

---

## MODERN ASPECTS OF TREATMENT WITH TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION

**Danche Vasileva**

Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

[danche.vasileva@ugd.edu.mk](mailto:danche.vasileva@ugd.edu.mk)

**Oliver Mitkov**

Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia, University Clinic of Physical Medicine and Rehabilitation-Skopje, Republic of North Macedonia,

[oliver.211547@student.ugd.edu.mk](mailto:oliver.211547@student.ugd.edu.mk)

**Abstract:** With the development of the most modern equipment for different physical modalities in the application of physical medicine and rehabilitation, many new methods and approaches to protocols and complementarity in the execution of the rehabilitation process have been advanced. It contributes to creating a concept of rehabilitation course, with non-invasive modalities from the field of physical medicine. Including kinesitherapy, the goal of achieving full functionality is much more realistic due to the shorter time frame and reduced feeling of pain. The parallel course of use of such modalities and kinesitherapy methods and techniques enables efficiency, economy and a greater sense of comfort for the patients themselves. With the patenting of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in 1974, research and development of high-frequency, low-frequency, acupuncture, and conventional transcutaneous electrical nerve stimulation began. The type of modulation depends on the corresponding parameters in terms of amplitude, pulse duration and their frequency. In general, the low frequency of the transcutaneous electrical nerve stimulation is considered to be 1-20 Hz, and the high frequency is greater than 70 Hz. The current strength is usually 10-20 mA. The pulse duration is 50-400  $\mu$ s. Low-frequency modulation stimulates primarily motor nerve fibers, and high-frequency acts through afferent nerve endings. The aim of the research is to study the effects of this modality of the physical therapy and the implications over the rehabilitation process. Materials and methods: This research study was carried out in a period of 3 working weeks, or 15 working days, as long as the rehabilitation lasts. The statistical sample consists of three groups. One group is 15 patients who are treated for predominantly arthritic degenerative pathologies in the acute and chronic phase, with localization of upper and lower extremities; and patients who are in the acute and chronic phase of peri-arthritis, contusions and joint dislocations, also on the upper and lower extremities. The other group is 15 patients with degenerative chronic and acute pathological conditions of the musculoskeletal system of the spine. The third group is 15 patients in whom transcutaneous electrical nerve stimulation is not included in the rehabilitation plan. Results: According to the analysis and processing of the results of the active range of motion (AROM) goniometry of the joint structures of the upper and lower limbs and the spine and the pain scale at the beginning and after the fifteenth day of the rehabilitation procedures, results were obtained that after the statistical processing, show a significant improvement if the transcutaneous electrical nerve stimulation is included. Conclusion: The non-invasiveness of this physical procedure together with the specific application of its modulations according to the pathological condition allow for a quick and efficient rehabilitation of patients. The reduced feeling of pain allows a greater will to perform the exercises included in the overall rehabilitation, and thus a greater range of movements in the musculoskeletal system.

**Keywords:** TENS, kinesitherapy, non-invasive modalities, range of motion, goniometry

## СОВРЕМЕНИ АСПЕКТИ НА ТРЕТМАН СО ТРАНСКУТАНА ЕЛЕКТРИЧНА НЕРВНА СТИМУЛАЦИЈА

**Данче Василева**

Факултет за медицински науки, Универзитет “Гоце Делчев” - Штип, Р.Северна Македонија,

[danche.vasileva@ugd.edu.mk](mailto:danche.vasileva@ugd.edu.mk)

**Оливер Митков**

Факултет за медицински науки, Универзитет “Гоце Делчев” - Штип, Р.Северна Македонија,  
Универзитетска Клиника за Физикална Медицина и Рехабилитација-Скопје, Р. Северна

Македонија, [oliver.211547@student.ugd.edu.mk](mailto:oliver.211547@student.ugd.edu.mk)

**Резиме:** Со развојот на најсовремената опрема за различни физички модалитети во примената на физикална медицина и рехабилитација, унапредени се многу нови методи и пристапи кон протоколите и комплементарност во извршувањето на процесот на рехабилитација. Тое придонесува за креирање на концепт на рехабилитационен тек, со неинвазивни модалитети од областа на физикалната медицина. Вклучувајќи ја кинезитерапијата, целта за постигнување целосна функционалност е многу пореална поради пократката временска рамка и намаленото чувство на болка. Паралелниот тек на користење на ваквите модалитети и методите и техниките на кинезитерапија овозможува ефикасност, економичност и поголемо чувство на удобност за самите пациенти. Со патентирање на транскутана електрична нервна стимулација (ТЕНС) во 1974 година, започна истражување и развој на високофреквентна, нискофреквентна, акупунктурна и конвенционална транскутана електрична нервна стимулација. Типот на модулација зависи од соодветните параметри во однос на амплитудата, времетраењето на пулсот и нивната фреквенција. Општо земено, ниската фреквенција на транскутаната електрична нервна стимулација се смета за 1-20 Hz, а високата фреквенција е поголема од 70 Hz. Јачината на струјата е обично 10-20 mA. Времетраењето на пулсот е 50-400  $\mu$ s. Нискофреквентната модулација ги стимулира првенствено моторните нервни влакна, а високата фреквенција делува преку аферентните нервни завршетоци. Целта на истражувањето е да се проучат ефектите од овој модалитет на физикалната терапија и импликациите врз процесот на рехабилитација. Материјали и методи: Оваа истражувачка студија беше спроведена во период од 3 работни недели, или 15 работни дена, колку што трае рехабилитацијата. Статистичкиот примерок се состои од три групи. Една група е 15 пациенти кои се лекуваат од претежно артритични дегенеративни патологии во акутната и хроничната фаза, со локализација на горните и долните екстремитети; и пациенти кои се во акутна и хронична фаза на периартритис, контузии и дислокации на зглобовите, исто така на горните и долните екстремитети. Другата група се 15 пациенти со дегенеративни хронични и акутни патолошки состојби на мускулно-скелетниот систем на 'рбетот. Третата група се 15 пациенти кај кои транскутаната електрична нервна стимулација не е вклучена во планот за рехабилитација. Резултати: Според анализата и обработката на резултатите од гониометријата на активниот опсег на движење (AROM) на зглобните структури на горните и долните екстремитети и 'рбетот и скалата на болка на почетокот и по петнаесеттиот ден од процедурите за рехабилитација, по статистичката обработка покажуваат значително подобрување доколку се вклучи и транскутаната електрична нервна стимулација. Заклучок: Неинвазивноста на оваа физичка процедура заедно со специфичната примена на нејзините модулации според патолошката состојба овозможуваат брза и ефикасна рехабилитација на пациентите. Намаленото чувство на болка овозможува поголема волја за изведување на вежбите вклучени во целокупната рехабилитација. а со тоа и поголем опсег на движења во мускулно-скелетниот систем.

**Клучни зборови:** ТЕНС, кинезитерапија, неинвазивни модалитети, опсег на движења, гониометрија

## 1. ВОВЕД

Употребата на транскутаната електрична нервна стимулација е повеќе како симптоматска, а не како куративна терапија. Аналгетскиот ефект постигнат со периферна блокада на болката, спиналната модулација и супраспиналната модулација на болката, овозможува да се постигне квалитетен кинезитерапевтски третман. Обемот на движење на мускулоскелетниот систем е одржан и зголемен, а и рехабилитациониот процес е скратен. Различните модалитети на транскутана електрична нервна стимулација зависат од параметрите во однос на амплитудата, времетраењето на импулсот и неговата фреквенција. Во широка употреба се конвенционални (високофреквентни), нискофреквентни (слично на акупунктурата), burst режим, кој е комбинација од конвенционална и нискофреквентна, кратка интензивна модулација, како и модулации како што се хиперстимулација и модулација со промена на времето и интензитетот. Конвенционалната модулација се користи за спинална аналгезија, без да предизвика мускулна контракција, затоа е добар за акутни патологии. Модулацијата со ниска фреквенција ги активира А-алфа моторните влакна и предизвикува мускулна контракција што ги активира влакната А-делта преку ергорецепторите. Тие ги активираат десцендентните инхибиторни патишта, во substantia gelatinosa, каде што се ослободува енкефалин кој блокира пренесување на импулсот на болка до трансмитерските клетки. Предизвикува долга аналгезија и е погоден за хронични патологии на мускулно-скелетниот систем.

## 2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

Ова истражување вклучува три групи од 15 пациенти со дијагностицирани акутни повреди на зглобовите, дегенеративни промени на колелната и акутни и хронични патологии на 'рбетот. Во првите две групи, транскутаната електрична нервна стимулација е вклучена во процесот на рехабилитација заедно со други физички и кинезитерапевтски модалитети. Во третата група, транскутаната електрична нервна стимулација

не е вклучена, а се користат вообичаените физички и кинезитерапевтски модалитети. Табела 1. ги прикажува карактеристиките на пациентите според возраста, дијагностицираните патолошки промени и применетиот модалитет.

**Табела 1. Дистрибуција по возраст, дијагностицирани патолошки промени и применет модалитет**

Број на пациенти	Вид на мускулоскелетна патологија	Тип на аплицирана модулација на транскутана електрична нервна стимулација	Возраст
Прва група	7 Фрактури на рачен зглоб	Висока фреквенција, 50-150 Hz; пулс, 50-125 $\mu$ s	47,3 $\pm$ 10,5
	8 Дегенеративни промени на зглобот на колено	Ниска фреквенција, 1-5 Hz; пулс 200-500 $\mu$ s	
Втора група	7 Акутна патологија на рбетен столб	Brief intense модулација, фреквенција 100 Hz; пулс 250 $\mu$ s	42,8 $\pm$ 9,7
	8 Хронична патологија на рбетен столб	Ниска фреквенција, 1-5 Hz; пулс 200-500 $\mu$ s	
Трета група	5 Фрактури на рачен зглоб		45 $\pm$ 12,4
	5 Дегенеративни промени на зглобот на колено		
	5 Акутна и хронична патологија на рбетен столб		

Извор: Сопствено истражување на авторите Василева, Д. и Митков, О.

Соодветните модуляции на транскутана електрична нервна стимулација се применуваат на одредени региони пред да се изврши кинезитерапијата. Времетраењето на апликацијата се заснова на модулацијата, субјективното чувство на самиот пациент и видот на кинезитерапевтските вежби. Групата во која не е вклучена транскутаната електрична нервна стимулација, ги има истите други модалитети на физикална терапија. Мерењата на активниот опсег на движење (AROM) беа направени со гониометрија и скала за болка. Се изведува на почетокот на рехабилитацијата и петнаесеттиот ден. За квантитативна обработка на добиените податоци се користи програма. Тие беа обработени со варијациона анализа Student-Fisher t-test и анализа која ги сумира сите промени од примената на терапијата. За параметриски споредбени индикатори се користат тест за парен примерок и за непараметриски - Wilcoxon Test.

### 3. РЕЗУЛТАТИ

Според анализата и обработката на резултатите од гониометријата на активниот опсег на движење (AROM) на зглобните структури на горните и долните екстремитети и рбетот и скалата на болка на почетокот и по петнаесеттиот ден од процедурите за рехабилитација, по статистичката обработка покажуваат значително подобрување доколку се вклучи и транскутаната електрична нервна стимулација. Значењето на промените во опсегот на движење е прикажано во табела 2.

**Табела 2. Табеларен приказ на промените во активниот опсег на движење**

група	Активен опсег на движење AROM (active range of motion) - °	1 ден	15 ден
		$\bar{x}\pm SD$	$\bar{x}\pm SD$
Транскутана електрична нервна стимулација е вклучена	Палмарна флексија на рачен зглоб	24,6 $\pm$ 9,9	45,71 $\pm$ 11,6**
	Дорзифлексија на рачен зглоб	45 $\pm$ 11,9	67,85 $\pm$ 11,6**
	Екстензија на колено	-6,2 $\pm$ 5,9	-1,25 $\pm$ 2,2**
	Флексија на колено	82,1 $\pm$ 15,6	115,6 $\pm$ 9,2**
	Тораколумбална латерофлексија во десно	8,1 $\pm$ 5,4	23,1 $\pm$ 6,5**
	Тораколумбална латерофлексија во лево	8,7 $\pm$ 5,6	25,3 $\pm$ 6,4**
	Тораколумбална ротација во десно	14,3 $\pm$ 6,1	31,7 $\pm$ 9,8**
	Тораколумбална ротација во лево	13,7 $\pm$ 5,6	32,1 $\pm$ 5,4**
	Палмарна флексија на рачен зглоб	24 $\pm$ 10,7	31 $\pm$ 11,6
	Дорзифлексија на рачен зглоб	38 $\pm$ 12,1	51 $\pm$ 12,4
	Екстензија на колено	-7 $\pm$ 5,1	-3 $\pm$ 4,1

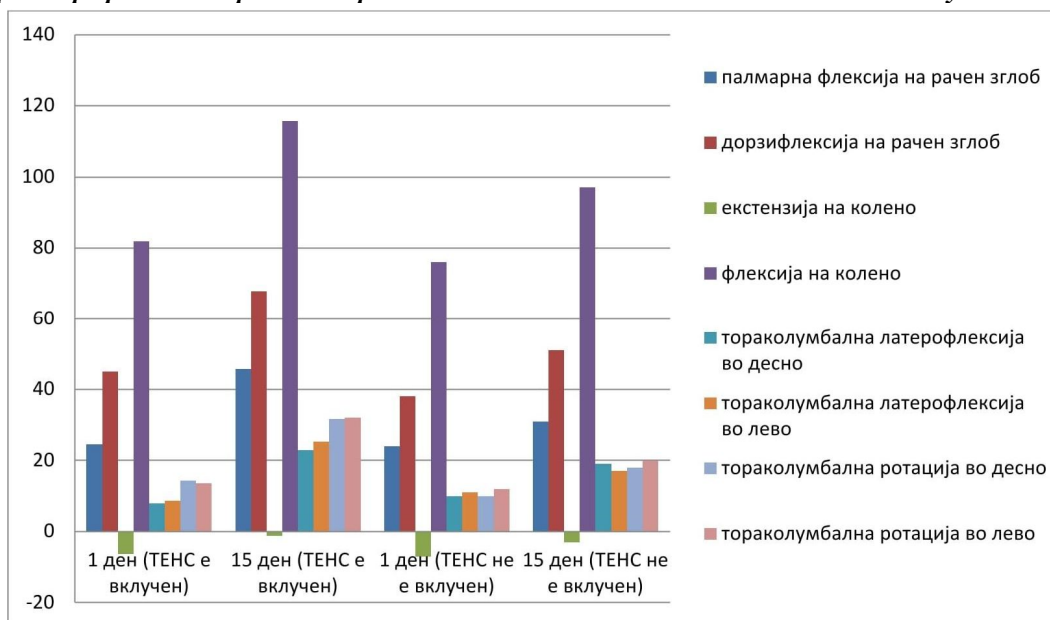
Транскутана електрична нервна стимулација не е вклучена	Флексија на колено	76,1±17,7	97±14,7**
	Тораколумбална латерофлексија во десно	10,1±8,9	19±7,3
	Тораколумбална латерофлексија во лево	11,1±8,6	17±7,5
	Тораколумбална ротација во десно	10,1±4,5	18±5,1**
	Тораколумбална ротација во лево	12,1±5,1	20±3,2**

\*\* $p < 0,05$  - има значителна промена во споредба со почетните вредности за време на рехабилитацијата

Извор: Сопствено истражување на авторите Василева, Д. и Митков, О.

Активниот опсег на движење и промените во вредностите се прикажани на фиг.1.

**Фигура 1. Графиконски приказ на промените во активниот опсег на движење помеѓу двете групи (°)**



Извор: Сопствено истражување на авторите Василева, Д. и Митков, О.

Според скалата на болка, резултатите и промените во вредностите се прикажани во табела 3 и фигура 2.

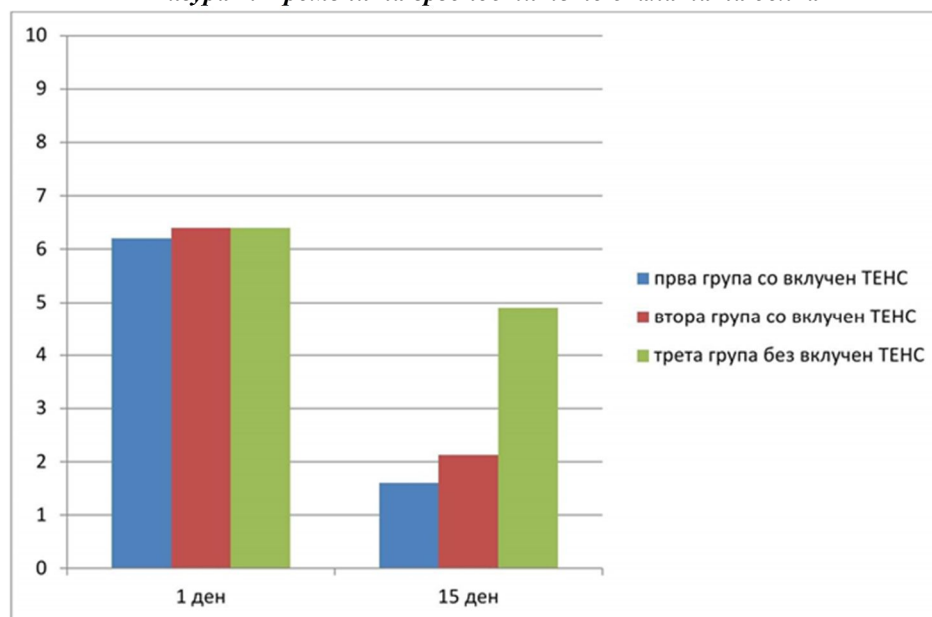
**Табела 3. Промени на вредностите на скалата на болка**

групи	1 ден $\bar{x} \pm SD$	15 ден $\bar{x} \pm SD$
Првата група со вклучен ТЕНС	6,2±1,5	1,6±1,2*
Втората група со вклучен ТЕНС	6,4±1,7	2,13±1,6*
Третата група без вклучен ТЕНС	6,4±1,4	4,9±1,2*

\* $p < 0,05$  - има значителна промена во споредба со почетните вредности за време на рехабилитацијата

Извор: Сопствено истражување на авторите Василева, Д. и Митков, О.

Фигура 2. Промени на вредностите по скалата на болка



Извор: Сопствено истражување на авторите Василева, Д. и Митков, О.

#### 4. ДИСКУСИЈА

Резултатите се во прилог на подобрување на вредностите во двете групи со вклучена транскутана електрична нервна стимулација, наместо групата без неа. Активниот опсег на движење е значително зголемен во споредба со групата пациенти кои исто така имале рехабилитација со други физички модалитети и кинезитерапевтски вежби. Според резултатите од скалата за болка, вредностите покажуваат значително намалена болка кај двете групи пациенти со вклучена транскутана електрична нервна стимулација.

#### 5. ЗАКЛУЧОК

Импликациите од користењето на модалитетите на транскутана електрична нервна стимулација, заедно со другите средства за физикална терапија се вреден пристап во процесот на рехабилитација. Иако е само симптоматичното и аналгетското својство, нуди повеќе мотивирани пациенти. Модалитетите на транскутаната електрична нервна стимулација имплементирани заедно со кинезитерапијата се ефикасни во скратувањето на процесот на рехабилитација.

#### REFERENCES

- Bracciano, A. G. (2024) Transcutaneous electrical nerve stimulation. In *Physical Agent Modalities*, 319–350. Routledge.
- DeJesus, B. M., Rodrigues, I. K. L., Azevedo-Santos, I. F., & DeSantana, J. M. (2023) Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain-related quantitative sensory tests in chronic musculoskeletal pain and acute experimental pain: Systematic review and meta-analysis. *The Journal of Pain: Official Journal of the American Pain Society*, 24(8), 1337–1382. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2023.03.014>
- Garrison, S. J. (Ed.). (2003) *Handbook of physical medicine and rehabilitation basics* (2nd ed.). Lippincott Williams and Wilkins.
- Gersh, M. R. (Ed.). (2000) *Electrotherapy in Rehabilitation* (2nd ed.). F.A. Davis Company.
- Gonzalez-Fernandez, M., & Schaaf, S. (Eds.). (2021). *Handbook of physical medicine and rehabilitation*. Springer Publishing.
- Grabois, M., Garrison, S., & Lemkulh, D. (Eds.). (2000) *Physical medicine and rehabilitation*. Blackwell Science.
- Hara, K., Yoshida, H., & Tanaka, D. (2024) Effect of electrode attachment location for transcutaneous electrical nerve stimulation for pain relief in lumbar vertebral body fractures. *Journal of Physical Therapy Science*, 36(8), 415–419. <https://doi.org/10.1589/jpts.36.415>

- Ikeda, N., Morishita, K., & Tamura, A. (2023) Transcutaneous electrical nerve stimulation effects on patients with subacute vertebral fracture: a case report using an ABAB study design. *Journal of Physical Therapy Science*, 35(2), 151–155. <https://doi.org/10.1589/jpts.35.151>
- Ito, T. (2024) The immediate analgesic effect and impact on gait function of transcutaneous electrical nerve stimulation in late-stage elderly individuals with knee pain: Examination of gait function using an IoT-based gait analysis device. *Open Journal of Therapy and Rehabilitation*, 12(02), 185–195. <https://doi.org/10.4236/ojtr.2024.122014>
- Johnson, M. I. (2014) *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS): Research to support clinical practice*. Oxford University Press.
- Lee, J. H., Jones, J. C., Lee, D. S., & Joseph, J. R. (2024) Transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of acute postoperative pain following spine surgery: a scoping review. *Journal of Neurosurgery. Spine*, 41(1), 97–104. <https://doi.org/10.3171/2024.1.SPINE231079>
- Low, J., & Reed, A. (2000) *Electrotherapy explained: Principles and practice* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Rydberg, L., & Hwang, S. (2023) *Physical medicine and rehabilitation pocketpedia* (L. Rydberg & S. Hwang, Eds.; 4th ed.). Springer Publishing.
- Singh, J. (2021) *Manual of practical electrotherapy* (2nd ed.). Jaypee Brothers Medical.
- Surhone, L. M., Timpledon, M. T., & Marseken, S. F. (2010) *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*. Betascript Publishing.
- Turrell, W. J. (2022) *The principles of electrotherapy: And their practical application*. Legare Street Press.
- Viderman, D., Nabidollayeva, F., Aubakirova, M., Sadir, N., Tapinova, K., Tankacheyev, R., & Abdildin, Y. G. (2024) The impact of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on acute pain and other postoperative outcomes: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/jcm13020427>
- Watkins, A. L. (2021) *A manual of electrotherapy*. Hassell Street Press.
- Wulansari, D., Marzuqi, I., Nur Arniati, L., & Surya Saputra, B. (2024) Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (tens) on the patients with chronic low back pain : Systematic Review. *Journal of Advanced Research in Medical and Health Science*, (ISSN 2208-2425), 10(3), 41–48. <https://doi.org/10.61841/ezqcq43>