Jundishapur
Scientific Medical Journal

September & October 2022. Vol 21. No 4

Research Paper

Motor Strategies Used to Restore Balance in People With and Without Impaired Sensory Organization Suffering From Diabetic Polyneuropathy

Zahra Kosarian [1, 2], Mehrnoosh Zakerkish [3], Mohammad Mehravar [1, 4], *Mohammadjafar Shaterzadeh Yazdi [1, 4], Saeed Hesam[5]

1. Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
2. Student Research Committee, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
3. Diabetes Research Center, Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
4. Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
5. Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Kosarian Z, Zakerkish M, Mehravar M, Shaterzadeh Yazdi M, Hesam S. [Motor Strategies Used to Restore Balance in People With and Without Impaired Sensory Organization Suffering From Diabetic Polyneuropathy (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2022; 21(4):560-573. https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.4.2844

https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.4.2844

ABSTRACT

Background and Objectives Reduced ability to control balance is one of the disorders affecting the quality of life and daily activities of people with diabetic polyneuropathy (DPN), which can lead to dangerous consequences such as falling. By identifying the causes of balance disorders, we can better understand this condition to provide effective and evidence-based treatments for these patients. This study aims to investigate and compare the use of motor strategies in people with and without impaired sensory organization suffering from DPN.

Subjects and Methods In this cross-sectional study, 40 people with DPN participated. Their demographic information were recorded and then underwent balance performance test using the sensory organization test. Based on the results, they were divided into two groups: Control group without impaired sensory organization (n=18) and Patient group with impaired sensory organization (n=22).

Results The prevalence of inappropriate use of motor strategies to restore balance in DPN patients with impaired sensory organization was higher than in the control group. The adopted inappropriate strategy was mostly in using ankle strategy, where the somatosensory and visual perturbations were higher.

Conclusion Patients with DPN use ankle strategy, instead of hip strategy, to restore balance. This non-use of hip strategy is more common in patients with impaired sensory organization.

Keywords Diabetic polyneuropathy, Balance, Sensory organization, Motor strategy

Received: 16 May 2022
Accepted: 28 May 2022
Available Online: 23 Sep 2022

Corresponding Author:
Mohammadjafar Shaterzadeh Yazdi, Associate Professor.
Address: Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
Tel: +98 (61) 33743101
E-Mail: shaterzadeh.pt@gmail.com

Jundishapur
Scientific Medical Journal

Extended Abstract

Introduction

Diabetes is a common, non-communicable disease. Its prevalence is estimated to reach 592 million people by 2035, imposing a huge financial burden on the health system [1, 2]. Diabetic poly neuropathy (DPN) is one of the most common chronic complications of diabetes, affecting almost 50% of diabetic population. The most common type of affected nerve fiber are large fibers, in which visual, vestibular and somatosensory senses are transferred to central nervous system [4]. Since, the mentioned senses are involved in postural control, their lacking and balance and gait impairments can increase the risk of falling [5-7]. Postural control encompasses a complex process between sensory and motor systems, involving sensory inputs, responding to body orientation changes, and maintaining the body center of mass within the base of support [8, 9].

Following a perturbation, the postural control system uses two strategies to restore balance: Ankle strategy, and hip strategy. The optimal use of these movement strategies, not only overcomes the balance challenge, but also leads to the reduction of energy consumption to perform the balance task [14, 15]. Sensory organization test (SOT) is used to quantify balance using three senses, and is a gold standard for evaluating impaired sensory organization. It is provided by the NeuroCom device. In this test, the balance performance is examined under six conditions. In this study, we aim to investigate how the movement strategies are employed in people with DPN in two groups with and without impaired sensory organization.

Methods

In this cross-sectional study, 74 people with DPN were introduced by an endocrinologist who met the inclusion criteria. Twenty-two of them refused to participate in the study for personal reasons. Of the remaining 52 people who agreed to participate in the study, 12 were excluded due to having at least one of the exclusion criteria. Finally, 40 people with DPN (26 women and 14 men) participated in the study. After signing the consent form, their demographic information was recorded, and underwent neuropathic examinations using neuropathy disability score (NDS). Then, balance evaluation was conducted using SOT on NeuroCom instrument. This test provides two scores of composite and equilibrium. According to the presence or absence of balance disorder based on the SOT, participants were placed in two groups: Control group without impaired sensory organization (n=18) and Patient group with impaired sensory organization (n=22). Then, motor strategies were used to restore balance. Descriptive statistics including Mean±SD, and percentage were used for quantitative variables.

Results

The prevalence of using the wrong motor strategy in the patient group was higher than in the control group. In all participants, the most error in choosing the motor strategy was at SOT conditions 5 and 6 (where the greatest challenge was applied to the vestibular system) in which a wrong ankle strategy was mostly used (ankle dominant). Most of people with impaired sensory organization adopted an inappropriate ankle strategy. In Overall, 40% of the participants selected the correct motor pattern, and 60% used an inappropriate motor pattern.

In the control group, only three had adopted an inappropriate motor pattern, one had an inappropriate ankle strategy at condition 6, one had an inappropriate hip strategy at condition 6, and the other one had inappropriate hip strategy at conditions 5 and 6. Finally, nine motor strategy patterns were observed in people DPN.

Conclusion

People with DPN use incorrect motor strategy to restore balance compared to healthy peers. The prevalence of improper use of motor strategy in DPN people with impaired sensory organization is much higher than that in the DPN people without this impairment. These people relied more on the ankle strategy, especially when the vestibular system was under higher perturbation. This finding can indicate the presence of vestibular system disorder following DPN in these patients. It is recommended to pay attention to the strength and coordination of trunk and hip muscles for optimal use of hip strategy in different balance conditions during treatment of balance disorders in people with DPN.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of Ahavz Jundishapur University of Medical Sciences (Code: IR.AJUMS.REC.1397.436). All participants signed a written informed consent form.

Funding

This article was extracted from the PhD thesis of Zahra Kosarian in Physiography, and funded by Ahavz Jundishapur University of Medical Sciences.

Authors contributions

Conceptualization: Mohammadjafar Shaterzadeh Yazdi, Mehnosh Zakerkish, Mohammad Mehravar and Zahra Kosarian; Investigation: Zahra Kosarian; Data analysis: SaeedHesam and Zahra Kosarian; Editing & review: All authors.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Vice-Chancellor for Research of Ahavz Jundishapur University of Medical Sciences and Musculoskeletal Rehabilitation Research Center for the support and cooperation.

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور
مهر و آبان ۱۴۰۱. دوره ۲۱. شماره ۴

مقاله پژوهشی

راهبردهای حرکتی مورد استفاده جهت بازیابی تعادل تحت چالش‌های سازماندهی حسی در افراد دارای نوروپاتی دیابتی

زهرا کوثریان[۱،۲]، مهرنوش ذاکرکیش[۳]، محمد مهرآور[۱،۴]، *محمدجعفرشاطرزاده یزدی[۱،۴]، سعید حسام[۵]

۱. مرکز تحقیقات توانبخشی اسکلتی عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۳. مرکز تحقیقات دیابت، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی اهواز، ایران.
۴. گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
۵. گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Kosarian Z, Zakerkish M, Mehravar M, Shaterzadeh Yazdi MJ, Hesam S. [Motor Strategies Used to Restore Balance Under the Challenges of Sensory Organization in People With Diabetic Neuropathy (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2022; 21(4):560-573. https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.4.2844

https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.4.2844

CC BY NC

چکیده

زمینه و هدف کاهش توانایی کنترل تعادل ازجمله اختلالات تأثیرگذار بر کیفیت زندگی و فعالیت‌های روزمره افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی است که می‌تواند منجر به پیامدهای خطرناکی نظیر زمین خوردن شود. با مشخص شدن علل اختلالات تعادل می‌توان به درک بهتری از این عارضه برای برنامه‌ریزی درمان‌های مؤثر و مبتنی بر شواهد در این دسته افراد پرداخت. ازاین‌رو، در این مطالعه به راهبردهای حرکتی بازیابی تعادل در افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی با و بدون نقص سازماندهی حسی تعادلی بررسی و مقایسه شده است.

روش بررسی در این مطالعه مقطعی، ۴۰ فرد مبتلا به نوروپاتی دیابتی شرکت کردند که تحت ارزیابی‌های زمینه‌ای و تعادلی (آزمون سازماندهی حسی) قرار گرفتند. افراد براساس نتایج آزمون سازماندهی حسی به دو گروه کنترل (افراد بدون اختلال تعادل) و آزمایش (افراد دارای اختلال تعادل) جای گرفتند. تعداد افراد هر گروه به‌ترتیب ۱۸ و ۲۲ نفر بودند.

یافته‌ها در این مطالعه مشخص شد شیوع استفاده از راهبرد نامناسب حرکتی جهت بازیابی تعادل در بیماران نوروپاتی دارای اختلال تعادل بیشتر از بیماران نوروپاتی بدون اختلال تعادل است. همچنین راهبرد نامناسب اتخاذشده اکثراً به‌صورت اتکای بیش از حد به راهبرد مچی به‌ویژه در شرایطی که سیستم‌های حسی-پیکری و بینایی تحت حداکثر اغتشاش باشند، نمود یافت.

نتیجه‌گیری در مطالعه حاضر مشخص شد افراد دچار نوروپاتی دیابتی به‌جای بهره بردن از حرکت مفصل ران در شرایط چالشی تعادل، حرکت را در مفصل مچ محدود کردند که این عدم به‌کارگیری راهبرد رانی در افراد دارای نقص سازماندهی حسی تعادلی بیشتر از افراد بدون این نقص بود.

کلیدواژه‌ها نوروپاتی دیابتی، تعادل، سازماندهی حسی، راهبرد حرکتی

تاریخ دریافت: ۲۶ اردیبهشت ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۰۷ خرداد ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۱

* **نویسنده مسئول:**
دکتر محمدجعفرشاطرزاده یزدی
نشانی: اهواز، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی.
تلفن: ۳۳۷۴۳۱۰۱ (۶۱) ۹۸+
رایانامه: shaterzadeh.pt@gmail.com

مقدمه

دیابت شیرین بیماری شایعی است که طبق آخرین تخمین‌ها در سال ۲۰۱۳، شیوع آن ۳۸۲ میلیون نفر اعلام شد. این بیماری در دسته بیماری‌های مزمن غیرواگیر قرار دارد و در بین دیگر بیماری‌های این دسته، با سرعت زیادی در حال افزایش است؛ به‌طوری‌که برآورد می‌شود تا سال ۲۰۳۵ شیوع آن به ۵۹۲ میلیون نفر افزایش یابد [۱، ۲]. یکی از عوارض شایع و مزمن دیابت، نوروپاتی محیطی دیابتی می‌باشد که تقریباً ۵۰ درصد از افراد مبتلا به دیابت را درگیر می‌کند. در این میان، نوروپاتی متقارن انتهایی[1] از انواع دیگر شایع‌تر می‌باشد [۳]. از بین زیرمجموعه‌های نوروپاتی متقارن انتهایی، نوروپاتی الیاف قطور (که بیشتر اعصاب حسی مسئولِ انتقال حس‌های ارتعاش، وضعیت و لمس دقیق، و وابران‌های حرکتی را درگیر می‌کند) شایع‌تر است [۴]. ازآنجایی‌که نوروپاتی متقارن انتهایی موجب تخریب یا از بین رفتن آوران‌های اندام تحتانی می‌شود، اختلال یا فقدان در بازخوراند دقیق حس عمقی این اندام‌ها و درنتیجه بی‌ثباتی وضعیتی، عدم تعادل و اختلال در الگوی راه رفتن در بیماران مبتلا عارض می‌شود [۳، ۴]. در مطالعات متعدد مشخص شده است که این عوارض، یعنی عدم تعادل و اختلال در الگوی راه رفتن، از عوامل افزاینده خطر افتادن می‌باشند [۱، ۵-۷].

فرایند حفظ وضعیت در برگیرنده تعامل پیچیده‌ای بین سیستم‌های حسی و حرکتی است که شامل دریافت تحریکات محیطی، پاسخ به تغییرات جهت‌گیری بدن در محیط و حفظ مرکز ثقل بدن درون سطح اتکا می‌باشد. حین ایستادن آرام، مرکز ثقل درون سطح اتکا که توسط پاها مشخص می‌شود، حفظ می‌شود. هرچند در این حالت بدن کاملاً ایستا نمی‌باشد و مرکز ثقل پیوسته درون سطح اتکا در حال حرکت است که آن را نوسان وضعیتی می‌نامند. نوسان وضعیتی بیانگر سطح پیچیده‌ای از تعاملات و حلقه‌های کنترل حسی–حرکتی‌ای می‌باشد که در فرایند کنترل تعادل نقش دارند [۸]. سیستم‌های حسی دخیل در این فرآیند شامل سیستم‌های حسی-پیکری، بینایی و دهلیزی است [۹]. محققین بر این باورند که افراد برای فائق آمدن بر تکالیف پیچیده که سطح چالش بالایی بر ثبات وضعیتی القا می‌کنند، باید بتوانند اطلاعات هر ۳ سیستم حسی دخیل در تعادل را یکپارچه کنند که آن را یکپارچگی حسی[2] می‌نامند [۱۰، ۱۱]. بدیهی است که هر گونه اختلال در هر کدام از ۳ سیستم پیش‌گفت منجر به اختلال در تعادل و در صورت عدم تشخیص به موقع و درمان مناسب، افتادن فرد را به دنبال خواهد داشت [۱۲، ۱۳].

مطالعات نشان داده‌اند که حین ایستادن آرام پس از اعمال اغتشاش، بدن یک سری الگوهای حرکتی نسبتاً کلیشه‌ای در عضلات تنه و پاها با تأخیر تقریبی ۶۵ تا ۱۳۰ میلی‌ثانیه از خود نشان می‌دهد. بنابراین، سیستم کنترلی وضعیت بدن به‌جای ایجاد تنوع دائم در الگوی انقباض عضلانی، از راهبردهای مشخص درون منطقه محدودی از انتخاب‌های متعدد بهره می‌برد تا به سرعت محافظت از بدن را انجام دهد. این راهبردها شامل راهبرد مچی و راهبرد رانی می‌باشند [۱۴]. راهبرد مچی شامل فعالیت تأخیری عضلات مچ، ران و تنه از دیستال به پروگزیمال، در همان سمت اعمال اغتشاش (قدامی یا خلفی) می‌باشد. در راهبرد رانی، فعالیت تأخیری عضلات تنه و ران را به‌صورت پروگزیمال به دیستال می‌بینیم. برای مثال، در پاسخ به حرکت رو به عقب سطح اتکا، به‌ترتیب فعالیت پلانتار فلکسورهای مچ، فلکسورهای ران و اکستنسورهای ران در راهبرد مچی و رانی، فعالیت اکستنسورهای زانو و فلکسورهای هیپ به‌ترتیب مشاهده می‌شود [۱۴، ۱۵].

از جنبه مکانیکی، راهبرد مچی شامل چرخش بدن حول مفصل مچ با حداقل حرکت در مفاصل فوقانی می‌باشد که این موضوع باعث می‌شود گشتاور مفصل مچ بتواند بدن را به‌صورت یک پاندول معکوس تک-واحدی کنترل کند. در راهبرد رانی قسمت فوقانی بدن حرکتی رو به جلو و پایین دارد که یک چرخش خلفی را در قسمت تحتانی بدن اعمال می‌کند و همچنین ممان اینرسی حول مفصل مچ را کاهش می‌دهد و منجر به ایجاد گشتاور در این مفصل جهت ایجاد شتاب زاویه‌ای بیشتر بدن می‌شود. راهبرد مچی توسط عدم توانایی پا برای اعمال گشتاور در تماس با سطح اتکا محدود می‌شود؛ درحالی‌که راهبرد رانی توسط اصطکاک سطح و ناتوانی در ایجاد نیروی افقی در مقابل سطح اتکا محدود می‌شود. ازاین‌رو، امکان دارد راهبرد مچی در مواجهه با اغتشاشات کند و کم شدت در حالت ایستادن ثابت فعال شود. هنگامی که اغتشاشات سریع و شدید باشند یا هنگام ایستادن روی سطح باریک که مچ نمی‌تواند گشتاور زیادی اعمال کند، راهبرد رانی به کار گرفته شود [۱۴، ۱۵].

ازاین‌رو، استفاده بهینه از این راهبردهای حرکتی جهت بازیابی تعادل علاوه‌بر فائق آمدن بر چالش تعادلی، به کاهش انرژی مصرفی فرد جهت انجام تکلیف تعادلی نیز منجر می‌شود. جهت کمی‌سازی نحوه به‌کارگیری راهبردهای حرکتی از آزمون سازماندهی حسی که استاندارد طلایی ارزیابی یکپارچگی حسی می‌باشد و توسط دستگاه ارزیابی تعادل NeuroCom ارائه می‌شود، استفاده می‌شود. در این آزمون عملکرد تعادلی فرد تحت شرایط ۶ گانه تعادلی مورد بررسی قرار می‌گیرد و باتوجه‌به سن، قد و وزن افراد با داده‌های نُرم جامعه مقایسه و تفاوت‌ها را گزارش می‌دهند. بنابراین، برآن شدیم که به بررسی نحوه به‌کارگیری راهبردهای حرکتی در افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی بپردازیم تا بتوانیم اولاً اختلافات ایشان را

1. (DSN)
2. Sensory Organization (SO)

با نُرم جامعه بیابیم؛ همچنین فرض کردیم بین افرادی که ازنظر استاندارد طلایی آزمون سازماندهی حسی[3] اختلال تعادل دارند با افرادی که اختلال تعادل ندارند، در انتخاب راهبردهای حرکتی تفاوت وجود دارد. درنهایت نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند در انتخاب نوع درمان فیزیوتراپی برای بهبود تعادل ایشان از طریق به‌کارگیری راهبرد حرکتی مناسب کمک‌کننده باشد.

روش بررسی

در این مطالعه مقطعی، در ابتدا ۷۴ نفر توسط پزشک فوق تخصص غدد به‌عنوان فرد مبتلا به نوروپاتی دیابتی و دارای معیارهای ورود معرفی شدند. ۲۲ نفر از ایشان به دلایل شخصی از شرکت در مطالعه امتناع ورزیدند. از ۵۲ نفری که به شرکت در مطالعه رضایت دادند، ۱۲ نفر به‌دلیل داشتن حداقل یکی از معیارهای خروج (داشتن ضربان ساز قلبی، تعویض دوطرفه در مفصل زانو، سرطان سینه فعال، درد فعال ناحیه تحتانی کمر، لنف ادم اندام تحتانی و زخم کف پا) از مطالعه حذف شدند. سرانجام، کلیه تست‌ها از ۴۰ فرد مبتلا به نوروپاتی دیابتی –۲۶ زن و ۱۴ مرد– گرفته شد که باتوجه‌به وجود و یا عدم وجود اختلال تعادل بر مبنای تست استاندارد آزمون سازماندهی حسی در ۲ گروه کنترل (افرادی که اختلال تعادل نداشتند–۱۸ نفر) و گروه آزمون (افرادی که اختلال تعادل داشتند–۲۲ نفر) جای گرفتند.

معیارهای ورود به این مطالعه عبارت بودند از ابتلا به دیابت نوع ۲ براساس تشخیص پزشک متخصص، ابتلا به نوروپاتی دیابتی براساس معیارهای تشخیصی بالینی و آزمایشگاهی و توانایی انجام آزمونه‌ای تعادلی. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از زخم کف پا، مشکلات ارتوپدی یا جراحی‌هایی که در راه رفتن تداخل ایجاد می‌کند، عوارض نورولوژی غیر از نوروپاتی دیابتی که در راه رفتن اشکال ایجاد می‌کند، مشکلات عروق محیطی، علائم درگیری سیستم عصبی مرکزی مثل دمانس، پارکینسون و مالتیپل اسکلروزیز، بدشکلی‌های اسکلتی‌عضلانی در اندام‌های تحتانی، ابتلا به مشکلات قلبی-ریوی کنترل‌نشده، حدت بینایی اصلاح‌نشده کمتر از ۲۰/۷۰، سابقه سرگیجه، سابقه آنژین ناپایدار، فشار خون کنترل‌نشده و سابقه تاکی کاردی یا آرتیمی در حال استراحت [۱۲، ۱۳، ۱۶-۲۱]. مطالعه به این ترتیب انجام شد که ابتدا از پزشک فوق تخصص غدد درخواست شد تا از میان بیماران مبتلا به دیابت علاقه‌مند به شرکت در این مطالعه که واجد معیارهای ورود و فاقد معیارهای خروج مدنظر پژوهشگران باشند، آن دسته از بیمارانی را که براساس معیارهای تشخیص نوروپاتی، مبتلا به نوروپاتی دیابتی تشخیص داده می‌شوند جهت اجرای تحقیق ارجاع دهند. این مطالعه به تأیید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز رسید. همچنین تمامی شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی شرکت در مطالعه را تکمیل کردند.

3. Sensory Organization Test (SOT)

ارزیابی‌های زمینه‌ای

این اطلاعات از طریق تکمیل یک پرسش‌نامه شامل مشخصات فردی، سابقه پزشکی، عادات و فعالیت‌های روزمره به دست آمد. همچنین قد شرکت‌کنندگان به‌وسیله متر و وزنشان با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد و نمایه توده بدنی[4] از حاصل تقسیم وزن (به کیلوگرم) بر مجذور قد (برحسب مترمربع) محاسبه شد. پس از آن نتایج آزمون‌های تشخیصی نوروپاتی دیابتی ثبت می‌شد.

ارزیابی نوروپاتی

معیار تشخیص نوروپاتی در این مطالعه مثبت شدن یکی از سه مقیاس ۱. کاهش سرعت هدایت عصبی‌حسی عصب سورال و حرکتی عصب پرونئال یا تیبیال، ۲. تست مونوفیلامان ۱۰ گرم، یا ۳. کسب نمره ۳ و یا بالاتر مقیاس ناتوانی نوروپاتی[5] [۲۲-۲۴]. ابزارهای مورد نیاز جهت انجام آزمون مقیاس ناتوانی نوروپاتی شامل دیاپازون ۱۲۸ هرتز، چکش رفلکس، مونوفیلامان ۱۰ گرم، و آب سرد و ولرم می‌باشد.

ارزیابی تعادلی

آزمون سازماندهی حسی به‌عنوان استاندارد طلایی عملکرد و یکپارچگی حسی تعادل می‌باشد. این روش به‌صورت عینی به شناسایی ناهنجاری‌های۳ سیستم حسی دخیل در حفظ وضعیت بدن –که پیش‌تر در بخش مقدمه به آن‌ها اشاره شد– حین تلاش فرد برای حفظ تعادل می‌پردازد. نظریه اولیه این روش را نشنیر در سال ۱۹۷۰ ارائه کرد. در این ارزیابی، تعادل فرد در ۶ حالت که به‌صورت پیش‌رونده هریک از سیستم‌های حسی دخیل در تعادل را جداگانه مورد ارزیابی عینی قرار می‌دهد، بررسی می‌شود تا بتواند سهم هر سیستم حسی و راهبرد حرکتی برای حفظ تعادل را به‌صورت کمّی بیان کند. هر حالتِ آزمون شامل ۳ نوبت اندازه‌گیری و هر نوبت اندازه‌گیری ۲۰ ثانیه است. از هر کدام از شرکت‌کنندگان درخواست شد تا با پای برهنه بر روی صفحه نیروی دستگاه قرار بگیرند و در هر شرایط تعادلی (حرکت سطح اتکا و یا حرکت فریم پیرامون) تعادل خود را حفظ کنند. در جدول شماره ۱، وضعیت محیط در هر کدام از شرایط تعادلی آزمون ارائه شده است. برای شرایط شماره ۲ و ۵، چشمان فرد با استفاده از یک باند بسته شد. درنهایت آزمون دو دسته نمره به دست می‌آید:

۱. نمره تعادل[6]: نمره به‌دست‌آمده برای هر کدام از حالات چالش حسی است.

۲. نمره مرکب[7]: برآیند نمرات تعادل است و وجود یا عدم وجود اختلال تعادل را به‌صورت کلی نشان می‌دهد.

4. Body Mass Index (BMI)
5. Neuropathy Disability Scale (NDS)
6. Equilibrium
7. Composite

جدول ۱. هریک از حالت‌های ارزیابی سازماندهی حسی

حالت	محیط	
	بینایی	سطح زیر پا
۱	چشمان باز	ثابت
۲	چشمان بسته	ثابت
۳	اغتشاش بینایی از طریق نوسان محیط پیرامون	ثابت
۴	چشمان باز	متحرک
۵	چشمان بسته	متحرک
۶	اغتشاش بینایی از طریق نوسان محیط پیرامون	متحرک

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

راهبردهای حرکتی مناسب

در نمودار تحلیل راهبرد آزمون سازماندهی حسی که در تصویر شماره ۱ نشان داده شده است، نمره راهبرد (محور x) در برابر نمره تعادل (محور y) برای تکرار هریک از شرایط ۶ گانه تست رسم می‌شود. نقاطی که خارج از خطوط موازی رسم‌شده در نمودار و در محل‌های «مچی غالب» و یا «رانی غالب» قرار می‌گیرند، نشان‌دهنده استفاده از راهبرد حرکتی نامناسب فرد جهت حفظ تعادل نسبت به شرایط تعادلی می‌باشد. به‌عبارت دیگر زمانی که نمره تعادل و نمره راهبرد به یک نسبت تغییر کنند، راهبرد انتخاب‌شده صحیح است؛ اما اگر زمانی که نمره تعادل بالا می‌رود، نمره راهبرد پایین بیاید، نشان‌دهنده استفاده نامناسب از راهبرد رانی است و زمانی که نمره راهبرد خیلی بیشتر از افزایش نمره تعادل افزایش یابد، بیانگر استفاده نامناسب از راهبرد مچ پایی می‌باشد. بنابراین، در اتخاذ راهبرد توسط فرد ۳ حالت پیش می‌آید:

۱. راهبرد اتخاذی طبیعی است (مچ پا و یا ران)؛

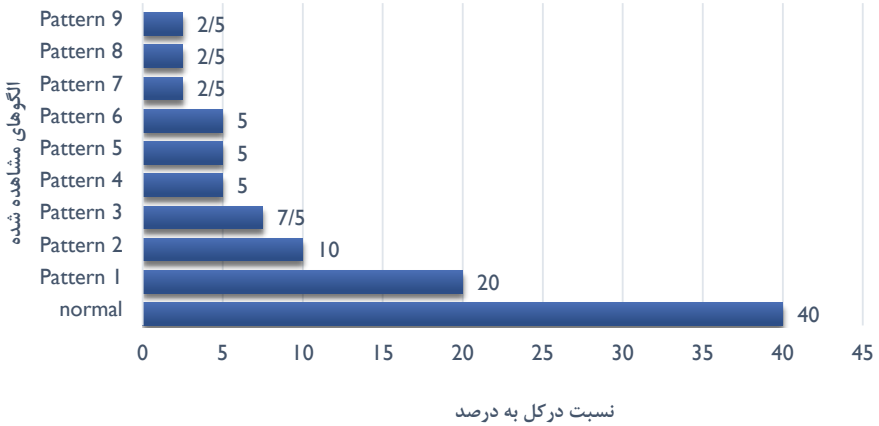
۲. راهبرد نامناسب مچی؛

۳. راهبرد نامناسب رانی.

در جدول شماره ۲ خلاصه‌ای از نحوه تفسیر راهبردهای حرکتی مورد استفاده جهت حفظ تعادل در شرایط مختلف ارائه شده است.

گروه‌بندی

براساس نمره مرکب به‌دست‌آمده از آزمون سازماندهی حسی، داشتن یا نداشتن اختلال سازماندهی حسی تعادلی در شرکت‌کنندگان مطالعه که همگی دارای نوروپاتی دیابتی بودند، مشخص شد. بنابراین، افراد به ۲ گروه دارای اختلال تعادل و بدون اختلال تعادل تقسیم شدند.



تصویر ۱. توزیع الگوهای راهبرد حرکتی مشاهده شده در شرکت کنندگان مطالعه

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

جدول ۲. انواع راهبردهای حرکتی اتخاذشده در پاسخ به شرایط مختلف تعادلی

الگوی راهبردی	وضعیت راهبرد اتخاذشده		
	وضعیت	مناسب الگوی راهبردی طبیعی	نامناسب
راهبرد غالب رانی	فرد	بی‌ثبات (نمره تعادل پایین)	با ثبات (نمره تعادل بالا)
	سطح اتکا	بی‌ثبات و یا باریک	با ثبات و یا پهن
راهبرد غالب مچی	فرد	با ثبات (نمره تعادل بالا)	بی‌ثبات (نمره تعادل پایین)
	سطح اتکا	با ثبات و یا پهن	بی‌ثبات و یا باریک

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

تحلیل آماری

آمار توصیفی شامل محاسبه شاخص‌های تمایل مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف‌معیار، واریانس و دامنه) برای متغیرهای کمّی انجام شد. جهت بررسی شیوع استفاده از راهبردهای حرکتی از درصدگیری استفاده شد.

یافته‌ها

در این مطالعه مقطعی، ۴۰ فرد مبتلا به نوروپاتی دیابتی –۲۶ زن و ۱۴ مرد- مشارکت داشتند که باتوجه‌به وجود و یا عدم وجود اختلال تعادل بر مبنای تست استاندارد آزمون سازماندهی حسی در دو گروه کنترل (افرادی که اختلال تعادل نداشتند–۱۸ نفر) و گروه آزمون (افرادی که اختلال تعادل داشتند–۲۲ نفر) جای گرفتند. ویژگی‌های توصیفی متغیرهای زمینه‌ای و وابسته مشارکت‌کنندگان در جدول شماره ۳ نمایش داده شده است.

نتایج بررسی نمودار تحلیل راهبرد حرکتی شرکت‌کنندگان در جدول شماره ۴ ارائه شده است. در این جدول تعداد افرادی که در هریک از حالات آزمون سازماندهی حسی، راهبرد نامناسب را نشان دادند، نوشته شده است.

جدول ۳. آمار توصیفی متغیرهای زمینه‌ای و وابسته در کل شرکت‌کنندگان، گروه آزمون و کنترل

متغیر	گروه	میانگین±انحراف‌معیار			دامنه (میانه)		
		کل شرکت‌کنندگان (n=۴۰)	آزمون (n=۲۲)	کنترل (n=۱۸)	کل شرکت‌کنندگان (n=۴۰)	آزمون (n=۲۲)	کنترل (n=۱۸)
جنسیت	زن	۶۵±۲۶	۶۸/۱۸±۱۵	۶۱/۱۱±۱۱	–	–	–
	مرد	۳۵±۱۴	۳۱/۷۱±۷	۳۸/۸۸±۷	–	–	–
سن		۰۳/۱۳±۱۷/۵۷	۸/۱۵±۰۰/۵۵	۶۲/۱۰±۸۳/۵۸	(۵/۵۸)۲۷–۷۳	(۵/۵۶)۲۷–۷۲	(۵۹)۴۶–۷۳
قد		۱۹/۲۷±۵۷/۱۶۴	۲۷/۳۵±۳۱/۱۶۴	۹۸/۳۸±۸۸/۱۶۴	(۵/۱۶۴)۱۵۱–۱۸۵	(۱۶۵)۱۵۱–۱۷۷	(۱۶۲)۱۵۱–۱۸۵
وزن		۵۹/۱۷±۲۹/۷۸	۱۶/۲۱±۷۵/۷۸	۳۲/۲۱±۷۰/۷۷	(۷۹)۷/۵۲–۹/۱۰۲	(۵/۸۰)۷/۵۴–۹/۱۰۲	(۷۸)۷/۵۲–۲/۹۹
مدت ابتلا		۷۳/۶±۵۷/۱۱	۹۰/۵±۵۹/۱۰	۹۲/۷±۷۷/۱۲	(۱۰)۱–۳۰	(۱۰)۱–۲۰	(۱۰)۱–۳۰
فعالیت فیزیکی		۰۰/۱۳۶±۵۰/۸۳	۱۳/۱۳۲±۱۸/۶۸	۶۴/۱۳۸±۲۲/۱۰۲	(۰)۰–۴۸۰	(۰)۰–۴۸۰	(۰)۰–۴۲۰
نمره مقیاس ناتوانی نوروپاتی		۳۱/۲±۹۲/۵	۶۱/۲±۰۴/۶	۳۱/۲±۷۷/۵	(۵/۶)۰–۹	(۵/۶)۰–۹	(۶)۲–۸
قند خون ناشتا		۹۰/۷۶±۵۵/۱۷۲	۰۰/۷۹±۶۸/۱۷۴	۸۵/۸۳±۹۴/۱۶۹	(۱۴۶)۷۴–۳۳۰	(۱۶۱)۷۴–۳۳۰	(۱۴۰)۹۰–۳۱۸
قند خون ۲ ساعته		۴۰/۹۶±۳۲/۲۶۰	۷۸/۱۰۶±۶۳/۲۶۱	۹۸/۱۰۰±۷۲/۲۵۸	(۵/۲۳۷)۱۳۱–۴۲۰	(۵/۲۳۷)۱۳۱–۴۲۰	(۵/۲۳۹)۱۴۶–۳۸۰
نمره مرکب آزمون سازماندهی حسی		۵۰/۱۴±۱۳/۵۹	۴۶/۱۷±۳۶/۵۳	۳۵/۲±۰۰/۷۵	(۶۳)۱۴–۸۰	(۵/۵۵)۱۴–۷۰	(۷۴)۷۱–۸۰

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

جدول۴. مقایسه شیوع استفاده از راهبرد غلط در هر دو گروه

راهبرد	گروه	کنترل (۲۲ نفر)	آزمون (۱۸ نفر)	کل (۴۰ نفر)
مچی غالب	حالت ۱	۰	۰	۰
	حالت ۲	۰	۰	۰
	حالت ۳	۰	۲	۲
	حالت ۴	۰	۴	۴
	حالت ۵	۰	۱۳	۱۳
	حالت ۶	۱	۱۷	۱۸
رانی غالب	حالت ۱	۰	۰	۰
	حالت ۲	۰	۰	۰
	حالت ۳	۰	۲	۲
	حالت ۴	۰	۰	۰
	حالت ۵	۱	۱	۲
	حالت ۶	۲	۰	۲

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

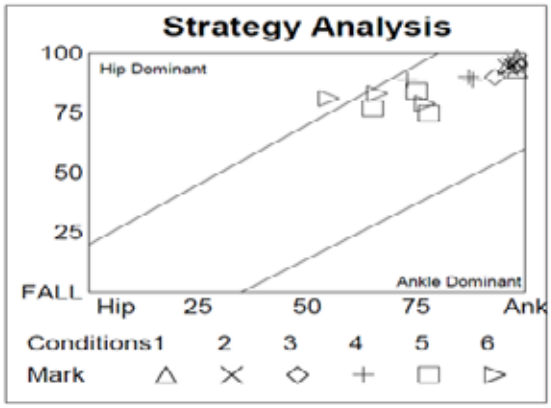
همان‌طورکه در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود، شیوع به‌کارگیری راهبرد غلط در گرروه آزمون بیشتر از گروه کنترل می‌باشد. در کلِ افراد، حالتی که در آن بیشترین خطا در انتخاب راهبرد حرکتی را داشته است، حالات ۵ و ۶ آزمون سازماندهی حسی –جایی که بیشترین چالش به سیستم دهلیزی اعمال می‌شود- بود که اکثراً به‌صورت راهبرد اشتباه مچ پایی (مچ پایی غالب) دیده شد. نکته جالب دیگر این است که افراد گروه آزمون اکثراً راهبرد نامناسب مچ پایی را اتخاذ کردند. از منظر راهبرد حرکتی، ۴۰ درصد از شرکت‌کنندگان دارای الگوی مناسب و ۶۰ درصد ایشان الگوی راهبرد حرکتی نامناسب داشتند که به بررسی این الگوها پرداخته می‌شود.

از میان افراد گروه کنترل، تنها ۳ نفر الگوی نامناسب اتخاذ کرده بودند که ۱ نفر از ایشان الگوی نامناسب مچ پا غالب در حالت ۶، یک نفر الگوی نامناسب رانی غالب در حالت ۶ و یک نفر دیگر الگوی رانی غالب را در حالات ۵ و۶ آزمون سازماندهی حسی نشان دادند. در جدول شماره ۵ به بررسی توزیع الگوی

جدول ۵. تحلیل توصیفی الگوهای راهبردی نامناسب مشاهده‌شده در افراد گروه آزمون

الگوی نامناسب راهبردی	تعداد افراد	نسبت در گروه آزمون	درصد پایین‌تر بودن نمره تعادلی افراد نسبت به نرم جامعه
مچ پایی غالب در حالات ۵ و ۶	۴	۱۸/۱۸	۱، ۱۶، ۳۰، ۴۶
مچ پایی غالب در حالات ۴ و ۵ و ۶	۲	۰۹/۹	۱، ۲۹
مچ پایی غالب در حالات ۳ و ۴ و ۵ و ۶	۲	۰۹/۹	۶۰، ۸۰
مچ پایی غالب در حالت ۵	۳	۶۳/۱۳	۴، ۴، ۱۰
مچ پایی غالب در حالت ۶	۷	۸۱/۳۱	۱۰، ۱۴، ۱۶، ۱۷، ۱۷، ۱۹، ۴۱
رانی غالب در حالت ۵	۱	۵۴/۴	۱۰
مچ پایی غالب در حالات ۵ و ۶ + رانی غالب در حالت ۳	۲	۰۹/۹	۲۳، ۲۴

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور



تصویر ۲. گزارش تحلیل راهبرد حرکتی در آزمون سازماندهی حسی تعادلی

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

راهبردهای نامناسب هریک از شرکت‌کنندگان در گروه آزمون پرداخته شده است.

ازاین‌رو، پس از بررسی‌های انجام‌شده، ۹ الگوی راهبر حرکتی در افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی شرکت‌کننده در مطالعه حاضر مشاهده شد که توضیح توزیع آن‌ها در جدول شماره ۶ و تصویر شماره ۲ ارائه شده است.

بحث

راهبردهای مچی و رانی، دو راهبرد اصلی بدون گام برداشتن پاسخ وضعیتی حین اعمال اغتشاش در حالت ایستاده می‌باشند. همان‌گونه که پیش‌تر نیز گفته شد، هنگام به‌کارگیری راهبرد مچی، اغتشاشات با استفاده از چرخش یک سگمان صلب حول مفصل مچ کنترل می‌شود. حین استفاده از راهبرد رانی، ثبات بدن توسط خم کردن ران و پلانتار فلکشن مچ کنترل می‌شود.

این دو راهبرد، دو انتهای طیف پاسخ وضعیتی بدون گام برداشتن هستند؛ زمانی که اغتشاشات کوچک باشند، راهبرد مچی غالب می‌شوند و هنگامی که شرایط تعادلی، چالشی‌تر می‌شوند (افزایش شدت اغتشاش، ایستادن روی سطح اتکای باریک و غیره) افراد سالم از از راهبرد رانی بهره می‌برند [۱۴، ۱۵].

در مطالعه حاضر مشخص شد شیوع استفاده نامناسب از راهبردهای حرکتی، کنترل تعادل در بیماران دیابتی که اختلال سازماندهی حسی دارند نسبت به بیمارانی که این اختلال را ندارند، بیشتر است. راهبرد غلطی که بیشترین شیوع را در بیماران داشت، استفاده بیش از حد از راهبرد مچی به‌جای راهبرد رانی به‌ویژه در شرایط ۵ و ۶ آزمون سازماندهی حسی بود. این بدان معناست که بیماران دارای نوروپاتی دیابتی که نقص سازماندهی حسی دارند در شرایطی که سیستم‌های بینایی و حسی-پیکری تحت اغتشاش باشند، نمی‌توانند به‌درستی از راهبرد رانی جهت

جدول ۶. تحلیل توصیفی ۹ الگوی راهبردی حرکتی در افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی شرکت‌کننده در مطالعه

الگوی طبیعی	حالات
۱	افراد در حالت ۶ SOT به غلط از راهبرد مچ پایی استفاده کردند.
۲	افراد در حالت ۵ و۶ SOT به غلط از راهبرد مچ پایی استفاده کردند.
۳	افراد در حالت ۵ SOT به غلط از راهبرد مچ پایی استفاده کردند.
۴	افراد در حالت ۴ تا ۶ SOT به غلط از راهبرد مچ پایی استفاده کردند.
۵	افراد در حالت ۳ تا ۶ SOT به غلط از راهبرد مچ پایی استفاده کردند.
۶	افراد در حالت ۵ و ۶ SOT به غلط از راهبرد مچ پایی و در حالت ۳ از راهبرد رانی استفاده کردند.
۷	افراد در حالت ۵ SOT به غلط از راهبرد رانی استفاده کردند.
۸	افراد در حالت ۶ SOT به غلط از راهبرد رانی استفاده کردند.
۹	افراد در حالت ۵ و ۶ SOT به غلط از راهبرد رانی استفاده کردند.

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

بازیابی تعادل بهره ببرند و به راهبرد مچی اکتفا می‌کنند که خود ممکن است منجر به کاهش عملکرد تعادلی ایشان شود. درحقیقت این افراد در شرایطی که سیستم دهلیزی تحت حداکثر چالش تعادلی است، در انتخاب راهبرد مناسب ناتوانند.

هنوز عوامل تعیین‌کننده در انتخاب راهبرد مناسب مجهول باقی مانده‌اند، اما مشخص شده است که این انتخاب نه تنها به شرایط اغتشاش بستگی دارد، بلکه متأثر از تجربیات، سازگاری و ترس از افتادن نیز می‌باشند. برآیند مطالعات در این باره را می‌توان این گونه تفسیر کرد که برای مقابله با اغتشاش، زمانی که فرد در حالت ایستاده با حداقل حرکت سر می‌باشد، راهبرد مچی که تصور می‌شود بتواند بازخورد حسی از سیستم‌های بینایی و دهلیزی را بهبود ببخشد، ارجحیت دارد.

از سوی دیگر، مطالعات قبلی نشان دادند که استفاده از راهبرد رانی توانایی شتاب دادن به مرکز جرم را بدون نیاز به گام برداشتن افزایش می‌دهد و همچینی فعالیت لحظه‌ای عضلاتی برای ایجاد حرکت مورد نیاز در مرکز جرم حین استفاده از راهبرد رانی کمتر از راهبرد مچی است. این عامل می‌تواند توجیه‌کننده استفاده از راهبرد رانی زمانی که شرایط چالشی‌تر از تعادل پیش روی فرد است، باشد. افشریفت و همکاران [۱۵] در مطالعه‌ای که هدف آن مدل‌سازی برای بررسی راهبرد انتخابی در شرایط مختلف تعادلی بود، یافتند که انتخاب یک پاسخ وضعیتی را می‌توان با موازنه بین مصرف انرژی و ثبات وضعیتی توجیه کرد. پس یک فرد حین انتخاب راهبرد مناسب علاوه بر رسیدن به ثبات لازم، به انرژی مصرفی برای رسیدن به این ثبات نیز توجه می‌کند.

ازآنجایی‌که اکثر افراد در حالات ۵ و ۶ آزمون سازماندهی حسی، اختلال داشتند، و در این جا به‌جای بروز راهبرد رانی، به اشتباه راهبرد مچی غالب شده است، نشان از این دارد که افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی در استفاده صحیح و به‌جای اطلاعات سیستم دهلیزی حین سازماندهی حسی تعادل، اختلال دارند. در مطالعات آینده‌نگر اخیر نیز وجود اختلال در سیستم دهلیزی (هم به‌صورت فیزیولوژیک و هم آناتومیک) در این افراد ثابت شده است. همچنین اختلال سیستم دهلیزی در افراد مبتلا به دیابت، ۲/۳ برابر افراد بدون دیابت گزارش شده است [۲۵].

مشخص شده است که افراد دچار نوروپاتی دیابتی در جایگزینی راهبرد مچی به راهبرد رانی مشکل دارند. همچنین، این موضوع که در حالت ایستاده، عضلات مچ پا ثبات قدامی–خلفی و عضلات تنه و ران ثبات طرفی را ایجاد می‌کنند، گزارش‌ها درخصوص ثبات کمتر این افراد در جهت طرفی را توجیه می‌کند [۱۲، ۱۳].

در مطالعه دیکشتاین و همکاران [۲۶] مشخص شد که افراد دارای نوروپاتی دیابتی سرعت حرکت طرفی و قدامی–خلفی تنه بیشتر از افراد سالم بود. ازاین‌رو این گونه استنتاج شد که این عامل بیانگر اتکای بیشتر ایشان به راهبرد رانی برای بازیابی تعادل بود. از سوی دیگر عنوان شد که این افزایش آمادگی برای ایجاد راهبرد رانی صرفاً به معنای بهبود عملکرد تعادلی در این افراد نبوده است و حتی می‌تواند باعث افزایش بی‌ثباتی در ناحیه ران شود. درواقع همچون یافته مطالعه حاضر، به‌کارگیری غلط راهبرد حرکتی جهت بازیابی تعادل در این افراد شایع بوده است؛ حال آنکه در مطالعه حاضر مشخص شد که افراد بیشتر متکی به راهبرد مچی هستند.

همان‌طورکه پیش‌تر گفته شد، مطالعه مشابه که راهبردهای حرکتی در افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی را بررسی کند تاکنون وجود نداشت. هرچند در مطالعات پیشین بر روی افراد مبتلا به پارکینسون[8] نیز نتایجی مشابه دیده شد. در مطالعه بستون و همکاران [۲۷] که با هدف بررسی راهبردهای حرکتی تعادلی در افراد مبتلا به پارکینسون طراحی شده بود، ۱۲ بیمار مبتلا به پارکینسون با ۷ فرد سالم همسان‌سازی‌شده توسط سن، به‌وسیله آزمون سازماندهی حسی ارزیابی شدند که مشخص شد که برخلاف گروه کنترل، افراد گروه پارکینسون درهر شرایط تعادلی دائماً اصرار بر استفاده از راهبرد مچی – به‌ویژه در شرایط ۵ و ۶- دارند. آن‌ها این عدم توانایی در انتقال از راهبرد مچی به راهبرد رانی را همسو با مطالعات پیشین و مرتبط با دامنه کاهش یافته پاسخ‌های وضعیتی، کاهش تنوع در هماهنگی وضعیتی و اختلال در حس عمقی این بیماران دانستند و عنوان کردند که این عامل می‌تواند توجیه‌کننده افزایش ریسک افتادن باشد که در شرایط چالشی تعادل در مطالعات پیشین گزارش شده است.

نکته جالب دیگری که در این مطالعه گفته شد آن است که با بررسی مساحت نوسان افراد، مشخص شد که نوعی جبران برای عدم استفاده از راهبرد رانی وجود داشت، به‌گونه‌ای که افراد چون از راهبرد مچی در شرایط چالشی استفاده می‌کردند، برای اینکه افتادن را تجربه نکنند، دامنه نوساناتشان را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دادند. از سوی دیگر افرادی که در اجرای این جبران ناتوان بودند، سقوط می‌کردند. در سال ۲۰۱۶ بستون و همکاران [۲۸] به دنبال یافته‌های مطالعه قبلی‌شان، مطالعه دیگری با هدف بررسی نحوه استفاده از راهبردهای حرکتی تعادلی افراد مبتلا به پارکینسون طراحی کردند و ۷۰ بیمار پارکینسون را تحت ارزیابی آزمون سازماندهی حسی قرار دادند و دریافتند که ایشان تمایل زیادی به استفاده از راهبرد مچی در تمام شرایط تعادلی نسبت به گروه کنترل دارند که در این عامل شدت بیماری بی‌تأثیر بود. هرچند ایشان دریافتند که در افرادی که داروی لِوودوپا مصرف می‌کردند، میزان استفاده از راهبرد رانی حتی در شرایط ثابت سطح اتکا بیشتر بود که آن را مرتبط با دیسکینزی به دنبال استفاده از دارو دانستند.

8. Parkinson's Disease (PD)

در مطالعه حاضر افراد دچار نوروپاتی دیابتی به‌جای بهره بردن از حرکت مفصل ران در شرایط چالشی تعادل، حرکت را در مفصل مچ محدود کردند. به بیان دیگر ایشان توانایی تبدیل راهبرد مچی به راهبرد رانی را در شرایط لازم نشان نداند. در تفسیر این یافته می‌توان این گونه برداشت کرد که در راهبرد رانی حرکت اندام تحتانی جدای از حرکت سر و تنه صورت می‌گیرد که این حرکات متضاد یکدیگر هستند، یعنی اگر قسمت فوقانی بدن حرکتی روبه‌جلو و پایین داشته باشد، یک چرخش خلفی در قسمت تحتانی بدن اعمال می‌شود.

ازاین‌رو نوسان مرکز ثقل بیشتر از حالتی خواهد بود که راهبرد مچی در حال اجراست. همان‌طورکه پیش‌تر گفته شد، راهبرد مچی شامل چرخش بدن حول مفصل مچ به‌صورت یک سگمان واحد با حداقل حرکت در مفاصل فوقانی می‌باشد. به نظر می‌رسد این الگوی حرکتی برای افرادی که اختلال سیستم دهلیزی از خود نشان داده‌اند، مطلوب‌تر باشد، زیرا که ایشان سعی در محدود کردن حرکت سر به هدف کاهش چالش بر سیستم دهلیزی هستند. پس در این جا با در نظر داشتن موازنه بین مصرف انرژی و ثبات وضعیتی برای به‌دست آوردن تعادل، فرد ثبات را فدای انرژی می‌کند و به استفاده از راهبرد مچی ادامه می‌دهد؛ هر چند ممکن است محاسبات و پیش‌بینی‌های ذهنی فرد درست نباشد و درنهایت به تعادل مطلوب نرسد [۱۴، ۱۵، ۲۹]. از سوی دیگر، این عدم استفاده از راهبرد رانی و عدم تجربه افتادن را می‌توان با کمک مطالعه بستون و همکاران این گونه توجیه کرد که احتمالاً ایشان تنوع در دامنه نوسان خود را کاهش می‌دهند که کنترل حرکت مرکز ثقل برایشان ساده‌تر شود.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر این فرضیه که افراد دچار نوروپاتی دیابتی در انتخاب راهبرد حرکتی بازیابی تعادل نسبت به داده‌های نُرم جامعه تفاوت دارند، تأیید شد. همچنین مشخص شد که شیوع استفاده نامناسب از راهبرد حرکتی در بیماران نوروپاتی که اختلال سازماندهی حسی تعادل دارند، بسیار بیشتر از بیماران نوروپاتی بدون این اختلال می‌باشد. این افراد بیشتر متکی به راهبرد مچی بودند، به‌ویژه در شرایطی که سیستم دهلیزی تحت حداکثر چالش تعادلی قرار داشت. این یافته می‌تواند توجیه‌کننده وجود اختلال سیستم دهلیزی به دنبال افزایش قند خون در این بیماران باشد.

پیشنهاد می‌شود برای درمان اختلالات تعادل در افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی به قدرت و هماهنگی عضلات تنه و لگن جهت به‌کارگیری به جای راهبرد رانی در شرایط مختلف تعادلی دقت شود.

پیشنهادات آینده و کاستی‌های پژوهش

ازآنجاکه شرکت‌کنندگان در این مطالعه افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی با عوارض متعدد بودند، امکان دسترسی به تعداد بیشتری از افراد واجد شرایط شرکت در این پژوهش برای ما فراهم نشد؛ ازاین‌رو، پیشنهاد می‌شود جهت بررسی راهبردهای حرکتی در بازیابی تعادل در این بیماران، از جامعه آماری وسیع‌تری استفاده شود. هرچند داده‌های کسب‌شده از بیماران توسط دستگاه Neu-roCom با نُرم جامعه مقایسه و تفسیر می‌شدند، اما پیشنهاد می‌شود محققیق در مطالعات آینده جهت بررسی بهتر این موضوع از گروه کنترل بهره ببرند. همچنین پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده به بررسی این راهبردها در افراد دارای دیابت، اعم از مبتلایان و غیرمبتلایان به نوروپاتی دیابتی، پرداخته شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز تأیید شد (کد اخلاق: IR.AJUMS.REC.1397.436)، همچنین تمامی شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی شرکت در مطالعه را تکمیل کردند.

حامی مالی

این مقاله حاصل از پایان‌نامه دکتری تخصصی زهرا کوثریان در رشته فیزیوتراپی است و معاونت توسعه پژوهش دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز حامی مالی این مطالعه بوده است

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: محمدجعفر شاطرزاده یزدی، مهرنوش ذاکرکیش، محمد مهرآور و زهرا کوثریان؛ تحقیق و بررسی: زهرا کوثریان؛ تجزیه‌وتحلیل آماری: سعید حسام و زهرا کوثریان؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

محققین از معاونت توسعه پژوهش دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز و مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی‌اسکلتی تشکر می‌کنند.

References

[1] Awotidebe TO, Ativie RN, Oke KI, Akindele MO, Adedoyin RA, Olaogun MO, et al. Relationships among exercise capacity, dynamic balance and gait characteristics of Nigerian patients with type-2 diabetes: An indication for fall prevention. J Exerc Rehabil. 2016; 12(6):581-8. [DOI:10.12965/jer.1632706.353] [PMID] [PMCID]

[2] Forouhi NG, Wareham NJ. Epidemiology of diabetes. Medicine. 2014; 42(12):698–702. [DOI:10.1016/j.mpmed.2014.09.007] [PMID] [PMCID]

[3] Jernigan SD, Pohl PS, Mahnken JD, Kluding PM. Diagnostic accuracy of fall risk assessment tools in people with diabetic peripheral neuropathy. Phys Ther. 2012; 92(11):1461-70. [DOI:10.2522/ptj.20120070] [PMID] [PMCID]

[4] Vinik AI, Strotmeyer ES, Nakave AA, Patel CV. Diabetic neuropathy in older adults. Clin Geriatr Med. 2008; 24(3):407-35. [DOI:10.1016/j.cger.2008.03.011] [PMID] [PMCID]

[5] Mantovani AM, Pinto MC, Lourenconi RM, Palma MR, Ribeiro FE, Fregonesi CE. Risk of falls in people with diabetes mellitus. Int J Diabetes Clin Res. 2015; 2:4. [DOI:10.23937/2377-3634/1410040]

[6] Wallace C, Reiber GE, LeMaster J, Smith DG, Sullivan K, Hayes S, et al. Incidence of falls, risk factors for falls, and fall-related fractures in individuals with diabetes and a prior foot ulcer. Diabetes Care. 2002; 25(11):1983-6. [DOI:10.2337/diacare.25.11.1983] [PMID]

[7] Yau RK, Strotmeyer ES, Resnick HE, Sellmeyer DE, Feingold KR, Cauley JA, et al. Diabetes and risk of hospitalized fall injury among older adults. Diabetes Care. 2013; 36(12):3985-91. [DOI:10.2337/dc13-0429] [PMID] [PMCID]

[8] Mancini M, Nutt JG, Horak FB. Balance dysfunction in Parkinson's disease: Basic mechanisms to clinical management. Netherlands: Elsevier Science; 2019. [DOI:10.1016/B978-0-12-813874-8.00002-7]

[9] Shaffer SW, Harrison AL. Aging of the somatosensory system: A translational perspective. Phys Ther. 2007; 87(2):193-207. [DOI:10.2522/ptj.20060083] [PMID]

[10] Boucher P, Teasdale N, Courtemanche R, Bard C, Fleury M. Postural stability in diabetic polyneuropathy. Diabetes Care. 1995; 18(5):638-45. [DOI:10.2337/diacare.18.5.638] [PMID]

[11] Simmons RW, Richardson C, Pozos R. Postural stability of diabetic patients with and without cutaneous sensory deficit in the foot. Diabetes Res Clin Pract. 1997; 36(3):153-60. [DOI:10.1016/S0168-8227(97)00044-2] [PMID]

[12] Akbari M, Jafari H, Moshashaee A, Forugh B. Do diabetic neuropathy patients benefit from balance training? J Rehabil Res Dev. 2012; 49(2):333-8. [DOI:10.1682/JRRD.2010.10.0197] [PMID]

[13] Yamamoto R, Kinoshita T, Momoki T, Arai T, Okamura A, Hirao K, et al. Postural sway and diabetic peripheral neuropathy. Diabetes Res Clin Pract. 2001; 52(3):213-21. [DOI:10.1016/S0168-8227(01)00236-4] [PMID]

[14] Blenkinsop GM, Pain MT, Hiley MJ. Balance control strategies during perturbed and unperturbed balance in standing and handstand. R Soc Open Sci. 2017; 4(7):161018. [DOI:10.1098/rsos.161018] [PMID] [PMCID]

[15] Afschrift M, Jonkers I, De Schutter J, De Groote F. Mechanical effort predicts the selection of ankle over hip strategies in nonstepping postural responses. J Neurophysiol. 2016; 116(4):1937-45. [DOI:10.1152/jn.00127.2016] [PMID] [PMCID]

[16] Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, Di Biase N, Calandriello E, Leonetti F, et al. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. J Diabetes Complications. 2006; 20(4):216-23. [DOI:10.1016/j.jdiacomp.2005.07.005] [PMID]

[17] Corriveau H, Prince F, Hebert R, Raiche M, Tessier D, Maheux P, et al. Evaluation of postural stability in elderly with diabetic neuropathy. Diabetes Care. 2000; 23(8):1187-91. [DOI:10.2337/diacare.23.8.1187] [PMID]

[18] Dingwell JB, Cusumano JP, Sternad D, Cavanagh PR. Slower speeds in patients with diabetic neuropathy lead to improved local dynamic stability of continuous overground walking. J Biomech. 2000; 33(10):1269-77. [DOI:10.1016/S0021-9290(00)00092-0] [PMID]

[19] Ghanavati T, Yazdi MJ, Goharpey S, Arastoo AA. Functional balance in elderly with diabetic neuropathy. Diabetes Res Clin Pract. 2012; 96(1):24-8. [DOI:10.1016/j.diabres.2011.10.041] [PMID]

[20] 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. [DOI:10.1016/j.jdiacomp.2012.05.007] [PMID] [PMCID]

[21] Londhe AA, Ferzandi ZD. Comparison of balance and resistive exercises versus balance exercises alone in patients with diabetic peripheral neuropathy. Indian J Occup Ther. 2012; 44(2):3-9. [Link]

[22] Bansal V, Kalita J, Misra UK. Diabetic neuropathy. Postgrad Med J. 2006; 82(964):95-100.[DOI:10.1136/pgmj.2005.036137] [PMID] [PMCID]

[23] Perkins BA, Olaleye D, Zinman B, Bril V. Simple screening tests for peripheral neuropathy in the diabetes clinic. Diabetes Care. 2001; 24(2):250-6. [DOI:10.2337/diacare.24.2.250] [PMID]

[24] Tesfaye S, Boulton AJ, Dyck PJ, Freeman R, Horowitz M, Kempler P, et al. Diabetic neuropathies: Update on definitions, diagnostic criteria, estimation of severity, and treatments. Diabetes Care. 2010; 33(10):2285-955. [DOI:10.2337/dc10-1303] [PMID] [PMCID]

[25] D'Silva LJ, Lin J, Staecker H, Whitney SL, Kluding PM. Impact of diabetic complications on balance and falls: Contribution of the vestibular system. Phys Ther. 2016; 96(3):400-9. [DOI:10.2522/ptj.20140604] [PMID] [PMCID]

[26] Dickstein R, Peterka RJ, Horak FB. Effects of light fingertip touch on postural responses in subjects with diabetic neu-

ropathy. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2003; 74(5):620-6. [DOI:10.1136/jnnp.74.5.620] [PMID] [PMCID]

[27] Baston C, Mancini M, Schoneburg B, Horak F, Rocchi L. Postural strategies assessed with inertial sensors in healthy and parkinsonian subjects. Gait Posture. 2014; 40(1):70-5. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2014.02.012] [PMID] [PMCID]

[28] Baston C, Mancini M, Rocchi L, Horak F. Effects of levodopa on postural strategies in Parkinson's disease. Gait Posture. 2016; 46:26-9.[DOI:10.1016/j.gaitpost.2016.02.009] [PMID] [PMCID]

[29] Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: Foundations and techniques. 6th ed. Philadelphia: F.A. Davis; 2012. [Link]