

Vibrační neuropatie

doc. MUDr. Edvard Ehler, CSc.¹, MUDr. Zdenka Fenclová, CSc.², Ing. Zdeněk Jandák, CSc.²,
doc. MUDr. Pavel Urban, CSc.²

¹Neurologická klinika PKN, a.s. a FZS Univerzita Pardubice

²Státní zdravotní ústav, Praha

Přenos vibrací z pracovních nástrojů na horní končetiny může vést k rozvoji nemoci z vibrací. Projevuje se intermitentním zbělením prstů, paresteziemi i hypestezií postižených prstů, postupně i rozvojem neobratnosti a slabosti prstů. Zbělení prstů i desítky minut, a to přes snahu prohrát ruku i prsty. Nemoc z vibrací má projevy nervové, vaskulární i vazivové. V diagnostice se využívá chladový test, pletysmografie i EMG (zejména senzitivní a motorická neurografie). Součástí léčby je zábrana prochlazení, úprava životosprávy a pracovní zátěže, medikamentózní léčba (blokátory kalciového kanálu, pentoxyphyllin, antiagregancia).

Klíčová slova: vibrace, zbělení prstů, pletysmografie, senzitivní a motorická neurografie, zábrana prochlazení.

Vibration neuropathy

Transmission of vibration from working tools to upper extremities can lead to the development of „Hand-arm vibration syndrome“. This syndrome is manifesting through intermitent white fingers, paresthesia and hypesthesia of affected fingers, gradually clumsy and weak fingers. The whitening of fingers lasts even tens minutes, though the endeavor to warm up the hand and fingers. Hand arm vibration syndrome consists of neurogenic, vascular and fibrous tissue changes. In the diagnostics the cold test, plethysmography and EMG (especially sensory and motor neurography) are used. An important component of therapy is avoidance of cold exposure, change of regime and improvement of work load, medicamentous therapy (calcium channel blockers, pentoxyphyllin, drugs reducing platelet deposition).

Key words: vibration, white fingers, plethysmography, sensory and motor neurography, avoidance of cold exposure.

Úvod

Vibrace přenášené z pracovních nástrojů na horní končetiny jsou příčinou různých vaskulárních, nervových, svalových i skeletálních poruch. Přenos vibrací z pracovního nástroje na ruku, přetěžování ruky a repetitivní pohyby ruky jsou důležitými rizikovými faktory rozvoje profesionálních onemocnění z vibrací. Z vaskulárních symptomů to bývá nejčastěji intermitentní zbělení prstů – Raynaudův fenomén (Kennedy et al., 1999). Z neurologických příznaků je to přechodné brnění prstů, pocity píchání jehliček, jiné parestzie či hypestzie, bolesti a porucha citlivosti nejčastěji v oblasti n. medianus a méně často n. ulnaris. Tyto potíže pak vedou ke snížení kvality života i schopnosti vykonávat pracovní úkoly a postihuje i zájmové činnosti pracovníka (Bylund et al., 2002). Vzhledem k velmi časté pracovní expozici vibracím, k velkému počtu uznaných nemocí z povolání na podkladě vibrací přenášených na horní končetiny i k novým poznatkům na poli vaskulárních a nervových změn z expozice vibracím jsme se rozhodli uveřejnit přehledový článek věnovaný profesionálním onemocněním způsobeným expozicí vibracím, se zaměřením zejména na postižení periferního nervového systému.

Epidemiologie

V průběhu 15 let (1994–2009) bylo v České republice hlášeno celkem 7 569 neurologických

profesionálních onemocnění, což představovalo 26,1 % všech profesionálních onemocnění v tomto období (Fenclová et al., 2012). Příčinami těchto neurologických profesionálních onemocnění byla dlouhodobá, nadměrná a jednostranná zátěž (50,6 %) a nadlimitní vibrace přenášené na horní končetiny (47,3 %). Zatímco nemoci periferních nervů z přetěžování postihovaly téměř stejně často ženy i muže (55,0 % resp. 45,0 %), poruchy periferních nervů z vibrací vznikaly podstatně častěji u mužů (95,5 %). Nejvíce nemocí periferních nervů z vibrací vzniklo u pracovníků zařazených do rizikových kategorií 3 a 4 (cekem 862 a 477). Nejčastěji byl postižen n. medianus v karpálním tunelu, pak n. ulnaris v oblasti lokte a následoval n. ulnaris na zápěstí (Guyonův kanál). Mezi nejvíce ohrožené profesní skupiny patřili horníci-lamači ve věku 50–54 let, kteří pracovali při těžbě nerostných surovin v riziku vibrací nejméně 10 let a více. Jednalo se zejména o horníky (včetně razičů a rubačů) černouhelných dolů z Moravskoslezského kraje a o lamače uranových a rudných dolů.

U nemoci z vibrací byli postiženi převážně muži, protože až do roku 2003 byla většina prací v riziku nadlimitních vibrací ženám zakázána (vyhláška 261/1997 Sb.). Průměrná doba expozice vibracím do doby vzniku nemoci z povolání byla u mužů $16,76 \pm 0,35$ roků a u žen $14,2 \pm 1,4$ roků. Počet pracovníků exponovaných nadlimitním vibracím

Neurol. praxi 2014; 15(5): 249–252

(kategorie 3 a 4) v České republice stoupá – mezi lety 2004 a 2009 vzrostl o 23 578 osob (tabulka 1).

Tabulka 1. Profesní skupiny ohrožené postižením cév, nervů a kostí z přenosu vibrací na HK (Weir et Lander, 2005)

- lesní dělníci, lamači, kameníci
- brusiči, lisaři, cidiči, formíři, zámečníci
- nýtaři, vyrovnávači plechů, zubní laboranti
- stavební dělníci při bouracích pracích

Patogeneze

Vaskulární příčina potíží u nemoci z vibrací je podle mnoha literárních zdrojů tím hlavním patogenetickým mechanismem vibrační neuropatie, kterou charakterizuje hypersenzitivita vůči chladu. HAVS (hand-arm-vibration syndrome) je jednou z forem sekundárního Raynaudova fenoménu (RF), a to profesionálního původu. V rozvoji RF je důležitá interakce mezi krví a krevní stěnou, na které se podílejí cytokiny a adhezivní molekuly. Zvýšená a dlouhodobá kontrakce hladkého svalstva cév po podání acetylcholinu a nedostatečná odpověď na vazodilatační stimulaci (nitroprusid sodný) jsou způsobeny snížením hladiny interleukinu (IL-6) a zvýšením hladiny sICAM-1 (solubilní intercelulární adhezivní molekula-1) (Kennedy et al., 1999).

Expozice vibracím je charakterizována dávkou vibrace a frekvenčním spektrem. Neškodná dávka vibrace je do $1,0 \text{ m/s}^2$. Hranice škodlivost je $2,8 \text{ m/s}^2$ po dobu 8 hodin; $3,9 \text{ m/s}^2$ po do-

bu 4 hodin. Nejškodlivější jsou frekvence mezi 8 Hz a 1 000 Hz (Proud et al., 2003). (Expozice vibracím přenášeným na ruce je charakterizována velikostí vibrací, frekvenčním spektrem vibrací, dobou trvání expozice za pracovní den a kumulovanou expozicí k danému datu. Při pravidelné celosměnové expozici ustáleným nebo proměnným vibracím je hranice škodlivosti do $2,5 \text{ m/s}^2$ – viz také evropská směrnice 2002/44/ES. Vibrace přenášené na ruce se posuzují v pásmu frekvencí od 6,3 Hz do 1 250 Hz.)

Záchvaty zbělení prstů (profesionální traumatická vazoneuróza, Vibration White Fingers – VWF) u osob pracujících s vibrujícími nástroji jsou jednou z forem sekundárního Raynaudova syndromu. Podstatou Raynaudova fenoménu jsou spazmy digitálních arteriol. Na tomto základě se vyvíjí ischemická neuropatie, a to s primárním postižením tenkých vláken a mechanoreceptorů. Toto časné postižení je obtížně prokazatelné neurofyziologickými testy (Proud et al., 2003).

Kromě vaskulárních změn provokovaných vibracemi pracovního nástroje se na rozvoji distální neuropatie podílejí také další rizikové faktory. V bioptických preparátech postižených digitálních nervů byly prokázány strukturální změny jak demyelinizační, tak axonální, s následnou intersticiální i perineurální fibrózou (Urban, 2010). Vibrace stimulují kontrakce svalů a snižují citlivost působením přímo na mechanoreceptory. Kombinace těchto faktorů vede ke zvýšení síly úchopu vibrujícího nástroje u repetitivních pohybů. Je prokázáno, že při použití pracovních rukavic se zvýší síla úchopu. A v případě kombinace vibrací a použití rukavic se ještě dále zvýší síla úchopu, a tím i posílí rozvoj poškození z vibrací (Bleecker et Hansen, 1994).

Klinický nálezn (tabulka 2)

Expozice vibracím vede ke vzniku příznaků vaskulárních, neurogenních i muskuloskeletálních. Nejzávažnějšími nervovými a svalovými příznaky u osob s HAVS jsou brnění, tupost rukou, změna senzitivní percepce, slabost úchopu rukou a ztráta manuální zručnosti. Hlavním vaskulárním příznakem je bělení prstů, a to ze-

Tabulka 2. Klinické příznaky nemoci z vibrací

- bělení prstů
- napětí či bolest a otoky prstů a předloktí
- brnění či mravenčení prstů
- intolerance chladu
- oslabení flexorů prstů či intrinsických svalů ruky (interossei, lumbricales)
- zhoršené ovládání svalů
- snížená citlivost na teplo a chlad
- změny barvy kůže a trofické změny na prstech
- ztráta manipulační zručnosti a koordinace prstů

Tabulka 3. Modified Stockholm Workshop Scale (Proud et al., 2003)

Stupeň postižení	Kritéria
0V	bez atak
1V	ataky postihují pouze špičky distálních článků prstů jednoho či více prstů a obvykle je skóre zbělení prstů (blanching score) 1–4
2V	občasné ataky se zbělením postihujícími střední a distální články (vzácně i proximální) jednoho či více prstů a skóre zbělení je 5–16
3V	časté ataky zbělení postihující články většiny prstů a skóre zbělení je obvykle více než 18
4V	jako 3V avšak již s trofickými změnami

Obrázek 1. Zbělení článků prstů po chladovém testu



jména na chladové podněty (Pool et Howard, 2005). Nemocní mají těžkosti s každodenními aktivitami – psaní, uchopení malých předmětů, obracení stránek, zvedání a přenášení drobných předmětů. Pro zhodnocení funkce ruky a posouzení kvality života se používají specializované škály a dotazníky (např. DASH – The disabilities of the arm, shoulder and hand) (tabulka 3).

Pomocná vyšetření

Neurofyziologické vyšetření je základním požadavkem ke stanovení diagnózy vibrační neuropatie. Vzhledem k primární poruše senzitivních vláken nacházíme sníženou rychlost vedení a snížení senzitivního akčního potenciálu pro všechny 3 nervy ruky – nn. medianus, ulnaris a radialis. Teprve později se prokazuje i postižení motorických vláken (prodloužení distální motorické latence k thenaru (n. medianus) či k hypothenaru a případně k 1. interosseálnímu svalu (n. ulnaris)). U pracovníků, kteří jsou vystaveni nejen vibracím, ale i přetížení, však nalézáme již v počátečním stadiu známky motorické léze n. medianus (časný rozvoj syndromu karpálního tunelu) i lézi n. ulnaris v oblasti

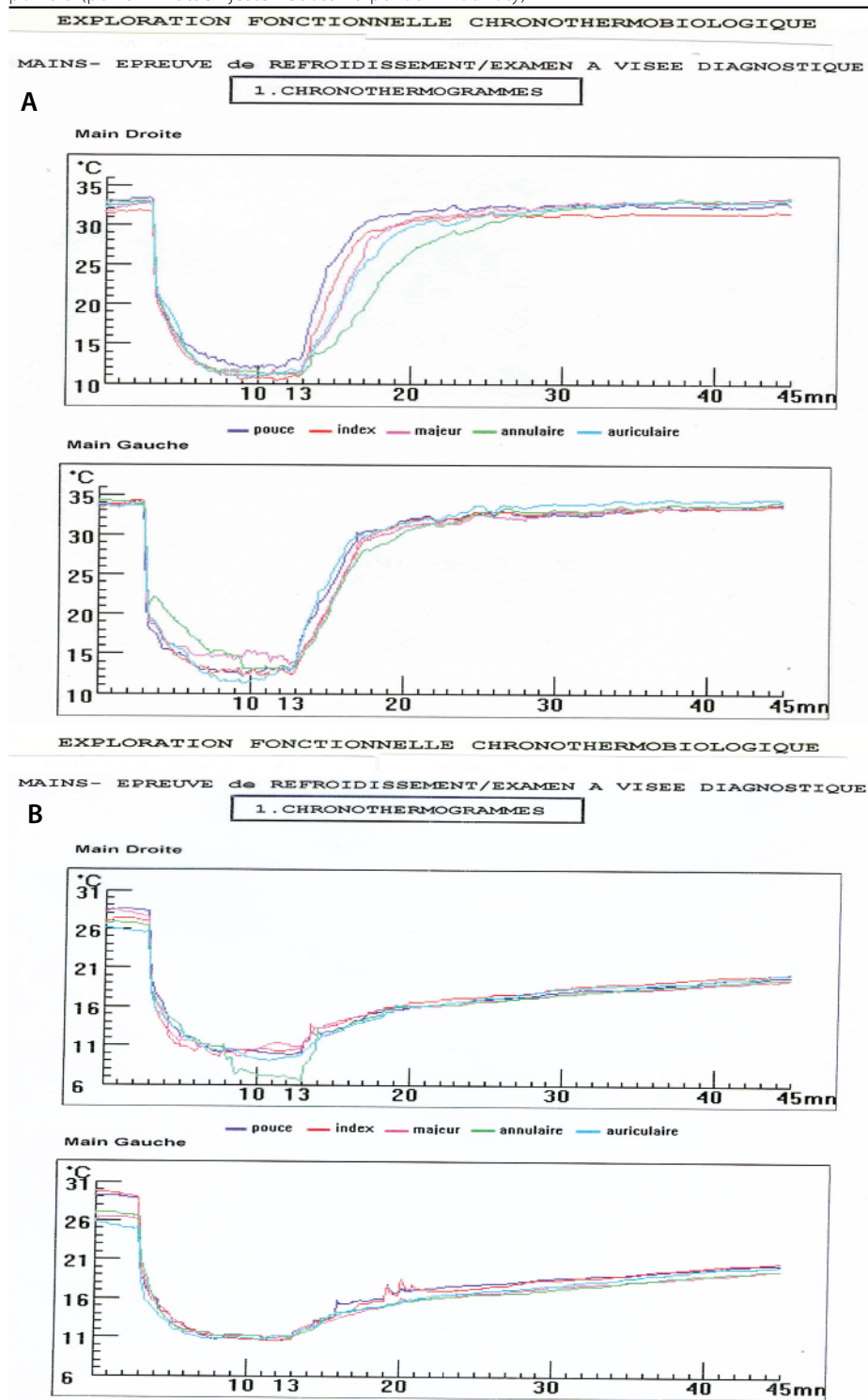
lokte. I když tento nálezn je popisován v mnoha sděleních i monografiích (Hirata et Sakakibara, 2007; Selim et al., 2012; Rolke et al., 2013), existují i práce, které charakteristické nálezy při senzitivní a motorické neurografii u pracovníků s HAVS nenašli (Sandén et al., 2010).

Kvantitativní testování senzitivity je důležitým a dostupným vyšetřením. Pomocí strukturovaného pohovoru a cílených dotazníků lze se značnou spolehlivostí zhodnotit potíže a příznaky exponovaného pracovníka. Fyzikální vyšetření zahrnuje testování vibrotaktilního čítí (stanovení prahu percepce vibrací pro frekvence 31,5 a 125 Hz, na ukazovák obou rukou) a vyšetření taktilního čítí pomocí Semmes-Weinsteinova monofilamentu (na II. a V. prstu oboustranně) (Gerhardsson et al., 2013). Při testování vibrotaktilního čítí u 32 pracovníků s HAVS bylo zvýšení prahu více vyjádřeno pro frekvence vibrací v rozsahu senzitivity tělíska Vater-Paciniho (150 Hz, 12x) než Meissnerova tělíska (20 Hz, 3x) (Rolke et al., 2013).

Pracovníci s rozvinutým HAVS mají výraznou neschopnost snášet chlad. V pracovním procesu také bývají více vystaveni chladnému prostředí než jiní pracovníci. Carlsson a spol.

Obrázek 2. A. Normální nálezní při termometrii – po chladovém testu (10 minut) se kožní teplota vrací do původní hodnoty do 20 minut

B. Patologický nálezní při termometrii – po chladovém testu (10 minut) se kožní teplota vrací velmi pomalu (po 45 minutách ještě nedosáhla původní hodnoty)



(2010) srovnávali toleranci chladu u pracovníků s HAVS, nemocných po úrazech periferních nervů horních končetin a u zdravých osob. Všichni účastníci studie vyplnili celou sérii dotazníků (5) a po statistickém zhodnocení byl výsledek vyjádřen jako abnormální skóre tolerance chladu. Abnormní skóre dosáhlo 75 % pracovníků s diagnostikovaným HAVS a 50 % po traumatu periferních nervů horní končetiny. Nemocní

s abnormální citlivostí na chlad dosáhli horší „na zdraví závislou kvalitu života“ než osoby bez prokázané abnormní citlivosti na chlad.

V praxi se využívá chladový test, který je určen pro pracovníky vystavené nadměrným vibracím. Horní končetiny se ponoří až po lokty do studené vody (10°C) na dobu 10 minut. Pak se hodnotí zbarvení kůže, zbělení a návrat normálního prokrvení (obrázek 1).

Další široce rozšířenou metodou je termometrie, která je někdy spojená s termografií. Měří se teplota kůže na všech prstech ruky před ochlazením a po chladovém stimulu. Pro hodnocení je podstatný časový návrat kožní teploty na výchozí hodnotu, rychlost návratu a rozdíly mezi jednotlivými prsty (obrázek 2). U pracovníků s HAVS dochází ke ztrátě jemné hybnosti prstů a ruky, k poruše senzitivity a rovněž přímo k oslabení drobných svalů ruky. Testují se jednotlivé svaly (flexory prstů, palce, interossei, lumbricales) a rovněž funkce ruky jako celku – stisk ruky, špetka. Při vyšetření se podstatně častěji zjišťuje oslabení volární abdukce palce (28%) a radiální dukce ukazováku (37%) než abdukce malíku (7%) (Necking et al., 2003). Relativní ušetření síly abdukce malíku může být způsobeno držením vibrujícího nástroje – flexe prstů s poměrně malým podílem flexe malíku, různou absorpcí energie vibrací závisující na frekvenci a směru šíření.

Jedním z novějších a neinvazivních vyšetření je current perception threshold (CPT) (Kurozawa, 2001). Na distálních článcích prstů obou rukou se testuje práh vnímání proudu (0–10 mA, 5–250–2000 Hz). Přitom teplota místnosti nesmí klesnout pod 24°C a teplota prstů pod 30°C. Pracovníci nesmí 2 hodiny před vyšetření jíst, kouřit či pít alkohol. Hodnoceny jsou výsledky CPT na ukazováku a malíku oboustranně.

Diferenciální diagnostika

Základní charakteristikou nemoci z vibrací je bělení a prochlazení prstů, které dlouho přetrvává, vyvolávající chladový podnět, intolerance chladu, pak rozvoj poruch čítí na prstech, postupně i neobratnost prstů, pak oslabení a posléze i atrofie svalů, změny vaziva, přetrvávající ischemické změny kůže i měkkých tkání.

Nejčastější diferenciální diagnostikou je mononeuropatie na horní končetině. Syndrom karpálního tunelu (SKT) může být provokován jak přetížením, tak i vibracemi. Na rozdíl od čisté nemoci z vibrací má SKT vyjádřenou poruchu čítí na I.–III. (event. polovině IV.) prstu. Při EMG vyšetření je u SKT již v časném stadiu prodloužena distální motorická latence, kdežto u nemoci z vibrací jsou po delší období porušeny digitální (senzitivní) nervy a k poruše inervace svalů dochází podstatně později.

Léze n. ulnaris se vyznačuje poruchami čítí na V. a IV. prstu a časným postižením svalů ruky (I. interosseus, hypothenar). Vibrační neuropatie postihuje senzitivní vlákna pro všechny prsty a k poruše inervace svalů dochází až později.

Polyneuropatie, distální s převahou postižení senzitivních, se od nemoci z vibrací dá odlišit

blednutím prstů a intolerancí chladu. Nález při EMG vyšetření může být stejný jako u vibrační neuropatie.

Ischemie ruky a prstů má v popředí difúzní poruchu prokrvení ruky i prstů a nebývají typické pouze některé bledé a chladné prsty, není přítomna tak výrazná vazomotorická reaktivita (chladový test, pletysmografie).

Komplexní regionální bolestivý syndrom se rovněž projevuje poruchami čítí, bolestmi i vazomotorickými změnami na prstech rukou. Na rozdíl od vibrační neuropatie je pro něj typická intenzivní pálivá bolest, hyperalgie až výskyt alodynie, zvýšené pocení a výsledky některých pomocných vyšetření (skvrnitá osteoporóza na rtg, osteoporotické změny při kostní densitometrii či provokace alodynie chladem).

Terapie

Názory na možnosti léčby jsou různé. Avšak značná část autorů zdůrazňuje nutnost i za chladného počasí udržení dostatečných hodnot tepelného jádra (core body temperature). Je nutno vyhnout se expozici chladu a rovněž vibracím, je třeba modifikovat pracovní zátěž či změnit pracovní zařazení, v průběhu noci je pak vhodné dlahování u osob s již prokázanou neuropatií. Z medikamentózní jsou doporučovány blokátory kalciových kanálů k zábraně vazokonstrikce a dále i pentoxyphylin, který zlepšuje flexibilitu erytrocytů, a tím i tokové vlastnosti krve. Je indikována léčba snižující agregabilitu trombocytů (kyselina acetylosalicylová či clopidogrel) (Weir et Lander, 2005).

Prevence

HAVS postihuje určité skupiny pracovníků, u kterých je pak možno zavést cílená opatření. Janicak (2004) zdůrazňuje práci s pneumatickými nástroji (využívající kompresi vzduchu či elektrické), s řetězovou pilou, s křovinořezem, travní sekačkou, kladivem, dlátem, vrtačkou a s dalšími nástroji. Pro přenos vibrací je důležitý pevný kontakt nástroje s rukou, intenzita a frekvence vibrací, počet hodin

denní expozice a celková expozice. Na tyto parametry je možno koncentrovat prevenci – změna nástroje, jeho držení, odpružení vibrací (např. rukavice), změnu frekvence, délku expozice. Pro jednotlivé typy vibrací pak existují limity, které je nutné dodržovat. K registraci vibrací slouží vibrometry či akcelerometry. Na rozvoji vibrační neuropatie se však účastní také jiné faktory než pouze vibrace – je to přetížení, pracovní poloha a postavení ruky, chlad, vlhko, zdravotní stav pracovníka. U těžších stupňů HAVS je třeba počítat i s mimopracovními vlivy – mimopracovní zátěž, celková onemocnění.

Závěr

Nadlimitní vibrace přenášené na horní končetinu vedou k rozvoji profesionální nemoci, která se projevuje vaskulárními, nervovými i muskuloskeletálními problémy. Jedná se o časté a závažné poškození. V patogenezi se účastní celá řada faktorů – cytokiny, spazmy cévních stěn, ischemické změny tkání a periferních nervů, mechanické poškození mechanoreceptorů i senzitivních nervů, rozvoj fibrózy. V diagnostice se používají dotazníky, škály, klinické testy (chladový, vibrotaktilní čítí), neurofyziologické metody (senzitivní a motorická neurografie), pletysmografie. Pro stanovení nemoci z povolání – poškození z nadlimitních vibrací – jsou vypracovány normy.

Za poskytnutí grafů, obrázků i cenných rad děkujeme MUDr. K. Švábové.

Literatura

1. Bleecker ML, Hansen JA (eds). Occupational neurology and clinical neurotoxicology. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.
2. Bylund SH, Burström L, Knudsson A. A descriptive study of women injured by hand-arm vibration. Ann Occup Hyg 2002; 46(3): 299–307.
3. Carlsson IK, Rosén B, Dahlin LB. Self-reported cold sensitivity in normal subjects and in patients with traumatic hand injuries or hand-arm vibration syndrome. BMC Musculoskeletal Disorders 2010; 11: 89–99.
4. Fenclová Z, Urban P, Pelclová D, Navrátil T. Neurologická profesionální onemocnění v České republice v letech 1994–2009. Česk Slov Neurol N 2012; 75/108(1): 70–74.
5. Gerhardsson L, Burström L, Hagberg M, Lundström R, Nilsson T. Quantitative neurosensory findings, symptoms and signs in young vibration exposed workers. J Occup Med Tox 2013; 8: 8–15.

6. Hirata M, Sakakibara H. Sensory nerve conduction velocities of median, ulnar and radial nerves in patients with vibration syndrome. Intern Arch Occup Environ Hlth 2007; 60(4): 273–280.
7. Janicak CA. Preventing HAVS in the workplace. Identifying workplace risk of hand-arm vibration syndrome. Professional Safety 2004; 1: 35–40.
8. Kennedy G, Khan F, McLaren M, Belch JFF. Endothelial activation and response in patients with hand arm vibration syndrome. Eur J Clin Invest 1999; 29(7): 577–581.
9. Kurozawa Y. Current perception threshold in vibration-induced neuropathy. Arch Environ Hlth 2001; 56(3): 254–256.
10. Necking LE, Fridén J, Lundborg G. Reduced muscle strength in abduction of the index finger: an important clinical sign in hand-arm vibration syndrome. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg 2003; 37: 365–370.
11. Pool K, Howard M. Disability in the upper extremity and quality of life in hand-arm vibration syndrome. Dis Rehab 2005; 27(22): 1373–1380.
12. Proud G, Burke F, Lawson IJ, McGeoch KL, Miles JNV. Cold provocation testing and hand-arm vibration syndrome – an audit of the results of the Department of Trade and Industry scheme for the evaluation of miners. Brit J Surg 2003; 90: 1076–1079.
13. Rolke R, Rolke S, Vogt T, Bircklein F, Geber C, Treede RD, Letzel S, Voelter-Mahlknecht S. Hand-arm vibration syndrome: Clinical characteristics, conventional electrophysiology and quantitative sensory testing. Clin Neurophys 2013; 124(6): 1680–1688.
14. Sandén H, Jonsson A, Wallin BG, Burström L, Lundström R, Nilsson T, Hagberg M. Nerve conduction in relation to vibration exposure – a non-positive cohort study. J Occup Med Tox 2010; 5: 21–34.
15. Selim AA, Sobh K, Fathy SM. Hand-arm vibration syndrome clinical and neuro-physiological studies. Aus J Basic Applied Sci 2012; 6(6): 292–298.
16. Urban P. Profesionální postižení nervového systému. In: Bednařík J, Ambler Z, Růžicka E. Klinická neurologie. Praha: Triton, 2010: 1263–1277.
17. Weir E, Lander L. Hand-arm vibration syndrome. CMAJ 2005; 172(8): 1001–1002.

Článek doručení redakci: 30. 3. 2014

Článek přijat k publikaci: 2. 6. 2014

doc. MUDr. Edvard Ehler, CSc.

Neurologická klinika PKN, a.s.

Kyjevská 44, 532 03 Pardubice

edvard.ehler@nemocnice-pardubice.cz

