

Výkonová indukční stimulace v léčbě algických stavů muskuloskeletálního aparátu – pilotní studie

Pětioký J.¹, Váňa Z.¹, Šubert D.¹, Žarković D.², Prouza O.², Bittner V.³

¹Rehabilitační ústav Kladruby

²Katedra anatomie a biomechaniky, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova v Praze

³Katedra matematiky a didaktiky matematiky, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická, Technická univerzita v Liberci

SOUHRN

Úvod: Výkonová indukční stimulace je metodou volby v léčbě algických stavů muskuloskeletálního aparátu v oblasti neurologie, ortopedie, rehabilitace a fyzikálního lékářství. Princip terapie spočívá v neinvazivním průniku a působení nestacionárního elektromagnetického pole na nervosvalovou tkáň, v níž indukuje elektrický proud. Působením pole na nervosvalovou tkáň se ovlivňuje neurofyzilogický akční potenciál, vedoucí ke svalové kontrakci.

Cíl: Cílem pilotní studie bylo ověřit bezprostřední analgetický účinek výkonové indukční stimulace přístroje BTL-6000 Super Inductive System (BTL Industries Ltd.) u algických stavů muskuloskeletálního aparátu.

Metody: Pilotní studie se zúčastnilo 31 pacientů z Rehabilitačního ústavu Kladruby, kteří jednotlivě absolvovali v průměru 7 terapií. V terapii byl ruční aplikátor typu „focus field“. Pro dosažení analgetického účinku byly aplikovány terapeutické parametry

opakovací frekvence odpovídající vrátkové a kódové teorii tlumení bolesti. Pro objektivizaci hodnocení bolesti byla použita 10stupňová Visual Analog Scale (VAS), na které pacienti zaznamenali bolest před a po skončení každé terapie.

Výsledky: Bezprostředně po terapii nastal analgetický účinek u 62 % ošetřených pacientů.

Závěr: I při malém počtu probandů se podařilo zlepšit subjektivní vnímání bolesti díky bezprostřednímu analgetickému účinku výkonové indukční stimulace. I když design experimentu nedovoluje porovnání efektu terapie vůči placebo, lze na základě provedených analýz očekávat ($\alpha = 0,2$), že bezprostředně po terapii nastane analgetický účinek u 50–74 % pacientů.

KLÍČOVÁ SLOVA

bolest, analgezie, vrátková teorie, teorie kódů, výkonová indukční stimulace, vertebrogení algický syndrom, Visual Analog Scale

SUMMARY

Pětioký J., Váňa Z., Šubert D., Žarković D., Prouza O., Bittner V.: Performance Induction Stimulation in the Terapy of Musculoskeletal Apparatus Conditions - A Pilot Study

Background: Repetitive peripheral inductive stimulation is a solution in musculoskeletal pain management in medical branches such as neurology, orthopaedics, rehabilitation and physical medicine. Therapy is based on the principle of time-varying electromagnetic field passing through neural and muscular tissue, in which electric currents are induced. By affecting conductive tissue, a chain reaction including changes in action potential and leading to muscle contraction is performed.

Aim: Aim of the pilot study was to investigate immediate pain relief effect of the repetitive peripheral inductive stimulation device BTL-6000 Super Inductive System (BTL Industries Ltd.) in musculoskeletal diseases.

Methods: 31 subjects from Rehabilitation Center Kladruby were comprised in the pilot study. Subjects

underwent approx. 7 therapies individually. A hand-held applicator type „focus field“ was used. Pulse repetition rates matching with gate theory and peripheral pattern theory were applied to achieve pain relief effect. A Visual Analog Scale (VAS) was used to evaluate pain before and after each therapy.

Results: Immediate pain relief effect of the repetitive peripheral inductive stimulation in 62% patients with musculoskeletal diseases was observed.

Conclusion: Despite small number of subjects, decrease of painful perception and pain relief effect were achieved. Although, the study design does not allow comparison with placebo effect, statistically significant ($\alpha = 0.2$) immediate pain relief effect in 50 - 74 % of subjects might be expected.

KEYWORDS

pain, pain relief effect, gate control theory, peripheral pattern theory, repetitive peripheral inductive stimulation, vertebrogenic algic syndrome, Visual Analog Scale

ÚVOD

Světová zdravotnická organizace (WHO) definuje bolest jako subjektivní nepříjemnou senzorio-emocionální zkušenost, která je spojená s reálným nebo potenciálním poškozením tkání (4). Jsou to právě bolesti pohybového aparátu, jedna z nejčastějších civilizačních chorob, které jsou důvodem vyhledání odborné terapeutické péče. Přibližně 30 - 50 % světové dospělé populace uvádí, že trpí bolestí, která zároveň negativně ovlivňuje kvalitu jejich života a psychosociální stav (6, 16).

LÉČBA ALGICKÝCH STAVŮ

Fyzikální terapie, jakožto působení různých druhů zevní energie na lidský organismus, se v léčbě algických stavů používala již od pradávna (14). Její analgetický účinek se podařilo vysvětlit několika neurofyzilogickými teoriemi tlumení bolesti, z nichž nejznámější je *vrátková teorie dle Melzacka a Walla*. Teorie má své opodstatnění v „míšním vrátkovém systému“ v zadních rozích, který moduluje přenos aferentních nervových vzruchů. Systém je modulován poměrem aktivity vláken o velkém (silném) a malém (tenkém) průměru. Aktivita v silných vláknech má tendenci tlumit přenos nocicepce („zavírat vrátka“). Aktivita v tenkých vláknech má tendenci zvyšovat přenos nocicepce („otevírat vrátka“). V mozku se v interpretačním prostředí určuje, zda budou tyto vzruchy interpretovány jako bolest, tlak, nebo nebudou vůbec vnímány. Analgetického efektu dle vrátkové teorie lze dosáhnout opakovací frekvencí v rozmezí 60 - 100 Hz a aplikační dobou 5-10 minut (12, 13, 14). Jedna z dalších teorií tlumení bolesti je *teorie periferního kódu*. Bolestivá informace se z periferie do interpretačního centra přenáší ve formě určitého kódu. Výsledný pocit vzniká dekodováním v centrálním nervovém systému (CNS). Informaci, vedenou aferentním nervovým vláknem, je možné měnit pomocí frekvenční modulace. Nově vzniklá frekvenční modulace je ve vyšších etážích interpretována odlišně od původní, tedy nikoliv jako bolest. Analgetického efektu kódové teorie lze dosáhnout opakovací frekvencí nad 100 Hz a aplikační dobou do 15 minut (14). A právě těchto 2 teorií tlumení bolesti o vysokých frekvencích využívá výkonová indukční stimulace (VIS), jako je tomu v případě přístroje BTL-6000 Super Inductive System (SIS).

VÝKONOVÁ INDUKČNÍ STIMULACE

Technologie a metoda využití léčebného účinku VIS našla své uplatnění v moderní medicíně v 80. letech minulého století. Princip této terapie spočívá v působení nestacionárního pulzního elektromagnetického pole s hodnotou magnetické indukce dosahující jednotek Tesla, které v nervosvalové tkáni indukuje elektrický proud, vedoucí ke kas-

kádě změn akčního potenciálu a následné svalové kontrakci (15, 19).

Zpočátku byla tato technologie využívána jako metoda *transkraniální magnetické stimulace* (TMS), která byla poprvé provedena v roce 1985 v Anglii. Byla indikována především pro léčbu psychiatrických a neurologických onemocnění (tzv. *centrální aplikace*) a je s velikou úspěšností využívána dodnes. Postupem času našla VIS své uplatnění i v ortopedii, urologii, gynekologii, rehabilitaci a fyzikálním lékařství, kde je dnes používána jako tzv. *periferní aplikace* (1, 2, 7). Pro svoji neinvazivnost, selektivní působení a široké spektrum léčebných účinků, jako je např. analgezie, myostimulace či antispastický účinek má své uplatnění v moderní medicíně a komplexní rehabilitační léčbě (10, 11, 17, 18).

V naší pilotní studii jsme se rozhodli zkoumat analgetický účinek pomocí vrátkové a kódové teorie tlumení bolesti, využívající vysoké opakovací frekvence. Pro tento účel jsme použili přístroj SIS, který je indikovaný zejména pro svůj analgetický účinek. V závislosti na modulaci frekvence a am-



Obr. 1 BTL-6000 Super Inductive System s aplikátorem „focus field“. (Zdroj: BTL Industries Ltd.)

Tab. 1 Procentuální zastoupení jednotlivých diagnóz.

Diagnóza	Počet pacientů (N)	Procentuální zastoupení
Vertebrogenní algický syndrom	N = 24	77,41 %
Degenerativní onemocnění nosných kloubů	N = 4	12,90 %
Centrální motorická postižení	N = 3	9,67 %

plitudy lze na tomto přístroji nastavit terapeutické parametry dle neurofyziologických teorií tlumení bolesti, dosahující opakovací frekvence až 150 Hz. Proto může být velice vhodnou metodou v léčbě algických stavů muskuloskeletálního aparátu.

METODA

Metodický princip

V pilotní studii jsme zkoumali bezprostřední analgetický účinek přístroje SIS u pacientů s muskuloskeletálními obtížemi různé etiologie.

Experimentální skupina

Pilotní studie se celkem zúčastnilo 31 pacientů z Rehabilitačního ústavu (RÚ) Kladruba. Jednalo se o 18 žen (± 54 let) a 13 mužů (± 52 let). Největší zastoupení měli pacienti s vertebrogenním algickým syndromem, v menším zastoupení se objevila degenerativní onemocnění nosných kloubů a centrální motorická poškození (tab. 1).

Technika měření

SIS byl zahrnut do komplexního léčebného programu RÚ Kladruba. Pro ošetření byl použit ruční aplikátor typu „focus field“ s intenzitou magnetické indukce až 2,5 T. Opakovací frekvence generovaných pulzů se pohybovala v rozmezí 60 - 150 Hz, odpovídající vrátkové a kódové teorii tlumení bolesti. Intenzita terapie byla (nad)prahově senzitivní a (nad)prahově motorická. Terapie trvala 10 minut a pacienti v průměru absolvovali 7 terapií (minimálně 3, maximálně 10). Studie byla pojata jako jednoskupinový nezaslepený experiment, tedy bez porovnání s placebo efektem. Každý pacient před a bezprostředně po terapii subjektivně ohodnotil svůj aktuální stav bolesti. Pro tyto účely byla využita desetibodová škála bolesti Visual Analog Scale (0 - stav bez bolesti až 10 - nejhorší představitelná bolest) (3, 5, 8, 9).

Sběr dat

Bolest byla hodnocena na základě subjektivního sdělení pacientů před a po každé terapii. Hodnoty byly zaznamenávány do protokolu pacienta (obr. 2).



Obr. 2 BTL-6000 Super Inductive System – ukázka terapie v léčbě VAS LSp. (Zdroj: BTL Industries Ltd.)

Analýza dat

Pro potřeby statistického zpracování experimentu byla stanovena výzkumná otázka:

Má výkonová indukční stimulace přístrojem BTL-6000 Super Inductive System bezprostřední subjektivní analgetický účinek?
V rámci statistického zpracování byl kromě popisné statistiky využít i intervalový odhad četností, a to na základě vzorce:

$$\left(\hat{p} - t_{1-\alpha/2}(N-1) \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{N-1}}, \hat{p} + t_{1-\alpha/2}(N-1) \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{N-1}} \right)$$

- \hat{p} – odhad poměrové četnosti
- N – počet jednotek ve výběru ($N = 31$)
- $t_{1-\alpha/2}(N-1)$ – kvantilová funkce Studentova rozdělení
- α – hladina statistické významnosti

Výpočty byly provedeny na hladinách statistické významnosti $\alpha = 0,05$, $\alpha = 0,1$ a $\alpha = 0,2$. U všech pacientů při všech terapiích byl za věcně významnou změnu ve vnímání bolesti před a bezprostředně po terapii považován rozdíl minimálně o jeden škálový bod.

VÝSLEDKY

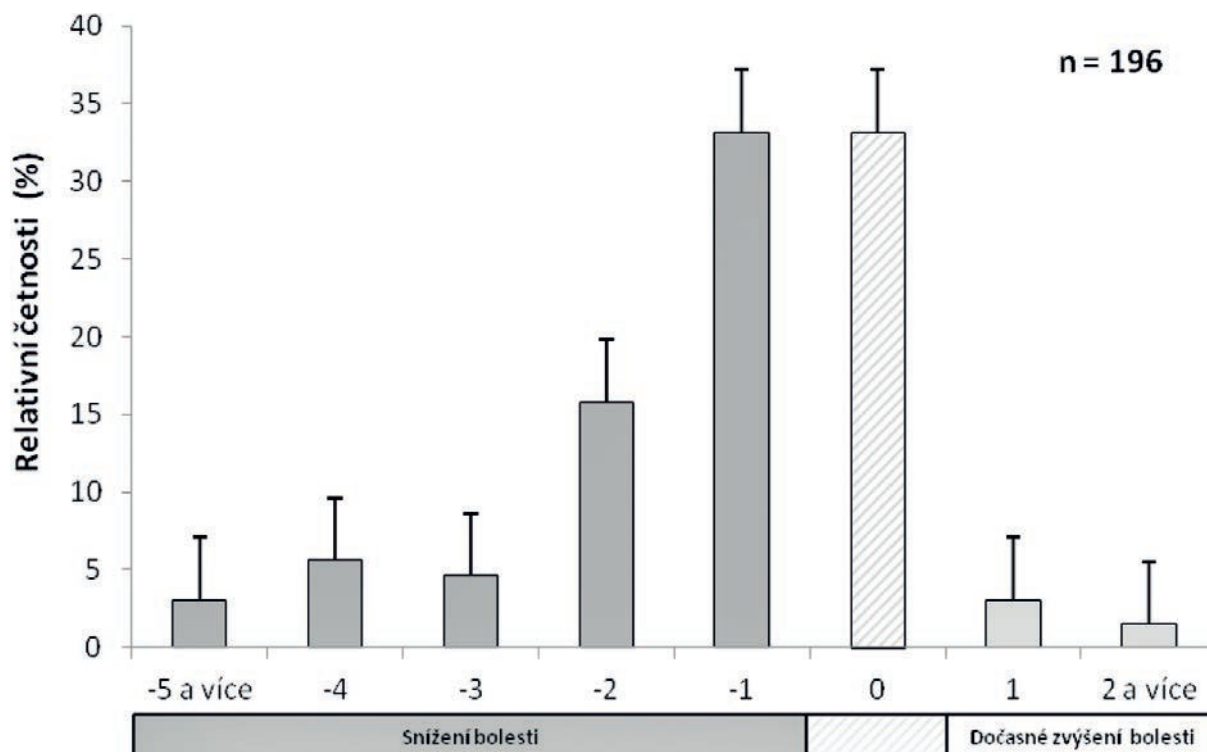
Na grafu 1 je znázorněn histogram relativních četností subjektivního vnímání změny bolesti

před a bezprostředně po terapii. Je zde znázorněno rozložení celkem 196 terapií zrealizovaných na celém souboru 31 pacientů. Z histogramu je velmi dobře patrné, že v 62 % sledovaných případů došlo k subjektivnímu snížení bolesti alespoň o jeden škálový bod, ve 33 % případů neměla terapie žádný efekt a ve zbytku, tedy asi v 5 % případů, došlo k přechodnému zvýšení bolesti.

V tabulce 2 jsou zaznamenány zobecňující intervalové odhady na příslušných hladinách statistické významnosti. Na základě provedené analýzy lze konstatovat, že po ošetření přístrojem SIS lze očekávat bezprostřední analgetický účinek u nadpoloviční většiny pacientů. Ten se nejčastěji projeví v poklesu bolesti o jeden až dva škálové body.

DISKUSE

Pilotní studie poukazuje na výsledky léčby přístrojem SIS u algických stavů muskuloskeletálního aparátu. Bezprostřední analgetický efekt lze vysvětlit vrátkovou a kódovou teorií tlumení bolesti. Analgetický efekt dle vrátkové teorie lze vysvětlit opakovací frekvencí v rozmezí 60–100 Hz a aplikační dobou 5–10 minut; dle kódové teorie opakovací frekvencí nad 100 Hz a aplikační dobou do 15 minut. V obou případech lze použít frekvenc-



Graf 1 Histogram relativních četností bezprostředního analgetického efektu terapie výkonové indukční stimulace přístrojem BTL-6000 Super Inductive Systém.
(Záporná čísla značí snížení vnímání bolesti o příslušný počet škálových bodů, kladná čísla zvýšení.)

Tab. 2 Efekt bezprostředního analgetického účinku výkonové indukční stimulace přístroje BTL-6000 Super Inductive System.

Hladina významnosti α		0,05	0,1	0,2
Příznivý efekt	(%)	44 - 80	47 - 77	50 - 74
Bez efektu	(%)	15 - 51	18 - 48	22 - 44
Nepříznivý efekt	(%)	0 - 13	0 - 12	0 - 10

Legenda: Hodnoty intervalů spolehlivosti v jednotlivých buňkách jsou uváděny v % a ve formátu: dolní mez – horní mez.

ní a amplitudovou modulaci, která je závislá na stavu a adaptabilitě pacienta. Vrátková teorie je velice vhodnou a šetrnou metodou tlumení bolesti u akutních pacientů s nízkou adaptabilitou, její analgetický efekt trvá několik hodin. Navyšováním aplikační doby se nezvýší analgetický účinek, ale pouze jeho latence. Kódová teorie tlumení bolesti má velkou výhodu prakticky okamžitého efektu, avšak ten trvá do cca 20 minut od ukončení aplikace. Je vhodná jako přípravná fáze pro další ošetření či usnadnění další práce s pacientem v aktivní kinezioterapii (12, 13, 14, 20). Jelikož je bolest subjektivní a interindividuální, je její hodnocení vždy zatíženo chybou ze strany pacienta. V této pilotní studii byl za věcně významnou změnu ve vnímání bolesti považován minimálně jeden škálový bod. Tato hodnota byla zvolena na základě subjektivity a interindividuality hodnocení – posun na škále o jeden bod má pro každého pacienta jinou hodnotu významnosti úlevy od bolesti. V rámci této pilotní studie se nám podařilo prokázat bezprostřední analgetický efekt VIS v korelaci s vrátkovou a kódovou teorií tlumení bolesti u 62 % ošetřených pacientů. Dle statistických výpočtů hodnot intervalů spolehlivosti lze konstatovat, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ lze očekávat příznivý efekt v rozmezí 44 - 80 %; $\alpha = 0,1$ lze očekávat příznivý efekt v rozmezí 47 - 77 %; $\alpha = 0,2$ lze očekávat příznivý efekt v rozmezí 50 - 74 % ošetřených pacientů. V budoucím výzkumu by bylo vhodné rozšířit metodologickou část. Hodnocení bolesti na vizuální škále doplnit o další objektivizační metody (např. algometr); navýšit počet subjektů a vytvořit kontrolní skupinu, kde by se zkoumal i placebo efekt; případně komparace s jiným druhem terapie nebo dlouhodobé sledování analgetického účinku VIS (follow-up).

ZÁVĚR

V této pilotní studii jsme se zaměřili na možnosti využití VIS u algických stavů muskuloskeletálního aparátu pomocí přístroje BTL-6000 SIS. Cílem pilotní studie bylo zkoumání bezprostředního analgetického efektu této terapie. V celkovém počtu probandů ($N = 31$) lze ze statistické analýzy konstatovat, že analgetický účinek přístroje SIS lze považovat za signifikantní u více než 60 % pacientů, zatímco přibližně u 30 % pacientů

k žádné změně vnímání bolesti nedojde. Tlumení bolesti podle vrátkové a kódové teorie v rozmezí opakovací frekvence 60 - 150 Hz potvrdilo naši hypotézu bezprostředního analgetického účinku této metody. SIS může být vhodnou a účinnou terapií u algických stavů muskuloskeletálního aparátu různé etiologie. Etiopatogeneze algických stavů muskuloskeletálního aparátu je vždy multifaktoriální, a proto vyžaduje komplexní léčebný přístup a multioborovou spolupráci. Cílem terapie by vždy měla být úleva od bolesti a minimalizace negativních následků na kvalitu života. Pro klinickou praxi považujeme za důležité používat neinvazivní metody útlumu bolesti (např. formou VIS) v kombinaci s reedukací, motorickým učením, ergonomií, funkčním tréninkem a v neposlední řadě nácvikem relaxačních schopností.

LITERATURA

1. BARKER, A. T., JALINOUS, R., FREESTON, I. L.: Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet*, roč. 1, 1985, č. 8437, s. 1106-1107. ISSN 0140-6736.
2. BEAULIEU, L. D., SCHNEIDER, C.: Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on normal or impaired motor control. *A review. Clin. Neurophysiol.*, roč. 43, 2013, č. 4, s. 251-260. ISSN 0987-7053.
3. BIJUR, P. E., SILVER, W., GALLAGHER, E. J.: Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad. Emerg. Med.*, roč. 8, 2001, č. 12, s. 1153-1157. ISSN 1069-6563.
4. BONICA, J. J.: The need of a taxonomy. *Pain*, roč. 6, 1979, č. 3, s. 247-248. ISSN 0304-3959.
5. DOGAN, S. K., AY, S., EVCIK, D., KURTAIS, Y., GÖKMEN ÖZTUNA, D.: The utility of daces pain scale in a chronic musculoskeletal pain model. *Pain Medicine*, roč. 13, 2012, č. 1, s. 125-130. ISSN 1526-2375.
6. GEBHART, G. F., GOLD, M. S.: Nociceptor sensitization in pain pathogenesis. *Nat. Med.*, roč. 16, 2010, č. 11, s. 1248-1257. ISSN 1078-8956.
7. GROZOIU, L., SAVULESCU, S., HESSE, S., BIGHEA, A., BERTEANU, M.: Repetitive peripheral magnetic stimulation in stroke rehabilitation: A case study. *IJSSH*, roč. 6, 2016, č. 8, s. 608-611. ISSN 2010-3646.
8. HAWKER, G. A., MIAN, S., KENDZERSKA, T., FRENCH, M.: Measures of adult pain. *Arthrit Care Res.*, roč. 63, 2011, č. 11, s. 240-252. ISSN 2151-4658.
9. KLIGER, M., STAHL, S., HADDAD, M., SUZAN, E., ADLER, R., EISENBERG, E.: Measuring the intensity of chronic pain: Are the Visual Analogue Scale and the Verbal Rating Scale interchangeable? *Pain Practice*, roč. 15, 2015, č. 6, s. 538-547. ISSN 1530-7085.
10. KRAUSE, P., STRAUBE, A.: Peripheral repetitive magnetic stimulation induces intracortical inhibition in healthy subjects. *Neurol. Res.*, roč. 30, č. 7, s. 690-694. ISSN 0161-6412.
11. LO, Y. L., FOOK-CHONG, S., HUERTO, A. P., GEORGE, J. M.:

PŮVODNÍ PRÁCE

A randomized, placebo-controlled trial of repetitive spinal magnetic stimulation in lumbosacral spondylotic pain. *Pain Medicine*, roč. 12, 2011, č. 7, s. 1526-2375. ISSN 1526-2375.

12. MELZACK, R., WALL, P. D.: Pain mechanisms : A new theory. *Pain Clinic*, roč. 7, 1994, č. 1, s. 57-72. ISSN 0169-1112.

13. MELZACK, R.: Gate control theory-On the evolution of pain concepts. *Pain Forum*, roč. 5, 1996, č. 2, s. 128-150. ISSN 1058-9139.

14. PODĚBRADSKÝ, J., PODĚBRADSKÁ, R.: Fyzikální terapie: manuál a algoritmy. Praha, Grada Publishing, 2009, s. 34-38.

15. PUJOL, J., PASCUAL, L.: The effect of repetitive magnetic stimulation on localised pain in skeletal muscles. *Neuro Report*, 1998, č. 9, s. 1745-1748.

16. SCHOLZ, J., WOOLF, C. J.: Can we conquer pain? *Nat. Neurosci*, roč. 5, 2002, č. 11, s. 1062-1067. ISSN 1097-6256.

17. SMANIA, N., CORATO, E., FIASCHI, A., PIETROPOLI, P., AGLIOTI, S. M., TINAZZI, M.: Therapeutic effects of peripheral repetitive magnetic stimulation on myofascial pain syndrome. *J. Neurol.*, roč. 114, 2003, č. 2, s. 350-358. ISSN 1388-2457.

18. SMANIA, N., CORATO, E., FIASCHI, A., PIETROPOLI, P., AGLIOTI, S. M., TINAZZI, M.: Repetitive magnetic stimulation: A novel therapeutic approach for myofascial pain syndrome. *J. Neurol.*, roč. 252, 2005, č. 3, s. 307-314. ISSN 0340-5354.

19. TERAO, Y., UGAWA, Y.: Basic mechanisms of TMS. *J. Clin. Neurophysiol.*, roč. 19, 2002, č. 4, s. 322-343

20. URBAN, J.: Ústní sdělení (Intenzivní kurz fyzikální terapie A - 8. ledna 2016.)

Adresa ke korespondenci:

Mgr. Jakub Pětioký

Rehabilitační ústav Kladruby

Kladruby 30

258 01 Kladruby

e-mail: jakub.petioky@rehabilitace.cz

Inzerce A161006711

Inzerce A161006786

CERTIFIKOVANÝ KURZ PRO FYZIOTERAPEUTY A ERGOTERAPEUTY

Constraint Induced Movement Therapy

Kurz zaměřený na získání potřebných vědomostí a dovedností k provádění uceleného terapeutického konceptu CIMT horní a dolní končetiny pro dospělé a děti s centrální lézí.

Termín konání: A část: 14. - 16. 4. 2017, B část: 18. - 20. 5. 2017
kurz se koná vždy na jaře a na podzim, další termíny na webu

Místo konání: Sanatoria Klimkovice

Rozsah kurzu: 60 výukových hodin (á 45 minut)

Počet kreditů: 36

Lektor: Mgr. Karin Laská

Účastnický poplatek: 20.000 Kč

Kontakt a přihlášky:

Mgr. Romana Holaňová
CIMT@sanklim.cz
+420 736 504 179

Více informací:

www.sanatoria-klimkovice.cz > odborná sekce > kurzy



**SANATORIA
KLIMKOVICE**

