

612.811.1:615.84

VLIV PULSNÍHO ULTRAZVUKU NA FUNKČNÍ STAV SENZITIVNÍCH NERVOVÝCH VLÁKEN

MUDr. Jiří KREDBA, CSc., plk. MUDr. Josef CHALUPA
Oddělení fyziatrie a léčebné rehabilitace, Ústřední vojenská nemocnice, Praha
(náčelník: plk. MUDr. Josef Chalupa)

Uvedením pulsního ultrazvuku do léčby různých onemocnění převážně pohybově-podpůrného charakteru se objevila řada otázek týkajících se mechanismu účinku, biologického účinku a tím také účelnosti léčby a indikační šíře, způsobu aplikace (fonoforéza ?), volby parametrů (intenzita, čas) apod. Všeobecně se uvádí, že pulsní ultrazvuk má menší termické účinky, vyšší analgetické a svalově relaxační působení a že vystupují do popředí mechanické účinky (Conradi aj., 1983) (3).

V předložené práci, vycházející z našich zkušeností po aplikaci kontinuálního ultrazvuku a jeho účincích na senzitivní vlákna periferních nervů (Kredba, 1985) (6), jsme se pokusili objektivizovat elektroneurografickou metodou účinek pulsního ultrazvuku na senzitivní vlákna periferních končetinových nervů.

Metoda a materiál

U skupiny zdravých mužů průměrného věku 21 roků, průměrné výšky 183 cm, hmotnosti 76 kg jsme aplikovali pulsní ultrazvuk na n.radialis superficialis a n.suralis na obou končetinách. Oba nervy jsme ozvučovali dynamickým způsobem intenzitou 1 W/cm² po dobu 5 minut. Celkem jsme ozvučili 10 n.radialis superficialis a 10 n.suralis.

K ozvučení jsme použili přístroj Sonopuls 434 fy Enraf-Nonius-Delft, pracující na frekvenci 1 MHz, generované ultrazvukové pole bylo modulováno pravoúhlými impulsy o frekvenci 100 Hz v poměru 1:5 (2 ms doba impulsu, 8 ms pauza). Pracovali jsme s větší hlavicí o ploše 6,2 cm² (ERA 5 cm², BNR 5,0 max.). Jako styčné médium byl použit originální gel (Sonogel), který byl bezprostředně po provedení ozvučení jemně setřen z kůže.

Měření kožní teploty bylo provedeno přístrojem Ellab fy DISA kontaktními kožními elektrodami.

Ke stanovení parametrů neurogramu n.radialis superficialis a n.suralis byl použit EMG přístroj DISA 1500 s číslicovým průměrnovačem.

Technika snímání neurogramu n.radialis superficialis (snímání z prvního meziprstního prostoru antidromní metodou) a n. suralis (antidromní metoda) byla podrobně popsána v předešlé práci (Kredba, 1984) (5). Byly stanoveny parametry neurogramu; latence k odstupu a k vrcholu, amplituda a trvání neurogramu, rychlost vedení senzitivními vlákny měřená k odstupu a k vrcholu neurogramu a teplota kůže. Hodnocení parametrů neurogramu a kožní teploty bylo provedeno před aplikací pulsního ultrazvuku, pak ve 2., 5. a 10. minutě po aplikaci.

Výsledky byly zpracovány statisticky pomocí párového Studentova t-testu.

Výsledky

Po ozvučení senzitivních končetinových nervů (n.radialis superficialis a n. suralis) pulsním ultrazvukem, intenzitou 1 W/cm^2 po dobu 5 min (poměr 1:5), dynamickým způsobem za použití styčného média sonogelu, došlo k prodloužení latencí neurogramu a tím také k zpomalení rychlosti vedení v časovém úseku 2 min a 5 min po aplikaci, na hladině 5% a 1% statistické významnosti. Tyto změny byly ještě pozorovány v 10. min po aplikaci, bez statistické významnosti. Amplituda neurogramu v časovém úseku 2. min až 5. min se snížila na hladině statistické významnosti 5% u n.suralis. Mírný pokles amplitudy neurogramu byl ještě zaznamenán i v 10. minutě po aplikaci bez statistické významnosti. Trvání neurogramu n. radialis superficialis a n.suralis se prakticky nezměnilo. Teplota kůže se snížila v časovém úseku 2,5. a 10. min na 1% hladině významnosti. Naměřené parametry neurogramu n.radialis superficialis a n.suralis jsou uvedeny v tabulkách 1, 2. Vztah mezi teplotou kůže a rychlostí vedení je vyjádřen graficky (graf 1 a 2). Teplota masážní hlavice před procedurou kolísala mezi 22 až 23 °C, po aplikaci kolísala mezi 27,5–29 °C a nikdy nepřekročila teplotu kůže.

Tab. 1

Pulsní UZ 1 W/cm^2 à 5 min na n.radialis superficialis

n = 10	LO (ms)	LP (ms)	A (uV)	Tr (ms)	RSVO (m/s)	RSVP (m/s)	Te (°C)
před	1,47 ±0,09	1,92 ±0,13	26,50 ±3,20	1,07 ±0,05	70,91 ±3,67	54,09 ±2,18	32,22 ±1,07
po 2'	1,49 ±0,13	1,93 ±0,18	26,00 ±4,98	1,07 ±0,06	69,92 ±3,03	54,12 ±2,44	30,93 ±1,19
po 5'	1,53 ±0,14	1,98 ±0,17	25,90 ±4,61	1,06 ±0,05	68,17 ±2,50	52,59 ±1,61	30,60 ±1,22
po 10'	1,53 ±0,16	1,95 ±0,20	26,00 ±5,46	1,07 ±0,05	68,36 ±2,93	53,44 ±2,49	31,12 ±1,55

Tab. 2

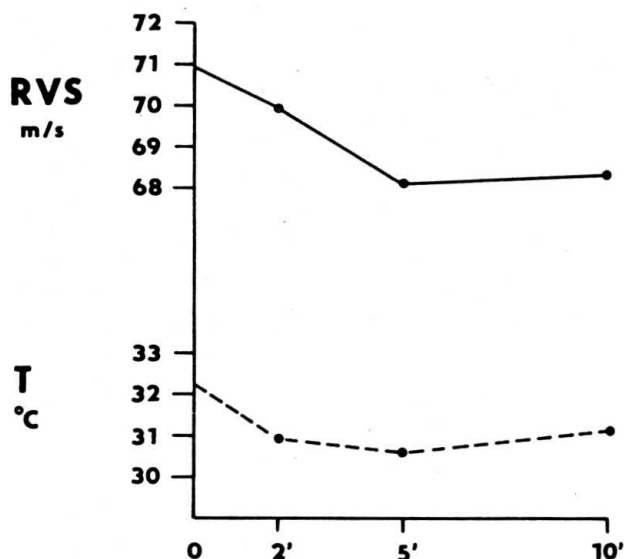
Pulsní UZ 1 W/cm^2 à 5 min na n.suralis

n = 10	LO (ms)	LP (ms)	A (uV)	Tr (ms)	RSVO (m/s)	RSVP (m/s)	Te (°C)
před	2,14 ±0,18	2,83 ±0,21	25,00 ±6,47	1,45 ±0,15	56,43 ±4,68	42,60 ±3,07	31,49 ±0,87
po 2'	2,22 ±0,19	2,84 ±0,23	21,80 ±7,22	1,42 ±0,13	54,40 ±4,53	42,49 ±3,44	28,98 ±0,99
po 5'	2,21 ±0,16	2,89 ±0,20	21,90 ±7,79	1,42 ±0,12	54,57 ±4,06	41,64 ±2,75	29,09 ±1,19
po 10'	2,19 ±0,15	2,84 ±0,19	23,00 ±7,20	1,42 ±0,12	55,02 ±3,77	42,41 ±2,86	29,31 ±1,23

Legenda k tabulkám 1 a 2:

LO – latence k odstupu, LP – latence k vrcholu, A – amplituda, Tr – trvání, RSVO – rychlost vedení k odstupu, RSVP – rychlost vedení k vrcholu, Te – teplota

Graf 1. n. radialis superficialis
PUZ 1 W/cm^2 5'



Diskuse

Významným faktorem s následnými biologickými účinky je termické působení ultrazvukové energie aplikované ať již ve formě kontinuální, nebo pulsní. V poslední době řada autorů sledovala termograficky (termovize) termické účinky kontinuálního a pulsního ultrazvuku aplikovaného v různých intenzitách a po různou dobu trvání buď přímo na kůži (Danz a Callies, 1978) (1), nebo v segmentu (Smolenski a Callies, 1986) (8). Změny teploty tkání po aplikaci kontinuálního a pulsního ultrazvuku v experimentu uvedli Conradi aj., 1983 (3).

Z experimentálních a klinických prací vyplývá, že pulsní ultrazvuk má výrazně menší termický účinek než kontinuální ultrazvuk. Na těchto a dalších biologických poznatcích byla vypracována a doporučena léčebná strategie terapie kontinuálním a pulsním ultrazvukem (Lange, 1978; Callies aj., 1983) (7, 2).

Působení kontinuálního ultrazvuku na motorická a senzitivní vlákna některých končetinových nervů s rozpornými poznatky se zabývalo málo autorů (citováni v práci Kredba, 1985) (6). V naší práci (Kredba, 1985) (6), ve které jsme aplikovali kontinuální ultrazvuk intenzitou 1 W/cm^2 po dobu 5 min za použití styčného média parafinového oleje, jsme prokázali zvýšení kožní teploty a zrychlení přenosu vzruchu po senzitivních vláknech n.suralis. Kramer, 1984 (4) ve své práci uvedl po aplikaci kontinuálního ultrazvuku 1 W/cm^2 po dobu 5 min zvýšení podkožní teploty a rychlosti vedení motorickými vlákny n.ulnaris

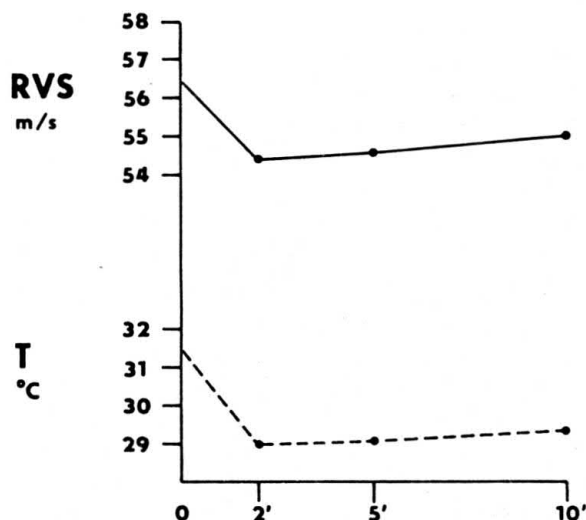
v úseku paže-loket sledované po dobu 15 min. V této práci též uvedl, že aplikoval na tentýž nerv pulsní ultrazvuk intenzitou $1,5 \text{ W/cm}^2$ po dobu 25 min (poměr 1:5) s následným měřením po dobu 15 minut a zjistil, že došlo k poklesu podkožní teploty s maximem do 5 min po aplikaci (o $2,2^\circ\text{C}$) s poklesem vedení motorickými vlákny n. ulnaris (o $2,79 \text{ m/s}$) s přetrváváním poklesu podkožní teploty a vedení po dobu 15 minut.

Proto jsme se pokusili ověřit si uvedený poznatek aplikací pulsního ultrazvuku o intenzitě 1 W/cm^2 po dobu 5 minut (poměr 1:5) na senzitivní vlákna n. radialis superficialis a n. suralis na obou končetinách. Zjištěné hodnoty neurogramu uvedených nervů svědčí pro statisticky významný pokles kožní teploty a zpomalení rychlosti vedení senzitivními vlákny s maximem mezi 2.–5. minutou po aplikaci a s přetrváváním bez statistické významnosti do 10. min. Zjištěn byl také pokles amplitudy neurogramu.

Uvedené poznatky námi provedeného vyšetření by mohly svědčit pro následující faktory, které ovlivňují pokles kožní teploty a vedení senzitivními nervovými vlákny:

1. mechanický vliv pulsního ultrazvuku, který má minimální termické účinky (Faris, 1969, Griffin aj., 1982; Wadsforth, 1980 – cit. Kramer, 1984) (4),
2. chladové účinky masážní hlavice (Danz, Callies, 1978) (1),
3. ochlazení kůže a tkání transmisním gelem (Kramer, 1984) (4).

Graf 2. n. suralis PUZ 1 W/cm^2 5'



Graf 1 a 2. PUZ – pulsní ultrazvuk, RVS – rychlost vedení senzitivních vláken, T – teplota

Závěr

Působení kontinuálního ultrazvuku a pulsního ultrazvuku na vodivost motorickými a senzitivními vlákny končetinových nervů není stejné. Kontinuální ultrazvuk aplikovaný v klinické praxi zvyšuje rychlost vedení motorickými a senzitivními vlákny periferních končetinových nervů v souladu se zvýšením teploty tkání, a naopak pulsní ultrazvuk způsobuje pokles teploty tkání a zpomalení přenosu vzruchu nervovými vlákny. Uvedené změny lze pozorovat po dobu 10–15 minut po aplikaci. Pro klinickou praxi vyplývá, že je třeba věnovat pozornost experimentálním a klinickým poznatkům a přizpůsobit tím léčebnou strategii terapie ultrazvukem.

Souhrn

U skupiny zdravých mužů přibližně stejného věku a hmotnosti byl studován elektroneurografickou metodou vliv pulsního ultrazvuku o intenzitě 1 W/cm^2 po dobu 5 minut (poměr 1:5) aplikovaného na senzitivní vlákna n. radialis superficialis a n. suralis na obou končetinách. Bylo zjištěno, že pulsní ultrazvuk v uvedených dávkách působí snížení kožní teploty v ozvučeném úseku a zpomalení rychlosti vedení senzitivními vlákny, které přetrvává po dobu nejméně 10 minut po aplikaci. V práci jsou uvedeny literární údaje o působení pulsního ultrazvuku a faktory, které by mohly ovlivňovat zjištěné hodnoty.

Literatura

1. DANZ, J. – CALLIES, R.: Thermometrische Untersuchungen bei Unterschiedlichen Ultraschallintensitäten. Z. Physiother., 30, 1978, s. 335–340.
2. CALLIES, R. – DANZ, J. – SMOLENSKI, U.: Dosierungsstrategie einer Ultraschalltherapie. Z. Physiother., 35, 1983, s. 259–264.
3. CONRADI, E. – FRITZE, U. – HOFFMAN, B.: Untersuchungen zur Verteilung der Wärmeenergie in verschiedenen Gewebsschichten beim Schwein und Ultraschalltherapie in Gleich und Impulsbetrieb. Z. Physiother., 35, 1983, s. 271–280.
4. KRAMER, J. F.: Ultrasound: Evaluation of its mechanical and thermal effects. Arch. Phys. Med. Rehabil., 65, 1984, s. 223 až 227.
5. KREDBA, J.: Sensory evoked potentials of the radial and sural nerves in healthy adult subjects: Age and sex-dependent normal values. Acta Univ. Carol. Med., 30, 1984, s. 304 až 311.
6. KREDBA, J.: Terapie ultrazvukem: Vliv na vodivost nervovými vlákny. Fyziatr. Věstník, 63, 1985, s. 183–189.
7. LANGE, A.: Moderne Ultraschalldosierung. Übersicht über die sowjetische Literatur. Z. Physiother., 30, 1978, s. 117 až 124.
8. SMOLENSKI, U. – CALLIES, R.: Beurteilung der segmentalen Reaktion auf Ultraschall mittels Infrarotthermometrie der Hände. Z. Physiother., 38, 1986, s. 315–321.

Klíčová slova: Pulsní ultrazvuk; Aplikace na n. radialis superficialis a n. suralis; Výsledky měření; Závěry.