



Effect of eight weeks of modified dynamic neuromuscular Stabilization Exercises on wheelchair skills, balance, and upper limb disability in Patients with Incomplete Paraplegic Spinal Cord Injury: A Quasi-Experimental Study

Eskandar Moghanloo¹, Gholamali Ghasemi^{*1}, Morteza Sadeghi¹, Navidreza Ghasemi Kahrizsangi²

1. Department of Sports Injuries and Corrective Exercise, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
2. School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Received: April 2025; Accepted: June 2025

Keywords

Spinal cord injury,
Neuromuscular
exercises,
Wheelchair skills,
Sitting balance,
Shoulder function,
Quality of life

Abstract

Background and Aim: Spinal cord injury leads to a decline in motor function, balance, hand performance, and quality of life. The present study aimed to determine the effectiveness of modified dynamic neuromuscular Stabilization exercises on wheelchair skills, balance, hand performance, and quality of life in patients with incomplete paraplegic spinal cord injury.

Methods: This semi-experimental study included 10 male spinal cord injury patients (Age: 34.7 ± 7.40 years, Height: 175.8 ± 8.75 , Weight: 68.9 ± 11.69 , Duration of Injury: 16.9 ± 3.54) who were purposively selected based on the research entry criteria. The variables of wheelchair skill, seated balance, shoulder function, and quality of life of these individuals were measured using the Wheelchair Skill Test (WST), Modified Functional Reach Test (MFRT), Disability of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire (DASH), and Quality of Life Index (QLI), respectively. Subsequently, the participants did not receive any specific training for eight weeks, after which mid-term assessments were conducted. The participants then performed modified DNS exercises for another eight weeks (3 sessions per week, 60 minutes each), followed by a final post-test. Data were analyzed using repeated measures ANOVA ($P \leq 0.05$).

Results: The results showed that the measured parameters in the participants significantly improved after the completion of the training period compared to the non-training period ($P \leq 0.05$).

Conclusion: It appears that performing DNS exercises leads to improvements in the measured parameters in individuals with spinal injuries. Consequently, this training method can be recommended in the physical rehabilitation process for these individuals.

* Corresponding Author: Tel: 03137932573

✉ Email: gh.ghasemi@spr.ui.ac.ir

Orcid Code: 0000-0002-7560-017X

Extended Abstract

Introduction

Spinal Cord Injury (SCI) is the most severe and permanent problem following trauma, disrupting the normal sensory and motor functions, trunk control, and mobility (1). As a result, this reduces the function of the trunk, upper limbs, and the quality of life for individuals with SCI (2,3). Rehabilitation programs based on exercise, which are non-invasive treatments, actively or passively help alleviate issues faced by people with SCI. Dynamic Neuromuscular Stabilization is a neuromuscular approach that uses the motor development processes of infants for the diagnosis and treatment of motor disorders (4).

Consequently, the process of movement correction must begin with addressing neuromuscular disorders. Therefore, the present study aims to investigate the impact of modified DNS exercises on wheelchair skills, sitting balance control, upper limb disabilities, shoulder, hand, and quality of life for individuals with incomplete paraplegic SCI.

Method

The study conducted was semi-experimental and utilized a pre-test, mid-test, and post-test design. A total of 10 individuals with SCI at the L4 and L5 injury level from the Isfahan Spinal Cord Injury Support Association (Hana) were purposefully and conveniently selected as the statistical sample. After obtaining written consent and providing complete explanations of the research plan, all participants underwent a pre-test. Following 8 weeks of inactivity, a mid-test was conducted, after which an 8-week exercise intervention took place, and finally, a post-test was administered.

The inclusion criteria for the study were: 1) at least one year since the onset of spinal cord injury (medical records), 2) no history of having performed DNS exercises, 3) no medical contraindications for physical exercise (specialist physician), 4) no participation in sports or therapeutic programs during the study, 5) individuals with incomplete lumbar paralysis who use wheelchairs (neurologist), 6) no history of

respiratory, neurological, muscular, or cardiovascular diseases (medical records), 7) no chest deformities, and 8) ability to perform basic DNS movements (preliminary study). The exclusion criteria included: 1) voluntary withdrawal, 2) occurrence of injury or any unforeseen issue preventing participation in the study, and 3) irregular attendance at training sessions and assessments. Data were collected using field tests and questionnaires, and statistical analysis was performed on these 10 subjects.

In this study, the wheelchair skills test, modified functional accessibility test, upper limb, shoulder, and hand disability questionnaire, and a disease-specific quality of life index were used (21-25). The exercise program was modified to accommodate participants' disabilities in performing all DNS movements and was implemented over 8 weeks, with three weekly sessions (60 minutes per session) (14, 26). To analyze the data and identify potential differences in mean scores among the groups at three stages, repeated-measures ANOVA was used. SPSS version 26 was used for data analysis, with a significance level of $P \leq 0.05$.

Results

According to the results obtained, the difference between the pre-test and mid-test for all four variables, wheelchair skill, seated balance, upper limb disability, shoulder and hand function, and quality of life, was not significant ($P \leq 0.05$). On the other hand, the difference between the pre-test and mid-test compared to the post-test for each of the four variables was significant at the level of ($P \leq 0.05$) during the training period.

Discussion

This study demonstrated that an eight-week modulated Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) program significantly improved wheelchair propulsion, postural balance, upper-limb function, and quality of life in individuals with incomplete paraplegia ($P \leq 0.05$). While no significant changes were observed during the mid-term assessment, marked improvements were evident by the post-test, highlighting the cumulative effect of the intervention.

The efficacy of DNS in this population is likely rooted in its ability to optimize intra-abdominal pressure and spinal stability through the co-activation of the diaphragm, deep abdominal muscles, and pelvic floor (27). By integrating diaphragmatic breathing with developmental movement patterns, DNS creates a stable core foundation. This postural stability is essential for upper limb mechanics, as effective wheelchair propulsion relies on a stable scapulothoracic base (30, 31).

Furthermore, by restoring ideal joint alignment and optimizing the Integrated Spinal Stabilization System (ISSS), DNS mitigates the risk of overuse injuries common in SCI patients (14, 32, 33). By reducing mechanical overload and improving neuromuscular coordination, the intervention enhances movement efficiency and upper limb function (34). Consequently, increased physical independence and reduced pain facilitate greater social participation, ultimately leading to a significant improvement in the quality of life for individuals with spinal cord injury (35, 36).

Clinical application

Eight-week modulated dynamic neuromuscular stabilization exercises can be considered a primary intervention for patients with incomplete paraplegia to enhance wheelchair propulsion efficiency, improve postural balance, reduce

upper-limb disability, and ultimately boost quality of life.

Compliance with ethical guidelines

The present study was conducted in accordance with the ethical guidelines of the University of Isfahan's Ethics Committee, and ethical approval was obtained under the code: IR.UI.REC.1399.089.

Funding

This article is derived from the master's thesis of Mr. Eskandar Moghanloo (Department of Sports Pathology and Corrective Exercises) at the University of Isfahan.

Author's Contribution

All authors contributed equally to the design, execution, and writing of this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The researchers would like to express their gratitude to the Vice Presidency for Research and Technology of the University of Isfahan for supporting this study, as well as to the officials of the Spinal Cord Injury Support Association of Isfahan and the participants in this research for their invaluable cooperation in conducting this project.

Table 1. Results of repeated measures analysis of variance

Variables	Mean $\pm$ SD			df	Tests of Within-Subjects Effects	
	Pre-test	Mid-test	Post-test		F	P
Wheelchair Skill Test (WST)	59.60 $\pm$ 9.43	60.40 $\pm$ 8.68	66.20 $\pm$ 10.21	2,18	10.52	0.001
Modified Functional Reach Test(MFRT)	26.20 $\pm$ 6.72	27.00 $\pm$ 6.56	32.80 $\pm$ 6.26	2,18	7.24	0.005
Disability of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire (DASH)	35.10 $\pm$ 10.87	34.80 $\pm$ 11.00	29.90 $\pm$ 11.75	2,18	5.94	0.01
Quality of Life Index (QLI)	17.90 $\pm$ 4.10	18.10 $\pm$ 4.40	21.00 $\pm$ 3.36	2,18	5.85	0.011



تأثیر هشت هفته تمرینات ثبات عصبی-عضلانی پویا تعدیل شده بر مهارت ویلچررانی، تعادل، ناتوانی اندام فوقانی و کیفیت زندگی بیماران آسیب نخاعی پاراپلژی ناقص: یک مطالعه نیمه تجربی

اسکندر مغاللو^۱، غلامعلی قاسمی^{۱*}، مرتضی صادقی^۱، نویدرضا قاسمی کهریزسنگی^۲

۱- گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۲- دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

مقاله پژوهشی

دریافت: فروردین ۱۴۰۴؛ پذیرش: خرداد ۱۴۰۴

چکیده

زمینه و هدف: آسیب نخاعی باعث افت عملکرد حرکتی، تعادل، عملکرد دست و کیفیت زندگی می شود. پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی تمرینات ثبات عصبی-عضلانی پویای تعدیل شده بر مهارت ویلچررانی، تعادل، عملکرد دست و کیفیت زندگی بیماران آسیب نخاعی پاراپلژی ناقص انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه نیمه تجربی ۱۰ نفر از آسیب دیدگان نخاعی مرد (سن: ۳۴/۷±۷/۴۰ سال، قد: ۱۷۵/۸±۸/۷۵ سانتی متر، وزن: ۶۸/۹±۱۱/۶۹ کیلوگرم، مدت آسیب: ۱۶/۹±۳/۵۴ ماه) براساس معیارهای ورود به تحقیق به صورت هدفمند انتخاب و در این پژوهش شرکت نمودند. متغیرهای مهارت ویلچررانی، تعادل نشسته، عملکرد شانه و کیفیت زندگی این افراد به ترتیب توسط آزمون مهارت ویلچررانی (WST)، آزمون دسترسی عملکردی تعدیل شده (MFRT)، پرسشنامه ناتوانی بازو، شانه، دست (DASH) و پرسشنامه شاخص کیفیت زندگی (QLI) اندازه گیری شد. سپس آزمودنی ها به مدت هشت هفته تمرین خاصی را دریافت نکردند، بعد از این هشت هفته، آزمون های میانی اخذ گردید. در ادامه آزمودنی ها به مدت هشت هفته (هر هفته ۳ جلسه ۶۰ دقیقه ای) تمرینات DNS تعدیل شده را انجام دادند و در پایان پس از آزمون نهایی تکرار شد. داده ها با روش آزمون تحلیل واریانس برای اندازه گیری مکرر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند ($P \leq 0.05$).

نتایج: نتایج نشان داد، مهارت ویلچررانی (WST)، تعادل نشسته (MFRT)، ناتوانی بازو، شانه، دست (DASH) و کیفیت زندگی (QLI) افراد شرکت کننده بعد از اتمام دور تمرینی نسبت به دوره بی تمرینی به طور معناداری بهبود یافتند ($P \leq 0.05$).

نتیجه گیری: به نظر می رسد انجام تمرینات DNS باعث بهبود پارامترهای اندازه گیری شده در آسیب دیدگان نخاعی می شود. در نتیجه می توان در کنار سایر متدهای تمرینی، از این روش به عنوان یک روش کم هزینه، غیر تهاجمی و مکمل در فرایند توانبخشی جسمانی این افراد استفاده نمود.

واژگان کلیدی

آسیب طناب نخاعی،

توانبخشی،

ویلچررانی،

تعادل،

آسیب شانه،

کیفیت زندگی.

مقدمه

آسیب نخاعی (SCI)، وخیم ترین و دائمی ترین مشکل پس از تروما است، که بر توانایی های ایستادن، راه رفتن و انجام فعالیت های روزانه تأثیر منفی می گذارد (۱). SCI با اختلال در عملکرد طبیعی حسی و حرکتی، کنترل عملکردی تنه و توانایی جابجایی را مختل و در نتیجه این افراد را مجبور می کند جهت جابجایی از ویلچر یا عصا استفاده نمایند (۲)، که این امر عملکرد و کیفیت زندگی در افراد مبتلا به SCI را به تعادل پویا در نشستن و توانایی نشستن بدون حمایت وابسته می کند (۴). بنابراین بازیابی ثبات و عملکرد تنه یک عامل ضروری برای آسیب دیدگانی است که مشکلات پایداری تنه دارند (۵). این امر اندام فوقانی آن ها را در معرض خطر آسیب های استفاده مکرر قرار می دهد که مستعد درد اسکلتی عضلانی شانه می شوند که بدلیل درد شانه به احتمال زیاد، از دست دادن عملکرد و استقلال را تجربه می نمایند و محدودیت های قابل توجهی را در مراقبت از خود، کار و فعالیت های روزانه تجربه می کنند و منجر به کاهش کیفیت زندگی آنان می شود (۶، ۷). بهبود عملکرد اندام فوقانی و بازتوانی آن به عنوان مهم ترین اولویت گزارش شده توسط بیمار برای بهبود عملکرد و کیفیت زندگی شناسایی شده است (۸-۱۰). برنامه های توانبخشی مبتنی بر ورزش که درمان های غیرتهاجمی هستند، به صورت فعال یا غیرفعال باعث کاهش مشکلات افراد SCI می شود (۱۱).

تمرینات عصبی عضلانی از شناخته شده ترین تمرین هاست که تمرینات DNS یکی از مشهورترین آنها می باشد. این تکنیک از طریق تمرینات کاربردی خاص بر اساس پوزیشن های تکامل یافته حرکت شناسی که توسط نوزاد سالم در سال اول زندگی خود به نمایش می گذارد، پایه ریزی شده است. درواقع، این تکنیک با بکارگیری سیستم اعصاب مرکزی، مسیرهای حسی- حرکتی را بهینه می کند و زمینه پیشگیری و درمان بیماری ها و ناهنجاری ها را فراهم می نماید (۱۲). در این روش بر فعال شدن صحیح دیافراگم، الگوی تنفس و پایداری ناحیه مرکزی تنه قبل از اجرای هرگونه حرکت تأکید زیادی وجود دارد. درواقع با این عمل پایه ای برای انجام حرکات گوناگون ایجاد می شود (۱۳).

براساس این رویکرد پس از اصلاح الگوهای تنفسی به اصلاح حرکات اساسی که در سال اول زندگی ظاهر می شوند، پرداخته می شود. نوزادان در طول فرآیند رشد خود حرکات

اساسی را در موقعیت های مختلف تجربه می کنند. سیستم عصبی و عضلانی نوزاد برای مقابله با جاذبه، حفظ وضعیت و بهبود تحرک نیاز به هماهنگی نزدیک در طول فرآیند رشد دارد. بر اساس دیدگاه DNS، الگوهای حرکتی پایه از قبل در یک نوزاد سالم تنظیم شده و توسط سیستم عصبی مرکزی و با توجه به مرحله بندی ژنتیکی یادآوری می شوند (۱۴). DNS یک رویکرد عصبی عضلانی است که از فرآیند رشد حرکتی نوزادان برای تشخیص و درمان اختلالات حرکتی استفاده می کند. در نتیجه فرآیند اصلاح حرکت باید با اصلاح اختلالات عصبی عضلانی آغاز شود (۱۴، ۱۵).

شارما و یاداو (۲۰۲۰) در مطالعه مروری روی تمرینات DNS، از این تمرینات به عنوان تمریناتی بر مبنای حرکت شناسی رشدی نام می برند. در این مطالعه نشان داده شد که تمرینات روی فعال سازی صحیح سیستم تثبیت کننده ستون فقرات قبل از هر حرکتی در اندام متمرکز می باشد (۱۳). کلار و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه ای با محوریت تمرینات DNS بیان نمودند که تعادل و ثبات بدن تنها با تقویت عضلات مرکزی بدن به دست نمی آید و نیازمند هماهنگی سیستم های یکپارچه سازی و تثبیت کننده ی ستون فقرات نیز می باشد (۱۴).

مرور مطالعات قبلی اثرگذاری تمرینات DNS بر بهبود عملکرد و قدرت افراد دارای معلولیت های مختلف از جمله مالتیپل اسکلروزیس (MS)، سکتة مغزی، شارکو ماری توت (CMT) و سالمندی را نشان داده اند (۱۶-۱۹). و با توجه به این موضوع که هیچ تحقیقی اثر تمرینات DNS را بر عملکرد حرکتی افراد SCI مورد مطالعه قرار نداده است و از طرفی تحقیقات متعدد اثربخشی تمرینات جسمانی بر بهبود عملکرد حرکتی بیماران SCI نشان داده اند. بنابراین هدف تحقیق حاضر مطالعه تاثیر تمرینات DNS تعدیل شده بر مهارت ویلچر رانی، کنترل تعادل نشسته، ناتوانی بازو، شانه، دست و کیفیت زندگی افراد SCI پاراپلژی ناقص بود.

روش تحقیق

پژوهش حاضر مورد تایید کمیته اخلاق (شناسه اخلاق IR.UI.REC.1399.089) و شورای پژوهشی دانشگاه اصفهان بود. مطالعه صورت گرفته از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش آزمون، آزمون میانی و پس آزمون بود. تعداد ۱۰ نفر از افراد SCI با سطح آسیب L4 و L5 انجمن حمایت آسیب نخاعی اصفهان (حانا) به صورت در دسترس و هدفمند به عنوان

نمونه آماری انتخاب شدند. پس از اخذ رضایت نامه کتبی و ارائه توضیحات کامل طرح تحقیق، از کلیه آزمودنی‌ها پیش آزمون گرفته شد و پس از هشت هفته بی تمرینی آزمون میانی اخذ گردید و پس از آن هشت هفته مداخله تمرینی و در نهایت آزمون پایانی گرفته شد.

نحوه ورود به مطالعه

معیارهای ورود به تحقیق شامل: (۱) گذشت حداقل یک سال از ابتلا به آسیب دیدگی نخاعی (پرونده پزشکی) (۲) نداشتن سابقه انجام تمرینات DNS 3 نداشتن منع پزشکی انجام تمرینات جسمانی (پزشک متخصص) (۴) عدم شرکت در برنامه‌های ورزشی و درمانی در طول پژوهش (۵) افراد پاراپلژی ناقص کمری که از ویلچر استفاده می‌کنند (نورولوژیست) (۶) نداشتن سابقه بیماری‌های تنفسی، عصبی - عضلانی و قلبی - عروقی (پرونده پزشکی) (۷) نداشتن بدشکلی در قفسه سینه (۸) توانایی انجام حرکات پایه DNS (مطالعه مقدماتی) بود. همچنین معیارهای خروج شامل: (۱) انصراف داوطلبانه (۲) بروز آسیب و یا هرگونه مشکل غیر قابل پیش بینی که مشارکت آزمودنی در تحقیق را غیر ممکن سازد (۳) شرکت نامنظم در جلسات تمرینی و تست گیری بود (۲۰). اطلاعات توسط تست های میدانی و پرسشنامه جمع آوری شدند و تجزیه و تحلیل آماری بر روی این ۱۰ آزمودنی صورت گرفت.

آزمون‌های مورد استفاده در مطالعه

آزمون مهارت‌های ویلچرانی برای ارزیابی عینی مهارت و ایمنی ویلچر دستی استفاده گردید. در این پژوهش از نسخه میدانی آن استفاده شد. WST نسخه ۵ شامل ۳۳ سوال در مورد مهارت‌های فردی می‌باشد. امتیاز دهی به این فرم از ۰ تا ۳۰ می باشد طبق بررسی‌های انجام شده روایی و پایایی آزمون مهارت ویلچرانی بالا گزارش شده است (۲۱).

از آزمون دسترسی عملکردی تعدیل شده جهت ارزیابی تعادل نشسته استفاده شد. در این آزمون فرد تا حد ممکن بدون برهم خوردن تعادل رو به جلو خم می شود و تفاوت بین نقطه شروع و پایان ثبت می گردد. آزمون سه مرتبه انجام و میانگین دو اجرای آخر به عنوان نمره فرد در نظر گرفته می شود. روایی آزمون دسترسی عملکردی اصلاح شده ۰/۸۵ تا ۰/۹۵ گزارش شده است (۲۲).

پرسشنامه ناتوانی بازو، شانه و دست میزان شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی اندام فوقانی را مورد سنجش قرار می دهد. این پرسشنامه دارای ۳۰ سؤال می باشد (هر سؤال نمره ۱ تا ۵ می‌گیرد) که وضعیت عملکرد اندام فوقانی فرد را می‌سنجد. نمره این پرسشنامه از ۱۰۰ محاسبه می گردد. هرچه این عدد به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، نشان می دهد ناتوانی فرد بیشتر می باشد. روایی و پایایی پرسشنامه DASH به ترتیب ۰/۷۰-۰/۸۰ و ۰/۹۶ می باشد (۲۳، ۲۴).

از پرسشنامه اختصاصی شاخص کیفیت زندگی جهت ارزیابی کیفیت زندگی استفاده شد. این ابزار دارای دو قسمت رضایتمندی و اهمیت است و هر قسمت شامل چهارحیطه سلامت و کارکرد، روانشناختی / معنوی، اجتماعی و اقتصادی و خانواده می باشد. محدوده امتیازات بین ۰ تا ۳۰ می باشد که هرچه امتیاز بالاتر باشد، نشان دهنده کیفیت زندگی بهتر می باشد. طبق بررسی‌های انجام شده روایی و پایایی پرسشنامه شاخص کیفیت زندگی بالا گزارش شده است (۲۱، ۲۵).

پروتکل تمرینی

برنامه تمرینی مطالعه حاضر به دلیل معلولیت و ناتوانی آزمودنی‌ها در انجام تمامی حرکات DNS، به صورت اصلاح شده و براساس توانایی افراد مشارکت کننده به مدت ۸ هفته و هفته‌ای سه جلسه (۶۰ دقیقه ای) اجرا شد. جهت حصول اطمینان، برنامه تمرینی به صورت پایلوت روی دو نفر از داوطلبین انجام و مشکلات احتمالی بروزی توسط تمرین دهنده و پزشک متخصص بررسی شد و برای شروع این دو نفر از پژوهش خارج شدند. یک جلسه تمرینی شامل ۳ بخش، گرم کردن (۱۰ دقیقه)، تمرینات ثبات عصبی-عضلانی پویا (۴۵ دقیقه) و سرد کردن (۵ دقیقه) بود. تمرینات از یکسری پوزیشن های منتخب DNS که قابل اجرا توسط این افراد می باشد، تشکیل شد.

با توجه به رویکرد DNS در این پژوهش ابتدا تنفس دیافراگمی در حالات خوابیده به شکم، خوابیده به پشت و نشسته اصلاح گردید و سپس از پوزیشن‌های رشدی خوابیده به پشت، خوابیده به شکم، نشستن پهلوی، چهار دست و پا و نشسته استفاده شد. در طول اجرای تمرینات اصل FITT در تمرینات مورد توجه قرار گرفت. در هر پوزیشن ۱۰-۱۵ بار عمل دم و بازدم را در ۳ ست انجام دادند. افراد هر تمرین را با ۱۰-۱۲ تکرار و در ۳ ست انجام

درضمن با پیچیده کردن تمرینات به طور مستمر حفظ تنفس دیافراگمی کنترل شد، به عبارت دیگر در تمرین DNS، اصل اضافه بار با پیچیده تر کردن تمرینات اعمال می شود. شدت تمرینات براساس کنترل ضربان قلب و بازخوردهای شفاهی کنترل گردید (۱۴، ۲۶).

داندند. بین حرکت ها حدود ۹۰-۱۲۰ ثانیه استراحت داده می شد. افزایش بار تمرینی با توجه به ترتیب ظهور الگوها و پیچیدگی تمرینات به تدریج با افزودن یک کار جدید به یک کار تمرین شده در هر هفته (در مقایسه با هفته قبل) افزایش یافت.



شکل ۱- پوزیشن های رشدی منتخب رویکرد DNS

گروه در سه مرحله پیش آزمون، آزمون میانی و پس آزمون، از آزمون تحلیل واریانس برای اندازه گیری مکرر و از آزمون

روش آماری جهت تحلیل داده ها و بیان تفاوت احتمالی بین میانگین

با توجه به نتایج بدست آمده تغییرات در دوره بی تمرینی و تمرینی مشاهده می گردد. همانگونه که نتایج در نمودارهای شماره ۲، ۳ و ۴ نشان می دهند و بر طبق آزمون تعقیبی توکی، اختلاف پیش آزمون با آزمون میانی در هر چهار متغیر مهارت ویلچر رانی ($P=0/597$)، تعادل نشسته ($P=0/545$) ناتوانی بازو، شانه، دست ($P=0/755$) و کیفیت زندگی ($P=0/775$) غیر معنادار و از طرف دیگر اختلاف پیش آزمون و آزمون میانی با پس آزمون در هر سه متغیر مهارت ویلچر رانی ($F_{(2,18)}=10/52$) ($P=0/001$) ($\eta^2=0/64$)، تعادل نشسته ($F_{(2,18)}=7/24$) ($P=0/005$) ($\eta^2=0/45$) ناتوانی بازو شانه و دست ($F_{(2,18)}=5/94$) ($P=0/001$) ($\eta^2=0/42$) و کیفیت زندگی ($F_{(2,18)}=5/85$) ($P=0/011$) ($\eta^2=0/42$) در سطح ($P\leq 0/05$) در دوره تمرینی معنادار می باشد. این بدان معناست که تغییرات و پیشرفت در دوره تمرینی نسبت به دوره بی تمرینی به طور معنی داری بیشتر بوده است. همچنین می توان مشاهده نمود که شیب خط در دوره تمرینی نسبت به دوره بی تمرینی به طور چشم گیری بیشتر می باشد.

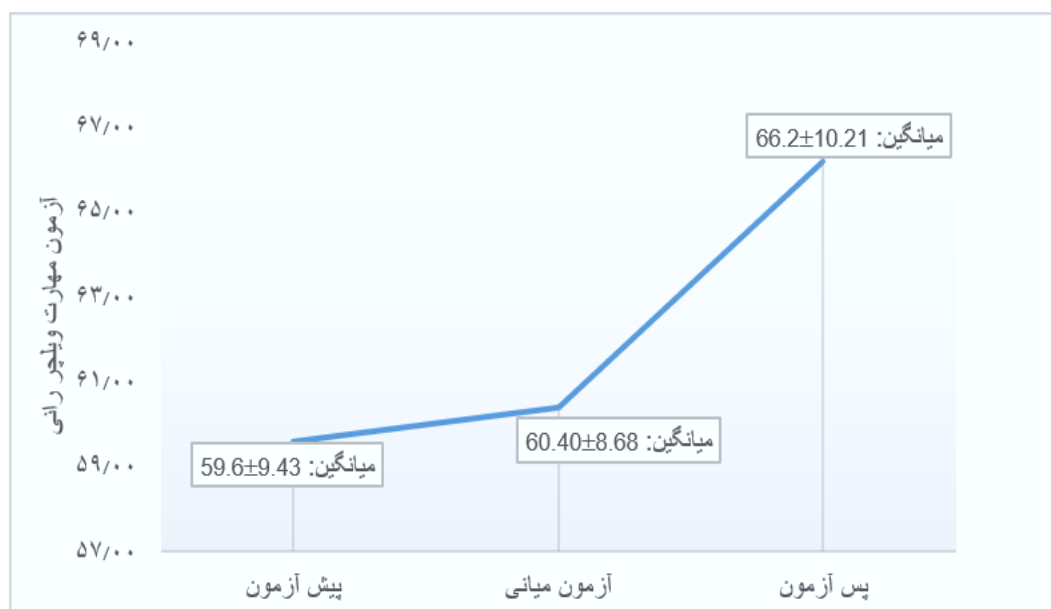
تعقیبی توکی جهت تعیین تفاوت در مراحل مختلف تحقیق استفاده شد. بر اساس آزمون های کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیروویلک، طبیعی بودن توزیع داده ها در همه شاخص های ارزیابی شده، مورد تایید می باشد و هیچ اشکال اساسی متوجه داده ها نیست. آزمون Mauchly's sphericity برقراری شرط کوریت را در تمامی متغیر ها نشان داد. نرم افزار آماری جهت تجزیه و تحلیل داده ها، SPSS نسخه ۲۶ بود ($P\leq 0/05$).

نتایج مطالعه

در جدول شماره ۱، داده های جمعیت شناختی آزمودنی ها شامل سن، وزن، قد و مدت آسیب ارائه گردیده است.

جدول ۱- ویژگی های جمعیت شناختی آزمودنی ها

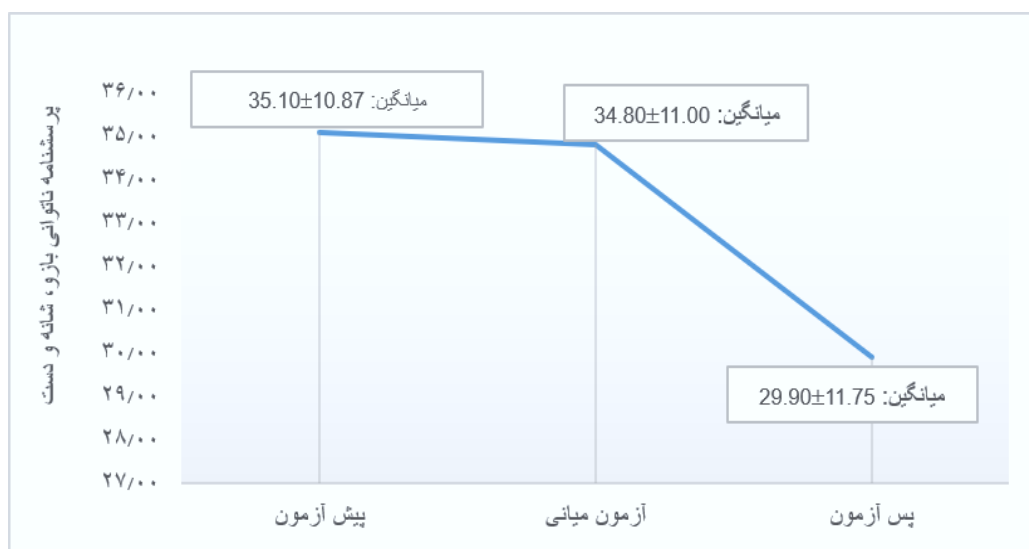
متغیر	SD± میانگین
سن (سال)	34.7±7.40
وزن (کیلوگرم)	68.9±11.69
قد (سانتی متر)	175.8±8.75
مدت آسیب (ماه)	16.90±3.54



شکل ۲- نمودار خطی تغییرات آزمون مهارت ویلچر رانی در سه مرحله اندازه گیری



شکل ۳- نمودار خطی تغییرات آزمون دسترسی عملکردی تعدیل شده در سه مرحله اندازه گیری



تصویر ۴- نمودار خطی تغییرات پرسشنامه ناتوانی بازو، شانه و دست در سه مرحله اندازه گیری



تصویر ۵- نمودار خطی تغییرات پرسشنامه کیفیت زندگی در سه مرحله اندازه گیری

بحث

پژوهش حاضر اثربخشی تمرینات تعدیل شده ثبات عصبی عضلانی پویا بر مهارت ویلچررانی، تعادل، ناتوانی اندام فوقانی و کیفیت زندگی افراد SCI پاراپلژی ناقص را مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد که تمرینات DNS تعدیل شده تمامی فاکتورهای ذکر شده را بهبود بخشید ($P \leq 0.05$) و به تحرک و استقلال فرد کمک نمود. با توجه به نتایج تحقیق حاضر تفاوت معنی داری بین پیش آزمون و آزمون میانی مشاهده نگردید در صورتی که بین آزمون میانی و پس آزمون تفاوت معنی داری در همه فاکتورها مشاهده شد ($P \leq 0.05$). از طرفی بین آزمون میانی و پس آزمون فاکتورهای مهارت ویلچررانی به میزان ۹/۶ درصد، تعادل نشست به میزان ۲۱/۴ درصد، ناتوانی اندام فوقانی به میزان ۱۴/۱ درصد و کیفیت زندگی به میزان ۱۶ درصد بهبود یافتند.

مرور مطالعات قبلی نشان می دهد پژوهشی که تأثیر تمرینات DNS بر روی SCI را مورد مطالعه قرار داده باشد، یافت نشد، اما در تعدادی پژوهش اثر تمرینات DNS بر بهبود عملکرد و قدرت عضلات ناحیه مرکزی، عملکرد دست ها و همچنین دردهای اسکلتی عضلانی مطالعه شده است (۱۶-۱۹، ۲۷-۲۹). نتایج حاصل از یافته های این پژوهشگران، با یافته های پژوهش حاضر همسو بودند که تمرینات DNS بر عملکرد تنه و اندام فوقانی مشارکت جویان تأثیرگذار بوده است که بواسطه این تأثیرگذاری کیفیت زندگی این افراد نیز بهبود پیدا کرد.

در کنترل قامت عوامل مختلفی از جمله فعالیت عضلات ناحیه مرکزی و عضلات تنفسی می تواند نقش مهمی ایفا نماید، بطوری که تمرینات DNS از طریق هم انقباضی عضلات دیافراگم، مورب داخلی، عرضی شکمی، عضلات کف لگن و مولتی فیدیوس و حتی عضلات سطحی ناحیه شکمی، فشار درون شکم را افزایش می دهد و به افزایش ثبات تنه کمک می کند. تمرینات تنفسی دیافراگمی که به همراه الگوهای حرکتی DNS اجرا می شود، موجب افزایش ثبات ستون فقرات و هماهنگی عصبی-عضلانی و در نتیجه، بهبود قدرت و استقامت عضلات و بهینه کردن وضعیت بدنی می شود، که برای عملکرد حرکتی مطلوب در حالات مختلف لازم و ضروری می باشد (۲۷). در نتیجه عضلات تنفسی نقش

خیلی مهمی در ثبات پاسچرال داینامیک و استاتیک دارند (۳۰). از طرفی DNS بر فعال کردن سیستم عضلانی تثبیت کننده و ایجاد توانایی برای حفظ وضعیت کنترل شده و ایستادن در برابر گرانش متمرکز است (۱۲). بنابراین با درگیر کردن مراکز حسی-حرکتی و ایجاد ثبات و پایداری در تنه می تواند باعث کنترل تعادل در افراد SCI در جابجایی ویلچر در حالات مختلف شود.

ویلچرهای دستی تحرک افراد SCI را افزایش می دهد و برای حرکت این ویلچرها به هماهنگی اندام فوقانی نیاز می باشد. در یک بررسی جامع، ویگر و ون (۲۰۰۷)، بیان نمودند که حرکت دست وابسته به تحرک سه بعدی مجموعه شانه است که به نوبه خود به هماهنگی عضلات تنه بستگی دارد. عضلات سینه ای بزرگ و پشتی بزرگ مستقیماً نیروهای بازو را به قفسه سینه و دندان ای قدامی و متوازی الاضلاع، کتف را روی قفسه سینه فشار می دهند و پایه ای پایدار برای حرکات بازو فراهم می کنند (۳۱). در واقع الگوی تنفس ثبات عصبی عضلانی موجب ایجاد ثبات مرکزی و هماهنگی عصبی عضلانی قبل از حرکت اندام ها می شود (۱۳). در نتیجه وجود هماهنگی و ثبات در عضلات تنه برای عملکرد حرکتی اندام فوقانی ضروری می باشد. از طرفی این امر باعث می شود اندام فوقانی افراد SCI در معرض خطر آسیب های استفاده مکرر قرار گیرد که اصولاً در علت شناسی دردهای عضلانی به ستون فقرات توجه ویژه می شود. بر اساس رویکرد DNS با ایجاد وضعیت بدنی ایده آل، تنفس مطلوب، عملکرد صحیح زنجیره های مفصلی و بازگرداندن تنظیم ایده آل فشار داخل شکمی و بهینه سازی سیستم یکپارچه سازی ستون فقرات (ISSS) به بهینه کردن کارایی حرکت و جلوگیری از اضافه بار روی مفاصل کمک می شود که می تواند باعث بهبود کارایی اندام ها و دردهای اسکلتی عضلانی شود (۱۴، ۳۲، ۳۳). کلار (۲۰۱۰)، «DNS را فعال سازی زنجیره عضلات خاص توصیف کرده است». یک فرض مهم رویکرد DNS این است که در آن هر موقعیت مفصل بستگی به ثبات عملکرد عضلات و هماهنگی عضلات موضعی و سراسری، به منظور حصول اطمینان از موقعیت خنثی مفاصل در زنجیره حرکتی دارد. کیفیت این هماهنگی نه تنها برای عملکرد مفاصل، بلکه بر پارامترهای بیومکانیکال و آناتومیکال تأثیر گذار خواهد بود. در نتیجه با توجه به این

متفاوت بودن سن نمونه‌های انتخاب شده. ۵) متفاوت بودن سطح زندگی اقتصادی و اجتماعی. ۶) نداشتن نمونه کافی جهت ایجاد گروه کنترل.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که تمرینات DNS می‌تواند مهارت‌های ویلچررانی، تعادل، ناتوانی اندام فوقانی و همچنین کیفیت زندگی افراد مبتلا به SCI را بهبود بخشد. بنابراین می‌توان تکنیک DNS را یک روش تمرینی مکمل و مفید برای مبتلایان به SCI و سایر کاربران ویلچر که توانایی انجام یکسری از تمرینات پایه DNS را دارند، بکار برد. با این حال، پژوهش‌های بیشتری برای ارائه نظرات قویتر در مورد آن باید انجام شود.

کاربرد بالینی

تمرینات هشت هفته‌ای ثبات عصبی-عضلانی پویای تعدیل‌شده را می‌توان به عنوان یک مداخله اولیه برای بیماران پاراپلژی ناقص جهت ارتقای کارایی ویلچررانی، بهبود تعادل قامتی، کاهش ناتوانی اندام فوقانی و در نهایت افزایش کیفیت زندگی در نظر گرفت.

ملاحظات اخلاقی

در اجرای پژوهش حاضر ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه اصفهان در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.U.I.REC.1399.089 دریافت شده است.

حمایت مالی

مطالعه حاضر هیچگونه حمایت مالی از هیچ سازمانی دریافت نکرده است.

نقش نویسندگان

تمامی نویسندگان در طراحی، اجرا و نوشتن این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تشکر و قدردانی

محققین از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه اصفهان به دلیل حمایت از این پژوهش و مسئولین انجمن حمایت از آسیب دیدگان نخاعی شهر اصفهان (حانا) و آزمودنی‌های این تحقیق به دلیل همکاری‌های لازم در انجام این پروژه قدردانی می‌نمایند.

تضاد منافع

هیچ گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

موضوع می‌تواند بر عملکرد تنه و دست در موقعیت‌های مختلف تاثیر بگذارد (۱۵). در نتیجه بکاربردن یک الگوی بهینه از ثبات در فعالیت‌ها، علاوه بر اینکه احتمال بوجود آمدن آسیب‌ها و سندرم‌های درد ناشی از بار اضافی را به کمترین میزان می‌رساند، می‌تواند به بهبود عملکرد نیز کمک نماید (۳۴). در نتیجه می‌توان آن را به عنوان عاملی جهت کاهش ناتوانی اندام فوقانی افراد SCI در رانش ویلچرهای دستی مطرح نمود.

عوامل مختلفی مانند افزایش آمادگی جسمانی و استقلال حرکتی باعث ارتقای کیفیت زندگی افراد SCI می‌شود. از آن جهت که تمرینات DNS باعث افزایش سطح آمادگی جسمانی و کاهش فشارهای وارده به مفاصل جهت کاهش درد و افزایش کارایی اندام‌ها می‌شود و همچنین ویلچرهای دستی تحرک افراد مبتلا به SCI را افزایش داده و با افزایش میزان استقلال، درصد مشارکت افراد در فعالیت‌ها را بیشتر و میزان رضایت از مشارکت در بسیاری از فعالیت‌ها را در این افراد بهبود می‌بخشد تا در فعالیت‌های اصلی زندگی شرکت نمایند، می‌تواند کیفیت زندگی افراد SCI را به میزان قابل توجهی افزایش دهد. افراد مبتلا به SCI که از نظر تحرک مستقل هستند، در مقایسه با افرادی که استقلال حرکتی ندارند، نتایج بلند مدت بهتری از جمله رفاه و مشارکت را نشان می‌دهند (۳۵، ۳۶).

با توجه به مطالب ذکر شده به نظر می‌رسد تمرینات DNS با ایجاد یک پایه با ثبات جهت حفظ تعادل و کاهش میزان فشار وارده به مفاصل و همچنین اصلاح الگوهای غلط حرکتی و ایجاد الگوی حرکتی ایده‌آل در یک مفصل باعث می‌شود که نیروهای وارده به شکل مناسب و در جهات مختلف حرکات یک مفصل اعمال شوند که این امر منجر به بهبود عملکرد در مفاصل مختلف می‌شود. در نتیجه فرایند باعث کاهش ناتوانی اندام فوقانی و افزایش در توانایی به کارگیری دست، منجر به بهبودی عملکرد مهارت ویلچررانی افراد مبتلا به SCI شده و مشارکت این افراد در زندگی اجتماعی را بالا می‌برد و باعث می‌شود که کیفیت زندگی آنها نسبت به افراد کم تحرک افزایش قابل توجهی داشته باشد. محدودیت‌های پژوهش: ۱) از لحاظ جنسیت تمامی نمونه‌های انتخاب شده مرد بودند. ۲) همه نمونه‌ها پاراپلژی ناقص کمری بودند که درمفصل ران و لگن حرکت اندکی داشتند. ۳) سبک و الگوی زندگی متفاوت نمونه‌ها. ۴)

References

1. Stolov WC. Handbook of severe disability: US Department of Education Rehabilitations Services Administration; 1981.
2. Singh A, Tetreault L, Kalsi-Ryan S, Nouri A, Fehlings MG. Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clinical epidemiology*. 2014;309-31.
3. Bao X, Friederich AR, Audu ML, Triolo RJ, editors. An integrated control system for optimal human trunk motion. 2020 8th IEEE RAS/EMBS International Conference for Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob); 2020: IEEE.
4. Bergmann M, Zahharova A, Reinvee M, Asser T, Gapeyeva H, Vahtrik D. The effect of functional electrical stimulation and therapeutic exercises on trunk muscle tone and dynamic sitting balance in persons with chronic spinal cord injury: a crossover trial. *Medicina*. 2019;55(10):619.
5. Tharu NS, Alam M, Ling YT, Wong AY, Zheng Y-P. Combined transcutaneous electrical spinal cord stimulation and task-specific rehabilitation improves trunk and sitting functions in people with chronic tetraplegia. *Biomedicines*. 2022;11(1):34.
6. Meyer C, Filli L, Stalder SA, Awai Easthope C, Killeen T, von Tscharner V, et al. Targeted walking in incomplete spinal cord injury: role of corticospinal control. *Journal of Neurotrauma*. 2020;37(21):2302-14.
7. Lysack C, Komanecky M, Kabel A, Cross K, Neufeld S. Environmental factors and their role in community integration after spinal cord injury. *Canadian Journal of Occupational Therapy*. 2007;74(3_suppl):243-54.
8. Anderson KD. Targeting recovery: priorities of the spinal cord-injured population. *Journal of neurotrauma*. 2004;21(10):1371-83.
9. Snoek GJ, IJzerman MJ, Hermens HJ, Maxwell D, Biering-Sorensen F. Survey of the needs of patients with spinal cord injury: impact and priority for improvement in hand function in tetraplegics. *Spinal cord*. 2004;42(9):526-32.
10. Aravind N, Harvey LA, Glinsky JV. Physiotherapy interventions for increasing muscle strength in people with spinal cord injuries: a systematic review. *Spinal Cord*. 2019;57(6):449-60.
11. Sandrow-Feinberg HR, Houlé JD. Exercise after spinal cord injury as an agent for neuroprotection, regeneration and rehabilitation. *Brain research*. 2015;1619:12-21.
12. Kobesova A, Davidek P, Morris CE, Andel R, Maxwell M, Oplatkova L, et al. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2020;24(3):84-95.
13. Sharma K, Yadav A. Dynamic neuromuscular stabilization-a narrative. *International Journal of Health Sciences and Research*. 2020;10(9):221-31.
14. Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*. 2013;8(1):62.
15. Kolar P, Kobesova A. Postural-locomotion function in the diagnosis and treatment of movement disorders. *Clinical Chiropractic*. 2010;1(13):58-68.
16. Yoon HS, You JSH. Reflex-mediated dynamic neuromuscular stabilization in stroke patients: EMG processing and ultrasound imaging. *Technology and health care*. 2017;25(S1):99-106.
17. Kobesova A, Kolar P, Mlckova J, Svehlik M, Morris CE, Frank C, et al. Effect of functional stabilization training on balance and motor patterns in a patient with Charcot-Marie-Tooth disease. *Neuroendocrinol Lett*. 2012;33(1):3-10.
18. Marand LA, Dehkordi SN, Roohi-Azizi M, Dadgoo M. Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization on Balance, Trunk Function, Falling, and Spasticity in People With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2023;104(1):90-101.
19. Mahdiah L, Zolaktav V, Karimi MT. Effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training on functional movements. *Human movement science*. 2020;70:102568.
20. Sadeghi M, Ghasemi GA, Taghi Karimi M. Effects of A 12-Week Rebound Therapy Exercise on Energy Consumption and Body Mass Index in Patients With Spinal Cord Injury. *Sport Sciences and Health Research*. 2020;12(1):69-74.
21. Kirby R, Rushton P, Smith C, Routhier F, Best K, Boyce J, et al. Wheelchair skills

- program manual version 5.0. Halifax, Nova Scotia, Canada: Published electronically at Dalhousie University. 2019.
22. Lynch SM, Leahy P, Barker SP. Reliability of measurements obtained with a modified functional reach test in subjects with spinal cord injury. *Physical therapy*. 1998;78(2):128-33.
 23. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C, Beaton D, Cole D, Davis A, et al. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder, and hand). *American journal of industrial medicine*. 1996;29(6):602-8.
 24. Kuhn JE. Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: a systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2009;18(1):138-60.
 25. Rafiei N, Sharifian Sani M, Rafiey H, Behnampour N, Foroozesh K. Reliability and validity of Persian version of. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2014;24(116):75-83.
 26. Phillips A. Dynamic Neuromuscular Stabilization. *Sport I: Review and Recap*. 2012.
 27. Davidek P, Anzel R, Kobesova A. Influence of dynamic neuromuscular stabilization approach on maximum kayak paddling force. *Journal of human kinetics*. 2018;61(1):15-27.
 28. Bokarius V. Long-term efficacy of dynamic neuromuscular stabilization in treatment of chronic musculoskeletal pain. *Age*. 2008;18(25):3.
 29. Kobesova A, Dzvonik J, Kolar P, Sardina A, Anzel R. Effects of shoulder girdle dynamic stabilization exercise on hand muscle strength. *Isokinetics and exercise Science*. 2015;23(1):21-32.
 30. Gilbert C, Chaitow L, Bradley D. *Recognizing and treating breathing disorders*: Elsevier Health Sciences; 2014.
 31. Veeger H, Van Der Helm F. Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability. *Journal of biomechanics*. 2007;40(10):2119-29.
 32. Kolar P. *Clinical rehabilitation*: Alena Kobesová; 2014.
 33. Jebavy R, Baláš J, Vomackova H, Szarzec J, Stastny P. The effect of traditional and stabilization-oriented exercises on deep stabilization system function in elite futsal players. *Sports*. 2020;8(12):153.
 34. Gordon-Murer C, Stöckel T, Sera M, Hughes CM. Developmental differences in the relationships between sensorimotor and executive functions. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2021;15:714828.
 35. Kirby RL, Worobey LA, Cowan R, Pedersen JP, Heinemann AW, Dyson-Hudson TA, et al. Wheelchair skills capacity and performance of manual wheelchair users with spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2016;97(10):1761-9.
 36. Morgan KA, Engsberg JR, Gray DB. Important wheelchair skills for new manual wheelchair users: health care professional and wheelchair user perspectives. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2017;12(1):28-38.