616—009,7—085:814

MECHANISMUS PŮSOBENÍ AKUPUNKTURY U ALGICKÝCH STAVŮ

Pplk. MUDr. Richard UMLAUF, chir. oddělení Vojenské nemocnice SNP v Ružomberku
(náčelník plk. MUDr. Jan Kulhánek)

MUDr. Vladimír NOVOTNÝ, katedra normální anatomie lékařské fakulty University J. E. Purkyně v Brně
(vedoucí katedry prof. MUDr. Lubomír Malinovský, CSc.)

Mírnění bolesti lehkou taktilní stimulací postižené oblasti je instinktivním předobrazem rozsáhlého souboru technik, které použitím různých druhů mechanického, termického a elektrického dráždění usilují o zmírnění až odstranění bolesti. Nejstarším systémem lékařského využití mechanické a termické stimulace je bezpochyby čínská léčba bodáním a požehováním — akupunktura a ignipunktura. Cílem tohoto sdělení je osvětlit mechanismus působení akupunktury u algických stavů na základě moderních fyziologických představ.

Foerster (1935) podal jako jeden z prvních přesný popis tlumivého vlivu epikritické citlivosti na percepci bolesti a tento jev lokalizoval do thalamu. Bernard (1928) vyvolával svými diadynamickými proudy analgezii a uvažoval m. j. i o možném centrálním podkladu těchto jevů. Výsledky prací s diadynamickými proudy vedly Zinna (1956) k zavedení pojmu „Verdeckungseffekt", kterým vystihl obecnou zkušenost, že mezi aferentními aktivitami různých vláken kožních nervů dochází k vzájemné inhibici. Zvláště výrazný je tento efekt u elektrické stimulace nervů při frekvenci okolo 200 Hz, která vyvolává silný tlumivý vliv na percepci bolesti. Tyto efekty lokalizoval Zinn rovněž centrálně. Elektrofyziologické práce, vztahující se k depolarizaci primárních aferentních vláken presynaptickým útlumem, vedly k Melzackově-Wallově teorii bolesti (1965), která byla pokusem o řešení mechanismu inhibičních efektů na segmentální úrovni s uvážením silného modulačního vlivu supraspinálních struktur (Melzack 1970).

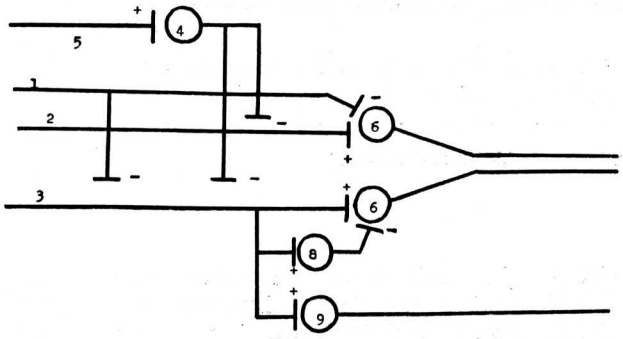
Kolem roku 1965 začaly pronikat do Evropy a USA zprávy o úspěšném použití akupunktury k vyvolání analgezie při chirurgických výkonech, které navazovaly na klinické zkušenosti s použitím akupunktury u algických stavů, publikované i v našem písemnictví (Umlauf 1962, Kajdoš 1965, Vymazal, Tuháček 1965). Man (1972), který se problematikou akupunktury velmi podrobně zabývá, navrhl termín „pain blocking" pro techniku akupunktury k vyvolání analgezie, neboť bylo pokusně zjištěno, že běží skutečně o analgezii, při čemž ostatní modality kožního čití zůstávají zachovány. Zdůraznění účinku aferentní aktivity v tomto procesu dosáhneme používáním pojmu APB (afferent pain blocking) techniky. Tímto označením shrnujeme všechny postupy, které se pokoušejí vytvářením aferentní aktivity určitých modalit mírnit až odstranit bolest bez použití farmakologických prostředků nebo bez využití blokujících efektů elektrického proudu na nervové vedení přímo. Čelným představitelem APB technik, s největší tradicí a zkušeností, je právě akupunktura v léčbě a prevenci bolesti.

Některé morfologické údaje:

Volná nervová zakončení jsou dnes všeobecně pokládána za receptory bolestivých podnětů. Výjimkou jsou některá extrémní stanoviska (např. Chajutin 1964), podle nichž je funkcí volných nervových zakončení pouze recepce metabolických humorálních změn, zatímco vlastní recepce bolesti je přímo funkcí tenkých vláken dážděných v jejich průběhu uvolněným bradykininem, histaminem a jinými bolest působícími látkami. Jsou popsány i receptory odpovídající jak na nocicepční, tak i na mechanickou stimulaci (Iggo 1960).

Výzkum vláken vedoucích bolestivou aferenci započal Zottermann (1939) a další vý-

zkum jeho závěry potvrdil a upřesnil. Za základní nositele bolestivé aference jsou pokládána jednak tenčí vlákna skupiny A delta, tzv. A delta dvě vlákna (Hassler 1966) a C vlákna. V celé skupině A delta a C vláken je však popsáno i vedení nenocicepčních podnětů, hlavně mechanických (Iggo 1960). Nelze tedy uvedené skupiny vláken pokládat za nositele výlučně nocicepční aference. Průběh a zakončení tenkých vláken v zadních rozích míšních tvoří dosti složitý obraz (Sprague 1964, Maršala 1969). Spíše než histologický obraz nás však zajímá funkční zapojení těchto vláken. Většina autorů se přiklání k zapojení, které navrhl Hassler (1968) a které je schematicky znázorněno na obr. 1.



Obr. 1. Modifikace bolestivých aferencí na spinální úrovni (podle Hasslera 1968)

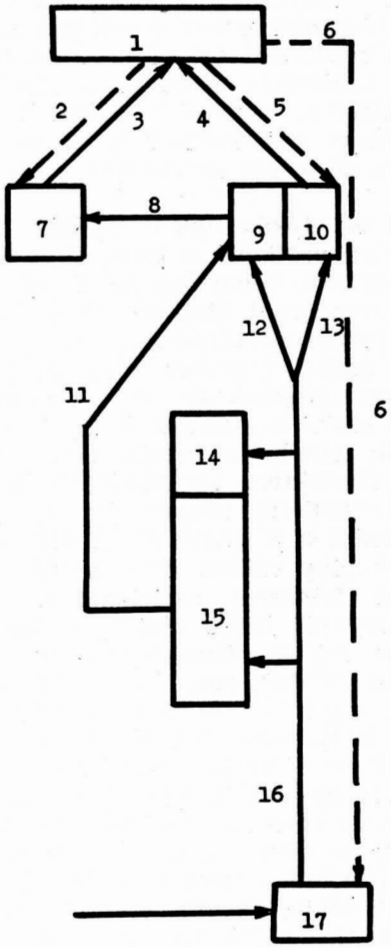
1 — kolaterály drah zadních provazců
2 — A delta vlákna
3 — C vlákna
4 — neurony zprostředkující útlum kortikospinálními a retikulospinálními drahami
5 — kortikothalamické dráhy
6 — deuteroneurony tr. spinothalamicus
7 — tr. spinothalamicus
8 — předpokládaný útlumový adrenergní neuron
9 — vegetativní aference

Nositeli bolestivé aference jsou tr. spinothalamicus a tr. spinoreticularis, tento s napojením na tr. reticulothalamicus. Jejich průběh a uložení v míše popisuje detailně Maršala (1969). Pokud jde o průběh tr. spinothalamicus v mozkovém kmeni, je vhodné upozornit na výrazné kolaterály k retikulární formaci oblongaty a mostu a dále na koleterály do oblasti šedi v prostoru aquaeductus Sylvii, kde byla experimentálně prokázána struktura, která zprostředkuje vokální a do jisté míry i mimický projev bolesti. Tyto reakce jsou vybavitelné po oddělení vyšších etáží mozku (Gamper podle Hasslera). Před vstupem do thalamu se tr. spinothalamicus dělí na laterální část, procházející ke specifickým jádrům thalamu, a na mediální část, která přechází k nucleus limitans a k intralaminárním jádrům. Tyto systémy pak Hassler označuje jako kortikální a subkortikální dráhy bolesti. Charakteristické pro laterální (specifickou) část jsou přesná topicita projekcí bolesti a pocit ostré bolesti, mediální (nespecifická) část je charakteristická difúzní projekcí bolesti a palčivými pocity (Haasler 1968).

Degenerační studie ukazují, že tr. spinothalamicus končí v několika specifických jádrech thalamu, ale přímý vztah k bolesti má zřejmě pouze ncl. ventralis posterolateralis, tradičně uváděné. Ncl. limitans a intralaminární jádra projikují do pallida a odtud difúzně do kůry. Oba systémy jsou pod zpětněvazebnou kontrolou kortikothalamických a kortikopalidothalamických drah. Na vztahy mezi oběma systémy lze dále soudit podle výsledků thalamotomií, kdy lze zcela obecně říci, že trvalého odstranění bolesti je možné dosáhnout pouze zásahy, které postihnou i nespecifická jádra thalamu, zvláště ncl. limitans. Tr. spinoreticularis, který je uváděn jako stará dráha difúzní bolesti, je značně neurčitý jak v zadních rozích míšních, tak i v míše a kmeni (Maršala 1969). Korový i podkorový systém se vzájemně ovlivňují, což je m. j. patrné i z průběhu a tvaru evokovaných potenciálů. Toto vzájemné ovlivnění je zcela analogické tomu, které lze pozorovat např. při přerušení vedení v polysynaptických spojích retikulární formace narkotiky (Monnier 1968). Schéma drah pro vedení bolesti znázorňuje obr. 2.

V oblasti trigeminového aferentního systému jsou základní poměry známy. Za zmínku stojí tyto údaje: Ncl. spinalis n. trigemini je daleko bohatěji zásoben kolaterálami taktilních drah, než se dříve soudilo podle lehkých hypestezií po traktotomiích. Je dokonce dosti obtížné nalézt skupiny neuronů, které by odpovídaly pouze na bolestivé stimuly (Grubel 1970). Z oblastí taktilní citlivosti odpovídají skupiny neuronů postsynapticky jak na bolestivou a termickou, tak i na taktilní aferenci. Kortikobulbární dráhy pronikají do ncl. spinalis n. trigemini a jejich funkcí je zřejmě regulace převodu bolestivých stimulů (Hassler 1970).

Pro posouzení možnosti ovlivnění trigeminových bolestí stimulací vzdálených bodů při akupunktuře je důležitý i fakt, že zcela mimo jasně ohraničená trigeminová jádra lze nalézt skupiny neuronů v retikulární formaci, které odpovídají polysynapticky na trigeminovou aferenci asi se stejnou latencí jako neurony přímo v jádrech (Grubel 1970). Zakončení ncl. spinalis n. trigemini na úrovni C_2—C_3 je značně difúzní a není spolehlivě určen průběh drah, které zprostředkují vegetativní odezvu na trigeminové stimuly aktivací sympatiku v C_8—Th_2. Není rovněž známa práce, která by sledovala degenerační změny ve spinálním jádře trigeminu po přetětí zadních kořenů krčních segmentů tvořících plexus brachialis, ačkoli nalezení podobných spojení by mělo značný význam pro výklad působení akupunktury z některých vzdálených aktivních bodů na trigeminovou oblast (např. bodu HE GU aj.). Kortikální regulace převodu trigeminových aferencí se děje jednak kortikothalamickými drahami, jednak drahami kortikobulbárními na úrovni ncl. spinalis n. trigemini.



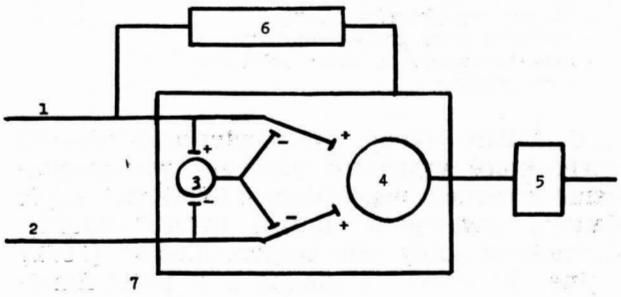
Obr. 2. Schéma drah a zapojení pro vedení bolesti

1 — somestetická kora
2 — kortiko - palidální dráhy
3 — palido - kortikální dráhy
4 — thalamokortikální specifické dráhy
5 — kortikothalamické dráhy
6 — kortikospinální dráhy
7 — palidum
8 — thalamopalidální spojení
9 — nespecifická jádra thalamu
10 — specifická jádra thalamu
11 — spojení retikulární formace s thalamickými nespecifickými jádry
12 — mediální část tr. spinothalamicus
13 — laterální část tr. spinothalamicus
14 — šeď v oblasti aq. Sylvii
15 — ret. formace kmene
16 — tr. spinothalamicus
17 — segm. úroveň

Pokud se týká existence substantia gelatinosa Rolandi v ncl. spinalis n. trigemini, literární údaje nejsou jednoznačné. Olszewski (1950) její existenci v kraniální části popírá, Hassler naopak podává její popis v mediální a kaudální části spolu s analogickým zapojením aferentních drah jako ve spinální míše. Předpokládá i podobnou laminární organizaci, což odpovídá předpokladu o analogii spinální míchy a jader trigeminu (Clara 1959).

Některé fyziologické údaje:

Výzkum presynaptického útlumu je již velmi rozsáhlý a jeho význam pro fyziologii míchy neustále vzrůstá. Zdůraznění funkce presynaptického útlumu při výkladu tlumení bolesti taktilní stimulací bylo základem Melzackovy-Wallovy teorie bolesti (1965) (obr. 3). Podle této teorie aference, jdoucí po silných kožních vláknech, aktivují buňky substantia gelatinosa a ty presynaptickým útlumem blokují převod jak silnými, tak i slabými vlákny. Aference, jdoucí po slabých kožních vláknech, inhibují buňky substantia gelatinosa a tím usnadňují převod samy sobě. Projevem této aktivity je hyperpolarizace, projevující se kladným potenciálem zadních kořenů.

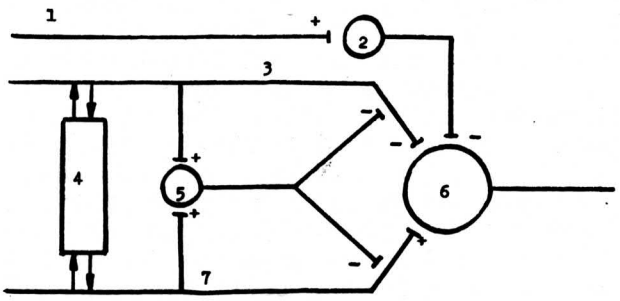


Obr. 3. Původní schéma Melzack - Wall 1965

1 — silná kažní vlákna
2 — slabá kožní vlákna
3 — Buňky substantia galatinosa
4 — T - buňky, asi deuteroneuron tr. spinothalamicus
5 — „action system" — efektivní struktury reakce na bolest
6 — „central control processes" — centrální struktury, regulující funkci gate - mechanismu
7 — ohraničení vlastního gate-mechanismu, excitační synapse +, inhibiční —

Záhy po zveřejnění Melzackovy-Wallovy teorie byly některé její předpoklady podrobeny kritice (Zimmermann 1968, Vyklický 1969). Námitky se týkaly hlavně hyperpolarizace slabých vláken a nejednoznačné funkce obou skupin slabých vláken. Většina autorů (Vyklický 1969, Burke et al. 1970, Jänig 1971) se dnes přiklání k názoru, že ve vrátkovém (gate) mechanismu je třeba přiznat daleko větší úlohu postsynaptickému útlumu, popřípadě depolarizačnímu účinku draselných iontů, vyplavených do extracelulárního prostoru během vzruchové aktivity. Zdůraznění funkce postsynaptického útlumu je charakteristické i pro práci Dawsona a Walla (1970), v níž autoři obhajují původní koncepci, ale v tak obecné formě, že je to místy ve zřejmém rozporu s původní prací.

Pro vlastní výzkum používáme modelu, který je znázorněn na obr. 4. V tomto zapojení je hlavní funkce připisována kombinaci presynaptického a postsynaptického útlumu spolu s uvážením funkce excitací vyplaveného draslíku. Tento model umožňuje zkoumání jednotlivých alternativ vrátkového mechanismu prostou změnou koeficientu vazeb.



Obr. 4

1 — spojené supraspinální útlumové dráhy (postsynaptická var.)
2 — neuron inverzní
3 — silná vlákna
4 — článek draslíkového útlumu
5 — společný pool presyn. útlumu
6 — deuteroneurony tr. spinothalamicus
7 — slabá vlákna

V dalším vývoji bylo vytvořeno několik teorií, které vysvětlují působení gate-mechanismů v různém uspořádání a lokalizaci, např. Manova „two gate control theory" (1972), Melzackova „poly gate control theory" (1971) a jiné. Je třeba se zmínit i o práci Amaisanneho (1952), který zjistil při zkoumání evokovaných potenciálů v thalamu, že taktilní stimulace je schopna blokovat evokovaný potenciál bolesti. Tyto výsledky potvrdil později Mc Leod (1958). Zdálo by se, že je tím potvrzen thalamický gate-mechanismus. Podobnou inhibici akustických a bolestivých stimulů popsal i Gardner, (1959), ale aparáty pro audioanestézii, které byly na základě tohoto pozorování uvedeny do praxe, neměly očekávaný účinek (Melzack 1970).

Empirické, klinické i laboratorní údaje o tlumivém vlivu taktilní aferentní aktivity na bolestivou aferenci jsou tedy zcela postačující k tomu, aby funkce zobecněného vrátkového mechanismu bylo možné použít k výkladu působení APB technik a tedy i akupunktury. Vrátkovým (gate) mechanismem v tomto obecném pojetí rozumíme strukturu schopnou realizovat útlum převodu bolestivé aference současnou nebo předcházející aferentní aktivitou v silných vláknech kožních nervů. Přitom není rozhodující detailní zapojení, které může být na různých etážích zcela odlišné.

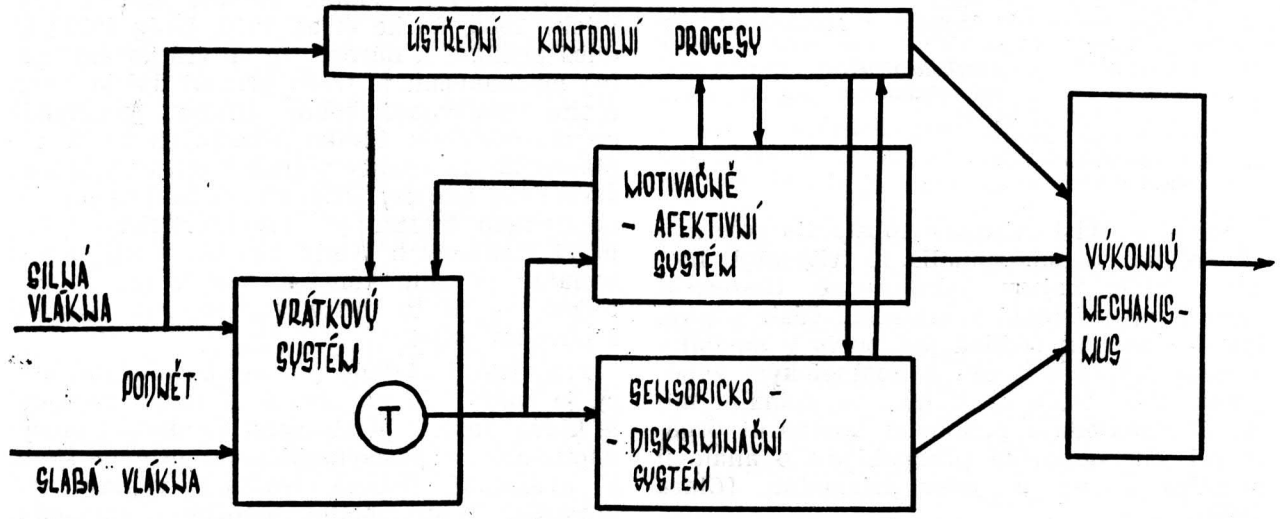
Pokud se týká funkce vyšších struktur ovlivňujících vrátkový mechanismus, byly původní formulace velmi obecné. K jejich zpřesnění došlo v práci Melzackově (1970), jejíž principy plně respektujeme (obr. 5).

Podle našich představ vyvolává jehla zavedená při akupunktuře do aktivního bodu aferentní aktivitu v nervu, který je efektivní strukturou daného aktivního bodu. V závislosti na charakteru stimulační techniky má aferentní aktivita různou intenzitu, různě dlouhé trvání a je různě rozdělena mezi jednotlivé skupiny vláken. Tato aktivita je pak základním faktorem aktivizujícím vrátkové mechanismy při léčbě algických stavů akupunkturou. Použití různých technik akupunktury závisí na tom, zda jde o bolest chronickou nebo akutní, v zásadě již existující při zavedení jehly, nebo zda jde o snahu blokovat bolestivou aferenci, která teprve nastane, např. u chirurgických výkonů. V prvním případě odpovídá použitá technika klasické tlumivé variantě akupunktury, v druhém případě se podobá technice varianty budivé. Tento rozdíl zřejmě závisí na vlastnostech kmenového gate-mechanismu, jak dále uvedeme.

Analgetický účinek akupunktury, který byl u nás mnohokráte popsán, se uplatňuje především na těchto úrovních:

a) segmentální
b) v rámci aferencí trigeminové oblasti
c) účinkem ze vzdálených bodů

a) Na segmentální úrovni je vyhovujícím výkladem analgetického účinku akupunktury segmentální vrátkový mechanismus, jehož pří-



Obr. 5. Schematické znázornění účasti senzorické, motivační a ústřední kontrolní složky v patogeneze bolesti (podle Melzacka 1970)

kladem je analgetické působení akupunktury u vertebrogenních bolestivých syndromů (Umlauf, Preč 1962, 1968, 1972, Kajdoš 1965, 1968).

b) Problematice neuralgie trigeminu je věnována stále velká pozornost. V trigeminových jádrech byl prokázán jak presynaptický (Burke 1971), tak i postsynaptický útlumový systém (Vyklický, Maximová, Jiroušek 1968). Tenká vlákna vykazují silnou presynaptickou depolarizaci. Klinickým korelátem této skutečnosti je pak okolnost, že někteří nemocní tlumí po vypuknutí záchvatu neuralgie trigeminu bolesti tlakem na spoušťovou zónu (Kerr 1970). Podobným účinkům nasvědčuje i práce Umlaufova (1970), který prokázal silný analgetický účinek akupunktury při dlouhodobém zavedení jehel v aktivních bodech v oblasti spoušťové zóny u úporných, jinak těžko ztišitelných bolestí. Hassler (1970) podává schéma zapojení pro výklad tlumivého vlivu taktilní aferentní aktivity, které je zcela obdobné jako ve spinální míše. Lze tedy předpokládat, že účinek akupunktury z aktivních bodů v trigeminové oblasti je vysvětlitelný funkcí vrátkového mechanismu, lokalizovaného v ncl. spinalis n. trigemini. Vzhledem ke skutečnosti, že etiologie i homogenita esenciální neuralgie trigeminu je předmětem diskusí, lze se k této otázce stěží určitěji vyjádřit.

c) Mechanismus účinku akupunktury ze vzdálených bodů je velmi zajímavým problémem. Klinicky je i tento efekt bezpečně ověřen. Příslušné dráhy nejsou dosud přesně známy. Existují však tyto možnosti výkladu:

1. Manova „two gate control theory" (1972). Autor zde předpokládá, že kromě segmentálních gate-mechanismů jsou lokalizovány na thalamické úrovni ještě konvergenční gate-mechanismy, jejichž aktivace je možná nenocicepční aferencí téměř z celého povrchu těla a která je za určitých podmínek schopna blokovat v tomto rozsahu také vnímání bolesti. Tím vysvětluje autor analgezii akupunkturou při různých chirurgických výkonech. Pokud by byla existence druhého gate-mechanismu na úrovni thalamu spolehlivě prokázána, byl by vysvětlen i známý efekt akupunktury aplikované v bodech všeobecného účinku (HE GU a ZU SAN LI), např. při bolestech hlavy.

2. Vyklický, Maximová a Jiroušek (1967) zjistili při výzkumu depolarizace primárních aferencí v ncl. spinalis trigemini, že depolarizaci lze vyvolat nejen z trigeminové oblasti, ale v menší míře rovněž stimulací n. radialis nebo n. peroneus superficialis. V oblasti prvního leží zmíněný bod HE GU, v blízkosti druhého pak bod ZU SAN LI. Řešení problému je sice věcí dalšího výzkumu, ale je zřejmé, že zde máme elektrofyziologický korelát jednoho z nejvýznamnějších efektů akupunktury. Lze tedy předpokládat, že spojení, které je podkladem zmíněné depolarizace primárních aferentních vláken trigeminu při stimulaci periferních nervů, je i podkladem analgetického účinku akupunktury ze vzdálených bodů na oblast hlavy.

3. Nejúplnější výklad poskytuje beze sporu Melzackova „poly gate control theory" (1971), která předpokládá existenci nejméně čtyř gate-mechanismů, a to na úrovni segmentální, bulbární, thalamické a korové. Všechny pak mohou býti aktivovány nenocicepční aferentní aktivitiou. Pro naše úvahy je důležitý zejména kmenový gate-mechanismus, jehož podstata je v tom, že aktivace descendentního retikulárního systému (inhibiční části) např. při aplikaci akupunktury v bodech všeobecného účinku, posílí segmentální útlumové obvody, které jsou součástí segmentálních gate-mechanismů v celém rozsahu míchy. Ve světle tohoto výkladu je pochopitelné např. i to, proč je k dosažení analgezie akupunkturou k provedení chirurgického výkonu zapotřebí několikaminutové předběžné stimulace aktivních bodů. Zřejmě je třeba silného posílení spinálních a snad i trigeminových inhibičních obvodů, které jsou pak schopny v různé míře blokovat i velmi silnou bolestivou aferenci.

Při chronických bolestech nejrůznějšího původu léčených akupunkturou se setkáváme často se skutečností, že poměrně krátkodobé léčebné působení vyvolává dlouhodobé, někdy i trvalé vymizení bolesti. S přihlédnutím k Melzackově teorii vysvětlujeme toto dlouhodobé působení akupunktury tím, že descendentní inhibiční systém nejen posiluje segmentální vrátkový mechanismus, ale současně tlumí aktivitu paralelních obvodů. K jejich uzavření resp. aktivaci dochází buď v důsledku dlouhodobé nocicepční aference, nebo sumací mnoha přechodných nocicepčních stimulů. Zmíněné obvody pak po svém uzavření fungují autonomně.

Dosud uvedené mechanismy analgetického působení akupunktury jsou založeny na předpokladu společného působení aferencí silných vláken kožních. Existuje však ještě další možnost: Vlákna I b Golgiho tělísek vyvolávají jednak silný presynaptický útlum ve skupině I a a hlavně ve skupině III svalových aferencí, jednak tlumí postsynapticky motoneurony inervovaného svalu. Haufschmidt (1969) využil skutečnosti, že existuje souvislost mezi aktivitou motoneuronu při obranném flekčním reflexu a aktivitou deuteroneuronů tr. spinothalamicus. Vyslovil předpoklad, že specifická stimulace I b vláken bude mít nejen antispastický, ale i analgetický účinek. Ten pak experimentálně prokázal elektrickou nízkofrekvenční stimulací svalových nervů. Vezmeme-li do úvahy, že u řady svalů existuje v určitých úsecích samostatná inervace šlach (Wrete 1956), pak by bylo možné vysvětlit analgetický účinek akupunktury, aplikované do aktivních bodů v této lokalizaci, specifickou stimulací I b vláken.

Závěr

Domníváme se, že analgetický účinek akupunktury je založen především na aktivaci segmentálních a kmenových vrátkových mechanismů vlivem aferentní aktivity nervů, stimulovaných v aktivních bodech. V oblasti trigeminové inervace se pak uplatňuje jak vrátkový mechanismus trigeminových jader po akupunktuře z bodů v této oblasti, tak i ze vzdálených bodů prostřednictvím ne zcela známých drah v kmeni, k nimž zatím známe pouze elektrofyziologický korelát. Tímto mechanismem lze nejen zmírnit, popřípadě zcela odstranit bolest již existující, ale vhodnou technikou akupunktury je možné za určitých podmínek zabránit i přenosu bolestivé aference, která teprve vznikne (např. při chirurgickém výkonu). Paralelní uplatnění kmenového vrátkového mechanismu pak umožňuje příznivý vliv poměrně krátkodobého působení akupunktury i na bolesti chronické, a to přerušením paralelních obvodů, jejichž funkce je podmínkou udržování převodu bolestivé aference.

Předneseno na III. pracovní konferenci o akupunktuře 27. a 28. 10. 1973 v Brně a na shromáždění vojenských anesteziologů 7. a 8. 11. 1973 v Praze.

Souhrn

Autoři vycházejí při vysvětlování analgetického účinku akupunktury z nových anatomických a neurofyziologických poznatků. Po jejich stručné rekapitulaci se zabývají podrobněji teoriemi tzv. vrátkového (gate) mechanismu, jejímž principem je vzájemná inhibice vedení vzruchů v silných a slabých vláknech kožních nervů. Domnívají se, že účinek akupunktury v léčbě a prevenci bolesti je založen především na aktivaci segmentálních a kmenových vrátkových mechanismů vlivem aferentní aktivity nervů, tvořících efektivní strukturu aktivních bodů. V oblasti trigeminové inervace se vedle vrátkového mechanismu trigeminových jader uplatňuje tento mechanismus i v kmeni, a to při akupunktuře v některých vzdálených aktivních bodech prostřednictvím ne zcela známých drah v kmeni, k nimž je znám zatím pouze elektrofyziologický korelát. Paralelním uplatněním kmenového vrátkového mechanismu vysvětlují někdy dlouhodobé analgetické působení akupunktury při relativní krátkosti samotného výkonu.

Literatura

1. Amaisanne, K., Res. Publ. Ass. Nerv. Ment. Dis., 30, 1952, s. 371
2. Benzer, H., Bischko, J. et al., Anaesthesist, 21, 1972, č. 11, s. 452.
3. Clara, M., Das Nervensystem des Menschen, Leipzig 1959.
4. Dawson, G. D. et al., Science, 167, 1970, s. 1385.
5. Foerster, O., Der Schmerz und seine operative Bekämpfung, Halle, 1935.
6. Hassler, R., Psychoter. Psychosom., 14, 1966, s. 345.
7. Hassler, R., Proc. 3rd Int. Pharm. Meeting, 9, 1968, s. 216.
8. Hassler, R., Walker, A. E., Trigeminal Neuralgia, Stuttgart, 1970.
9. Haufschmidt, H. J., The Use of Reflex Mechanismus in Reeducation of Mobility, Praha, 1969.
10. Chajutin, V. M., Sosudodvigatelnyje reflexy, Moskva, 1964.
11. Iggo, J. J., Physiol., 152, 1960, s. 337.
12. Jänig, W., Zimmermann, M., J. Physiol., 214, 1971, s. 29.
13. Kajdoš, V., Prakt. Lék., 45, 1965, s. 548.
14. Kajdoš, V., Prakt. Lék., 48, 1968, s. 373.
15. Kunz, Z., Tractus spinalis n. trigemini, Rozpr. ČSAV, 5, 1964, 74.
16. Man, P. L., Chen, C. H., Curr. Ther. Res., 14, 1972, s. 390.
17. Man, P. L., Chen, C. H., Diseases of the Nervous System, 33, 1972, s. 730.
18. Mc. Leod, J. G., J. Physiol., 140, 1958, s. 462.
19. Maršala, J., Nervové dráhy, Bratislava, 1969.
20. Melzack, R., Wall, P. D., Science, 150, 1965, s. 971.
21. Melzack, R., Perception and its disorders, 48, 1970, s. 272.
22. Melzack, R., Anesthesiology, 35, 1971, s. 409.
23. Monier, M., Funktions of the Nervous System, Amsterdam, 1968.
24. Novotný, V., Morfologické podklady akupunktury, III. pracovní konference o akupunktuře, Brno 1973.
25. Olszewski, J., J. comp. Neurol., 92, 1950, s. 401.
26. Poláček, V., Novotný V., Nové poznatky o senzitivních nervových zakončeních, II. pracovní konferen- o akupunktuře, Ružomberok, 1969.
27. Preč, A., Umlauf, R., Prakt. Lék., 42, 1962, 15—16, s. 704.
28. Preč, A., Umlauf, R., Prakt. Lék., 47, 1967, s. 128.
29. Umlauf, R. et al., Voj. zdrav. Listy, 34, 1965, s. 2, s. 70.
30. Umlauf, R., Prakt. Lék., 45, 1965, s. 220.
31. Umlauf, R., Preč, A., Dtsch. Zschr. Akup., 17, 1968, č. 1, s. 8.
32. Umlauf, R., Dtsch. Zschr. Akup., 17, 1968, č. 4, s. 98.
33. Umlauf, R., Dtsch. Zschr. Akup., 18, 1969, č. 4, s. 98.
34. Umlauf, R., Prakt. Lék., 50, 1970, č. 8, s. 283.
35. Umlauf, R., Prakt. Lék., 50, 1970, č. 8, s. 331.
36. Umlauf, R., Cielená reflexná liečba u vertebrogenných syndrómov, Stredoslovenské lekárske dni, Martin, 1972.
37. Vyklický, L., Maximová, E. V., Jiroušek, J., Physiologia bohemoslov., 16, 1967, s. 285.
38. Vyklický, L., Rudomin, P., Zajac, E., Burke, R. E., Science, 165, 1969, s. 184.
39. Vyklický, L., Útlum v centrálním nervovém systému, Praha, 1969.
40. Vyklický, L., Synková, E., Kříž, N., Ujev, E., Brain Res., 45, 1972, s. 608.
41. Vymazal, J., Tuháček, M., Akupunktura, Thomayerova sb. 433, Praha, 1965.
42. Vymazal, J., Tuháček, M., Čs. Neurol., 26, 1963, č. 2, s. 112.
43. Wyke, B., Principles of General Neurology, Amsterdam-London-New York, 1969.
44. Zimmermann, M., Science, 160, 1968, s. 896.
45. Zinn, N., Arch. phys. Therap., 8, 1956, s. 1.
46. Zottermann, Y., J. Physiol., 95, 1939, s. 1.