Journal of Diabetes Nursing
2019; Volume 7 Number 4

pISSN:2345-5020
eISSN:2423-5571

Effect of Resistance and Aquatic Exercises on Balance in Diabetes Peripheral Neuropathy Patients: A Randomized Clinical Trial Study

Sakinepoor Aynollah[1]*, Naderi Aynollah[2], Mazidi Maryam[3], Hashemian Amir Hossein[4], Mirzaei Marvam[5]. Letafatkar Amir[6]

1. Ph.D. in Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
2. Department of Biological Sports, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
3. M.A. in Corrective Exercises and Sport Injuries, Department of Physical Education and Sport Sciences, Hormozgan University, Bandarabbas, Iran
4. Associate Professor of Biostatistics, Faculty of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
5. M.A. in Rehabilitation and Spotrs Medicine, Faculty of Allied Medical Sciences, Kermanshah, Iran
6. Assistant Professor, Department of Biomechanics and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sports Science, University of Kharazmi, Tehran, Iran

Article information:

Original Article

Received: **2020/02/3**

Accepted: **2020/03/4**

JDN 2019; 7(4)

968-982

Corresponding Author:
Aynollah Sakinepoor, Kharazmi University of Tehran.
asakenapoor@yahoo.com

Abstract

Introduction: One of the most common complications of diabetes peripheral neuropathy (DPN) is the loss of balance, postural control disorder and falling down. Therefore, the purpose of the present study was to compare the effect of resistance and aquatic exercises on balance in DPN patients in 2019, in the Shahbazi pool, Kermanshah, Iran.

Materials and Methods: This randomized clinical trial study was conducted on 30 women inflicted with DPN who referred to Diabetes Research Center in Kermanshah. The subjects were selected through convenience sampling method and were randomly divided into three groups, including aquatic exercises (n=10), resistance exercises (n=10), and control (n=10). Resistance and aquatic exercise groups had a training program of 8 weeks which included 40-minute sessions three times a week. The static and dynamic balance, simple reaction time, and choice reaction time of the subjects were evaluated before and after the exercises. Finally, ANCOVA and paired t-test were used for the data analysis. A p-value of less than 0.5 was considered statistically significant.

Results: Both resistance and aquatic exercises resulted in improvement regarding simple reaction time, choice reaction time, and static and dynamic balance, compared to the control group ($P<0.001$). Aquatic exercise protocol resulted in significant improvement in static balance with the eyes closed ($P<0.001$) and choice reaction time ($P=0.001$), compared to the resistance and control groups.

Conclusion: Based on the results, it seems that aquatic exercises are more effective regarding balance and simple and choice reaction time in comparison to resistance exercises, in DPN patients.

Keywords: Balance, Choice reaction time, Diabetes peripheral neuropathy, Resistance exercises, Simple reaction time

Access This Article Online	
Quick Response Code:	Journal homepage: http://jdn.zbmu.ac.ir
	How to site this article: Sakinepoor A, Naderi A, Mazidi M, Hashemian A H, Mirzaei M, Letafatkar A. Effect of Resistance and Aquatic Exercises on Balance in Diabetes Peripheral Neuropathy Patients: A Randomized Clinical Trial Study. J Diabetes Nurs. 2019; 7 (4) :968-982

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

فصلنامه علمی پژوهشی پرستاری دیابت زابل
سال ۷، شماره ۴، پاییز ۹۸
صفحات: ۹۸۲-۹۶۸

pISSN:2345-5020
eISSN:2423-5571

تاثیر تمرینات مقاومتی و آب درمانی بر تعادل در افراد مبتلا به دیابت نوروپاتی

عین اله سکینه پور[*۱]، عین اله نادری[۲]، مریم مزیدی[۳]، امیرحسین هاشمیان[۴]، مریم میرزایی[۵]، امیر لطافت کار[۶]

۱. دکترای حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. گروه علوم زیستی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
۳. کارشناس ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی،گروه تربیت بدنی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس ،ایران.
۴. دانشیار گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه
۵. کارشناسی ارشد توان بخشی و طب ورزشی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۶. استادیار، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

نویسنده مسئول: عین اله سکینه پور، دانشگاه خوارزمی تهران asakenapoor@yahoo.com

چکیده

مقدمه و هدف: یکی از شایعترین تظاهرات نوروپاتی محیطی دیابتی، کاهش تعادل و اختلال کنترل وضعیت و افتادن است.بنابراین هدف از انجام پژوهش حاضر، مقایسه تاثیر تمرینات مقاومتی و آب درمانی روی تعادل در افراد مبتلا به دیابت نوروپاتی در استخر شهبازی کرمانشاه در سال ۹۸ بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه ی کارآزمایی بالینی تصادفی ۳۰ زن مبتلا به دیابت نوروپاتی مراجعه کننده به مرکز تحقیقات دیابت استان کرمانشاه به روش نمونه گیری در دسترس شرکت کردند، و به شیوه تصادفی به سه گروه تمرینات در آب(۱۰ نفر)، تمرینات مقاومتی(۱۰ نفر)، و گروه شاهد(۱۰ نفر)، تقسیم شدند. گروه تمرین در آب وگروه تمرینات تقویتی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هر هفته به مدت ۴۰ دقیقه تمرین انجام دادند. تعادل ایستا و پویا و زمان واکنش ساده و انتخابی آزمودنی ها قبل و پس از انجام تمرینات منتخب مورد ارزیابی قرار گرفت. داده ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تی زوجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت ($p<۰/۰۵$).

یافته ها: هر دو نوع تمرین مقاومتی و تمرین در آب، منجر به بهبود تعادل ایستا و پویا و بهبود زمان واکنش ساده و انتخابی گروه های مداخله نسبت به گروه شاهد گردید. پروتکل تمرینات آب درمانی منجر به بهبودی بیشتر در نمرات تعادل ایستا با چشم بسته ($P=۰/۰۰۱$) و آزمون زمان واکنش انتخابی ($P=۰/۰۰۱$) نسبت به گروه تمرینات قدرتی و گروه شاهد شد.

نتیجه گیری: بنظر می رسد که تمرینات درمانی در آب نسبت به تمرینات مقاومتی اثرگذاری بیشتری بر تعادل و زمان واکنش ساده و انتخابی در مبتلایان به دیابت نوروپاتی داشته باشد.

کلید واژه ها: نوروپاتی دیابت، تمرینات مقاومتی، تعادل، زمان واکنش ساده، زمان واکنش انتخابی.

How to site this article:

Sakinepoor A, Naderi A, Mazidi M, Hashemian A H, Mirzaei M, Letafatkar A. Effect of Resistance and Aquatic Exercises on Balance in Diabetes Peripheral Neuropathy Patients: A Randomized Clinical Trial Study. J Diabetes Nurs. 2019; 7 (4) :968-982

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

مقدمه و هدف

دیابت از شایعترین اختلالات متابولیک است، که به دلیل اختلال در حساسیت انسولین، کنترل قند خون دچار اختلال می شود (۱). گزارش ها حاکی از آن است که حدود ۴۱۵ میلیون نفر در دنیا مبتلا به دیابت هستند، پیش بینی می شود که در سال ۲۰۴۰ این تعداد به ۶۴۲ میلیون نفر برسد که ۹۰ درصد آنها دیابت نوع دو خواهند داشت (۲). ۴۰ تا ۶۰ درصد از بیماران مبتلا به دیابت، از نوروپاتی محیطی رنج می برند (۳). نوروپاتی محیطی عوارض مستقیم و غیر مستقیمی ایجاد می کند از این عوارض اختلال تعادل، افتادن و آسیب های مرتبط با افتادن است.اختلال تعادل، افتادن و آسیب های مرتبط با افتادن به دلیل اختلال در سیستم سوماتوسنسوری[1] و حس وضعیت مفصل[2] و بی ثباتی کنترل پاسچر[3] به وجود می آید (۴)، هم چنین اختلال تعادل سیستم اعصاب محیطی را درگیر کرده(۵) و منجر به اختلال در حس عمقی (۶)، کاهش قدرت عضلانی، کاهش دامنه حرکتی مفاصل (۷, ۸) می شود. در دیابت نوروپاتی محیطی[4] آوران حسی عمقی دچار تخریب می شوند (۹)، که این موضوع باعث از بین رفتن بازخوراند دقیق حس عمقی از اندام های تحتانی شده، و در نتیجه منجر به بی ثباتی وضعیتی[5] این افراد می گردد(۱۰, ۱۱). تعادل مهارت پیچیده‌ای است که به یکپارچگی سیستمهای حسی (سوماتوسنسوری، بینایی و وستیبولار)، حرکتی و شناختی نیاز دارد و تخریب هر یک از این سیستمها می تواند توانایی حفظ تعادل را دچار مشکل کند. به نظر می رسد در این امر، سیستم سوماتوسنسوری از همه مهمتر باشد (۱۲). سیستم سوماتوسنسوری اطلاعات در مورد موقعیت و حرکت بخشهای مختلف بدن را در ارتباط با دیگر بخشها و همچنین محافظت سطحی را با استفاده از ورودیهای پروپریوسپتیو و پوست فراهم می کند (۱۳). منبع اصلی این سیستم در حفظ و تنظیم کنترل وضعیت، آورانهای حسی عمقی هستند که از اندام تحتانی به خصوص ساختارهای اطراف مچ پا سرچشمه میگیرند .همزمان با افزایش سن و تضعیف طبیعی سیستمهای مذکور و تشدید آسیبدیدگی آنها در اثر ابتلا به نوروپاتی محیطی، عوارض این بیماری نیز افزایش می یابد؛ لذا این بیماران، احتمالاً با کاهش تعادل و افزایش خطر افتادن مواجه خواهند (۱۳).

کاواناگ و همکاران (۱۹۹۲)، گزارش کردند خطر افتادن افراد مسن مبتلا به نوروپاتی در مقایسه با همسالان بدون نوروپاتی ۲۳ برابر بیشتر از افراد سالم است (۱۴). بیماران با دیابت نوروپاتی محیطی حتی با چشم های باز نیز دارای اختلال در کنترل وضعیتی هستند، و این مسئله حین انجام کارهای روزانه آن ها را در معرض خطر بیشتر جهت زمین خوردن قرار می دهد (۱۵). افتادن، با کاهش کیفیت زندگی، تکرر افتادن و مرگ ومیر ارتباط دارد، و بار مالی سنگینی را بر سیستم بهداشتی تحمیل می کند. در افراد مسن مبتلا به دیابت نوع دو، افتادن بسیار شایع است و میزان شیوع سالانه آن در افراد بالای ۶۵ سال، ۳۹ درصد است. ژابو و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که انحطاط عضلانی مربوط به افزایش سن باعث افزایش نوسانات قامتی و کاهش سرعت واکنش (که نقش عمده ای در جلوگیری از سقوط دارد)، می شود. نتایج تحقیق مرلند و همکارانش (۲۰۰۴) نشان داد که هر چه قدرت عضلانی کمتر باشد، سابقه سقوط بیشتر و عملکرد تعادل ضعیفتر است (۱۶)، بنابراین تمرکز بر روشهایی جهت کاهش خطر افتادن افراد سالمند مبتلا به دیابت نوروپاتی، برای حفظ استقلال عملکردی آنها اهمیت زیادی دارد (۱۷).

یکی دیگر از مشکلات افراد مبتلا به دیابت نوروپاتی محیطی زمان واکنش می باشد. پیری رفلکس ها را کند می کند و زمان واکنش به محرکات خارجی را افزایش می دهد (۱۸). مطالعات نشان می دهد که در افراد مبتلا به دیابت زمان واکنش به محرکات دیداری و شنیداری افزایش می یابد(۱۹, ۲۰). موهن و همکاران[6](۱۹۸۴)، نشان دادند که زمان واکنش شنیداری در افراد دیابتی نسبت به افراد سالم بیشتر است (۱۹). دیابت روی سیستم اعصاب محیطی و سوماتوسنسوری (۲۱)، و سیستم شنوایی (۲۲)، و پاسخ سایکوموتور (۲۳) را کند می کند و روی عملکرد شناختی

[1] somatosensory
[2] joint position sense
[3] postural control
[4] Peripheral Neuropathy
[5] body sway
[6] Mohan, et al

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

(۲۴)، نیز تاثیر گذار است و این عوامل سبب می شود، که روی زمان واکنش تاثیر بگذارد

فعالیت ورزشی امیدوارکننده ترین رویکرد در درمان اختلال تعادل بیماران مبتلا به دیابت است (۲۵). مطالعات گذشته فواید تمرینات ورزشی مختلف(قدرتی اندام تحتانی، تعادلی و تمرینات راه رفتن) را بر کاهش میزان افتادن بیماران دیابتی گزارش کرده اند (۲۶-۲۸). در سال‌ها اخیر، تمرین در آب (به دلیل اینکه تمرین در آب محیط ایمنی را برای فعالیت افراد بیمار فراهم می کند، جایگزین مناسبی برای تمرینات در خشکی می باشد)، در نظر گرفته می‌شود. طبق نتایج تحقیقات پیشین، آب درمانی باعث کاهش درد، افزایش انعطاف پذیری عضلات، کاهش اسپاسم های عضلانی، افزایش قدرت و توان فرد (۲۹)، و همچنین در مقایسه با ورزش در خشکی، باعث کاهش ضربان قلب، بار کاری قلب، افزایش میزان اکسیژن مصرفی در طول حرکات نسبت به می شود (۳۰, ۳۱). تمرین قدرتی، فعالیت در عضلاتی است که به طور پویا وزن (مقاومت)، حرکت می کنند. ضعف عضلانی یک اختلال شایع در سالمندان است (۳۲). بهبود قدرت اندام تحتانی نتیجه روشهای تمرینی میباشد که با افزایش پایداری تعادل در ارتباط است. در واقع فعالیت بدنی سالمندان عملکرد و جرم عضله آنها را در سطوح بالایی حفظ میکند. برخی از تغییرات مربوط به سن در سیستم تعادل ممکن است توسط حفظ شیوه زندگی فعال کاهش یابد (۳۳). مزایای تمرین قدرتی شامل افزایش جرم استخوان و عضله، قدرت عضله، انعطافپذیری، تعادل پویا، اعتماد به نفس، عزت نفس و افزایش امید به زندگی است (۳۴).

هدایتی و همکاران (۱۳۹۳) و فرحان و همکاران (۱۳۹۷) عنوان کردند، تمرین ورزشی مقاومتی در بیماران نوروپاتی محیطی باعث افزایش قدرت عضلانی و تعادل می شود (۳۵) (۳۶). مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی بخصوص تمریناتی که تعادل را به چالش می کشند می توانند از طریق بهبود انعطاف پذیری، تعادل، و قدرت عضلانی در کاهش خطر سقوط موثر باشند (۲۶, ۲۷, ۳۷). عدم فعالیت در افراد مبتلا به دیابت نوروپاتی محیطی عدم فعالیت منجر به تخریب پوست می شود (۳۸) و هم چنین در این گونه افراد عدم انجام فعالیت، سبب خطر بیشتر آسیب های پوستی می شود (۳۹). بنابراین هدف از این پژوهش مقایسه تاثیر تمرین مقاومتی و تمرین در آب بر تعادل افراد مبتلا به دیابت نوروپاتی می باشد.

مواد و روش ها

در این مطالعه ی کارآزمایی بالینی تصادفی ۳۰ زن مبتلا به دیابت نوروپاتی مراجعه کننده به مرکز تحقیقات دیابت استان کرمانشاه به روش نمونه گیری در دسترس مورد بررسی قرار گرفتند. از آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه کتبی شرکت در تحقیق به عمل آمده و به صورت تصادفی ساده با استفاده از جدول اعداد تصادفی توسط شخص سوم در گروه های مختلف شامل گروه تمرین در آب (۱۰ نفر)، گروه تمرین مقاومتی (۱۰ نفر)، و گروه شاهد (۱۰ نفر)، قرار گرفتند. معیارهای ورود به پژوهش شامل سن ۴۰ تا ۷۵ سال، نداشتن سابقه زخم پا، نشانه های عفونت، اختلالات نورولوژیک(به غیر از نوروپاتی دیابتی)، مشکلات ارتوپدی، جراحی اندام تحتانی یا بیماری قلبی-عروقی، داشتن قند خون کنترل شده (کمتر از ۲۵۰mg/dl)، شاخص توده بدنی بین ($۲۲-۳۰kg/m^2$)، داشتن فشار خون ما بین Hg ۱۱۰/۷۰mm تا ۱۴۰/۹۰mmHg، نشان دادن نوروپاتی توسط تست بررسی سرعت هدایت عصب حسی و حرکتی سورال و پرونئال، و نیز طبق معیارهای سازمان بهداشت جهانی (۳۶).

معیارهای خروج از مطالعه شامل ابتلا به زخم های دیابتیک، قند خون کنترل نشده، عفونت گوش داخلی، مشکلات اسکلتی عضلانی، درد شدید مخل تعادل پا، بود. آزمودنی های گروه های تمرینی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هر هفته به فعالیت ورزشی مختص هر پروتکل پرداختند. گروه شاهد هیچگونه تمرینی انجام نداده و تنها فعالیت های روزمره خود را انجام دادند.

پروتکل تمرینات تقویتی مطابق با مطالعات قبل بود، این تمرینات با هدف سازگاری های عضلانی اسکلتی و افزایش قدرت و توسعه و بهبود گشتاور مفصلی در افراد مسن بود (۴۰, ۴۱). از شرکت کنندگان خواسته شد که سه ست را با دوازده تکرار روی سه ماشین مختلف انجام دهند، این سه ماشین شامل ۱) اکستنش پا ۲)پرس پا ۳)پرس مچ پا. یک تکرار شامل بالا و پایین آوردن بار تحت کنترل در دو یا سه

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

ثانیه بود. اگر شرکت کنندگان می توانستند سه ست را در دوازده تکرار در یک جلسه تمرین انجام می دادند، هفته ی بعد بار افزایش پیدا می کرد. اگر ۳۶ تکرار(سه ست ۱۲ تکرار)، بدست نمی آمد، بار در همان حد باقی می می ماند و هفته ی بعد دستیابی به تکراری بیشتر از هفته ی قبل بود، در نهایت برای رسیدن به بهبود قدرت ، فرد باید سه ست را با دوازده تکرار در یک بار مناسب انجام می داد(۴۲).

پروتکل تمرینی برای گروه تمرین در آب ۱۰ دقیقه گرم کردن(حرکات کششی و گرم کردن)، ۴۰ دقیقه تمرین در آب(قدم زدن و رقص، تمرین تعادلی، ایستادن روی پنجه، روی پاشنه، زانو بلند راه رفتن تاندم و حرکت اسکوات با زانو ۶۰ درجه خم)، و ۱۰ دقیقه سرد کردن(راه رفتن و حرکات کششی) بود (۴۳, ۴۴). در طول هشت هفته گروه شاهد بغیر از فعالیت های معمول، هیچ نوع فعالیت ورزشی را تجربه نکرد. متغیرهای وابسته ۴۸ ساعت پیش و پس از اجرای پروتکل های مورد نظر اندازه گیری گردید.

ارزیابی متغیرهای پژوهش: به منظور ارزیابی تعادل ایستا آزمودنی ها، از آزمون شارپند رومبرگ با پایایی ۰/۹۱-۰/۹۰ برای چشم باز و ۰/۷۷ -۰/۷۶ برای چشم بسته و به منظور ارزیابی تعادل پویا از آزمون زمان برخاستن و رفتن با پایایی ۰/۹۹ استفاده شد (۴۵). در اجرای تست شارپند رومبرگ (اندازه گیری تعادل ایستا) آزمودنی پای برهنه بود، در حالی که یکی از پاها (پای برتر) جلوتر از پای دیگر بود و بازوها به طور ضربدری روی سینه قرار گرفتند. مدت زمان حفظ این حالت با چشم باز و بسته امتیاز آزمودنی محسوب شد (۴۵). در اجرای آزمون زمان برخاستن و رفتن (اندازه گیری تعادل پویا) آزمودنی بدون استفاده از دستهایش از روی صندلی بدون دسته برمی خاست، پس از طی کردن مسیر سه متری برمی گشت و دوباره روی صندلی می‌نشست. از آزمودنی‌ها خواسته شد در سریعترین حالت ممکن و بدون دویدن ین عمل را تکمیل کنند و زمان کل آزمون ثبت شد. برای آشنایی با آزمون‌ها، آزمودنی‌ها قبل از ثبت آزمون‌ها، هر کدام سه بار این عمل را تمرین کردند. سپس هر آزمودنی سه بار آزمون را اجرا کرد و میانگین این سه آزمون به عنوان رکورد او ثبت شد (۴۵). به منظور ارزیابی زمان واکنش ساده شرکت کننده بر روی سوئیچ مت ایستاده و از او درخواست می شود که در پاسخ به محرک نور، به سرعت بالا بپرد. زمان سپری شده از چشمک زدن نور تا ناپدید شدن فشار کف پایی روی سوئیچ مت به عنوان زمان واکنش ثبت می شد (۴۶).

جهت ارزیابی زمان واکنش انتخابی شرکت کنندگان بر روی یک پلت فرم سیاه (۰,۸ × ۰,۸ متر) قرار گرفتند که دارای چهار پانل مستطیلی (۱۳ × ۳۲ سانتیمتر) بود، یک جلوی هر پا و دیگری در طرفین هر پا (۲۲). یک پانل به صورت تصادفی در هر تلاش روشن می شود و شرکت کنندگان باید هر چه سریعتر بر روی پانل روشنا شده پا بگذارد. جهت تعیین زمان تماس پا، هر پانل دارای سویچ فشار بود. بعد از ۴ تا ۸ آزمایش تمرین، ۲۰ آزمایش با ۵ آزمایش در هر پانل انجام شد. زمان واکنش انتخابی به عنوان دوره زمانی بین نور پانل و تماس پا با آن اندازه گیری شد. میانگین زمان آزمایش ۲۰ مورد در تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت (۴۶).

روش تجزیه و تحلیل آماری: برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شپیروویلک استفاده گردید. پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها، از آزمون ANCOVA به منظور بررسی تغییرات بین گروهی با حذف اثر پیش آزمون استفاده شد. داده های جمع آوری شده در نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. معنی داری داده ها در سطح آلفا ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

میانگین و انحراف معیار متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده ی بدن در سه گروه در جدول یک ارائه شده است. بر اساس جدول یک، بین سه گروه در هیچ‌یک از ویژگی‌های فردی (میانگین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی) اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (p>۰.۰۵).جدول شماره ۱(میانگین و انحراف معیار سن (۶/۰۹)۶۸/۸۳ سال و قد (۷/۰۸)۱۵۸/۸۶۶ سانتی متر، وزن (۵/۰۶)۶۵/۱۶ کیلو گرم، شاخص توده بدنی (۰/۶۴)۲۵/۹۰ کیلوگرم بر متر مربع را در سه گروه تمرینات در آب(۱۰ نفر)، تمرینات مقاومتی (۱۰ نفر)، و گروه شاهد (۱۰ نفر)،) نشان می دهد.

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

جدول شماره۱: میانگین و انحراف معیار متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده ی بدن در سه گروه

متغیرها	گروه تمرین در آب (۱۰نفر)	گروه تمرینات مقاومتی(۱۰نفر)	گروه شاهد(۱۰نفر)	P
سن (سال)	۶۸/۶۰ (۴/۳۷)	۶۶/۶۰ (۴/۳۷)	۶۹/۳۰ (۹/۰۱)	۰/۹۶۰
قد (سانتی‌متر)	۱۵۹/۳۰ (۴/۰۷)	۱۶۱/۳۰ (۵/۰۷)	۱۵۶/۰۰ (۱۰/۰۴)	۰/۱۷۸
وزن(کیلوگرم)	۶۷/۳۰ (۷/۱۹)	۶۵/۳۰ (۷/۰۱)	۶۲/۹۰ (۱۱/۲۳)	۰/۴۴۲
شاخص توده بدنی(Kg/M^2)	۲۵/۹۱ (۳/۰۹)	۲۵/۰۲ (۳/۰۲)	۲۵/۸۹ (۴/۲۰)	۱,۰۰

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین متغیر های تعادل ایستا، تعادل پویا، زمان واکنش ساده و زمان واکنش انتخابی بیماران نوروپاتی دیابتی در گروه‌های مورد مطالعه قبل و بعد از مداخله

متغیرها (میانگین و انحراف معیار)	مرحله	گروه تمرین درآب (۱۰ نفر)	گروه تمرینات ورزشی قدرتی(۱۰ نفر)	گروه شاهد(۱۰ نفر)	*سطح معنی داری بین گروهی
آزمون شارپند رومبرگ چشم باز + تعادل ایستا	قبل مداخله	۵۲/۳۰ ±۱۳/۸۵	۵۲/۴۷ ±۱۳/۸۵	۵۳/۱۰ ±۳۵/۲۰	۰/۰۷۴
	بعد مداخله	**۴۸/۹۲ ±۱۳/۷۶	**۴۷/۳۹ ±۱۲/۳۲	۳۷/۴۸ ±۱۴/۴۲	
	** P درون گروهی	T=۰/۰۰۱ p=-۷/۷۶	T=۰/۰۰۲p=-۴/۳۶	T=۰/۱۸۴ p=-۷/۷۶	
آزمون شارپند رومبرگ چشم بسته + تعادل ایستا	قبل مداخله	۵۸/۹۵ ±۲۲/۱۶	۵۸/۹۵ ±۲۳/۰۹	۶۱/۳۸ ±۵۲/۲۷	*۰/۰۳۶
	بعد مداخله	**۵۵/۳۰ (۲۱/۸۱)	**۵۴/۶۶ (۲۰/۶۳)	۳۵/۶۸ ±۱۸/۸۳	
	** P درون گروهی	T=۰/۰۰۱ p=-۱۰/۵۰	T=۰/۰۰۱ p=-۵/۱۶	T=۰/۱۷۴ p=-۱/۴۷	
تعادل پویا	قبل مداخله	۲۴/۹۴ ±۷/۲۶	۲۴/۹۴ ±۷/۲۶	۲۵/۰۱ ±۱۹/۸۶	۰/۱۱۱
	بعد مداخله	**۲۳/۳۷ ±۷/۰۵	۲۰/۹۷ ±۹/۲۵	۱۷/۲۱ ±۳/۸۳	
	** P درون گروهی	T=۰/۰۰۲ p=-۴/۴۵	T=۰/۱۳۸ p=-۱/۶۳	T=۰/۲۰۷ p=-۱/۳۶	
آزمون ارزیابی زمان واکنش ساده	قبل مداخله	۲/۵۳ ±۰/۶۱	۲/۵۳ ±۰/۶۱	۲/۹۷ ±۲/۰۴	۰/۱۹۰
	بعد مداخله	**۲/۱۲ ±۰/۶۴	۲/۰۴ ±۰/۰۴	۲/۷۱ ±۱/۲۴	
	** P درون گروهی	T=۰/۰۰۸ p=-۳/۳۸	T=۰/۰۳۲ p=-۲/۵۲	T=۰/۵۷۴ p=-۰/۵۸	
آزمون ارزیابی زمان واکنش انتخابی	قبل مداخله	۱۲۲/۴۳ ±۳۹/۱۱	۱۲۲/۴۱ ±۳۹/۱۱	۹۹/۲۸ ±۲۱/۳۵	*۰/۰۳۰
	بعد مداخله	**۱۰۶/۳۹ (۳۷/۱۷)	**۹۵/۱۷ (۴۰/۶۱)	**۶۴/۱۷ (۲۰/۶۵)	
	** P درون گروهی	T=۰/۰۰۱ p=-۱۴/۶۴	T=۰/۰۰۱ p=-۵/۲۶	T=۰/۲۳۰ p=-۱/۲۸	

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

جدول شماره ۲ (میانگین و انحراف معیار مقادیر شاخص های تعادل ایستا، تعادل پویا، زمان واکنش ساده و زمان واکنش انتخابی بیماران نوروپاتی دیابتی در قبل و بعد از مداخله در گروه‌های تمرینات در آب و گروه تمرینات مقاومتی و گروه را نشان می دهد).جدول شماره ۲ (نشان می دهد که بین سه گروه بعد از مداخله نسبت به قبل از مداخله تفاوت آماری معنی‌داری برای متغیرهای تعادل ایستا با چشمان باز، تعادل پویا، زمان واکنش ساده بیماران نوروپاتی دیابتی وجود نداشت و تغییرات در نمرات این آزمون‌ها در هیچ از یک از سه گروه معنی‌دار نشد). ($p>۰/۰۵$) جدول شماره ۲ (نشان می دهد که برای آزمون شارپند رومبرگ با چشم بسته + تعادل ایستا و همچنین برای آزمون ارزیابی زمان واکنش انتخابی اختلاف معنی داری بین گروه‌ها وجود داشت). جدول شماره ۲ (نشان می دهد که در داخل گروه‌های مداخله، مقایسه میانگین متغیرهای مورد مطالعه، قبل و بعد از انجام مداخله در گروه های مداخله (آب درمانی و تمرینات مقاومتی) تغییر معنی‌داری داشته است) ($p<۰/۰۵$) جدول شماره ۲ (نشان می دهد که در گروه کنترل، مقایسه ی متغیرهای مورد مطالعه قبل و بعد از انجام مداخله برای هیچ یک از متغیرهای مطالعه معنی دار نبود) ($p>۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری

یافته ها نشان داد، تمرینات تقویتی و آب درمانی با توجه به میانگین تعادل ایستا و پویا گروه های آزمایش نسبت به گروه کنترل، موجب بهبود معنادار تعادل ایستا و پویا در گروه های آزمایش شده است. این نتایج با یافته های فرحان و همکاران، هدایتی و همکاران، کارگرفرد و همکاران، اولویرا و همکاران[۷] (۲۴،۲۳،۳۸)، همسو و هماهنگ بود.

فرحان و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی به بررسی تاثیر تمرین ترکیبی (تعادلی، قدرتی، انعطافی و راه رفتن) بر تعادل و احتمال افتادن زنان سالمند مبتلا به نوروپاتی محیطی دیابتی پرداختند، که نتایج نشان داد که انجام تمرین ترکیبی باعث بهبود تعادل و کاهش احتمال افتادن زنان سالمند مبتلا به نوروپاتی محیطی دیابتی می شود؛ بنابراین به منظور بهبود تعادل و کاهش احتمال افتادن این بیماران مداخله درمانی مفیدی است (۳۶). هم چنین هدایتی و همکاران در پژوهشی به بررسی تاثیر تمرین مقاومتی بر تعادل ایستا و پویا و قدرت عضلات پا در زنان دیابتی دارای نوروپاتی محیطی پرداختند که نتایج نشان داد، که انجام هشت هفته برنامه ورزشی مقاومتی در زنان دیابتی دارای نوروپاتی محیطی باعث افزایش تعادل می شود (۳۵). در پژوهش کارگرفرد و همکاران، نتایج نشان داد که ورزش درمانی در آب می‌تواند به عنوان یک روش درمانی مفید و مؤثر در جهت بهبود تعادل و به دنبال آن بهبود در عملکرد روزانه بیماران مورد استفاده قرار گیرد (۴۷). در مطالعه ای، اولویرا و همکاران[۸](۲۰۱۴)،به بررسی تمرینات آبی بر تعادل ایستا و پویای زنان سالمند پرداختند. نتایج این مطالعه ، اهمیت فعالیت جسمانی در آب را در بهبود تعادل افرادی که سابقه فعالیت منظم ورزشی نداشتند، نشان داد و بیان کرد که تمرینات ترکیبی با تأکید بر تمرین چندین حس درگیر در تعادل می تواند در بهبود تعادل مؤثرتر از تمریناتی باشد که تنها تعادلی، انعطاف پذیری، هوازی و غیره هستند (۴۸).

در تبیین یافته های این پژوهش و همسو با پژوهش های ذکر شده میتوان گفت: از جمله دلایل در افزایش تعادل ناشی از تمرینات تقویتی تسهیل و همزمان سازی واحدهای حرکتی تند انقباض و بزرگ (۴۹)، تحریک دوک های عضلانی، کاهش اثر خودمهاری اندام های وتری گلژی و هم چنین افزایش در هماهنگی عضلات درگیر در فعالیت های هم انقباضی بیان شده است. با تحریک دوک های عضلانی، انقباض عضلانی باعث افزایش فعالیت اعصاب وابران گامای موجود در دوک ها می شود و افزایش این حساسیت در دوک ها حس وضعیت مفصل را بهبود می بخشد که در کنترل (۵۰)، مفصل دلایل فیزیولوژیکی برای بهبود قدرت احتمالا به علت تغییرات عصبی است که به کارکرد موثر

[2] Oliveira et all

[2] Oliveira et all

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

عضله، افزایش فعال سازی عصبی، افزایش همزمانی انقباض نورون های حرکتی و کاهش عمل مهاری اندام وتری گلژی منجر شده است (۵۱). هم چنین در تبیین یافته های این پژوهش و همسو با پژوهش های ذکر شده میتوان گفت: از جمله دلایل در افزایش تعادل ناشی از تمرینات در آب آن است که شرایط محیطی آب به گونه ای است که اجازه می دهد تا افراد دامنه وسیعی از حرکات را بدون افزایش خطر افتادن یا آسیب انجام دهند. ضمن این که محیط محافظ آب اجازه حفظ یک وضعیت مستقیم و صاف را به طور مستقل به افراد سالمند می دهد (۵۲). نیروهای بر هم زننده ثبات و تعادل در آب نیز محیط مناسبی را برای فعالیت های تعادلی و به چالش کشیدن سیستم های درگیر در تعادل فراهم می کنند. همچنین به علت افزایش زمان عکس العمل این گونه تمرینات برای افراد دچار نقصان در تعادل مناسب است؛ چرا که به علت خاصیت ویسکوزیته آب حرکات آهسته تر صورت می گیرد و در نتیجه افراد مدت زمان بیشتری جهت ایجاد پاسخ و عکس العمل اختیار دارند(۵۳). تکرار و سرعت حرکات نیز ممکن است باعث افزایش قدرت و استقامت و نیز بهبود انعطاف پذیری و زمان عکس العمل باشد (۵۴).

یافته ها نشان داد، تمرینات تقویتی و آب درمانی با توجه به میانگین زمان واکنش ساده و انتخابی گروه های آزمایش نسبت به گروه کنترل، موجب بهبود معنادار زمان واکنش ساده و انتخابی در گروه های آزمایش شده است.

این نتایج با یافته های موریسون[9] و همکاران، نامدار طجری و همکاران، پژوهش داپل میر و وبر،(۴۳،۴۴،۴۵)، همسو و هماهنگ بود. موریسون[10] و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه ای اثر ۱۲ هفته تمرین ورزشی هوازی را بر روی پیاده روی، تعادل، زمان واکنش و شاخص های خطر سقوط در افراد سالمند مبتلا به دیابتی با / بدون نوروپاتی محیطی مورد بررسی قرار داد. نتایج تحقیق نشان داد که قبل از تمرین، گروه نوروپاتی دیابتی در مقایسه با افرد دیابتی دارای خطر سقوط بیشتر، زمان واکنش آهسته تر (دست)، سرعت راه رفتن آرام تر هستند. بعد از تمرین، زمان واکنش دست / پا بهبود و سرعت پیاده روی سریع تری برای هر دو گروه حاصل شد. در حالی که خطر سقوط به طور قابل ملاحظه ای کاهش نمی یابد، تغییرات مشاهده شده در راه رفتن، زمان واکنش و معیارهای تعادلی نشان می دهد که ورزش هوازی از شدت های مختلف برای بهبود وضعیت دینامیکی در سالمندان با و بدون نوروپاتی مفید است (۵۵). هم چنین نامدار طجری و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهشی به بررسی اثر آموزش نوروفیدبک بر تعادل و زمان واکنش ورزشکاران دوومیدانی پرداختند که نتایج نشان داد که آموزش نوروفیدبک را میتوان برای بهبود برخی از تواناییهای ادراکی حرکتی ورزشکاران، مانند تعادل و زمان واکنش به کار برد(۵۶). پژوهش داپل میر و وبر(۲۰۱۱)، نیز نشان داده شد که تمرینات نوروفیدبک منجر به افزایش دامنه ی SMR[11] شده است و زمان عکس العمل کاهش می یابد (۵۷).

در تبیین یافته های این پژوهش و همسو با پژوهش های ذکر شده میتوان گفت: از جمله دلایل بهبود زمان واکنش ساده و انتخابی پس از تمرینات تقویتی و آب درمانی می توان به موارد زیر اشاره کرد. افزایش در غلظت های پلاسمای محیطی کاتکولامین ها، آدرنالین ها، و نورآدرنالین در مدت فعالیت بدنی موجب تغییرات در سیستم عصبی مرکزی(CNS)، می شوند، به نظر می رسد این افزایش در CNS برای بالا بردن سطح انگیختگی می باشد (۵۸). فعالیت بدنی باعث افزایش درجه حرارت خون شده که به نوبه خود منجر به افزایش در سرعت انتقال عصبی می شود(۵۹). تاثیر فعالیت بدنی بر عملکرد مغز از طریق

[9]- Morrison et all
[10]- Morrison et all
[11] sensorimotor rhythm

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

آزمایشات حیوانی صورت گرفته است. فعالیت بدنی منجر به افزایش مقادیر کلسیم پلاسما نیز به مغز منتقل می شود. این فرایند به نوبه ی خود، ترکیب و سنتز دوپامین مغز را از طریق یک سیستم وابسته به کالمودولین افزایش می دهد و سطوح افزایش یافته دوپامین عملکردهای مختلف مغز را هماهنگ و یکپارچه می کند (۶۰). این مطلب نیز می تواند توجیه مناسبی برای افزایش سرعت پردازش اطلاعات که در سیستم عصبی مرکزی رخ می دهد، باشد. هم چنین ممکن است تاثیر مثبت فعالیت بدنی متوسط بر زمان واکنش، مربوط به سرعت پردازش شناختی باشد (۶۱).

نتایج فرضیه ی تاثیر تمرین در آب و تمرین مقاومتی بر زمان واکنش ساده و انتخابی با نتیجه ی اویس و اسپینکر[12](۲۰۰۱)، همخوانی ندارد (۶۲). در این پژوهش که طی آن ۲۱ نفر با سن ۵۶ تا ۵۵ سال با سه شدت مختلف بر روی دوچرخه کارسنج فعالیت می کردند. محقیقین دریافتند بعد از یک فعالیت ۱۰ دقیقه ای با شدت های کم(۴۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی[13])، متوسط(۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) و زیاد (۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی)، هیچ تغییری در زمان واکنش ساده و انتخابی آزمودنی ها ایجاد نشده است. باید در نظر داشت تحقیقات نامبرده از فعالیت بدنی متوسط و یا فزاینده استفاده کرده اند و دقیقا به آستانه لاکتات اشاره نمی کنند. هم چنین جامعه آماری از لحاظ سن و نوع فعالیت بدنی، متفاوت می باشد که می تواند جزء دلایل متفاوت بودن نتایج باشد. نکات برجسته ی این تحقیق این است که تا آنجایی که ما مطالعه کردیم هنوز تحقیقی ارائه نشده است که به بررسی همزمان دو متغییر(تمرین تقویتی و تمرین در آب) بر روی تعادل و زمان واکنش در افراد مبتلا به دیابت نوروپاتی بپردازد، هم چنین تا آنجایی که ما مطالعه کردیم هنوز تحقیقی به بررسی زمان واکنش در افراد مبتلا به دیابت نوروپاتی نپرداخته است.

بنابراین اثرات مفید تمرینات و فعالیت های ورزشی از جمله فعالیت در آب و تمرینات تقویتی بر بهبود زمان واکنش ساده و انتخابی را می توان به نتیجه بهبود در سازگاری عصبی و فیزیولوژیکی نسبت داد.

نتیجه گیری

یافته های پژوهش حاضر اهمیت و ضرورت ارائه ی راهکارهایی برای بهبود تعادل و زمان واکنش ساده و انتخابی را برای بیماران مبتلا به دیابت نوروپاتی نشان می دهد. با توجه به اینکه در این بیماران تعادل و زمان واکنش دچار اختلال می شود، میتوان با تمرینات تقویتی و تمرین در آب سبب بهبود تعادل در این بیماران شد. این مطالعه می تواند در توجه و ارائه راهکارهایی در این حوزه مفید واقع گردد. از جمله محدودیت های پژوهش حاضر می توان به کم بودن حجم نمونه، عدم کنترل دقیق فعالیت های بدنی روزانه ی آزمودنی ها و هم چنین عدم استفاده از نمونه گیری تصادفی که تعمیم پذیری نتایج مطالعه را کاهش می دهد، اشاره کرد. انتخاب نمونه پژوهش با روش نمونه گیری در دسترس اجرای پژوهش را با اندکی مشکل روبرو ساخت. با توجه به اثر بخش بودن تمرینات تقویتی و تمرین در آب بر تعادل و زمان واکنش در بیماران دیابت نوروپاتی محیطی، میتوان به عنوان شیوه ای مناسب از این تمرینات در بهبود تعادل در این بیماران استفاده کرد. هم چنین، استفاده از این تمرینات در جهت بهبود تعادل و زمان واکنش در افراد مسن و سایر بیمارانی که نقص تعادل دارند، پیشنهاد می گرد. و هم چنین میتوان این تمرینات را با تمرینات دیگری که سبب بهبود تعادل می شود، مقایسه کرد.

تشکر و قدردانی

[12] Oweis and Spinkes

[13] VO2max

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

بدین وسیله از کلیه مشارکت کنندگان که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می آید. تحقیق حاضر با کد IR.KUMS.REC.1397.411 در کمیته اخلاق در پژوهش علوم پزشکی کرمانشاه و با کد IRCT20170114031942N10در سامانه ثبت کارآزمایی بالینی ایران ثبت گردید.

تضاد منافع

هیچگونه تضاد منافعی بین نویسندگان وجود ندارد

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

References

1. Orlando G, Balducci S, Bazzucchi I, Pugliese G, Sacchetti M. Neuromuscular dysfunction in type 2 diabetes: underlying mechanisms and effect of resistance training. Diabetes/Metabolism Research and Reviews. 2016; 32(1): 40-50.

2. Suda E, Madeleine P, Hirata RP, Samani A, Kawamura T, Sacco ID. Reduced complexity of force and muscle activity during low level isometric contractions of the ankle in diabetic individuals. Clinical Biomechanics. 2017; 42: 38-46.

3. Zhang HH, Han X, Wang M, Hu Q, Li S, Wang M, et al. The association between genomic DNA methylation and diabetic peripheral neuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus. Journal of Diabetes Research. 2019; 2019: 2494057.

4. Cham MB, Mohseni-Bandpei MA, Bahramizadeh M, Forogh B, Kalbasi S, Biglarian A. Effects of Vibro-medical Insoles with and without vibrations on balance control in diabetic patients with mild-to-moderate peripheral neuropathy. Journal of Biomechanics. 2020; 24: 109656.

5. Young M, Boulton A, MacLeod A, Williams D, Sonksen P. A multicentre study of the prevalence of diabetic peripheral neuropathy in the United Kingdom hospital clinic population. Diabetologia. 1993; 36(2): 150-4.

6. Maksimovic A, Hanewinckel R, Verlinden VJ, Ligthart S, Hofman A, Franco OH, et al. Gait characteristics in older adults with diabetes and impaired fasting glucose: the rotterdam study. Journal of Diabetes and Its Complications. 2016; 30(1): 61-6.

7. Lord SR, Sherrington C, Menz HB, Close JC. Falls in older people: risk factors and strategies for prevention. Cambridge: Cambridge University Press; 2007.

8. Gribble P. The star excursion balance test as a measurement tool. Athletic Therapy Today. 2003; 8(2): 46-7.

9. Nardone A, Grasso M, Schieppati M. Balance control in peripheral neuropathy: are patients equally unstable under static and dynamic conditions? Gait & Posture. 2006; 23(3): 364-73.

10. Hall CM, Brody LT. Therapeutic exercise: moving toward function. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

11. Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. Diabetes Care. 2004; 27(1): 173-8.

12. Ghanavati T, Shaterzadeh Yazdi M, Goharpey SH, Arastoo AA. Functional balance in diabetic neuropathy. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2009; 11(1): 1-9.

13. Hewston P, Deshpande N. Falls and balance impairments in older adults with type 2 diabetes: thinking beyond diabetic peripheral neuropathy. Canadian Journal of Diabetes. 2016; 40(1): 6-9.

14. Cavanagh P, Derr J, Ulbrecht J, Maser R, Orchard T. Problems with gait and posture in neuropathic patients with insulin-dependent diabetes mellitus. Diabetic Medicine. 1992; 9(5): 469-74.

15. Ghafarzadegan R, Malekhosseini A, Saeedi M, Jadidi A, Rezaee Ashtiani A. The effects of lower limb vibration therapy on neuropathy pain in diabetic patients. Complementary Medicine Journal of

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

Faculty of Nursing & Midwifery. 2014; 3(4): 614-23.

16. Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. Journal of the American Geriatrics Society. 2004; 52(7): 1121-9.

17. Gu Y, Dennis SM. Are falls prevention programs effective at reducing the risk factors for falls in people with type-2 diabetes mellitus and peripheral neuropathy: a systematic review with narrative synthesis. Journal of Diabetes and Its Complications. 2017; 31(2): 504-16.

18. Porciatti V, Fiorentini A, Morrone MC, Burr DC. The effects of ageing on reaction times to motion onset. Vision Research. 1999; 39(12): 2157-64.

19. Mohan M, Thombre DP, Das AK, Subramanian N, Chandrasekar S. Reaction time in clinical diabetes mellitus. Indian Journal of Physiology and Pharmacology. 1984; 28(4): 311-4.

20. Dobrzański T, Rychta T. Studies on the time of simple reaction and selective reaction in diabetes and in schizophrenia. Polish Medical Journal. 1968; 7(2): 442-8.

21. Sartucci F, Piaggesi A, Logi F, Bonfiglio L, Bongioanni P, Pellegrinetti A, et al. Impaired ascendant central pathways conduction in impotent diabetic subjects. Acta Neurologica Scandinavica. 1999; 99(6): 381-6.

22. Di Leo MA, Di Nardo W, Cercone S, Ciervo A, Monaco ML, Greco AV, et al. Cochlear dysfunction in IDDM patients with subclinical peripheral neuropathy. Diabetes Care. 1997; 20(5): 824-8.

23. Ryan CM, Geckle MO. Circumscribed cognitive dysfunction in middle-aged adults with type 2 diabetes. Diabetes Care. 2000; 23(10): 1486-93.

24. Stewart R, Liolitsa D. Type 2 diabetes mellitus, cognitive impairment and dementia. Diabetic Medicine. 1999; 16(2): 93-112.

25. Najafi B, Bharara M, Talal TK, Armstrong DG. Advances in balance assessment and balance training for diabetes. Diabetes Management. 2012; 2(4): 293-308.

26. Najafi B, Patel N, Armstrong DG. Exercise programs to improve quality of life and reduce fall risk in diabetic patients with lower extremity disease. Diabetes and Exercise. 2018. 20: 307-18.

27. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Effect of physical training on postural control of elderly. Harefuah. 2005; 144(12): 839-44.

28. Sihvonen SE, Sipilä S, Era PA. Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: a randomized controlled trial. Gerontology. 2004; 50(2): 87-95.

29. Candeloro JM, Caromano FA. Effects of a hydrotherapy program on flexibility and muscular strength in elderly women. Revista Brasileira de Fisioterapia. 2007; 11(4): 267-72.

30. Somayeh G, Masoud N. Effect of water treatment techniques on fatigue in patients with multiple sclerosis. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2009; 30(2): 81-71.

31. Szabo SM, Janssen PA, Khan K, Potter MJ, Lord SR. Older women with age-related macular degeneration have a greater risk of falls: a physiological profile assessment study. Journal of the American Geriatrics Society. 2008; 56(5): 800-7.

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

32. Latham N, Liu CJ. Strength training in older adults: the benefits for osteoarthritis. Clinics in Geriatric Medicine. 2010; 26(3): 445-59.
33. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology. 2008; 38(6): 467-78.
34. Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. American Journal of Preventive Medicine. 2003; 25(3): 141-9.
35. Hedayati A, Rashidlamir A, Hashemi Javaheri A, Ehsaei M. The effect of eight weeks of resistance training on static and dynamic balance as well as power of the foot muscles in diabetic women with peripheral neuropathy. SSU_Journals. 2015; 23(9): 833-43.
36. Farhan V, Abbasi A, Tabatabaei Ghomshe F, Khaleghi Tazaji M, Jafarnrzhad Gero AA. Effect of combined trainings (rom improvement, muscle strengthening, balance training and gait training) on balance and risk for falling in older women with diabetic peripheral neuropathy. Journal of Rehabilitation Medicine. 2019; 8(2): 97-105.
37. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. Journal of the American Geriatrics Society. 2008; 56(12): 2234-43.
38. Mueller MJ, Maluf KS. Tissue adaptation to physical stress: a proposed "Physical Stress Theory" to guide physical therapist practice, education, and research. Physical Therapy. 2002; 82(4): 383-403.
39. Maluf KS, Mueller M. Comparison of physical activity and cumulative plantar tissue stress among subjects with and without diabetes mellitus and a history of recurrent plantar ulcers. Clinical Biomechanics. 2003; 18(7): 567-75.
40. Buchner DM, Cress ME, De Lateur BJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 1997; 52(4): M218-24.
41. Tofthagen C, Visovsky C, Berry DL. Strength and balance training for adults with peripheral neuropathy and high risk of fall: current evidence and implications for future research. Oncology Nursing Forum. 2012; 39(5): E416.
42. Handsaker JC, Brown SJ, Bowling FL, Maganaris CN, Boulton AJ, Reeves ND. Resistance exercise training increases lower limb speed of strength generation during stair ascent and descent in people with diabetic peripheral neuropathy. Diabetic Medicine. 2016; 33(1): 97-104.
43. Åsa C, Maria S, Katharina SS, Bert A. Aquatic exercise is effective in improving exercise performance in patients with heart failure and type 2 diabetes mellitus. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2012; 2012: 349209.
44. Cider Å, Schaufelberger M, Sunnerhagen KS, Andersson B. Hydrotherapy-a new approach to improve function in the older patient with chronic heart failure. European Journal of Heart Failure. 2003; 5(4): 527-35.
45. Yim-Chiplis PK, Talbot LA. Defining and measuring balance in adults. Biological Research for Nursing. 2000; 1(4): 321-31.

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

46. Lee JH, Sung E. The effects of aquatic walking and jogging program on physical function and fall efficacy in patients with degenerative lumbar spinal stenosis. Journal of Exercise Rehabilitation. 2015; 11(5): 272.

47. Kargarfard M, Chitsaz A, Azizi S. Effects of an 8-week aquatic exercise training on balance in patients with parkinson's disease. Journal of Isfahan Medical School. 2012; 23(9): 833-43.

48. de Oliveira MR, da Silva RA, Dascal JB, Teixeira DC. Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: a randomized controlled trial. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2014; 59(3): 506-14.

49. Cynthia At. The effects of strength and plyometric training on joint position, joint moments and joint stiffness at the knee. [PhD Dissertation]. Canada: Faculty of Brigham Young University; 2004.

50. Docherty CL, Moore JH, Arnold BL. Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. Journal of Athletic Training. 1998; 33(4): 310.

51. Enoka RM. Muscle strength and its development. Sports Medicine. 1988; 6(3): 146-68.

52. Era P, Heikkinen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. Journal of Gerontology. 1985; 40(3): 287-95.

53. Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. New Jersey: John Wiley & Sons; 2009.

54. Simmons V, Hansen PD. Effectiveness of water exercise on postural mobility in the well elderly: an experimental study on balance enhancement. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 1996; 51(5): M233-8.

55. Morrison S, Colberg SR, Parson HK, Vinik AI. Exercise improves gait, reaction time and postural stability in older adults with type 2 diabetes and neuropathy. Journal of Diabetes and its Complications. 2014; 28(5): 715-22.

56. Namdar TS, Mirifar A, Memar MM. Effects of neurofeedback training on balance and reaction time of track and field athletes. Sport Psychology Studies. 2017; 6(19): 19-30.

57. Doppelmayr M, Weber E. Effects of SMR and theta/beta neurofeedback on reaction times, spatial abilities, and creativity. Journal of Neurotherapy. 2011; 15(2): 115-29.

58. Shabanah EH, Toth A, Carassavas D, Maughan GB. The role of the autonomic nervous system in uterine contractility and blood flow: IV. Interrelationship of progesterone and certain catecholamines in the control of myometrial function. American Journal of Obstetrics and Gynecology. 1968; 100(7): 974-80.

59. McMorris T, Keen P. Effect of exercise on simple reaction times of recreational athletes. Perceptual and Motor Skills. 1994; 78(1): 123-30.

60. Naeimikia M, Gaeini A, Farokhi A, Gholami A, Khaledi N. Choice reaction time changes during a progressive exercise and its relation to heart rate and lactate threshold. Olympic. 2000; 23(9): 833-43.

61. Kashihara K, Nakahara Y. Short-term effect of physical exercise at lactate threshold on choice reaction time. Perceptual and Motor Skills. 2005; 100(2): 275-91.

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]

62. Oweis P, Spinks W. Biopsychological, affective and cognitive responses to acute physical activity. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2001; 41(4): 528.

[Downloaded from jdn.zbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23455020.1398.7.4.7.1]