

KOORDINAČNÁ DYNAMICKÁ TERAPIA APLIKOVANÁ PRI SYNDRÓME BOLESTIVÉHO RAMENA

Klobucká S., Žiaková E.

Rehabilitačné centrum Harmony, Bratislava,
primárka MUDr. S. Klobucká, Ph.D.

SÚHRN

Ochorenie ramenných kĺbov a ich okolitých štruktúr je relatívne často sa vyskytujúci javom v rehabilitačnej praxi. Koordinačná dynamická terapia (CDT), aplikovaná prostredníctvom zariadenia Giger MD®, integruje súhrnnú snahu o maximálnu mieru obnovy thorako-skapulo-humerálnej koordinácie pletencových svalov. Giger MD® je medicínske zariadenie umožňujúce kinematicky súvisiacu prácu horných a dolných končatín v cyklických vzorcoch pohybu. V tejto práci dokumentujeme priaznivý efekt CDT u 51-ročnej pacientky s anamnézou syndrómu bolestivého ramena.

Kľúčové slová: syndróm bolestivého ramena, impingement syndróm, koordinačná dynamická terapia

SUMMARY

Klobucká S., Žiaková E.: Coordination Dynamic Therapy Applied in the Syndrome of Painful Shoulder

Shoulder joints disease is relatively frequently occurring phenomenon in rehabilitation practice. Coordination dynamic therapy (CDT) applied by Giger MD® device integrates a comprehensive effort to a maximum rate of recovery thorax-scapula-humeral girdle muscular coordination. Giger MD® is a medical device enabling cinematically related movements of upper and lower extremities in cyclical patterns. In this paper we documented positive effect of CDT in 51 year old patient with a history of painful shoulder.

Key words: shoulder pain, impingement syndrome, coordination dynamic therapy

Rehabil. fyz. Lék., 19, 2012, No. 3, pp. 112–116.

ÚVOD

Koordinačná dynamická terapia (Coordination Dynamics Therapy – CDT, Schallow) vychádza z poznatkov motorického učenia opakovaním pohybov, ktorá popisuje koreláciu medzi opakovaním činností a zlepšením motorickej funkcie (1, 8, 9). CDT využíva rôzne stratégie na reparáciu. Tieto stratégie sú založené na korekcii narušenej autoregulácie CNS za účelom kompenzácie straty pohyblivosti a reparácie poškodených autonómnych funkcií.

CDT zlepšuje funkciu CNS po úrazoch, CMP, malformáciách alebo degeneratívnych ochoreniach. Pacienti môžu nacvičovať pohyby, ktoré sa chcú naučiť - napr. chôdza, alebo môžu využívať rytmické, dynamické, koordinované stereotypné pohyby, ktoré aktivujú a reparujú premotorické spinálne oscilačné okruhy (napr. pomocou nacvičovania skokov na trampolíne alebo odrazom mostíku).

Na tento účel sa tiež využívajú medicínske zariadenia, ktoré umožňujú cyklické rotačné pohyby horných a dolných končatín s meniacou sa striedavou koordináciou medzi HK a DK.

CDT teda zahŕňa:

1. Návčik automatizmov (napr. vrodené pohybové stereotypy v rámci ontogenézy), ako je plazenie, lezenie, chôdza a beh.
3. Návčik už v minulosti naučených pohybových stereotypov (napr. naučenie automatizmov s vysokými nárokmi na stabilitu, ako je chôdza po schodoch).
4. Návčik rytmických dynamických stereotypných pohybov, ako sú skoky na odrazom mostíku (na reparáciu neuronálnych zostáv – spinálne oscilátory).
5. Tréning na špeciálnych zariadeniach - zahŕňa vykonávanie integrovaných pohybov, v ktorých sú HK a DK presne koordinované. Ide o návčik pohybov predefinovaných v zariadení, čo umožňuje zlepšenie synchronizácie a koordinácie akčných potenciálov.

Aktivácia spinálnych a supraspinálnych CPG (central pattern generators), ako sa popisuje v experimentoch na zvieratách, podporuje teoretický základ tohto terapeutického konceptu. Výsledky štúdií na zvieracích modeloch predpokladajú existenciu neuronálnych okruhov v mieche, zodpovedných za lokomóciu, ktoré sú schopné nezávis-

le od supraspinálnej aktivity generovať motorický vzorec pohybu – *central pattern generator* (5, 7, 12, 13). CPG sú aktivované nižšími mozgovými centrami (mozgový kmeň, bazálne gangliá), ktoré následne aktivujú svaly vykonávajúce cyklické a opakované chôdzové pohyby (14).

Existenciu CPG u človeka by mohol podporiť aj fakt, že reflex chôdzového mechanizmu je zachovaný aj u anencefalických novorodencov (3, 6), avšak jednoznačný dôkaz stále chýba.

Pre stimuláciu spinálnych centier v mieche je zásadné optimálne množstvo aferentných vzruchov. To môžeme dosiahnuť opakovaním pohybov končatín v rytmickom fyziologickom vzorci (12).

Indikačnou skupinou CDT sú :

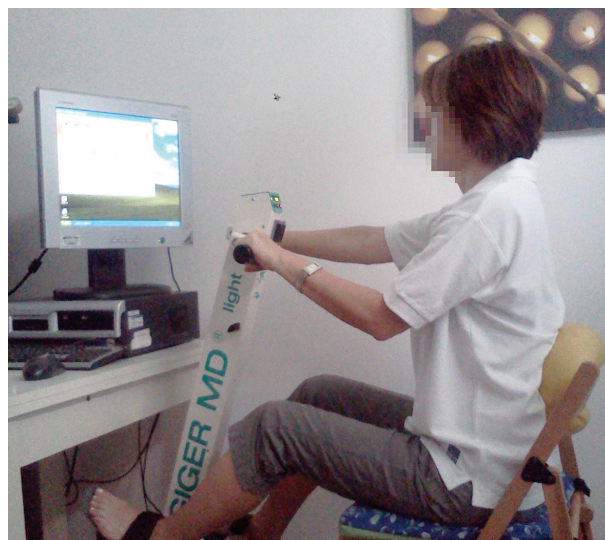
- Náhle cievne mozgové príhody.
- Traumy mozgu, miechy.
- Sclerosis multiplex.
- Parkinsonova choroba.
- Detská mozgová obrna.
- Rázštepové poruchy (spina bifida).
- Hypotrofia, atrofia svalstva z inaktivity.
- Degeneratívne ochorenia kĺbov, vertebrogénne ochorenia.
- Poškodenia periférnych nervov (polyneuropatie).

V Rehabilitačnom centre Harmony využívame na CDT prístroj s distribučným názvom Giger MD® (obr. 1). Je to medicínske zariadenie umožňujúce kinematicky súvisiacu prácu horných a dolných končatín v cyklických vzorcoch pohybu. S pohybmi končatín vykonáva pacient tiež trojdimenzionálny pohyb trupovým svalstvom.

Tento pohyb končatín, predovšetkým v ľahu, je často prvým možným pohybom vôbec, ktorý pacient môže vykonávať sám napr. po úraze miechy v cervikálnej oblasti. Prostredníctvom toho sa aktivujú neurónové siete rostrálne a kaudálne naprieč miestom lézie. Aferentné a eferentné vstupy prechádzajú cez poškodenú oblasť miechy a vytvárajú koordinovanú komunikáciu medzi cervikálnou a lumbálnou intumescentiou. Zariadenie využíva cyklické rotačné pohyby horných a dolných končatín s meniacou sa striedavou koordináciou medzi HK a DK.

Nastavením brzdnnej sily zariadenia Giger MD® môžeme kontinuálne generovať silu viac ako 200 W. Nižšia brzdná sila umožní zahriatie svalov šliach a kĺbov. Pohyb je symetrický, harmonický, koordinovaný. Sila je rovnomerne rozložená a kľukami je možné otáčať smerom vpred a vzad s dvomi spôsobmi uchopenia, a to zhora a zospodu.

Takáto presnosť koordinovaných pohybov je dôležitá pre aktiváciu denervovaných neurónov v mieste a pod miestom poranenia. Akčný potenciál je generovaný v axonálnom výbežku z aferentných im-



Obr. 1. Terapia pomocou zariadenia Giger MD.

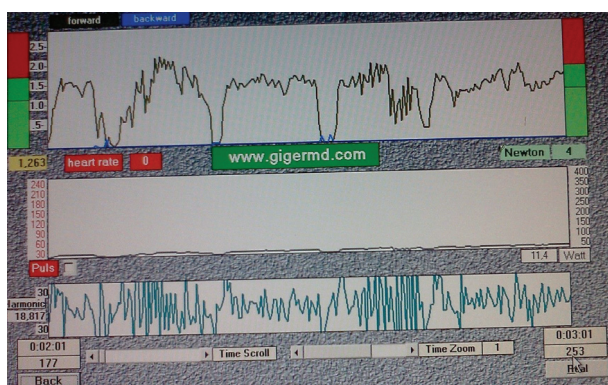
pulzov len vtedy, ak celková suma potenciálov, prichádzajúcich z dendritov na telo nervovej bunky, prekročí prah excitácie. Tieto potenciály sú presne synchronizované a koordinované (časová a priestorová sumácia akčných potenciálov). Nepresné a nekoordinované pohyby generujú asynchrónnu depolarizáciu z aferentných vstupov, takže sa nedosiahne dostatočný potenciál na šírenie vzruchu. (24).

Koordináčnou dynamickou terapiou ovplyvňujeme rytmicky sa aktivujúce neurónové siete prostredníctvom na milisekundy presne generovaných proprioceptívnych a exteroceptívnych aferentných impulzov.

Softvér inštalovaný v zariadení umožňuje zobrazenie a záznam priebehu terapie. Hodnota dynamической koordinácie je integratívnym a určujúcim parametrom charakterizujúcim stav neurónových sietí v súlade s narušeným motorickým programom hodnoteným povrchovou EMG (23, 26). Koordinácia končatín vyjadrená „rytmicitou“ analyzovanou softvérom zariadenia a zobrazenou v grafickej podobe na monitore koreluje s hodnotami získanými vyšetrením povrchovou EMG (23, 26).

Podľa pravidelnosti zobrazenej krivky „rytmicity“ je možné demonštrovať a vizualizovať efekt terapeutickéj intervencie, čo významne prispieva k motivácii pacienta (biofeedback). Inštalovaný softvér umožňuje grafické a alfanumerické ukladanie dát. Zaznamenávajú sa osobné údaje a výkon, ako je spotreba kalorická, watt, počet otáčok, rýchlosť, pulz (obr. 2, obr. 3).

Terapiu je možné prevádzať v stoji, v sede (s modifikáciou sedu na lopte), v ľahu, čo umožní znížiť gravitačnú záťaž na minimum. Vzorec záťaže je možné tiež kombinovať súčasne: malé rotačné pohyby v kombinácii s miernym odporom alebo tlakom. Umiestnenie upínacej tyče a vzdialenosť medzi kľukami HK a DK je možné variabilne upravovať, čím dosiahneme rôzne možnosti



Obr. 2, obr. 3. Objektívizácia koordinácie pohybu prostredníctvom grafického zobrazenia „rytmicity/ harmonicity“.

tréningových parametrov so zohľadnením individuálnych potrieb pacienta.

V rámci tréningu sa uplatňujú:

- pohyb v kvadrupedálnom skríženom vzorci vyžadujúci koordinovanú aktivitu HK, DK a svalov trupu,
- aktívne cvičenia HK (flexia, extenzia, extrarotácia, intrarotácia ramenného kĺbu, flexia, extenzia lakťového kĺbu, flexia, extenzia zápästia, úchop),
- repetitívne aktívne pohyby,
- simultánne alternujúce pohyby,

- distálne a proximálne pohyby,
- facilitácia synkinézami druhostranných končatín,
- facilitácia pohybovými vzorcami,
- rotačné pohyby chrbtice v 3 dimenziách, extenzia chrbtice, nutačné pohyby v C oblasti chrbtice a SI kĺbov panvy,
- pohyb v otvorených biomechanických reťazcoch.

Tréningové parametre

- Frekvencia: 2-5x týždenne.
- Trvanie tréningu: 4 - 12 týždňov, ak zaznamenáme progresívne zlepšovanie, je vhodné dĺžku terapie predĺžiť.
- Čas terapie: 30 min.
- 1,5 min. pohyb vpred striedavo s 1,5 min. pohybom vzad

KAZUISTIKA

51-ročná pacientka s miernymi a sporadicky sa vyskytujúcimi vertebrogénnymi obtiažami a s anamnézou syndrómu bolestivého ramena vľavo (2007) bola vyšetrená na našej ambulancii pre cca 3 mesiace (od decembra 2011) pretrvávajúce a zhoršujúce sa bolesti tentokrát pravého ramenného kĺbu. Pacientke tieto ťažkosti znemožnili vykonávanie bežných denných činností (napr. šoférovanie, varenie).

Vo februári 2012 vyšetrená na ortopedickej ambulancii, kde bol diagnostikovaný impingement syndrom ome l. dx, cervikobrachiálny syndróm l. dx, hypermobilitný syndróm. V ten deň bol tiež aplikovaný depomedrol do subakromiálneho priestoru a začala sa ambulantná rehabilitácia na pracovisku podľa rajonizácie (mäkké techniky, kinezoterapia, fyzikálna terapia 2 týždne).

Na RTG PRK bola popísaná kranializácia hlavičky humeru, kalcifikácia úponu m. supraspinatus, RTG C chrbtice poukázalo na napriamenie krčnej lordózy s incipientným blokom a prítomné boli tiež spondylartrotické zmeny. Obstreky, fyzikálna ani manuálna terapia nepriniesli výraznejšiu úľavu.

Tab. 1. Hodnoty vstupného a výstupného somatometrického vyšetrenia.

	LHK pred terapiou (cm)	LHK po terapii (cm)	PHK pred terapiou (cm)	PHK po terapii (cm)
obvod ramena od olecranonu 10 cm	24	25	23	25
obvod cez bruško m. deltoideus	40	41	35	39

Tab. 2. Hodnoty vstupného a výstupného goniometrického vyšetrenia v RK.

	LHK pred terapiou (st)	LHK po terapii (st.)	PHK pred terapiou (st.)	PHK po terapii (st.)
S	45-0-180	45-0-180	25-0-50	45-0-140
F	180-0-45	180-0-45	40-0-20	110-0-30
T	45-0-135	45-0-135	Netestovaná	20-0-110
R	90-0-90	90-0-90	30-0-20	50-0-80

V objektívnom náleze pri vstupnom vyšetrení v ambulancii RC Harmony (apríl 2012) dominovala výrazná spontánna aj palpačná bolestivosť, obmedzenie pohyblivosti a oslabenie svalov PHK pri všetkých začatých pohyboch. Prítomné boli tiež viacpočetné muskuloskeletálne dysfunkcie v oblasti cervikothorakálneho prechodu.

Po predchádzajúcej pozitívnej skúsenosti sme aplikovali koordinačnú dynamickú terapiu prostredníctvom zariadenia Giger MD® s frekvenciou 2-3x T. Jedna terapeutická jednotka trvala 30 min. Cyklické pohyby vpred sa striedali s cyklickými pohybmi vzad po 1,5 minúte.

V priebehu nasledujúcich 9 týždňov (25 terapeutických jednotiek) došlo k postupnému ústupu subjektívnych obtiaží, zväčšeniu rozsahu pohyblivosti v PRK, k zvýšeniu svalovej sily pletenca PHK, zlepšeniu dynamiky C - Th chrčtice. Pacientka už dokázala pri pohyboch pravých lopatku lepšie stabilizovať. Zlepšil sa tiež stereotyp abdukcie v ramennom pletenci (tab. 1, tab. 2).

DISKUSIA

V poslednej dobe sa začínajú uplatňovať názory, že zložitejšie vzorce vrodených reakcií vznikajú v nervových obvodoch, ktoré nemajú charakter klasického reflexného oblúka. Vzorec správania je určovaný endogénnou vzruchovou aktivitou, ktorá nevyžaduje periférnu stimuláciu zmyslových orgánov. Aj tak je však aferentná signalizácia z končatinových proprioreceptorov dôležitá. Úlohou aferentnej signalizácie je reflexne upravovať motorický program generátorov pohybového vzorca tak, aby výsledný lokomočný pohyb bol zladený s terénom, po ktorom sa uskutočňuje.

Generátor vzorca lokomočného pohybu je situovaný v spinálnej mieche, a to samostatne pre každú končatinu. Pokiaľ sú všetky končatiny v činnosti, je aktivita všetkých generátorov navzájom koordinovaná. Generátor nie je schopný pracovať spontánne. Usudzuje sa, že generátor vzorca lokomočného pohybu je aktivovaný signálom vychádzajúcim z istej oblasti retikulárnej formácie stredného mozgu, označovanej ako mezencefalická lokomočná oblasť (mesencephalic locomotor region). Toto centrum spúšťa generátor lokomočného pohybu, ale určuje aj charakter lokomócie, t. j. či pôjde o chôdzu, beh či cval (11).

V priebehu posturálne pohybovej ontogenézy človeka ramenný pletenec primárne zaisťuje i lokomóciu (plazenie, „štvorožkovanie“, kvadrupedálna chôdza vo frontálnej rovine pri opore). Neskôr sa HK oslobodzuje z lokomočnej funkcie a rozvíja sa funkcia úchopu a manipulácie. Ak nie je pôvodné prepojenie svalových reťazcov (pletenec

ramenný a panvový) facilitované, môže byť príčinou vertebrogénnych obtiaží.

Ochorenie ramenných kĺbov a ich okolitých štruktúr je v rehabilitačnej praxi relatívne často sa vyskytujúcim javom. Najviac štúdií o incidencii a prevalencii syndrómu bolestivého ramena pochádza zo Škandinávie (27). Ak toto ochorenie definujeme ako „prítomnosť klinicky potvrdeného obmedzenia pohyblivosti, prejavujúce sa obmedzením pasívnej abdukcie a intrarotácie so súčasnou bolestivosťou“, potom ročný výskyt tohto syndrómu v celej populácii je 1 % a u jedincov v 4. a 5. vekovej dekáde 2,5 % (2). Zo všetkých patológií ramenného pletenca sa pripisuje 44-60 % impingement syndrómu, ktorý je v súčasnosti chápaný ako nález patológií v subakromiálnom priestore (15).

Impingement syndróm zahŕňa patologické afekcie rotátorovej manžety (ruptúry), tendinitídu šlachy caput longum m. bicipitis brachii a inflamatórny proces subakromiálnej burzy. Nesmieme zabúdať na fakt, že ramenný kĺb je súčasťou funkčného celku pletenca hornej končatiny, a teda je nevyhnutné venovať sa tejto oblasti komplexne. Pri terapii sa často využívajú metodiky integrujúce zložku kvadrupedálnej lokomócie (Vojta, Kabat, dynamická neuromuskulárna stabilizácia podľa Kolára).

Cieľom terapie je redukcia bolesti a umožnenie koaktivácie jednotlivých svalových skupín. Stabilizácia lopatky predstavuje významný faktor v terapii syndrómu bolestivého ramena. Obnova posturálnych synergii svalov ramenného pletenca umožní udržanie mediokaudálnej pozície lopatky.

Keďže CDT integruje súhrnnú snahu o maximálnu mieru obnovy thorako-skapulo-humerálnej koordinácie pletencových svalov, rozhodli sme sa u pacientky s impingement sy po predchádzajúcej priaznivej skúsenosti uplatniť princípy koordinačnej dynamickej terapie aplikovanej prostredníctvom zariadenia Giger MD®.

Sme si plne vedomí možnosti podielu spontánnej úpravy rozsahu pohybu a ústupu subjektívnych ťažkostí pri autoreparačných procesoch organizmu (napr. pri reparácii parciálnej ruptúry niektorého zo svalov rotátorovej manžety, event. resorpcii výpotku pri burzitídach, synovitídach).

ZÁVER

Po 9 týždňovom tréningu pomocou zariadenia Giger MD® sme zaznamenali objektívne zlepšenie motorických funkcií pacientky. Pozorovali sme zlepšenie pohyblivosti a zlepšenie stereotypu abdukcie v ramennom kĺbe, ako aj zlepšenie dynamiky chrčtice. Toto zlepšenie korelovalo s úpravou koordinácie horných a dolných končatín, vyjadrenej prostredníctvom „harmonicirytmicity“, graficky znázornenej na monitore (24). V rámci diferenciálnej

diagnostiky by bolo vhodné doplniť aj ďalšie zobrazovacie vyšetrenia (napr. USG, MRI) na vylúčenie štrukturálnych zmien ramenného kĺbu a okolitých tkanív. Pre objektivizáciu priaznivého účinku je potrebné rozšíriť počet pacientov so syndrómom bolestivého ramena, u ktorých bola aplikovaná CDT.

Štúdie zahraničných autorov dokumentujú priaznivý efekt tejto terapeutickú intervencie na motorické funkcie pacientov po úrazoch mozgu, miechy, cievnych mozgových príhodách, DMO (16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26).

Ako vyplýva z našich klinických skúseností a z prác pozostávajúcich z kazuistík (10, 28), je možné CTD aplikovať u pacientov s juvenilnou a adolescentnou skoliózou. Predpokladáme, že koordináčna dynamická terapia by mohla byť prínosom aj v rámci komplexnej terapie pacientov so syndrómom bolestivého ramena.

Zoznam skratiek:

DMO – Detská mozgová obrna

CMP – Cievna mozgová príhoda

CDT – Coordination Dynamics Therapy

CPG – Central Pattern Generators

LITERATÚRA

1. BARBEAU, H.: Locomotor training in neurorehabilitation: emerging rehabilitation concepts. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 17, 2003, č. 1, s. 3-11.
2. BJELLE, A.: Epidemiology of shoulder problems. *Baillieres Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.*, 3, 1989, č. 3, s. 437-451.
3. BORGGRAEFE, I. et al.: Improved gait parameters after robotic - assisted locomotor treadmill therapy in a 6 year old child with cerebral palsy. *Mov. Disord.*, 23, 2008, č. 2, s. 280-283.
4. BORGGRAEFE, I. et al.: Robotic - assisted treadmill therapy improves walking and standing performance in children and adolescents with cerebral palsy. *European Journal of Pediatric Neurology*, 14, 2010, č. 6, s. 496-502.
5. CAZALETS, J. R. et al.: Localization and organization of the central pattern generator for hindlimb locomotion in newborn rat. *The Journal of Neuroscience*, 15, 1995, č. 7, s. 4943-4951.
6. DIETZ, V. et al.: Locomotor activity in spinal man: significance of afferent input from joint and load receptors. *Brain*, 125, 2002, č. 12, s. 2626-2634.
7. DUYSENS, J. et al.: Neural control of locomotion. Part 1. The central pattern generator from cats to humans. *Gait and Posture*, 7, 1998, s. 131-141.
8. HESSE, S.: Locomotor therapy in neurorehabilitation. *Neurorehabilitation*, 16, 2001, č. 3, s. 133-139.
9. HESSE, S. et al.: Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and for studying motor control. *Current Opinion in Neurology*, 16, 2003, č. 6, s. 705-710.
10. JAGNEŠÁKOVÁ, M.: Kinezioterapia skolióz. Diplomová práca, Lekárska fakulta UK, Bratislava, Fakulta fyzioterapie, 2011.
11. KRÁLÍČEK, P.: Úvod do speciální neurofyzologie. 3. vyd., Praha, Galén, 2011, 235 s., ISBN 978-80-7262-618-2.
12. KŘÍŽ, J. et al.: Trénink lokomoce v závěsu u pacientů po poranění míchy. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 73/106, 2010, č. 2, s. 124-130.
13. MAC KAY-LYONS, M.: Central pattern generation of locomotion : a review of evidence. *Physical Therapy*, 82, 2002, č. 1, s. 69-83.
14. MARDER, E., BUCHER, D.: Central pattern generators and the control of rhythmic movements. *Current Biology*, 11, 2001, č. 23, s. 986-996.
15. MICHENER, L. A., McCLURE, P. W., KARDUNA, A. R.: Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clinical Biomechanics*, 2003, č. 18, s. 369-379.
16. SCHALOW, G., PÄÄSKE, M., ERELINE, J., GAPEYEVA, H.: Improvement in Parkinson's disease patients achieved by coordination dynamics therapy. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 44, 2004, č. 2, s. 67-73.
17. SCHALOW, G.: Phase and frequency coordination between neuron firing as an integrative mechanism of human CNS self-organization. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 45, 2005, č. 6, s. 369-383.
18. SCHALOW, G., PÄÄSKE, M., JAIGMA, P.: Integrative reorganization mechanism for reducing tremor in Parkinson's disease patients. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 45, 2005, č. 7-8, s. 407-415.
19. SCHALOW, G., JAIGMA, P.: Cerebral palsy improvement achieved by coordination dynamics therapy. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 45, 2005, s. 433-445.
20. SCHALOW, G.: Functional development of the CNS in pupils between 7 and 19 years. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 46, 2006, č. 3, s. 159-169.
21. SCHALOW, G.: Hypoxic brain injury improvement induced by coordination dynamics therapy in comparison to CNS development. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 46, 2006, č. 3, s. 171-183.
22. SCHALOW, G., JAIGMA, P.: Improvement in severe traumatic brain injury induced by coordination dynamics therapy in comparison to physiologic CNS development. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 46, 2006, č. 4, s. 195-209.
23. SCHALOW, G.: Surface EMG and coordination dynamics measurements-assisted cerebellar diagnosis in a patient with cerebellar injury. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 46, 2006, č. 6, s. 371-384.
24. SCHALOW, G.: Symmetry diagnosis and treatment in coordination dynamics therapy. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 46, č. 7-8, 2006, s. 421-431.
25. SCHALOW, G.: Cerebellar injury improvement achieved by coordination dynamics therapy. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 46, č. 7-8, 2006, s. 433-439.
26. SCHALOW, G., VAHER, I., JAIGMA, P.: Overreaching in coordination dynamics therapy in an athlete with a spinal cord injury. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 48, 2008, č. 2, s. 83-95.
27. TRNAVSKÝ, K., SEDLÁČKOVÁ, M. et al.: Syndrom bolestivého ramene. 1. vyd., Praha, Galén, 2002, ISBN 80-7262-170-X.
28. VARCHOLOVÁ, M.: Využitie combofitu v rehabilitácii skolióz. Diplomová práca, SZU, Bratislava, Fakulta ošetrovateľstva a zdravotníckych odborných štúdií, 2010.

<http://www.gigermd.com/>

MUDr. Stanislava Klobucká, Ph.D.

Rehabilitačné centrum Harmony

Kudláčkova 2

841 01 Bratislava

Slovenská republika

e-mail: stanislavaklobucka@gmail.com