
NEUROSONOLOGY AND CEREBRAL HEMODYNAMICS

НЕВРОСОНОЛОГИЯ И МОЗЪЧНА ХЕМОДИНАМИКА

Official Journal of the Bulgarian Society
of Neurosonology and Cerebral
Hemodynamics

Издание на Българската асоциация
по невросонология и мозъчна
хемодинамика



Editor-in-Chief

Prof. Milena Staneva, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Acibadem City Clinic University Hospital Tokuda</i>
-------------------------------	------------------------	--

Co-Editors

Prof. Branko Malojcic, MD, PhD	<i>Zagreb, Croatia</i>	<i>President of the ESNCH</i>
Prof. Kurt Niederkorn, MD, PhD	<i>Graz, Austria</i>	<i>President of the NSG of the WFN</i>
Assoc. Prof. Irena Velcheva, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>President of the BSNCH</i>

Secretary

Prof. Zlatka Stoyneva, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Medical University – Sofia</i>
--------------------------------	------------------------	-----------------------------------

Editorial Advisory Board

Prof. Silva Andonova, MD, PhD, DSc	<i>Varna, Bulgaria</i>	<i>Medical University “Prof. P. Stoyanov”</i>
Prof. Silvia Cherninkova, MD, PhD, DSc	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Medical University – Sofia</i>
Corr. Memb. Prof. Nikolay Gabrovsky, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>MHATEM “N. I. Pirogov”</i>
Prof. Ivo Petrov, MD, PhD, DSc	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Acibadem City Clinic University Hospital – Cardiovascular center – Sofia</i>
Corr. Memb. Prof. Daniela Lubenova, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>National Sport Academy “Vasil Levski”</i>
Major General Prof. Ventsislav Mutafchiyski, MD, PhD, DSc, FACS	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Military Medical Academy</i>
Prof. Lachezar Grozdinski, MD, PhD, DSc	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Acibadem City Clinic University Hospital – Cardiovascular center – Sofia</i>
Acad. Prof. Emilia Hristova, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Bulgarian Academy of Sciences and Arts</i>
Prof. Stanimir Sirakov, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>University Hospital “St. Ivan Rilski”</i>
Prof. Ivaylo Tarnev, MD, PhD, DSc	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Medical University – Sofia</i>
Col. Prof. Vladimir Vassilev, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Military Medical Academy</i>
Assoc. Prof. Boyko Stamenov, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>National Sport Academy “Vasil Levski”</i>
Assoc. Prof. Krasimira Hristova, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Center for Cardiovascular Diseases</i>
Assoc. Prof. Vasil Velchev, MD, PhD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>University Hospital “St. Anna”</i>
S. Karakaneva, MD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Military Medical Academy</i>

International Advisory Board

Prof. Rune Aaslid, MD, PhD	<i>Bern, Switzerland</i>	<i>Research Hemodynamics AG</i>
Prof. Anita Arsovska, MD, PhD	<i>Skopje, North Macedonia</i>	<i>University “Ss. Cyril and Methodius”</i>
Prof. Claudio Baracchini, MD, PhD, FESO	<i>Padua, Italy</i>	<i>University of Padua, School of Medicine</i>
Prof. Eva Bartels, MD, PhD	<i>München, Germany</i>	<i>Center for Neurological Vascular Diagnostics</i>
Prof. Natan Bornstein, MD	<i>Tel-Aviv, Israel</i>	<i>Shaare-Zedek Medical Center</i>
Prof. László Csiba, MD, PhD, DSc	<i>Debrecen, Hungary</i>	<i>Debrecen University</i>
Prof. Vida Demarin, MD, PhD	<i>Zagreb, Croatia</i>	<i>International Institute for Brain Health</i>
Prof. Dr. med. Manfred Kaps, MD, PhD	<i>Giessen, Germany</i>	<i>Neurological Clinic, Giessen and Marburg University</i>
Assoc. Prof. Milija Mijajlović, MD, PhD	<i>Belgrade, Serbia</i>	<i>Neurology Clinic, Clinical Center of Serbia</i>
Prof. László Olah, MD, PhD, DHAS	<i>Debrecen, Hungary</i>	<i>University of Debrecen</i>
Prof. Gerhard-Michael Von Reutern, MD, PhD	<i>Bad Nauheim, Germany</i>	<i>Neurological Practice Center</i>
Prof. E. Bernd Ringelstein, MD	<i>Münster, Germany</i>	<i>University of Münster</i>
Prof. Mario Siebler, MD	<i>Essen, Germany</i>	<i>University of Duesseldorf</i>
Prof. Ina Tarkka, PhD	<i>Jyvaskyla, Finland</i>	<i>University of Jyvaskyla</i>
Prof. Teresa Corona Vázquez, MD, PhD	<i>City of Mexico, Mexico</i>	<i>National Institute of Neurology and Neurosurgery</i>

Technical Secretary

Radostina Dimova, MD	<i>Sofia, Bulgaria</i>	<i>Military Medical Academy</i>
----------------------	------------------------	---------------------------------

NEUROSONOLOGY AND CEREBRAL HEMODYNAMICS

*Official Journal of the Bulgarian Society
of Neurosonology
and Cerebral Hemodynamics*



2025, Volume 21, Number 2

НЕВРОСОНОЛОГИЯ И МОЗЪЧНА ХЕМОДИНАМИКА

*Издание на Българската асоциация
по невросонология
и мозъчна хемодинамика*

2025, том 21, брой 2

Contents

ORIGINAL PAPERS

The Role of C-reactive Protein and Leukocytes in Mortality Prognosis in Young and Middle-Aged Patients with Acute Ischemic Stroke

**P. Nikolay, V. Dimitrova-Kirilova,
N. Ivanova, M. Tsalta-Mladenov,
D. Georgieva-Hristova**

97

Comparative Evaluation of the Therapeutic Effects of Tissue Flossing and Assisted Stretching Massage in Knee Joint Dysfunction

**T. Krstev, D. Vasileva,
L. Nikolovska, T. Adjiska**

106

The Role of Written Kinesitherapy Instructions in the Recovery of Patients after Lumbar Spinal Surgery

Tsv. Bizheva

115

Evaluation of Dry Needling Therapy in Chronic Lumbosacral Pain

**T. Krastev, D. Vasileva,
L. Nikolovska, T. Adjiska**

126

CASE REPORTS

Spinal Cord Infarction due to Acute Aortic Dissection – Clinical Case

**V. Dimitrova-Kirilova, M. Andonova,
M. Tsalta-Mladenov, D. Georgieva-Hristova,
S. Andonova-Atanasova**

138

ELEVENTH NATIONAL CONGRESS

of the Bulgarian Society of Neurosonology and Cerebral Hemodynamics with International Participation

145

Programme

149

Abstracts

153

Poster Sessions

175

Instructions for authors

212

Съдържание

ОРИГИНАЛНИ СТАТИИ

Роля на С-реактивния протеин и левкоцитите в прогнозата за смъртността при пациенти в млада и средна възраст с остър исхемичен мозъчен инсулт

**П. Николай, В. Димитрова-Кирилова,
Н. Иванова, М. Цалта-Младенов,
Д. Георгиева-Христова**

Сравнителна оценка на терапевтичните ефекти на тъканен флосинг и асистиран стречинг масаж при дисфункция на коленната става

**Т. Кръстев, Д. Василева,
Л. Николовска, Т. Аджиска**

Ролята на писмените инструкции за кинезитерапия във възстановяването на пациенти след лумбална спинална операция

Ц. Бижева

Оценка на терапията със сухи игли при хронична лумбо-сакрална болка

**Т. Кръстев, Д. Василева,
Л. Николовска, Т. Аджиска**

КЛИНИЧНИ СЛУЧАИ

Гръбначномозъчен инфаркт при остра аортна дисекция – клиничен случай

**Вл. Димитрова-Кирилова, М. Андонова,
М. Цалта-Младенов, Д. Георгиева-Христова,
С. Андонова-Атанасова**

ЕДИНАДЕСЕТИ НАЦИОНАЛЕН КОНГРЕС

на Българската асоциация по невросонология и мозъчна хемодинамика с международно участие

Програма

Резюмета

Постерни сесии

Инструкция към авторите

The Journal
"Neurosonology and
Cerebral Hemodynamics"
is accredited
with 5 credits, category "D" by
the Bulgarian Medical Association.



It is included in Web of Science and
Emerging Sources Citation Index.
It is a part of the Internet Platform
Scholar One – a system for
international distribution,
indexing and editing
of articles.
It is a part of
the EBSCO's international
research collections.



Списанието
„Невросонология и
мозъчна хемодинамика“
е акредитирано
от Българския лекарски съюз
с 5 кредитни точки, категория „Д“.

То е включено в Web of Science и
Emerging Sources Citation Index.
Част е от Internet Platform
Scholar One – система за
международно разпространение,
индексиране и редактиране на
статии в него.
Включено е и в EBSCO –
международна научно-изследователска
база данни.

Journal Impact Factor 2023 – 0.01
provided by
Web of Science (Clarivate Analytics)

Импакт фактор на списанието за 2023 – 0.01
предоставен от

The Journal "Neurosonology and Cerebral Hemodynamics"
is funded by the Bulgarian National Science Fund –
grant КП-06-НП5/67_2023

www.neurosonology.net



©Neurosonology
and Cerebral Hemodynamics
*Official Journal of the Bulgarian Society
of Neurosonology and
Cerebral Hemodynamics*

©Невросонология
и мозъчна хемодинамика
*Издание на Българската асоциация
по невросонология
и мозъчна хемодинамика*

Graphic Design: Elena Koleva
Published by: "KOTY" Ltd.

Графичен дизайн: Елена Колева
Издател: „КОТИ“ ЕООД

ISSN 1312-6431

Comparative Evaluation of the Therapeutic Effects of Tissue Flossing and Assisted Stretching Massage in Knee Joint Dysfunction

T. Krstev, D. Vasileva, L. Nikolovska, T. Adjiska

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

Key words:
flossing, knee,
muscle strength,
range of motion,
stretching massage

Aim: To investigate and compare the effects of tissue flossing with assisted stretching massage on the knee dysfunction.

Materials and methods: Sixteen patients were studied, divided into two groups: Group A – control (n=8, men/women=5/3) with a mean age of 36 ± 4.2 years and Group B – experimental (n=8, men/women=4/4) with a mean age of 38 ± 3.8 years. All patients had impaired knee joint function with varying degrees of pain, limited range of motion and reduced muscle strength. The control group of patients was treated with the generally accepted effective stretching massage, and the experimental group – with the relatively new physiotherapeutic method of tissue flossing, applied to the entire lower limb, and not to one joint, as in previous studies. Before and after treatment, we measured the intensity of pain in the knee joint using a visual analog scale (VAS), the volume of motion (VOM) using knee goniometry, and muscle strength using dynamometry.

Results: Both therapy modalities applied to the experimental and control groups showed positive impact on the patient's condition with slightly better results in the experimental group. A significantly better effect in patients treated with tissue flossing was found regarding pain intensity, knee flexion range of motion, and muscle strength.

Conclusion: A positive effect on the impaired functionality of the knee joint was established after the application of both physiotherapeutic methods of tissue flossing and stretching massage. Tissue flossing therapy is more effective compared to stretching massage, it has a better effect on the intensity of pain, it increases and normalizes the volume of movement in the joint, increases muscle strength and control more significantly, which is why we recommend its use as a main or additional treatment modality.

Сравнителна оценка на терапевтичните ефекти на тъканен флосинг и асистиран стречинг масаж при дисфункция на коленната става

Т. Кръстев, Д. Василева, Л. Николовска, Т. Аджиска

Факултет по медицински науки, Университет Гоце Делчев – Щип, Северна Македонија

Ключови думи:
коляно,
мускулна сила,
обем на движение,
стречинг масаж,
флосинг

Цел: Да се изследват и сравнят ефектите на тъканния флосинг с асистиран стречинг масаж върху функционалното състояние на коляното.

Материали и методи: Изследвани бяха 16 пациенти, разделени на две групи: група А – контролна (n=8, мъже/жени=5/3) на средна възраст $36 \pm 4,2$ години и група Б – експериментална (n=8, мъже/жени=4/4) на средна възраст $38 \pm 3,8$ години. Всички пациенти бяха с нарушена функция на коленната става с различна степен на болка, ограничен обем на движение и намалена мускулна сила. Контролната група пациенти беше лекувана посредством общоприетия ефективен стречинг масаж, а експерименталната група – чрез относително новия физиотерапевтичен метод на тъканен флосинг, приложен върху целия долен крайник, а не върху една става, както в предишни проучвания. Преди и след лечението измерихме интензивността на болката в коленната става посредством визуална аналогова скала (ВАС), на обема на движение (ОД) чрез гониометрия на коляното и на мускулната сила с динамометрия.

Резултати: Физиотерапевтичните методи и в двете групи бяха с положително въздействие върху състоянието на пациентите с по-добри резултати в експери-

менталната група. Достоверно по-добър ефект при пациентите, третирани с тъканен флосинг, беше установен относно интензивността на болка, ОД в коленната става при флексия и на мускулната сила.

Заклучение: Положителен ефект върху нарушената функционалност на коленната става е установена след прилагане и на двата физиотерапевтични метода на тъканен флосинг и на стречинг масаж. Терапията с тъканен флосинг е по-ефективна в сравнение със стречинг масаж, повлиява по-добре интензивността на болката, увеличава повече и нормализира обема на движение в ставата и повишава по-изразено мускулната сила и контрол, поради което препоръчваме използването му като основен или допълнителен метод за лечение.

Introduction

Tissue flossing is a new physiotherapy method used in sports medicine. It is a myofascial compression intervention with the placement of an elastic band bandaged on various parts of the limbs and body to exert external pressure. It is combined with functional motor exercises to induce ischemia and release the fascia (the largest proprioceptive organ) to achieve an optimal effect. Tissue flossing involves, in addition to passive twisting and active movement in the joint or muscle, tightly wrapped with a natural rubber band, but also subsequent removal of the band for 2 minutes [7, 18] to sharply increase perfusion to the tissues and support regenerative processes in damaged muscle and joint structures [1]. The tissue flossing method was popularized as VooDoo Flossing by Starrett and Cordoza [22]. They highlight numerous benefits of the pressure exerted by the latex tape such as increasing myofascial, connective tissue and joint mobility, improving the range of motion (ROM) and the quality of muscle contractions, reducing swelling of the treated joints and muscles by removing excess fluid into the lymphatic system, respectively from the body. This results in pain reduction, improved recovery processes and injury prevention, thereby accelerating the return of athletes to competitive activity.

The physiological mechanisms of action of flossing therapy through tissue movement under latex band compression are similar to those of ischemic preconditioning therapy or Blood Flow Restriction (BFR) training by inducing short, controlled periods of reduced blood flow (ischemia) to an organ or tissue, aiming to prevent future, more prolonged ischemic events. Blood reperfusion in the ischemic area is due to the induced increased levels of growth hormone and catecholamines, which lead to increased muscle strength and contractility and to better efficiency of the connection between excitatory nerve electrical impulses and muscle contraction [12, 17, 25]. Despite the lack of empirical evidence, tissue flossing is widely used among athletes due to its subjective benefits on ROM

Въведение

Тъканният флосинг е нов физиотерапевтичен метод, прилаган в спортната медицина. Представява миофасциална компресионна интервенция с поставяне на еластична лента, бандажирана върху различни части на крайниците и тялото за упражняване на външен натиск. Съчетава се с функционални двигателни упражнения за предизвикване на исхемия и освобождаване на фасцията (най-големият проприоцептивен орган), за постигане на оптимален ефект. Тъканният флосинг включва освен пасивно усукване и активно движение в ставата или мускула, плътно обвити с лента от естествен каучук, но и последващо отстраняване на лентата в продължение на 2 минути [7, 18] за рязко увеличаване на перфузията към тъканите и подпомагане на регенеративните процеси в увредените мускулни и ставни структури [1]. Методът на тъканен флосинг е популяризиран като VooDoo Flossing от Starrett и Cordoza [22]. Те изтъкват многобройни предимства на натиска, оказван от латексовата лента като увеличаване на миофасциалната, съединителнотъканната и ставната мобилност, подобряване на обема на движение (ОД) и качеството на мускулните контракции, намаляване на отока на третираните стави и мускули чрез отвеждане на излишната течност в лимфната система, респ. от тялото. Постига се намаляване на болката, подобряване на възстановителните процеси и предотвратяване на травмите, чрез което се ускорява връщането на спортистите към състезателна дейност.

Физиологичните механизми на действие на флосинг терапията чрез тъканно раздвижване при компресия с латексова лента са подобни на тези при терапията с исхемично прекондициониране или при тренировката за ограничаване на кръвния ток (Blood Flow Restriction – BFR training) чрез индуциране на кратки, контролирани периоди на намален кръвен ток (исхемия) към орган или тъкан, целящи превенция от бъдещи, по-продължителни исхемични събития. Кръвната репер-

and relief of muscle pain. Studies have shown that within 45 minutes of ankle flossing therapy in amateur single-leg hopping athletes, dorsiflexion and plantar flexion ROM significantly increased, and there was a trend toward improved counter-jumping strength and 15 m sprint speed [5, 6]. In contrast, another cross-sectional study in professional rugby players showed only limited support for the use of tissue flossing in improving lower body strength and performance within 30 minutes of therapy [15].

Massage combined with stretching, or assisted stretching massage, is a commonly accepted therapeutic technique that combines the benefits of traditional massage with assisted stretching movements. It is a safe method with proven effectiveness, suitable for people of all ages and levels of physical fitness. It improves flexibility, mobility and overall muscle function and is recommended for muscle injuries and pain.

The aim of this study was to investigate and compare the effects of tissue flossing with assisted stretching massage on the functional state of the lower limb - range of motion, muscle strength, and knee pain.

Materials and methods

The study included 16 patients with varying degrees of impaired knee function – pain, limited range of motion and reduced muscle strength. The patients were divided into two groups: Group A – control, a total of 8 patients (men=5, women=3) with an average age of 36 ± 4.2 years and Group B – experimental, also with 8 patients (men=4, women=4) with an average age of 38 ± 3.8 years.

All patients underwent a 3-week course of treatment with 3 procedures per week. The therapeutic program for the control group included manual massage of the lower limb and passive stretching of the knee flexor and extensor muscles, and for the experimental program it included tissue flossing of the entire lower limb with a duration of about 2 minutes. Flossing was combined with passive and active tissue compression and twisting, active and passive movement of the knee with and without weight bearing. Each procedure involved three bandagings with a 10-minute rest period between repetitions. During this period, patients performed active weight-bearing and non-weight-bearing movements.

Before and after treatment, the patients' condition was assessed by measuring the perceived pain intensity using a visual analogue scale (VAS), the range of motion (ROM) using knee goniometry, and muscle strength using a dynamometer.

фузия в исхемичната област се обуславя от предизвиканите повишени нива на растежния хормон и катехоламините, които водят до нарастване на мускулната сила и контрактилност и до по-добра ефективност на връзката между възбудните нервни електрически импулси и мускулната контракция [12, 17, 25]. Въпреки липсата на емпирични доказателства, тъканният флосинг е широко прилаган сред спортистите поради субективните му ползи върху ОД и облекчаване на мускулната болка. Проучванията показват, че до 45 минути след флосинг терапия на глезенна става при любители спортисти на скок на един крак ОД при дорзи- и плантарна флексия нараства достоверно, установена е и тенденция за подобряване на силата при скок с насрещно движение и на скоростта при спринтьори на 15 м [5, 6]. За разлика от това, друго трасверзално проучване при професионални състезатели на ръгби показва само ограничена подкрепа за използването на тъканния флосинг относно подобряване на силата на долната част на тялото и представянето до 30 минути след прилагането на терапията [15].

Масажът, комбиниран със стречинг, или асистираният разтягащ масаж е общоприета терапевтична техника, която съчетава предимствата на традиционния масаж с асистирани разтягащи движения. Той е безопасен метод с доказана ефективност, подходящ за хора от всички възрасти и нива на физическа подготовка. Подобрява гъвкавостта, мобилността и цялостната мускулна функция и се препоръчва при мускулни травми и болки.

Целта на това проучване е да се изследват и сравнят ефектите на тъканния флосинг с асистирания стречинг масаж върху функционалното състояние на долния крайник – обем на движение, мускулна сила и болка в коляното.

Материали и методи

Проучването включва 16 пациенти с нарушена в различна степен функция на коляното – болка, ограничен обем на движение и намалена мускулна сила. Пациентите бяха разделени на две групи: група А – контролна, общо 8 на брой пациенти (мъже=5, жени=3) на средна възраст $36 \pm 4,2$ години и група Б – експериментална, също с 8 пациенти (мъже=4, жени=4) на средна възраст $38 \pm 3,8$ години.

Всички пациенти минаха 3-седмичен курс на лечение с 3 процедури седмично. Терапевтичната програма за контролната група включваше мануален масаж на долния крайник и пасивно разтягане на мускулите флексори и

For the analysis of data between measurements before and after the applied therapies, we used descriptive statistics with t-test for independent variables, and for the comparison of results between groups – t-test for independent variables by groups, using the statistical package Statistica 7 StatSoft.

Results

The data from the measurements of pain intensity by BAS, knee ROM by goniometry and flexion/extension muscle knee strength by dynamometry are summarized in Table 1 and are presented graphically in Figures 1, 2 and 3. The table presents the data from the descriptive statistics, which show a normal distribution by groups.

An improvement in the indicators was found in all tested individuals in both groups. The volume of movement and pain levels normalized in almost all subjects.

The data on the pain intensity by VAS showed an improvement in the experimental group by 0.63 points.

The improvement in knee ROM followed the same trend as the VAS data. The goniometric assessment showed a difference of 4 degrees in knee flexion and 0.12 degrees in knee extension between the groups in favor of Group B.

Muscle strength also improved, with results showing greater improvement in the studied indicators in Group B, where the increase in values was 3.05 kg for knee flexion and 1.67 kg for lower leg extension. The results for pain intensity on the VAS and knee flexion ROM and

екстензори на коляното, а за експерименталната програма включваше тъканен флосинг на целия долен крайник с продължителност около 2 минути. Флосингът беше комбиниран с пасивна и активна тъканна компресия и усукване, активно и пасивно движение на коляното с и без носене на тежест. Всяка процедура включваше трикратно бандажиране с 10-минутен период между повторенията. През този период пациентите извършваха активни движения със и без носене на тежест.

Преди и след лечението състоянието на пациентите беше оценявано чрез измерване на усещането за интензивност на болката посредством визуална аналогова скала (BAS), на обема на движение (ОД) чрез гониометрия на коляното и на мускулната сила с динамометрия.

За анализа на данните между измерванията преди и след приложената терапия използвахме описателна статистика с t-тест за независими променливи, а за сравнение на резултатите между групите – t-тест за независими променливи по групи, като е използван статистическия пакет Statistica 7 StatSoft.

Резултати

Данните от измерванията на интензивността на болката посредством BAS, на ОД чрез гониометрия на коляното и на мускулната сила чрез динамометрия са обобщени в Таблица 1 и са представени графично на Фигури 1, 2 и 3. В таблицата са представени данните от описателната статистика, които показват нормално разпределение по групи.

Установява се подобрение на показателите при всички тествани лица и в двете групи. Обемът на движение и нивата на болката се нормализираха при почти всички субекти.

Данните за интензивността на болката по BAS показват подобрение в експерименталната група с 0.63 точки.

Подобрението в ОД в коленната става следва същата тенденция като данните от BAS. Гониометричната оценка показва разлика от 4 градуса при флексия на коляното и 0.12 градуса при коленна екстензия между групите в полза на група В.

Мускулната сила също се подобрява, като резултатите показват по-голямо подобрение на изследваните показатели в група В, при която повишаването на стойностите е с 3.05 кг за флексията на коленната става и с 1.67 кг за екстензията на подбедрицата. Резултатите за интензивността на болката по BAS и ОД на коленната става при флексия и на мускулната сила са със статистически значимо подобре-

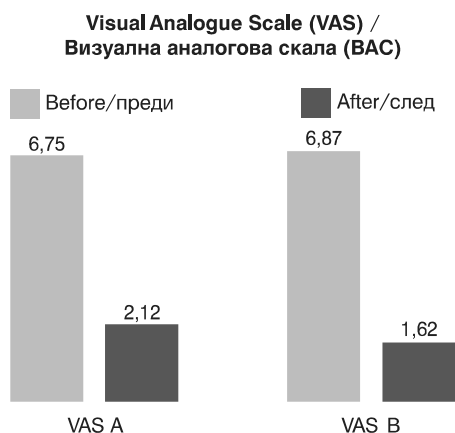


Fig. 1. Changes of the mean values of the levels of perceived pain by the VAS scale pre and post treatment. VAS – visual analogue scale; A – control group A; B – experimental group B.

Фиг. 1. Промени в средните стойности на нивата на усещането за болка по визуално аналоговата скала BAS преди и след лечението. BAS – визуална аналогова скала; А – контролна група А; В – експериментална група В.

Table 1. Results of pain intensity (VAS), knee flexion/extension range of motion (goniometry) and knee flexor and extensor muscle strength (dynamometry).

Таблица 1. Резултати от измерването на интензитета на болката (BAC), обема на движение при флексия/екстензия на коляното (гониометрия) и на мускулната сила на флексорите и екстензорите на коляното (динамометрия).

Test / Измерване	Group / Група	N	X_1	X_2	$X_2 - X_1$	$\pm S(X_2 - X_1)$	T	Df	p
Perception of pain (VAS) / Болка (точки по BAC)	A	8	6.75	2.12	4.62	1.40	9.29	7	0.00035
	B	8	6.87	1.62	5.25	1.28	11.58	7	0.000008
Range of motion (ROM) Flexion / Обем на движение при флексия (градуси)	A	8	108.50	131.50	23.00	5.73	11.34	7	0.000009
	B	8	107.12	134.37	27.00	7.61	10.12	7	0.000020
Range of motion (ROM) Extension / Обем на движение при екстензия (градуси)	A	8	10.25	1.25	9.00	5.18	4.91	7	0.001729
	B	8	10.00	0.87	9.12	4.22	6.11	7	0.000486
Muscle strength flexion / Мускулна сила при флексия (kg)	A	8	20.71	23.56	2.85	1.77	4.53	7	0.002672
	B	8	20.63	26.53	5.90	4.07	4.09	7	0.004599
Muscle strength extension / Мускулна сила при екстензия (kg)	A	8	16.27	18.16	1.88	0.72	7.31	7	0.000161
	B	8	15.66	19.21	3.55	1.81	5.53	7	0.000874

K – control group of patients treated with classical therapeutic massage and physical exercises to increase muscle strength in the hip joint; VAS – visual analog scale; TBS – hip joint; E – experimental group, additionally treated with dry needling; N – number of patients studied; X_1 – mean value before treatment; X_2 – mean value after the therapeutic course; S – standard deviation; T – t-test; Df – degree of freedom; p – level of significance.

K – контролна група пациенти, лекувани с класическия лечебен масаж и физическите упражнения за увеличаване на мускулната сила в тазо-бедрената става; BAC – визуална аналогова скала; TBS – тазобедрена става; E – експериментална група, лекувана допълнително със сухи игли; N – брой изследвани пациенти; X_1 – средна стойност преди лечение; X_2 – средна стойност след терапевтичния курс; S – стандартно отклонение; T – t-критерий; Df – степен на свобода; p – ниво на значимост.

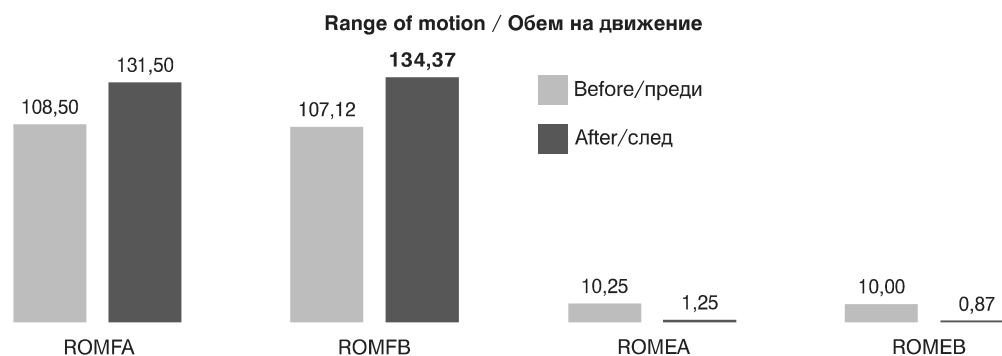


Fig. 2. Changes of the mean values of the goniometry measurements (ROM) of the knee pre and post treatment. ROMFA – range of motion during flexion in the control group A; ROMFB – range of motion during flexion in the experimental group B; ROMEA – range of motion during extension in the control group A; ROMEB – range of motion during extension in the experimental group B.

Фиг. 2. Промени в средните стойности на гониометричните измервания за ОД на коляното преди и след лечението. ROMFA – обем на движение при флексия на група А, ROMFB – обем на движение при флексия на група Б, ROMEA – обем на движение при екстензия на група А, ROMEB – обем на движение при екстензия на група Б.

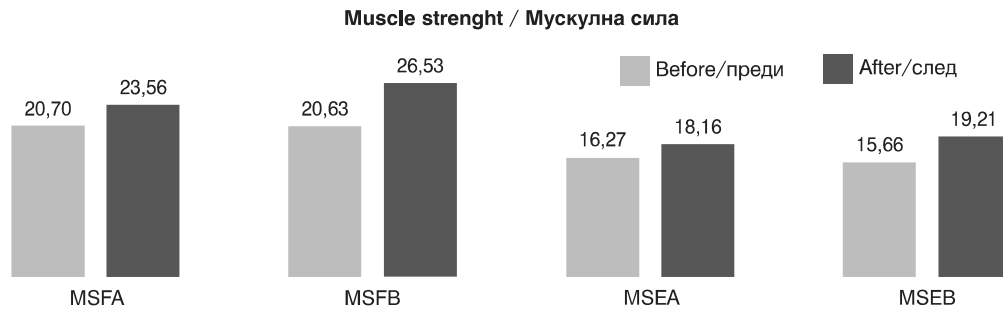


Fig. 3. Changes of the mean values of the levels of dynamometry measurements for muscle strength pre and post treatment. MSFA – muscle strength during flexion of control group A; MSFB – muscle strength during flexion of experimental group B; MSEA – muscle strength during extension of the control group A; MSEB – muscle strength during extension of the experimental group B.

Фиг. 3. Промени в средните стойности на нивата на динамометричните измервания за мускулна сила преди и след лечението. MSFA – мускулна сила при флексия в група А, MSFB – мускулна сила при флексия в група Б; MSEA – мускулна сила при екстензия в група А; MSEB – мускулна сила при екстензия в група Б.

muscle strength showed a statistically significant improvement compared to those in Group A, unlike ROM in lower leg extension, which did not meet the $p \leq 0.05$ criterion.

Discussion

The study of the effects of tissue flossing and assisted stretching massage on the knee functional status of patients with knee pain, limited range of motion, and reduced muscle strength of the knee joint found improvement in all subjects in both physiotherapy treated groups.

The results are consistent with earlier studies that have focused on the various possible mechanisms of action associated with the observed increase in ROM [8, 10, 26]. What is specific to our study is the application of tissue flossing to the entire lower limb, whereas previous studies have examined the effect of flossing on the tissues of a single joint.

The comparative evaluation of the effects of tissue flossing on knee joint function and the effects of passive stretching massage therapy showed that tissue flossing had a greater effect on pain relief, improvement of ROM, and muscle strength than massage therapy with stretching. These findings are consistent with previous studies that found an increase in ROM during dorsiflexion and explosive power during single-leg jump after ankle flossing [5]. In addition, another publication reported that tissue flossing of the gastrocnemius muscle increased active ROM during dorsiflexion [8]. Although in this study the elastic flossing band was wound partially around the leg, unlike the procedure used in our study, the findings of increased ROM are consistent with our results.

The effects of tissue flossing on ROM can

ние спрямо тези в група А, за разлика от ОД при екстензия на подбедрицата, който не отговаря на критерия $p \leq 0.05$.

Дискусия

Проучването на ефектите на тъканния флосинг и на асистирания стречинг масаж върху функционалното състояние на долния крайник при пациенти с болка, ограничен обем на движение и намалена мускулна сила на коленната става установява подобрене при всички изследвани лица и в двете групи.

Резултатите съответстват на по-ранни проучвания, които се фокусират върху различните възможни механизми на действие, свързани с наблюдаваното увеличение на ОД [8, 10, 26]. Специфичното за нашето проучване е прилагането на тъканен флосинг върху целия долен крайник, докато предишни проучвания разглеждат ефекта от флосинг върху тъканите на една става.

Сравнителната оценка на ефектите върху функционалността на коленната става при тъканното раздвижване вследствие на тъканен флосинг и на ефектите от масажната терапия с пасивно разтягане показва, че прилагането на тъканен флосинг има по-голям ефект върху облекчаването на болката, подобряването на ОД и мускулната сила отколкото масажната терапия със стречинг. Те са сходни на данните от по-ранно проучване, при което се установява увеличение на ОД при дорзифлексия и на експлозивната сила при скок на един крак след флосинг на глезенната става [5]. Освен това и в друга публикация се съобщава, че тъканният флосинг на m. gastrocnemius увеличава активния ОД при дорзифлексия [8]. Въпреки че в това проучване еластичната лента за

be compared to those induced by myofascial release, which is created by applying pressure to the muscles and fascia using rollers. Although the physiological mechanisms responsible for the effects of flossing are still a matter of scientific debate, they can be divided into mechanical, focusing on changes in the fascia [21], and neurophysiological [20]. In this regard, it has been suggested that the pressure applied to the muscles, skin and fascia may affect the viscosity of the fluid, resulting in less resistance to movement [11].

Previous studies have suggested that the increase in muscle extensibility may be due to mechanical increase in length or to sensory changes [27], which include modification of the sensation associated with pain threshold. In addition, compression is likely to activate both cutaneous and muscle mechanoreceptors, which could modulate sensory feedback transmission and improve muscle power output [14]. The key difference between flossing and stretching is that the first one involves target muscle contraction and shortening under compression, whereas the second one involves contraction and shortening of the muscle antagonist to the treated muscle [19]. The improvement in joint ROM after stretching may be related to stretch tolerance or to suppression of reciprocity rather than to reduced stiffness of the muscle-tendon unit [16, 19]. There is some evidence in the literature of more pronounced changes in the neuron excitability threshold in areas located closer to the site of ischemic compression [2].

The increased muscle strength and power after tissue flossing can be explained by increased sympathetic impulses and a facilitated myotatic stretch reflex with shorter latency [10]. It is well known that afferent signals from muscle spindles to alpha-motoneurons contribute to a variety of voluntary muscle contractions [13] and thus an increase in spinal excitability may cause an increase in contractility.

Reduced pain provides patients with enhanced proprioceptive input, and improved motor control is the basis for improved physical performance.

Starrett and Cordoza [22] suggested that the effect of flossing on muscle loading and flexibility may involve shearing the fascia and impeding blood flow to the muscle. Fascia consists of multiple fibrous and collagenous connective tissue layers that surround and interpenetrate skeletal muscles, joints, organs, nerves, and the vascular network [23, 24]. The smooth sliding between the layers of fluid fascia allows muscles to function properly with full contraction, relaxation, and extension [9]. In addition, fascia transitions from a solid gel-like state to a liquid,

флосинг е била навивана частично на крака, за разлика от приложената в нашето проучване процедура, данните за увеличен ОД съответстват на резултатите от нашето проучване.

Ефектите на тъканния флосинг върху ОД могат да бъдат сравнени с тези, предизвикани от миофасциалното освобождаване, което се създава чрез прилагане на натиск върху мускулите и фасциите с помощта на ролери. Въпреки че физиологичните механизми, отговорни за ефектите от флосинга, са все още част от научен дебат, те могат да бъдат разделени на механични, фокусирани върху промяната на фасцията [21], и неврофизиологични [20]. В тази връзка се предполага, че натискът, който се прилага върху мускулите, кожата и фасцията, може да повлияе на вискозитета на течността, което да доведе до по-малко съпротивление при движение [11].

Предишни проучвания предполагат, че увеличаването на мускулната разтегливост може да се дължи на механично нарастване на дължината или на сензорни промени [27], които включват модификация на усещането, свързано с прага на болката. Освен това компресията вероятно активира както кожните, така и мускулните механорецептори, което би могло да модулира предаването на сензорна обратна връзка и да подобри мускулната мощност [14]. Ключовата разлика между флосингът и стречингът е, че първото включва съкращаване на третирания мускул при компресия, докато второто включва съкращаване на мускула антагонист на третирания мускул [19]. Подобриенето на ОД на ставата след разтягане може да е свързано с толерантност към разтягане или с потискане на реципрочността, а не с намалена твърдост на мускулно-сухожилната единица [16, 19]. В литературата има данни за по-изразени промени в прага на възбудимост на невроните в по-близко разположените зони до мястото на исхемичната компресия [2].

Повишената мускулна сила и мощ след тъканния флосинг може да се обясни с увеличени симпатикови импулси и улеснен миотатичен рефлекс на разтягане (stretch reflex) с по-кратка латентност [10]. Добре известно е, че аферентните сигнали от мускулните вретена към алфа-мотоневроните допринасят за различни волеви мускулни контракции [13] и по този начин повишаването на гръбначномозъчната възбудимост може да предизвика увеличаване на контрактилността.

Намаляването на болката дава на пациентите засилен проприоцептивен вход, а по-добрият двигателен контрол е в основата на по-доброто физическо представяне.

soluble state consistent with a decrease in fascial viscoelasticity when energy is applied in the form of heat or mechanical pressure [4].

The main clinical benefit of tissue flossing appears to be its potential to prevent injury and enhance physical performance. Hamstring strain injuries are a significant problem in modern sports and are associated with a variety of factors, including reduced muscle flexibility, weakness of maximal eccentric contraction during knee flexion, muscle fatigue, and a history of hamstring strain injuries [3]. Given this and the current findings showing that tissue flossing increases flexibility and muscle strength, its application to the lower extremity may help prevent hamstring strain injuries in sports.

The present study adds information to the relatively new technique of tissue flossing as a means of therapy and preparation of the lower limb for physical exertion in everyday life and sports. It shows that rehabilitation with tissue flossing of the lower limb can be considered a partial, if not a basic method of treatment in pathology and in conditioning of the leg.

Despite the positive experience gained from the application of the relatively new physiotherapeutic method of tissue flossing on musculoskeletal function, to which our study also contributes in accordance with the earlier ones, our approach with full wrapping of the limb may cause more changes at the histological and biochemical level, which should be investigated in the future and could also include monitoring of oxygen saturation and neurotransmitter levels.

Conclusion

A positive effect on the impaired functionality of the knee joint has been established after applying both physiotherapeutic methods of tissue flossing and assisted stretching massage. Tissue flossing therapy is more effective than assisted stretching massage, has a better effect on the intensity of pain, it increases and normalizes the volume of movement in the joint and increases muscle strength and control more significantly, which is why we recommend its use as a primary or additional method of treatment.

Starrett и Cordoza [22] предполагат, че ефектът от флосингът върху мускулното натоварване и гъвкавостта може да включва срязване на фасцията и възпрепятстване на достъпа на кръв до мускула. Фасциите се състоят от множество фиброзни и колагенни съединителнотъканни слоеве, които обграждат и взаимно проникват в скелетните мускули, ставите, органите, нервите и мрежата от кръвоносни съдове [23, 24]. Гладкото плъзгане между слоевете на флуидната фасция позволява на мускулите да функционират правилно с пълно съкращаване, отпускане и удължаване [9]. Освен това фасцията преминава от твърдо гелоподобно състояние в течно разтворимо състояние в съответствие с намаляването на фасциалната вискоеластичност, когато се прилага енергия под формата на топлина или механичен натиск [4].

Основната клинична полза от използването на тъканен флосинг изглежда е възможността за предотвратяване на травми и повишаване на физическата работоспособност. Травмите от разтягане на подколнените сухожилия са важен проблем в съвременния спорт и са свързани с различни фактори, като намалена гъвкавост на мускулите, слабост на максималната ексцентрична контракция при сгъване на коляното, мускулна умора и анамнеза за травми от разтягане на подколнените сухожилия [3]. Като се има предвид това и настоящите констатации, показващи, че използването на тъканния флосинг увеличава гъвкавостта и мускулната сила, прилагането му в долния крайник може да помогне за предотвратяване на травми от разтягане на подколнените сухожилия в спорта.

Настоящото проучване добавя информация към сравнително новата техника на тъканен флосинг като средство за терапия и подготовка на долния крайник за физическо натоварване в бита и спорта. То показва, че рехабилитацията с тъканен флосинг на долния крайник може да се счита за частичен, ако не и основен метод на лечение при патология и при кондиционирането на крака.

Въпреки натрупания положителен опит от прилагането на сравнително новия физиотерапевтичен метод на тъканен флосинг върху мускулно-скелетната функция, за който допринася и нашето проучване в съответствие на по-ранните, подходът ни с изцяло повиване на крайника може да предизвиква повече промени на хистологично и биохимично ниво, които следва да бъдат изследвани в бъдеще, като биха могли да включват и наблюдение на кислородното насищане и нивата на невротрансмитерите.

REFERENCES / КНИГОПИС

1. Borda J, Selhorst M. The use of compression tack and flossing along with lacrosse ball massage to treat chronic Achilles tendinopathy in an adolescent athlete: a case report. *J Man Manip Ther.* 2017; 25:57-61. doi: 10.1080/10669817.2016.1159403.
2. Bostock H, Baker M, Reid G. Changes in excitability of human motor axons underlying post-ischaemic fasciculations: evidence for two stable states. *J Physiol.* 1991; 441:537-557. doi: 10.1113/jphysiol.1991.sp018766.
3. Buckthorpe M, Wright S, Bruce-Low S, Nanni G, Sturdy T, Gross AS, Bowen L, Styles B, Della Villa S, Davison M, Gimpel M. Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: translating research into practice. *Br J Sports Med.* 2019; 53:449-456. doi: 10.1136/bjsports-2018-099616.
4. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. The effects of self-myofascial using a foam roll or roller massage on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther.* 2015; 10:827-838.
5. Driller M, Mackay K, Mills B, Tavares F. Tissue flossing on ankle range of motion, jump and sprint performance: A follow-up study. *Phys Ther Sport.* 2017a; 28:29-33. doi: 10.1016/j.ptsp.2017.08.081.
6. Driller MW, Overmayer RG. The effects of tissue flossing on ankle range of motion and jump performance. *Phys Ther Sport.* 2017b; 25:20-24. doi: 10.1016/j.ptsp.2016.12.004.
7. Kaneda H, Takahira N, Tsuda K, Tozaki K, Kudo S, Takahashi Y, Sasaki S, Kenmoku T. Effects of Tissue Flossing and Dynamic Stretching on Hamstring Muscles Function. *J Sports Sci Med.* 2020a; 19:681-689.
8. Kaneda H, Takahira N, Tuda K, Tozaki K, Sakai K, Kudo S, Takahashi Y, Sasaki S, Fukushima K, Kenmoku T. The effects of tissue flossing and static stretching on gastrocnemius exertion and flexibility. *Isokinetics and Exercise Science* 2020b; 28:1-9. doi: 10.3233/IES-192235.
9. Klingler W, Velders M, Hoppe K, Pedro M, Schleip R. Clinical relevance of fascial tissue and dysfunctions. *Curr Pain Headache Rep.* 2014; 18:439. doi: 10.1007/s11916-014-0439-y.
10. Konrad A, Bernsteiner D, Budini F, Reiner MM, Glashüttner C, Berger C, Tilp M. Tissue flossing of the thigh increases isometric strength acutely but has no effects on flexibility or jump height. *Eur J Sport Sci.* 2020, 1-11. doi: 10.1080/17461391.2020.1853818.
11. Konrad A, Močnik R, Nakamura M. Effects of Tissue Flossing on the Healthy and Impaired Musculoskeletal System: A Scoping Review. *Front Physiol.* 2021;12:666129. doi: 10.3389/fphys.2021.666129.
12. Lawson CS, Downey JM. Preconditioning: state of the art myocardial protection. *Cardiovasc Res.* 1993; 27:542-550. doi: 10.1093/cvr/27.4.542.
13. Macefield G, Hagbarth KE, Gorman R, Gandevia SC, Burke D. Decline in spindle support to alpha-motoneurons during sustained voluntary contractions. *J Physiol.* 1991; 440:497-512. doi: 10.1113/jphysiol.1991.sp018721.
14. McNair PJ, Heine PJ. Trunk proprioception: enhancement through lumbar bracing. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80:96-99. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90314-3.
15. Mills B, Mayo B, Tavares F, Driller M. The Effect of Tissue Flossing on Ankle Range of Motion, Jump, and Sprint Performance in Elite Rugby Union Athletes. *J Sport Rehabil.* 2020;29:282-286. doi: 10.1123/jsr.2018-0302.
16. Mizuno T. Changes in joint range of motion and muscle-tendon unit stiffness after varying amounts of dynamic stretching. *J Sports Sci.* 2017; 35:2157-2163. doi: 10.1080/02640414.2016.1260149.
17. Pang CY, Yang RZ, Zhong A, Xu N, Boyd B, Forrest CR. Acute ischaemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig. *Cardiovasc Res.* 1995; 29:782-788.

Заклучение

Положителен ефект върху нарушената функционалност на коленната става е установена след прилагане и на двата физиотерапевтични метода на тъканен флосинг и на стречинг масаж. Терапията с тъканен флосинг е по-ефективна в сравнение със стречинг масаж, повлиява по-добре интензивността на болката, увеличава повече и нормализира обема на движение в ставата и повишава по-изразено мускулната сила и контрол, поради което препоръчваме използването му като основен или допълнителен метод за лечение.

18. Quiles-Sanchez LV, Baroutas I, Kyriakos G, Grawanis N, Georgakopoulou VE, Trakas N, Damaskos C, Garmpi A, Garmpis N, Antoniou V, Farmaki P, Patsouras A, Voutyritsa E, Diamantis E. Medical Flossing and the Pilates Method: Their Effectiveness on the Strength, Endurance, and Functionality of Healthy Individuals. *Cureus.* 2021; 13:e14758. doi: 10.7759/cureus.14758.
19. Samukawa M, Hattori M, Sugama N, Takeda N. The effects of dynamic stretching on plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Man Ther.* 2011; 16:618-622. doi: 10.1016/j.math.2011.07.003.
20. Schleip R. Fascial plasticity – a new neurobiological explanation: Part 1. *J Bodyw Mov Ther.* 2003; 7:11-19. doi: 10.1016/S1360-8592(02)00067-0.
21. Schleip R, Müller DG. Training principles for fascial connective tissues: scientific foundation and suggested practical applications. *J Bodyw Mov Ther.* 2013; 17:103-115. doi: 10.1016/j.jbmt.2012.06.007.
22. Starrett K, Cordoza G. *Becoming a Supple Leopard. The Ultimate Guide to Resolving Pain, Preventing Injury, and Optimizing Athletic Performance.* Victory Belt Publishing Inc: Las Vegas, NV, USA, 2015. ISBN-13: 978-1628600-83-4.
23. Stecco A, Gesi M, Stecco C, Stern R. Fascial components of the myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep.* 2013; 17:352. doi: 10.1007/s11916-013-0352-9.
24. Stecco C, Schleip R. A fascia and the fascial system. *J Bodyw Mov Ther.* 2016; 20:139-140. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.11.012.
25. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol* (1985). 2000; 88:2097-2106. doi: 10.1152/jappl.2000.88.6.2097.
26. Vogrin M, Kalc M, Ličen T. Acute Effects of Tissue Flossing Around the Upper Thigh on Neuromuscular Performance: A Study Using Different Degrees of Wrapping Pressure. *J Sport Rehabil.* 2020; 30:601-608. doi: 10.1123/jsr.2020-0105.
27. Weppler CH, Magnusson SP. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Phys Ther.* 2010; 90:438-449. doi: 10.2522/ptj.20090012.

Address for correspondence:

Prof. Toshe Krstev, PhD
Department of Physiotherapy and Rehabilitation,
Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University
10A Krste Misirkov Str.,
2000 Stip, North Macedonia
E-mail: tose.krstev@ugd.edu.mk