Archives of
Rehabilitation

Autumn 2020. Vol 21. Num 3

Research Paper:

Effect of Capacitive Tecar Therapy on Foot Pain and Tactile Sensation in Patients with Type 2 Diabetes

Maryam Niajalili[1], Meghdad Sedaghat[2], Asghar Reazasoltani[1], Ali Reza Akbarzade Baghban[3], *Sedigheh Sadat Naimi[1]

1. Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Internal Medicine, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Biostatstics, Physiotherapy Research Center, School of Allied Medical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Niajalili M, Sedaghat M, Reazasoltani A, Akbarzade Baghban AR, Sadat Naimi S. [Effect of Capacitive Tecar Therapy on Foot Pain and Tactile Sensation in Patients With Type 2 Diabetes (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2020; 21(3):304-319. https://doi.org/10.32598/RJ.21.3.60.5

https://doi.org/10.32598/RJ.21.3.60.5

CC BY NC

Received: 28 Oct 2019
Accepted: 04 Mar 2020
Available Online: 01 Oct 2020

Keywords:
Diabetic peripheral neuropathy, Pain, Tactile sensation, Tecar therapy

ABSTRACT

Objective Because of the significant prevalence of diabetes, disability of patients due to the complication of Diabeti Neuropathy (DN) has been increased. Physiotherapy is one of the methods for DN which can help control the symptoms through modalities such as infrared radiation, electrical stimulation and electromagnetic fields. Tecar therapy is a form of electromagnetic fields.This study investigated the effect of Capacitive Tecar therapy on pain and tactile sensation of the feet in type 2 diabetics with symptoms of peripheral neuropathy.

Materials & Methods This clinical trial was performed as pre-test and post-test with a control group. The samples consisted of 24 diabetics aged 17-78 years with symtoms of peripheral neuropathy allocated in the control and experimental group randomly. The patients of experimental groups participated in 10 sessions and received the Capasitive tecar therapy with 10%-30% intensity in addition to infrared radiatin; the controls received the same protocol with zero intensity of tecar. Pain and tactile sensation of the soles were evaluated before and after sessions. The collected data were analyzed by the Reapeted measure Analysis Of Variance (ANOVA). All statistical analyses were performed in SPSS V. 18. The significance level was set at $P<0.05$.

Results The results of Rearetd Measure ANOVA showed that there was a significant difference in the mean scores of pain and tactile sensation of soles in the post-test compared to the pre-test of two groups. ($P<0.001$).There was also a significant difference in the means of post-test scores of variable pain ($P=0.002$) and tactile sensation ($P<0.001$) between the two groups. The improvement of variables in experimental group was more than control group.

Conclusion The results of this study revealed that Tecar Therapy with infrared radiation can be an appropriate therapeutic program for improving pain and tactile sensation of soles in diabetic patients with symptoms of peripheral neuropathy.

Extended Abstract

Introduction

Diabetes is one of the most common metabolic disorders, in which impaired carbohydrate metabolism, deficiency in insulin production, and its effects will raise blood sugar [1]. Type 2 diabetes is the most common type accounting for 90%-95% of all diabetic cases [2, 3]. The World Health Organization (WHO) estimates the prevalence rates of type 2 diabetes in 2000 as 5.7% that will rise to 7.8% in 2025 [4]. Because its clinical diagnosis oc-

* *Corresponding Author:*
Sedigheh Sadat Naimi, PhD.
Address: Department of Biostatstics, Physiotherapy Research Center, School of Allied Medical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 3720617
E-Mail: naimi.se@sbmu.ac.ir

curs 4-7 years after the onset, multiple organs of the body are adversely affected in this period [5]. Diabetic Peripheral Neuropathy (DPN) is one of the most common complications of diabetes [6]. It affects 12-50% of diabetics [7]. Gradual dysfunction of small-diameter thinly myelinated (Aδ) or unmyelinated (C) nerve fibers conveying pain, temperature, and touch is one of the important complications of the DPN [8, 9]. This disorder has two types of distal and proximal neuropathy and affects the distal ends of the body's largest nerve fibers. Therefore, the lower limbs are more prone to sensory disorders than other areas [10, 11].

One of the interventions used to control the process of DPN is low-frequency electromagnetic fields. Several studies have reported its effectiveness in improving DPN complications [12-14]. There is high electrical activity in the nervous system. Due to the dependence of hormone and neurohormone secretion on the nervous system, electromagnetic fields can affect the function of the hormonal system, growth, and cell differentiation [15, 16]. Studies on the effect of these waves on the pain and tactile perception in the soles of the feet in diabetic patients have yielded different results. Bosi et al. [18] considered pulsed electromagnetic fields with a frequency of 1-50 Hz to be effective in reducing pain and improving tactile perception in the soles due to the excitation of the membrane potential of damaged tissues. Other studies, however, have shown the ineffectiveness of electromagnetic fields on the pain [18] and its small effect on the tactile perception of the sole [13]. Despite the discrepancies in the results, the impact of high-frequency electromagnetic fields on the symptoms of DPN has also been studied.

Tecar therapy uses high-frequency electromagnetic currents (0.3-1.2 MHz) [19], which enhance blood circulation and the release of tissue hemoglobin by creating deep heat in tissues [20]. It has two methods of "resistive" and "capacitive" using two different types of electrodes. The capacitive method is used to act on superficial tissues with low-resistant muscles and nerves, while the resistive method for high-resistant deep tissues such as bone [21]. Despite few studies on the therapeutic effects of capacitive or resistive electromagnetic waves [22], most studies have reported reduced pain and improved function in musculoskeletal lesions such as low back pain [23], Achilles tendinopathy, and patellar tendonitis [24]. The physiological mechanisms of this modality are cellular regeneration, increased metabolic rate, and decreased pain with the release of endorphins [25]. Since the effect of Tecar therapy on the neuropathic symptoms of diabetic patients has not been investigated, this study aimed to examine the impact of capacitive Tecar treatment on pain and tactile perception of the soles of the feet in type 2 diabetic patients.

Materials and Methods

This research is a single-blind clinical trial with a pre-test-post-test design. The study samples were diabetic patients aged 40-78 years with DPN symptoms referred to the Diabetic Clinic of Imam Hossein Hospital in Tehran City, Iran. Sampling was based on a non-random sampling technique, and the samples were evaluated in the biomechanics laboratory of the Faculty of Rehabilitation at Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Because of the small number of dependent variables and the detection of mean differences in two independent populations, assuming the type 1 error of 0.05, the test power of 80% according to a pilot study on 5 samples in each group, the final sample size was determined 24 feet in each group (a total of 48 feet taking into account the possible dropout, too). The inclusion criteria were having type 2 diabetes and symptoms of DPN (grade 1 or 2) in lower limbs, Visual Analog Scale (VAS) score ≥3 for the feet, having diabetes for more than one year, and tibial nerve conduction velocity <40 m/s. On the other hand, the exclusion criteria were systematic central and peripheral vascular problems, pregnancy, diabetic infectious wound, cardiac pacemaker presence, and unwillingness to continue study participation.

One examiner evaluated patients from the beginning to the end of 10 sessions of Tecar therapy. Before that, the pain and tactile sensation of the soles of the feet of patients in both study groups were evaluated using 10-cm VAS [26] and 5.07/10 g Semmes-Weinstein monofilament [27] (Figure 1). In the intervention group, infrared radiation with a wavelength of 870 nm with a density of 1.3 j/cm^2/min was used. The patients lay on their sides once with their back to the radiation and once at the front of the radiation. Then, each dorsal, plantar, medial, and lateral area of their feet with a distance of 80-90 cm was treated with this radiation for a total of 30 minutes (Figure 2). Then, they received capacitive Tecar therapy (TEKRA XCRT, New Age, Italy) (Figure 3) in the tibial nerve pathway from the popliteal area to the medial area of the ankle continuously for 20 minutes, with an intensity of less than 50% in 10 sessions for 4 weeks. One session lasted for 100 minutes in the prone position (Figure 4). The patients in the sham group received the same treatment protocol, including infrared radiation but with 0 intensity of Tecar device. Finally, the variables of pain and tactile sensation of the sole were re-evaluated after the intervention. The Kolmogorov-Smirnov test was used to check the normality of data distribution, and Levene's test to examine the equality of variances. The mean and standard deviation were used to describe the obtained data. The obtained data were analyzed using the independent t-test and repeated measures ANOVA in SPSS V. 18, considering a significance level of less than 0.05.

Figure 1. Semmes-Weinstein monofilament 5.07/10 g

Figure 2. The positions for applying infrared radiation on the feet

Results

In this study, 24 patients with type 2 diabetes suffering from mild to moderate DPN participated in the two intervention (n=12) and sham (n=12) groups. All participants had diabetes for at least 2 years and complained of lower extremity pain and sensory impairment (Table 1). At baseline, there was no significant difference between the two groups in terms of demographic factors (P>0.05). The Kolmogorov-Smirnov test presented in Table 2 showed the normality of data distribution (P>0.05). Levene's test results presented in Table 3 established the equality of variances (P>0.05). Therefore, to compare the effect of treatment methods on the two study variables (foot pain and tactile sensation) in the study groups, repeated measures ANOVA was used. The mean and standard deviation of the two groups' variables, before and after 10 sessions of intervention, are presented in Table 4.

Effect of the intervention on foot pain

The patients' foot pain scores using the VAS were compared using the independent t-test at baseline. The results showed no significant difference between the two study groups in pre-test foot pain (P=0.56) (Table 3). After the intervention, the mean foot pain in the two groups showed a significant decrease, and the difference between the two groups was significant (P<0.001) (Table 4). The patients in the intervention group experienced less foot pain than the patients in the sham group (P=0.002). In other words, both treatment methods reduced foot pain in patients; however, the combination of infrared radiation (on the foot surfaces) and capacitive Tecar therapy (on the tibial nerve pathway) was more successful. The Mean±SD scores of foot pain in the sham and intervention groups were 5.54±1.93 and 5.25±1.48 before the intervention and reached 2.17±1.68 and 0.79±0.97 after the intervention, respectively.

Effect of the intervention on foot sole tactile sensation

The results of the independent t-test showed no significant difference between the two study groups in pre-test foot sole tactile sensation (P=0.482) (Table 3). After the intervention, the mean foot sole tactile sensation score in the two groups increased, and the difference between

Figure 3. The device used for Tecar therapy

Figure 4. Applying capacitive Tecar therapy

Table 1. Demographic and clinical characteristics of the participants (n=12 per group)

Characteristics	Group	Mean±SD	t	Sig.
Age (y)	Sham	60.5±9.12	0.25	0.80
	Intervention	59.58±8.63		
Height (cm)	Sham	159.00±7.32	-0.18	0.85
	Intervention	159.58±8.15		
Weight (kg)	Sham	72.91±12.45	-0.94	0.35
	Intervention	77.04±8.51		
Body mass index (kg/m^2)	Sham	28.81±4.15	-0.97	0.34
	Intervention	30.32±3.44		
Duration of diabetes (y)	Sham	7.62±4.76	-1.29	0.21
	Intervention	10.66±6.63		
Fasting blood sugar (mg/dl)	Sham	159.75±25.24	-073	0.47
	Intervention	166.58±20.34		

Archives of Rehabilitation

Table 2. The Kolmogorov-Smirnov test results of examining the normality of data distribution

Variables	Group	The Kolmogorov-Smirnov test	
		Statistic	Sig.
Foot pain	Sham	0.941	0.339
	Intervention	1.204	0.110
Foot sole tactile sensation	Sham	1.335	0.057
	Intervention	1.250	0.088

Archives of Rehabilitation

the two groups was significant (P<0.001) (Table 4). Both treatment methods increased foot sole tactile sensation in patients; however, the combination of infrared radiation and capacitive Tecar therapy was more successful. The Mean±SD score of foot sole tactile sensation in the sham and intervention groups was 5.79±0.93 and 5.92±0.71 before the intervention and reached 7.79±1.41 and 9.38±0.64 after the intervention, respectively.

Discussion and conclusion

The purpose of this study was to investigate the effect of capacitive Tecar therapy on the symptoms of DPN in type 2 diabetic patients. The results showed that the combination of capacitive Tecar therapy and infrared radiation had a positive and significant effect on improving these symptoms. Using this new method, a significant improvement was achieved in the foot pain and tactile sensation of the sole compared to the infrared radiation treatment alone. No other study was found to investigate the effect of Tecar therapy on the symptoms of DPN in diabetic patients. The studies on Tecar therapy's impact on musculoskeletal lesions have indicated improvement in pain and function of damaged tissues [29]. Many studies on low-frequency electromagnetic fields have confirmed its effect on various variables in diabetic patients, and some have reported it without any therapeutic effect.

The findings of the present study showed that the use of capacitive Tecar therapy for 10 sessions led to a greater re-

Table 3. The Levene's test results of examining the equality of variances (n=12 per group)

Variables	Group	t	Sig.	F
Foot pain	Sham Intervention	0.587	0.560	5.004
Foot sole tactile sensation	Sham Intervention	0.708	0.482	0.753

Archives of Rehabilitation

Table 4. ANOVA results of comparing foot pain and tactile sensation scores in the two study groups

Variables	Group	Mean±SD		Within-group comparison, Sig.	Between-group comparison, Sig.
		Pre-test	Post-test		
Foot pain	Sham	5.25±1.48	0.79±0.97	0.001>	0.002
	Intervention	5.54±1.93	2.17±1.68		
Foot sole tactile sensation	Sham	5.92±0.71	9.38±0.64	0.001>	0.001>
	Intervention	5.79±0.93	7.79±1.41		

Archives of Rehabilitation

duction in foot pain of patients in the intervention group compared to the sham group. Peripheral neuropathic pain is one of the most resistant types of pain to treatment [30]. For explaining this finding, it can be stated that the combination of capacitive Tecar therapy on the tibial nerve pathway with infrared radiation affected the receptors of foot pain in diabetic patients and reduced foot pain by releasing endorphins and increasing tissue heat. According to studies, almost more than half of patients with DPN symptoms who were treated do not experience pain relief [31]. In contrast, a study showed that using electromagnetic waves with a modulated frequency of 1-1000 Hz on the nerves of the lower limbs in patients with diabetic neuropathy in 10 sessions to increase blood circulation and vascular endothelial growth led to the relief of pain and threshold of cold sensation [13]. Combination of electromagnetic radiation with a frequency of 50 Hz and the exercise therapy and further stimulation of the neurovascular system of tissues, patients' foot pain can be reduced, and their sensory nerve conduction velocity can be improved [15]. However, a study showed that pulsed electromagnetic field therapy with a frequency of 50 Hz and an intensity of 1800 Gauss was not effective in improving patients' foot pain. The low intensity of the applied current was the reason for the method's ineffectiveness [18].

Another finding of this study was the significant improvement in the tactile sensation of the soles of the feet of diabetic patients in the intervention group. This finding is consistent with the results of Stein et al.'s [33] in 2013 on the application of pulsed electromagnetic field therapy with modulated frequency on the lower limbs of diabetic patients. According to them, electromagnetic waves increase the tactile sensation of patients' foot soles by directly and indirectly activating the Aδ and C-fibers towards the distal axons. However, in another study, it was shown that despite using electromagnetic radiation with a modulated frequency of 1-1000 Hz, no significant improvement was observed in the tactile sensation of the sole, maybe because only patients with mildly impaired tactile sensation were treated [13]. DPN increases the prevalence of diabetic foot ulcers following a decrease in foot sensation. Therefore, the treatment of this disorder is very important [6].

A combination of capacitive Tecar therapy and infrared radiation therapy can reduce lower limb pain and improve the tactile sensation of the soles of the feet in diabetic patients. This method is suggested as an effective method in improving the symptoms of DPN associated with type 2 diabetes, along with other physiotherapy modalities. The use of this method for 4 weeks in 10 sessions was one of the study's limitations. If the treatment period were more prolonged, more accurate results would be obtained. Other limitations

include short-term evaluation of the effect of treatment and is a single-blind study, which can affect the results to some extent. Besides, in Iran, due to the limited insurance to cover the financial costs of this device, all diabetic patients can't use it. As a result, it is not possible to evaluate the function of this modality in detail. Further studies with long-term follow-up to assess the effect of Tecar therapy on the symptoms of DPN are suggested.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study obtained its ethical approval from the Research Ethics Committee of Shahid Beheshti University of Medical Sciences (Code: IR.SBMU.RETECH.REC.1397.713) and was registered by the Iranian Registry of Clinical Trials (Code: IRCT20190726044337N1).

Funding

This article is taken from the MA. thesis of the first author, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran.

Authors' contributions

Conceptualization: Asghar Rezasoltani; Methodology: Asghar Rezasoltani, Sedigheh Sadat Naeimi, Meghdad Sedaghat, Alireza Akbarzade Baghban, Maryam Niajalili; Research: Maryam Niajalili, Asghar Rezasoltani, Sedigheh Sadat Naimi; Editing and finalization: Maryam Niajalili.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی:

تاثیر تکارتراپی بر درد و اختلال حس لمس پای بیماران دیابتیک نوع دو

مریم نیاءجلیلی[۱]، مقداد صداقت[۲]، اصغر رضاسلطانی[۱]، علیرضا اکبرزاده باغبان[۳]، *صدیقه السادات نعیمی[۱]

۱. گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. گروه پزشکی داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی تهران، ایران.
۳. گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۶ آبان ۱۳۹۸
تاریخ پذیرش: ۱۴ اسفند ۱۳۹۸
تاریخ انتشار: ۱۰ مهر ۱۳۹۹

چکیده

هدف با شیوع قابل توجه دیابت، ناتوانی بیماران به دلیل عوارض ناشی از نوروپاتی دیابتیک افزایش یافته است. فیزیوتراپی از طریق مدالیتی‌هایی نظیر اشعه‌ی مادون قرمز، تحریکات الکتریکی و الکترومغناطیسی به کنترل علائم بیماران کمک می‌کند. تکارتراپی نوعی امواج الکترومغناطیسی می‌باشد که اثر آن بر علائم نوروپاتی محیطی بیماران دیابتیک مورد مطالعه نگرفته است. در این مطالعه تاثیر تکار بر تغییرات درد و حس لمس کف پای بیماران دیابتیک نوع دو مبتلا به نوروپاتی محیطی بررسی شده است.

روش بررسی پژوهش حاضر مطالعه‌ی کارآزمایی بالینی به صورت طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل (شم) می‌باشد. نمونه شامل ۲۴ بیمار دیابتیک ۱۸ تا ۷۸ با علائم نوروپاتی محیطی بود که به صورت تصادفی در گروه کنترل(۱۲نفر) و درمان(۱۲نفر) جایگزین شدند.گروه درمان اشعه‌ی مادون قرمز بر پاها و تکار خازنی را در مسیر عصب تیبیال با شدت ۳۰-۱۰ طی ۱۰ جلسه دریافت کردند، درحالی که بیماران گروه شم، پروتکل مشابه را با شدت صفر تکار دریافت نمودند. متغیر درد و حس لمس کف پای بیماران قبل و پس از اتمام جلسات متغیرها، اررزیابی شده است. داده های به دست آمده از دو گروه با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر مقایسه و به کمک نسخه ۱۸ نرم افزار آماری SPSS در سطح معنی‌داری کمتر از ۵ درصد تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داده است که در هر دو گروه درمانی، تفاوت معنی داری در میانگین نمرات درد و حس لمس کف پای بیماران پس آزمون نسبت به پیش آزمون وجود دارد (P<۰/۰۰۱). همچنین در میانگین نمره‌های پس آزمون متغیر درد (P=۰/۰۰۲) و حس لمس کف پا (P<۰/۰۰۱) دو گروه، تفاوت معنی داری یافت شده است. به این صورت که بهبودی علائم نوروپاتی محیطی بیماران در گروه درمان بیشتر از گروه کنترل بوده است.

نتیجه‌گیری یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد تکارخازنی به همراه اشعه مادون قرمز می‌تواند برنامه درمانی مناسبی برای بهبود درد و حس لمس کف پا در بیماران دیابتیک با علائم نوروپاتی محیطی باشد.

کلیدواژه‌ها:

نوروپاتی محیطی دیابتیک، درد، حس لمس، تکار تراپی

مقدمه

دیابت یکی از شایع‌ترین اختلالات متابولیک است که به علت اختلال در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نقص در تولید و عمل انسولین منجر به افزایش قند خون می‌شود [۱]. در حال حاضر ۴۰۵/۶ میلیون بزرگسال مبتلا به دیابت هستند و تا سال ۲۰۳۰ تعداد این افراد به ۵۱۰/۸ میلیون نفر افزایش می‌یابد [۲]. دیابت نوع دو شایع‌ترین نوع دیابت است و ۹۰-۹۵ درصد انواع دیابت را شامل می‌شود [۳]. کارشناسان سازمان جهانی سلامت، میزان شیوع دیابت نوع دو را در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۵ به ترتیب ۵/۷ و ۷/۸ درصد برآورد کرده‌اند [۴]. با توجه به اینکه تشخیص بالینی چهار تا هفت سال بعد از شروع دیابت اتفاق می‌افتد، عوارض تخریبی فراوانی بر ارگان‌های بدن اعمال می‌شود [۵].

نوروپاتی محیطی دیابتیک[1] از شایع‌ترین عوارض بیماری دیابت است [۶] که ۱۲ تا ۵۰ درصد از افراد دیابتیک را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۷]. این عارضه مجموعه‌ای از سندرم‌های قابل تشخیص و غیر قابل تشخیص است که اختلالات متعددی را به همراه می‌آورد [۸]. کاهش تدریجی عملکرد فیبرهای C بدون میلین

1. Diabetic Peripheral Neuropathy (DPN)

* نویسنده مسئول:
دکتر صدیقه السادات نعیمی
نشانی: تهران، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، دانشکده پیراپزشکی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی، گروه آمار زیستی.
تلفن: ۳۷۲۰۶۱۷ (۹۱۲) ۹۸+
رایانامه: naimi.se@sbmu.ac.ir

و آ دلتای کوچک که القاکننده حس درد، دما و لمس هستند، به علت عوامل پاتولوژیک بیماری دیابت، از اختلالات مهم این عارضه است [۹]. در ابتدا این اختلال از دیستال اندام‌ها به سمت پروگزیمال ظاهر می‌شود و انتهای بزرگ‌ترین فیبرهای عصبی بدن را درگیر می‌کند؛ بنابراین اندام تحتانی بیماران دیابتیک بیشتر از سایر نواحی مستعد اختلالات حسی است. پس می‌توان نتیجه گرفت که بین نوروپاتی دیابتیک با آکسونوپاتی پیشرونده دیستال ارتباطی وجود دارد [۱۰]. با وجود مراقبت‌های دارویی در کنترل قند خون و کاهش درد، بیماران دیابتیک قادر به تحمل عوارض ناشی از نوروپاتی نیستند [۱۱].

درمان عوارض ناشی از نوروپاتی دیابتیک برای درمانگران بسیار دشوار است. درمان‌های رایج عمدتاً علامتی هستند و موفقیت آن‌ها کمتر از ۴۰ تا ۶۰ درصد است. مدالیتی‌هایی نظیر تحریکات الکتریکی، لیزردرمانی، اشعه مادون قرمز و امواج مغناطیسی جهت کنترل و بهبود علائم پیشنهاد شده‌اند [۱۲]. یکی از مداخلاتی که در کنترل روند نوروپاتی دیابتیک استفاده می‌شود، امواج الکترومغناطیسی با فرکانس پایین است که مطالعات متعددی اثر آن را بر بهبود عوارض ناشی از آن تأیید می‌کنند [۱۵-۱۳]. سیستم عصبی بنا به ماهیت خود فعالیت الکتریکی فراوانی دارد. با توجه به وابستگی ترشح هورمون‌ها و نوروهورمون‌ها به سیستم عصبی، امواج الکترومغناطیسی می‌توانند بر بهبود عملکرد سیستم هورمونی و رشد و تمایز سلولی مؤثر واقع شوند [۱۶، ۱۷]. بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه اثر این امواج بر درد و حس لمس کف پای بیماران دیابتیک، نتایج مختلفی را به همراه داشته است. بوسی و همکاران [۱۸] امواج الکترومغناطیسی با فرکانس یک تا ۵۰ هرتز پالس‌دار را به دلیل فراخوانی تدریجی پتانسیل غشایی بافت‌های آسیب‌دیده، در کاهش درد و بهبود حس لمس کف پای بیماران مؤثر دانستند. در حالی که مطالعات دیگر، عدم تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر شاخص درد [۱۹] و تأثیر اندک آن بر تغییرات حس لمس کف پا [۱۴] را بیان کرده‌اند.

با وجود تناقضات در نتایج مطالعات، بررسی اثر امواج الکترومغناطیسی با فرکانس بالا بر علائم نوروپاتی دیابتیک مورد بحث قرار گرفته است. تکارتراپی نوعی از امواج الکترومغناطیسی با فرکانس بالا (۰/۳ تا ۱/۲ مگاهرتز) است [۲۰] که با ایجاد گرمای عمقی در بافت‌ها، سبب بهبود خون‌رسانی و آزادسازی بهتر هموگلوبین بافتی می‌شود [۲۱]. این در حالی است که عملکرد دستگاه تکار از طریق دو روش خازنی و مقاومتی فراهم می‌شود که این روش‌ها از طریق الکترودهای جداگانه و بر اساس مقاومت بافت مدنظر، اعمال می‌شوند. جهت اثرگذاری در بافت‌های سطحی و با مقاومت کم‌نظیر عضلات و اعصاب، الکترود فعال سرامیکی و الکترود غیرفعال فلزی کاربرد داشته و برای بافت‌های عمقی با مقاومت بالا نظیر استخوان، الکترودهای فلزی استفاده می‌شوند. در روش خازنی الکترودها در دو طرف بافت آسیب‌دیده قرار می‌گیرند، اما در روش مقاومتی جای‌گذاری الکترود فعال در مفصل مدنظر، اهمیت دارد [۲۲]. امواج الکترومغناطیسی خازنی مقاومتی در بیست سال اخیر در موارد کلینیکی استفاده شده است، اما مطالعات اندکی درباره اثرات درمانی آن وجود دارد [۲۳]. اکثر مطالعات در این زمینه، کاهش درد و بهبود عملکرد را در ضایعات عضلانی اسکلتی نظیر کمردرد [۲۴]، تاندونوپاتی آشیل و تاندونیت پتلا [۲۵] گزارش کرده‌اند. مکانیسم‌های فیزیولوژیک احتمالی این مدالیتی، بازسازی سلولی به دنبال اکسیژن‌رسانی بهتر بافتی، افزایش سرعت متابولیسم و کاهش درد با آزادسازی اندورفین‌ها بوده‌اند [۲۶]. از آنجایی که اثر این مداخله بر علائم نوروپاتی بیماران دیابتیک بررسی نشده است، لذا هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر تکار خازنی بر درد و اختلالات حس لمس کف پای این افراد بود.

روش بررسی

بیماران

پژوهش حاضر یک مطالعه کارآزمایی بالینی یک‌سوکور (بیماران) با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل است که روی بیماران دیابتیک نوع دو مبتلا به نوروپاتی محیطی در سال ۱۳۹۸ انجام شد. نمونه‌گیری به روش غیرتصادفی ساده بود و شرکت‌کنندگان از بین مراجعه‌کنندگان درمانگاه دیابت بیمارستان امام‌حسین(ع) وابسته به دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی انتخاب شدند. سپس در آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده توان‌بخشی دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل مورد ارزیابی و درمان قرار گرفتند. با توجه به کمی بودن متغیرهای وابسته تحقیق و وجود دو گروه مستقل و به کمک معادله شماره ۱، تعداد نهایی نمونه‌ها با استفاده از مطالعه پایلوت به حجم ۵ نفر در هر گروه، با احتمال خطای نوع اول ۰/۰۵ و توان آزمون ۰/۸۰ و احتمال ریزش، در هریک از گروه‌های آزمایش و کنترل ۱۲ نفر (۲۴ پا) تعیین شد و درمجموع ۲۴ بیمار دیابتیک برای مطالعه انتخاب شدند.

معادله شماره ۱

$$N=\frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}}+Z_{1-\beta})^2(\sigma^2_1+\sigma^2_2)}{(\mu_1-\mu_2)^2}$$

ملاک‌های ورود به مطالعه شامل بیماران مرد و زن مبتلا به دیابت نوع دو، علائم نوروپاتی سطح ۱ یا ۲ در اندام تحتانی، سن بین ۱۸ تا ۷۸ سال، نمره درد ۳ یا بیشتر بر اساس مقیاس آنالوگ بصری[2] در ناحیه پاها، سابقه بیشتر از یک سال ابتلا به دیابت و سرعت هدایت عصب حرکتی تیبیال کمتر از ۴۰ متر بر ثانیه و داشتن زندگی مستقل بود. ملاک‌های خروج از مطالعه، مشکلات سیستماتیک

2. Visual Analog Scale (VAS)

تصویر ۱. مونوفیلامان سیمز وینشتاین ۵/۰۷/۱۰g توانبخشی

عروق مرکزی و محیطی، اختلالات کلیوی، بارداری، داشتن اضطراب و استرس و عدم تمایل بیمار به ادامه همکاری در نظر گرفته شد.

ابزار گردآوری داده‌ها

همه بیماران تحت شیوه یکسان و توسط یک فرد از شروع تا پایان ده جلسه درمان مورد ارزیابی قرار گرفتند. قبل از شروع درمان، اطلاعات جمعیت‌شناختی بیمار جهت بررسی دقیق‌تر ثبت شد. برای ارزیابی متغیرهای مورد بحث بیماران از ابزارهایی که در ادامه ذکر شده است، استفاده شد.

مونوفیلامان سیمز وینشتاین ۵/۰۷/۱۰ گرمی برای بررسی حس لمس کف پای بیماران دیابتیک استفاده شد (تصویر شماره ۱). جهت ارزیابی، بیمارها با چشم بسته به پشت دراز کشیده و فیلامان بر نقاط رو و پشت پای آن‌ها، با فشاری در حد خم شدن سر آن و در مدتی کمتر از یک ثانیه قرار گرفت و افراد تعداد نقاط حس‌کرده را گزارش کردند. اگر از ده نقطه اعمال مونوفیلامان، فرد قادر به تشخیص هشت نقطه یا بیشتر باشد، حس لمس کف پای وی طبیعی است. در صورتی که فرد یک تا هفت نقطه را تشخیص دهد به معنای کاهش حس لمس و اگر نقطه‌ای را تشخیص ندهد به معنای عدم وجود این حس است [۲۷].

برای اندازه‌گیری میزان درد پاهای بیمار از مقیاس ۱۰سانتی‌متری آنالوگ بینایی استفاده شد. این مقیاس یک روش ذهنی برای ارزیابی ناراحتی‌های حسی نظیر درد نوروپاتی دیابتیک پاست که شامل یک خط مستقیم بوده که از صفر تا ۱۰ عددگذاری شده است. یک انتهای آن عدد صفر، به معنای بدون درد و انتهای دیگر، عدد ۱۰، به معنای بیشترین ناراحتی و درد در فرد است. از بیماران خواسته شد دردی را که در پای خود در حالت استراحت احساس می‌کردند روی نقطه‌ای که به بهترین نحو، شدت درد آن‌ها را نشان می‌داد، علامت‌گذاری کنند [۲۸].

روش‌های درمان

روند درمان این مطالعه در دو مرحله با اشعه مادون قرمز و

تصویر ۲. نحوه اعمال اشعه مادون قرمز توانبخشی

تکار خازنی در دو گروه آزمایش و کنترل، طی ده جلسه (سه بار در هفته به مدت چهار هفته)، در آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده توان‌بخشی دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی انجام شد.

۱. گروه آزمایش: در این گروه ۱۲ بیمار دیابتیک با ۲۴ پا با علائم نوروپاتی، تحت درمان با اشعه مادون قرمز و تکار واقعی قرار گرفتند.

۲. گروه کنترل: در این گروه ۱۲ بیمار دیابتیک با ۲۴ پا با علائم نوروپاتی تحت درمان با اشعه مادون قرمز و تکار شم قرار گرفتند.

در ابتدای روند مداخله، پاهای بیماران تحت درمان با اشعه مادون قرمز قرار گرفتند. آرتور سوسیزلوکی و همکاران اثر کوتاه مدت این مدالیتی را بر بهبود درد و حس لمس کف پای بیماران با نوروپاتی دیابتیک تایید نمودند. این محققان طی مطالعه خود، اشعه مادون قرمز با طول موج ۸۷۰ نانومتر و دانسیته انرژی ۱/۸ ژول بر سانتی متر مربع بر دقیقه را به مدت ۷ دقیقه بر هر سطح پا اعمال کردند [۲۹].

در پژوهش حاضر، اشعه مادون قرمز با طول موج ۸۹۰ نانومتر و دانسیته ۱/۳ ژول بر سانتی‌متر مربع بر دقیقه استفاده شد. بیماران یک‌بار پشت به اشعه و بار دیگر رو به آن به پهلو دراز کشیده و هر سطح دورسال، پلنتار، مدیال و لترال پای آن‌ها با فاصله ۸۰ تا ۹۰ سانتی‌متر به مدت ۳۰ دقیقه تحت درمان با این اشعه قرارگرفت (تصویر شماره ۲).

در مرحله بعد، درمان به کمک دستگاه تکار از نوع خازنی با مدل TEKRA XCRT, New Ageساخت کشور ایتالیا انجام شد (تصویر شماره ۳). این دستگاه بر اساس قوانین فیزیکی دارای دو الکترود فعال و غیرفعال جداگانه متصل به ژنراتور الکتریکی، برای هر دو روش خازنی و مقاومتی است که ولتاژ را بین دو الکترود برقرار می‌نماید [۲۲]. در پژوهش حاضر به دلیل بررسی آسیب اعصاب کف پای بیماران دیابتیک، از تکار خازنی جهت درمان استفاده شد که این روش باعث افزایش خون‌رسانی، گرمای موضعی و انبساط عروق بافتی می‌شود [۲۱]. اصول پایه

تصویر ٤. نحوه اعمال تکار خازنی در مسیر عصب تیبیال توانبخشی

این پژوهش بر اساس مطالعات گذشته تکارتراپی است [۲۴]، اما به دلیل عدم بررسی اثر آن بر آسیب‌های سیستم عصبی، با انجام مطالعه پایلوت روش زیر نتیجه‌بخش بوده است.

در این روش، بیمار به شکم می‌خوابید و درمان تکار خازنی در دو طرف مسیر سطحی شدن عصب تیبیال با شدت کمتر از ۵۰ درصد و به صورت پالس (بسته به تحمل بیماران دیابتیک) انجام می‌شد. به این صورت که ژل دستگاه بر سطح دو الکترود فعال، غیرفعال و پوست بیمار آغشته شده و الکترود غیرفعال آن بر سطح قدامی ساق قرار می‌گرفت و الکترود فعال آن در مسیر عصب تیبیال هر دو پای بیماران از ناحیه پوپلیته تا قوزک داخلی به طور مداوم به مدت ۲۰ دقیقه حرکت داده می‌شد (تصویر شماره ۴).

روش انجام مداخلات درمانی در گروه کنترل مانند گروه آزمایش بود، با این تفاوت که تکار روشن با شدت صفر در مسیر عصب تیبیال بیماران این گروه اعمال شد. بعد از اتمام ده جلسه درمانی، نمره درد و حس لمس کف پای بیماران دو گروه، بار دیگر مورد ارزیابی قرار گرفت.

در این مطالعه از آزمون کولموگروف اسمیرنف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و از میانگین و انحراف‌معیار برای توصیف داده‌ها استفاده شد. همگون بودن داده‌های اولیه با استفاده از آزمون تی وابسته، در سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵ بررسی شد. داده‌های حاصل از موقعیت پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و به کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

در این مطالعه، ۲۴ بیمار مبتلا به دیابت نوع دو در دو گروه ۱۲نفره آزمایش و کنترل مورد بررسی قرار گرفتند. این افراد همگی دچار نوروپاتی محیطی بوده و پزشک متخصص داخلی،

تصویر ۳. نمایی از تکار TEKRA XCRT, New Age توانبخشی

آن‌ها را ارجاع داده بود. هیچ‌کدام از بیماران طی دوره درمان از روند مطالعه خارج نشدند و تمامی افراد شرکت‌کننده حداقل دو سال به بیماری دیابت مبتلا بودند و از اختلال حسی اندام تحتانی شکایت داشتند (جدول شماره ۱).

در ابتدای مداخله، تفاوتی از نظر شاخص‌های جمعیت‌شناختی بین بیماران دو گروه وجود نداشت (P>۰/۰۵). به منظور بررسی عادی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنف استفاده شد. همان‌طور که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است، چون مقادیر به‌دست‌آمده برای آزمون کولموگروف اسمیرنف در یک گروه در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نیست، شرط عادی بودن توزیع نمره‌ها برقرار است. بنابراین بین گروه‌های بررسی‌شده در متغیرهای پژوهش در مرحله پیش‌آزمون تفاوتی وجود نداشت. به منظور بررسی پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد (جدول شماره ۳). با توجه به اینکه مقدار F معنی‌دار نیست (P>۰/۰۵)، مفروضه همگنی واریانس‌ها برابر است. بنابراین به منظور مقایسه تغییرات اثر درمان در گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. میانگین و انحراف‌معیار متغیرها در دو گروه درمانی، قبل و بعد از درمان در جدول شماره ۴ نمایش داده شده است.

یافته‌های مربوط به نمره درد حاصل از مقیاس VAS

ابتدا میزان نمره درد بیماران دو گروه، به کمک آزمون تی مستقل مقایسه شد که با P=۰/۵۶ اختلاف در دو گروه آزمایش و کنترل وجود نداشت (جدول شماره ۳). بر اساس جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود که میانگین میزان درد، پس از درمان در دو گروه، کاهش معنی‌دار آماری داشته است (P<۰/۰۰۱). همچنین تفاوت بین میانگین داده‌های دو گروه معنی‌دار بود؛ یعنی بیماران گروه درمان درمجموع درد کمتری را نسبت به گروه کنترل تجربه کردند (P=۰/۰۰۲). به بیان دیگر، هر دو روش درمانی در کاهش درد بیماران دو گروه آزمایش و کنترل تأثیر داشته است، اما ترکیب اشعه مادون قرمز و تکار خازنی در کاهش درد موفق‌تر بوده است. به این صورت که میانگین نمره حاصل از مقیاس VAS

جدول ۱. اطلاعات زمینه‌ای شرکت‌کنندگان دو گروه آزمایش و کنترل (هر گروه ۱۲ نفر)

متغیرها	گروه	میانگین±انحراف معیار	آماره t	سطح معنی‌داری
سن (سال)	کنترل	۶۰/۵±۹/۱۲	۰/۲۵	۰/۸۰
	آزمایش	۵۹/۵۸±۸/۶۳		
قد (سانتی‌متر)	کنترل	۱۵۹/۰۰±۷/۳۲	-۰/۱۸	۰/۸۵
	آزمایش	۱۵۹/۵۸±۸/۱۵		
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۷۲/۹۱±۱۲/۴۵	-۰/۹۴	۰/۳۵
	آزمایش	۷۷/۰۴±۸/۵۱		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل	۲۸/۸۱±۴/۱۵	-۰/۹۷	۰/۳۴
	آزمایش	۳۰/۳۲±۳/۴۴		
مدت‌زمان درگیری دیابت (سال)	کنترل	۷/۶۲±۴/۷۶	-۱/۲۹	۰/۲۱
	آزمایش	۱۰/۶۶±۶/۶۳		
قند خون ناشتا (میلی گرم بر دسی لیتر)	کنترل	۱۵۹/۷۵±۲۵/۲۴	-۰/۷۳	۰/۴۷
	آزمایش	۱۶۶/۵۸±۲۰/۳۴		

توانبخشی

در دو گروه کنترل و آزمایش به ترتیب، قبل از اعمال مداخله ۵/۵۴±۱/۹۳ و ۵/۲۵±۱/۴۸ بوده و پس از اعمال مداخله به ۲/۱۷±۱/۶۰ و ۰/۷۹±۰/۹۷ رسیده است.

یافته‌های مربوط به نمره حس لمس کف پای حاصل از ابزار مونوفیلامان

بر اساس جدول شماره ۳ ابتدا میزان نمره حس لمس کف پای بیماران دو گروه به کمک آزمون تی مستقل مقایسه شد که با P=۰/۴۸۲ در دو گروه آزمایش و کنترل اختلافی وجود نداشت. جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که میانگین نمره این حس بعد از ده جلسه درمانی در گروه‌ها افزایش معنی‌دار آماری داشته است (P<۰/۰۰۱). همچنین وجود تفاوت معنی‌دار بین دو گروه، بیانگر بهبود بیشتر حس لمس کف پای بیماران گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل است (P<۰/۰۰۱). به بیان دیگر، هر دو روش درمانی در بهبود نمره ابزار مونوفیلامان، در دو گروه آزمایش و کنترل تأثیر داشته‌اند، اما ترکیب اشعه مادون قرمز و تکار خازنی در بهبود این متغیر موفق‌تر بوده‌است. به این صورت که میانگین نمره حاصل از ابزار مونوفیلامان در دو گروه کنترل و آزمایش به ترتیب، قبل از اعمال مداخله ۵/۷۹±۰/۹۳ و ۵/۵۸±۱/۱بوده و پس از اعمال مداخله به ۷/۷۹±۱/۱۴ و ۹/۳۸±۰/۶۴ رسیده است.

بحث

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تکار خازنی بر علائم ناشی از نوروپاتی محیطی بیماران دیابتیک نوع دو بود. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند ترکیب تکار خازنی و اشعه مادون قرمز بر بهبود علائم نوروپاتی محیطی این بیماران، تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد. با استفاده از این روش جدید، در میانگین متغیر درد و حس لمس کف پا نسبت به تغییرات درمان رایج، بهبودی قابل

جدول ۲. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنف

متغیرها	گروه	آزمون کولموگروف اسمیرنف	
		مقدار	سطح معنی‌داری
حس درد پا	آزمایش	۰/۹۴	۰/۳۳
	کنترل	۱/۲۰	۰/۱۱
حس لمس کف پا	آزمایش	۱/۱۰	۰/۵۵
	کنترل	۱/۲۵	۰/۴۶

توانبخشی

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی همگون بودن توزیع داده‌ها (هر گروه ۱۲ نفر)

متغیرها	گروه	آماره t	سطح معنی‌داری	مقدار F
حس درد	کنترل آزمایش	۰/۵۸۷	۰/۵۶۰	۵/۰۰۴
حس لمس کف پا	کنترل آزمایش	۰/۷۰۸	۰/۴۸۲	۰/۷۵۳

توانبخشی

جدول ٤. خلاصه نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای مقایسه میانگین حس درد و لمس کف پای بیماران گروه‌های درمانی

متغیرها	گروه	میانگین±انحراف معیار منبع تغییر		سطح معنی‌داری تغییرات	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درون‌گروهی	بین‌گروهی
حس درد پا	آزمایش	۵/۲۵±۱/۴۸	۰/۷۹±۰/۹۷	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
	کنترل	۵/۵۴±۱/۹۳	۲/۱۷±۱/۶۸		
حس لمس کف پا	آزمایش	۵/۵۸±۱/۱	۹/۳۸±۰/۶۴	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	کنترل	۵/۷۹±۰/۹۳	۷/۷۹±۱/۴۱		

توانبخشی

توجهی حاصل شد. مطالعه منتشرشده‌ای که تأثیر تکرار را بر علائم نوروپاتی محیطی بیماران دیابتیک بررسی نماید، یافت نشد، اما بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه تأثیر تکرارتراپی بر ضایعات عضلانی اسکلتی بیانگر بهبود درد و عملکرد بافت‌های آسیب‌دیده است [۳۰]. این در حالی است که بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده درباره امواج الکترومغناطیسی با فرکانس پایین، تأثیر امواج الکترومغناطیسی را بر متغیرهای مختلف بیماران دیابتیک تأیید کرده و برخی آن را بدون تأثیر درمانی ذکر کرده‌اند.

یافته پژوهش حاضر نشان داد استفاده از تکار خازنی طی ده جلسه به کاهش درد بیشتر در پای بیماران در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل منجر شده است. درد نوروپاتی محیطی از مقاوم‌ترین انواع درد نسبت به درمان است [۳۱]. بر اساس مطالعات تقریباً بیش از نیمی از بیماران با علائم نوروپاتی دیابتیک که تحت درمان قرار گرفتند، تسکین درد را تجربه نمی‌کنند [۳۲].

یافته یکی از پژوهش‌ها نشان داد با استفاده از دستگاه مولد امواج الکترومغناطیسی با فرکانس مدوله یک تا ۱۰۰۰ هرتز طی ده جلسه و تأکید بر افزایش خون‌رسانی و فاکتور رشد اندوتلیال عروقی بر اعصاب اندام تحتانی بیماران با نوروپاتی دیابیتک، می‌توان درد و آستانه حس سرمای آن را بهبود بخشید [۱۴]. همچنین می‌توان با استفاده از ترکیب امواج الکترومغناطیسی با فرکانس ۵۰ هرتز و تمرین‌درمانی و با تحریک بیشتر سیستم عصبی عروقی بافت‌ها، درد پای بیماران را کاهش داد و موجب بهبود سرعت هدایت عصب حسی آن‌ها شد [۱۵]. در حالی که پژوهشی دیگر نشان داده است امواج الکترومغناطیسی پالس‌دار با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۱۸۰۰ گاوس در بهبود درد پای بیماران مؤثر نیستند. شدت کم جریان کاربردی، علت عدم تأثیرگذاری این امواج بیان شده است [۱۹].

در تبیین یافته‌های این پژوهش می‌توان اظهار کرد که ترکیب تکار خازنی در مسیر عصب تیبیال و اشعه مادون قرمز، گیرنده حس درد پای بیماران دیابتیک را تحت تأثیر قرار داده و با آزادسازی اندورفین‌ها و افزایش گرمای بافتی موجب کاهش درد پای آن‌ها شده است.

یافته دیگر این پژوهش، حاکی از بهبود قابل توجه حس لمس کف پای بیماران دیابتیک در گروه آزمایش است. نوروپاتی محیطی به دنبال کاهش حس پاها شیوع زخم پای دیابتیک را افزایش می‌دهد. از این‌رو درمان این اختلال اهمیت فراوانی دارد [۶]. یافته‌ی اخیر با نتایج پژوهش استین و همکاران در سال ۲۰۱۳ مبنی براعمال امواج الکترومغناطیس پالس دار با فرکانس مدوله بر اندام تحتانی بیماران دیابتیک همخوانی دارد. براساس نتایج پژوهش این محققان، امواج الکترومغناطیسی با فعال سازی مستقیم و غیر مستقیم فیبرهای آ دلتا و سی به سمت دیستال آکسون ها، باعث افزایش حس لمس کف پای بیماران می‌شود [۳۳]. اما در پژوهش دیگر نشان داده شده است که با وجود استفاده از امواج الکترومغناطیس با فرکانس مدوله ۱تا ۱۰۰۰ هرتز بهبودی قابل توجهی در حس لمس کف پا دیده نشد. زیرا تنها بیماران با اختلال خفیف در حس لمس کف پاها، تحت درمان قرار گرفتند [۱۴].

با بررسی یافته‌های پژوهش می‌توان اظهار کرد که اعمال تکار خازنی در کنار درمان رایج اشعه مادون قرمز با تأکید بر بهبود عملکرد سیستم متابولیسم و عصبی عروقی به افزایش حس لمس در کف پای آنان منجر شده است. به دلیل وجود تناقضات در نتایج مطالعات بررسی میزان تأثیر تکارتراپی (امواج الکترومغناطیسی با فرکانس بالا) مورد بحث قرار گرفته است.

در مطالعه حاضر طی ده جلسه درمانی (چهار هفته) از تکار خازنی مدل TEKRA XCRT, New Age در کنار درمان رایج اشعه مادون قرمز با طول موج ۸۹۰ نانومتر، به منظور بررسی اثر درمانی آن بر عملکرد اعصاب اندام تحتانی بیماران دیابتیک استفاده شد. بدین منظور در گروه آزمایش، ابتدا سطح پای بیماران به مدت ۳۰ دقیقه و با فاصله ۸۰ تا ۹۰ سانتی‌متر، تحت درمان با اشعه مادون قرمز قرار گرفت و سپس الکترود فعال تکار خازنی با شدت کمتر از ۵۰ درصد به مدت ۲۰ دقیقه در مسیر عصب تیبیال از بالا تا پایین حرکت داده شد. اما در گروه کنترل، شدت دستگاه تکار روشن، صفر بود. نتایج مطالعه حاضر بعد از اتمام جلسات درمانی نشان داد تکار خازنی با وجود ایجاد گرمای عمقی و بهبود عملکرد اعصاب بافت‌های آسیب‌دیده، در کنار درمان رایج، باعث بهبود قابل توجه علائم نوروپاتی بیماران دیابتیک نسبت به درمان رایج تنها شده است. به بیان دیگر استفاده از این روش جدید باعث شده است افراد دیابتیک با علائم نوروپاتی محیطی، کاهش درد و بهبود حس لمس کف پای بهتری را تجربه نمایند.

نتیجه‌گیری

ترکیب به‌کاربرده تکار خازنی با داشتن خاصیت گرمایی موضعی و بهبود جریان خون و اشعه مادون قرمز توانسته است به میزان قابل توجهی درد اندام تحتانی را کاهش دهد و حس لمس کف پای بیماران را بهبود بخشد. بر اساس این نتایج می‌توان استفاده از این شیوه را به عنوان روش مؤثر در بهبود علائم نوروپاتی محیطی مرتبط با دیابت نوع دو در کنار سایر مدالیتی‌های فیزیوتراپی پیشنهاد داد. استفاده از این روش به مدت چهار هفته و طی ده جلسه درمانی یکی از محدودیت‌های تحقیق بود که اگر دوره درمان آن افزایش می‌یافت، نتایج دقیق‌تری حاصل می‌شد. از محدودیت‌های دیگر آن می‌توان به بررسی کوتاه‌مدت اثر درمان و یک‌سوکور بودن مطالعه اشاره نمود که این امر می‌تواند تا حدودی بر نتایج حاصل از آن اثر بگذارد. به علاوه در کشور ما به علت محدودیت پوشش بیمه‌ای جهت تأمین هزینه‌های مالی این دستگاه، امکان استفاده تمام بیماران دیابتیک از آن فراهم نمی‌شود. از طرف دیگر مطالعه‌ای در دنیا درباره بررسی اثر تکارتراپی بر علائم نوروپاتی دیابتیک وجود ندارد. درنتیجه امکان ارزیابی و بررسی دقیق درباره نحوه عملکرد این مدالیتی فراهم نیست. محققان این مطالعه انجام مطالعات بیشتری را با پیگیری طولانی‌مدت در زمینه بررسی تأثیر تکارتراپی بر علائم حسی ناشی از نوروپاتی دیابتیک پیشنهاد می‌کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این طرح در کمیته اخلاق دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی با کد IR.SBMU.RETECH.REC.1397.713 به تصویب رسید همچنین این کارآزمایی در پایگاه ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران با کد IRCT20190726044337N1 به ثبت رسیده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول خانم مریم نیاءجلیلی،گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: اصغر رضاسلطانی؛ روش‌شناسی: اصغر رضاسلطانی، صدیقه السادات نعیمی، مقداد صداقت، علیرضا اکبرزاده باغبان، مریم نیاءجلیلی؛ تحقیق و بررسی: مریم نیاءجلیلی، اصغر رضاسلطانی، صدیقه السادات نعیمی؛ ویراستاری و نهایی‌سازی: مریم نیاءجلیلی.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. Diabetes Research and Clinical Practice. 2014; 103(2):137-49. [DOI:10.1016/j.diabres.2013.11.002] [PMID]

[2] Basu S, Yudkin JS, Kehlenbrink S, Davies JI, Wild SH, Lipska KJ, et al. Estimation of global insulin use for type 2 diabetes, 2018-30: A microsimulation analysis. The Lancet Diabetes & Endocrinology. 2019; 7(1):25-33. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30470520 [DOI:10.1016/S2213-8587(18)30303-6] [PMID]

[3] American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care. 2014; 37(Suppl 1):S81-90. [DOI:10.2337/dc14-S081] [PMID]

[4] Forbes JM, Cooper ME. Mechanisms of diabetic complications. Physiological Reviews. 2013; 93(1):137-88. [DOI:10.1152/physrev.00045.2011] [PMID]

[5] Roque FR, Hernanz R, Salaices M, Briones AM. Exercise training and cardiometabolic diseases: Focus on the vascular system.Current Hyprtension Reports. 2013; 15(3):204-14. [DOI:10.1007/s11906-013-0336-5] [PMID]

[6] Lee CC, Perkins BA, Kayaniyil S, Harris SB, Retnakaran R, Gerstein HC, et al. Peripheral neuropathy and nerve dysfunction in individuals at high risk for type 2 diabetes: The PROMISE cohort. Diabetes Care. 2015; 38(5):793-800. [DOI:10.2337/dc14-2585] [PMID]

[7] Venkataraman K, Wee HL, Leow MK, Tai ES, Lee J, Lim SC, et al. Associations between complications and health-related quality of life in individuals with diabetes. Clinical Endocrinology. 2013; 78(6):865-73. [DOI:10.1111/j.1365-2265.2012.04480.x] [PMID]

[8] Edwards JL, Vincent AM, Cheng HT, Feldman EL. Diabetic neuropathy: Mechanisms to management. Pharmacology & Therapeutics. 2008; 120(1):1-34. [DOI:10.1016/j.pharmthera.2008.05.005] [PMID] [PMCID]

[9] Dubin AE, Patapoutian A. Nociceptors: The sensors of the pain pathway. The Journal of Clinical Investigation. 2010; 120(11):3760-72. [DOI:10.1172/JCI42843] [PMID] [PMCID]

[10] Bickel A, Heyer G, Senger C, Maihoefner C, Heuss D, Hilz MJ, et al. C-fiber axon reflex flare size correlates with epidermal nerve fibre density in human skin biopsies. Journal of the Peripheral Nervous System. 2009; 14(4):294-9. [DOI:10.1111/j.1529-8027.2009.00241.x] [PMID]

[11] Rondón LJ, Privat AM, Daulhac L, Davin N, Mazur A, Fialip J, et al. Magnesium attenuates chronic hypersensitivity and spinal cord NMDA receptor phosphorylation in a rat model of diabetic neuropathic pain. The Journal of Physiology. 2010; 588(21):4205-15. [DOI:10.1113/jphysiol.2010.197004] [PMID] [PMCID]

[12] Yamany AA, Sayed HM. Effect of low level laser therapy on neurovascular function of diabetic peripheral neuropathy. Journal of Advanced Research. 2012; 3(1):21-8. [DOI:10.1016/j.jare.2011.02.009]

[13] Conti M, Peretti E, Cazzetta G, Galimberti G, Vermigli C, Pola R, et al. Frequency-modulated electromagnetic neural stimulation enhances cutaneous microvascular flow in patients with diabetic neuropathy. Journal of Diabetes and its Complications. 2009; 23(1):46-8. [DOI:10.1016/j.jdiacomp.2008.02.004] [PMID]

[14] Bosi E, Bax G, Scionti L, Spallone V, Tesfaye S, Valensi P, et al. Frequency-modulated electromagnetic neural stimulation (FREMS) as a treatment for symptomatic diabetic neuropathy: Results from a double-blind, randomise, multicentre, long-term, placebo-controlled clinical trial. Diabetologia. 2013; 56(3):467-75. [DOI:10.1007/s00125-012-2795-7] [PMID] [PMCID]

[15] Battecha K. Efficacy of pulsed electromagnetic field on pain and nerve conduction velocity in patients with diabetic neuropathy. Bulletin of Faculty of Physical Therapy. 2017; 22(1):9-14. https://www.bfpt.eg.net/article.asp?issn=1110-6611;year=2017;volume=22;issue=1;spage=9;epage=14;aulast=Battecha

[16] Sadooghi SD, Zafar Balanezhad S, Nezhad Shahrokh Abadi Kh, Baharara J. [Investigating the effects of low frequency electromagnetic field on MCF-7 cancer cell line (Persian)]. Studies in Medical Sciences. 2014; 25(5):444-52. http://umj.umsu.ac.ir/article-1-2330-en.html

[17] Sadooghi SD. [Investigating the effects of low frequency electromagnetic field on wound healing in diabetic rats (Persian)]. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2014; 13(3):207-22. http://journal.rums.ac.ir/article-1-1795-en.html

[18] Bosi E, Conti M, Vermigli C, Cazzetta G, Peretti E, Cordoni MC, et al. Effectiveness of frequency-modulated electromagnetic neural stimulation in the treatment of painful diabetic neuropathy. Diabetologia. 2005; 48(5):817-23. [DOI:10.1007/s00125-005-1734-2] [PMID]

[19] Weintraub MI, Herrmann DN, Gordon Smith A, Backonja MM, Cole SP. Pulsed electromagnetic fields to reduce diabetic neuropathic pain and stimulate neuronal repair: A randomized controlled trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2009; 90(7):1102-9. [DOI:10.1016/j.apmr.2009.01.019] [PMID]

[20] Cameron M. Physical agents in rehabilitation: From research to practice. Philadelphia: Saunders; 2012. https://www.elsevier.com/books/physical-agents-in-rehabilitation/cameron/978-1-4557-4820-4

[21] Tashiro Y, Hasegawa S, Yokota Y, Nishiguchi Sh, Fukutani N, Shirooka H, et al. Effect of capacitive and resistive electric transfer on haemoglobin saturation and tissue temperature. International Journal of Hyperthermia. 2017; 33(6):696-702. [DOI:10.1080/02656736.2017.1289252] [PMID]

[22] Kumaran B, Watson T. Thermal build-up, decay and retention responses to local therapeutic application of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency: A prospective randomised crossover study in healthy adults. International Journal of Hyperthermia. 2015; 31(8):883-95. [DOI:10.3109/02656736.2015.1092172] [PMID]

[23] Wiegerinck JI, Kerkhoffs GM, van Sterkenburg MN, Sierevelt IN, van Dijk CN. Treatment for insertional Achilles tendinopathy: A systematic review. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2013; 21(6):1345-55. [DOI:10.1007/s00167-012-2219-8] [PMID]

[24] Notarnicola A, Maccagnano G, Gallone MF, Covelli I, Tafuri S, Moretti B. Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients with low back pain: A prospective randomized controlled trial. Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents. 2017; 31(2):509-15. [PMID]

[25] Costantino C, Vulpiani MC, Romiti D, Vetrano M, Saraceni VM. Cryoultrasound therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis with heel spurs. A randomized controlled clinical study. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. 2014; 50(1):39-47. [PMID]

[26] Ganzit GP, Stefanini L, Stesina G. Tecar therapy in the treatment of acute and chronic pathologies in sports [Internet]. 2009 [Updated 2009]. Available from: https://www.tr-therapy.com/scientific-support-

[27] Herman WH, Pop-Busui R, Braffett BH, Martin CL, Cleary PA, Albers JW, et al. Use of the Michigan Neuropathy Screening Instrument as a measure of distal symmetrical peripheral neuropathy in type 1 diabetes: Results from the diabetes control and complications trial/epidemiology of diabetes interventions and complications. Diabetic Medicine. 2012; 29(7):937-44. [DOI:10.1111/j.1464-5491.2012.03644.x] [PMID] [PMCID]

[28] Eliav E, Gracely RH. Measuring and assessing pain. In: Sharav Y, Benoliel R, editors. Orofacial Pain and Headache. Maryland Heights: Mosby; 2008. [DOI:10.1016/B978-0-7234-3412-2.10003-3]

[29] Robinson CC, Klahr PDS, Stein C, Falavigna M, Sbruzzi G, Plentz RDM. Effects of monochromatic infrared phototherapy in patients with diabetic peripheral neuropathy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2017; 21(4):233-43. [DOI:10.1016/j.bjpt.2017.05.008] [PMID] [PMCID]

[30] Ribeiro S, Henriques B, Cardoso R. The effectiveness of tecar therapy in musculoskeletal disorders. International Journal of Public Health and Health Systems. 2018; 3(5):77-83. http://www.openscienceonline.com/journal/archive2?journalId=755&paperId=4539

[31] Rutten K, Gould SA, Bryden L, Doods H, Christoph T, Pekcec A. Standard analgesics reverse burrowing deficits in a rat CCI model of neuropathic pain, but not in models of type 1 and type 2 diabetes-induced neuropathic pain. Behavioural Brain Research. 2018; 350:129-38. [DOI:10.1016/j.bbr.2018.04.049] [PMID]

[32] World Health Organization. Global report on diabetes. Geneva: World Health Organization; 2016. https://books.google.com/books?id=tNsEkAEACAAJ&dq

[33] Stein C, Eibel B, Sbruzzi G, Lago PD, Plentz RDM. Electrical stimulation and electromagnetic field use in patients with diabetic neuropathy: systematic review and meta-analysis. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2013; 17(2):93-104. [DOI:10.1590/S1413-35552012005000083] [PMID]