

# Neuromodulační metody v léčbě bolesti s důrazem na neurostimulace

**MUDr. Jiří Kozák, Ph.D.<sup>1</sup>, MUDr. Ivan Vrba, Ph.D.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centrum pro léčení a výzkum bolestivých stavů při Klinice rehabilitace 2. LF UK a FN v Motole, Praha

<sup>2</sup>ARO Nemocnice Na Homolce, Praha

Neuromodulační metody představují v užším smyslu slova jasně definované metody v léčbě bolesti. Tyto metody poskytují nedestruktivní a reverzibilní přístup v léčbě neztížitelné jinak neléčitelné bolesti.

Pacienti s chronickou neztížitelnou bolestí trpí silnou bolestí, invalidizací, sníženou celkovou schopností i kvalitou života. Neuromodulační analgetické metody se staly dobře zavedenou léčbou silných bolestivých stavů.

Pacienti, kteří trpí neztížitelnou bolestí, mají v mnoha případech tendenci nejen ke zdravotním problémům, ale také k výraznějšímu psychologickému distresu, depresi a invalidizaci. Po implantaci neuromodulačních technik či radiofrekvenci pacienti pozorují úlevu od bolesti, snížené dávkování analgetik, hlavně silných opioidů a zřejmé zlepšení celkové funkční kapacity a kvality života. Hodnocení pacientů po stránce medicínské a psychologické nesmí být nikdy opomenuto před invazivními technikami, je zásadní pro úspěšný výběr pacientů pro neuromodulační terapii. Neuromodulační analgetické metody prováděné ve specializovaných neuromodulačních centrech se zdají být vhodným a efektivním způsobem léčby pro pacienty se silnou neztížitelnou bolestí.

**Klíčová slova:** neuromodulace, míšňní stimulace, radiofrekvence, intratekální pumpové systémy, výběr pacientů.

## ***Neuromodulation techniques in pain management with emphasis on neurostimulation***

Neuromodulation techniques represent, in the narrow sense, clearly defined methods in pain management. These techniques provide a non-destructive and reversible approach for the therapy of intractable, otherwise immedicable pain.

Patients with chronic intractable pain experience severe pain, disability, reduced functionality and quality of life. Neuromodulation analgesic methods have become a well-established treatment of severe pain.

**Patients who suffer from intractable pain in many cases tend to have not only health difficulties but greater psychological distress, depression and disability.**

**After implantation of neuromodulation techniques or radiofrequency, patients exhibit better pain relief, lower use of pain killers, particularly of strong opioids, and clear improvement in functional capacity and quality of life. Medical and psychological assessment of patients before an invasive procedure must never be ignored because it is essential for successful selection of patients for neuromodulation treatment. Neuromodulation analgesic methods in highly qualified neuromodulation centers seem to be a very suitable and effective treatment modality in patients with intractable pain.**

**Key words: neuromodulation, spinal cord stimulation, radiofrequency techniques, intrathecal pump systems, selection of patients.**

## Úvod

Pojem neuromodulace je používan pro různé léčebné postupy a fyziologické pochody, které mohou ovlivňovat nervový systém a jeho funkci. Často je tento pojem používán i pro působení některých farmak i pro metody, které jsou využívány k ovlivnění stavu vědomí a které se označují jako imaginativní. Do této skupiny patří například biofeedback nebo audiovizuální stimulace a různé relaxační techniky.

Mezi skupinu analgetických neuromodulačních metod řadíme stimulaci nervových tkání a intraspinální aplikaci léků, nověji i radiofrekvenční metody, zejména pulzní radiofrekvenci. K neurostimulacím patří periferní nervová stimulace, stimulace míchy či zadních nervových kořenů a hluboká korová stimulace. Neuromodulace tedy znamená použití implantovaných a neimplantovaných systémů, které mohou být založené na elektronické stimulaci nervového systému nebo mohou působit chemickou strukturou přímo při aplikaci do centrálního nervového systému.

**Implantovatelné intraspinální pumpové systémy** vycházejí ze znalosti opioidních receptorů v oblasti míchy. Nejvíce používaným farmakem, které je aplikováno do subarachnoidální oblasti, je morfin, existují ale i jiné alternativy k opioidovým preparátům pro tuto aplikaci. Nejnovějším preparátem, který je registrován i v ČR, je ziconotid. Jedná se o produkt mořského živočicha – homolice, který je indikován pro pacienty, kteří netolerují morfinové preparáty nebo na ně mají silnou tachyfyaxi. S tímto preparátem jsou však v naší republice jen limitované zkušenosti a jeho použití vyžaduje přesné postupy, strategii léčby i ohled na velmi častý výskyt nežádoucích účinků. (Podrobnější informace o preparátu viz v textu o farmakoterapii.)

Pumpové systémy jsou používány u pacientů s dobrou odezvou na testovací období a jsou výhodné zejména tam, kde se jedná o nociceptivní bolest, která nereaguje na konvenční léčbu farmaky včetně opioidů. Subarachnoidální aplikace využívají maximálně opiatových receptorů při použití velmi nízkých dávek oproti dávkám systémovým. Nejčastějšími indikacemi pro in-

traspinálny pumpový systém je neztížitelný bolestí nociceptívnej etiologie. Jedná sa napríklad o bolesti zad bez známkov radikulopatie po operácii páteže, rôzne druhy silných kostných a viscerálnych bolestí, v určitých indikáciách lze tyto systémy využiť i u nádorovej bolesti s delší perspektívou prežitia (obrázok 1).

**Obrázok 1.** Pumpový elektronický systém



**Radiofrekvenčné techniky** delíme na radiofrekvenčnú termoleziu (klasickú radiofrekvenciu – RF) a pulznú radiofrekvenčnú postupu (PRF). Klasická radiofrekvenčná metóda využíva termokoagulačné procesy na úrovni nervového systému s následnou ztrátou nervového vedenia pôsobením tepla na nervovú tkáň. Pulzná radiofrekvencia vytvára analgeziu vlivem elektromagnetického poľa na nervovú tkáň bez pôsobenia morfológických a deštruktívnych zmien v tkáni. Obidve metódy používajú shodné instrumentárium – generátor pulzov, jehož súčasťou je neurostimulátor motorických a senzitivních vláken, ktorý je využívaný na správnu detekciu cievnej štruktúry, a rôzne druhy špeciálnych izolovaných jehel s aktívnym hrotom. RF je najčastejšie

používaná na provádzanie tzv. facetových blokov pro ovlivnenie vertebrogénnej bolesti s projevy facetového syndromu, ktoré málo reagujú na štandardnú terapiu. RF využíva striedavého elektrického proudu o vysokej frekvencii, ktorý aplikuje na nervovú tkáň. Metóda vychádza z možnosti ovlivnenia inervácie facetových kĺbov, kde ramus posterior, ktorý sa oddeľuje od spinálneho nervu, vydáva drobnú vetvičku (ramus medialis), ktorá inervuje facetové kĺby. Pri použití tejto metódy používame perkutánne ciele zavedenie jehly pod kontrolou röntgenového žiarenia a analgetického účinku je dosaženo tepelnou deštrukciou (termoleziou) nervových vláken. Neurodeštruktívny efekt vlastného výkonu začína od 60 °C. PRF patrí ve svojej podstate k neuromodulačným technikám, pretože nepôsobí deštruktívne a jej efekt býva častejšie reverzibilný. Hlavné indikácie PRF sú z oblasti ovlivnenia nervového systému v rôznych lokalizáciách a jej bezpečnosť je často považovaná za vyššiu vzhľadom na jeho modulačnú pôsobnosť pomocou elektromagnetického poľa. Vlastný provedenie pod röntgenovou kontrolou vrátane instrumentária je identické s klasickou radiofrekvenčnou liečbou. PRF je indikovaná na blokádach periférnych nervov, ganglií dorzálnych koreňov, trojklaného nervu, glossofaryngeu i ďalším. Niektorí autori používajú PRF i u facetových bolestí a pri blokádach sakroiliakálnych kĺbov.

**Neurostimulácia miešnej (SCS)** ovlivňuje prenos bolesti stimuláciou nervových tkanív či štruktúr pomocou definovaného elektrického proudu. Je využívaná nízkonapäťovú elektrickou stimuláciou nervov, mozku a zvláštne pak kolaterálnych nervových vláken veľkého priemeru, dorzálného provazce miechy, kedy dochádza k blokádě prenosu nervových signálov bolesti do mozku (Oakley, 2003).

Pri použití neurostimulačných metod dochádza v priemere k úľave od bolesti asi u 60–70% indikovaných nemocných, se snížením bolesti o 50–70% (Burchiel, 1993, 1995, 1996).

Elektrická analgetická stimulace se provádí na různých nervových úrovních: periferní nerv, ganglion n. trigeminus, zadní provazce či kořeny míchy, talamus a motorická kůra.

Odhaduje se, že v současné době jsou neurostimulační systémy aplikovány asi 15 000 pacientům každoročně, z toho je asi 5 000 neurostimulací v Evropě, nejvíce se používají stimulace zadních provazců míšních – spinal cord stimulation (SCS). Všeobecně se dá říci, že neurostimulační metody jsou dobře účinné u neuropatických bolestí, u nociceptivních a u centrálně deafferentačních bolestí je analgetický účinek významně nižší. SCS se používá i u nociceptivní bolesti, zejména u anginy pectoris a ischemických poruch pro předpokládaný kombinovaný antinociceptivní a vazodilatační mechanismus účinku. Antiischemický efekt stimulace byl opakovaně prokázán (Augustinsson, 1999).

Ukazuje se, že zlepšení neurostimulační technologie přispívá ke zlepšení výsledků při léčbě SCS (Vrba a Kozák, 2002).

Neurostimulace nabízejí alternativu v léčbě těch případů, kde méně invazivní terapie nejsou účinné, nebo jsou zatíženy nevládnutelnými vedlejšími účinky, kauzální terapie není možná a nechceme přistoupit k neurodestruktivním výkonům. Pro úspěšnou léčbu neurostimulačními technikami je podstatné, aby byla udělána vždy přesná diagnóza, zjištěna etiologie chronické bolesti a určen typ bolesti.

Před zavedením neurostimulačního systému je vždy nezbytné kompletní neurologické,

neurofyziologické, zobrazovací a zejména psychologické a psychiatrické vyšetření (Kumar a Toth, 1998).

Ukazuje se, že nejdůležitější faktory ovlivňující úspěšnost jak krátkodobou, tak zejména dlouhodobou, je pečlivý výběr nemocného a správné provedení celého neurostimulačního výkonu.

## Historické poznámky

V březnu roku 1967 Norman Shealy, neurochirurg z Wisconsinu, se svými pracovníky zkusil analgetickou stimulaci míchy. Pro ovlivnění bolesti zavedl elektrody chirurgickým přístupem do subdurálního prostoru pomocí laminektomie v oblasti L2–3 u 70letého muže s bronchogenním karcinomem.

V 90. letech zejména díky zlepšení kvality používaného materiálu i provedení vlastní implantace došlo k velkému rozšíření této metody ve světě. Technická zlepšení se týkala hlavně výběru materiálu elektrod, spojovacích systémů a zejména kvalitnějších zdrojů energie (výkonnější a menší baterie). Velký rozvoj zejména perkutánních metod dovolil rozšířit neurostimulační metody mezi nechirurgické obory, mezi anesteziology, kteří se zabývají léčbou bolesti. Ke konci 20. století se rozvoj neurostimulace projevil zejména v počítačovém modelování stimulace a možnostech opakovaného dobíjení zavedených SCS systémů. Analgetická stimulace míchy a periferních nervů se postupně rozšířila i na stimulace jiných nervových struktur, zejména kůry mozku.

## Teorie působení neurostimulace

Při míšní stimulaci předpokládáme, že se uvolňují některé látky, které působí tlumivě. Předpokládá se při ní uvolnění enkefalinů, endor-

finů a dynorfinu, které blokují bolestivou transmisí na míšni úrovni. Pro vysvětlení je možné použít i vrátkovou teorii: silným podnětem uvolníme nejen endorfiny a enkefaliny, ale také facilitujeme rychle vedoucí vlákna A $\alpha$ ,  $\beta$  a eventuálně vlákna B (Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006).

Poslední experimenty dokazují, že efekt SCS je uskutečňován segmentálními míšními mechanizmy. Pokud se poruší nervové kořeny a nastane lokální změna v periferních nervech, projeví se důsledkem i ve spinálních neuronech. Nejdůležitějším aspektem je vznik hypersenzitizace, mlčící (silent) neurony začnou „pálit“ (firing) vysokou frekvencí a předtím nebolestivé stimulační vyvolávají aktivitu v nociceptních drahách. SCS inhibuje tyto patologické aktivity. Existuje i neurochemický mechanismus, kdy se uvolňuje GABA v zadních rožích míšních a zvyšuje transmitter glutamát. Důležitou roli hrají GABA $_B$  receptory. Tohoto procesu se účastní i adenosinový systém, který je transmitterem descendní inhibice, stejně jako serotonin a noradrenalin. Tyto vlivy patří k supraspinálními komponentám inhibičního efektu SCS. Neovlivňují příliš spinální hypersenzitivitu a mají přibližně 10% účinek. Je samozřejmé, že znalost a využití dosud poznávaných mechanismů může zvýšit efekt SCS. Je pravděpodobná i antineuropatická inhibice lokálních nervových okruhů (Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006).

Na mechanismech protibolestivého působení se účastní oba systémy – periferní i centrální. Účastní se i několik neuromediátorů (serotonin, alanin, epinefrin, substance P, gama-aminomáselná kyselina – GABA, calcitonin gene-related peptid – CGRP a další), které při stimulaci prokazatelně vznikají.

## Předpoklady výběru nemocného pro SCS

Správný výběr nemocných k neuromodulačním technikám zlepšuje dlouhodobé výsledky metody, ale i dříve vrací prostředky vynaložené na finančně náročný neuromodulační systém. Návratnost ve srovnání se standardními metodami se při zlepšení výběru nemocných zkracuje až skoro o jeden rok. To je významný faktor, který je důležitý při prosazování těchto metod pro i tzv. třetí stranu, tedy plátce zdravotní péče (Van Buyten, 1999).

## Vyčerpání standardních léčebných metod

U pacienta byly standardní metody analgetické léčby vyčerpány nebo jsou zatíženy nezvladatelnými vedlejšími účinky. V některých případech nejde pouze o vyčerpání léčebných možností, ale SCS přinese pacientovi lepší kvalitu života i úlevu od bolesti, než aplikovaná medicína, která má pouze parciální efekt a navíc je spojena s velkým útlumem.

## Nemožnost kauzálního řešení chirurgickými metodami

Tento bod se týká zejména případů po operacích páteře, kdy je před indikací pacienta k SCS požadováno vyjádření neurochirurga. Na zahraničních pracovištích, kde je SCS více využívána, již přímo neurochirurg řeší otázku, zda bolestivý stav řešit chirurgickým výkonem či neuromodulací. Např. u FBSS je jasně indikovanou situací pro reoperaci nervová komprese (nový výhřez či recidiva výhřezu meziobratlové ploténky), která je ve shodě s klinickým a zobrazovacím vyšetřením, ale fibrózní změny v operované oblasti

jsou výjimečnou indikací k operačnímu výkonu a představují nejčastější indikaci pro SCS u stavů po operaci páteře.

### Psychologické předpoklady

Nejčastější kontraindikace k plánovanému SCS výkonu jsou psychologicko-psychiatrické. Chronický pacient mnohdy prezentuje velmi komplikované bolestivé chování a somatomorfni poruchy a i pro specialisty, kteří používají cílená vyšetření z oblasti psychologie a psychiatrie, bývá obtížné správně předpovídat úspěšnost zavedené SCS.

Je nutné si uvědomit, že příspěvek psychologa a psychiatra nekončí v momentě rozhodnutí k neuromodulaci, ale podílejí se nadále na přípravě nemocného až do vlastního výkonu a samozřejmě i po něm. Jak ve své studii North a kol. (North et al., 1996) ukázali, pečlivý výběr na podkladě psychologického ohodnocení odhalí i pacienty s primárně nepsychologickými problémy, kam patří např. pacienti se sekundárními zisky a potenciálními lékově závislými, u nichž nemůžeme očekávat dobrý výsledek neuromodulační léčbou.

### Poučení pacienta

Pacient je dostatečně a vhodně poučen a seznámen s příslušnou neuromodulační metodou, k vysvětlení celé metody je potřeba dostatek času a použití didaktických pomůcek, event. i mapek, které ukazují celý systém, způsob zavádění a následnou práci se systémem.

Pacient musí být skutečně motivován pro tuto terapii. Výsledkem poučení a pochopení je pak podepsání Závazného prohlášení (informovaný souhlas).

### Podmínky pro kvalitní zavedení SCS

Jedná se zejména o podmínku kvalitního a úplného multidisciplinárního týmu, zabezpečujícího kompletně a kdykoliv kompletní péči o pacienta jak předoperačně, peroperačně, tak pooperačně a i v následném dlouhém období. Všechna určená neuromodulační centra musí tyto podmínky splňovat.

### Souhlas mezi klinickým a strukturálním nálezem

Přítomnost objektivního nálezu indikujícího SCS výkon je důležitý a nezbytný faktor pro zaručení úspěchu neuromodulačních metod (Kupers, 1999). Měla by vždy existovat shoda mezi klinickými (neurologickými), zobrazovacími metodami (rtg, CT, MRI) a elektrofyziologickými technikami (EMG, SEP, kondukční studie, termografie apod.). Shoda klinického a strukturálního nálezu je dobře objektivizovatelná a většinou nečiní obtíže. Jak je již dříve uvedeno, nejsložitějším posouzením k indikaci je správné zhodnocení psychického stavu pacienta. Z nesprávného posouzení psychiky chronicky nemocného je popsáno nejvíce selhání SCS.

### Obecné indikace k SCS

Specifikace neuromodulačních metod byly shrnuty v „*Bruselském konsenzu pro léčbu bolesti neuromodulačními technikami*“, který byl vydán **EFIC** (European Federation of IASP Chapters) v roce 1998 jako první standard. Standard byl poskytnut a schválen i při jednání v Evropském parlamentu v roce 1998. Tento dokument má platnost srovnatelnou s WHO směrnici pro léčbu nádorové bolesti.

K této léčbě jsou indikováni nemocní s chronickými, neztišitelnými a jinak těžko ovlivnitelnými

nými bolesťami, zejména bolesťami nenádorové etiologie (u bolesti nádorové etiologie se neurostimulační techniky používají zcela výjimečně).

Nejčastější indikace k neurostimulačním metodám (převažující neuropatická bolest):

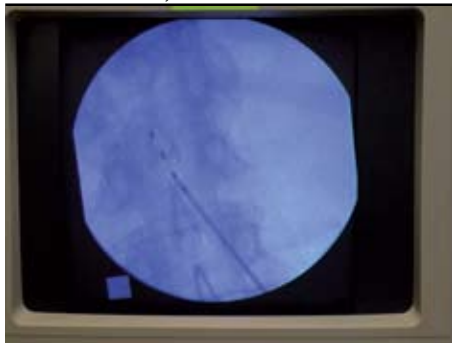
- FBSS – zde s převahou neuropatických bolestí v dolních končetinách
- arachnoitida a radikulopatie
- angina pectoris jinak léčebně či operačně neovlivnitelná, syndrom X
- ischemická choroba dolních končetin, Burgerova či Raynaudova choroba
- komplexní regionální bolestivý syndrom
- pahýlová bolest (fantomová bolest je méně vhodná)

### Postup při zavádění míšní neurostimulace (SCS)

Zavedení elektrod do epidurálního prostoru se provádí v lokální anestezii, příp. v analgosedaci, která však nesmí ovlivňovat či přímo zamezovat dobrému peroperačnímu kontaktu a spolupráci pacienta při testování uložení elektrody či elektrod. Poloha nemocného je na břiše k umožnění punkce v oblasti páteře, k provedení implantace je potřebné mít na sále zobrazovací rtg C rameno (obrázek 2).

Pro zavedení elektrod do epidurálního prostoru se nejčastěji využívá perkutánního paramediálního přístupu a vpich asi 2–3 segmenty pod předpokládanou polohou elektrody v epidurálním prostoru. Při neurochirurgickém přístupu se používá laminektomie (hemilaminektomie) k zavedení speciální ploché elektrody do epidurálního prostoru (Thomson, 1999). Při zavedení elektrody chirurgickým přístupem se musí většinou použít i v 1. době celková anestezie

**Obrázek 2.** Paramediální vpich a kontralaterální zavádění elektrody



(Brodison a Chauhan, 1999). Neurochirurgické zavádění je takřka na všech pracovištích uváděno jako postup druhé volby, zejména pokud se nedaří perkutánní přístup.

Zásadní pro úspěch metody je provedení zkušebního období (testovací období od zavedení elektrody a dočasné zevní stimulace jak peroperační, tak i pooperační), které určí vhodnost zvoleného neuromodulačního systému a může předpovědět míru dlouhodobé úspěšnosti neuromodulace. Celosvětově není jednota v délce ani ve způsobu provedení zkušebního období. Jeho délka se pohybuje od několika dnů do několika týdnů dle zkušeností jednotlivých neuromodulačních center (Thomson, 1999; Wetzel et al., 2000; Dario, 2001).

Po vyhodnocení a zjištění úspěšného proběhnutí zkušebního období (úleva od bolesti by měla být minimálně 50%, je předpoklad snížení analgetické medikace, zvýšení funkčnosti a kvality života, vnímání parestézií je příjemné a je přiměřená energetická náročnost systému), je možno provést 2. část neurostimulační implantace.

Druhá fáza neurostimulácie sa skladá z implantácie podkožného generátora a propojení s elektrodou pomocou spojovacieho káblu. Generátor umiestujeme v podkožnej kapsle v oblasti brucha, tak aby ho mohol pohodlne ovládať pomocou pacientského ovladača (obrázok 3).

Po výkone by mal pacient stráviť niekoľko dní v nemocnici, ktoré sa využijú na kontrolu hojenia rány, naučenie ovládať pacientský programátor a testovanie počátečných stimulačných hodnôt. Ďalšie kontroly sú pak plánované v ďalších intervalech, prípadne neodkladne pri jakýchkoliv problémoch so systémom (Ghajjar a Miles, 1998).

### Aktuálne trendy a novinky v neurostimulačnej terapii

Neurostimulačnú terapiu sa v posledných rokoch predpokladá veľká budúcnosť v mnohých oblastiach. Je možné ju využiť i v chirurgii pri funkčných poruchách sčeračov, v urológii, neurologii, obezitológii, teda nejen u bolestivých stavov. Zavedenie dvoch elektrod je doporučované pre bilaterálnu obtížnosť v dolných končatinách a v prípade jej použitia je možné tiež počítať s kombinovaným efektom a pôsobením elektrických proudov nejen medzi kontakty na elektrodách, ale je možné využívať i kombinácie elektrických proudov medzi oboma elektrodami. Niektorí autori však dávajú prednosť zavedeniu jednej elektrody, ktorá je umiestnená prísne mediálne a dokáže stimulovať obe dolné končatiny symetricky. Novinkou v posledných rokoch je plochá elektroda, ktorá sa zavádza perkutánne a pritom splňuje nároky kladené na neurochirurgické ploché elektrody (dlhodobá stabilná poloha elektrody, spoľahlivé pokrytie bolesti, dobrá fixácia v zadnom epidurálnom priestore) a dovoľuje túto elektro-

**Obrázok 3.** Neurostimulačný komplet: pacientský ovladač, generátor pulzov s predlžovacím káblom, elektrody



du zavádzať anesteziologickým postupom. Jej zavedenie je komplikovanejšie, vyžaduje anesteziologický perkutánny postup a použitie špeciálnych dilatátorov a jehiel pre zavedenie objemnejšej elektrody. Ďalšia nová technológia vychádza zo skutočnosti, že počas pohybov dochádza k zmenám veľkosti epidurálneho priestoru. Väčšina pacientov sa zavedenou SCS spouští stimuláciu v polohe vleže na zádech a pouze niektorým SCS účinkuje i v iných polohách, väčšinou však pri iných nastavených intenzitách. Nový systém dokáže na základe elektronického nastavenia naprogramovať stimuláciu tak, že účinne stimuluje pri rôznych polohách tela s ohľadom na zmenu šířky a veľkosti epidurálneho priestoru.

Perspektívne lze predpokladať zvyšovanie dôležitosti SCS a rozširovanie jej indikácií i pro více typů bolesti nociceptivního původu, dokonce i pro některé druhy spasticity, které jsou v současné době léčeny pomocí implantovaných pump uvolňujících baklofen.



Velkou výhodou stimulačních systémů je aplikace elektrických proudů bez použití farmak a v ideálním případě plné nahrazení analgetické farmakoterapie pacienta. Pumpové systémy pracují sice s velmi nízkými koncentracemi účinné látky, nicméně je pravidlem, že po určité době na ně nastupuje tachyfyaxe a je nezbytné zvyšování její koncentrace. Na druhé straně nevýhodou stimulačních systémů, zejména SCS, je jejich obtížnější zavádění i častější technické komplikace. Lze předpokládat další a další novinky v oblasti neuromodulačních systémů, které by přinesly větší komfort pro lékaře i pacienty. Nové SCS systémy, které dokáží bez reimplantace generátoru vydržet 10 a více let (restore), jsou zevně dobíjitelné a běžně se již v některých zemích používají. Očekávají se nové látky pro aplikace do pumpových systémů, které budou analgeticky potentnější než morfin a bezpečnější než aktuálně používaný ziconotid. Rozvoj RF technik zatím v ČR očekáváme v oblasti edukace specialistů a možností využití techniky ve více algeziologických centrech.

*Práce podpořena MZ ČR,  
VZ 0021620816/2005–2011.*

## Literatura

1. Augustinsson L. Spinal cord stimulation in peripheral vascular disease. *European Journal of Pain*, 1999; 3: 397–399.
2. Brodison A. Chauhan Spinal cord stimulation in management of angina. *The Lancet*, 1999; 354: 20.
3. Burchiel KJ, Anderson CA, Brown F. Prospective, multicenter study of spinal cord stimulation parameters for relief of chronic back and extremity pain. *Spine* 1996; 21: 2786–2794.
4. Burchiel KJ, Anderson VC, Wilson BJ, Denison DB, Olson KA, Shatin D. Prognostic factors os spinal cord stimulation for chronic back and leg pain, *Neurosurgery* 1995; 36(6): 1101–1111.
5. Burchiel K, Hosobuchi Y, Hassenbusch S, Oakley J. A discussion of implantable technologies for the treatment of chronic, intractable pain, Symposium Medtronic, inc. 1993.
6. Dario A. Treatment of failed back surgery syndrome. *Neuromodulation* 2001; 4(3): 105–110.
7. Ghajar AW, Miles JB. The differential effect of the level of spinal cord stimulation on patients with advanced peripheral vascular disease in the lower limbs. *British Journal of Neurosurgery* 1998; 12(5): 402–408.
8. Kumar K, Toth C, Nath RK, Laing P. Epidural spinal cord stimulation for treatment of chronic pain-some predictors of success. A 15-year experience. *Surg Neurol* 1998; 50: 110–121.
9. Kupers R. The role of psychological evaluation in neuromodulation procedures for chronic pain: Much ado about nothing? *European Journal of Pain*, 3-Tutorial II: Neuromodulation of pain, Abstracts, 1999: 387–389.
10. North RB, Kidd DH, Wimberly RL, Edwin D. Prognostic value of psychological testing in patients undergoing spinal cord stimulation: a prospective study. *Neurosurg* 1996; 39(2): 301–311.
11. Oakley JC. Spinal cord stimulation for neuropathic pain. Pain research and clinical management. Electrical stimulation and the relief of pain. 2003: 104–105.
12. Rokyta R, Kršiak M, Kozák J. Bolest, Tigis, 2006: 551–578.
13. Thompson S. Spinal cord stimulation in failed back surgery (treatment) syndrome. *European Journal of Pain*, 1999; 3: 394–396.
14. Van Buyten JP. Cost-effectiveness of spinal cord stimulation. *European Journal of Pain*, 1999; 3: 404–405.
15. Vrba I, Kozák J. Neuromodulace při chronické bolesti, *Bolest* 2002; 5: 6–14 A.
16. Wetzel FT, Hassenbusch S, Oakley JC, Willis KD, Simpson KR, Ross LE. Treatment of chronic pain in failed back surgery patiens with spinal cord stimulation: a review of current literature and proposal for future investigation. *Neuromodulation* 2000; 3(2): 59–74.

### MUDr. Jiří Kozák, Ph.D.

*Centrum pro léčení a výzkum  
bolestivých stavů při Klinice rehabilitace  
2. LF UK a FN v Motole  
V Úvalu 84, 150 06 Praha 5-Motol  
j.kozak@lfmotol.cz*

