

Research Paper

Investigating the Effect of Whole-Body Vibration Stimulation on the Effectiveness of Vestibular Rehabilitation



Ali Jahangard¹ , *Majid Ashrafi²

1. Department of Audiology, Student Research Committee, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.



Citation Jahangard A, Ashrafi M. [Investigating the Effect of Whole-Body Vibration Stimulation on the Effectiveness of Vestibular Rehabilitation (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(1):134-149. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3320>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3320>

ABSTRACT

Background and Aims Previous studies have demonstrated that unilateral vestibular neuritis (UVN) is the most prevalent cause of dizziness. Despite the many advantages, conventional vestibular rehabilitation (CVR) in UVN patients has limitations. Accordingly, this study compares the effects of combined whole-body vibration (WBV) and conventional vestibular rehabilitation in patients with UVN.

Methods UVN group patients in the age range of 30 to 50 years were divided into two groups, each group including 15 participants. One group received four weeks of CVR, while the other received CVR+WBV, which included four weeks of CVR and twenty 5-min sessions of WBV. Outcome measurements were postural control parameters, vestibulo-ocular reflex gain asymmetry, joint position sense error, and dizziness handicap inventory scores that were assessed at baseline and after four weeks.

Results There was a significant improvement in all measured variables after both the CVR and CVR+WBV treatments. Moreover, the CVR+WBV group showed significantly greater improvement than the CVR group in posturography results, joint position sense error, and DHI score ($P<0.05$) except vestibulo-ocular reflex gain asymmetry ($P>0.05$).

Conclusion Both CVR and CVR+WBV treatments effectively improve balance function. CVR+WBV training shows additional therapeutic effects in UVN patients. When combined with CVR, WBV shows additional therapeutic effects in UVN patients.

Keywords Unilateral vestibular neuritis, Conventional vestibular rehabilitation, Whole-body vibration

Received: 27 Dec 2024

Accepted: 25 Jan 2025

Available Online: 21 Mar 2025

* Corresponding Author:

Majid Ashrafi, Assistant Professor.

Address: Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 77561721

E-Mail: m_ashrafi@sbmu.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Unilateral vestibular neuritis (UVN) leads to complex symptoms and disorders in both static and dynamic states, typically affecting eye movement and postural control. UVN is the third most common cause of vertigo after benign paroxysmal positional vertigo and Ménière disease. Patients with UVN often experience imbalance, ataxia (especially in low-visibility conditions or on uneven surfaces), and oscillopsia during movement. Currently, the most common treatment and rehabilitation approach for unilateral vestibular disorders involves structured physical exercises and movements in the form of conventional vestibular rehabilitation (CVR). Although CVR offers many advantages, it also presents limitations. CVR requires patients to have an adequate physical condition, actively participate in the exercises, and provide appropriate feedback. In today's society, due to increasingly sedentary lifestyles, many patients find it difficult to participate in CVR. Additionally, CVR places less emphasis on proprioception, which is crucial for calibrating vestibular inputs at the perceptual level because it is the only signal that consistently provides reliable information about changes in head position relative to the trunk. Research has demonstrated that complete recovery is often not achieved through central compensation exercises alone. Alternative methods, such as proprioceptive training, can yield more effective and efficient results. Relying on a single rehabilitation method may not achieve all rehabilitation goals; however, integrating proprioceptive and vestibular inputs into a program can enhance rehabilitation outcomes.

In recent years, technological advancements have introduced an additional method, namely the whole-body vibration (WBV). It is a mechanical vertical stimulation technique that delivers vibrations to proprioceptors. WBV has demonstrated potential effects on sensorimotor performance in various populations, including the elderly, athletes, healthy adults, and individuals recovering from stroke. WBV is a safe, easy-to-use clinical intervention, particularly for individuals who cannot actively participate in traditional exercises. It is hypothesized that vibration provides proprioceptive input to the central nervous system, which subsequently adjusts the weight of proprioceptive signals in the vestibular system, ultimately improving balance performance. Studies have shown that vibratory sensory stimuli are transmitted to muscle spindle fibers and Golgi tendon organs, activating α motor neurons. Combining physical exercise and proprioceptive vibration stimulation may result in simultaneous,

enhanced effects. Accordingly, this study investigates the use of WBV as a complementary rehabilitation approach alongside CVR in treating UVN.

Methods

UVN group Patients in the age range of 30 to 50 years were divided into two groups, with 15 participants in each group. One group received four weeks of CVR, while the other received CVR+WBV, which included four weeks of CVR and twenty 5-min sessions of WBV. Outcome measurements were postural control parameters, vestibulo-ocular reflex (VOR) gain asymmetry, joint position sense error (JPSE), and dizziness handicap inventory (DHI) scores that were assessed at baseline and after four weeks.

Rehabilitation Methods

Conventional Vestibular Rehabilitation Exercises

CVR was performed based on previous studies over four weeks, with three sessions per week, each lasting 1 h. The sessions took place in the clinic under the supervision of an operator. In the conventional vestibular rehabilitation method, physical exercises were used for rehabilitation. These exercises included VOR exercises, saccadic eye movement exercises, and Cawthorne-Cooksey exercises.

Whole-Body Vibration Method

For the WBV intervention, we used a commercial-grade machine (LV-1000, X-trend, Taiwan) with a presentation frequency of 20 Hz and constant sine wave vibrations (range: 0–4 mm). The participants underwent WBV for 5 min in each session while standing normally. The exercises were performed five times weekly for four consecutive weeks.

Results

There was a significant improvement in all measured variables after both the CVR and CVR+WBV treatments. Moreover, the CVR+WBV group showed significantly greater improvement than the CVR group in posturography results, JPSE, and DHI score ($P < 0.05$) except VOR gain asymmetry ($P > 0.05$) (Table 1, Table 2, and Table 3).

Conclusion

Both CVR and CVR+WBV treatments effectively improve balance function. CVR+WBV training shows additional therapeutic effects in UVN patients. When combined with CVR, WBV shows additional therapeutic effects in UVN patients.

Table 1. Demographic characteristics of the participants (n=15)

Characteristics	Mean±SD		P
	CVR	CVR+WBV	
Age	39.82±7.44	39.94±6.05	0.960*
Sex (male/female)	11.4	9.6	0.790**
Unilateral weakness (%)	44.14±9.71	45.47±12.85	0.737*

Abbreviations: CVR: Conventional vestibular rehabilitation; WBV: Whole-body vibration.

Notes: * shows an independent t test and ** indicates the Chi-square test.

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Table 2. Within-Group comparisons of outcome measures

Parameter	CVR Group				CVR+WBV Group			
	Mean±SD		P*	D/P	Mean±SD		P*	D/P
	Before	After			Before	After		
Horizontal SCCs VOR asy	25.65±15.13	18.19±11.00	0.001	4.7	31.62±22.57	14.83±10.75	0.001	12.25
Posterior SCCs VOR asy	11.10±11.04	8.27±8.71	0.004	3.18	6.55±7.15	5.47±6.81	0.05	1.92
Anterior SCCs VOR asy	8.66±4.88	6.48±4.51	0.001	2.11	8.81±4.31	7.36±3.57	0.06	
JPS error	5.28±1.27	4.37±0.95	0.001	0.4	5.47±0.96	3.22±0.41	0.001	0.82
ML displacement	55.27±3.32	67.73±4.04	0.001	0.99	54.13±3.68	72.07±4.62	0.001	1.10
AP displacement	47.87±2.72	56.60±3.31	0.001	0.79	47.27±2.81	62.07±5.14	0.001	3.05
LOS	68.33±7.75	74.33±9.30	0.001	2.4	66.20±7.47	82.13±9.47	0.001	2.72
DHI score	42.27±15.15	34.00±13.93	0.001*	2.91	45.73±15.63	23.20±12.55	0.001	7.38

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Abbreviations: SCC, semicircular canal; VOR, vestibulo-ocular gain; asy, asymmetry; JPS, joint position sense; ML, mediolateral; AP, anterior-posterior; LOS, limit of stability; DHI, dizziness handicap inventory; CVR, conventional vestibular rehabilitation; WBV, whole body vibration.

Notes: Bold numbers indicate $P < 0.05$, * Shows paired t test, and D/P shows the effect size with Cohen d (small=0.2, medium=0.5, and large=0.8).

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Research Ethics Committee of [Shahid Beheshti University of Medical Sciences](#), Tehran, Iran (Code: IR.SBMU.RETECH.REC.1403.034). All ethical principles, such as the informed consent of the participants, their confidentiality, and their right to leave the study, were considered.

Funding

This article was extracted from the doctoral thesis of Ali Jahangard, approved by [Shahid Beheshti University of Medical Sciences](#), Tehran, Iran. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Table 3. Between-Group comparisons of outcome measures

Test	Mean±SD		P*	D/P
	CVR Group Improvement	CVR+WBV Group Improvement		
Horizontal SCC VOR asy	18.19±11.00	14.83±10.75	0.405	
Posterior SCC VOR asy	8.27±8.71	5.47±6.81	0.337	
Anterior SCC VOR asy	6.48±4.51	7.36±3.57	0.558	
JPS error	0.91±0.4	2.26±0.82	<0.001	0.65
ML displacement	12.46±0.99	17.93±1.09	<0.001	1.04
AP displacement	8.73±0.79	14.80±3.05	<0.001	2.23
LOS	6.00±2.42	15.93±2.34	<0.001	2.38
DHI score	8.26±2.91	22.53±7.38	<0.001	5.61

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Abbreviations: SCC: Semicircular canal; VOR: Vestibule-ocular gain; ASY, Asymmetry; JPS: Joint position sense; ML: Mediolateral; AP: Anterior-posterior; LOS: Limits of stability; DHI: Dizziness handicap inventory; CVR: Conventional vestibular rehabilitation; WBV: Whole body vibration.

Notes: Bold numbers show $P < 0.05$, * shows an independent sample t test, and D/P indicates the effect size with Cohen d (small=0.2, medium=0.5, and large=0.8).

Authors' contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest. Acknowledgments The authors would like to thank all participants in this research.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants in this research.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر تحریک ارتعاشی کل بدن بر اثربخشی توانبخشی دهلیزی

علی جهانگرد^۱، مجید اشرفی^۲

۱. گروه شنوایی شناسی، کمیته تحقیقات دانشجویان، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
 ۲. گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Jahangard A, Ashrafi M. [Investigating the Effect of Whole-Body Vibration Stimulation on the Effectiveness of Vestibular Rehabilitation (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(1):134-149. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3320>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3320>

چکیده

مقدمه و اهداف مطالعات قبلی نشان داده اند نوریت یک طرفه دهلیزی (UVN) شایع ترین علت سرگیجه است. علی رغم مزایای فراوان، استفاده از توانبخشی دهلیزی مرسوم (CVR) در بیماران UVN همراه با محدودیت هایی می باشد. این مطالعه با هدف مقایسه ترکیبی اثرات ارتعاش کل بدن (WBV) و توانبخشی دهلیزی مرسوم در بیماران مبتلا به UVN انجام شد.

مواد و روش ها گروه بیماران UVN در محدوده سنی ۳۰ تا ۵۰ سال به دو گروه ۱۵ نفری تقسیم شدند. یک گروه ۴ هفته توانبخشی دهلیزی مرسوم دریافت کردند، در حالی که گروه دیگر CVR+WBV دریافت کردند که شامل ۴ هفته توانبخشی دهلیزی مرسوم و ۲۰ جلسه ۵ دقیقه ای WBV بود. اندازه گیری های نتیجه شامل پارامترهای کنترل وضعیتی، عدم تقارن بهره رفلکس دهلیزی-چشمی (VOR)، خطای حس موقعیت مفصل (JPSE) و پرسش نامه معلولیت ناشی از سرگیجه (DHI) بود که در ابتدا و بعد از ۴ هفته ارزیابی شدند.

یافته ها پس از اعمال هر دو روش توانبخشی CVR و CVR+WBV در تمام متغیرهای اندازه گیری شده، بهبود معنی داری مشاهده شد. علاوه بر این گروه CVR+WBV نسبت به گروه CVR در نتایج پوسچروگرافی، امتیاز JPSE و DHI ($P < 0.05$) به جز عدم تقارن بهره VOR ($P > 0.05$) به طور قابل توجهی بهبود بیشتری نشان دادند.

نتیجه گیری هر دو روش توانبخشی CVR و CVR+WBV عملکرد تعادل را بهبود می بخشد. روش CVR+WBV بهبودی بیشتری در بیماران UVN نشان می دهد. بنابراین هنگامی که CVR با WBV ترکیب می شود، اثرات درمانی بیشتری را در بیماران UVN نشان می دهد.

کلیدواژه ها نوریت دهلیزی یک طرفه، توانبخشی دهلیزی مرسوم، ارتعاش کل بدن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳ دی ۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳ بهمن ۰۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴ فروردین ۰۱

* نویسنده مسئول:

دکتر مجید اشرفی

نشانی: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده علوم توانبخشی، گروه شنوایی شناسی.

تلفن: ۷۷۵۶۱۷۲۱ (۲۱) ۹۸+

رایانامه: m_ashrafi@sbmu.ac.ir

Copyright © 2025 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

داخلی اشتباه گرفته شود. البته در موارد پیچیده که تشخیص سخت می‌شود تست‌های EMP، MRI و آزمایش خون ممکن است انجام شود.

همان‌طور که گفتیم تست اصلی برای تشخیص نوریت وستیبولار VHIT می‌باشد که در افتراق از بیماری‌های لایبرنتیت، سکتة گوش داخلی، تومور آکوستیک، بیماری منیر و میگرن وستیبولار کمک می‌کند. در بیماری‌های گوش داخلی مثل منیر و لایبرنتیت معمولاً کم‌شنوایی وجود دارد، در صورتی که نوریت کم‌شنوایی ندارد. در موارد تومور آکوستیک، گیجی و سرگیجه پیش‌رونده آرامی وجود دارد که با مرور زمان بدتر می‌شود، احتمال کم‌شنوایی نیز وجود دارد. در مواردی که سردرد همراه با علائم بینایی برجسته و سبکی سر وجود داشته باشد، می‌توانیم به میگرن وستیبولار شک کنیم [۲]. درمان‌های مختلفی برای نوریت دهلیزی گزارش شده است که شامل درمان‌های علامتی، درمان دارویی و درمان توانبخشی دهلیزی می‌شود. درمان‌های علامتی شامل مراقبت‌های حمایتی عمومی و تجویز سرکوب‌کننده‌های دهلیزی و ضداسترغ است. درمان‌های دارویی شامل استروئیددرمانی، درمان ضدویروسی و گشادکننده‌های عروقی است. درمان‌های توانبخشی دهلیزی شامل تمرینات دهلیزی وستیبولار اختصاصی می‌باشد [۲].

امروزه جبران دهلیزی را به ساخت‌پذیری^۸ در سیستم عصبی مرکزی نسبت می‌دهند که شامل مناطق مختلفی مانند هسته‌های دهلیزی، مخچه، طناب نخاعی و مناطق قشری است. از آنجاکه نورون‌های هسته‌های دهلیزی ورودی تک‌سیناپسی یا چندسیناپسی از لایبرنت همانسویی دریافت کرده و خروجی حرکتی به نورون‌های عضلات خارجی کره چشم و عضلات اسکلتی ارسال می‌کنند، بنابراین معمولاً به‌عنوان واسطه شروع و خاتمه علائم بعد از UPVD در نظر گرفته می‌شوند.

یافته‌های اخیر حاکی از آن است که عدم توازن در سیستم تقاطعی دهلیزی، دلیل اصلی اختلالات اکولوموتور و پوسچرال^۹ ناشی از UPVD است. بنابراین، به نظر می‌رسد تغییر در فعالیت نورون‌های بینابینی^{۱۰} هسته‌های دهلیزی برای شکل‌گیری جبران پویا، ضروری است [۴]. پدیده جبران موجب می‌شود عملکرد هنجار رفلکس‌های دهلیزی VOR و VSR تا اندازه‌ای و نه به‌طور کامل و تنها در حالت ایستا بازگردد. بنابراین، در بیماران با جبران ضعیف (اختلالی که بیش از ۷ روز بعد از UPVD باقی می‌ماند) عدم تقارن باقیمانده بین سیستم‌های دهلیزی دوطرف، فقط در حین حرکات واقعی سر مثلاً در حرکات روزمره و راه رفتن، خود را نشان داده و برای بیمار مشکل‌زا خواهد بود [۳، ۲].

نقص دهلیزی محیطی یک‌طرفه^۱ (UPVD) به بروز علائم و اختلالات پیچیده‌ای منجر می‌شود که معمولاً در سه زمینه کنترل چشم، کنترل پوسچر و قابلیت‌های شناختی بروز می‌کند [۱] و به دو دسته کلی علائم ایستا (زمانی که فرد کاملاً ثابت و بی‌حرکت است) و علائم پویا (علائمی که در حین حرکت سر و بدن یا فعالیت بدنی رخ می‌دهد) تقسیم می‌شود [۲]. از علائم ایستا در دوره حاد بیماری می‌توان به انحراف چشم‌ها به سمت ضایعه، بروز نیستاگموس خودبه‌خودی، عدم تقارن پوسچر و از علائم پویا نیز به کاهش دامنه زمان‌بندی هنجار رفلکس‌های دهلیزی چشمی^۲ (VOR) و دهلیزی-نخاعی^۳ (VSR) اشاره کرد [۳]. نوریت دهلیزی سومین اختلال شایع دهلیزی محیطی پس از سرگیجه موضعی حمله‌ای خوش‌خیم و بیماری منیر است. علت نوریت دهلیزی نامشخص است. باین‌حال، عفونت و ویروسی عصب دهلیزی یا ایسکمی شریان دهلیزی قدامی به‌عنوان عامل نوریت دهلیزی شناخته شده است.

علاوه‌براین، مطالعات اخیر مکانیسم‌هایی مانند وابسته به سیستم ایمنی^۴ را به‌عنوان علت نوریت دهلیزی گزارش کرده‌اند. ویژگی‌های بالینی مشخصه نوریت دهلیزی، سرگیجه ناگهانی چرخشی واقعی است که بیش از ۲۴ ساعت طول می‌کشد و عدم وجود علائم حلزونی و سایر علائم و نشانه‌های عصبی است. برای تشخیص دقیق نوریت دهلیزی، تست‌های تشخیصی مختلفی مانند آزمون ویدیویی تکانه سر (VHIT)^۵، تست کالریک دو حرارتی و آزمون پتانسیل‌های عضلانی برانگیخته با منشا دهلیزی (VEMP)^۶ انجام می‌شود. در روزهای اول در تست ثبت ویدیویی حرکات سریع چشمی^۷ (VNG) قطعاً نیستاگموس (حرکت خودبه‌خودی چشم که جهت آن به سمت گوش سالم است) وجود دارد، اما به مرور زمان بعد از ۲ هفته تا ۱ ماه در بیماران مختلف ممکن است نیستاگموس حذف شود. تستی که می‌توان گفت به‌طور قطعی نوریت وستیبولار را تشخیص می‌دهد، تست VHIT می‌باشد [۲].

در روزهای اول به خاطر این که علائم شدید است، بیمار ممکن است خیلی نگران شود و حتی بستری شود و توسط متخصص‌های مختلف مورد معاینه قرار بگیرد و تست‌های مختلفی مانند MRI، CT و آزمایش خون از بیمار گرفته شود. در صورتی که تست‌های VNG و VHIT انجام نشود، ممکن است نوریت وستیبولار با بیماری‌هایی مثل سکتة در ساقه مغز و مخچه یا تومور در گوش

1. Unilateral Peripheral Vestibular Deficit (UPVD)
2. Vestibulo-Ocular Reflex (VOR)
3. Vestibulo Spinal Reflex (VSR)
4. Immune-Mediated
5. Video Head Impulse Test (vHIT)
6. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP)
7. Videonystagmography (VNG)

8. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP)
9. Plasticity
10. Oculomotor and postural disorders

مداخله بالینی ایمن و آسان برای استفاده است، به‌ویژه برای افرادی که نمی‌توانند به‌طور فعال در تمرینات مرسوم شرکت کنند. فرض بر این است که ارتعاش ورودی حس عمقی را به سیستم عصبی مرکزی می‌دهد که متعاقباً وزن سیگنال‌های حس عمقی را در سیستم دهلیزی تنظیم می‌کند و در نهایت عملکرد تعادل را بهبود می‌بخشد. مطالعات نشان داده‌اند که محرک‌های حسی ارتعاشی به فیبرهای دوکی عضلانی و اندام‌های تاندون گلژی منتقل می‌شوند و نورون‌های حرکتی آلفا را فعال می‌کنند [۱۱، ۱۲].

ترکیب تمرین بدنی و تحریک ارتعاش حس عمقی ممکن است به اثرات هم‌زمان و افزایش یافته‌ای منجر شود. بنابراین، هدف این مطالعه بررسی استفاده از WBV به‌عنوان یک رویکرد توانبخشی مکمل در کنار CVR در درمان بیماران مبتلا به UPVD است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت مداخله‌ای انجام شد. همه شرکت‌کنندگان از هدف مطالعه مطلع شدند و رضایت‌نامه کتبی را تکمیل کردند. افراد مورد مطالعه شامل ۳۰ فرد ۳۰ تا ۵۰ ساله مراجعه‌کننده به کلینیک ارزیابی و توانبخشی تعادل توحید در شهر اصفهان با یک یا چند شکایت (عدم تعادل، بی‌ثباتی در راه رفتن، سرگیجه/گیجی، اسیلوپیسی یا نیستاگموس خودبه‌خودی) برای بیش از ۴ هفته بودند.

علاوه‌براین، شرکت‌کنندگان نیاز به تشخیص بالینی نوریت دهلیزی یک‌طرفه (UVN)^{۱۳} جبران‌نشده و غیرپیش‌رونده توسط نورواتولوژیست داشتند که با آزمون دو حرارتی کالریک تأیید شده بود (استاندارد طلایی برای تشخیص نوریت دهلیزی یک‌طرفه، کاهش عملکرد مجرای نیم‌دایره‌ای افقی بیش از ۲۵ درصد در آزمون دو حرارتی کالریک و آزمون آکولوموتور طبیعی در VNG بود).

همچنین عدم سابقه برنامه توانبخشی دهلیزی قبلی، عدم ابتلا به مشکلات بینایی شدید (بیشتر از ۴ دیوپتر)، عدم ابتلا به درد شدید گردن، توانایی ایستادن بدون کمک به‌مدت حداقل ۱ دقیقه، عدم مصرف الکل و مواد مخدر، شنوایی طبیعی یا کم‌شنوایی اصلاح‌شده با سمک برای شنیدن محرک پاسخ در آزمون وضعیت نگاری، نداشتن سابقه مشکلات ارتوپدی در ۶ ماه اخیر براساس گزارش فرد (مثل شکستگی اندام تحتانی، دررفتگی و درد در اندام تحتانی و یا تنه)، نداشتن بدشکلی واضح اندام تحتانی مثل اسکولیوز و کایفوز براساس مشاهده متخصص فیزیوتراپی، نداشتن سابقه بیماری‌های روماتیسمی و یا متابولیک درمان‌نشده براساس پرونده پزشکی بیمار و نبودن بیمار در دوره بایستگی از دیگر معیارهای ورود بودند.

در حال حاضر تحریکات مؤثر بر سیستم تعادل شامل تحریکات فیزیولوژیک (تمرین‌های فیزیکی مرسوم) و تحریک ارتعاشی است. متداول‌ترین رویکرد درمانی و توانبخشی موجود در اختلالات دهلیزی یک‌طرفه، حرکات و تمرین‌های فیزیکی ساختاریافته به شکل توانبخشی دهلیزی است. اثر تمرین‌های توانبخشی دهلیزی بر بهبود تعادل قبلاً در مطالعات متعددی اثبات شده و نقش آن‌ها کاملاً پذیرفته شده است [۵، ۶].

توانبخشی دهلیزی به‌طور معمول شامل یک برنامه تمرینی اختصاصی است که با توجه به نیازهای خاص بیمار طراحی می‌گردد. این برنامه توانبخشی به مشارکت فعال فرد نیاز دارد. معمولاً برای برنامه توانبخشی دهلیزی بین ۴ تا ۱۰ هفته تمرینات مناسب مورد نیاز است [۷]. افرادی که دچار ضعف دهلیزی محیطی یک‌طرفه ثابت هستند، مناسب‌ترین کاندیدای مداخلات توانبخشی دهلیزی محسوب می‌شوند [۸]. اگرچه روش توانبخشی دهلیزی مرسوم^{۱۱} CVR مزایای زیادی دارد، اما محدودیت‌هایی نیز دارد. انجام CVR به بیمارانی نیاز دارد که شرایط فیزیکی مناسبی داشته باشند. فعالانه در تمرینات شرکت کنند و بازخورد مناسب ارائه دهند. در جامعه امروزی، به‌دلیل کم‌حرکتی روزافزون، بسیاری از بیماران برای شرکت در CVR مشکل دارند.

علاوه‌براین، CVR تأکید کمتری بر حس عمقی دارد که برای کالبره کردن ورودی‌های دهلیزی در سطح ادراکی بسیار مهم است، زیرا تنها سیگنالی است که به‌طور مداوم اطلاعات قابل‌اعتمادی درمورد تغییرات در موقعیت سر نسبت به تنه ارائه می‌دهد. تحقیقات نشان داده‌اند که بهبودی کامل اغلب از طریق تمرینات جبران مرکزی به تنهایی حاصل نمی‌شود. روش‌های جایگزین مانند تمرین حس عمقی می‌تواند با نتایج مؤثرتر و کارآمدتری همراه باشد. تکیه بر یک روش توانبخشی واحد ممکن است به تمام اهداف توانبخشی دست پیدا نکند. باین‌حال، ادغام ورودی‌های حس عمقی و دهلیزی در یک برنامه می‌تواند اثربخشی توانبخشی را افزایش دهد [۹، ۱۰]. برنامه توانبخشی دهلیزی بخش ضروری از درمان سرگیجه در بیماران UPVD است. شواهد متقن نشان می‌دهد توانبخشی دهلیزی مؤثر است. اما اینکه کدام روش توانبخشی مؤثرتر است، هنوز مورد سؤال است [۸]. فاکتورهای متعددی همچون سن و شرایط فیزیکی و روانشناختی نتایج توانبخشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۹].

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های فناوری روش دیگری را معرفی کرده‌اند: ارتعاش کل بدن (WBV)^{۱۲}، یک تکنیک تحریک عمودی مکانیکی که ارتعاشات را به گیرنده‌های عمقی می‌رساند، WBV اثرات بالقوه‌ای را بر عملکرد حسی-حرکتی در جمعیت‌های مختلف، مانند سالمندان، ورزشکاران، بزرگسالان سالم و افرادی که پس از سکتة بهبود می‌یابند، نشان داده است WBV یک

ثانیه استفاده شد. فرد روی نقطه‌ای در نور کم که در فاصله ۹۱ سانتی‌متری روی دیوار قرار داشت، تمرکز می‌کرد. آزمایشگر پشت سر بیمار ایستاده و ۱۰ حرکت را با سرعت ۵۰ تا ۲۰۰ درجه در ثانیه در زمان‌ها و جهت‌های غیرقابل پیش‌بینی، هم‌راستا با هر جفت از مجاری نیم‌دایره‌ای اعمال می‌کرد. بدین ترتیب مقادیر کمی با محاسبه بهره VOR به دست آمد. ساکاد جبرانی پنهان و آشکار در صورت وجود، به ترتیب در حین و بعد از حرکت سر ثبت شد [۱۴].

آزمون خطای حس وضعیت مفصل گردنی^{۱۸}

این آزمایش شامل یک نشانگر لیزری بود که به هدبندی که روی سر بیمار قرار داشت متصل می‌شد. بیمار روی صندلی به فاصله ۹۰ سانتی‌متری دیوار نشست و نور لیزر قرار گرفته بر روی پیشانی را بر نقطه‌ای از پیش تعیین‌شده، متمرکز کرد.

برای جلوگیری از هر گونه حرکت تنه، نیم‌تنه بیمار با یک بند به پشت صندلی محکم بسته شد. از بیمار خواسته شد چشمان خود را ببندد، سر خود را به سمت راست یا چپ بچرخاند (تا جایی که ممکن بود بدون ایجاد درد شدید) و سپس به نقطه اولیه برگردد. میانگین انحراف از نقطه میانی پس از چرخش راست و چپ برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد و خطای JPS^{۱۹} برحسب درجه محاسبه شد. آزمایش برای اطمینان از صحت نتایج، ۶ بار برای هر طرف تکرار شد و میانگین خطا از این ۶ تکرار به دست آمد [۱۵].

پرسش‌نامه DHI^{۲۰}

نسخه فارسی این پرسش‌نامه برای سنجش میزان ناتوانی ناشی از سرگیجه تهیه و اعتبارسنجی شده است. این پرسش‌نامه شامل ۲۵ سؤال است که هر کدام دارای ۳ گزینه پاسخ هستند: بله (۴ امتیاز)، گاهی (۲ امتیاز) و خیر (۰ امتیاز). بیمار در صورت نیاز با کمک معاینه‌کننده پرسش‌نامه را تکمیل کرد. بهبود در نمرات پرسش‌نامه نشان‌دهنده کاهش ناتوانی است، درحالی‌که عدم تغییر نشان‌دهنده عدم پیشرفت در پاسخ به مداخله می‌باشد [۱۶].

تست پوسچروگرافی^{۲۱}

تست پوسچروگرافی با استفاده از دستگاه ساخت شرکت Synapsys فرانسه انجام شد. قبل از آزمون، روش کار برای شرکت‌کننده توضیح داده شد. فرد با پای برهنه روی یک نقطه تعیین‌شده روی سکوی دستگاه ایستاد. اندازه پا برای اطمینان از قرارگیری مناسب روی سکو اندازه‌گیری شد. سپس

معیارهای خروج شامل وجود ناتوانی، تهوع یا استفراغ در طول آزمایشات یا جلسات توانبخشی، توانبخشی قبلی دهلیزی یا هر شرایط پزشکی حاد است که می‌تواند ارزیابی‌ها یا گزینه‌های درمانی را محدود کند [۱۳].

حجم نمونه با توان ۸۰ درصد و خطای آزمون ۵ درصد ($\alpha=0.05$ و $\beta=0.2$) با استفاده از اطلاعات مقاله مشابه [۱۳] و باتوجه به اینکه تعداد سه گروه مورد مطالعه بود، با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور^{۱۴} به دست آمد. در این نرم‌افزار با استفاده از گزینه حجم نمونه در آنالیز واریانس یک‌طرفه و محاسبه میزان اثر مؤثر توانبخشی دهلیزی و تحریک دهلیزی گالوانیک بر میانگین جابه‌جایی قدامی خلفی آزمون وضعیت نگاری افراد دچار نقص دهلیزی یک‌طرفه، حجم نمونه محاسبه شد (فرمول شماره ۱)

1.

$$d = \frac{M2-M1}{\sqrt{\frac{s1^2+s2^2}{2}}} = \frac{2/24-1/66}{\sqrt{\frac{0/67^2+0/55^2}{2}}} = \frac{0/58}{\sqrt{0/375}} = \frac{0/58}{0/61} = 0/95$$

$$\text{effect size} = \frac{d}{\sqrt{d^2+3}} = \frac{0/95}{\sqrt{0/95^2+3}} = \frac{0/95}{1/97} = 0/48$$

برای محاسبه میزان اثر مؤثر^{۱۵} در این فرمول از شاخص کوهن () استفاده شد. سپس با قرار دادن میزان اثر مؤثر در نرم‌افزار جی‌پاور، حجم نمونه کلی ۳۰ نفر و برای هر گروه ۱۵ نفر به دست آمد. به‌منظور اطمینان از نتایج داده‌ها و پیش‌بینی ریزش و عدم همکاری برخی از نمونه‌ها، در هر گروه ۱۷ نفر لحاظ گردید.

درمجموع ۳۴ شرکت‌کننده معیارهای ورود را داشتند و ۴ بیمار به‌علت از دست دادن معیارها از مطالعه حذف شدند. درنهایت، ۳۰ شرکت‌کننده (۲۰ مرد و ۱۰ زن با میانگین سنی $39/90 \pm 7/02$) کارآزمایی را تکمیل کردند. بیماران به‌طور تصادفی به دو گروه آزمایش تقسیم شدند: گروه CVR که ۴ هفته توانبخشی دهلیزی دریافت کردند و گروه CVR+WBV که ۴ هفته توانبخشی دهلیزی همراه با ۲۰ جلسه ۵ دقیقه‌ای تحریک WBV دریافت کردند. برای تقسیم افراد مورد مطالعه در دو گروه درمانی CVR و (CVR+WBV) از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده توسط نرم‌افزار تخصیص تصادفی^{۱۶} استفاده شد.

آزمون‌های مورد استفاده قبل و بعد از مداخله

تست ضربه سر ویدئویی^{۱۷}

جهت انجام این آزمون از عینک‌های کوچک و سبک وزن ساخت شرکت Otometrics دانمارک با وضوح ۲۵۰ فریم در

18. Cervical Joint Position Sense Error Test
19. Joint Position Sense (JPS)
20. Dizziness Handicap Inventory (DHI)
21. Posturography Test

14. G*power
15. Effect size
16. Random Allocation
17. Video Head Impulse Test (vHIT)

شناسایی افراد دچار ضعف دهلیزی محیطی یک طرفه دارای معیارهای ورود به مطالعه، از کلینیک ارزیابی و توانبخشی

پر کردن فرم رضایت نامه مورد تأیید کمیته اخلاق دانشکده

تخصیص بیماران به طور تصادفی با روش بلوک های دوتایی به دو گروه که همسان شده اند

انجام پرسش نامه ها و آزمون های تعادلی در بیماران قبل و بعد از مداخله:

- آزمون vHIT برای هر شش مجرای نیم دایره ای
- پرسش نامه DHI
- آزمون تست خطای حس موقعیت مفصل (JPS)
- آزمون وضعیت نگاری ایستا (Static posturography)
- آزمون وضعیت نگاری پویا (Dynamic posturography)

گروه دریافت کننده WBV و CVR

گروه دریافت کننده CVR

بعد از اتمام روند مداخلات

اجرای مجدد همه پرسش نامه ها و آزمون های تعادلی

CVR: توانبخشی دهلیزی مرسوم Cooksey و Cawthorne به مدت ۴ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۱ ساعت، در کلینیک و تحت نظارت مجری

WBV: ارتعاش کل بدن، به مدت ۴ هفته، هر هفته ۵ جلسه و هر جلسه ۵ دقیقه در کلینیک و تحت نظارت مجری (ارتعاش سینوسی کل بدن با فرکانس ۲۰ هرتز و جابه جایی ۰ تا ۴ میلی متر)

طب توانبخشی

تصویر ۱. دیاگرام خلاصه نحوه انجام پژوهش

روش های توانبخشی

تمرینات مرسوم توانبخشی دهلیزی

CVR براساس مطالعات قبلی در طول ۴ هفته، با ۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۱ ساعت انجام شد. جلسات در کلینیک زیر نظر یک کارشناس انجام شد. در روش متداول توانبخشی دهلیزی از تمرینات بدنی برای توانبخشی استفاده می شد. این تمرینات شامل تمرینات رفلکس دهلیزی-چشمی [VOR]، تمرینات حرکتی ساکادیک چشم و تمرینات کوئورن-کوکیسی [۱۹، ۲۰] بود.

شرکت کننده بدون تکیه دادن یا استفاده از هیچ تکیه گاهی روی سکو ایستاد. در ابتدا، توزیع فشار در سراسر کفی اندازه گیری شد. پس از این، دامنه ثبات برای حرکات رو به جلو، عقب و جانبی و محدودیت های ثبات (LOS)^{۲۲} و نمره کل (CS)^{۲۳} آزمون سازمان دهی حسی (SOT)^{۲۴} در هر دو قسمت قدامی خلفی (A-) و میانی جانبی (M-L)^{۲۵} ارزیابی شد. حسگرهای تعبیه شده در پلت فرم، میزان نوسانات حرکتی را در جهات مختلف ثبت و محاسبه کردند [۱۷، ۱۸].

22. limits of stability (LOS)
23. Composite Score (CS)
24. Sensory Organization Test (SOT)
25. The Antero-Posterior (AP)
26. Medio-Lateral (ML)

جدول ۱. مشخصات جمعیت شناختی شرکت کنندگان (n=۱۵)

متغیر	میانگین $\pm$ انحراف معیار		P
	CVR+WBV	CVR	
سن	۳۹/۹۴ $\pm$ ۶/۰۵	۳۹/۸۲ $\pm$ ۷/۴۴	۰/۹۶۳*
جنسیت (مرد/زن)	۶/۹	۴/۱۱	۰/۷۹۵**

طب توانبخشی

CVR: توانبخشی دهلیزی مرسوم
WBV: ارتعاش کل بدن

* Independent t-test, ** Chi-Square test

روش ارتعاش کل بدن

برای مداخله WBV، از دستگاه LV-۱۰۰۰، X-trend با فرکانس ارائه ۲۰ هرتز و ارتعاشات موج سینوسی ثابت (محدوده: ۴-۰ میلی متر) ساخت کشور تایوان استفاده شد. شرکت کنندگان در هر جلسه به مدت ۵ دقیقه درحالی که به طور معمول ایستاده بودند تحت WBV قرار گرفتند. تمرینات ۵ بار در هفته به مدت ۴ هفته متوالی انجام شد [۲۱].

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

آمار توصیفی به صورت میانگین و انحراف معیار گزارش شد.

برای ارزیابی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف^{۲۷} استفاده شد. از آزمون تی مستقل^{۲۸} برای مقایسه ویژگی‌های پایه داده‌ها با توزیع نرمال استفاده گردید، برای مقایسه درون گروهی، از آزمون تی زوجی^{۲۹} برای داده‌های دارای توزیع نرمال استفاده شد و از $d [d]$ کوهن برای اندازه‌گیری اندازه اثر استفاده گردید، مقادیر ۰/۲ و کوچک‌تر (کم)، مقادیر ۰/۵ تا ۰/۲ (متوسط) و مقادیر بزرگ‌تر از ۰/۸ (بزرگ) در نظر گرفته شد [۲۲]. همچنین برای مقایسه متغیرها بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد.

27. Kolmogorov-Smirnov
28. Independent Samples T-Test
29. Paired sample t test

جدول ۲. مقایسه نتایج درون گروهی گروه‌های توانبخشی

میانگین $\pm$ انحراف معیار				میانگین $\pm$ انحراف معیار				متغیر
d/p**	p*	CVR+WBV		d/p**	p*	CVR		
		قبل از مداخله	بعد از مداخله			قبل از مداخله	بعد از مداخله	
۱۲/۲۵	۰/۰۰۱	۱۴/۸۳±۰/۷۵	۵۷/۲±۶۲/۳۱	۴/۷	۰/۰۰۱	۱۸/۱۹±۴/۱۳	۲۵/۶۵±۵/۱۹	غیرقرینگی مجرای نیم‌دایره افقی (درصد)
۱/۹۲	۰/۰۰۵	۵/۴۷±۰/۸۱	۱۵/۰±۵۵/۶	۳/۱۸	۰/۰۰۴	۸/۲۷±۱/۷۳	۱۱/۱۰±۱/۰۴	غیرقرینگی مجرای نیم‌دایره خلفی (درصد)
–	۰/۰۰۶	۷/۳۶±۱/۵۷	۳۱/۰±۸۱/۸	۲/۱۱	۰/۰۰۱	۶/۴۸±۱/۵۱	۸/۶۶±۲/۸۵	غیرقرینگی مجرای نیم‌دایره قدامی (درصد)
۰/۸۲	۰/۰۰۱	۳/۲۲±۰/۴۱	۹۶/۰±۴۷/۵	۰/۴۰	۰/۰۰۱	۴/۳۷±۰/۹۵	۵/۲۸±۱/۲۷	خطای آزمون JPS (درجه)
۱/۱۰	۰/۰۰۱	۷۲/۰۷±۴/۶۲	۶۸/۳±۱۳/۵۴	۰/۹۹	۰/۰۰۱	۶۷/۷۳±۴/۰۴	۵۵/۲۷±۳/۳۲	جابه‌جایی داخلی-طرفی (درجه)
۳/۰۵	۰/۰۰۱	۶۲/۰۷±۵/۱۷	۸۱/۲±۳۷/۴۷	۰/۷۹	۰/۰۰۱	۵۶/۶۰±۳/۳۱	۴۷/۸۷±۲/۷۲	جابه‌جایی قدامی-خلفی (درجه)
۲/۷۳	۰/۰۰۱	۸۲/۱۳±۹/۴۷	۴۷/۷±۲۰/۶۶	۲/۴۰	۰/۰۰۱	۷۴/۷۳±۹/۳۰	۶۸/۳۳±۷/۷۵	محدوده ثبات LOS (سانتی‌متر مربع)
۷/۳۸	۰/۰۰۱	۲۳/۴۶±۴/۵۱	۶۳/۵±۷۳/۴۵	۲/۹۱	۰/۰۰۱	۳۴/۰۳±۳/۹۳	۴۲/۲۷±۵/۰۴	امتیاز DHI

طب توانبخشی

JPS: حس وضعیت مفصل
LOS: محدوده ثبات
DHI: پرسش‌نامه معلولیت گیجی
CVR: توانبخشی دهلیزی مرسوم
WBV: ارتعاش کل بدن

* Independent sample t-test, ** d/p=Effect size with Cohen's d (small=۰/۲, medium=۰/۵, and large=۰/۸), bold number: P<۰/۰۵

جدول ۳. مقایسه میزان بهبودی نتایج بین دو گروه بعد از مداخله

d/p**	P*	میانگین $\pm$ انحراف معیار		آزمون
		CVR+WBV	CVR	
-	۰/۴۰۵	۱۴/۸۳ $\pm$ ۰/۷۵	۱۸/۱۹ $\pm$ ۴/۱۳	غیرقرینگی مجرای نی‌مدایره افقی (درصد)
-	۰/۳۳۷	۵/۴۷ $\pm$ ۰/۸۱	۸/۲۷ $\pm$ ۱/۷۳	غیرقرینگی مجرای نی‌مدایره خلفی (درصد)
-	۰/۵۴۹	۷/۳۶ $\pm$ ۱/۵۷	۶/۴۸ $\pm$ ۱/۵۱	غیرقرینگی مجرای نی‌مدایره قدامی (درصد)
۰/۶۵	<۰/۰۰۱	۳/۲۲ $\pm$ ۰/۴۱	۴/۳۷ $\pm$ ۰/۹۵	خطای آزمون JPS (درجه)
۱/۰۴	<۰/۰۰۱	۷۲/۰۷ $\pm$ ۴/۶۲	۶۷/۷۳ $\pm$ ۴/۰۴	جابه‌جایی داخلی-طرفی (درجه)
۲/۲۳	<۰/۰۰۱	۶۲/۰۷ $\pm$ ۵/۱۷	۵۶/۶۰ $\pm$ ۳/۳۱	جابه‌جایی قدامی-خلفی (درجه)
۲/۳۸	<۰/۰۰۱	۸۲/۱۳ $\pm$ ۹/۴۷	۷۴/۳۳ $\pm$ ۹/۳۰	محدوده ثبات LOS (سانتی‌متر مربع)
۵/۶۱	<۰/۰۰۱	۲۳/۴۶ $\pm$ ۴/۵۱	۳۴/۰۳ $\pm$ ۳/۹۳	امتیاز DHI

طب توانبخشی

LOS: حس وضعیت مفصل

DHI: محدوده ثبات

CVR: پرسش‌نامه معلولیت گیجی

WBV: ارتعاش کل بدن

* Independent sample t-test, ** d/p=Effect size with Cohen's d (small=۰/۲, medium=۰/۵, and large=۰/۸). bold number: P<۰/۰۵.

از گروه CVR بود.

یافته‌ها

مطالعه حاضر کاهش قابل توجهی را در غیرقرینگی بهره VOR، به‌ویژه در مجاری نیم‌دایره‌ای افقی، در هر دو گروه پس از دوره ۱ ماهه توانبخشی نشان داد. این یافته حاکی از بهبود ثبات راه رفتن در حین حرکت سر در بیماران مبتلا به UVN است. قابل ذکر است، افزایش بهره VOR برای مجرای نیم‌دایره‌ای افقی در سمت آسیب‌دیده بیشتر از کانال‌های عمودی در هر دو گروه پس از توانبخشی بود. اساس توانبخشی دهلیزی متداول در تسریع بهبودی سیستم دهلیزی با استفاده از مکانیسم‌های عصبی پلاستیسیته مرکزی سازگاری، عادت‌سازی و جایگزینی نهفته است. این فرآیندها باعث ایجاد تغییرات عصبی فعال در ساقه مغز و مخچه در پاسخ به درگیری‌های حسی ناشی از مسیرهای دهلیزی می‌شوند. درنهایت، این امر به بهبود پایداری پوسچرال ایستا و پویا، افزایش بهره VOR و پایداری انحراف در طول حرکات سر منجر می‌شود [۲۳].

علاوه‌براین، نتایج این مطالعه تفاوت معنی‌داری را در بهبود بهره VOR بین دو گروه نشان نداد. بهبود بهره VOR به دنبال توانبخشی دهلیزی در چندین مطالعه گزارش شده است [۲۴، ۲۵]، اما تاکنون مطالعه‌ای در مورد بهبود افزایش VOR در نتیجه WBV انجام نشده است، درحالی‌که تمرینات CVR به‌طور مؤثر بهره VOR را در هر دو گروه بهبود بخشید، WBV مستقیماً بر نتایج VOR تأثیری نداشت.

جدول شماره ۱ مشخصات جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان

را نشان می‌دهد. همان‌طور که نشان داده شد، تفاوت معنی‌داری از نظر سن، جنسیت بین دو گروه توانبخشی وجود نداشت. نتایج مقایسه‌های درون‌گروهی، همان‌طور که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است، هر دو گروه توانبخشی بهبود قابل توجهی در بهره VOR، خطای JPS، نتایج پوسچروگرافی و نمرات پرسش‌نامه DHI نشان دادند ($P<۰/۰۵$). مقایسه نتایج بین دو گروه نشان داد که بهبودی در خطای JPS، نتایج پوسچروگرافی و نمرات پرسش‌نامه DHI بین دو گروه توانبخشی تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). بااین حال، تفاوت در بهبود بهره VOR بین دو گروه از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$) (جدول شماره ۳).

بحث

این مطالعه به بررسی اثرات ترکیبی ارتعاش و توانبخشی دهلیزی بر عملکرد تعادل در بیماران مبتلا به UVN پرداخت. باتوجه‌به دانش ما، اثر تحریک WBV در بهبود نتایج برای بیماران مبتلا به UVN هنوز مورد مطالعه قرار نگرفته است. نتایج نشان داد هر دو روش توانبخشی به‌طور قابل توجهی همه پیامدهای اندازه‌گیری شده را بهبود بخشیدند، گروه CVR+WBV در مقایسه با گروه CVR به تنهایی، بهبودی بیشتری را در همه اجزا به‌جز کاهش غیرقرینگی بهره VOR نشان داد، علاوه‌براین، اندازه اثر برای همه متغیرهای موردبررسی در گروه CVR+WBV بزرگ‌تر

کنترل وضعیتی بر اطلاعات حسی منتقل شده از سیستم بینایی، دهلیزی و حسی بدنی متکی است. سیستم حسی بدن اطلاعاتی در مورد سطح تکیه گاه و زوایای مفصل، سیستم بینایی نشانه های محیطی و سیستم دهلیزی اطلاعات مربوط به سرعت زاویه ای سر، شتاب خطی و جهت گیری مربوط به گرانش را ارائه می دهد [۲۹، ۳۰].

یکی از راهبردهای کنترل وضعیتی، استراتژی مچ پا است. هنگامی که فرد روی یک سطح سفت و صاف قرار دارد، حرکات در محدوده مفصل مچ پا رخ می دهد. در این حالت، بالا و پایین بدن با هم حرکت می کنند و باعث می شوند بدن شبیه یک آونگ معکوس در صفحه ساژیتال شود و ثبات را حفظ کند. ورودی دهلیزی برای شروع یا اجرای یک استراتژی طبیعی مچ پا غیر ضروری است و اطلاعات حس عمقی به تنهایی برای کنترل آن کافی است [۳۱-۳۳]. تفاوت در نتایج LOS بین گروه اول و گروه دوم پس از دوره توانبخشی احتمالاً به تحریک مبتنی بر ارتعاش در برنامه توانبخشی گروه دوم نسبت داده می شود.

در مطالعاتی که تسنگ و همکاران انجام دادند، از تحریک WBV و گرمادرمانی برای افراد بالای ۴۵ سال که یک رژیم ورزشی منظم نداشتند استفاده شد WBV. به مدت ۳ ماه متوالی، با ۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۵ دقیقه و گرمادرمانی به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد تجویز شد. پس از مداخله، LOS و قدرت عضلانی با استفاده از دستگاه پوسچرگرافی و انعطاف پذیری با آزمون نشست ارزیابی شد. بهبود قابل توجهی در انعطاف پذیری عضلات در هر دو گروه WBV و WBV همراه با گرمادرمانی [۳۴] مشاهده شد که با یافته های مطالعه ما مطابقت دارد.

در تحقیق حاضر، CS^{30} (در SOT^{31}) در هر دو جهت P-A و M-L به طور قابل توجهی پس از دوره توانبخشی در هر دو گروه افزایش یافت. این افزایش در گروه توانبخشی ترکیبی (WBV+WBV) بیشتر از گروه فقط WBV بود. برخلاف یافته های ما، ادر و همکاران دریافتند که افزودن تحریک دهلیزی گالوانیک (GVS)³² به برنامه توانبخشی دهلیزی در بیماران مبتلا به عملکرد ضعیف دهلیزی دو طرفه (BVH)³³ به نتایج مؤثرتری در مقایسه با WBV به تنهایی در آزمون ها و پرسش نامه ها منجر نمی شود. این اختلاف ممکن است به تفاوت در نوع و مدت برنامه، گروه های بیمار، روش های ارزیابی یا استفاده از GVS در شدت های مختلف نسبت داده شود [۳۵]. بنابراین، ترکیب WBV و توانبخشی دهلیزی می تواند تعادل را با بهبود قدرت عضلانی و تغییر حس عمقی افزایش دهد. نمرات DHI پس از

در این مطالعه تست JPS قبل و بعد از توانبخشی انجام شد. کاهش قابل توجه خطای JPS مشاهده شده در هر دو طرف، در گروه WBV+WBV بیشتر از WBV بود. در طول ارتعاش، سیستم عصبی مرکزی ورودی حس عمقی را دریافت می کند که وزن سیگنال های حس عمقی در سیستم دهلیزی را تغییر می دهد و در نهایت عملکرد تعادل را افزایش می دهد.

تحقیقات نشان می دهد محرک های حسی ارتعاشی به انتهای رشته های دوک عضلانی و اندام های تاندون گلژی منتقل می شوند و نورون های حرکتی آلفا را فعال می کنند [۱۱، ۱۲]. ارتعاش سینوسی می تواند گیرنده های حس عمقی مانند دوک های عضلانی و گیرنده های مکانیکی مفاصل را تحریک کند. از آنجایی که WBV قدرت و تعادل عضلانی را بهبود می بخشد و سفتی عضلانی و ثبات مفصل را می توان از طریق فعالیت گیرنده مکانیکی از طریق تحریک وایران گاما اصلاح کرد. این نوع ارتعاش پتانسیل تمرین و تغییر حس عمقی را در سراسر بدن دارد. بهبود حس عمقی احتمالاً از طریق فیبرهای آوران نوع اول (a) و نورون های حرکتی آلفا و افزایش تعداد فیبرهای کمک کننده عضله نوع ۲ رخ می دهد. به خوبی ثابت شده است که ورودی حس عمقی از مسیرهای Ia در ایجاد انقباضات ایزومتریک بسیار مهم است [۱۵، ۲۶]. افزایش قدرت ایزومتریک به دنبال WBV احتمالاً به دلیل یک حلقه بازخورد مثبت حس عمقی است. علاوه بر این، مکانیسم های زمینه ای WBV به مکانیک عضلانی و حس عمقی محدود نمی شود، بلکه شامل مسیرهای هورمونی و غیرهورمونی نیز می شود. تغییرات در تستوسترون، هورمون رشد، فاکتورهای رشد، سطوح اپی نفرین و نوراپی نفرین به دنبال WBV مشاهده شده است [۲۷].

بنابراین، ترکیب WBV در کنار توانبخشی دهلیزی می تواند یک استراتژی معتبر و مؤثر برای افزایش قدرت عضلانی و تغییر حس عمقی باشد. تغییرات در حس عمقی در بیماران مبتلا به UVN ممکن است به عنوان یک استراتژی جبرانی برای کاهش عملکرد دهلیزی عمل کند. جایگزینی حسی یکی از اجزای حیاتی توانبخشی دهلیزی است که به حفظ کنترل وضعیتی در بیماران مبتلا به نقص دهلیزی یک طرفه در هنگام ایستادن و راه رفتن کمک می کند. توانبخشی دهلیزی مرسوم بر افزایش ورودی های باقیمانده با تغییرات نشانه های بصری (مانند چشم های باز، چشم های بسته و تحریک اپتو کینتیک) و کنترل تعادل (مانند ایستادن روی یک سطح ثابت، فوم یا سطح متحرک)، اغلب با ترکیب هر دو پروتکل تمرکز دارد [۲۸].

در این مطالعه، افزایش قابل توجهی در LOS در تست پاسچرال در هر دو گروه پس از دوره توانبخشی مشاهده شد که نشان دهنده بهبود ثبات بیمار است. براساس نتایج DHI، بهبود قابل توجه LOS پس از ۱ ماه توانبخشی نشان دهنده عملکرد بهتر بیمار در فعالیت های روزانه است. همان طور که قبلاً ذکر شد،

30. Composite Score (CS)

31. Sensory Organization Test (SOT)

32. Galvanic Vestibular Stimulation (GVS)

33. Bilateral Vestibular Hypofunction (BVH)

دوره توانبخشی در هر دو گروه به‌طور قابل توجهی بهبود یافت. DHI منعکس‌کننده درک خود بیمار از شدت سرگیجه و درجه بی‌ثباتی ناشی از نقص دهلیزی در زندگی روزمره است. تفاوت قابل توجهی در میزان بهبود نمرات DHI بین دو گروه توانبخشی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه اخیر نشان داد ترکیب CVR و WBV در بیماران مبتلا به UVN به پیشرفت‌های قابل توجهی نسبت به CVR به تنهایی منجر می‌شود. بنابراین با اضافه کردن تحریک ارتعاشی کل بدن می‌توان اثربخشی توانبخشی مرسوم دستگاه دهلیزی را افزایش داد.

به‌دلیل محدودیت‌های زمانی، اثرات طولانی‌مدت توانبخشی WBV بررسی نشده است. بررسی اثرات بلندمدت WBV در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

انجام آزمون‌ها هیچ‌گونه عارضه‌ای برای افراد مورد بررسی نداشت. از تمامی شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه اخذ شد. مطالعه با کد IR.SBMU.RETECH.REC.1403.034 در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تأیید شد.

حامی مالی

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری علی جهانگرد رشته شنوایی‌شناسی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی بود و هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان به‌طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از شرکت‌کنندگان در این پژوهش که به‌صورت داوطلبانه شرکت کردند، تشکر و قدردانی می‌کنند

References

- [1] Herdman SJ. Vestibular rehabilitation. *Current Opinion in Neurology*. 2013; 26(1):96-101. [DOI:10.1097/WCO.0b013e32835c5ec4] [PMID]
- [2] Huang HH, Chen CC, Lee HH, Chen HC, Lee TY, Tam KW, Kuan YC. Efficacy of vestibular rehabilitation in vestibular neuritis: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2024; 103(1):38-46. [DOI:10.1097/PHM.0000000000002301]
- [3] Rosiak O, Krajewski K, Woszczak M, Jozefowicz-Korczynska M. Evaluation of the effectiveness of a virtual reality-based exercise program for unilateral peripheral vestibular deficit. *Journal of Vestibular Research*. 2018; 28(5-6):409-15. [DOI:10.3233/VES-180647] [PMID]
- [4] Curthoys IS, Halmagyi GM. Vestibular compensation. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*. 1999; 55:82-110. [DOI:10.1159/000059059] [PMID]
- [5] Herdman S, Whitney S. Physical therapy treatment of vestibular hypofunction. In: Herdman SJ, Clendaniel RA, editors. *Vestibular rehabilitation*. Philadelphia: FA Davis Co; 2014. [Link]
- [6] Moossavi A, Mehrkian S, Hamzehpour F, Bakhshi E. Development and assessment of validity and reliability of the Persian version of vestibular rehabilitation benefit questionnaire. *Auditory and Vestibular Research*. 2018; 27(2):65-71. [Link]
- [7] Meldrum D, Herdman S, Moloney R, Murray D, Duffy D, Malone K, et al. Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: A randomised controlled trial. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders*. 2012; 12:3. [DOI:10.1186/1472-6815-12-3] [PMID]
- [8] Meldrum D, Herdman S, Vance R, Murray D, Malone K, Duffy D, et al. Effectiveness of conventional versus virtual reality-based balance exercises in vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular loss: Results of a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2015; 96(7):1319-28.e1. [DOI:10.1016/j.apmr.2015.02.032] [PMID]
- [9] Berthoz A. Reference frames for the perception and control of movement. In: Paillard J, editor. *Brain and space*. Oxford: Oxford Academic; 1991. [DOI:10.1093/oso/9780198542841.003.0006]
- [10] Blouin J, Vercher JL, Gauthier GM, Paillard J, Bard C, Lamarre Y. Perception of passive whole-body rotations in the absence of neck and body proprioception. *Journal of Neurophysiology*. 1995; 74(5):2216-9. [DOI:10.1152/jn.1995.74.5.2216] [PMID]
- [11] Chow DHK, Lee TY, Pope MH. Effects of whole body vibration on spinal proprioception in healthy individuals. *Work*. 2018; 61(3):403-411. [DOI:10.3233/WOR-182816] [PMID]
- [12] Alam MM, Khan AA, Farooq M. Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance: A literature review. *Work*. 2018; 59(4):571-83. [DOI:10.3233/WOR-182699] [PMID]
- [13] Strupp M, Bisdorff A, Furman J, Hornibrook J, Jahn K, Maire R, et al. Acute unilateral vestibulopathy/vestibular neuritis: Diagnostic criteria. *Journal of Vestibular Research*. 2022; 32(5):389-406. [DOI:10.3233/VES-220201] [PMID]
- [14] Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The video head impulse test. *Frontiers in Neurology*. 2017; 8:258. [DOI:10.3389/fneur.2017.00258] [PMID]
- [15] de Vries J, Ischebeck BK, Voogt LP, van der Geest JN, Jansen M, Frens MA, et al. Joint position sense error in people with neck pain: A systematic review. *Manual Therapy*. 2015; 20(6):736-44. [DOI:10.1016/j.math.2015.04.015] [PMID]
- [16] Jafarzadeh S, Bahrami E, Pourbakht A, Jalaie S, Daneshi A. Validity and reliability of the Persian version of the dizziness handicap inventory. *Journal of Research in Medical Sciences*. 2014; 19(8):769-75. [PMID]
- [17] Newman CW, Jacobson GP, Kartush JM. *Handbook of balance function testing*. St. Louis: Mosby Year Book; 1993. [Link]
- [18] Lacour M, Tardivet L, Thiry A. Posture deficits and recovery after unilateral vestibular loss: Early rehabilitation and degree of hypofunction matter. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2022; 15:776970. [DOI:10.3389/fnhum.2021.776970] [PMID]
- [19] McDonnell MN, Hillier SL. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015; 1(1):CD005397. [DOI:10.1002/14651858.CD005397.pub2] [PMID]
- [20] Smółka W, Smółka K, Markowski J, Pilch J, Piotrowska-Seweryn A, Zwierzchowska A. The efficacy of vestibular rehabilitation in patients with chronic unilateral vestibular dysfunction. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2020; 33(3):273-82. [DOI:10.13075/ijomeh.1896.01330] [PMID]
- [21] Ardiç FN, Alkan H, Tümkaya F, Ardiç F. Effectiveness of whole-body vibration or biofeedback postural training as an add-on to vestibular exercises rehabilitation therapy in chronic unilateral vestibular weakness: A randomized controlled study. *Journal of Vestibular Research*. 2021; 31(3):181-90. [DOI:10.3233/VES-190753] [PMID]
- [22] Ialongo C. Understanding the effect size and its measures. *Biochemia Medica*. 2016; 26(2):150-63. [DOI:10.11613/BM.2016.015] [PMID]
- [23] Meldrum D, Jahn K. Gaze stabilisation exercises in vestibular rehabilitation: Review of the evidence and recent clinical advances. *Journal of Neurology*. 2019; 266(Suppl 1):11-8. [DOI:10.1007/s00415-019-09459-x] [PMID]
- [24] Nahrani MH, Akbari M, Maarefvand M. Relationship between vestibulo-ocular reflex gain and dizziness handicap inventory score to predict effectiveness of vestibular rehabilitation. *Auditory and Vestibular Research*. 2021; 30(4):273-9. [Link]
- [25] Kilic G, Temirbekov D, Ata G, Algun ZC. Effects of vestibular rehabilitation in patients with unilateral vestibular hypofunction. *Indian Journal of Otology*. 2023; 29(1):33-8. [DOI:10.4103/indianjotol.indianjotol_172_22]

- [26] Özel Aslıyüce Y, Demirel A, Ülger Ö. Investigation of joint position sense and balance in individuals with chronic idiopathic neck pain: A cross-sectional study. *Journal of manipulative and Physiological Therapeutics*. 2022; 45(3):188-95. [DOI:10.1016/j.jmpt.2022.06.006] [PMID]
- [27] Moreira-Marconi E, da Cunha de Sá-Caputo D, Sartorio A, Bernardo-Filho M. Hormonal responses to vibration therapy. In: Rittweger J, editors. *Manual of vibration exercise and vibration therapy*. Berlin: Springer; 2020. [DOI:10.1007/978-3-030-43985-9_12]
- [28] Lacour M, Bernard-Demanze L. Interaction between Vestibular Compensation Mechanisms and Vestibular Rehabilitation Therapy: 10 Recommendations for Optimal Functional Recovery. *Frontiers in Neurology*. 2015; 5:285. [DOI:10.3389/fneur.2014.00285] [PMID]
- [29] Amiri P, Mohebbi A, Kearney R. Experimental methods to study human postural control. *Journal of Visualized Experiments*. 2019; 151:e60078. [DOI:10.3791/60078-v] [PMID]
- [30] Morasso PG, Schieppati M. Can muscle stiffness alone stabilize upright standing? *Journal of neurophysiology*. 1999; 82(3):1622-6. [DOI:10.1152/jn.1999.82.3.1622] [PMID]
- [31] Jeon SN, Choi JH. The effects of ankle joint strategy exercises with and without visual feedback on the dynamic balance of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015; 27(8):2515-8. [DOI:10.1589/jpts.27.2515] [PMID]
- [32] King L, Horak F. The role of vestibular system in postural control. In: Herdman S, Clendaniel R, editors. *Vestibular Rehabilitation*. Philadelphia: FA Davis Co; 2014. [Link]
- [33] Runge CF, Shupert CL, Horak FB, Zajac FE. Role of vestibular information in initiation of rapid postural responses. *Experimental Brain Research*. 1998; 122(4):403-12. [DOI:10.1007/s002210050528] [PMID]
- [34] Tseng SY, Lai CL, Ko CP, Chang YK, Fan HC, Wang CH. The effectiveness of whole-body vibration and heat therapy on the muscle strength, flexibility, and balance abilities of elderly groups. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023; 20(2):1650. [DOI:10.3390/ijerph20021650] [PMID]
- [35] Eder J, Kellerer S, Amberger T, Keywan A, Długańczyk J, Wuehr M, et al. Combining vestibular rehabilitation with noisy galvanic vestibular stimulation for treatment of bilateral vestibulopathy. *Journal of Neurology*. 2022; 269(11):5731-7. [DOI:10.1007/s00415-022-11033-x] [PMID]