrophysiological testing and impact of risk factors. Panminerva Med. 1997;39(1):1-5.
14. Fedele D, Comi G, Coscelli C, Cucinotta D, Feldman El, Ghirlanda G, et al. A multicenter study on the prevalence of diabetic neuropathy in Italy. Italian Diabetic Neuropathy Committee. Diabetes Care. 1997;20(5):836-43.
15. Maser RE, Steenkis tc AR, Dorman JS, Ncilscn VK, Bass EB, Manjoo Q. Epidemiological correlates of diabetic neuropathy, report from Pittsburg epidemiology of diabetic complication s tudy. Diabetes. 1989;38(11):1456-61.
16. Gregersen G. Motor nerve function and duration of diabetes. Lancet. 1964;2(7362):733.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

17. Frier B, Yang P, Taylor AW. Diabetes, aging and physical activity. Eur Rev Aging Phys Act. 2006;3(2):63-73.
18. Domholtd TE. Physical therapy research: principles and applications. 1st ed. Philodelphia: WB. Saunders Company; 1993. pp: 105-20.
19. Mera SL. Understanding disease: pathology and prevention.: Nelson Thornes; 1996.
20. Yavari A, Najafipoor F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M, Nikookheslat S. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on Glycaemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. Biol Sport. 2012;29(2):135. (in Persian).
21. Halar E, Hammond M, Dirks S. Physical activity: its influence on nerve conduction velocity. Arch Phys Med Rehabil. 1985;66(9):605-9.
22. Kluding PM, Pasnoor M, Singh R, Jernigan S, Farmer K, Rucker J, et al. The effect of exercise on neuropathic symptoms, nerve function, and cutaneous innervation in people with diabetic peripheral neuropathy. J Diabetes Complications. 2012;26(5):424-9.
23. Namdartajari S, Fare Pooran N, Mohammad Sadeq Page S, Allard P. The role of balance training with an emphasis on strengthening proprioceptive receptors on the performance of dynamic balance and mild idiopathic Ashly's disease process. Journal of Islamic Azad University. 2008;18(4):233-8. (In Persian).
24. Pishgooei A. Diabetic neuropathy and its prevention. Army Nursing Journal. 2011;11(1):7-21. (In Persian).
25. Asgarzadeh AA, Agha-mohammadi D, Movasaghi R, Shahsavari P. Effect of low-intensity laser on lower limb neuropathic pain in patients with diabetes mellitus. Anesthesiology and Pain. 2011;1(4):48-60. (In Persian).
26. Chalk C, Benstead TJ, Moore F. Aldose reductase inhibitors for the treatment of diabetic polyneuropathy. Cochrane Database Syst Rev. 2007;17;(4):CD004572.
27. Katoulis EC, Ebdon-Parry M, Hollis S, Harrison AJ, Vileikyte L, Kulkarni J, et al. Postural instability in diabetic neuropathic patients at risk of foot ulceration. Diabet Med. 1997;14(4):296-300.
28. Sinaei M, Alaei H, Nazem F, Talebi A. The role of aerobic exercise training patterns on learning function and memory performance: a review article. Feyz. 2019;23(5):563-77.
29. Alaei H, Moloudi R, Sarkaki AR, Azizi- Malekabadi H, Hanninen O. Retracted: Daily running promotes spatial learning and memory in rats. Pathophysiology; 2007;14(2):105-8.
30. Keita K, Yoichi H, Tomoaki S, Tatsuhisa Y, Kiyoji T, Yoshiaki N. Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. Gerontol B Psychol Sci Soc. 2009;64B (3):356-63.
31. Gharakhanlou R, Chadan S, Gardiner P. Increased activity in the form of endurance training increases calcitonin gene-related peptide content in lumbar motoneuron cell bodies and in sciatic nerve in the rat. Neuroscience. 1999;89(4):1229-39.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

32. Ites Katherine I, Anderson Elizabeth J, Cahill Megan L, Kearney Jenny A, Post Emily C, Gilchrist Laura S. Balance interventions for diabetic Pripheralneuropathy: a systematic review. Journal of Geriatric Physical Therapy. 2011;34(3):109-16.
33. Salek S, Bahrpeyma F, Mohajeri-Tehran M, Faghihzadeh S. Determining the effect of intermittent pneumatic compression method on improvement of balance, and Valk and Michigan neuropathy questionnaires in patients with type 2 diabetes mellitus. Ijdld. 2014;14(1):15-26. (In Persian).
34. Madhavi L, Susmitha Y. Investigating the use of biothesiometer for detecting the severity of diabetic neuropathy in diabetic type- II patients. Journal of Medical Science and Clinical Research. 2017;5(10):28806-12.
35. Aruna BMK, Haragopal R. Role of Biothesiometry in the diagnosis of diabetic neuropathy. Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology. 2017;4(3):329-331.
36. Muller MJ. Identifying patients with diabetes mellitus who are at risk for lower-extremity complications: use of Semmes-Weinstein monofilaments. J Physical Therapy. 1996; 76:68-71.
37. Movahedi. A.R, Rajabi. H, Rezvani Boroojeni. E. Comparison of the Effectiveness of Aaerobic Versus Pilates Training on Cognitive Function of Elderly Females. Motor Behavior. 2016;8(25):29-46. (In Persian).
38. Soleymani T, Norbakhsh M, Alijani A. The effect of 12 weeks of aerobic exercise and water sports on the quality of life and happiness of middle-aged non-athletic women. Motor Behavior. 2011;1(10):105-22. (In Persian).
39. Dabbagh Nikookheslat S, SariSarraf V, Salekzamani Y, Abdollahpour Alni M. Effect of 12 weeks aerobic and combined trainings on neural conduction in type 2 diabetes men with peripheral neuropathy. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019;41(2):47-55. (In Persian).
40. Alirezaei F. The effect of a water exercise program on static and dynamic balance in elder women [Master' thesis]. [Tehran]: Tarbiat Moallem Univesity; 2008. (In Persian).
41. Damirchi A, Mohebbi H, Hosseini SA. Effect of Isotonic strength training on electroneurographic parameters and maximum voluntary contraction in athletes. Olympic. 2007;39(3):23-33. (In Persian).
42. Richerson S, Rosendale K. Does Tai Chi Improve Plantar Sensory Ability? A Pilot Study. 2007;9(3):276-86.
43. Bernard-Demanze L, Burdet C, Berger L, & Rougier P. Recalibration of so esthetic plantar information in the control of undisturbed upright stance maintenance. Journal of Integrative Neuroscience. 2004;3(4):433-51.
44. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power. Sports Med. 2011;41(1):17-38.
45. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2001;9(3):128-36.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

46. Sale D, McComas A, MacDougall J, Upton A. Neuromuscular adaptation in human thenar muscles following strength training and immobilization. J Appl Physio. 1982;53(2):419-24.
47. McBride RM, Mistretta CM. Light touch thresholds in diabetic patients. Diabetes Care. 1982;5(3):311-5.
48. Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, Di Biase N, Calandriell OE, Leonetti F, Fallucca F. exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. J of diabetic. 2006;20(4):216-23.
49. Theo M, Sjouke Z, Wiebren Z, Jacqueline H. The role of motor imagery in learning a totally novel movement. Brain. 2004;154(4):211-7.
50. Victor M, Ropper AH. Disease of the peripheral nerves. In: Victor M, Ropper AH. editors. Adams and Victor's principles of neurology. 7th ed. New York. McGraw Hill; 2001. pp.1370-445.

استناد به مقاله

عباسقلی‌پور امیر، شهبازی مهدی، طهماسبی شهزاد، عرب‌عامری الهه. تأثیر تمرینات ایروبیک در آب و خشکی بر تحریک‌پذیری حسی بیماران دیابتی نوع دو. رفتارحرکتی. پاییز ۱۴۰۱؛ ۱۴(۴۹): ۴۰-۱۷. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/MBJ.2020.8638.1869

Abasgholipour A, Shahbazi M, Tahmasebi Borujeni Sh, ArabAmery E. The Effects of Aerobic Training in Water and on Land on Irritability of Sensory of Type 2 Diabetic Patients. Motor Behavior. Fall 2022; 14 (49): 17-40. (In Persian). Doi: 10.22089/MBJ.2020.8638.1869

پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen