



VYBRANÉ KAPITOLY Z PRACOVNÍHO LÉKAŘSTVÍ

DÍL 3

FYZIKÁLNÍ FAKTORY V PRACOVNÍM PROSTŘEDÍ
NÁVYKOVÉ LÁTKY

MUDr. Květa Švábová, CSc.
a kolektiv



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Vybrané kapitoly z pracovního lékařství

Díl 3

Vybrané kapitoly z pracovního lékařství

Díl 3

Fyzikální faktory v pracovním prostředí
Návykové látky

Květa Švábová
a kolektiv

Květa Švábová a kolektiv

Vybrané kapitoly z pracovního lékařství – díl 3

Vydal: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, Ruská 85, Praha 10

Technická redakce: Martin Tárant

Grafická úprava: Jindřich Studnička

Praha 2015

Abstrakt

Třetí díl se v potřebném rozsahu zabývá zátěžemi fyzikálními, jako jsou hluk, vibrace, ionizující a neionizující záření, prach a osvětlení při práci. Seznamuje se základními technickými parametry, měřením a způsobem hodnocení včetně dopadu na zdraví takto vystaveným pracovníkům a jsou doporučena opatření na eliminaci škodlivin a ochranu zdraví. Autoři stručně informují o poškození zdraví z práce v souvislosti s vyjmenovanými faktory, včetně profesionálních onemocnění.

Samostatnou kapitolu tvoří základní informace o možnostech prevence a léčby drogově závislých.

Autorský kolektiv

Ing. Jitka Hollerová

Centrum hygieny práce a pracovního lékařství Státního zdravotního ústavu, Praha

Ing. Zdeněk Jandák, CSc.

Národní referenční laboratoř pro měření a posuzování hluku v pracovním prostředí a vibrací

Ing. Lukáš Jelínek, Ph.D.

Katedra elektromagnetického pole, Fakulta elektrotechnická, ČVUT Praha;
Národní referenční laboratoř pro neionizující elektromagnetická pole a záření SZÚ Praha.

MUDr. Bohuslav Málek

Hygienická stanice hl. m. Prahy

Doc. RNDr. Luděk Pekárek, DrSc.

Státní zdravotní ústav, Praha

Prof. MUDr. Daniela Pelclová, CSc., FEAPCCT

Klinika nemocí z povolání/Klinika pracovního lékařství 1. LF UK a Všeobecné fakultní nemocnice, Praha

MUDr. Hana Podškubková

Státní úřad pro jadernou bezpečnost

MUDr. Josef Štolfa

Katedra Všeobecného lékařství IPVZ Praha, Výukové pracoviště Všeobecného praktického lékařství 2. Lékařské fakulty UK Praha.

MUDr. Květa Švábová, CSc.

Subkatedra pracovního lékařství IPVZ Praha.

Obsah

1. Hluk v pracovním prostředí (Zdeněk Jandák)	11
2. Hluk – vliv na zdraví (Květa Švábová)	16
3. Vibrace (Zdeněk Jandák)	21
4. Vibrace – vliv na zdraví (Květa Švábová)	26
5. Prach (Jitka Hollerová)	29
5.1 Definice prachu.....	29
5.2 Rozdělení prachů	29
5.3 Způsob vstupu prachu do organismu	30
5.4 Stanovení prašnosti v pracovním ovzduší.....	31
5.5 Preventivní opatření k ochraně před prachem	32
6. Prach – vliv na zdraví (Daniela Pelclová)	34
6.1 Alergogenní účinky	34
6.2 Fibrogenní účinky.....	38
6.3 Náplň preventivních prohlídek	44
7. Neionizující záření (Lukáš Jelínek, Luděk Pekárek)	46
7.1 Optické záření	46
7.2 Elektromagnetická pole a záření (0 Hz–300 GHz).....	50
8. Lasery (Lukáš Jelínek, Luděk Pekárek)	54
9. Ionizující záření (Hana Podškubková)	57
9.1 Fyzikální základy a veličiny používané pro účely radiační ochrany	57
9.2 Biologické účinky ionizujícího záření	58
9.3 Cíle a principy radiační ochrany	59
9.4 Dávkové limity	60
9.5 Usměrnování ozáření	61
9.6 Lékařský dohled nad radiačními pracovníky kategorie A.....	64
9.7 Speciální zdravotní péče o osoby ozářené v důsledku radiační nehody.....	66
9.8 Posouzení profesionality.....	67
10. Vidění a osvětlení (Bohuslav Málek)	69
10.1 Vidění.....	70
10.2 Zdroje světla	73
11. Návykové látky a role všeobecného praktického lékaře v diagnostice a léčbě závislostí (Josef Štolfa)	78

Seznam použitých zkratek

aewx,T	průměrná vážená hodnota zrychlení ve směru x, v metrech za sekundu na druhou
ahv,T	souhrnná vážená hodnota zrychlení vibrací (vektorový součet), v metrech za sekundu na druhou
A/m ²	proudová hustota
a	zrychlení vibrací v metrech za sekundu na druhou
(cd)	kandela – jednotka svítivosti
CNS	centrální nervový systém
D	činitel denní osvětlenosti
EA,Te	expoze zvuku A (Pa2s)
EMG	elektromyografie
CHOPN	chronická obstrukční plicní nemoc
IR	infračervené záření
J,kg ⁻¹	měrná absorbovaná energie
LAeq,T	ekvivalentní hladina akustického tlaku A (dB)
La	hladina zrychlení vibrací v decibelech (re 1 mm/s ²)
Lawx,T	průměrná vážená hladina zrychlení ve směru x v decibelech
Lhv,T	souhrnná vážená hladina zrychlení vibrací (vektorový součet) v decibelech
LpA	hladina akustického tlaku váženého filtrem A v decibelech (re 20 mPa)
Lp	hladina akustického tlaku v decibelech (re 20 mPa)
(lx)	lux – světelný tok
NL	návykové látky
NPK-P	nejvyšší přípustná koncentrace chemické látky v pracovním ovzduší
NV	Nářízení vlády č. 361/2007 Sb., v platném znění
OOPP	osobní ochranný pracovní prostředek
p	akustický tlak v pascálech (Pa)
PEL	přípustný expoziční limit
RADS	Reactive Airways Dysfunction Syndrom
RF	Raynaudův fenomén
RS	Raynaudův syndrom
SAR (W,kg ⁻¹)	měrný absorbovaný výkon
T	doba expoze v hodinách
Te	doba expoze v sekundách

UV	ultrafialové záření
UV	ultrafialové záření
va	rychlost proudění vzduchu ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
VBTPS	ventilace korigovaná na podmínky v dýchacích cestách ($t_a = 37\text{ }^\circ\text{C}$, $\text{rh} = 100\%$, aktuální tlak)
VDV	velmi dlouhé vlny
VKV	velmi krátké vlny
VPL	všeobecný praktický lékař
VSTPD	ventilace korigovaná na standardní podmínky ($t_a = 0\text{ }^\circ\text{C}$, $\text{rh} = 0\%$, tlak $101,3\text{ kPa}$)
$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	hustota zářivého toku
w	účinnost práce (%)

Klíčová slova

poruchy sluchu, specifické účinky hluku, sekundární Raynaudův syndrom, chladový test, pletysmografie, periferní neuropatie, prach, prašnost, aerosol, účinky, měření, koncentrace hmotnostní, koncentrace početní, respirabilní, PEL, silikóza plic, uhlokopská pneumokonióza, azbestóza, pleurální hyalinóza, mezoteliom, svářečská plíce, profesionální astma bronchiale, profesionální alergická rinitida, exogenní alergická alveolitida, vnímání barev, osvětlení, oslnění, zraková únava, optotypy, hluk, vibrace, ochranné pracovní prostředky, měřicí přístroje, metody měření, ionizující záření, radiační ochrana, radiační pracovník, ozáření, zdroj ionizujícího záření, zdroj umělý, zdroj přírodní, zdravotní újma, reprezentativní osoba, účinek deterministický, účinek stochastický, kontrolované pásmo, sledované pásmo, limity ozáření, návykové látky, syndrom závislosti, toxikoman, substituční léčba, diagnostický rozhovor, skupinová psychoterapie

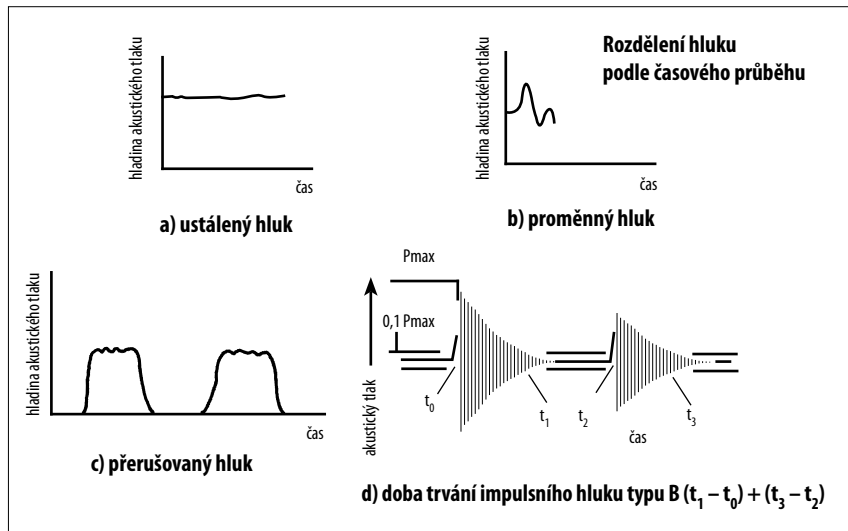
1. Hluk v pracovním prostředí

Zdeněk Jandák

Podle definice WHO se za hluk považuje jakýkoliv nechtěný zvuk. Tato obecná definice hluku zahrnuje jakýkoliv nepříjemný, rušivý nebo pro člověka škodlivý zvuk. Z fyzikálního hlediska představuje zvuk mechanické vlnění pružného prostředí v oboru slyšitelných kmitočtů. Rozruch v prostředí se šíří zvukovými vlnami. V plynech a kapalinách je toto vlnění podélné, v tuhých látkách se vyskytuje za určitých okolností i vlnění příčné. Vlnění se projevuje periodickým zhušťováním a zředováním prostředí. Pokud má akustické vlnění sinusový průběh, mluvíme o jednoduchém zvuku. Každý zvuk, jehož průběh není sinusový, je zvuk složený. O tónu mluvíme tehdy, pokud lze jeho výšku určit subjektivně. **Základní fyzikální veličiny**, kterými je možno akustické vlnění popsat, jsou **akustický tlak**, **akustická rychlost** a **kmitočet** změn těchto veličin. Zvuková vlna nese zvukovou energii vyzářenou zdrojem zvuku. Síla zvuku se popisuje velikostí akustického tlaku p , který se vyjadřuje v pascálech (Pa). Dynamický rozsah od prahu slyšení (0,00002 Pa) k prahu bolesti (200 Pa) dosahuje na frekvenci 1000 Hz sedmi řádů. Poněvadž vyjadřování akustického tlaku v tak velkém dynamickém rozsahu v pascálech není praktické a člověk zaznamená lineární přírůstek počítku při relativní změně podnětu (Fechner-Weberův zákon), vyjadřuje se hluk v hladinách akustického tlaku L_p vztažených k referenční hodnotě akustického tlaku $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$, a udává se v decibelech

$$L_p = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} \text{ dB}$$

Mladý dospělý člověk v dobrém zdravotním stavu slyší zvuky v rozsahu kmitočtů od 20 Hz do 20 000 Hz. Člověk však vnímá a působí na něj i zvuky o kmitočtu nižším než 20 Hz v oblasti infrazvuku (pásmo 1 Hz až 20 Hz) a vyšších než 20 kHz v oblasti ultrazvuku (pásmo od 20 kHz do 45 kHz). Lidský sluch není na všech frekvencích stejně citlivý. Nejvyšší citlivost je na frekvencích mezi 1000 Hz a 4000 Hz a mimo toto pásmo citlivost sluchu klesá, zejména pak v okrajových pásmech slyšitelných kmitočtů. Při měření hluku se proto do měřicího řetězce zařazují váhové filtry (A, C), které upravují frekvenční



Obr. 1.1: Rozdělení hluku podle časového průběhu

charakteristiku zvukoměru podle charakteristik fyziologie slyšení a subjektivní rušivosti hluku. Důležitější z nich je váhový filtr A, který se používá při hodnocení ustáleného, proměnného, přerušovaného nebo impulsního hluku. Příslušná hladina akustického tlaku A se označuje L_{pA} (dB). Při posuzování impulsního hluku se navíc měří hladina špičkového akustického tlaku C. Z hlediska rušivosti a účinků na sluch je důležitý i časový průběh hluku, tj. jak se v čase mění okamžité hladiny akustického tlaku. Pro lidský sluch jsou zvláště nebezpečné krátké ostré impulsní zvuky, které mohou okamžitě vyvolat trvalé poškození sluchu. U ostatních druhů hluku je pro vznik sluchových ztrát rozhodující celková dávka přenesené akustické energie. Rozdělení hluku podle časového průběhu je uvedeno na obr. 1.1.

Pokud potřebujeme znát kmitočtové složení hluku, provádí se jeho spektrální analýza v kmitočtových pásmech, nejčastěji o šířce 1/3 oktávy. Zvukoměry, měřící mikrofony a pásmové filtry jsou podle zákona č. 505/1990 Sb. stanovená měřidla. Svými parametry musejí odpovídat normám z řady ČSN EN 61672 a ČSN EN 61260 a podléhají úřednímu ověření jednou za dva roky.

Expozice intenzivnímu hluku vyvolává nejprve dočasný posun sluchového prahu. Je-li člověk dlouhodobě exponován nadměrnému hluku o hladině nad 85 dB, dochází k trvalému posunu sluchového prahu neboli ztrátám sluchu. Člověk ztrácí sluch také s přibývajícím věkem nezávisle na expozici hluku. Zmíněné charakteristiky změn sluchu byly v minulosti podrobně studovány. Dnes existují mezinárodně přijaté metody posuzování

ztrát sluchu vlivem věku a hluku, publikované například v normách ČSN ISO 7029 a ČSN ISO 1999. V případě expozice impulsnímu hluku vzniká při hladinách špičkového akustického tlaku C vyšších než 140 dB nebezpečí akutního poškození sluchového orgánu.

Ochrana zdraví před nepříznivým působením hluku je upravena Nařízením vlády č. 272/2011 Sb., které zavádí evropskou směrnici 2003/10/ES. Při měření hluku v pracovním prostředí se postupuje podle normových metod uvedených v ČSN EN ISO 9612 a ČSN ISO 1999 a doporučeného metodického návodu pro měření hluku v pracovním prostředí a vibrací, který vydalo MZ ČR ve věstníku č. 4/2013. Základní přípustný expoziční limit pro fyzickou práci v hluku za osmihodinovou směnu vyjádřený $L_{Aeq,8h}$ je 85 dB. V případě vykonávání duševní práce platí pro osmihodinovou pracovní dobu hygienický limit $L_{Aeq,8h} = 50$ dB.

Je-li hluk na pracovním místě ustálený, proměnný, přerušovaný nebo impulsní, vyjadřuje se ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$, tj. energeticky průměrnou hladinou akustického tlaku za časový interval měření nebo dobu expozice

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^m 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,T_i}} \right) \text{ dB}$$

kde T_i je dílčí časový interval expozice hluku (např. doba práce s jedním typem náradí) a m je počet časových intervalů (např. počet používaných náradí nebo pracovních režimů stroje s rozdílnou hlučností). Naměřená ekvivalentní hladina akustického tlaku A se normuje na jmenovitou dobu pracovního dne 8 h T_0 tak, že se k ní přičte korekce K .

$$K = 10 \cdot \log \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

Hluková zátěž pracovníka se vyjadřuje expozicí zvuku A $E_{A,Te}$, která je definována vztahem

$$E_{A,Te} = p_0^2 \cdot T_e \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,Te}}{10}} \text{ Pa}^2\text{s}$$

V případě impulsního hluku se navíc hodnotí samostatně jednotlivé impulsy (výstřely, rázy nebo jiné přechodové děje), kdy je limitní hodnota dána nejvyšší přípustnou špičkovou hladinou akustického tlaku C 140 dB.

Doporučený metodický návod MZ ČR, uveřejněný ve věstníku č. 4/2013, zavádí hodnocení hluku ve třech třídách přesnosti včetně nejistot měření. Přesnost měření hluku vyplývá z přesnosti použitých přístrojů a metody měření. Při hodnocení celosměnových expozic hluku a kategorizaci pracovišť v souladu s vyhláškou č. 432/2003 Sb. ve znění vyhlášky č. 107/2013 Sb. se uvažují také nejistoty měření. Pokud se přípustný expoziční limit hluku nachází v pásmu nejistoty výsledku měření, např. rozdíl mezi hygienickým limitem a celosměnovou hladinou hluku je v 2. třídě přesnosti menší než 4 dB, musí

se měření opakovat přesnější metodou. Konečný výsledek hodnocení vyplývá z měření v 1. třídě přesnosti.

Tab. 1.1: Třídy přesnosti hygienických měření hluku na pracovišti

Celková nejistota ε v decibelech	$\varepsilon \leq 2$	$\varepsilon \leq 4$	$\varepsilon \leq 7$
Třída přesnosti měření	1	2	3

Vyhláška č. 432/2003 Sb. ve znění vyhlášky č. 107/2013 Sb. zavádí čtyři kategorie hluku. Při hodnocení hluku pro tyto účely musejí být příslušná měření provedena nejméně ve 2. třídě přesnosti. Celosměnová expozice hluku vyjádřená $L_{Aeq,8h}$ je u kategorie 1 pod 79,9 dB. V kategorii 2 je od 80 do 84,9 dB, v kategorii 3 je od 85 do 104,9 dB a kategorie 4 je stanovena pro celosměnovou expozici hluku od 105 dB. V případě impulsního hluku se navíc kategorizuje práce podle hladiny špičkového akustického tlaku C. V kategorii 1 je L_{Cpeak} nižší než 129,9 dB. V kategorii 2 je od 130 dB do 139,9 dB, v kategorii 3 je od 140 do 149,9 dB a kategorie 4 je stanovena pro expozici impulsnímu hluku L_{Cpeak} od 150 dB.

Ochrana proti hluku v pracovním prostředí se prakticky provádí opatřeními:

- na snížení hlučnosti zdrojů hluku. Opatření na zdrojích jsou nejúčinnější a ve většině případů i nejlevnější. Zahrnují výměnu hlučných agregátů, částí strojů, nebo technologických celků za modernější typy. Účinné je také krytování částí vyzářujících nadměrný hluk.
- na izolaci zvuku či omezení cest šíření hluku. Tato opatření vycházejí z akustické studie dané situace a spočívají v pružném uložení strojů a zařízení, čímž se omezí vyzářování hluku i šíření zvuku vedeného konstrukcí budovy a v rozmístění akustických zástěn, které chrání pracovní prostory.
- na zlepšení akustických vlastností výrobních hal a chráněných pracovních prostorů pomocí akustických obkladů stěn a stropu. Tato opatření jsou nákladná a málo účinná, přesto se s nimi často setkáváme.
- souvisejícími se změnou organizace práce a technologie výroby. Tato opatření mohou spočívat ve střídání pracovníků na pracovních místech s velkou hlučností, zařazováním povinných přestávek, stanovením přípustného počtu pracovních směn nebo v úpravě používané technologie aj.

Pokud nelze na některých pracovištích při současném stavu vědy a techniky zajistit dostatečnou ochranu sluchu pracovníků technickými prostředky a ekvivalentní hladina hluku za osmihodinovou pracovní směnu je vyšší než 80 dB, musí zaměstnavatel pracovníkům nabídnout osobní ochranné pracovní prostředky k ochraně sluchu. Pokud hladina hluku překračuje 85 dB, musejí se tyto prostředky používat a za dodržování tohoto požadavku odpovídá zaměstnavatel. Nejjed-

nodušší z nich jsou zátkové chrániče, které se vkládají do zvukovodu. Při hladinách nad 95 dB se doporučují sluchátkové chrániče, jejichž mušle kryjí ušní boltce. Při hladinách hluku nad 100 dB se uplatňuje také kostní vedení zvuku. V takových případech se doporučují protihlukové přilby, které chrání podstatnou část lebky.

Organizačními opatřeními k ochraně před hlukem se řeší situace v případech, kdy se nepodařilo dosáhnout uspokojivých výsledků úpravami zdrojů hluku, technologickými opatřeními a úpravami prostorů. Mají obvykle povahu zásahů do **organizace práce**, výroby nebo provozních režimů. Takovým opatřením je např. časové přesunutí hlučných procesů do méně obsazených pracovních směn, čímž se dosáhne omezení počtu osob vystavených působení hluku. Mezi tato opatření patří i zařazování přestávek pro pracovníky, kteří musejí při práci používat osobní ochranné prostředky k ochraně sluchu před hlukem.

Literatura

1. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
2. Směrnice 2003/10/ES, o minimálních zdravotních a bezpečnostních požadavcích proti rizikům vyplývajícím z vystavení pracovníků fyzikálním vlivům (hluk).
3. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku a vibrací na pracovišti a vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb, Věstník MZ ČR č. 4/2013.
4. ČSN ISO 1999 Akustika – Stanovení expozice hluku na pracovišti a posouzení zhoršení sluchu vlivem hluku.
5. ČSN EN ISO 9612 Akustika – Určení expozice hluku na pracovišti – Technická metoda.

2. Hluk – vliv na zdraví

Květa Švábová

Účinek hluku v celém komplexu možných vlivů je variabilní nejenom interindividuálně, ale i situačně, sociálně a emocionálně. Pro účinek hluku je charakteristické, že z exponované populace, která reaguje tak, jak je to běžné u jiných faktorů (čím větší síla podnětu, tím větší odpověď organismu), se vydělují skupiny osob velmi citlivých a naopak velmi rezistentních, které jakoby „stojí“ mimo kvantitativní závislosti. Při sledování citlivosti jak populace, tak i jedinců byly zjištěny rozdíly v závislosti na pohlaví. Muži jsou obecně citlivější (pokud jde o poškození sluchu – již v chlapeckém věku mají vyšší četnost i rozsah sluchových ztrát), ženy naopak jsou hlukem spíše obtěžovány a jejich skóre rozmrzelosti vůči zdrojům hluku bývá vyšší. Jsou známy i interakce mezi hlukem a dalšími faktory prostředí.

Frekvenční rozsah lidského sluchu se udává (u mladého a zdravého člověka) mezi 16 Hz až 20 kHz.

Účinek hluku na organismus se dělí na specifický (na sluch) a systémový.

Specifické účinky na sluch

Zpočátku jsou změny na smyslových a nervových buňkách Cortiho orgánu, způsobené silnými zvuky, reverzibilní (sluchová únava s dočasným zvýšením sluchového prahu). K zotavení dochází za několik minut, hodin i dnů. Při dlouhodobém a opakovaném působení nervové buňky ztrácejí svou vzrušivost a zanikají, změny se stávají ireverzibilními (buňky Cortiho orgánu nejsou schopné regenerace). Škodlivost působení hluku závisí na hladině hluku, jeho frekvenčním složení a délce expozice. Kromě fyzikálních parametrů mohou ovlivnit poškození sluchu i další faktory – např. individuální citlivost, psychogenní faktory, celková životospráva, režim práce a odpočinku, zdravotní stav, medikace atd. Důležitým jevem je maskování nebo sluchové překrývání (při současném zatížení sluchového orgánu dvěma zvuky může podráždění jedním z nich potlačit nebo alespoň oslabit vjem zvuku druhého). Při zatížení sluchového analyzátoru zvukem vznikají adaptační jevy, které se projevují snížením citlivosti sluchu. Rozdíl mezi adaptací a únavou je ve stupni trvání změn.

Adaptace je rychle vznikající a mizející přížpůsobení citlivosti sluchového orgánu na sluchový podnět. Podle návaznosti na působící hluk ji dělíme na perstimulační a poststimulační.

Poruchy sluchu se dělí podle místa poškození ve sluchovém ústrojí na **převodní, per-
cepční periferní a percepční centrální**.

Nedoslýchavost způsobená nadměrnou expozicí hluku

Akutní poškození (akustické trauma) vzniká v pracovních podmínkách vzácně (poškození výbuchem nebo třeskem) a je hodnoceno spíše jako pracovní úraz.

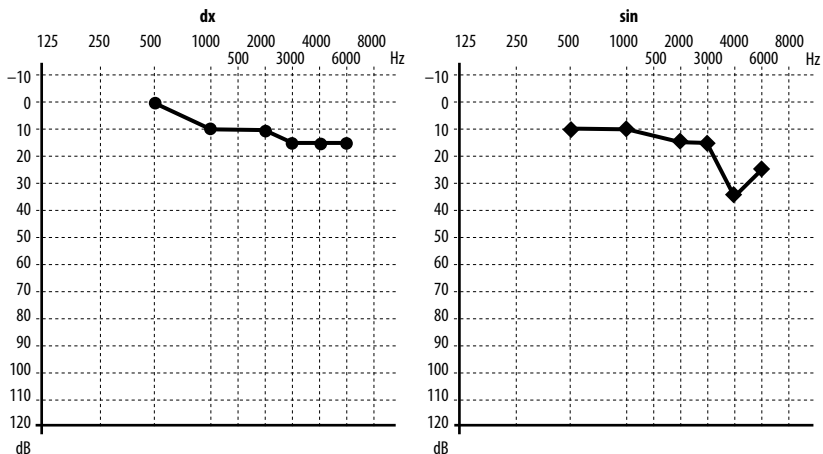
Při dlouhodobé expozici se vyvíjí sluchová porucha, která probíhá v několika stadiích – zahušení (spontánně odeznívá do další expozice), latence (únava se prohlubuje a její vyrovnání se prodlužuje, při audiometrii je zjištěn typický pokles na frekvenci 4096 Hz, přesto má pracovník pocit „dobrého“ sluchu) a manifestace obtíží (sluchová ztráta se rozšíří i na frekvence potřebné pro rozumění řeči, je zhruba symetrická na obou uších a je trvalého rázu). Opakovaným působením nadměrného hluku na sluchový analyzátor vzniká percepční porucha sluchu z hluku. Progredující nedoslýchavost si pracovník začíná uvědomovat až v období, kdy jsou postiženy nižší frekvence (1–2 kHz), které jsou pro rozumění řeči rozhodující. Míra poškození se hodnotí audiometricky celkovou **ztrátou sluchu dle Fowlera**. V seznamu nemocí z povolání, který tvoří přílohu k Nařízení vlády č. 114/2011 Sb., je v kapitole II pod položkou 4 uvedena „Percepční kochleární vada sluchu způsobená hlukem“. Nemoc z povolání se přiznává u osob mladších 30 let při celkové ztrátě sluchu dosahující hranici 40 % dle Fowlera, u osob nad 30 let se hranice zvyšuje o 1 % za každé 2 roky věku a u osob nad 50 let při celkové ztrátě sluchu dosahující hranici 50 %. Onemocnění musí být potvrzeno ORL vyšetřením a opakovaným audiometrickým vyšetřením. Jako podmínka pro vznik nemoci z povolání je uvedeno, že nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána nadměrná expozice hluku. Za nadměrnou se zpravidla pokládá taková expozice, při které ekvivalentní hladina hluku po běžnou dobu trvání pracovní směny překračuje 85 dB nebo hladina špičkového akustického tlaku C překračuje 200 Pa (140 dB). Práce spojená s expozicí hluku je např. v kovárnách, slévárnách, cídírnách, truhlárnách, při těžbě nerostů a mnoha jiných provozech, pochopitelně v zařízeních, kde jsou používána hlučná strojní zařízení.

Ohrožení nemocí z povolání se uznává u osob do 30 let věku při celkové ztrátě sluchu dosahující hranice 30 % dle Fowlera, u osob nad 30 let se hranice 30 % zvyšuje o 0,5 % za každý rok věku a u osob nad 50 let věku musí celková ztráta sluchu pro ohrožení nemocí z povolání dosahovat nejméně 40 % dle Fowlera.

Systémové účinky hluku

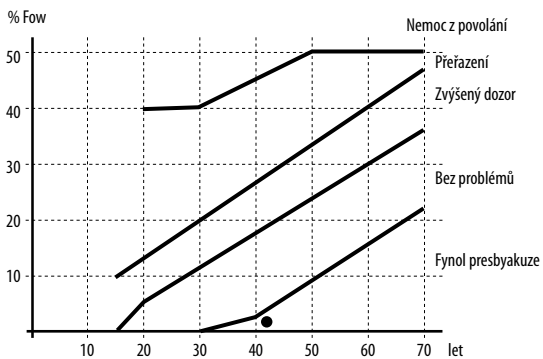
Vzhledem k tomu, že nelze v současnosti dostupnými metodami jednoznačně odlišit účinky vyvolané expozicí hluku od působení jiných faktorů, nejsou brány v úvahu při hodnocení míry profesionálního poškození zdraví hlukem u exponovaných pracovníků. Je znám vliv na vegetativní nervový systém, kardiovaskulární, neurohumorální reakce a metabolismus a na centrální nervový systém. S těmito účinky je spjata řada subjektivních obtíží (bolesti hlavy, poruchy spánku, únava, bolesti a obtíže GIT, poruchy komunikace...) a některé lze i objektivizovat (změny tlaku krevního, srdeční frekvence...).

AUDIOGRAM		23 9 2014 09 32
Lékař	MUDr.	
Vyšetřující	0	
Audiometr	Maico ST 20	
DATA PACIENTA		
Rodné číslo	Věk	42
Příjmení	Pojišťovna	111
Jméno		



Ztráta sluchu dle Fowlera: [dx 1,0 %] [sin 5,6 %] [celková 2,1 %]

SKUPINA ZTRÁTY SLUCHU DLE VĚKU		Fyziol. presbykuze
Lékař	MUDr.	23 9 2014 09 32
DATA PACIENTA		
Rodné číslo	Věk	42
Příjmení	Pojišťovna	111
Jméno		



Obr. 2.1: Audiogram. Dynamické hodnocení poruch sluchu (Kasl 1989)

Vyhodnocení sluchových poruch dle Fowlera

Pro posudkové účely se od roku 1952 používá metoda dle Fowlera, který použil pro hodnocení sluchové ztráty přepočít ztráty v dB na ztrátu v %, kde rozlišil v % ještě důležitost jednotlivých řečových frekvencí.

Přepočít se provádí na základě audiometrického vyšetření podle níže uvedené tabulky. Výpočet uvádí ztrátu sluchu v %.

Tab. 2.1: pro výpočet sluchové ztráty v % (dle Fowlera)

Ztráta sluchu v dB Hz	Ztráta sluchu v % na příslušné frekvenci			
	512 Hz	1024 Hz	2048 Hz	4096 Hz
10	0,2	0,3	0,4	0,1
15	0,5	0,9	1,3	0,3
20	1,1	2,1	2,9	0,9
25	1,8	3,6	4,9	1,7
30	2,6	5,4	7,2	2,7
35	3,7	7,7	9,8	3,8
40	4,9	10,2	12,9	5
45	6,3	13	17,3	6,4
50	7,9	15,7	22,4	8
55	9,6	19	25,7	9,7
60	11,3	21,5	28	11,2
65	12,8	23,5	30,2	12,5
70	13,8	25,5	32,2	13,5
75	14,6	27,2	34	14,2
80	14,8	28,8	35,8	14,6
85	14,9	29,8	37,5	14,8
90	15	29,9	39,2	14,9
95	15	30	40	15

Výpočet celkové ztráty (CZ) v %:

podle audiogramu se zjistí procentuální ztráta na každém uchu zvlášť, rozdíl ztrát se vydělí 4 (jsou hodnoceny 4 frekvence) a tato $\frac{1}{4}$ ztráta se připočítá k procentuální ztrátě na „lepší“ uchu. Výsledek dává míru celkové ztráty sluchu pro obě uši.

Kontraindikace pro práci v hluku:

prognosticky závažné poruchy sluchu a Wegenerova granulomatóza. U závažných poruch sluchu, u chronických zánětů středouší, u ušních šelestů a u chronických neuróz lze posuzovanou osobu uznat zdravotně způsobilou k práci až na základě závěru odborného vyšetření.

Při preventivních prohlídkách pracovníků z rizika hluku respektujeme lhůty a náplň dané vyhláškou č. 79/2013 Sb.

Literatura

1. Nařízení vlády č. 114/2011 Sb.
2. Vyhláška č. 79/2013 Sb. Vyhláška o provedení některých ustanovení zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách (vyhláška o pracovnělékařských službách a některých druzích posudkové péče).
3. Kolektiv autorů: Pracovní lékařství. Základy primární pracovnělékařské péče. NCO NZO Brno, 2005, 338 s., ISBN 80-7013-414-3.

3. Vibrace

Zdeněk Jandák

Vibrace představují pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body kmitají kolem rovnovážné polohy. Pro mechanické vlnění je kromě vlastního šíření charakteristický přenos energie. Velikost mechanického pohybu se vyjadřuje v efektivních hodnotách nebo hladinách zrychlení vibrací. Při vyjádření v hladinách se vibrace vztahují k referenční hodnotě zrychlení $a_0 = 1 \mu\text{m/s}^2$.

$$L_a = 20 \cdot \log \frac{a}{a_0} \text{ dB}$$

Na člověka se intenzivní vibrace nejčastěji přenášejí z kmitajících částí různých strojů a zařízení, ručního mechanizovaného nářadí, dopravních prostředků, sedadel, pracovních plošin, volantu a ovládacích pák strojů atp. Při působení vibrací na člověka se vždy jedná o interakci soustavy zdroje vibrací a lidského organismu představujícího mechanickou zátěž.

Podle způsobu přenosu dělíme vibrace na:

1. celkové horizontální nebo vertikální vibrace, posuzované v pásmu frekvencí od 0,5 Hz do 80 Hz,
2. celkové vertikální vibrace o frekvenci nižší než 0,5 Hz,
3. celkové vibrace ve vnitřních chráněných prostorech staveb, posuzované v pásmu od 1 Hz do 80 Hz,
4. vibrace přenášené na ruce, posuzované v pásmu od 6,3 Hz do 1250 Hz,
5. vibrace přenášené zvláštní způsobem, například na hlavu, páteř atp., posuzované v pásmu od 1 Hz do 1000 Hz.

I krátkodobá expozice člověka intenzivním vibracím je obecně spojena s nepříznivou odezvou lidského organismu. Dlouhodobá expozice pak může vyvolat trvalé poškození. Nejzávažnější jsou vibrace přenášené na ruce při práci s různým nářadím a stroji.

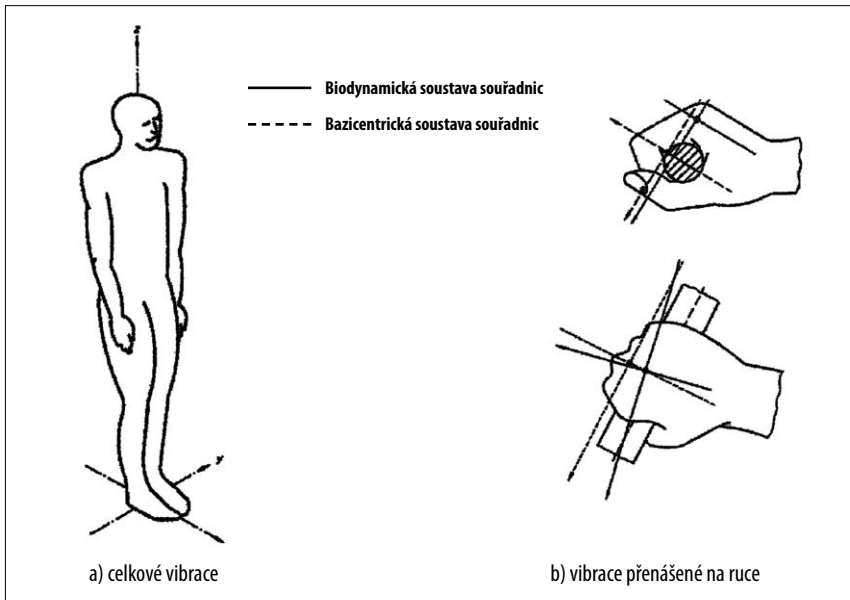
Expozice vibracím je velmi ovlivněna faktory:

- individuálními, jako je predispozice ke vzniku onemocnění z vibrací, kouření, velikost ruky, údržba nářadí aj.,
- fyzikálními, jako je dominantní frekvence, časový průběh a směr působení vibrací, průměrná denní a celková dosavadní expozice aj.,

- biodynamickými, jako je poloha těla a končetin, vyvozené síly stisku a přitlaku ruky, velikost plochy dotyku aj.

Mechanické vibrace a rázy vnímá člověk pomocí soustavy, která ovlivňuje celkovou psychosomatickou citlivost. Ta je ovlivněna celou řadou faktorů. Jedná se o komplexní fyziologický a psychologický vjem zprostředkovaný velkým počtem různých receptorů.

V případě expozice celkovým vibracím se vždy jedná o systémové účinky postihující celý lidský organismus. Při prvním přiblížení nahlížíme na člověka jako na mechanickou soustavu vykazující řadu rezonančních oblastí (celkové horizontální vibrace 1 Hz až 2 Hz, celkové vertikální vibrace 4 Hz až 8 Hz). Působení vibrací na rezonančních frekvencích lidského těla je subjektivně nepříjemné. Při vyšších intenzitách může být i s ohledem na zdraví nebezpečné, neboť uvnitř organismu se vyvolávají velké dynamické síly. Z hlediska odezvy jsou nebezpečné otřesy lidského organismu vyvolané mechanickými rázy. To jsou jednorázové přechodové děje, při nichž se v důsledku náhlé změny budící síly v krátkém čase mění poloha mechanické soustavy. Expozice intenzivním vibracím je spojena s nepříjemným subjektivním vjemem nepohody, který může být posuzován z psychologického nebo fyziologického hlediska. Subjektivní posouzení nepohody je závislé na celé řadě faktorů (individuálních rozdílech, motivačních faktorech, věku, pohlaví, denní době,



Obr. 3.1: Soustavy souřadnic lidského těla pro měření vibrací

sociálních faktorech, délce expozice, poloze a činnosti jednotlivce aj.). Obecně lze říci, že nepohoda vede k celkové únavě organismu. Po expozici vibracím byly pozorovány následující příznaky: snížení pozornosti, zpomalené a zhoršené vnímání, pokles motivace a snížení výkonnosti při provádění duševních a fyzických úloh.

Ochrana zdraví před nepříznivým působením vibrací je upravena Nařízením vlády č. 272/2011 Sb., která zavádí evropskou směrnicí 2002/44/ES, normovými metodami ČSN ISO 2631 části 1 a 2, ČSN EN ISO 5349 části 1 a 2, ČSN EN 14253 a doporučeným metodickým návodem pro měření hluku v pracovním prostředí a vibrací, který uveřejnilo MZ ČR ve věstníku č. 4/2013. Při všech druzích přenosu se posuzují translační neboli posuvné vibrace. K danému účelu se zavádějí soustavy souřadnic lidského těla, které jsou znázorněny na obr. 2.1.

Stejně tak jako u hluku je základem hodnocení vibrací přenášených na člověka energeticky ekvivalentní hladina (hodnota) zrychlení vibrací, která je podle způsobu a směru působení vibrací kmitočtově vážená příslušným filtrem. Tyto filtry a další požadavky na vibrometry jsou stanoveny v ČSN EN ISO 8041. Na rozdíl od zvukoměrů nejsou vibrometry zařazeny mezi stanovená měřidla a nepodléhají úřednímu ověření. Nicméně se doporučuje jejich kalibrace včetně používaných snímačů jednou za dva roky. Pokud potřebujeme znát kmitočtové složení vibrací, provádí se v daných rozsazích analýza v pásmech o šířce 1/3 oktávy. Vibrace se měří v místě jejich přenosu na lidský organismus. K danému účelu se používají speciální úchyty, které umožňují připevnění snímače na styčné ploše, ze které vibrace vstupují do lidského těla. Při jednotlivém měření vibrací je nutné posoudit

Tab. 3.1: Přípustné expoziční a hygienické limity vibrací přenášených na člověka

Druh vibrací	Přípustný expoziční resp. hygienický limit		Poznámka
	$L_{aw,8h}$ dB	$a_{w,8h}$ m/s ²	
Vibrace přenášené na ruce	128	2,5	Vektorový součet
Celkové horizontální a vertikální vibrace	114	0,5	Dominantní směr
Celkové vibrace ve vnitřním chráněném prostoru staveb	75	0,056	Základní hodnota, ke které se přičítá korekce podle způsobu využití místnosti; hygienický limit se vztahuje k době působení zdroje vibrací
Celkové vertikální vibrace o kmitočtu nižším než 0,5 Hz	114	0,5	Doba expozice > 120 min
	120	1	Doba expozice ≤ 120 min
Vibrace přenášené zvláštním způsobem	100	0,1	Neuplatňuje se korekce na dobu působení vibrací

- souvisejícími se změnou organizace práce a technologie výroby. Tato opatření mohou spočívat ve střídání pracovníků na pracovních místech s velkou expozicí vibracím, zařazováním povinných přestávek, stanovením přípustného počtu pracovních směn nebo v úpravě používané technologie, zřízením zateplených denních místností, neboť nepříznivé účinky expozice se prohlubují vlhkem, chladem.

Ke snížení vibrací přenášených na ruce se mnohdy doporučují antivibrační rukavice, vyrobené a odzkoušené podle ČSN EN ISO 10819. Jejich útlum však bývá vzhledem k překračování hygienického limitu pro vibrace přenášené na ruce u hlavních druhů nářadí zanedbatelný. Zpravidla vyžadují vyvinutí vyšší síly stisku ruky a omezují manipulaci a ovládání nářadí pracovníkem. Jsou-li však dobře navrženy a zhotoveny z vhodného materiálu, mohou účinně chránit před vlhkem a chladem. Pro snížení expozice vibracím je důležitý zácvk práce s ručním nářadím, potřebná zkušenost s vedením nástroje a vyvozením minimálních sil stisku a přítlaku ruky.

Literatura

1. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
2. Směrnice 2002/44/ES, o minimálních zdravotních a bezpečnostních požadavcích proti rizikům vyplývajícím z vystavení pracovníků fyzikálním vlivům (vibrace).
3. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku a vibrací na pracovišti a vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb, Věstník MZ ČR č. 4/2013.
4. ČSN ISO 2631-1 Vibrace a rázy – Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 1: Všeobecné požadavky.
5. ČSN ISO 2631-2 Vibrace a rázy – Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 2: Vibrace v budovách (1 Hz až 80 Hz).
6. ČSN EN 14253 Vibrace – Měření a výpočet expozice celkovým vibracím na pracovním místě s ohledem na zdraví – Praktický návod.
7. ČSN EN ISO 5349-1 Vibrace – Měření a hodnocení expozice vibracím přenášeným na ruce – Část 1: Všeobecné požadavky.
8. ČSN EN ISO 5349-2 Vibrace – Měření a hodnocení expozice vibracím přenášeným na ruce – Část 2: Praktický návod pro měření na pracovním místě.

4. Vibrace – vliv na zdraví

Květa Švábová

Počet pracovníků vystavených nadlimitním vibracím v ČR překračuje 50 000 osob. Profesionální onemocnění horních končetin z vibrací vyvolávají vibrace a rázy s místním přenosem na ruce – práce s ručně ovládanými vibračními nástroji a zařízeními nebo při přidržování výrobků, které při opracovávání vibrují. Vystavení člověka vibracím je spojeno s nepříznivou odezvou organismu – únavou, sníženou pozorností, zhoršeným zpomaleným vnímáním, až charakteristickým poškozením podle typu a charakteru vibrací.

Vibrace přenášené z pracovních nástrojů na horní končetiny mohou vyvolat poškození periferních cév, nervů a kloubů. Ročně bývá hlášeno 15–20 % onemocnění z vibrací z celkového počtu hlášených nemocí z povolání v ČR (v roce 2013: onemocnění cév 26, nervů 108, kostí 17).

Celkové vibrace přenášené na sedícího nebo stojícího člověka při práci na vibrující plošině nebo na stavebním mechanismu ovlivňují muskuloskeletální aparát a ve spojení s vynucenou pracovní polohou mohou ovlivnit poškození páteře. Poškození zdraví v důsledku expozice celkovým vibracím není v ČR odškodňováno.

Nemoci cév rukou – sekundární Raynaudův syndrom (RS) (kapitola II, položka 6 Seznamu nemocí z povolání) vzniká při práci s vibrujícími nástroji o frekvenci 50–200 Hz.

Typickým projevem je Raynaudův fenomén (RF) – záchvatovitě zblednutí prstů vyvolané chladem, tzv. vazospastické stadium nemoci. Fenomén bílých prstů vyvoláme ponořením horních končetin po lokte na 10 minut do 10 °C chladné vody, nebo po celkovém ochlazení např. studenou sprchou celého těla (chladový test). RF bývá provázen pocitem brnění až necitlivosti prstů.

K přiznání sekundárního RS prstů rukou musí být objektivizováno zblednutí prstů (alespoň 4 články) po chladovém testu a rozpadlý pletysmografický záznam. Na rozdíl od primárního RS, u sekundárního RS nedochází ke zblednutí palců, nález není na obou rukách symetrický, pletysmografický záznam na méně postižených prstech je téměř normální, návrat kožní teploty po chladovém testu je na jednotlivých prstech rozdílný.

Vazoparalytické stadium sekundárního RS je vzácné, po chladovém testu nedochází ke zblednutí, prsty jsou zduřelé, cyanotické. Jedná se o ireverzibilní poškození.

Z celkového počtu ročně hlášených nemocí z povolání způsobených přenosem nadlimitních vibrací na horní končetiny je cévních postižení málo, tvoří maximálně 20 %.

Nemoci periferních nervů horních končetin charakteru ischemických a úžinových neuropatií (kapitola II, položka 7 Seznamu nemocí z povolání).

Dosud nebylo objasněno, zda neuropatie jsou zapříčiněny přímým účinkem vibrací na zakončení nervů v dlaních a prstech nebo zhoršeným prokrvením nervů při RS. Kompresivní ischemické neuropatie tunelového typu v kubitálním nebo karpálním tunelu se vznikem a projevem neliší od tunelových syndromů jiné etiologie. Většina prací s pneumatickým nářadím nebo s vibrujícími nástroji je spojena s nadměrnou lokální zátěží, takže k postižení nervů přispívají oba rizikové faktory.

Počáteční iritační projevy (parestezie, dysestezie, kauzalgie) mohou vyústit v zánikové projevy s drobnými deficity motoriky a svalovou hypotonií až hypotrofií. Diagnostika je na základě klinického včetně neurologického vyšetření s pozitivními provokačními tunelovými příznaky (Tinnel, Phalen) a elektromyografickým vyšetřením středového a ulnárního nervu.

Onemocnění se hlásí jako profesionální při středně těžkém poškození nervů, objektivizovaném EMG vyšetřením.

Reparační pochody na nervech jsou zdlouhavé, probíhají mnohem déle než reparace na cévách.

Nemoci kostí a kloubů rukou, zápěstí nebo loktů (kapitola II, položka 8 Seznamu nemocí z povolání) jsou způsobeny převážně otřesy a rázy a vibracemi o nízkých frekvencích 1–50 Hz. Dochází ke změnám struktury některých částí kostí s tvorbou kostních cyst, někdy až nekrotických (zápěstní nebo záprstní kůstky), následkem opakovaných drobných traumat nebo zhoršeného prokrvení.

Profesionalita se hlásí při zjištění aseptické nekrózy zápěstních nebo záprstních kůstek nebo izolované artrózy kloubů ručních, zápěstních nebo loketních, spojené se závažnou poruchou funkce, s výrazným omezením pracovní schopnosti (artróza II.–III. stupně podle Kellgrena a Lawrence, verifikovaná ortopedem a RTG nálezem). Za závažnou poruchu funkce se považuje prokazatelné omezení kloubních exkurzí o více než jednu třetinu.

Léčba spočívá ve vyřazení pracovníka z rizika vibrací, zabránění prochlazení, podání vazodilatačních látek, u tunelových syndromů je vhodné operativní řešení s deliberací ligamenta, fyzikální terapie, rehabilitace.

Vstupní prohlídku zaměříme na cévní, nervový a lokomoční aparát. Součástí **vstupní prohlídky** je základní vyšetření, vodní chladový test se zanesením přesného nálezu (lokalizace a rozsah bílých ložisek) do zdravotnické dokumentace vyšetřovaného, pletys-

mografický záznam snímáný z prstů horních končetin, EMG v rozsahu stanovení distální motorické latence středového nervu (vyhl. č. 79/2013 Sb.). Doplnkové neurologické vyšetření, RTG skeletu HK a krční páteře, je vhodné k vyloučení kontraindikací.

Do rizika vibrací nesmějí být zařazovány osoby s RS, uznané a trvající ohrožení nemoci z povolání, nebo nemoci z povolání z vibrací nebo z jednostranné nadměrné dlouhodobé zátěže, s vrozenými či získanými poruchami kostěného a vazivového aparátu, závažná systémová onemocnění cév a pojiva.

Literatura

1. International Archives of Occupational and Environmental Health, 75, č. 1–2, Jan. 2002.
2. Niels, Olsen: Diagnostic aspects of vibration – induced white finger, Int Arch Occup Environ Health 75, 6–13, 2002.
3. http://www.szu.cz/uploads/download/Hlaseni_a_odhlaseni_2013.pdf

5. Prach

Jitka Hollerová

5.1 Definice prachu

Hmotné částice rozptýlené ve vzduchu nazýváme aerosol. Podle skupenství částic dělíme aerosoly na tuhé a kapalné. Podle mechanismu vzniku a velikosti částic se tuhý aerosol dělí na prach (vzniká mechanickým zpracováním pevných hmot; hrubý prach velikosti nad 20–30 μm , který již rychle sedimentuje, nebývá za aerosol považován), kouř (vzniká spalováním organických látek) a dým (vzniká oxidací anorganických látek). Patří sem i látky biologického původu – bioaerosol (pyl, spóry plísní, mikroorganismy).

U kapalného aerosolu vzniklého kondenzací vodní páry hovoříme o mlze. V hygienické praxi se pod pojmem prach rozumějí obvykle veškeré tuhé aerosoly. Každý aerosol je charakterizován svou koncentrací, velikostí částic jej tvořících a fyzikálními a chemickými, popř. biologickými vlastnostmi částic.

5.2 Rozdělení prachů

Z hlediska působení na člověka dělíme prach na toxický a prach bez toxického účinku. Prach toxický hodnotíme spolu s plyny a parami s toxickým účinkem.

Prachy bez toxického účinku v hygienické praxi dělíme na:

1. prachy s převážně fibrogenním účinkem,
2. prachy s možným fibrogenním účinkem,
3. prachy s převážně nespecifickým účinkem (dříve také nazývané „inertní“),
4. prachy s dráždivým účinkem,
5. minerální vláknité prachy.

Prachy s převážně fibrogenním účinkem jsou prachy, které obsahují fibrogenní složku, vyvolávající zvýšené bujení vaziva v plicích – křemen, kristobalit, tridymit, tj. krystalické formy oxidu křemičitého (SiO_2), popř. gama-oxid hlinitý. Účinek prachu v plicích mohou vyvolat pouze částice menší než 5 μm – respirabilní frakce prachu.

Naprosto převažující fibrogenní prachy v pracovním prostředí jsou prachy s obsahem křemene. Ty se vyskytují zejména v hornictví, slévárnictví, lomech, průmyslu zpracování kamene a dalších průmyslových odvětvích, kde se pracuje s látkami, jejichž surovinou jsou horniny.

Prachy s možným fibrogenním účinkem jsou prachy, u kterých je výskyt fibrogenní složky pravděpodobný (amorfní SiO_2 , svářčeské dýmy, bentonit). V případě obsahu fibrogenní složky vyšší než 1 % (obvykle opět křemene) se považují za prachy s fibrogenním účinkem. Je proto třeba se u těchto prachů obsahem fibrogenní složky zabývat.

Prachy s převážně nespecifickým účinkem jsou prachy, které nemají výrazný biologický účinek. Např. hnědé uhlí, vápenec, mramor, umělá brusiva (karborundum, elektrit apod.), slitiny a oxidy železa, tavený čedič, škvára – popílek, magnezit či dolomit. I zde je však třeba zkoumat, zda v aktuálním prachu na pracovišti nejsou přítomny složky fibrogenní či toxické. V případě obsahu fibrogenní složky větší než 1 % se tato směs prachů opět hodnotí jako prach s fibrogenním účinkem. V případě obsahu toxické složky musí být hodnocena i toxická složka prachu.

Prachy s dráždivým účinkem – rozeznáváme 5 hlavních skupin:

- *textilní* (bavlna, len, konopí, hedvábí, sisal, juta a syntetická textilní vlákna),
- *živočišné* (peří, vlna, srst a ostatní živočišné prachy),
- *rostlinné* (mouka, tabák, čaj, káva zelená, koření, obilní prach),
- *prachy ze dřeva* (exotické dřeviny, tvrdá dřeva, ostatní dřeva),
- *jiné prachy s dráždivým účinkem* (prach PVC, prach fenolformaldehydových pryskyřic, epoxidových pryskyřic, polyakrylátových a polyesterových pryskyřic, prach sklolaminátů, polyetylenu, polypropylenu, polymerních materiálů, z broušení pneumatik).

Minerální vláknité prachy rozdělujeme na přírodní minerální (azbest – chryzotil, amfibolitové azbesty) a na umělá minerální vlákna (např. čedičová, skleněná, strusková apod.). Důležitým faktorem pro vstup vláken prachu do plic je jejich délka a průměr; respirabilní vlákno = délka (l) > 5 μm , průměr (d) < 3 μm , poměr $l : d > 3 : 1$.

5.3 Způsob vstupu prachu do organismu

Hlavní a zcela rozhodující cestou vstupu pro prach do organismu jsou cesty dýchací. Výjimku tvoří hrubší umělá minerální vlákna (skleněná, čedičová, strusková) a některé prachy s dráždivým účinkem, u kterých je třeba také počítat s vlivem na kůži, případně na sliznice očí a dýchacích cest.

Míra znečištění ovzduší prachem se vyjadřuje koncentrací aerosolu. Koncentrace aerosolu se určuje buď hmotnostně, tj. hmotností veškerých částic obsažených v jednotce objemu vzduchu (v pracovním ovzduší se obvykle udává v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) např. gravimetrickou metodou, nebo početně, počtem částic v jednotce objemu vzduchu (v pracovním prostředí obvykle u vláknitého prachu – $\text{v}\cdot\text{m}^{-3}$) např. mikroskopickou početní metodou.

Přípustný expoziční limit PEL je pak dán jako hodnota limitující průměrnou celosměnovou koncentrací na pracovišti. Přípustné expoziční limity platí pro časově vážené průměry koncen-

trací za osmihodinovou směnu. Takto určená průměrná koncentrace nejlépe vystihuje dávku prachu, kterou pracovník za směnu obdrží.

5.4 Stanovení prašnosti v pracovním ovzduší

Měření prašnosti

Prašnost na pracovištích se měří s cílem zjistit míru jejího možného vlivu na pracovníka. Přitom je třeba vyjít z těchto základních vlastností aerosolů:

- účinek závisí (u aerosolů bez toxického účinku) na dávce a nikoli na okamžité koncentraci kromě účinků alergizujících (senzibilizujících) a infekčních, které závisejí na individuálních vlastnostech exponovaných jedinců,
- do organismu vniká aerosol selektivně v závislosti na velikosti svých částic, stejně tak na jejich velikosti závisí depozice v organismu,
- účinek různých druhů prachu závisí na způsobu jejich depozice v organismu,
- některé vláknité prachy mají karcinogenní účinek – ten nezávisí na hmotnostní dávce, nýbrž na celkovém počtu deponovaných vláken.

Měříme proto průměrné celosměnové koncentrace. U prachů, jejichž specifický účinek se projevuje až v plicích (prachy fibrogenní), je třeba stanovit podíl jemného prachu (respirabilního) v prachu celkovém. To se provádí buď tzv. měřením hmotnostní koncentrace dvoustupňovým způsobem (současné stanovení celkové prašnosti a respirabilní frakce), nebo samostatným měřením hmotnostní koncentrace jednotlivých frakcí prachu na základě velikosti částic měřeného prachu podle normových konvencí (ČSN EN 481). Použité přístroje pro měření frakcí prachu musejí být v souladu s odběrovou konvencí pro jednotlivé frakce. Zároveň je nutné následně odpovídající metodou stanovit obsah fibrogenní složky v respirabilní frakci (hodnocení respirabilní frakce).

Pokud je v celkovém prachu prokázána toxická složka, je nutné vhodnou metodou stanovit její obsah v celkovém prachu (nutné pro hodnocení toxické složky prachu).

U vláknitých minerálních prachů je třeba měřit průměrnou celosměnovou početní koncentraci.

Princip měření a hodnocení prachu je popsán podrobně v nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (novela č. 68/2010 Sb., č. 93/2012 Sb., č. 9/2013 Sb.), příloha č. 3, část D – vdechovatelná a respirabilní frakce polévatého prachu; příloha č. 3, část B – prach obsahující azbest.

Podstatou měření je prosávání vzduchu odběrovým zařízením s předem zvažným filtrem, na němž se určitá frakce polévatého prachu zachytí, a následným vážením filtru po skončeném odběru. Ze zjištěného průtoku a doby odběru se vypočte objem odebraného vzduchu a z rozdílu hmotností filtru před a po odběru se zjistí hmotnost odebraného prachu. Z těchto údajů se vypočítá hmotnostní koncentrace prachu.

Pokud je odběr proveden podle přílohy č. 3, část B, lze následně stanovit početní koncentraci vláknitých prachů.

Tab. 5.1: Požadované způsoby měření prachu

Druh prachu	Celková koncentrace	Koncentrace respirabilní	Obsah fibrogenní složky	Koncentrace početní
Prach s převážně fibrogenním účinkem	×	×	×	
Prach s možným fibrogenním účinkem	×	×	×*)	
Prach s převážně nespecifickým účinkem	×			
Prach s převážně dráždivým účinkem	×			
Minerální vláknitý prach	×**)			×

*) v případě, že obsah fibrogenní složky je vyšší než 1 %, měří se koncentrace respirabilní frakce

***) pouze u umělých minerálních vláken. U umělých minerálních vláken musí být dodrženy současně přípustné hodnoty početní i hmotnostní koncentrace

Změřené koncentrace porovnáváme s hodnotami limitními (PEL), uvedenými v nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.

5.5 Preventivní opatření k ochraně před prachem

Při uplatňování opatření k ochraně před prachem je třeba mít vždy na zřeteli specifické účinky prachu, který se na daném pracovišti vyskytuje. Mohou se tak lišit opatření proti prachu dráždivému, vláknitému, či prachu s fibrogenním účinkem. Opatření, stejně jako u ostatních nepříznivých vlivů, lze rozdělit na **opatření technická, organizační a náhradní**.

Technická opatření

- Změna technologie – technologie se vznikem prašnosti nahrazovat technologiemi, při kterých prach nevzniká, nebo je nižší prašnost či vzniká prach méně závažný (např. řezání vodním paprskem či laserem, vrtání hornin s vodním výplachem nebo tryskání odlištěk kovovými broky místo pískem).
- Uzavření zdrojů prašnosti (kapotování strojů, přesypů apod.).
- Místní odsávání (vrtání horniny s odsáváním, broušení s odsáváním, sváření na odsávaných stolech). Srážení prachu vodou, nebo vodou se smáčedly.
- Ředění prašnosti (zónové větrání, celkové větrání). Přívod a odvod vzduchu musí být řešen tak, aby byl pracovník v proudu neznečištěného vzduchu.
- Izolování pracovníka od prostředí se škodlivinou (větrané kabiny, velíny). Tato zařízení musejí být větrána přívodem čerstvého (nebo vyčištěného) vzduchu a vůči prašnému okolí musejí být v přetlaku.

Organizační opatření

- Dodržování určeného způsobu práce voleného s ohledem na minimalizaci prašnosti (neodstraňovat usazený prach ofukem místo odsávání či mokrého úklidu, dodržovat technologii zkrápění, jak je předepsána).
- Zabráňovat zvířování usazeného prachu úklidem, postřikem podlah apod.

Náhradní opatření

- Užití osobních ochranných pracovních prostředků (kukly s přívodem vzduchu, polo-masky, respirátory). Při užití respirátorů je třeba dbát, aby byly užívány takové, které jsou určeny pro daný druh prachu.

Uvedená opatření se mohou používat buď samostatně, nebo ve vzájemné kombinaci.

Literatura

1. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., v platném znění (č. 68/2010 Sb., č. 93/2012 Sb., č. 9/2013 Sb.), kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci před riziky plynoucími z pracovních podmínek a požadavky na pracovní prostředí a pracoviště (o ochraně zdraví zaměstnanců).

2. Vyhláška MZ č. 432/03 Sb., ve znění vyhlášky č.107/2013 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli.

3. ČSN EN 1540:2011, Expozice pracoviště – Terminologie (Workplace exposure – Terminology).

4. ČSN EN 481 Ovzduší na pracovišti – Vymezení velikostních frakcí pro měření poletavého prachu (Workplace atmospheres – Size fraction definitions for measurement of airborne particles).

5. ČSN EN 482:2012 Ovzduší na pracovišti – Všeobecné požadavky na postupy pro měření chemických látek (Workplace atmospheres – General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents).

6. Kolektiv autorů : Manuál prevence v lékařské praxi V. Praha 1997.

6. Prach – vliv na zdraví

Daniela Pelclová

6.1 Alergogenní účinky Profesionální alergická rinitida

Zánětlivé onemocnění nosní sliznice, které vzniká jako reakce na **vzdušný alergen** (mouka, obilí, exkrementy a srst laboratorních a hospodářských zvířat, dezinfekční prostředky, dřevo, proteolytické enzymy, izokyanáty, akryláty, anhydridy kyselin, kalafuna a další). Míra profesionální expozice významně ovlivňuje riziko vzniku profesionální alergické rinitidy.

Jde o imunitní reakci I. typu, opakovaný kontakt s profesionálním alergenem vede k IgE dependentní aktivaci žírných buněk v nosní sliznici.

Hlavními **příznaky** jsou svědění v nose, kýčání a vodnatá sekrece během několika minut od začátku expozice. V průběhu pracovního týdne se obtíže prohlubují, zlepšení nebo vymizení příznaků nastává o víkendech a prázdninách. Onemocnění může po měsících až letech přejít do chronicity, hlavním příznakem je pocit ucpaného nosu a hustá sekrece z nosu.

Diagnózu lze zpřesnit intradermálními (prick) testy, rovněž zvýšená hladina celkového IgE a specifických IgE antigenů v séru podporuje diagnózu. Průkaz přináší rinoprovokační test profesionálním alergenem s rinomanometrií.

Základním nezbytným zákrokem je trvalé vyřazení pacienta z kontaktu s profesionálním alergenem. Samotné příznaky nejsou příliš závažné, avšak pokračování práce by mohlo vést k přechodu do astma bronchiale.

Profesionální bronchiální astma

Astma bronchiale je chronické zánětlivé onemocnění dýchacích cest. Dvěma hlavními typy profesionálního bronchiálního astmatu jsou **imunologické** (senzibilizací navozené) **astma I., II. a IV. typu** a **iritační astma**. Toto astma vzniklé po krátkodobé, ale vysoce intenzivní expozici se označuje **RADS** (Reactive Airways Dysfunction Syndrome).

Jako vyvolávající činitel profesionálních astmat se uplatňují vysokomolekulární látky (živočišné a rostlinné proteiny) i nízkomolekulární sloučeniny (izokyanáty, anhydridy kyselin, soli platiny), dále iritační i farmakologicky působící chemické látky (chlór, čpavek, insekticidy), jindy faktory fyzikální (chlad, námaha). V České republice k nejčastějším

profesním noxám patřila po mnoho let mouka, nyní dominují izokyanáty, zejména ve stavebnictví a automobilovém průmyslu.

Pro profesionální astma je typické, že **příznaky** (dýchání s expiračními pískoty, pocit dušnosti, kašel a tíseň na hrudi) souvisejí s pobytem na pracovišti.

Pro imunologicky podmíněné astma je typické, že se příznaky poprvé objevují až po několika měsících až letech práce s příslušným alergenem, po vzniku senzibilizace začínají již při každé expozici.

Při expozici **vysokomolekulárním látkám** u astmatu s imunologickou reakcí I. typu se obtíže zpravidla objevují bezprostředně po začátku expozice a ustoupí do 60 minut. V některých případech se mohou ještě vracet po latenci 4–8 hodin (dvojitá odpověď).

Nízkomolekulární látky vedou častěji k izolované pozdní odpovědi, která začíná za 4–6 hodin po expozici, vrcholí během 8–10 hodin a končí po 24–48 hodinách. Mohou však začít i po 24–48 hodinách od kontaktu s alergenem.

Obstrukční ventilační porucha v období mezi jednotlivými akutními atakami onemocnění zpočátku není přítomna. Až nespecifický bronchoprovokační test (metacholinem, histaminem) prokáže přítomnost nespecifické bronchiální hyperreakivity nebo série záznamů peak-flowmetru pokles vrcholové výdechové rychlosti v průběhu pracovních dnů. Je však třeba zmínit, že vyšetřování pomocí peak-flowmetru závisí na spolupráci pacienta a nelze je považovat za zcela objektivní. Proto se za zlatý standard považují pouze bronchoprovokační testy s podezřelým alergenem, odebraným na pracovišti, popřípadě spirometrické vyšetření na pracovišti pacienta a srovnání poklesu FEV1 před expozicí a po expozici, do 24 hodin za jednodenní hospitalizace.

K posouzení možné atopie u bronchiálního astmatu I. typu se rovněž provádějí intradermální (prick) testy řadou inhalačních alergenů (pyly, roztoči) i alergeny profesionálními (mouka, kravský prach), u IgE mediované alergické odpovědi na profesionální agens lze zjistit senzibilizaci na příslušný alergen průkazem specifických IgE protilátek (široké spektrum desítek až stovek specifických IgE protilátek). Pokud expozice alergenu přetrvává, mohou se příznaky stát chronickými a vzniká chronická obstrukční plicní nemoc. Při obstrukční ventilační poruše již bronchomotorické testy s alergeny nelze provádět, proto je třeba myslet na diagnózu profesního astmatu včas a odeslat pacienta k vyšetření na kliniku pracovního lékařství k vyšetření. Pokud je pacient léčen kortikosteroidy, je třeba tuto terapii vysadit na dobu 6 týdnů, aby testy nebyly falešně negativní. Ne každý pacient však vysazení terapie toleruje.

Léčení se neliší od neprofesionálního bronchiálního astmatu, nezbytným krokem je však vyřazení pracovníka z pracovní expozice škodlivé látky. Někdy se to podaří úpravou podmínek na pracovišti, častěji je nezbytná změna pracoviště.

Exogenní alergická alveolitida (farmářská plíce, sladovnická plíce aj.)

Intersticiální plicní fibróza, pro jejíž vznik je nutný opakovaný kontakt s určitým antigenem ve vysoké koncentraci. Nejvíce ohroženou skupinou jsou pracovníci rostlinné

i živočišné zemědělské výroby, avšak i v chemickém průmyslu, při výrobě automobilů nebo ve stavebnictví.

Nemoci spojené s pěstováním a využitím rostlin

Farmářská plíce (Farmers' lung) je jedním z nejčastěji diagnostikovaných typů onemocnění. Vzniká po opakované expozici **plesnivému senu, slámě a zrní** a onemocnění se může rozvinout v důsledku opakovaného kontaktu zejména s **termofilními aktinomycety** (grampozitivními vláknitými bakteriemi). Ty napadají potravinové suroviny a dobře rostou v prostředí o vysoké vlhkosti a teplotách mezi 30–65 °C. Patří k nim *Saccharopolyspora rectivirgula* (dříve označovaná jako *Micropolyspora faeni*), *Thermoactinomyces vulgaris*, *T. sacchari*. Onemocnění rovněž způsobují plísně, zejména *Aspergillus sp.* V našich podmínkách jsou nejvíce ohroženou skupinou pracovníci rostlinné i živočišné výroby v zemědělství.

Plíce sladovníků (Malters' lung) se objevuje po kontaktu pracovníků s **plesnivým sladem** při jeho výrobě – vyvolané *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus fumigatus* při máčení a klíčení ječmene na humnech při teplotě 12–18 °C pro výrobu piva.

Plíce pěstitelů hub (Mushroom workers' lung) vzniká po inhalaci spór **termofilních aktinomycet**, ale pravděpodobně i dalších antigenů, které napadají kompost, tvořený směsí slámy a čerstvého hnoje o vysoké vlhkosti, zahřívány na teplotu až 60 °C. Přidává se podhoubí, houby rostou při teplotě kolem 20 °C a až 90 % vlhkosti.

Mlýnářská plíce vznikala po kontaktu s obilím kontaminovaným broukem **pilousem černým** (*Sitophilus granarius*) u mlynářů a v potravinářském průmyslu.

Nemoci spojené s chovem zvířat a zpracováním produktů ze zvířat

Plíce chovatelů ptáků (Bird briers' lung) – po inhalaci **ptačích sérových proteinů** (zejména IgA) **obsažených v ptačích exkretech a sekretech a po inhalaci prachu z peří**, zejména peří **holubího**. K vysoké expozice antigenům dochází především při čištění holubníků a klecí ptáků. Onemocnění bylo popsáno rovněž při práci s drůbeží – kuřaty, krocany, kachnami, husami, ale i bažanty, hrdličkami nebo papoušky. Ohroženi jsou chovatelé, kteří ptáky chovají v obytných místnostech, nejčastěji andulky.

Plíce výrobců/umývačů sýrů (Cheese washers' lung) – vyvolavatelem jsou plísně *Penicillium casei* nebo *Penicillium roqueforti* na sýrech v potravinářském průmyslu.

Plíce laboratorních pracovníků (krysí moč), plíce kožešníků, plíce zpracovatelů ryb, masa, ze schránek měkkýšů.

Nemoci z chemických látek

Izokyanátová plíce (Isocyanate lung) u pracovníků vystavených izokyanátům, nejčastěji TDI (2,4-toluendiizokyanátu), MDI (difenylmetan- 4,4- diizokyanátu) a HDI (hexametylen-1,6- diizokyanátu). **Izokyanátová plíce** je v České republice v současnosti jedním z nejčastějších typů exogenní alergické alveolitidy.

Plice postříkovačů vinohradů (postříky vinné révy – bordeauxská směs, burgundská směs, obsahující *síran měďnatý*).

Plice pracovníků s detergenty mohou vznikat po expozici enzymům *Bacillus subtilis* v detergitech pro výrobu pracích prostředků.

Neprofesní případy exogenní alergické alveolity

Kromě chovatelů andulek a papoušků byl rozvoj exogenní alergické alveolity popsán u osob používajících domácí vířivky a bazény s horkou vodou (hot tub lung), saunu nebo zvlhčovače vzduchu v důsledku jejich kontaminace plísněmi nebo bakteriemi.

V etiopatogenezi exogenní alergické alveolity se nejčastěji uplatňuje **imunitní odpověď** se zvýšenou tvorbou protilátek proti antigenům. Sérologické testy (dříve jako tzv. precipitiny, nyní ELISA metodou) mohou prokázat specifické protilátky třídy IgG proti konkrétnímu antigenu (například *Saccharopolyspora rectivirgula*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus clavatus*, *Penicillium casei*, *Thermoactinomyces vulgaris*). Tyto protilátky se však nacházejí i u asymptomatických exponovaných osob. Prokazují tedy expozici, ne onemocnění.

Na druhé straně u pacientů s exogenní alergickou alveolitidou nemusejí být prokázány, což může být způsobeno nízkou senzitivitou testu, špatným odhadem vyvolávajícího antigenu, nebo již zahájenou kortikoterapií. Vyšetření je proto třeba indikovat ještě před začátkem terapie.

Onemocnění se vyskytuje v akutní nebo chronické podobě.

Akutní, reverzibilní forma onemocnění obvykle začíná během 4–6 hodin po intenzivní expozici antigenu. Objevuje se třesavka, zimnice, horečka, malátnost, bolesti svalů, bolesti hlavy, kašel a dušnost. Může být přítomen inspirační krepitus nad plicními bazemi. Skiagram hrudníku může být normální, může být také patrná retikulonodulární kresba se skvrnitými prchavými infiltráty v obou plicích a restriktivní ventilační porucha. Během několika dnů dochází ke zlepšení, při opakované expozici stačí však k vyvolání příznaků i nízká koncentrace příslušného antigenu.

Po opakovaných atakách akutního onemocnění se může vyvinout **chronická**, již **ireverzibilní forma** onemocnění, intersticiální plicní fibróza s progredující dušností, kašlem, krepitem nad bazemi plic, RTG nálezem intersticiální plicní fibrózy až voštinovité plíce, s restriktivní, obstrukční nebo kombinovanou ventilační poruchou a snížením difúzní kapacity plic. V bronchoalveolární laváži je typicky zvýšený podíl lymfocytů. Etiologii potvrdí také nález protilátek proti konkrétnímu agens. Později bývá přítomna hypoxémie, event. respirační insuficience a cor pulmonale. Předpokladem léčby je trvalé vyřazení pacienta z expozice, rozvoj chronické léze může odvrátit léčba kortikosteroidy.

Onemocnění jsou však nedostatečně diagnostikovány, protože akutní fáze připomíná chřipku nebo jiné akutní virové onemocnění a chronická fáze se skrývá pod obrazem nespecifických, obvykle kryptogenních plicních fibróz.

Plicní biopsie je indikována vzácně, jen v případech neúspěchu ostatních neinvazivních vyšetřovacích metod, obvykle cestou videoasistované thorakoskopie (VATS).

Specifické inhalační provokační testy antigenním extraktem s následným seriálem měření plicních funkcí by mohly potvrdit přímý vztah mezi antigenem a chorobným procesem a v některých zemích se k průkazu využívají. Protože však není známo, jaký počet akutních atak vede k progresi v závažné chronické onemocnění a existuje tedy určité riziko poškození zdraví, v České republice se neprovádějí.

6.2 Fibrogenní účinky Pneumokoniózy kolagenní

Silikóza plic

Onemocnění je vyvoláno prachem s obsahem **krystalického oxidu křemičitého** (SiO_2). Při inhalaci prachu se do alveolu dostávají jen respirabilní částice menší než 5–10 μm a současně větší než 0,6 μm . Pro rozvoj onemocnění je podstatné i stáří povrchu částic (čerstvě vzniklé částice jsou více fibrogenní), koncentrace prachu v pracovním prostředí, délka práce, po kterou je pracovník prachu vystaven a osobní dispozice jedince.

V riziku SiO_2 pracují v podzemí minéři, tuneláři, lamači kamene a horníci, ve slévárnách především cídiči odlitků, tryskači křemenného písku i slévači. Dále kameníci, kteří opracovávají horniny s obsahem SiO_2 (žulu, pískovec, křemen), bílí zedníci (šamotové cihly vyráběné z kyselých jíílů s písky obsahují vysoký podíl SiO_2), pracovníci keramického průmyslu. Naproti tomu vápenec nebo mramor SiO_2 neobsahují, a nepředstavují proto fibrogenní riziko.

Silikóza plic prostá: pro diagnózu je rozhodující nález drobných okrouhlých zastínění na RTG plic o velikosti 1,5 mm až 1 cm, ventilační parametry bývají v normě, poslechový nález bývá fyziologický. Osoby se silikózou plic prostou jsou zpravidla asymptomatické, po nemoci je proto třeba cíleně pátrat při preventivních nebo následných prohlídkách. Charakteristickým znakem silikózy jsou mikroskopické **silikotické uzlíky** tvořené vrstvou kolagenních vláken cibulovitě obalující makrofágy s krystaly křemene v centru uzlíku. Biopsie s histologickým vyšetřením plicní tkáně však pro stanovení diagnózy není nezbytná. Podkladem pro diagnózu je pracovní anamnéza, RTG hrudníku s typickým nálezem a hygienický posudek, potvrzující dostatečnou expozici fibrogennímu prachu.

Silikóza plic komplikovaná: rozvinuté onemocnění s rentgenovým obrazem zastínění větších než 1 cm (odpovídají uzlům kompaktní fibrózy), námahová, později i klidová dušnost, kašel s expektorací. Při spirometrii se zjišťuje restriktivní nebo kombinovaná ventilační porucha, obvykle jí předchází porucha difuzní kapacity plic. Častý je výskyt komplikující chronické obstrukční plicní nemoci, v těžkých případech se objevuje respirační insuficience a cor pulmonale.

Silikotuberkulóza: kombinace silikózy plic a plicní tuberkulózy – osoby se silikózou jsou citlivější vůči infekci *M. tuberculosis* – při preventivních prohlídkách je třeba po BK pozitivě cíleně pátrat i u asymptomatických osob se silikózou.

Rakovina plic: silikóza představuje rizikový faktor pro vznik bronchogenního karcinomu (SiO_2 je podle IARC řazen do skupiny prokázaných karcinogenů pro člověka) a postižené plicní rakovinou s alespoň lehkou formou silikózy plic lze u nás od roku 2011 odškodnit pro nemoc z povolání.

Kauzální léčba silikózy neexistuje. **Léčení** se omezuje na symptomatické řešení obtíží. Podávají se bronchodilatancia při dušnosti způsobené obstrukcí dýchacích cest, oxygoterapie při hypoxémii a respirační insuficienci, antibiotika při infekci dýchacích cest, vhodná je klimatická léčba, dechová rehabilitace. V případě souběžné tuberkulózy anti-tuberkulotika. Léčba komplikací se neliší od běžné interní terapie. I když jsou nemocní s prvními stadii silikózy okamžitě vyřazováni z expozice krystalickému SiO_2 , dalšímu zhoršování nálezu zatím nelze zabránit. Silikóza je onemocnění, které různou rychlostí trvale progreduje.

Posouzení profesionality: pro stanovení diagnózy je vedle potvrzené profesionální expozice volnému SiO_2 rozhodující nález na zadopředním skiagramu hrudníku. Hodnocení rentgenového obrazu se provádí podle Mezinárodní klasifikace pneumokonióz ILO (International Labour Office). Za nemoc z povolání se považuje prostá silikóza s typickými rentgenovými znaky prашných změn od četnosti znaků p_3 , q_2 , r_2 a výše a všechny formy komplikované silikózy (A, B, C). Pokud dojde k rychlému rozvoji onemocnění u mladého jedince při kratší expozici, postačují znaky prашných změn od četnosti p_2 , q_1 a r_1 . Pro silikózu ve spojení s aktivní tuberkulózou je kritérium nejmírnější – RTG znaky prашných změn od četnosti znaků p_1 , q_1 , r_1 . Míru expozice fibrogennímu prachu ověřuje příslušný hygienik.

Tab. 6.1: Klasifikace pneumokonióz podle ILO. Uvedením dvou hodnot znaků (například $p_1/2$) se prvním znakem vyjadřuje převažující četnost, popřípadě velikost (p_1/q_1) zastínění na skiagramu plic.

Velikost a tvar zastínění na rtg plic	Znak	Velikost
Malá okrouhlá zastínění (silikóza plic prostá, pneumokonióza uhlokopů prostá)	p	průměr do 1,5 mm
	q	průměr 1,5–3 mm
	r	průměr 3–10 mm
Malá nepravidelná zastínění (azbestóza)	s	průměr do 1,5 mm
	t	průměr 1,5–3 mm
	u	průměr 3–10 mm
Velká zastínění (silikóza plic komplikovaná, pneumokonióza uhlokopů komplikovaná)	A	1–5 cm (suma plochy zastínění)
	B	5 cm až ekvivalent pravého horního plicního pole
	C	více než ekvivalent pravého horního plicního pole

Rakovina plic ve spojení s pneumokoniózou s obsahem volného SiO_2 může být uznána za nemoc z povolání, pokud tato pneumokonióza dosahuje typických RTG znaků prášných změn, platných pro silikózu. SiO_2 je Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny v Lyonu (IARC) řazen mezi prokázané karcinogeny pro člověka.

U pacientů se silikózou se mohou častěji vyskytnout autoimunní nemoci cév, zvané vaskulitidy, nebo záněty kloubů, např. revmatoidní artritida, popřípadě glomerulonefritida s přítomností ANCA nebo antinukleárních protilátek v krvi.

Uhlokopská pneumokonióza

Prach, kterému jsou vystaveni pracovníci při dobývání uhlí, obsahuje částice uhlíku s různým podílem SiO_2 . Riziko vzniku onemocnění proto představují ***hlubinné doly na černé uhlí***, jsou mu vystaveni horníci při ručním dobývání i při ražení kombajny. Onemocnění málokdy vzniká po kratší než 20leté expozici. Uhlí na rozdíl od grafitu neexistuje v čisté formě a je v něm přítomen vždy určitý podíl dalších hornin, kovů i organických látek. Uhelný prach, kterému jsou vystaveni horníci a další pracovníci při dobývání uhlí, obsahuje kromě částic uhlíku také příměs SiO_2 . Do roku 1940 se předpokládalo, že pneumokoniózu uhlokopů vyvolává pouze příměs SiO_2 , ale zjistilo se, že samotné kvalitní černé uhlí o vysoké tvrdosti (antracit) je svou nebezpečností srovnatelné s hlusinou s příměsí křemene.

Typickým nálezem iniciálních změn ve světelném mikroskopu je silně pigmentovaná cípatá makula, která představuje centroacinární nahromadění makrofágů s uhelným prachem. Obsahuje retikulinová a kolagenní vlákna, ale protože je účast fibrotických změn malá, nebývá v iniciálních stádiích detekovatelná pohmatem. V okolí makuly je perifokální emfyzém. Pro pokročilejší změny jsou typické uzlíky s větším podílem kolagenu, který ale není cibulovitě uspořádaný do koncentrických lamel jako u silikózy. Makuly a uzlíky jsou patologickým korelátem pneumokoniózy prosté.

Dojde-li ke tvorbě velkých uzlů, jedná se o pneumokoniózu komplikovanou. Velké masivní uzly se od silikotických liší zejména větším obsahem uhelného prachu a menším podílem vaziva a tím, že antrakotické vazivo se snadno rozpadá a tvoří se rozpadové dutiny. V okolí uzlů bývá přítomen bulózní emfyzém. Pro Caplanův syndrom (uhlokopská pneumokonióza s revmatoidní artritidou) jsou charakteristické antrakotické uzly až 5 cm velké s koncentrickými vrstvami ischemické nekrózy, převážně složené z vrstvy nekrotického kolagenu a uhelného prachu, podobné uzlům revmatoidním.

Stejně jako v případě silikózy se i u uhlokopské pneumokoniózy diagnóza opírá o nález na RTG hrudníku. U prosté pneumokoniózy jsou na skiagramu patrné v plicním parenchymu difúzně rozesté malé kulaté opacity, které nepřesahují velikost 10 mm. Zpočátku bývají v horních, později i ve středních a dolních plicních polích. Obvykle nebývají přítomny kalcifikace hilových lymfatických uzlin (skořápkové uzliny).

Progrese onemocnění, ke které dochází i po ukončení expozice, vede k rozvoji komplikované pneumokoniózy. Na skiagramu jsou ložisková zastínění větší než 10 mm, která bývají převážně v horních a středních plicních polích. V pokročilých případech jsou patrná rozsáhlá zastínění bizarních tvarů se zvýšenou plicní transparentí v jejich okolí. Obraz dutiny v centru ložiska masivní fibrózy je známkou centrální ischemické nekrózy. Pro Caplanův syndrom jsou typickým nálezem mnohočetná okrouhlá zastínění velikosti 2–5 cm, která se relativně rychle zvětšují a často se v nich tvoří dutiny.

Vyšetření plicních funkcí u pneumokoniózy prostě neukáže většinou žádné abnormality, také poslechový nález je fyziologický. U závažného stupně komplikované formy bývá spíše kombinovaná ventilační porucha daná jednak samotným fibrotickým procesem spojeným s často rozsáhlým emfyzémem, jednak současnou chronickou obstrukční plicní nemocí (se snížením FEV_1 , FVC a zvýšením RV). Dále se snižuje transfer faktor plic pro CO a objevuje se hypoxémie. Stejně jako v případě silikózy, ani u uhlokopské pneumokoniózy neexistuje kauzální léčba. Pneumokonióza prostá má obvykle benigní průběh, u progredující komplikované pneumokoniózy je nutno léčit symptomaticky. Určitý úspěch přináší adekvátní terapie průvodní chronické obstrukční plicní nemoci a důsledná léčba průvodních infekčních onemocnění respiračního traktu. U nemocných s respirační insuficiencí je nezbytná oxygenoterapie.

Posouzení profesionality

Diagnóza uhlokopské pneumokoniózy se opírá o nález na skiagramu hrudníku a potvrzenou dostatečnou profesní expozici uhelnému prachu. Hodnocení rentgenového obrazu se provádí, stejně jako u silikózy, podle Mezinárodní klasifikace pneumokonióz ILO (International Labour Office). Rentgenové opacity a jejich četnost jsou značeny stejnými symboly a kritéria se neliší od silikózy plic (viz tab. 6.1).

Chronická obstrukční plicní nemoc stadia III (z černouhelných dolů)

Od roku 2011 se v České republice za nemoc z povolání považuje také onemocnění chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN). Epidemiologickými studiemi bylo zjištěno, že chronický zánět průdušek i rozedma bývají častější u všech horníků, včetně nekuřáků, i když hlavní příčinou tohoto onemocnění je kouření. Právě kvůli významnému vztahu ke kouření obsahuje podmínku vysoké expozice černouhelnému prachu a časový interval nejdéle do dvou let po opuštění práce. CHOPN musí pro uznání nemoci z povolání dosáhnout těžkého stupně (stadium III).

Při splnění přísných kritérií může být od roku 2011 tato nemoc uznána za nemoc z povolání. Stupeň ventilační poruchy musí být charakterizován FEV_1/FVC méně než 0,70 a FEV_1 50 % referenčních hodnot. Podmínkou je současně dosažení nejméně 90 % nejvyšší přípustné expozice a zjištění onemocnění nejpozději do 2 let po opuštění práce s rizikem volného SiO_2 .

Onemocnění způsobená azbestem

Azbestóza (intersticiální plicní fibróza)

Ze všech onemocnění způsobených azbestem jediné vznik azbestózy vyžaduje **vysokou expozici** vláknům azbestu, trvající zpravidla řadu let, protože závažnost onemocnění je do značné míry závislá na celkovém množství vdechnutých azbestových vláken. Výrazný fibrogenní účinek mají vlákna s průměrem pod 3 µm. Podle současné metody odběru a zpracování vzorků prachu se při měření prašnosti počítají jen vlákna, která jsou slabší než 3 µm, delší než 5 µm a jejich délka je 3x větší jejich průměru. Tato vlákna se označují jako počítatelná respirabilní vlákna. Pochopitelně však i kratší vlákna proniknou do hloubky dýchacích cest a byla nalezena v okolí maligních nádorů z azbestu. Vlákna jsou velmi odolná vůči chemickým vlivům a onemocnění progreduje 20 i více let po ukončení expozice.

Na skiagramu plic u osob s azbestózou se objevují nepravidelná proužkovitá zastínění s maximem v dolních plicních polích, později výrazná zastínění typická pro voštinovitou plicí. Běžný je krepitus při bazích plic a restriktivní ventilační porucha se snížením difuzní kapacity plic. Pacient si stěžuje na progredující námahovou dušnost, dále dochází k pozvolné progresi onemocnění, k respirační insuficienci a cor pulmonale.

Histologický obraz odpovídá intersticiální plicní fibróze, expozici potvrdí nález **azbestových tělísek**, viditelných ve světelném mikroskopu. Jsou tvořena azbestovým vláknem, obaleným mukopolysacharidy s obsahem hemosiderinu (připomínají korálky na niti). Zjišťují se také ve sputu a bronchoalveolární laváži osob exponovaných azbestu ještě po mnoha letech od konce expozice.

Podle RTG mezinárodní klasifikace pneumokonióz podle ILO rentgenový obraz progreduje od jemných lineárních opacit (s), přes středně hrubé (t) až k hrubým, skvrnitým, nepravidelným stínům (u), viz tab. 6.1. Pro hlášení nemoci z povolání se vyžaduje četnost opacit 2. Podmínkou je ověření pracovní expozice azbestovým vláknům hygienickým posudkem z pracoviště.

Pleurální hyalinóza

Jde o ohraničené pleurální pláty nebo difuzní pleurální ztlustění nepravidelného tvaru a velikosti, bělavého lesklého povrchu na parietální, viscerální či diafragmatické pleure. Tvoří bizarní až mapovité útvary a mohou kalcifikovat (pleuritis calcarea). Vznik pleurální hyalinózy se vysvětluje jako přímá lokální reakce na přítomnost azbestových vláken v pleurální dutině, kam jsou transportována z alveolu lymfatickou cestou. Pro jejich vznik stačí nevelká expozice azbestu, kterou opět musí potvrdit hygienik. Pokud jsou pleurální pláty ohraničené a nevelkého rozsahu, nepůsobí žádné obtíže a bývají náhodným nálezem. Rozsáhlé pleurální pláty mohou vést k námahové dušnosti a restriktivní ventilační poruše, nemocní si stěžují na dráždivý kašel, někdy udávají trvalou bolest na hrudi. Kausální léčení neexistuje.

Karcinogenní účinky azbestu

Nádorová onemocnění vyvolaná azbestem vznikají i po podstatně nižší expozici azbestovým vláknům, než azbestóza. Jde o tyto druhy maligních tumorů:

Maligní mezoteliom (pleury, peritonea, perikardu a dalších serózních blan)

Klinický obraz onemocnění je dán charakterem nádoru a rozsahem postižení. Nemocný si stěžuje na trvalou bolest na postižené části hrudníku, námahovou dušnost nebo dráždivý kašel. V pokročilém stadiu může být dušnost klidová, způsobená značným výpotkem. Dojde k úbytku hmotnosti, bývají subfebrilie, eventuálně další příznaky, které se odvíjejí od zasažených orgánů. Fyzikální vyšetření zjišťuje pleurální výpotek a může odhalit vyklenutí postižené části hrudníku tumorózní masou. Mezoteliom se rozvíjí po 30–50 letech i s delším odstupem od prací s azbestem. Průměrný věk nemocných se nyní pohybuje kolem 70 let. Počet onemocnění zvolna narůstá. Na rozdíl od bronchogenního karcinomu současné kouření nemá vliv na vznik onemocnění. Přes veškerou protinádorovou léčbu zpravidla rychle progreduje. Většina pacientů umírá do jednoho roku od stanovení diagnózy.

Bronchogenní karcinom (u tohoto i dalších karcinomů se vyžaduje pro uznání profesionalitu onemocnění současná přítomnost azbestózy nebo pleurální hyalinózy).

Karcinom laryngu

Karcinom ovaria

Podle IARC a metaanalýzy epidemiologických studií všechna tato onemocnění kauzálně souvisejí s expozicí azbestu a aktuální seznam nemocí z povolání umožňuje uznání nemocí z povolání a odškodnění u pacientek s tímto onemocněním při splnění příslušných kritérií.

Pneumokoniózy nekolagenní

Svářečská plíce

Onemocnění patří mezi **nekolagenní plicní fibrózy**, v plicích dochází k ukládání oxidů železa v alveolech s nevelkou nekolagenní reakcí plicní tkáně. Dlouhodobá inhalace svářečských dýmů s obsahem oxidů železa vede ke kumulaci nefibrogenních částic oxidu železa (Fe_2O_3) v plicích, která se na skiagramu plic projeví přítomností difuzních retikulonodulárních opacit. Tato nekolagenní, benigní **pneumokonióza ze svařování** – exogenní sideróza – nepůsobí žádné nebo jen minimální poškození plicních funkcí. Po ukončení expozice rentgenové **změny ustupují** a nález se může zcela normalizovat.

Pro diagnózu pneumokoniózy ze svařování je rozhodující skiagram hrudníku. Hodnocení velikosti a četnosti malých opacit se provádí podle mezinárodní klasifikace pneumokonióz ILO. Vyžaduje se přítomnost prашných změn od četnosti znaků p3, q2, r2 a výše. Profesionální expozici musí stejně jako u jiných nemocí z povolání ověřit a potvrdit hygienik. Plicní funkce jsou u samotné pneumokoniózy ze svařování v mezích normy, nebo se zjistí jen minimální ventilační porucha. Diferenciálně diagnosticky je významné, že RTG změny u pneumokoniózy ze svařování po přerušení expozice pozvolna regredují.

Vysoká koncentrace svářečských aerosolů ve špatně větraných prostorách vede k **horečce ze svářečských dýmů** (horečka z kovů, horečka svářečů, slévačů). Nejčastější příčinou jsou respirabilní částice oxidu zinečnatého (ZnO), který vzniká zahříváním Zn za vysokých teplot v oxidační atmosféře, uplatňují se i další kovy (Mg, Cu). Po latenci 4–8 hod se objeví kovová chuť v ústech, zimnice, horečka dosahující až 40 °C a pocení. Vedlejšími příznaky bývají celková nevolnost, bolesti hlavy, svalů, kašel, mírná dušnost. Příznaky spontánně odeznívají zpravidla do 24 hodin po ukončení expozice.

Expozice dalším kovům, zejména Cd, Cr, Ni, Sn, Sb, však může vyvolat i závažnější poškození respiračního systému – pneumonitidu i edém plic.

U **svářečů** se výskyt **bronchogenního karcinomu** dává do souvislosti s expozicí chromu a niklu u svářečů nerez oceli.

6.3 Náplň preventivních prohlídek

K základním vyšetřením patří skiagram hrudníku, spirometrie.

U **pneumokonióz** hraje významnou roli znalost míry pracovní expozice. Pracovníci se vyřazují z expozice fibrogennímu prachu (SiO_2 a uhelnému prachu) v případě, že dosáhli 100 % nejvyšší přípustné expoziční doby (předpokládá se, že po této expozici onemocní pouze 5 nebo méně % pracovníků). Pravidelný zdravotnický dohled nad exponovanými (preventivní prohlídky) slouží k zachycení iniciálních prашných změn pneumokonióz na skiagramu hrudníku. Ohrožení nemocí z povolání se u pneumokonióz nehlásí.

U **alergických onemocnění** má velký význam osobní i pracovní anamnéza a důkladný rozbor obtíží pacienta. Je důležité nezařazovat do pracovního prostředí s výskytem známých profesionálních alergenů nemocné s alergickou rinitidou a zodpovědně posoudit zařazování atopiků. Prognosticky významné je časné přerušování expozice profesionálnímu alergenu v iniciálních stádiích onemocnění, což může zamezit progresi do chronické obstrukční formy. Důležité je včasné odeslání nemocného k vyšetření na oddělení nemocí z povolání i z toho důvodu, že v pozdních stádiích již přesná diagnóza a tím i odškodnění pro nemoc z povolání nebývají možné.

Předpokládá se, že významný podíl profesionálních astmat není v České republice diagnostikován, protože vyšetřující lékař o možnosti profesionální etiologie často vůbec neuvažuje. Odhady podílu profesionálních astmat na všech onemocněních astmatem se pohybují v různých zemích mezi 2–15 %. Ve srovnání se zahraničními údaji je výskyt tohoto onemocnění u nás značně podhodnocen (5–10násobně). Velmi podobná je situace i u exogenní alergické alveolity.

Také počet **profesních nádorů** je značně podhodnocen, což je způsobeno zejména desítky let dlouhou latencí a skutečností, že jde o běžné typy nádorů, které jsou v populaci časté, zejména karcinom plic. Bohužel ani převážná většina pacientů, kteří onemocní mezoteliomy, téměř specifickými pro azbest, není pro nemoc z povolání odškodněna.

Povinnosti poskytovatelů pracovně lékařských služeb

Tam, kde to okolnosti dovolí, je třeba úpravou technologických postupů omezit expozici fibrogennímu prachu a svářčským dýmům a snížit nebo zcela vyloučit expozici zaměstnanců známým antigenům, zejména plísním. Na pracovištích, kde bývá tato expozice jen nahodile, zajistit ochranu používáním respirátorů. Ani tato preventivní opatření ale riziko vzniku onemocnění zcela nevyločí.

7. Neionizující záření

Lukáš Jelínek, Luděk Pekárek

Neionizující záření zaujímá rozsáhlou spektrální oblast – viz tab. 7.1. Název je odvozen z toho, že jednotlivá kvanta tohoto záření nemají dostatek energie k ionizaci atomů nebo molekul.

Nejvyšší přípustné hodnoty expozice člověka neionizujícímu záření jsou stanoveny v Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením (do roku 2008 nařízení vlády č. 480/2000 Sb. se stejnými limity). Expoziční limity byly stanoveny na základě směrnice komise ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením) publikované v roce 1998 a potvrzené touto komisí v roce 2009 jako stále platné. Shodné limity jsou obsaženy ve Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2004/40/ES (0 Hz – 300 GHz) a 2006/25/EC (optické záření).

Účinky neionizujícího záření jsou souhrnně uvedeny v tab. 7.2 a podrobněji rozebrány v dalším textu.

7.1 Optické záření

Jedná se o elektromagnetické záření s vlnovou délkou od 100 nm do 1 mm (tj. z intervalu frekvencí od 300 GHz do $3 \cdot 10^{15}$ Hz).

Ultrafialové záření (UV, 100 nm–400 nm)

Záření o vlnových délkách kratší než 200 nm se šíří jen ve vakuu. Ve vzduchu je absorbováno a dochází přitom k interakci s molekulami kyslíku za vzniku ozónu.

Zbývající spektrální oblast se dělí podle biologických účinků na 3 dílčí oblasti:

UVA o vlnových délkách 315–400 nm

UVB o vlnových délkách 280–315 nm

UVC o vlnových délkách 200–280 nm

UV neproniká do hloubky tkáně, kritickým orgánem jsou proto kůže, oční spojivky, rohovka, u dlouhovlnného UVA také oční čočka.

Předpokládá se, že UV záření se může podílet na vzniku katarakty. Ozáření oka UV vyvolává po době latence prudký zánět spojivek a rohovek se zánětlivou reakcí kůže očních

Tab. 7.1: Typy záření, jejich frekvenční spektrum a jejich zdroje

Diagnostika, terapie, stopování pomocí radioizotopů	záření γ	30 PHz– ∞	Ionizující	
	rentgenové záření			
Slunce; umělé zdroje	ultrafialové záření	0,75 PHz–30 PHz	Elektromagnetické záření	
Všude	viditelné záření	380 THz–750 THz		
	infračervené (tepelné) záření	0,3 THz–380 THz		
Radar, mikrovlnné trouby, Spoje, družice, přenos dat	milimetrové vlny	30 GHz–300 GHz		
	centimetrové vlny	3 GHz–30 GHz		
Televize, mobilní telefony	decimetrové vlny	0,3 GHz–3 GHz		
VKV (FM) rozhlas	metrové vlny	30 MHz–300 MHz		
Krátkovlnný rozhlas; vysokofrekvenční ohřev	desetimetrové až stometrové vlny	3 MHz–30 MHz		
AM rozhlas	střední a dlouhé vlny	30 kHz–3 MHz		
Speciální komunikace, Geofyzikální průzkum	velmi dlouhé vlny (VDV)	50 Hz–30 kHz		Neionizující
Slaboproudá zařízení, televizní a vakuové počítačové monitory	nízkofrekvenční pole			
Indukční pece, lokomotivy				
Rozvod elektrické energie, domácí spotřebiče	elektrická a magnetická pole s frekvencí energetické sítě	50 Hz	Elektrické a magnetické pole	
Tramvaje, metro	velmi pomalu proměnná pole	0 Hz–50 Hz		
Geomagnetické pole, atmosférická elektřina, elektrolýza, MRI	statické elektrické a magnetické pole	0 Hz		

víček a kůže obličej (známé u svářečů pod názvem fotoelektrická oftalmie). Příznaky mizejí bez následků do 48 hodin. Záření UVA a UVB přispívají ke vzniku pigmentace a stárnutí kůže. Záření UVB a UVC dále přímo působí na DNA a může přispět ke vzniku karcinomu kůže. Expozice UVB může také způsobit snížení imunity.

Sluneční UV záření obsahuje asi 5 % UVB a 95 % UVA. Pracovně jsou tomuto záření vystaveny osoby pracující na venkovním prostranství (farmáři, námořníci ap.). UV záření jsou také např. vystaveni svářeči, kdy zdrojem je elektrický oblouk při sváření kovů, nebo plazmový hořák. Dalšími zdroji UV jsou výbojky (používané v lé-

Tab. 7.2: Přehled působení neionizujícího záření na člověka i

$f = 0 \text{ Hz} - 300 \text{ GHz}$ Elektromagnetické záření					$\lambda = 1 \text{ mm} - 180 \text{ nm}$ Optické záření			
$f = 0 \text{ Hz}$	300 Hz	100 kHz	10 MHz	300 GHz $\lambda = 1 \text{ mm}$	1400 nm	780 nm	400 nm	180 nm
Stimulace nervu					Fotochemické reakce			
Nervová soustava (okamžité působení)					Sítnice oka Povrch těla (okamžité i dlouhodobé)			
Ohřev tkáně								
Věškerá tkáň (okamžité až 6 minut)					Povrch těla a sítnice oka (okamžité i dlouhodobé)			
Fosgeny, svalová křeč					Popálení, úpal, katarakta			
Přehřátí těla					Snížení barvocitu			
Úžeh, riziko rakoviny kůže, katarakta, fotokeratitida								
Má práh působení					Nemá práh			

kařství, kosmetice, k dezinfekci, v divadle ke světelným efektům, k fotochemickým reakcím aj.).

Základní ochranou je snížení expozice, důkladné ošacení, ochrana zraku, pravidelná aplikace slunečních filtrů.

Pro určení velikosti expozice je základní veličinou dávka záření ($\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$), což je hustota zářivého toku ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) vynásobená dobou expozice (s). Nebezpečnost UV záření je velmi silně závislá na vlnové délce, což je spektrální váhový koeficient S_λ - viz obr. 7.1.

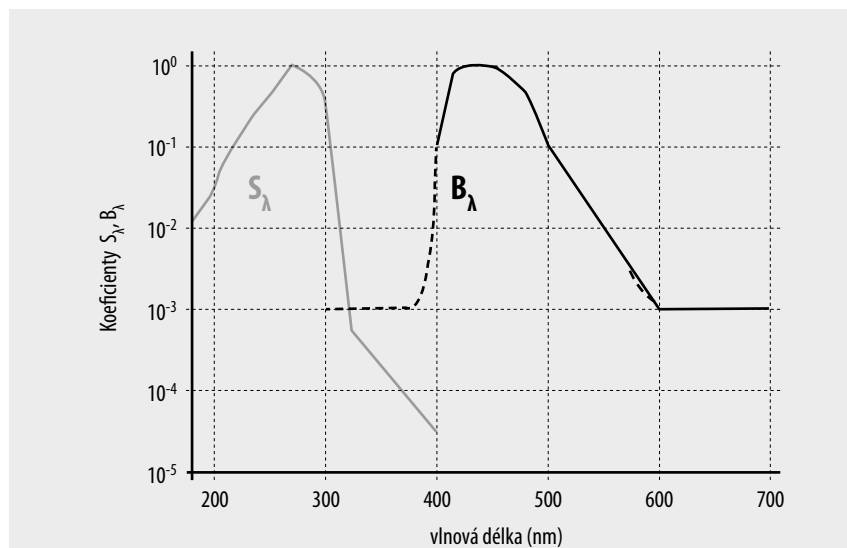
Viditelné záření (400 nm–780 nm)

Zdrojem je slunce, elektrický výboj, vlákno žárovky, svítící dioda aj. Při vysoké intenzitě a delší době působení může viditelné záření poškodit oko (především popálit sítnici). Před delší expozicí zdroji středně silné intenzity chrání oko reflex mrknutí. Expozice nadměrně intenzivnímu zdroji viditelného záření se při práci vyskytuje zřídka (bodový zdroj s vysokým jasem).

Ochrana oka se docílí ochrannými brýlemi nebo ochranným štítem. Ochrana před zářením laserů je uvedena samostatně v kapitole Lasery. Také u viditelného světla je nebezpečnost silně závislá na vlnové délce, viz křivka spektrální váhový koeficient B_λ na obr. 7.1. Maximum křivky odpovídá vlnovým délkám zodpovědným za fotochemické reakce na sítnici.

Infračervené záření (IR, 780 nm–1 mm)

Zdrojem IR je povrch každé látky s teplotou vyšší než absolutní nula. Zdrojem IR s vysokou intenzitou jsou hutnické pece, sklářské váhy, rozžhavená ocel aj. IR zahřívá



Obr. 7.1: Spektrální váhové koeficienty vyjadřující závislost účinků záření na vlnové délce

Tab. 7.3: Rizika z expozice optickému záření

Oblast	$\rightarrow \delta$	UV-C	UV-B	UV-A	Světlo	IR-A	IR-B	IR-C	
Vlnová délka $\rightarrow \delta$	nm	100	280	315	400	760	1400	3000	10^6
Účinky	Fotokeratitida			Popálení sítnice			Popálení rohovky		
	Šedý zákal								
	Erythem				Poruchy barevného vidění a vidění v noci				
	Karcinom kůže			Popálení kůže					

tkáň, vyšší expozice může způsobit popáleniny, dlouhodobá expozice pak pigmentaci kůže. Absorpce IR v čočce a v duhovce oka může vést ke vzniku katarakty ze záření (skláři, hutníci). V intervalu vlnových délek od 780 nm do 1400 nm prochází infračervené záření stejně jako viditelné záření optickou cestou oka až k sítnici a může ji popálit.

Ochrana pracovníků spočívá v používání ochranných obleků, brýlí a také ve stínění zdrojů, například jejich zakrytím izolačními materiály.

Účinky optického záření jsou stručně shrnuty v tab. 7.3.

7.2 Elektromagnetická pole a záření (0 Hz–300 GHz)

Za oblastí infračerveného záření je rozsáhlá oblast elektromagnetických polí s frekvencí od 300 GHz do 0 Hz (vlnová délka 1 mm– ∞). Veličinami, které se používají pro popis pole, jsou intenzita elektrického pole E (V/m) a magnetická indukce B (T). Elektromagnetické záření je zvláštním případem elektromagnetického pole a pro jeho popis se často používá hustota zářivého toku ($W \cdot m^{-2}$).

Byla zjištěna dvě rizika pro zdraví z expozice člověka elektromagnetickým polím těchto frekvencí:

- dráždění nervové soustavy způsobené proudy indukovanými v těle časově proměnným elektrickým a magnetickým polem,
- ohřev tkáně způsobený absorpcí vysokofrekvenčního záření.

V obou případech jde o krátkodobé účinky, které se v těle nekumulují. Existuje práh expozice, pod kterým již nedochází k nepříznivému působení bez ohledu na jeho trvání. U ohřevu tkáně se za práh možných škodlivých účinků považuje vzrůst teploty o 1 °C. Za práh možných škodlivých účinků u indukovaných proudů se považuje práh stimulace periferní nervové soustavy, viz tab 7.4.

Zdrojem elektrického pole jsou elektricky nabitá tělesa. Magnetické pole vzniká kolem vodiče, kterým protéká elektrický proud.

Elektromagnetická pole s intenzitou dostatečnou k vyvolání nepříznivých zdravotních účinků se vyskytují jen výjimečně. Ostatní osoby (obyvatelstvo) se do takových míst nemohou bez porušení předpisů dostat. V pracovním prostředí se takové intenzity polí mohou vyskytnout v okolí supravodivých magnetů v zařízeních magnetického rezonančního zobrazování, v blízkosti antén výkonných vysílačů, při odporovém svařování, u zařízení na svařování plastů nebo při obsluze přístrojů pro diatermii a magnetoterapii.

Ochrana pracovníků před elektromagnetickým zářením spočívá v účelném rozmístění zdrojů či jejich stínění. Pokud je nutné, aby zaměstnanec pracoval v místě, kde by expozici překračoval, musí používat ochranný oblek a speciální brýle tak, aby expozice těla nepřekročila expoziční limit. Pro snížení expozice nízkofrekvenčnímu a statickému magnetickému poli neexistuje ochranný oblek ani jiné osobní ochranné prostředky.

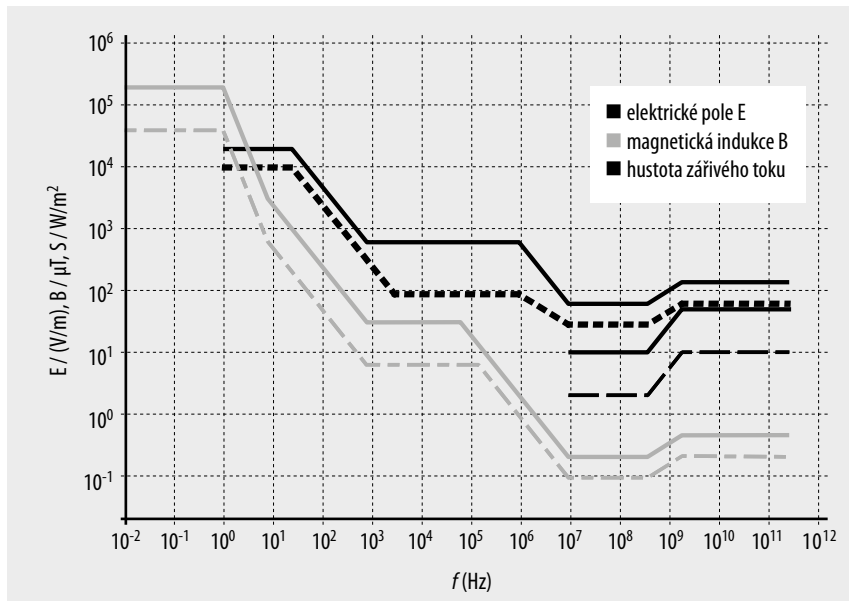
Základními dozimetrickými veličinami odpovídajícími za míru expozice (nejvyšší přípustné hodnoty) jsou hustota indukovaného proudu v těle J (A/m^2) vyjadřující dráždění nervové soustavy, měrný absorbovaný výkon SAR ($W \cdot kg^{-1}$) vyjadřující ohřev tkáně a hustota zářivého toku dopadajícího na tělo S ($W \cdot m^{-2}$) vyjadřující povrchový ohřev těla elektromagnetickým zářením s frekvencí vyšší než 10 GHz. Pro impulsní vysokofrekvenční záření je dále zavedena veličina měrná absorbovaná energie SA ($J \cdot kg^{-1}$) vyjadřující sluchový efekt způsobený intenzivním krátkodobým ohřevem mozkové tkáně.

U indukovaného proudu se posuzuje jeho nejvyšší okamžitá hodnota pro celou dobu expozice. O případném překročení tedy rozhoduje nejvyšší zjištěná hodnota bez ohledu na to, jak dlouho expozice trvala. U měrného absorbovaného výkonu se hodnotí maximální dávka měrné absorbované energie ($J \cdot kg^{-1}$) dosažená během kterýchkoli šesti minut expozice.

Nejvyšší přípustné hodnoty jsou stanoveny zvlášť pro osoby exponované při výkonu práce (zaměstnanec, kontrolovaná expozice) a pro obyvatelstvo včetně dětí (ostatní osoby, nekontrolovaná expozice). Nejvyšší přípustné hodnoty pro zaměstnance jsou stanoveny na úrovni přibližně desetkrát pod prahem působení. Nejvyšší přípustné hodnoty pro ostatní osoby jsou pětkrát nižší než hodnoty pro zaměstnance.

Tab. 7.4: Projevy působení elektrického proudu indukovaného v těle člověka

Proudová hustota (A/m^2)	Projevy
< 0,001	žádné projevy
0,001 – 0,01	nepatrné biologické projevy
0,01 – 0,1	vizuální obtěžující efekty (magneto/elektro-fosfeny), dráždění centrální nervové soustavy
0,1 – 1	práh stimulace periferní nervové soustavy, možná zdravotní rizika
> 1	možné extrasystoly a ventrikulární fibrilace; nesporná zdravotní rizika



Obr. 7.2: Referenční úrovně pro zaměstnance (plná čára) a pro ostatní osoby (čárkovaná čára)

Hustota elektrického proudu indukovaného v těle a měrný absorbovaný výkon jsou fyzikální veličiny, které přímo působí na biologické procesy v těle. Tyto dozimetrické veličiny však nejsou přímo měřitelné a v případě potřeby je nutné je zjišťovat výpočtem ze změřených hodnot elektrických a magnetických polí v místě expozice, méně často měřením na fantomech. Z tohoto důvodu se obvykle zavádějí tzv. referenční úrovně, které jsou stanoveny pro přímo měřitelné veličiny intenzity elektrického pole E , magnetické indukce B a hustoty zářivého toku S , viz obr. 7.2. Nepřekročení referenční hodnoty zaručuje splnění nepřekročení stanovené nejvyšší přípustné hodnoty.

Z obr. 7.2 je patrné, že neúčinnější absorpce vysokofrekvenčního výkonu v těle člověka nastává v okolí 100 MHz a je způsobena tím, že délka těla je srovnatelná s vlnovou délkou vlny.

Literatura

1. Nařízení vlády ČR č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením. Sbírka zákonů č. 1, částka 1, str. 2–29, 2008.
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health Physics, Vol. 74, pp. 494–522, 1998.

3. Directive 2006/25/EC of the European parliament and of the Council on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation), Official Journal of the European Union, L 114/38, 2006.

4. Directive 2004/40/EC of the European parliament and of the Council on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields), Official Journal of the European Union, L 184/1, 2004.

5. Pekárek L., Šístek P., Jelínek L.: Neionizující záření – expozice a zdravotní rizika, Státní zdravotní ústav, ISBN: 80-7071-276-7, 2006.

6. Pekárek L., Jelínek L.: Elektromagnetické pole ($f \leq 300$ GHz) a rizika jeho působení na člověka. Československý časopis pro fyziku, Vol. 61, pp. 214–219, 2011.

8. Lasery

Lukáš Jelínek, Luděk Pekárek

Slovo **laser** je akronymem slov **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation. Vzhledem k rozsahu této kapitoly se nemůžeme zabývat podstatou činnosti laseru a budeme pouze konstatovat, že jde o zařízení, které je zdrojem koherentního elektromagnetického záření v rozsahu vlnových délek od ultrafialové po infračervenou spektrální oblast. Pojem koherentní znamená, že jsou všechny fotony záření vysílaného laserem ve stejné fázi. Rozdíl mezi koherentním zářením laseru a zářením např. žárovky lze srovnat s rozdílem kroku pochoduující vojenské jednotky a nesrovnanému kroku kráčejícího davu. Protože je záření laseru koherentní, je i monochromatické. Tzv. multimodální lasery mohou emitovat záření na několika vlnových délkách současně. Vlnová délka záření konkrétního typu laseru je dána jeho konstrukcí. Vlastnosti záření laseru umožňují soustředit je do ohraničeného málo rozbíhavého svazku. Laser může záření emitovat nepřetržitě, ve spojitém režimu, nebo v režimu impulsním, tj. v záblescích trvajících od desetin sekundy po zlomky nanosekundy. Lasery, které vysílají impulsy opakovaně častěji než jednou za sekundu, se nazývají lasery s vysokou opakovací frekvencí.

Veličinami charakterizujícími daný laser a podstatnými z hlediska posouzení jejich nebezpečnosti jsou vlnová délka emitovaného záření (nm), rozbíhavost svazku záření vyjádřená v úhlové míře, u laserů pracujících ve spojitém režimu výkon (W) a hustota zářivého toku ($W \cdot m^{-2}$), u laserů pracujících v impulsním režimu doba trvání jednoho záblesku (s), energie obsažená v jednom záblesku přepočtená na jednotku plochy ($J \cdot m^{-2}$), a frekvence záblesků (Hz).

Záření laserů může být po dopadu na plochu absorbováno nebo odraženo zrcadlově nebo difuzně. K difuznímu odrazu dochází tehdy, když jsou na místě dopadu náhodně orientované drobné nerovnosti. Zrcadlový odraz se posuzuje z hlediska nebezpečnosti záření pro oko stejně jako přímý zásah.

Uplatnění laserů je rozsáhlé. Pro příklad uvedme, že jsou součástí mnoha laboratorních přístrojů, měřicích a vytyčovacích zařízení ve stavebnictví a geodézii, přehrávačů CD disků, zařízení spojovací techniky, v lékařství slouží jako chirurgický nástroj ke koagulaci a řezání tkání, v korektivní dermatologii, ve strojírenství ke svařování kovových součástek, dělení materiálu atd.

Primárním účinkem záření laserů na živou tkáň je účinek **tepelný a fotochemický**. Jednotlivé fotony záření laserů mají nízkou energii. Záření proto neproniká do hloubky. Tepelný účinek se projeví tehdy, když je absorbováno ve tkáni dostatečné množství energie záření tak rychle, že dochází ke vzestupu její teploty o 10–25 °C za minutu. Fotochemické účinky jsou způsobeny interakcí záření s molekulami v ozářené tkáni. Nejsou do všech podrobností známy. Účinky záření laserů na **oko** závisejí na jeho vlnové délce, neboť ta určuje, v které části oka je záření absorbováno. Viditelné záření a záření blízké infračervené spektrální oblasti (vlnové délky 400 až 1400 nm) proniká až k sítnici a zde se uplatňují jeho tepelné a fotochemické účinky. Optická soustava oka přitom zvyšuje hustotu záření tak, že na sítnici je až cca 100 000krát vyšší než na povrchu oka. Sítnice se v místě tepelného poškození hojí jizvou, jejíž umístění určuje závažnost poškození vidění. Při zásahu sítnice zářením laseru pracujícím v impulsním režimu může vzniknout na místě zásahu mechanické poškození způsobené překotným vypařováním vody. Nejzávažnější je poškození oblasti žluté skvrny. Infračervené záření o vlnové délce větší než 1400 nm je absorbováno v rohovce a v přední oční komoře. Absorbovaná energie proto může vést k tepelnému poškození čočky a rohovky.

Až na výjimky (například u záření velmi výkonných infračervených laserů) má poškození **kůže** zářením laserů podobu popálení a je méně významné, protože plošný rozsah je zpravidla malý a následky nebývají velké.

Narižením vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením, je vymezena soustava nejvyšších přípustných hodnot ozáření oka a kůže zářením laserů diferencovaně podle režimu vyzařování, vlnové délky emitovaného záření a dalších parametrů. Protože by bylo určení velikosti potenciální expozice lidí zářením laserů na základě proměření jeho parametrů v terénních podmínkách obtížné a nepraktické, nevycházejí požadavky na ochranu zdraví z hodnocení skutečné expozice (jak se to běžně praktikuje u jiných faktorů), ale z nebezpečnosti laserů vyjádřené kvantitativně podle zařazení laseru do některé ze čtyř tříd. Kriteriaální hodnoty pro **zařazování laserů do tříd** jsou stanoveny v citovaném předpisu. **Lasery první třídy** emitují záření, jejichž výkon nebo energie záblesku nepřekračují nejvyšší přípustné hodnoty uvedené ve zmíněném předpisu, a jsou proto pokládány z hlediska možných důsledků zásahu oka za zcela bezpečné. Do této třídy se zařazují též lasery, u nichž je svazek záření zcela zakrytován. **Druhá třída** zahrnuje lasery emitující viditelné světlo překračující přípustné hodnoty pro první třídu, jejich výkon však nepřekračuje 1 mW. Vymezení této třídy vychází z představy, že k ochraně sítnice postačují obranné reakce samočinně probíhající při zásahu oka intenzivním zářením: mrkací reflex a odvrácení hlavy (skutečná doba latence 0,16–0,18 s, v legislativní praxi se vychází z 0,25 s). V některých zahraničních předpisech se uvádí samostatná třída 2A, zahrnující lasery, jejichž výkon je tak malý, že může být soustředěn na sítnici po dobu až 1000 s, tj. 16,7 min; lasery tohoto typu bývají např. zabudovány v kontrolních pokladnách. **Záření laserů třetí třídy** již představuje **nebezpečí pro oko**, protože mrkací reflex

a odvrácení hlavy nejsou dost rychlé k omezení expozice sítnice a jiných struktur oka na bezpečnou úroveň. Poškození kůže při nahodilé expozici však nepřichází v úvahu. Z třetí třídy je vylčena zvláštní třída 3A zahrnující lasery emitující viditelné záření, jehož výstupní výkon nepřekračuje 5 mW a hustota zářivého toku nepřekračuje 25 W.m⁻².

Lasery nevyhovující této podmínce jsou lasery třídy 3B. **Lasery čtvrté třídy** jsou **nebezpečné pro oko i při zásahu difuzně odraženým paprskem**, jejich zásah je nebezpečný **i pro kůži** a představuje potenciální nebezpečí požáru. Do této třídy patří např. většina laserů užívaných v chirurgii nebo k obrábění různých materiálů (pokud nejsou zakrytovány).

Třída musí být na laseru zřetelně vyznačena. Zařazení laserů do tříd výrazně usnadňuje stanovení opatření k ochraně zdraví – zásadně čím vyšší třída, tím přísnější ochranná opatření se uplatňují. Ideálním řešením je zakrytování dráhy paprsku, čímž se laser dostane do 1. třídy. Toto řešení nelze ovšem často použít, pak nastupují další opatření – kontrolovaný vstup do prostoru svazku paprsků, koncové spínače přívodu elektrického proudu do laseru na dveřích, uzamykatelné vypínače laserů, ochrana očí speciálními brýlemi, školení pracovníků v bezpečném zacházení s laserem.

Význam preventivních lékařských prohlídek pracovníků zacházejících s lasery je sporný. Nepochybně potřebné jsou **vstupní prohlídky nových pracovníků**, periodické prohlídky však již nemají preventivní význam, neboť mohou pouze odkrýt již vzniklé poškození.

Literatura

1. Sliney D., Wolbarst J.: Safety and other optical sources. Plenum press, 1977, New York, London.
2. Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením.

9. Ionizující záření

Hana Podškubková

V celém svém vývoji byl člověk vystaven působení ionizujícího ozáření. Schematicky můžeme rozdělit zdroje ozáření na zdroje přírodní a umělé. Na ozáření se největší měrou podílejí zdroje přírodní související s přírodní radioaktivitou a kosmickým zářením. Zdroje umělé tvoří menší podíl; největší podíl tvoří zdroje záření používané v medicíně – vyjádřením v efektivní dávce se jedná o záření cca 1 mSv na jednotlivce za rok.

Vzhledem k povaze přírodních zdrojů nelze jejich vliv na člověka zcela vyloučit, výjimku tvoří možnost snížení ozáření z radonu a jeho dceřiných produktů (tzv. protiradonová opatření). Ozáření člověka z umělých zdrojů je možné omezit, ovšem za cenu, že se vzdáme přínosů, jakými jsou lékařské ozáření nebo využití jaderné energie.

9.1 Fyzikální základy a veličiny používané pro účely radiační ochrany

Ionizující záření je elektromagnetické záření, které je schopno přímo (nabitě částice α či β) nebo nepřímo (fotony, neutrony) ionizovat hmotné prostředí. Přitom dochází k absorpci energie, ta je základem účinků záření. Absorbovaná dávka je poměr střední sdělené energie předané látce a hmotnosti, její jednotkou je joule na kg. Pro oblast ionizujícího záření se používá jednotka gray (Gy). Vzhledem k odlišné biologické účinnosti se k hodnocení velikosti různých druhů záření používá střední absorbovaná dávka v orgánu násobená radiačním váhovým faktorem, tzv. ekvivalentní dávka, jejíž jednotkou je sievert (Sv). Hodnota radiačních váhových faktorů se pohybuje od 1 (fotony a beta částice) až po hodnotu 20 (částice alfa). Součet ekvivalentních dávek v jednot-

Tab. 9.1: Ozáření z přírodních zdrojů na obyvatele v ČR/rok

Zdroj ozáření	Efektivní dávka (mSv)
Kosmické záření	0,39
Zemské záření gama	0,46
Radionuklidy v těle (kromě radonu)	0,23
Radon a produkty přeměny	2
Celkem	3–3,5

Tab. 9.2: Biologické účinky ionizujícího záření

Následující tabulka popisuje procesy vedoucí po ozáření k účinkům na úrovni molekulární, na úrovni buňky, orgánu a celého organismu.

Stadium	Procesy		Trvání
Fyzikální	absorpce energie i.z. ionizace ve vodě: H_2O^- $\text{H}_2\text{O}^+ + \text{e}^-$		10^{-16}s
Chemické	interakce radikálů s chemickými molekulami, denaturace buněčných složek a fermentů, interakce s nukleovými kyselinami – DNK	akutní smrt buňky	sekundy
Biologické	změny genetické informace buňky	smrt buňky buněčná deplece	desítky minut – desítky let
		mutace somatická mutace gametická	

livých tkáních násobených příslušným tkáňovým váhovým faktorem, odražejícím relativní citlivost tkáně nebo orgánu k indukci stochastických účinků a míru léčitelnosti je tzv. efektivní dávka (jednotka Sv). Radioaktivita je schopnost přeměny nestabilních atomů v atomy stabilnější nebo stabilní. Veličinou je aktivita, znamenající četnost přeměny jader. Jednotkou aktivity je becquerel (Bq), zvláštní název pro reciprokou sekundu.

9.2 Biologické účinky ionizujícího záření

Tab. 9.2 popisuje procesy vedoucí po ozáření k účinkům na úrovni molekulární, na úrovni buňky, orgánu a celého organismu.

Z hlediska vztahu dávky záření a biologického účinku může ozáření vést k účinkům deterministickým (nově nazývaných tkáňové reakce) spojeným se zánikem buněk a následnou ztrátou funkce tkání a orgánů. Tyto změny mají klinicky jednoznačný projev, nastávají až po dosažení určité dávky (prahu). S růstem dávky dochází ke zhoršování funkce orgánu či tkáně až případné smrti. Z hlediska deterministických účinků tedy existují dávky (podprahové) s nulovou intenzitou účinku, i když by i v jejich důsledku docházelo ke ztrátě buněk, jež se však narušením funkce orgánu neprojeví. V tab. 9.3 jsou u jednotlivých typů deterministických účinků uvedeny dávky prahové.

Ochrana proti deterministickým účinkům, jejich úplné vyloučení, spočívá v zábraně dosažení prahových dávek pro jednotlivé tkáně a orgány. K tomu slouží stanovení limitů pro tkáňové dávky. Dalším typem biologických změn jsou stochastické účinky. Ty jsou důsledkem změn v ozářených buňkách přeživších ozáření. Změněná buňka se může po delším časovém odstupu vyvinout v nádorovou. Obranné a reparační procesy různého druhu a úrovně činí tento vývoj krajně nepravděpodobným, zejména při malých dáv-

kách, nicméně nejsou známy žádné dávky, pod kterými by ke vzniku nádoru nemohlo dojít. Karcinogenní účinek záření byl prokázán v epidemiologických studiích u různých ozářených populací, kde byl pozorován zvýšený výskyt nádorů oproti srovnatelné neozářené populaci. Z hlediska ozáření jednotlivce je funkcí dávky pravděpodobnost vzniku nádoru. Stochastický, tedy náhodný charakter z hlediska určitého jedince mají i dědičné důsledky ozáření, projevující se u potomstva ozářených osob. Nemůžeme vznik ani těchto poškození zcela vyloučit; můžeme pouze omezit pravděpodobnost jejich vzniku na míru přijatelnou pro jednotlivce a společnost.

9.3 Cíle a principy radiační ochrany

Přístup usilující, aby všechny dávky byly tak nízké, jak je rozumně dosažitelné při uvážení ekonomických a sociálních hledisek, nazýváme optimalizací ochrany před zářením. Je cestou, která umožní rozumné využívání zdrojů ionizujícího záření, a je to racionální a efektivní přístup k ochraně člověka a společnosti před škodlivými účinky ionizujícího záření. Při řešení praktických problémů se radiační ochrana opírá o soubor vzájemně propojených principů, kritérií a přístupů, které jsou zakotveny v zákoně č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších právních předpisů (atomovém zákoně), a v prováděcích právních předpisech. V souladu s obecnými pravidly ochrany zdraví při práci spočívá cíl radiační ochrany v zabezpečení přiměřené úrovně ochrany osob a zároveň v umožnění využití zdrojů ionizujícího záření, a to pouze za předpokladu, že přínos významně převyšuje negativní dopady spojené s jejich užíváním (zdůvodnění). Dalším principem radiační ochrany

Tab. 9.3: Prahové dávky u deterministických účinků

Druh účinku	Jednorázové ozáření (Gy)	Dávkový příkon (Gy.rok ⁻¹)
Opacity v oční čočce – nízké LET	2–5	0,15
Zhoršující vidění – vysoké LET	1–3	
Zuží – přechodná sterilita	~ 0,15	0,4
– trvalá sterilita	3,5–6	2
Ženy – trvalá sterilita	2,5–6	0,2
Poškození kůže		
Erytém a suchá deskvamace	3–6	
Nekróza	50	
Akutní radiační syndrom		
Postižení kostní dřevě	3–5	
Postižení GIT a plíc	5–15	
Poškození NS	> 15	

je zavedení takových postupů, které zajistí, aby všechny dávky byly tak nízké, jak je rozumně dosažitelné při uvážení ekonomických a sociálních hledisek (optimalizace). Zdůvodnění činností vedoucích k ozáření a optimalizace ochrany jsou spolu s dodržením požadavku nepřekročení stanovených limitů ozáření základními principy radiační ochrany. K realizaci těchto přístupů je ovšem nezbytné znát kvantitativní aspekty vztahu ozáření a stochastických účinků. Informace o vztahu dávky záření k indukci nádoru různých tkání poskytují epidemiologické studie, především u osob ozářených při výbuších jaderných bomb v Hirošimě a Nagasaki a dále osob ozářených v rámci léčení nebo vyšetřování nebo při práci (horníci uranových dolů). Z těchto studií a z biofyzikálních modelů vyplývá pro oblast nízkých dávek oprávněnost předpokladu přímé úměry dávky a stochastického účinku, nezávisle na příkonu dávky. Současně tyto studie přinesly číselné koeficienty rizika (pravděpodobnosti) indukce smrtelného nádoru připadající na jednotku dávky. Společnost ochrany před zářením (ICRP) na základě jejich promítnutí na různé reálné národní populace stanovila jako míru újmy nominální koeficienty pravděpodobnosti stochastických účinků, jednak pro letální nádory, jednak i pro újmu způsobenou indukci nádorů, jež nevedou k smrti, ale způsobí jinou zdravotní újmu nositeli (nemoc, ztráta pracovní schopnosti), i pro závažné účinky dědičné. Zdravotní újma v důsledku ozáření je snížení délky a kvality života u části obyvatel. Nominální koeficienty rizika vztahené k újmě pro stochastické účinky (dle ICRP č. 103) uvádí tab. 9.4.

Tab. 9.4: Nominální koeficienty rizika stochastických účinků

Ozářená populace	Újma (10^{-2} Sv ⁻¹)
Pracující	4,2
Celá populace	5,7

Zvláštní povahu má účinek ozáření „in utero“, tedy fetu a embrya, jež závisí vedle dávky i výrazně na stadiu embryonálního vývoje. Vystupují tu do popředí, vzhledem k nízkému počtu vyvíjejících se buněk, účinky spojené s důsledky jejich zániku, tedy deterministické účinky. Patří k nim především smrt plodu, možná ve všech obdobích; účinek v počáteční

fázi (do 3. týdne) zůstává nepozorován, a má tak malý sociální význam. Vznik malformací je možný ve stadiu organogeneze, mezi 3. až 8. týdnem vývoje, u člověka nebyla jejich indukce spolehlivě prokázána, podle poznatků u zvířat činí prahová dávka nejméně 100 mSv. U dětí ozářených in utero v Hirošimě a Nagasaki byla pozorována mentální zostalost a koeficient snížení IQ je odhadován na 30 bodů na 1 Sv. Údaje o indukci zhoubných nádorů po ozáření plodu u lidí nejsou jednoznačné, ale nelze vyloučit možnost vyšší citlivosti plodu k ozáření než u dospělých.

9.4 Dávkové limity

Funkce přiřkládaná dávkovým limitům spočívá u deterministických účinků v zábrance překročení jejich dávkového prahu, u účinků stochastických v potřebě zabránit přílišným nerovnostem v jejich pravděpodobnosti mezi ozářenými osobami. Limity pro radiační

pracovníky se pro sumu efektivní dávky E ze zevního ozáření a 50letého úvazku této dávky z radioaktivních látek inhalovaných ve stejném roce činí 100 mSv za pět za sebou jdoucích kalendářních roků a 50 mSv za kalendářní rok, pro ekvivalentní dávku H_T v oční čočce 150 mSv za kalendářní rok, pro průměrnou ekvivalentní dávku H_T v 1 cm² kůže 500 mSv za kalendářní rok, pro H_T na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky 500 mSv za kalendářní rok.

Limity obecné vztahující se na ozáření ze všech činností, kromě přírodního pozadí a lékařského ozáření, tedy na ozáření jednotlivců z obyvatelstva pro sumu E ze zevního ozáření a dávkového úvazku do 50 let z příjmu radionuklidů ve stejném roce, činí 1 mSv za kalendářní rok, výjimečně 5 mSv za pět za sebou jdoucích kalendářních roků, pro H_T v oční čočce 15 mSv za kalendářní rok, pro průměrnou H_T v 1 cm² kůže 50 mSv za kalendářní rok. Tyto limity se uplatňují na průměrné ozáření v kritické skupině obyvatel pro všechny cesty ozáření.

Zvláštní hodnoty (1 mSv u osob do 18 let a 5 mSv u ostatních osob) jsou stanoveny pro ozáření dobrovolníků při péči o pacienty, návštěvníky či osoby žijících s pacienty ve společné domácnosti po aplikaci radiofarmaka. Pro ozáření plodu u těhotných žen pracujících na pracovištích se zdroji ionizujícího záření se neprodleně poté, co žena těhotenství zjistí a oznámí zaměstnavateli, omezuje úpravou podmínek práce tak, aby bylo nepravděpodobné, že součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření plodu, alespoň po zbývající dobu těhotenství, překročí 1 mSv.

9.5 Usměrnování ozáření

Na pracovištích je požadavek zvýšené ochrany lokalizovatelný prostorově, proto se vyvinul pojem kontrolovaného pásma jako oblasti, kde jsou nebo mohou být vyžadována zvláštní ochranná a bezpečnostní opatření. Tím je myšleno zvláštní vybavení a postupy, hodnocení ozáření jednotlivých pracovníků dozimetry, regulace přístupu osob a kontroly kontaminace osob a předmětů k usměrnění normálního ozáření nebo zábrany šíření radioaktivní kontaminace. K rozhranění bylo použito kritérium možnosti překročení 3/10 ročního dávkového limitu. Požadavek, aby hranice byla ověřována, přerostl později v pojem dalšího pásma na pracovišti, sledovaného pásma, jehož hranici tvořila možnost překročení 1/10 dávkového limitu. Přispěla k tomu pravděpodobně potřeba v některých zemích omezit přílišné poskytování různých výhod finančních, v délce pracovní doby, příplatků a prodloužené dovolené. Z hlediska radiační ochrany nejsou žádné takové „benefity“ zdůvodněny. Jelikož prostorové rozlišení není vždy postačující, vyhláška č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kategorizuje i radiační pracovníky na pracovníky A a B (podle kritéria, zda lze či nelze vyloučit překročení 3/10 dávkového limitu) s požadavkem individuálního monitorování pro pracovníky kategorie A. Na rozdíl od pracujících nemůže být pohyb obyvatel a jejich kontakt s prostředím, ve kterém se mohou nacházet radioaktivní látky uvolněné ze zdroje nebo pole záření ze zdroje, provozovate-

lem zdroje, prakticky vůbec usměrňován. Veškerá a dostatečná opatření k ochraně obyvatel proto musí být provedena u zdroje samého, omezením výпустí radioaktivních látek do prostředí a záření vycházejícího ze zdroje. Odhad dávek, které provoz zdroje, jakož i nehody, způsobí nebo mohou způsobit, se provádí pomocí modelů pohybu radioaktivních látek v prostředí, kontaktu obyvatel s prostředím a vztahu příjmu radioaktivních látek nebo zevního ozáření s dávkami. Modely musí respektovat konkrétní situace v uvedených vztazích, opírají se tedy často o zvláštní předprovazní studie. Není reálně možné zjišťovat dávky u všech obyvatel, a proto se dávkové limity, resp. optimalizační meze vztahují na průměrnou dávku v tzv. reprezentativní osobu (dříve kritickou osobu). Reprezentativní osoba je jednotlivec z obyvatelstva, reprezentující modelovou skupinu obyvatel nejvíce ozářených z daného zdroje a danou expoziční cestou. Tento přístup respektuje skutečnost nehomogenní distribuce dávek mezi obyvateli, danou nerovnoměrným rozptýlením radioaktivních látek ze zdroje v prostředí, rozdíly v kontaktu s prostředím mezi obyvateli a rozdíly ve vlastnostech a charakteristikách obyvatel v závislosti na věku, pohlaví aj.

Lékařské ozáření je jediným případem, kdy je člověk vystaven ionizujícímu záření záměrně, s cílem zvýšit kvalitu jeho života nebo mu život zachránit. Vzhledem ke svému specifickému charakteru lékařské ozáření nepodléhá limitům. Uplatňují se však o to důrazněji dva principy radiační ochrany – princip zdůvodnění a princip optimalizace. S rozvojem zobrazovacích metod zcela logicky dochází k nárůstu radiační zátěže populace; je třeba toto lékařské ozáření o to důsledněji usměrňovat. Ke snížení radiační zátěže přispívá např. správné provedení vyšetření (vhodná volba standardizované zobrazovací techniky, za kterou odpovídá radiolog, případně radiologický asistent/technik), správná indikace k vyšetření. Je nutné, aby praktičtí lékaři znali indikace, kontraindikace a meze jednotlivých zobrazovacích metod včetně jejich rizika. Praktický lékař by měl v dokumentaci přehledně evidovat počet a typ provedených vyšetření u svých pacientů. Před indikací vyšetření je povinen zjistit, zda nebylo již provedeno v předchozím období s výsledkem dostatečně validním pro současnou diagnostickou rozvalu, a případně zajistit dostupnou snímkovou dokumentaci. Indikující lékaři a aplikující odborníci musejí mít k dispozici „Indikační kritéria pro zobrazovací metody“ uveřejněné ve Věstníku MZ ČR č. 11/2003. Měli by dbát na to, aby vyšetření bylo provedeno pouze v odůvodněných případech. Ve Věstníku MZ ČR vyšly i tzv. Standardy zdravotní péče – Národní radiologické standardy pro všechny oblasti lékařského ozáření popisující, kromě jiného, i správný způsob provádění jednotlivých vyšetření. Podmínky pro jejich provádění, vyplývající ze zmocnění ze zákona č. 373/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů, jsou popsány v § 9 a 10 vyhlášky č. 410/2012 Sb. Radiační ochrana i při lékařském ozáření vychází z konzervativního předpokladu, že jakákoli dávka záření působící na člověka je spojená s potenciálním zdravotním rizikem, ačkoli dodnes neexistují přímé důkazy o tom, že by i velmi malé dávky mohly vyvolat vznik určitého poškození. Můžeme však říci, že dávka, kterou pacient obdrží při standardním výkonu v rámci rentgenové diagnostiky, představuje velmi nízké riziko. Pokud k aplikaci ionizujícího záření neexistuje žádná alternativa, jinou metodou nelze dospět ke srovnatelnému výsledku, považuje se použití zdroje za obecně zdůvodněné; současně je ov-

šem vědomě přijato možné riziko spojené s ozářením. To však znamená, že přínos vyšetření by měl převážet případná rizika vyplývající z ozáření. V případě lékařského ozáření je míra ozáření optimalizována, není však limitována. Když nelze stanovit limity, použijeme princip optimalizace. Jako vodítko pro posouzení toho, zda jsou dávky pacientů optimalizované, se používají tzv. diagnostické referenční úrovně (DRÚ). DRÚ nazývané národní DRÚ jsou stanoveny v příloze č. 9 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a to pro vybraná vyšetření a pro standardního člověka. Každé pracoviště, které provádí lékařské ozáření, si musí stanovit „vlastní“ DRÚ (tzv. místní DRÚ) pro výkony prováděné na pracovišti.

Specifickou problematikou je vyšetření za použití zdrojů ionizujícího záření v těhotenství. K neplánovanému ozáření zárodku, resp. plodu, může dojít, pokud je vyšetření provedeno ve stadiu ještě neprokázané gravidity. Ozáření se nelze vyhnout ani v neodkladných případech, kdy je vyšetření těhotné ženy nezbytné pro stanovení její diagnózy. Míra možného poškození zárodku, resp. plodu, je závislá na dvou faktorech: na dávce absorbované v děloze (tzv. orgánové dávce) a stadiu nitroděložního vývoje. Předpokládá se, že okamžité poškození nevzniká při dávkách do 200 mGy. Je velmi nepravděpodobné, že by dávka na dělohu při rentgenování překročila předpokládaný práh (účinek deterministický). Hodnoty se pohybují na úrovni zlomků mGy až jednotek mGy, jen v případech CT přímo v oblasti pánve se jedná o dávky vyšší. Do 3. týdne těhotenství

Tab. 9.5: Typické hodnoty efektivních dávek pro vybraná konvenční rentgenová a CT vyšetření

Diagnostický výkon		Typické efektivní dávky [mSv]	Přibližná doba pro stejné ozáření z přírodních zdrojů
Konvenční rentgenová vyšetření	Končetiny a klouby	< 0,01	< 1,5 dne
	Plíce (jeden PA snímek)	0,02	3 dny
	Lebka	0,07	11 dní
	Mamografie (screening)	0,1	15 dnů
	Kyčle	0,3	7 týdnů
	Pánev, hrudní páteř	0,7	4 měsíce
	Břicho	1	6 měsíců
	Bederní páteř	1,3	7 měsíců
	Polykaci akt	1,5	8 měsíců
	IVU	2,5	14 měsíců
	Vyšetření žaludku, střevní pasáž	3	16 měsíců
	Irigoskopie	7	3,2 roku
CT vyšetření	CT hlavy	2,3	1 rok
	CT hrudníku	8	3,6 roku
	CT břicha nebo pánve	10	4,5 roku

se jedná o fázi, v níž je riziko vzniku budoucích vývojových vad zárodku v důsledku ozáření nejmenší (tzv. „vše nebo nic“). Z hlediska citlivosti vůči záření je nejvýznamnější období mezi 3.–9. týdnem, kdy jde o období tzv. organogeneze, ve kterém je zárodek nejnáchylnější k možnému poškození. Na konci těhotenství je plod relativně odolný. Pravděpodobnost projevu genetických účinků u těhotných, u kterých bylo provedeno rentgenové vyšetření, je velmi nízká; tento účinek nebyl dosud v lidské populaci spolehlivě prokázán. Dokonce ani v extrémním případě, v epidemiologických studiích potomků rodičů, kteří přežili výbuch jaderné bomby v Hirošimě a Nagasaki, nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v genetickém poškození ve srovnání s kontrolní neozářenou skupinou populace. Obecně lze říci, že potenciální riziko vyplývající z vyšetření pomocí ionizujícího záření je nesrovnatelně nižší než jiná rizika, s nimiž se v každodenním životě setkáváme a která běžně přijímáme (úrazy v domácnosti, dopravní nehody, následky nezdravého životního stylu apod.)

9.6 Lékařský dohled nad radiačními pracovníky kategorie A

Zdravotní péči, resp. pracovnělékařskou službu o pracovníky v riziku ionizujícího záření je povinen zajistit pro své zaměstnance zaměstnavatel (§ 18 písm. j) AZ a § 53–58 zákona č. 373/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů). Obecně rozhoduje o rizikovitosti práce (pracoviště) příslušný orgán ochrany veřejného zdraví s tím, že rozhodne o návrhu zaměstnavatele na zařazení do kategorie prací 2–4 podle § 37 a 39 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. U ionizujícího záření je v § 37 a 39 odkaz na § 47 odst. 11 AZ, kde je stanoveno, že ozáření ionizujícím zářením se na pracovištích se zdroji ionizujícího záření považuje za rizikový faktor pracovních podmínek a práce se zdroji ionizujícího záření, které smějí vykonávat pouze pracovníci kategorie A, jsou pracemi kategorie druhé rizikové. Práce ostatních pracovníků je považována za kategorii první. Lékařský dohled má umožnit ověření zdravotního stavu radiačních pracovníků z hlediska jejich zdravotní způsobilosti plnit úkoly při vykonávání radiačních činností. Za tím účelem musí mít oprávněný lékař přístup ke všem významným informacím, o které požádá, včetně údajů o podmínkách v pracovním prostředí a výsledků monitorování. Vstupní prohlídka se týká nově nastupujících zaměstnanců a měla by být provedena na základě sdělení zaměstnavatele, na jakou práci má být přijat. Je povinná i pro radiačního pracovníka, který již je zaměstnán a je pouze přerazován do kategorie A. Periodické prohlídky se provádějí u všech pracovníků kategorie A jedenkrát ročně, mimořádné v kratším intervalu v případech, kdy je podezření na překročení limitů či změnu zdravotního stavu pracovníka. Při odchodu ze zaměstnání je provedena prohlídka výstupní, při níž může být oprávněným lékařem doporučeno pokračovat v lékařském dohledu následnými prohlídkami, pokud vliv rizikového faktoru přetrvává (např. u horníků uranových dolů). Ve vyhlášce č. 307 je dále povinnost lékařů uchovávat jejich lékařskou dokumentaci pracovníků kategorie A alespoň 30 let nebo do doby dosažení 75 let jejich věku a další. Zaměstnavatelům je uloženo po stejnou dobu uchovávat lékařské posudky se závěry o zdravotní způsobilosti (§ 86 vyhlášky

č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů). Pro stanovení zdravotní způsobilosti pracovníků kategorie A se používá klasifikace schopen; schopen za určitých podmínek; neschopen. S výsledky a závěry lékařských prohlídek má být pracovník seznamován a zasílají se také držitelům povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření. Mimořádnou preventivní lékařskou prohlídku doporučí lékař v případech, kdy došlo k překročení limitů ozáření. Další podmínky práce nadlimitně ozářených osob podléhají souhlasu oprávněného lékaře. Cílem prohlídek je posoudit celkový zdravotní stav pacienta a jeho vývoj za předchozí období a odhalit případně vzniklé zdravotní poruchy, u kterých by mohlo ionizující záření nepříznivě spolupůsobit, nebo onemocnění, která by znemožňovala používání osobních ochranných pomůcek (např. zánět kůže, je-li nutno používat rukavice či jiné ochranné prostředky), tedy důvody, které by pozměnily zdravotní způsobilost. V dnešní době lze s těžší očekávat odhalení deterministického poškození, které vzhledem k vysokým prahovým dávkám může vzniknout jen v důsledku mimořádných jednorázových ozáření spojených se zátěží mnohonásobně převyšující limity pro radiační pracovníky. Ani pravděpodobnost vzniku rakoviny ze záření není tak vysoká, aby bylo možno klást za cíl preventivních prohlídek její časný záchyt, a to i kdyby prohlídky byly prováděny v kratších intervalech. Rozsah a náplň preventivních prohlídek je uveden v příloze vyhlášky č. 79/2013 Sb. – viz níže.

Ionizující záření

A. Nemoci vylučující zdravotní způsobilost k práci, zejména

- 1 – prekancerózy nebo paraneoplastické projevy,
- 2 – zhoubné nádory, pokud ukončení léčby nevede k uspokojivé stabilizaci orgánových funkcí,
- 3 – nositelé odhalené chromozomové odchylky (např. typu Nijmegen syndrom), která je spojena se zvýšeným rizikem radiogenních malignit,
- 4 – těžké imunodeficience nebo léčba oslabující imunitní systém,
- 5 – stavy po závažném poškození ionizujícím zářením,
- 6 – závažné poruchy krvetvorby,
- 7 – závažné nemoci s významným orgánovým nebo funkčním postižením,
- 8 – nemoci spojené se stavy bezvědomí,
- 9 – prognosticky závažné duševní poruchy a poruchy chování,
- 10 – prokázaná současná alkoholová nebo drogová závislost,
- 11 – radiofobické tendence a stavy, které omezují možnost úniku z místa nehody v případě vzniku havárie.

B. Nemoci, u kterých lze posuzovanou osobu uznat za zdravotně způsobilou k práci na základě závěru odborného vyšetření, zejména

- 1 – chronické kožní nemoci,
- 2 – chronická anémie,
- 3 – katarakta.

Vstupní prohlídka: základní vyšetření, KO + dif. + retikulocyty FW nebo CRP

Periodická prohlídka: základní vyšetření, KO + dif. + retikulocyty FW nebo CRP

Výstupní prohlídka: vyšetření v rozsahu periodické prohlídky

Následné prohlídky: u pracovníků, u nichž byly zjištěny kožní změny nebo oční zákal, nebo u nichž bylo během práce zjištěno významné překročení přípustných dávek na oční čočku nebo na kůži, popřípadě na kostní dřeň, prohlídky zaměřené na možná poškození uvedených orgánů 1x za 1 – 2 roky od skončení expozice

Krátkodobé produkty přeměny radonu (s přihlédnutím k vlivu dlouhodobých produktů přeměny uran-radiové řady):

A. Nemoci vylučující zdravotní způsobilost k práci, zejména

1. závažné chronické nemoci dýchacího systému,
2. prekancerózy a maligní nemoci v oblasti kůže a dýchacích cest,
3. stavy po léčení tumorů respiračního systému,
4. stavy po závažném poškození ionizujícím zářením,
5. nekorigované závažné poruchy krvetvorby,
6. radiofobické tendence a stavy, které omezují možnost úniku z místa nehody v případě vzniku havárie.

B. Nemoci, u kterých lze posuzovanou osobu uznat za zdravotně způsobilou k práci na základě závěru odborného vyšetření, zejména

1. chronické nemoci dýchacího a kardiovaskulárního systému,
2. závažné chronické nemoci kůže a spojivek,
3. stav po operaci bazaliomu a po léčbě zhoubných tumorů kůže,
4. závažné nemoci s významným orgánovým nebo funkčním postižením včetně tumorů.

Vstupní prohlídka: základní vyšetření, KO + dif., FW nebo CRP, spirometrie, RTG hrudníku

Periodická prohlídka: základní vyšetření, KO + dif. a FW nebo CRP, spirometrie, RTG hrudníku poprvé po 4leté expozici a dále 1x za 2 roky

Výstupní prohlídka: vyšetření v rozsahu periodické prohlídky

Následné prohlídky: vyšetření v rozsahu výstupní prohlídky 1x za 2 roky po ukončení nejméně 5leté expozice v riziku

9.7 Speciální zdravotní péče o osoby ozářené v důsledku radiační nehody

V případě mimořádného havarijního ozáření v důsledku radiační nehody je lékařské vyšetření provedeno na specializovaných pracovištích. Pro tyto případy musí Ministerstvo zdravotnictví ČR (MZ) podle § 46 odst. 3 AZ vytvořit systém poskytování speciální lékařské pomoci ozářeným osobám vybranými klinickými pracovišti. Podle Věstníku MZ, částka 5/2013 „Zřízení středisek specializované zdravotní péče o osoby ozářené při

radiačních nehodách“ mají statut středisek specializované zdravotní péče (SSZP) tato pracoviště: FN Hradec Králové SSZP při IV. interní hematologické klinice (příjem a léčení ozářených osob dávkou vyšší než 1 Gy celotělově, bez ohledu na kontaminaci radionuklidu), SSZP ve VFN při Dermatovenerologické klinice (příjem a léčení osob při podezření na vnitřní kontaminaci RDN, příjem a léčení osob při indikaci dg hospitalizace např. celotělové ozáření do 1 Gy), SSZP při Klinice popáleninové medicíny FNKV a při Dermatologické klinice při FN Brno (příjem a léčení ozářených osob pro lokální kožní projevy vyvolané ionizujícím zářením, chirurgické ošetření lokálního depozitu radionuklidu a kontaminovaných poranění, ošetření pozdních lokálních následků akutního ozáření) a SSZP při Oddělení lékařské genetiky Thomayerovy nemocnice Praha – provedení a vyhodnocení cytogenetické analýzy periferních lymfocytů a určení ekvivalentu celotělové dávky ionizujícího záření.

9.8 Posouzení profesionality

Postup při uznávání nemoci z povolání se řídí zejména ustanoveními zákona 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů, a vyhlášky č. 104/2012 Sb., o posuzování nemocí z povolání. Zdravotní stav osoby v souvislosti s nemocí z povolání zjišťují a posuzují poskytovatelé pracovnělékařských služeb, nemoc z povolání uznávají poskytovatelé v oboru pracovního lékařství. Uznává se na základě zjištění zdravotního stavu a ověření podmínek vzniku nemoci z povolání. Ověření v případě podezření na vznik v souvislosti s prací v podmínkách ionizujícího záření provádí Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Seznam nemocí z povolání je uveden v nařízení vlády č. 290/1995 Sb., ve znění nařízení vlády 114/2011 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání. V tomto seznamu se účinku ionizujícího záření týkají tyto položky: kap. II, položka 1 – nemoc způsobená ionizujícím zářením, a kap. III, položka 6 – rakovina plic z radioaktivních látek. Příloha č. 1 vyhlášky č. 104/2012 Sb. uvádí podmínky, za nichž nelze nemoc nadále uznat za nemoc z povolání (akutní nemoc z ozáření po normalizaci klinického a hematologického nálezu, akutní radiační dermatitida prvního stupně po normalizaci dermatologického nálezu, poruchy spermiogeneze po normalizaci spermiogramu, zákal oční čočky po úspěšné operaci a neoplastické procesy po jejich vyléčení na základě závěrů odborného vyšetření. V případě, že se jedná o možné deterministické účinky ionizujícího záření (dermatitida, katarakta, poruchy krevního obrazu, poruchy fertility), posuzuje podklady o expozici lékař SÚJB. Je třeba posoudit, zda mohlo být dosaženo v dané tkáni dávkového prahu, a též zvážit přiměřenost doby latence do manifestace onemocnění, jeho časový průběh, pohlaví, věk pacienta, možný vliv reparace při frakcionaci dávky apod. V případě, že se jedná o onemocnění zhoubným nádorem, předá lékař SÚJB lékaři Státního ústavu radiační ochrany (SÚRO) získané podklady o expozici spolu s kopií žádanky pracovnělékařského pracoviště. Lékař SÚRO vypracuje návrh hodnocení příčinné souvislosti mezi expozicí a onemocněním (dále posudek), který ve

dvojmí vyhotovení předá lékaři SÚJB. Posudek obsahuje porovnání pravděpodobnosti, že nádor vznikl jako spontánní onemocnění, s pravděpodobností, že byl způsoben ionizujícím zářením. Platí přitom kritérium převažující pravděpodobnosti, tj. souvislost se připouští, když pravděpodobnost, že nádor je vyvolán ionizujícím zářením, převažuje nad pravděpodobností spontánního výskytu. Nejčastěji se jedná o rakovinu plic, kdy se postupuje podle Metodického opatření č. 15, Věstníku MZ ČR, částka 9, 1998.

Přehled právních předpisů vztahujících se k zabezpečení radiační ochrany

1. Směrnice Rady 2013/59/EURATOM, kterou se stanoví základní bezpečnostní standardy ochrany před nebezpečím vystavení ionizujícímu záření.
2. Zákon č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů.
3. Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany.
4. Zákon č. 372 a č. 373/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů, o zdravotních službách a o specifických zdravotních službách.
5. Vyhláška č. 410/2003 Sb., o stanovení pravidel a postupů při lékařském ozáření.
6. Vyhláška č. 79/2013 Sb., o pracovnělékařských službách.

Literatura

1. Klener V. a spol.: Hygiena záření, Avicenum, 1987.
2. Kolektiv autorů, editor: V. Klener: Principy a praxe radiační ochrany, AZIN CZ, Praha, 2000, ISBN 80-238-3703-6.
3. Kunz E. a kol.: Příručka lékaře v ochraně před zářením, zdravotnické aktuality č. 222, Avicenum, 1990.

10. Vidění a osvětlení

Bohuslav Málek

Zrak je nepochybně nejvýznamnějším smyslem při vykonávání většiny pracovních činností s výjimkou některých speciálních prací, jako je práce potmě vynucená technologickými požadavky. Předpoklady pro vykonávání dané práce konkrétní osobou jsou dány stavem zrakového orgánu od oka až po mozková centra, ale také fyzikálními vlastnostmi světelných podmínek pracovního prostředí. Viditelné záření je součástí spektra optického záření, v němž zaujímá rozsah vlnových délek 380–780 nm. Spektrum světla vyzářovaného daným zdrojem je pro tento zdroj charakteristické. Rozsah spektra viditelného záření vnímaného pozorovatelem se liší podle aktuální úrovně osvětlení a individuální spektrální citlivosti jeho zraku.

Záření, které lze charakterizovat jen jedinou frekvencí (vlnovou délkou), nazýváme monochromatické (jednobarevné); záření tvořené souborem různých monochromatických složek nazýváme složené. Seřazením monochromatických složek složeného záření podle frekvence vytvoříme vyzářovací spektrum, které může být v celém svém rozsahu spojitě (obsahuje všechny vlnové délky v daném rozmezí), nebo složené ze samostatných pásem (popř. jen jednotlivých čar) a je charakteristické pro každý zdroj záření.

Fyzikální podstatou barvy světla je jeho spektrální složení. To ovlivňuje barevný vzhled (kolorit) osvětlovaných předmětů.

Barva světla se může u teplotního (viz dále) světelného zdroje v závislosti na jeho teplotě měnit. Při nízké teplotě převládá červená barva světla, u vysokých teplot modrá. Proto se k charakterizaci barvy světla u různých zdrojů bez ohledu na fyzikální podstatu jeho vzniku používá místo podrobného popisu spektra jako ukazatel teplota chromatičnosti (TC),

Světelný tok popisuje světelný výkon zdroje, jeho jednotkou je lumen (lm).

Prostorová hustota světelného toku do daného směru se označuje jako svítivost (I). Jednotkou je kandela (cd). Světelný tok zdroje svítícího do prostorového úhlu jednoho steradiánu svítivosti jedné kandelý vymezuje jednotku lumen.

Veličinu vyjadřující, jak je uvažovaná plocha osvětlena dopadajícím světelným tokem, označujeme jako osvětlenost (nebo intenzitu osvětlení) – E. Jednotkou je lux (lx), což je intenzita světelného toku 1 lumen, rozděleného rovnoměrně na plochu 1 m². V praxi se používá aritmetický průměr intenzity osvětlení na osvětlované ploše, který označujeme jako místně průměrnou osvětlenost (E_p).

Protože se intenzita denního osvětlení stále mění, byla zavedena pro jeho hodnocení relativní osvětlenost. Udává se pomocí činitele denní osvětlenosti D , který se určuje podle vztahu:

$$D = \frac{E_{\text{vnit}}}{E_{\text{H}}} \cdot 100$$

Činitel denní osvětlenosti (D) je podíl vnitřní osvětlenosti dané roviny přímým i odraženým oblohovým světlem (E_{vnit} v lx) a současné srovnávací osvětlenosti venkovní nezaštiněné vodorovné roviny (E_{H}) za předpokládaného nebo známého rozložení jasu oblohy a při vyloučení přímého slunečního světla. Skládá se ze součtu tří složek – oblohové, vnější a vnitřní odražené složky a udává se v procentech (%).

Významnou světelnou veličinou je jas (L). Jednotkou jasu je 1 kandela na metr² ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$), což je jas svítící plochy 1 m² o svítivosti jedné kandel. K popisu barvy světla se u světelného zdroje se spojitým spektrem vyzařování používá teplota chromatičnosti, která udává absolutní teplotu černého tělesa (°K), jehož záření má stejnou chromatičnost jako srovnávaný zdroj.

Černé těleso je ideální černý zářič, který pohlcuje všechno na něj dopadající záření bez ohledu na vlnovou délku, směr a polarizaci.

10.1 Vidění

Periferním orgánem zraku je oko. Je po stránce anatomické i funkční velmi složitým útvarem. Uvádíme dále proto jen některá vybraná fakta, důležitá z hlediska pracovního lékařství.

Povrch oka je velmi citlivý. Mrkání víček lze ovládat vůlí, probíhá však i reflektoricky na různé mechanické, chemické, tepelné a jiné podráždění oka. Doba latence od podráždění do mrknutí je asi 100 ms. Nestačí proto k ochraně oka před škodlivinami, jejichž působení proběhne za kratší dobu.

V oku jako v každém jiném optickém zobrazovacím systému je teoreticky jen jedna poloha pozorovaného předmětu, ve které se zobrazí ostře při daném nastavení akomodace.

Když se objekt z této polohy posune, obraz bodu se na sítnici zobrazí jako neostří terčik. Jestliže je plocha terčíku malá, vnímá jej zrak nadále jako bod. Rozsah velikosti tohoto terčíku na sítnici, v níž se může ještě pohybovat, aby nebyl vnímán jako neostří, určuje tzv. hloubku ostrosti.

Zornice se rozšiřuje a zužuje podle intenzity světla dopadajícího na sítnici. Její průměr je u mladého člověka od 2 do 8 mm, s postupujícím věkem se rozsah exkurzí zornice zmenšuje. Změnou průměru zornice se mění intenzita světla dopadajícího na sítnici v poměru 1 : 16.

Oční čočka je dvojevypuklá, v dětství je skoro čirá, v průběhu stárnutí se zabarvuje do žluta až jantarova. Zabarvení je vyvoláno působením ultrafialového záření na některé aminokyseliny v oční čočce.

Čočka je upevněna v závěsném aparátu, jehož součástí jsou hladké svaly. Jejich stahem se mění zakřivení čočky a tím i její ohnisková vzdálenost. Změny ohniskové vzdálenosti čočky umožňují akomodaci, tj. zaostřování optické soustavy oka na různé vzdálenosti pozorovaných předmětů.

Presbyopie je projevem stárnutí. S postupujícím věkem klesá schopnost oka akomodovat v důsledku změn v oční čočce, které vedou k omezení její elasticity. Nejbližší bod, na který je schopno oko zaostřit, punctum proximum, se odsouvá do čím dál větší vzdálenosti od oka. Vidění do dálky není postiženo. Obtíže způsobené refrakčními vadami se zhoršují při špatném osvětlení místa výkonu práce v důsledku omezení reakce zornic.

Při práci spojené s expozicí různým škodlivým vlivům, jako jsou příliš intenzivní světlo, ultrafialové záření, infračervené záření, chemické škodliviny nebo nebezpečí mechanického úrazu oka, se používají k ochraně zraku různé typy brýlí a ochranných štítů. Tyto ochranné pracovní prostředky mohou zhoršovat kvalitu zobrazování optickou soustavou oka. Např. není-li přední a zadní plocha ochranného skla brýlí planparalelní, může dojít k rušivému posunu optické osy oka a dvojitému vidění, vady a poškození skla deformují obraz atd. Barevná skla používaná v některých typech osobních ochranných prostředků jako filtr k omezení příliš intenzivního světelného záření, nebo jeho některé škodlivé složky mohou zhoršovat barevné podání a kvalitu obrazu na sítnici.

V sítnici je na tmavém pigmentovém epitelu uloženo několik vrstev nervových buněk. Na tyčinky a čípky navazuje vrstva tzv. bipolárních buněk různých typů a na ně opět vrstva nervových buněk, jejichž neurity vytvářejí zrakový svazek. Uvedené buňky na sebe navazují nejen ve vertikální posloupnosti, ale jsou propojeny i horizontálně. V této soustavě probíhá první zpracování optického signálu, které pak pokračuje ve vyšších centrech mozku. Tyčinky a čípky nejsou v sítnici rozloženy rovnoměrně. Poblíž geometrického průsečíku osy oka a sítnice je v sítnici prohlubenina, která se podle svého zabarvení označuje jako žlutá skvrna, kde jsou jen čípky. Vidění **fotopické**, zprostředkované čípkami, převažuje při hodnotách jasů nad $30 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$. V rozmezí jasů $0,003 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ až $30 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ fungují oba mechanismy současně. Vidění za těchto podmínek se nazývá **mezopickým**. Při skotopickém vidění nejsou vnímány barvy, při mezopickém vidění je vnímání barev nepřesné (např. při světle úplňku) a je nízká zraková ostrost, protože oko promítá obraz pozorovaného předmětu do periferie sítnice. Žlutá skvrna je při skotopickém vidění slepá. Tím vzniká výpadek v zorném poli oka, skotom, odtud pojem **skotopické vidění**. Protože světlo různých vlnových délek nevyvolává stejný zrakový vjem za podmínek skotopického vidění a fotopického vidění, jas barevných ploch je subjektivně vnímán jinak při plném denním osvětlení a jinak při rozednávání a za soumraku. Plochy vyzařující v krátkovlnné části spektru (modrá, fialová) se zdají za šera světlejší než plochy vyzařující

v dlouhovlnné části spekter (červená). Tento jev popsal poprvé Purkyně, a je proto nazýván jeho jménem. Může být příčinou nepřesného rozeznávání barev.

Z hlediska vidění je důležité znát minimální rozdíl v **intenzitě** osvětlení, který člověk postřehne. Pokusná osoba se posadí např. před kruhový terč rozdělený na dvě poloviny, jejichž jas lze nezávisle měnit. Obě poloviny mají na počátku pokusu stejný jas, na jedné se postupně jas zvyšuje a změří se minimální přírůstek jasu, který pokusná osoba ještě pozoruje. Velikost pozorovatelného přírůstku jasu je při vyšších hodnotách konstantním podílem výchozího jasu. Při hodnotách jasu $0,3 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ až $300 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ je konstantně 2–3 % (Weber-Fechnerův zákon).

Vnímání barev

Vjem bílého světla je vyvolán souhrnem složek, které samostatně dávají červené, oranžové, žluté, zelené a jiné barvy, kterým lze při určitém zjednodušení přiřadit vlnové délky světelného záření: 750–650 nm pro červenou, 630–560 nm pro žlutou, 540–500 nm pro zelenou, 500–420 nm pro modrou, 420–400 nm pro fialovou. Barevné vidění není do všech podrobností prozkoumaný proces. Předpokládá se, že v sítnici jsou 3 typy čípků, každý typ reaguje na záření různých částí spektra. Např. jeden typ má maximum citlivosti pro modrou část spektra, méně reaguje na střední oblast spektra a je téměř necitlivý na dlouhovlnnou část spektra, atd. Tato hypotéza odpovídá skutečnosti, že lze jakoukoliv barvu namíchat kombinací některých ze tří základních barev – modré, zelené a červené.

U části populace se vyskytují poruchy ve vnímání barev několika typů. Jejich zjištění je důležité z hlediska bezpečnosti v dopravě a také z hlediska zdravotní schopnosti k určitým pracím např. v elektrotechnické výrobě, kde je třeba rozeznávat barvu jednotlivých vodičů v kabelech, v textilní výrobě, při obsluze barevně značených ovladačů, při svařování v leteckém průmyslu atd. Správné podání barev je ovlivňováno spektrálním složením světla zdrojů.

Viditelnost předmětu

Viditelnost předmětu je určena zejména jeho velikostí, jasnem, kontrastem a dobou danou pro pozorování. Velikost pozorovaného útvaru se udává v úhlové míře. Vrchol úhlu, určujícího tuto velikost, je ve středu oční čočky, jeho ramena procházejí okraji předmětu. Pro malé úhly se oblouková míra v radiánech číselně neliší (s přesností postačující pro naše účely) od jejího sinusu nebo tangenty. Podělíme-li tedy velikost pozorovaného předmětu jeho vzdáleností od oka, dostaneme jeho velikost v radiánech, 1 miliradián přitom odpovídá 3,2 obloukových minut.

Zraková únava

Zraková únava je komplexní proces, který může mít řadu příčin: nedostatky v osvětlení, které vedou k oslňování, práce spojené s přetěžováním akomodace zejména u lidí se

zrakovými vadami apod. Jejími projevy jsou např. pálení očí, pocit horka v očích nebo bolest. Mohou se objevovat i deformace pozorovaných předmětů, např. písmena v textu jsou rozmazaná a obklopena barevnými třásněmi, v zorném poli se pohybují černé skvrny apod. Příznakem veliké únavy je dvojitě vidění, diplopie. Zraková únava může být provázena bolestmi hlavy, bolestivými spazmy různých svalů v obličeji, spojivky mohou být zarudlé apod. Zjištění příčin zrakové únavy není snadné. Vyžaduje spolupráci s odborníkem v očním lékařství. Vyskytnou-li se potíže jen u některých pracovníků, mohou být jejich příčinou nedostatečně nebo špatně korigované zrakové vady. Současně však vždy musí být zhodnoceno osvětlení denní i umělé.

10.2 Zdroje světla

Za **primární zdroj** optického (světelného) záření považujeme těleso (popř. jen jeho povrch), které vyzařuje optické záření, vzniklé přeměnou jeho vlastní energie.

Za **sekundární zdroj** pak považujeme těleso nebo povrch, který alespoň zčásti dané optické záření odráží nebo propouští. Rozlišujeme zdroje **přírodní a umělé**.

Denní světlo, jehož součástí je **sluneční záření a oblohové světlo**, které vzniká rozptylem, prostupem a odrazem slunečního záření v zemské atmosféře.

Pro denní světlo je charakteristická hlavně dynamická proměnlivost světelných poměrů, která se projevuje výraznými změnami nejen na úrovni osvětlenosti zemského povrchu, ale i ve změně spektrálního složení, ve směrování světla, v jeho rozptylu, a v různých poměrech mezi přímým slunečním zářením a oblohovým světlem. Na proměnlivosti světelných poměrů se podílejí i aktuální atmosférické podmínky, přičemž rozsah a typ zatažení oblohy je velmi náhodný a prakticky se nedá ani ovlivnit, ani přesně předpovídat. Objektivně, fotometrickou registrací zjištěná proměnlivost denní osvětlenosti je mnohem větší než proměnlivost, kterou získáme subjektivním pozorováním.

K obecné charakteristice denního světla používáme dva extrémní stavy oblohy: 1) úplně zamračenou oblohu, jejímiž znaky jsou velká rovnoměrnost jasu oblohy, zrakem nezjistitelná poloha Slunce a plynulá gradace jasu od horizontu k zenitu oblohy, 2) extrémem je stav slunečního záření a oblohové složky za úplně jasné oblohy.

Umělé zdroje optického (popř. světelného) záření jsou zdroje cíleně vytvořené člověkem, V dnešní době mají největší význam **elektrické světelné zdroje**.

V elektrickém světelném zdroji vzniká optické záření třemi základními způsoby:

- a) **inkandescencí**, neboli zahřátím pevné látky na vysokou teplotu tak, že vyzařuje optické záření. Těleso vyzařující takové záření označujeme jako **teplotní zářič**. U teplotního zářiče je viditelné záření pouze malým podílem vyzařené energie, převážná část energie vystupuje ve formě infračerveného záření. Mezi teplotní zářiče patří především **žárovky** (vakuové nebo plynové).
- b) **elektrickým výbojem**, který ve zdroji vybudí atomy par kovů nebo plynů, které pak emitují optické záření. V praxi podle tlaku plynové náplně a proudového zatížení ka-

Tab. 10.1: Rozdělení zdrojů podle vzniku světelného záření

Tepelné zahřátí	žárovka halogenová žárovka IR zářič
Elektrický oblouk ve vzduchu	obloukova
Výboj v plynu a parách kovů (jiskrový, doutnavý, obloukový nízký a vysokotlaký)	doutnavka svítící trubice nízkotlaká sodíková výbojka vysokotlaké plynové výbojky záblesková výbojka UV zářič
Výboj v plynu, parách kovů a luminescence pevné látky	zářivka (lineární, kompaktní) indukční výbojka vysokotlaká rtuťová výbojka
Elektroluminescence	elektroluminescenční panel
Polovodičový přechod P-N	svítící dioda
Stimulovaná emise	laser

tody rozlišujeme obloukový výboj **nízkotlaký a vysokotlaký**, a podle toho i výbojové zdroje. Velmi vysokého měrného výkonu (např. u nízkotlakých sodíkových par) je někdy dosahováno za cenu zhoršeného barevného podání zdroje.

- c) **luminescenci** pevných látek. Luminescence vzniká ve vybraných materiálech, které jsou schopny proměnit absorbovanou energii v optické záření za podstatně nižších teplot a při vyšší účinnosti přeměny než u teplotního záření. V technické praxi se převážně využívá fluorescence a používané materiály označujeme jako **luminofory** (např. v zářivkách).

Osvětlovací systémy umělého osvětlení používají k osvětlování umělé zdroje světla, které jsou většinou zabudované do **svítidel**.

Svítidla slouží k ochraně světelných zdrojů (musejí mít odpovídající krytí pro dané prostředí) a podílejí se na rozložení světelného toku do osvětlovaného prostoru

Soustava celkového osvětlení je většinou realizována pravidelně rozmístěnými svítidly v osvětlovaném prostoru. Soustava rovnoměrně osvětluje celý určený prostor a používá se tam, kde jednotlivá stanoviště osob mají shodné požadavky na úroveň osvětlení a jsou přítomny různě rozmístěna v celém prostoru nebo se často mění. Nevýhodou soustavy jsou určitá omezení v regulaci osvětlení a nemožnost výraznějšího směřování světla.

Soustava odstupňovaného osvětlení je soustava celkového osvětlení, která je v místech vykonávané zrakově náročnější činnosti zesílena (doplněna) o další svítidla. Přechody mezi úrovní osvětlení jednotlivých částí prostoru musejí být plynulé. Používá se, když části

prostoru jsou používány k různým účelům s rozdílnou náročností zrakové práce. Reguluje se postupným zapínáním jednotlivých světelných obvodů (po stupních). Používá se především tam, kde jsou v jednom prostoru rozdílné nároky na osvětlení a přitom není možné instalovat nebo použít místní osvětlení (např. k obsluze složitých technologických zařízení).

Soustava kombinovaného osvětlení je tvořena dvěma soustavami – celkovou (nebo odstupňovanou) a místním přisvětlením místa zrakového úkolu. Celkové osvětlení zajišťuje rovnoměrné prosvětlení prostoru a místní osvětlení zvyšuje osvětlenost místa pracovního úkolu podle požadavků. Přitom musí být zachován přijatelný poměr mezi celkovou a místní osvětleností (1 : 3, maximálně 1 : 10). V místě zrakového úkolu lze dosáhnout vysokých hodnot osvětlenosti pomocí regulace místního osvětlení a individuálního přizpůsobení směru světla (např. šicí dílny).

Osvětlovací soustavy sdruženého osvětlení záměrně doplňují nedostatečné denní osvětlení trvalým osvětlením umělým. Nároky na doplňující umělé osvětlení jsou většinou vyšší než jen pro umělé osvětlení. Soustavy sdruženého osvětlení se používají především na zlepšení stávajícího nevyhovujícího denního osvětlení.

Pracovnílékařské zásady pro osvětlování při práci

Mezi nedostatky osvětlování patří především **nedostatečné osvětlení** vzhledem k nárokům na zrakové vnímání při dané práci, dlouhodobě trvající **nedostatek denního světla a oslnění**.

K oslnění dochází, když rozložení světelné energie v čase nebo v prostoru způsobí překročení adaptačních schopností lidského zraku. Podle příčiny rozlišujeme oslnění:

- **absolutní**, kde jas světelného zdroje je příliš velký, než aby se na něj člověk mohl adaptovat (hodnota kritického jasu závisí na aktuální adaptaci zraku);
- **přechodné**, způsobené náhlou změnou jasu v zorném poli pozorovatele (při změně větší než 1 : 10 se narušuje zraková pohoda, při změně větší než 1 : 10² se zhoršuje vidění);
- **kontrastem**, když v zorném poli pozorovatele současně existují plochy o velmi rozdílném jasu (v poměru větším než 1 : 2.10²).

U denního osvětlení vzhledem k jeho ustavičné proměnlivosti (během dne i v průběhu roku) se stanovuje množství denního světla pomocí poměrných hodnot osvětlenosti – **činitelem denní osvětlenosti D (%)**.

Nároky na množství světla rostou s délkou pobytu a při hygienicky definovaném trvalém pobytu osob musí být daný prostor osvětlován alespoň na úrovni **hygienického minima**, kterému odpovídá:

- **průměrný činitel denní osvětlenosti** $D_{\text{prům}} = 3 \%$;
- **minimální činitel denní osvětlenosti** $D_{\text{min}} = 1,5 \%$.

Při vykonávání konkrétní zrakové činnosti (pro kterou určujeme zrakovou zátěž) se mohou nároky dále zvyšovat, přičemž osvětlení musí umožnit odpovídající zrakové vnímání

Tab. 10.2: Navrhované požadavky na celkové osvětlení vnitřního prostoru podle zrakové náročnosti.

Charakteristika zrakové činnosti (příklad prostoru)	Denní osvětlení č.d.o. (%)		Umělé osvětlení celkové $E_{\text{udr}} (lx)$			Minimální rovnoměrnost	Oslnění umělými zdroji	INDEX barevného podání R_A	Poznámky
	D_{min}	$D_{\text{prům}}$	$K > 0,8$	$0,8 \geq K > 0,5$	$K \geq 0,5$	$E_{\text{min}}/E_{\text{prům}}$	$G_N (Gls)$	Doporuč.	
Velmi vysoká náročnost (mimořádné práce; např. operační sál)	3,5	10	1000	1500	2000	0,65 (1 : 1,5)	≤ 30 (19)	90	Místní přisvětlení
Vysoká náročnost (jemné práce; např. rýsozny, speciální laboratoře)	2,5	6	500	750	1000	0,5 (1 : 2)	30–70 (22)	80	
Střední náročnost (běžné práce; např. učebna, kancelář)	1,5	3	200	300	500	0,33 (1 : 3)	70–130 (25)	70	Hygienické minimum
Nízká náročnost (nenáročné práce; např. manipulace, obchod)	0,5	1	50	100	200	0,2 (1 : 5)	130–200 (28)	podle potřeby	Min. podíl složky denního osvětlení při sdruženém osvětlení
Velmi nízká náročnost (orientační)	0,1		20	30	50	0,1 (1 : 10)			

(správnou identifikaci pozorovaného předmětu). Doporučená rozmezí D stanovená podle zrakové náročnosti jsou v příslušných předpisech odkazována na normové hodnoty.

U **umělého osvětlení** (při vyhovujícím denním osvětlení) jsou doporučené požadavky na množství umělého osvětlení stanoveny normovými hodnotami **udržované osvětlenosti a rovnoměrnosti** v osvětlovaném prostoru. V prostorech s trvalým pobytém osob nesmí být udržovaná osvětlenost menší než **200 lx** a doporučovaná **rovnoměrnost** osvětlení v prostoru by měla být minimálně 1 : 3. Pro konkrétní zrakovou činnost (**zrakovou zátěž**) se může požadované rozmezí osvětlenosti ještě zvyšovat.

U **sdruženého osvětlení** (současné trvalé používání denního a umělého osvětlení) musí být zachován dostatečný podíl denní složky v závislosti na obtížnosti zrakových činností. Přitom

ve všech případech musí být splněna **průměrná hodnota** činitele denní osvětlenosti – **nejméně 1 %** (při bočním nebo kombinovaném osvětlení) a **minimální hodnota** činitele denní osvětlenosti nesmí být nižší než **0,5 %**. U složky umělého osvětlení jsou požadavky vyšší než při vyhovujícím denním světle a jsou závislé na jasových poměrech, vytvořených sdruženým osvětlením. Jsou vždy vyšší než pro stav, kdy jde jen o umělé osvětlení (až o 100 %).

Pro jasové a barevné kontrasty v místě zrakového úkolu se požaduje poměr jasů ploch v zorném poli pozorovatele v rozmezí:

- mezi pozorovaným předmětem a plochami okolí 1 : 1 až 3 : 1;
- mezi pozorovaným předmětem a pozadím 1 : 1 až 10 : 1.

Literatura

1. Cikrt, M., Málek, B. Pracovní lékařství I., hygiena práce, CIVOP, Praha, 1995, s. 253.
2. Málek B. a kolektiv: Hygiena práce, Plzeň 2015.
3. Vrbík P.: Hygiena optického záření a osvětlování, IDVPZ Brno, 1998, s. 139.

11. Návykové látky a role všeobecného praktického lékaře v diagnostice a léčbě závislostí

Josef Štolfa

Všeobecný praktický lékař (VPL) je jedním z klíčových článků zdravotnického systému, a to nejen v ČR, ale v podstatě v každé civilizované zemi s rozvinutým zdravotnictvím. Role VPL je dána především jeho výsadním postavením v primární péči, tedy v rámci péče prvního kontaktu. Problematice zneužívání návykových látek (NL) se podrobněji věnuje obor adiktologie, který však z povahy problematiky musí být nutně multioborový a jedním z jeho článků je rovněž VPL. Přestože VPL v ČR nebývá obvykle tím, kdo plně vede léčbu pacientů závislých na NL, přichází v rámci své denní praxe do styku s problematikou drogově závislých několikerým způsobem. Především je vyhledán závislým pacientem v případě komplikací, resp. zdravotních důsledků, které se dostávají jako následek zneužívání NL. Dále může být nepravdělně žádán o předpis medikamentů souvisejících se zneužíváním NL. Ať už jde o medikamenty závislost potenciálně způsobující a ovlivňující, nebo o preparáty, které jsou využívány jako úlevová medikace anebo jsou používány přímo v rámci substituční léčby. Nejčastější kontakt pacienta zneužívajícího NL s VPL tedy není přímo z důvodu zahájení nebo vedení léčby závislosti. Výjimkou, kdy VPL přímo pracuje s osobami zneužívajícími NL, jsou dosud nečetné praxe, kdy poskytuje přímo substituční péči. V tom případě se pacienti tomuto lékaři ke své závislosti hlásí a dobrovolně vstupují do léčebné péče, resp. do substitučního programu. Podle mezinárodní klasifikace nemocí (MKN) jde o diagnózy F10x–F19x (alkohol, opioidy, kanabinoidy, sedativa nebo hypnotika, kokain, stimulancia, halucinogeny, tabák, organická rozpouštědla, ostatní NL nebo kombinace několika NL), kde „x“ je číslem upřesňujícím zneužívání jednotlivého typu NL.

Většinou tedy jde o to, že osoba zneužívající NL – toxikoman neoslovuje VPL z důvodu léčení své závislosti, nýbrž pro výskyt negativních symptomů vyplývajících z abstinčních příznaků

anebo pro komplikující stavy, které mu závislost způsobila. Jde o poměrně různorodý soubor příznaků, které mohou být v přímé souvislosti s vlastním somatickým poškozením návykových látek, a to buď poškozením akutně vzniklým, nebo s poškozením z chronického užívání NL. Dále v souvislosti s okolnostmi provázajícími aplikaci NL nebo jsou způsobeny infekcemi vyvolanými v důsledku toxikomanie. Pokud VPL získá podezření nebo informaci o zneužívání NL, musí svůj další postup směřovat k upřesnění této informace. V případě, že se dopracuje k diagnostice zneužívání NL, musí vyvinout veškeré úsilí k tomu, aby jeho další kroky směřovaly k vymaření pacienta z jeho závislosti. Pokud to s ohledem na stupeň závislosti již není možné, pak musí směřováním léčby zabránit možnému dalšímu poškození toxikomana nesprávně vedeným postupem. Pacient – potenciální toxikoman přicházející k VPL se svými obtížemi od něho žádá právě jen léčbu svých aktuálních obtíží. Abúzus na cílený dotaz většinou neguje a snaží se lékaře manipulovat k získání co nejrychlejšího a neúčinnějšího postupu, směřujícího k odstranění aktuálních těžkostí. Pokud se tento záměr naplní a toxikomanovi se uleví, ke kontrolním vyšetřením se zpravidla již nedostaví. Tato skutečnost je pozorována i v rámci poskytování specializované péče.

Možnosti VPL

VPL, pokud neposkytuje substituční terapii, (viz dále), má k dispozici několik možností přístupu. Pomoci mu může především znalost potenciálně závislého pacienta, a může tedy pozorovat změny v jeho chování či fyzionomii, které mohou signalizovat závislost. Dalším pomocníkem může být rodina pacienta, pokud tohoto VPL navštěvují i ostatní její členové. Míra spolupráce rodiny je ovšem různá a závisí na faktorech jako sociální postavení, schopnost porozumět problematice, vůli pomáhat rodinnému příslušníkovi, důvěře ve VPL apod. Často rodina o pacientově závislosti dlouho neví. Jindy není schopna jeho závislost připustit a někdy se za ni stydí. Jindy je sociální statut rodiny takový, že o spolupráci s lékařem nelze vůbec uvažovat. Nicméně spolupráce s rodinou je velmi významným faktorem a role VPL je v tomto bodě nezastupitelná.

Jedním z prvních diagnostických kroků, které by VPL měl udělat, je odlišit pacienta závislého na alkoholu od pacienta se závislostí na jiných NL. Česká společnost je vysoce tolerantní vůči nadužívání alkoholu. V důsledku toho je i frekvence komplikujících stavů tohoto jevu v ordinacích VPL velmi vysoká. Velmi důležitý je správný odběr a adekvátní vyhodnocení odebrané anamnézy. Nelze se opírat o data získaná odběrem jedné anamnézy. Pacienti zneužívající NL mají tendenci k uvádění zavádějících anamnestických dat, zejména pokud se jedná o abúzus NL. Nesrovnalosti v tomto bodě pak vedou VPL k upřesnění stupně závislosti. Na tomto místě je nutno zdůraznit, že diagnostický a léčebný proces se zde mohou poměrně dlouhou dobu prolínat. Nemedikamentózní terapeutické postupy může VPL začít používat ještě v době upřeshňování diagnózy závislosti na NL, viz diagnostický rozhovor a krátká intervence.

Při opakovaném odběru anamnézy u potenciálních osob závislých na NL je vhodné zavést **diagnostický rozhovor**. Při něm jde o navázání terapeutického vztahu a zahájení kroků, vedoucích k posilování motivace k pozitivní změně. Připomenou se fyzické potíže, které nadužívání NL způsobilo, a zdůrazní se jeho rizika. Součástí diagnostického rozhovoru musejí být otázky za-

měřené na množství a frekvenci užívané NL. U látek jiných nežli alkohol je třeba také uvést cestu aplikace. Dále je třeba zjistit přítomnost obtíží v tělesném a duševním zdraví, ale také problémy, které mohou být vlivem nadužívání NL projeveny v rodině nebo v zaměstnání. Podstatnou je z tohoto pohledu také otázka možného kriminálního jednání a postihu.

Z hlediska somatických symptomů se v rámci odběru anamnestických dat zaměřujeme na zjištění přítomnosti poruch paměti, a to jak krátkodobé, tak dlouhodobé, poruchy kognitivních schopností, bolesti hlavy, vertiginózního syndromu, projevů kožních onemocnění, zejména zánětů žil a mykóz, a výskytu infekčních nemocí, zejména infekčních žloutenek, tuberkulózy, popřípadě HIV pozitivitu, pokud to pacient sdělí. Z hlediska psychického stavu je nezbytné dotázat se na přítomnost deprese, kolísání emočních stavů a nálad, případně suicidiálních tendencí. Významný je opakovaný pokus o získání informace o bažení (cravingu) po užití NL.

Dalším možným impulsem vyslovení podezření na zneužívání NL je somatické vyšetření lékařem při podezření na toxikomanií. To musí být velmi podrobné. Při něm mohou být nalezeny změny ve fyziognomii, signalizující možné poškození chronickým užíváním NL. Významnou stopou signalizující možný abúzus je habitus pacienta. Ten se může významně lišit u pacientů nadměrně konzumujících alkohol od pacientů zneužívajících ostatní NL, zejména stimulanty. Pacient nadužívající alkohol má většinou známky jinak rozloženého uložení tuku v podkoží, zatímco pacient zneužívající stimulanty podkožní tukové polštáře většinou žádné nemá. Rovněž kůže je u alkoholika jiná, spíše ve smyslu hyperémie, proti spíše šedavému nádechu u ostatních NL. U šňupačů kokainu, ale také u těžkých kuřáků marihuany nalezneme zase výrazný erytém spojivek. O možném zneužívání NL dále svědčí i stav hygieny. Tento ukazatel však do určitého stupně závislosti nemusí být směrodatný, protože jej pacient může podle sociálních a ekonomických možností dlouho držet na uspokojivé úrovni, podle svých předchozích zvyklostí. Při vyšetření kůže můžeme nalézt také stopy po vpichu injekční jehly, které nelze hledat pouze v kubitálních jamkách, ale například také na dolních končetinách, např. kolem kotníků, na nártách, v tříselech, ale i na krku. Na kůži bývají projevy hnisavých kožních zánětů, stopy po nich, nebo flebitidy povrchového žilního řečiště. Není vzácností ani nález hluboké flebotrombózy. V laboratorních výsledcích můžeme najít protilátky proti virovým hepatitidám A (HAV), B (HBV), C (HCV), zřídka HIV. Popřípadě můžeme využít toxikologických vyšetření na přítomnost konkrétní NL. Zde je třeba vzít v úvahu dobu od posledního možného užití NL, aby bylo možné zjistit přítomnost této NL ve vyšetřovaném vzorku (alkohol – podle stavu výživy a tolerance – 12, ale i více hodin po požití, vyšetření etyl glukuronidu EtG 5 dnů po posledním požití, opiáty většinou 2–3 dny včetně buprenorfinu, barbituráty 7 dnů, zřídka i více, benzodiazepiny 1–3 dny, kokain 2–3 dny, amfetamin a ostatní budivé aminy 3–5 dnů, konopné drogy 2–8 dnů, při chronickém užívání i 14–42 dnů, toluen 2 dny). Toxikologické vyšetření VPL využije v rámci upřesnění diferencially diagnostické úvahy, pokud nemůže nadužívání některé NL vyloučit.

Při zjištění patologických hodnot signalizujících možnou závislost (kromě toxikologických vyšetření výše) se může jednat o vedlejší nález při jiném rutinním laboratorním vyšetření, např. předoperačním, nebo je-li odběr indikován u potenciálně závislého pacienta, pak jde o potvrzení

předpokladu závislosti. Jindy v laboratorním nálezu najdeme elevaci jaterních enzymů, signalizující hepatopatii. Akutně může být všeobecný lékař také volán k nejasnému stavu, potenciálně způsobenému intoxikací NL. Je nutné na možnost intoxikace pomyslet a postupovat terapeuticky v souladu s touto informací. Lékař také nesmí vědomě způsobit poškození nebo vyvolání relapsu závislosti nesprávnou léčbou. Musí se zejména vyvarovat preskripcí kodeinu a kodeinových preparátů při léčbě běžné tracheitidy nebo dráždivé bronchitidy osobám potenciálně závislým na opiátech anebo dočasně abstinujícím, aby se zabránilo vyvolání relapsu. Rovněž je třeba pečlivě vážit indikaci inhibitorů MAO a vyloučit abúzus stimulantů.

V rámci diagnostického procesu je nutno odlišit rekreační užívání od užívání škodlivého a od syndromu závislosti. Rekreační užívání NL nenese známky pravidelnosti a podle jednotlivých typů NL je užívání praktikováno jen několikrát do roka. Abychom stanovili stupeň **škodlivé užívání**, musí být splněn předpoklad, že užití NL způsobilo tělesnou nebo duševní obtíž a vedlo k nepříznivým zdravotním a sociálním důsledkům, musí být prokázáno konkrétní poškození konkrétní NL, užívání musí trvat alespoň jeden měsíc a musí se v průběhu roku opakovat, přítomný symptom nesmí splňovat kritéria žádné jiné duševní nebo behaviorální nemoci. **Syndrom závislosti** je definován následovně:

- silným bažením (cravingem),
- sníženou schopností kontrolovat chování související s nadužíváním NL,
- přítomností projevů abstinčního syndromu,
- průkazem tolerance,
- postupným zanedbáváním ostatních běžných aktivit, zálib, ale i rodiny a zaměstnání,
- pokračováním v chronickém užívání NL i přes jasnou přítomnost škodlivých projevů a komplikací.

K hodnocení těchto kritérií syndromu závislosti je třeba poznamenat, že aby byl syndrom závislosti spolehlivě stanoven, je třeba výskytu alespoň tří nebo více popsaných kritérií po dobu alespoň jednoho měsíce nebo opakovaně v průběhu jednoho roku.

Nejpodstatnější rolí VPL v péči o pacienta závislého na návykové látce je prevence.

V rámci problematiky závislosti na návykových látkách lze použít rozdělení prevence na tři základní typy.

Primární prevence

Primární prevence má programově podporovat zdravé zrání potenciálně ohroženého jedince. V rámci protidrogové strategie jde o oslovení zejména starších dětí, mladistvých a rizikových skupin, aby co nejbezpečněji prošli cestou hledání vlastní identity. Má rozvíjet jednotlivé předpoklady bio-psycho-sociálně-spirituálního celku. Patří sem mimo jiné starost o výživu, fyzické zdraví, včasnou léčbu nemocí, prevenci úrazů, účinnou rehabilitaci fyzických nebo psychických handicapů. V mnoha případech vidíme, že některé zneužívané substance jsou zprvu užívány jako analgetika pro chronickou nebo špatně

lécenou bolest, že zranění např. mladého nadějného sportovce bez adekvátní celostní rehabilitace a náhlá ztráta cíle bývá spouštěčem únikového užívání drog. Nepoznané poruchy příjmu potravy, například obezita, může být postiženým řešena pomocí budivých aminů, stimulantů. Často poznáváme na počátku zneužívání NL absenci signifikantních autorit, nositelů pozitivních hodnot, které jsou nahrazeny autoritami disponující namísto vnitřní síly hrubostí, namísto vnitřní krásy vnější dekorací a namísto mentální síly arogancí. Chybějící rituály jsou nahrazeny rituály gangů ulice. Momentální uspokojování se stává základním motivem života. Požívačnost, intenzita a bezodkladnost těchto potřeb je forsírována klipovou rychlostí současného života „in“.

Programy primární prevence by měly zohlednit tyto premisy a svou náplní a programem korigovat pocíťované nedostatky. Největší význam v rámci primární prevence má rodina, školská zařízení, ale roli hrají i zdravotnická zařízení, zejména ordinace VPL.

Sekundární prevence

Sekundární prevencí je míněno předcházení vzniku, rozvoji a přetrvávání závislosti u osob, které již drogu užívají nebo se na ní staly závislými. Obvykle je používána jako souborný název pro včasnou intervenci, poradenství a léčení. Léčba je zaměřena na odputání od prostředí, které umožňuje žít závislým způsobem, ale i na detoxifikaci v širším slova smyslu (substance, vztahy, prostředí, návyky). K tomu je třeba brát zřetel na:

1. biologické předpoklady – léčba medicínsky ovlivnitelných nemocí, nebo léčba, která otevřela cestu k nadužívání, resp. zneužívání NL nebo je udržuje,
2. psychologické předpoklady – jde o stopování souvislostí v anamnéze mezi psychologickými problémy jedince a rozvojem závislosti, identifikuje se období, kdy závislost vznikla a začala vyvolávat problémy; léčebnými prostředky zde jsou psychoterapie, terapeutické komunity a skupinové psychoterapie,
3. sociální předpoklady – jsou v léčbě reflektovány na úrovni sociální práce a výrazně ovlivňují prognózu výsledků léčby a dalšího uplatnění závislého; patří sem pomoc při hledání zaměstnání, v kontaktu s úřady či zdravotními pojišťovnami apod.,
4. spirituální předpoklady – jsou reflektovány v systémech, které jsou založeny na filozofii Anonymních alkoholiků, považují univerzální spiritualitu za primární dimenzi lidské existence, zaměřují se na aspekty životního stylu nebo údělu, na aspekty víry v Boha.

Praktickými, jednoduchými, levnými a účinnými prostředky, které má každý lékař pečující o pacienta se závislostí k dispozici, je diagnostický rozhovor a krátká intervence. Diagnostický rozhovor byl popsán při odběru anamnézy.

Krátká intervence se odehrává při kontaktu lékaře s pacientem. Zpravidla bývá kontakt osobní, ale popisují se i způsoby provádění krátké intervence po telefonu nebo prostřednictvím mailu nebo sociálních sítí. Krátkou intervencí mohou ve stručnosti představovat

písmena AAAM: Ask – cílené, zjišťovací dotazy, Assess – posouzení stavu, Advise – umět poradit, Monitoring – sledování stavu. Sestává v podstatě z následujících součástí, které jsme pro větší názornost začali vždy počátečním písmenem „P“ v úvodním pojmu:

- Posouzení a zjištění stavu pacienta lékařem a informování pacienta o takto získaném závěru. S tímto závěrem souvisí konkrétní doporučení pacientovi, které má směřovat k abstinenci, případně k omezení zneužívání NL, ale se stanovením termínu další kontroly.
- Posilování motivace pacienta. Lékař musí hledat pozitivní možnosti, kterými by motivaci pacienta zvýšil. VPL se musí zároveň snažit o to, aby si pacient více uvědomil rizika pokračujícího zneužívání NL. Zde hraje významnou roli znalost pacienta lékařem a využití této konkrétní znalosti ke zvýraznění jednotlivých motivačních aspektů, zejména s ohledem na rodinu a profesi.
- Předání vhodného materiálu, který pacient bude moci využít mimo kontakt s lékařem při svém úsilí o odvykání od užívání NL. Může jít jednak o papírový materiál, kde se nejvíce osvědčují tištěné informace, které na základě obecně platných doporučení zpracuje sám VPL, případně sdělení kontaktů například na internetové stránky jednotlivých institucí, které se závislostí zabývají.
- Práce s rodinou – byla doporučena výše a zde ji připomínáme pro její velký význam, zvláště v rámci posilování motivace k odvykání.
- Poučení o vhodnosti zapojení do komunit, které se odvykání věnují se skupinou obdobně postižených osob. Může jít o terapeutické skupiny organizované odborným personálem v rámci specializovaných zdravotnických zařízení, ale může se jednat zároveň o skupiny, které jsou organizovány mimo profesionální zdravotní péči. Příkladem může být sdružení Anonymní alkoholici a podobně.
- Pozorování vlastní, selfmonitoring. Pacienta poučíme, aby sledoval svůj průběh dne, od rána do ulehnutí, alespoň jeden týden. V rámci tohoto časového úseku má sledovat tzv. spouštěče, které vedou k bažení po užití NL, a tyto spouštěče analyzovat a vyvinout veškerou snahu o jejich eliminaci. O zjištěních pacienta samozřejmě musí být VPL pacientem informován, aby je mohl zpětně posoudit a případně korigovat nápravná opatření.
- Poskytnutí kontaktu na vlastní zdravotnické zařízení, ale zejména na zdravotnická zařízení, která poskytují poradenství, a zejména akutní péči v případě potřeby.
- Podpis terapeutické smlouvy. Jde o formální akt, ve kterém se stanoví obrysy spolupráce mezi pacientem pokoušejícím se o abstinenci nebo redukci užívání NL a mezi VPL poskytujícím péči o tohoto pacienta. Konkrétní pravidla, která musejí být citlivě nastavena, zvyšují motivaci pacienta. Konkrétní kontrolní termíny je rovněž vedou ke snaze o eliminaci užívání NL.
- Procvičování volnočasových aktivit, které odvádějí pacienta od cravingu. Jde o individuální nastavení aktivit, podle znalosti pacienta lékařem.

Terciární prevence

Je v zásadě předcházení vážnému či trvalému zdravotnímu a sociálnímu poškození z užívání drog. V tomto smyslu je terciární prevencí: (1) resocializace či sociální rehabilitace u klientů, kteří prošli léčbou vedoucí k abstinenci nebo se zapojili do substituční léčby a abstinují od nelegálních drog, (2) intervence u klientů, kteří aktuálně drogy užívají a nejsou rozhodnutí užívání zanechat, souborně zvané Harm Reduction – zaměřují se především na snížení zdravotních rizik, zejména přenosu infekčních nemocí při nitrožilním užívání drog.

Terciární prevence využívá zejména přístupů z úrovně sociální. Ty mívají podobu konkrétní pomoci uživatelům drog na úrovni chráněného zaměstnání, bydlení, zdravotního pojištění, právního poradenství apod. Dále tento přístup zlepšuje biologické předpoklady elementární péči o zdraví uživatelů drog. Jde zejména o předcházení vážným přenosným nemocem díky výměnným programům jehel, stříkaček a médií potřebných k přípravě NL k aplikaci. Také poskytováním informací o možných komplikacích typu abscesů, flebitid a trombóz žilních včetně jejich léčby významně zlepšuje zdravotní stav ohrožené populace.

VPL mohou hrát významnou roli v rámci všech tří okruhů prevence. Jak bylo výše popsáno, v rámci primární prevence mají větší možnost ovlivnění praktičtí dětské lékařské péči. VPL však mohou významně přispět v rámci sekundární a terciární prevence, a to zejména včasným odhalením závislosti. V rámci kompetence své nebo ve spolupráci s rodinou, se specializovanými zařízeními věnujícími se péči o osoby závislé se pak mají pokusit např. o vakcinaci proti přenosným chorobám, míněna zde je zejména vakcinace proti virové hepatitidě typu B u osob, které z nějakého důvodu nebyly proti virové hepatitidě typu B očkovány v rámci aplikace očkovacího kalendáře u praktického dětského lékaře. Problematickou otázkou v tomto případě zůstává otázka financování této vakcinace. Vezmeme-li však v úvahu mnohem vyšší částky, které se vynakládají na léčbu virových hepatitid, pak je suma vynaložená na vakcinaci společensky téměř zanedbatelná. V rámci terciární prevence se VPL prakticky dělí o péči o pacienta závislého s ostatními specializovanými pracovišti, jen to namnoze neví, protože jak výše popsáno, uživatel NL k VPL ve většině případů nepřichází pro řešení své závislosti, nýbrž pro řešení momentálně nedobrého zdravotního stavu. VPL se ovšem může stát také zdravotnickým zařízením, které poskytuje substituční léčbu osobám závislým na NL. Zejména v rámci substituce perorálními medikamenty obsahujícími buprenorfin, opíjí se společensky přijatelnějším profilem. Poskytování substituční péče VPL má proti specializovaným zdravotnickým zařízením výhodu v tom, že všeobecný praktický lékař je z velké míry lékařem somatickým i psychickým. Lze proto očekávat větší celistvost v péči o osoby závislé. Kromě speciální péče typu substituční léčby má VPL k dispozici zejména metodu krátké intervence, kterou lze nazvat také „indikovanou prevencí“, ale zejména u osob, které se ještě nestaly plně závislými a nebo dlouhodobě škodlivě neužívají, podrobněji viz výše.

K poskytování substituční léčby je třeba v obecné rovině získat mírně nadstandardní kvantum znalostí a dovedností a splnit několik administrativních aktů. Toho lze docílit absolvováním specializačních kursů, které vypisuje Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví v Praze (IPVZ). Vhodná je také stáž na pracovišti subkatedry návykových nemocí IPVZ. Po absolvování

těchto kursů a stáže je třeba požádat MZ ČR o vydání statutu pracoviště, které je oprávněno k poskytování substituční léčby. Na základě žádosti získá pracoviště VPL certifikát. Poté je nezbytná registrace pracoviště VPL do národního registru poskytovatelů substituční léčby, ve kterém jsou registrováni rovněž uživatelé substituce. Tyto registry jsou přístupné on line.

Literatura

1. Hobstová J, Vitouš A.: Časopis lékařů českých 2007/2, s. 137–143.
2. Nešpor K.: Časopis lékařů českých 2004/8, s. 561–564.
3. Kalina K. a kol.: Drogy a drogové závislosti. Úřad vlády ČR 2002.
4. Bischof G., Grothues J. M., Reinhardt S., Meyer C., John U., Rumpf H, J.: Evaluation of a telephone-based stepped care intervention for alcohol-related disorders: a randomized controlled trial. *Drug Alcohol Depend.* 2008; 93(3):244–51.
5. Fleming M., Manwell L. B.: Brief intervention in primary care setting. *Alcohol Research and Health* 1999; 23(2):128–137.
6. Solberg L. I., Maciosek M. V., Edwards N. M. Primary care intervention to reduce alcohol misuse ranking its health impact and cost effectiveness. *Am J Prev Med.* 2008; 34(2):143–152.
7. Nešpor K.: Návykové chování a závislost, 4. aktualizované vydání. Praha: Portál 2011; 176.
8. Nešpor K.: Organizace Anonymní alkoholici představuje efektivní pomoc závislým. *Praktické lékařství* 2002, 12:25–31. Volně dostupné na www.drnespor.eu.

Curriculum vitae

Ing. Jitka Hollerová, 1971 promoce na VŠCHT v Praze, v průběhu profesní kariéry pracovala v oblasti klinické biochemie a hygieny práce. V současné době pracuje v laboratoři pro fyzikální faktory Centra hygieny práce a pracovního lékařství Státního zdravotního ústavu v Praze.

Ing. Zdeněk Jandák, CSc., 1976 promoce na FEL ČVUT v Praze, 1978/1984 vědecká příprava, téma Biomechanické vlastnosti horní končetiny. Oblasti zájmu: hluk a vibrace, infrazvuk, zvukoměrná a vibrační technika, odezva horní končetiny na vibrace. Vedoucí NRL pro měření a posuzování hluku v pracovním prostředí a vibrací. Spoluautor více než 30 publikací z oblasti hluku a vibrací. Člen České metrologické společnosti, Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO/TC 108/SC 4 Vibrace a rázy působící na člověka, CEN/ TC 231 Vibrace a rázy, IEC/TC 29 Elektroakustika.

Ing. Lukáš Jelínek, Ph.D., 2004 absolvoval FEL ČVUT Praha obor radioelektronika, vědecký pracovník na Katedře elektromagnetického pole, Fakulta elektrotechnická, ČVUT Praha, vedoucí Národní referenční laboratoře pro neionizující elektromagnetická pole a záření SZÚ Praha. Je spoluautorem 32 publikací ve fyzikálních a elektrotechnických časopisech s nenulovým IF, jedné knižní publikace a řady textů zabývajících se expozicí člověka neionizujícímu záření.

MUDr. Bohuslav Málek, 1955 promoce na LFH UK, specializoval se na hygienu práce, celý pracovní život se tomuto oboru věnoval, byl vedoucím odboru hygieny práce na Hygienické stanici hl. m. Prahy, krajským odborníkem pro HP. Hlavním zaměřením byla problematika prachu v souvislosti s výstavbou metra, neionizující záření, riziko trichloretylénu v čistírnách aj. Byl vedoucím mnoha grantových úkolů. Člen SPL ČLS JEP.

Doc. RNDr. Luděk Pekárek, DrSc., docent na Přírodovědecké fakultě Karlovy univerzity, od roku 1954 zaměstnán ve Fyzikálním ústavu ČSAV, od roku 1993 na HS hl. m. Prahy a v současné době ve SZÚ v Praze. Oblasti zájmu: elektromagnetické vlny v plazmatu, teorie deterministického chaosu, nelineární oscilace, elektromagnetické pole a zdraví.

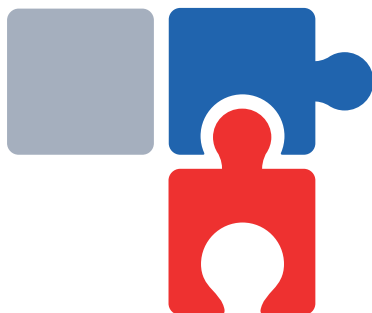
Prof. MUDr. Daniela Pelcová, CSc., FEAPCCT, 1978 promoce na FVL UK v Praze, 1996 doctenka pro obor pracovní lékařství, 2005 profesorka pro obor vnitřní lékařství, 1978 – dosud 1. LF UK a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze 2, Klinika nemocí z povolání/Klinika pracovního lékařství, v letech 1991–1994 vedoucí Toxikologického informačního střediska, od r. 1995 před-

nostka kliniky. Oblasti zájmu: profesionální toxikologie, profesionální pneumologie, zdravotní účinky nanočástic. Publikovala přes 300 prací, je spoluautorkou dalších 10 monografií a učebnic. Je členkou mnoha odborných společností včetně zahraničních.

MUDr. Hana Podšukbová, 1976 promoce na 3. lékařské fakultě UK v Praze, 1981 atestace z hygieny záření, inspektorka radiační ochrany Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Autorka a spoluautorka cca 20 publikací z oblasti ochrany pacientů i radiačních pracovníků, se zaměřením na problematiku lékařského ozáření. Oblastmi jejího zájmu jsou problematika ochrany těhotných pacientek, u kterých je nezbytné provést lékařské ozáření, optimalizace profesního ozáření u lékařů provádějících intervenční radiologické výkony, ozáření subjektů klinických studií v rámci nezavedených metod. Členka Společnosti ochrany před zářením.

MUDr. Josef Štolfa, 1987 absolvoval LF UK, specializoval se v oboru všeobecné praktické lékařství a v oboru medicína dlouhodobé péče, věnuje se pregraduální a postgraduální výchově, vedoucí katedry Všeobecného lékařství IPVZ Praha od r. 2003, působí také ve Výukovém pracovišti Všeobecného praktického lékařství 2. lékařské fakulty UK Praha. Publikační činnost se zaměřením na primární péči, preventivní medicínu, drogové závislosti a infekční komplikace drogově závislých, zejména infekční hepatitidy a HIV-AIDS. Podílí se na doporučených postupech SVL ČLS JEP a České společnosti infekčních nemocí ČLS JEP.

MUDr. Květa Švábová, CSc., absolvovala v r.1964 LFH UK v Praze, od r. 1970 se věnuje oboru pracovní lékařství. Od r. 1995 vedoucí subkatedry pracovního lékařství IPVZ Praha. Odborné zaměření včetně publikací na téma zdravotní charakteristika profesních skupin, expozice vibracím a postgraduální vzdělávání. Členka SPL ČLS JEP.



Vytvořeno a vtištěno v rámci Individuálního projektu Operačního programu Lidské zdroje a zaměstnanost "Odborné vzdělávání lékařských a nelékařských zdravotnických pracovníků I. ".
Číslo projektu: CZ.1.04/1.1.00/D3.00004.



PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz