

PRACOVNÉ LEKÁRSTVO AKO MEDICÍNSKY ODBOR

Pracovné lekárstvo je interdisciplinárny odbor, ktorý sa zaoberá vplyvmi práce a pracovných podmienok na zdravotný stav pracovníkov, prevenciou, diagnostikou, liečbou a posudkovými aspektmi chorôb spôsobených alebo zhoršovaných pracovnými podmienkami, ako aj dohľadom nad dodržiavaním zdravých pracovných podmienok.

Pracovné lekárstvo sa podľa náplne delí na *preventívne* a *klinické pracovné lekárstvo*.

Cieľom pracovného lekárstva je zabrániť poškodeniu zdravia pracovníkov škodlivými faktormi práce, zlepšiť ich zdravotný stav, podporovať zdravý životný štýl a udržiavať zdravotnú spôsobilosť na prácu.

I VZNIK A VÝVOJ ODBORU

Následky intenzívnej a jednostrannej záťaže boli známe už v staroveku. Hipokratés, ktorý opísal zaprášenie pľúc u kamenárov a kovoobrábačov, učil lekárov, že u pacientov s takouto diagnózou treba pátrať po ich pracovnej činnosti. V starom Ríme sa zvýšený výskyt chorobnosti a úmrtnosti otrokov pripisoval najmä ich slabosti. Aby sa obmedzili poškodenia a úmrtia súvisiace s prácou, postupne sa prijímali rozličné nápravné a bezpečnostné opatrenia a predpisovali osobné ochranné pracovné prostriedky (napr. šatky cez nos a ústa, ochranné štíty). Zároveň bol vydaný zákaz práce určitým skupinám ľudí (napr. ženám a deťom). Neskôr sa pozornosť venovala aj následkom výrobných činností na okolité obyvateľstvo (napr. v stredoveku sa povoľovalo zriaďovanie výrobní, ktoré emitovali hluk alebo zafažujúce zápachy, iba v určitých častiach mesta; z týchto čias pochádzajú názvy niektorých uličiek

- Farbiarska, Kováčska, Garbiarska a pod.).

Jedným zo spoločensky mimoriadne významných krokov v rozvoji internej medicíny v 17. a 18. storočí bolo uvedenie nového medicínskeho odboru - **profesionálnej medicíny** alebo **pracovného lekárstva**, ktorý sa zameriaval na skutnanie, liečenie a prevenciu chorôb vznikajúcich pôsobením škodlivých faktorov v práci. Jeho základy položili v 16. storočí Georg Bauer-Agricola a Paracelsus, ktorí si všimli najmä zdravotné problémy ľudí pracujúcich v manufaktúrach a baniach (Paracelsus, veľký lekár a alchymista, navštívil roku 1537 aj Bratislavu).

Skutočným zakladateľom pracovného lekárstva v „pravej“ podobe bol však až taliansky lekár Bernardino Ramazzini (1633-1714), ktorý pôsobil v Padove. Na základe vlastných skúseností a sledovania zdravia pracujúcich v manufaktúrach napísal roku 1700 knihu *Úvahy o chorobách*

remeselníkov, v ktorej opísal nielen choroby vyskytujúce sa takmer pri 60 druhoch pracovných činností, ale aj ich liečenie a možnosti, ako im predchádzať.

Na začiatku obdobia priemyselnej revolúcie sa prejavovali následky ťažkej telesnej práce závažnými poruchami zdravia najmä u detí, takže ubúdali regrúti spôsobilí na výkon vojenskej služby. Preto sa na základe požiadaviek armády posunul vek pre výkon zamestnania, skrátil sa pracovný čas a obmedzila sa práca v noci a v nedeľu.

V 19. storočí žilo mnoho ľudí v ťažkých ekonomických podmienkach (nízke zárobky a vysoká nezamestnanosť). V úsilí nájsť zamestnanie boli nútení meniť bydliská, čím sa narušovali rodinné väzby. Vznikali malé rodiny a ani tie pre choroby, pracovnú nespôsobilosť a nezamestnanosť neboli schopné zvládnuť ekonomickú núdzu. Táto skutočnosť vyústila roku 1881 v Nemecku do založenia **zdravotnej úrazovej a dôchodkovej poisťovne**, ktorá v modifikovanej podobe pôsobí dodnes. Jej cieľom bolo chrániť zamestnancov pred ekonomickými následkami ochorenia, nezamestnanosti, pracovných úrazov a chorôb z povolania.

Priekopníčkou v tejto oblasti bola aj A. Hamiltonová, zakladateľka pracovného lekárstva a environmentálnej toxikológie v USA. Opísala otravy olovom v priemysle, expozíciu oxidu kremičitému v lomoch, otravy ortuťou v baniach a položila základy preventívnej zdravotnej starostlivosti, aby sa dali rozpoznávať choroby z povolania a mohlo sa im predchádzať.

V USA vzniklo roku 1916 **Priemyslové zdravotnícke združenie**, ktoré tvorili spočiatku najmä chirurgovia, keďže na začiatku 20. storočia bolo potrebné venovať sa predovšetkým pracovným úrazom a poraniam. Len malá pozornosť sa venovala nebezpečným škodlivým látkam a nevhodným technológiám.

Priekopníkmi **pracovného**, resp. **banského lekárstva** na Slovensku koncom 19. a začiatkom 20. storočia boli G. Zechenter-Laskomerský (banský le-

kár, známy viac ako spisovateľ a geológ) a I. Tóth, ktorý sa stal priekopníkom moderne chápanej pracovnej hygieny a ochrany zdravia pri práci. Vyriešil problém ankylotomózy u baníkov a navrhol viaceré opatrenia na prevenciu otravy olovom pre baníkov v Banskej Štiavnici.

Roku 1931 vznikla v Prahe pri II. internej klinike **poradňa pre choroby z povolania** pod vedením prof. MUDr. J. Teisingera, ktorá sa roku 1942 zmenila na **poradňu pre pracovné lekárstvo** (Švestka a kol., 1978). Neskôr vznikol **Ústav pracovného lekárstva**, ktorý riešil otázky ochrany zdravia, diagnostiky profesionálnych poškodení zdravia a komplexne i problematiku hodnotenia záťaže pracovnými podmienkami. Pracovní tím tvorili odborníci z medicínskych aj nemedicínskych disciplín, t. j. okrem lekárov aj chemici, fyzici, technici a pod.

Roku 1937 vznikol pri Baťovej nemocnici v Zlíne **Ústav pre priemyslové zdravotníctvo** a postupne sa zakladali zdravotné zdravotnícke zariadenia (najmä vo väčších priemyselných podnikoch vo Vitkoviciach, v Plzni, v Kladne a ďalších mestách). Svoj podiel na rozvoji pracovného lekárstva mala **životnostenská inšpekcia**, ktorá bola spočiatku zameraná predovšetkým technicky, no neskôr aj medicínsky. V rámci tejto inšpekcie bolo už roku 1938 zriadené oddelenie pracovného lekárstva.

Popri nemocenskom a úrazovom poistení, resp. v rámci príslušných poisťovní sa lekári začali postupne zaoberať spoločne s ďalšími pracovnými súvislosťami medzi zmenami zdravia a vplyvmi pracovného prostredia a pracovných procesov. Najväčší rozmach zaznamenali **centrá pracovného lekárstva** v Prahe a v Zlíne, kde sa kladli **základy odboru pracovného lekárstva**; v ich linii sa vlastne pokračuje dodnes. V rokoch 1945-1951 sa postupne vytvorila vo väčších priemyselných centrách sieť **oblastných ústavov pracovného lekárstva**. Praktická a výskumná práca týchto centier sa špecializovala podľa charakteru priemyslu v danej oblasti. Na Slovensku vznikli ústavy pra-

covného lekárstva v Bratislave, Martine a v Košiciach.

Po roku 1948 sa začal tvoriť jednotný systém zdravotníctva. Legislatívne úpravy z rokov 1951 a 1952 riešili oddelene liečebno-preventívnu a hygienicko-epidemiologickú starostlivosť. Odbor pracovného lekárstva bol rozdelený na časť **hygiena práce**, situovanú do hygienických staníc v okresoch a krajoch, a na časť **choroby z povolania**, zadenú do nemocnice a poliklinik. Roku 1952 bola založená **Spoločnosť pracovného lekárstva Slovenskej lekárskej spoločnosti** (jej prvým predsedom bol prof. MUDr. M. Nosáť).

Osobitné postavenie mal **Ústav hygieny práce a chorôb z povolania** v Bratislave, založený MUDr. J. Klúčikom a neskôr vedený prof. MUDr. M. Nosáťom. Ústav bol roku 1977 zlúčený s Ústavom hygieny a Ústavom mikrobiológie a epidemiológie a vznikol **Výskumný ústav preventívneho lekárstva**. Roku 1990 sa k nim pripojilo Centrum imunológie a vznikol **Ústav preventívnej a klinickej medicíny** (ÚPKM).

Roku 1950 vznikla v Bratislave **Klinika chorôb z povolania** (prvým vedúcim bol prof. MUDr. M. Nosáť) a o rok neskôr (v januári 1951) bolo otvorené **Oddelenie pracovného lekárstva** aj v nemocnici v Martine (vedúcim bol MUDr. B. Geryk), ktoré sa roku 1980 stalo klinikou. V Košiciach pri Internej klinike Fakultnej nemocnice bol roku 1952 založený najprv ordinariát, neskôr vzniklo lôžkové pododdelenie a roku 1960 samostatné Oddelenie chorôb z povolania, ktoré sa roku 1975 stalo tiež Klinikou pracovného lekárstva (prvým vedúcim bol doc. MUDr. B. Gomboš, CSc.).

Roku 1973 bolo otvorené Oddelenie pracovného lekárstva aj v Banskej Bystrici, s lôžkami od roku 1982 (prvou vedúcou bola MUDr. D. Komoňová). Vo viacerých regiónoch Slovenska je ešte niekoľko oddelení pracovného lekárstva, spravídla s ambulanciami službami.

Uvedené kliniky zabezpečujú výučbu predmetu pracovné lekárstvo a toxikológia na príslušných lekárskech fakultách

a sú centrami vedeckovýskumnej činnosti. Zabezpečujú aj doktorandské štúdium a v spolupráci s preventívnym pracovným lekárom i postgraduálne štúdium.

Už dlhé roky sa pravidelne organizujú **Celoslovenské konzultačné dni pre choroby z povolania a Kožné konzultačné dni pre kožné choroby z povolania** v združených regiónoch (Bratislava, Košice, Martin - Banská Bystrica).

Odbory **hygieny práce** riešili spočiatku problematiku štátneho zdravotného dozoru, usmerňovali prevenciu a ochranu zdravia pri práci a zabezpečovali objektívne hodnotenie pracovných podmienok i fyziológiu práce. V 90. rokoch sa odbory hygieny práce transformovali na **odborníky preventívneho pracovného lekárstva** v rámci štátnych zdravotných ústavov (SZU) a svoju činnosť rozšírili o problematiku podpory zdravia pri práci.

Medzi priekopníkov preventívneho pracovného lekárstva na Slovensku patrili najmä MUDr. L. Ulrich, CSc., MUDr. M. Janoušek, MUDr. Z. Vanžura, prof. MUDr. M. Šulcová, DrSc., prof. MUDr. L. Rosival, DrSc., MUDr. H. Michalčáková, MUDr. I. Porazík, MUDr. J. Kaupa, MUDr. Š. Lukáč, RNDr. I. Čajda, MUDr. M. Hubáč, CSc., MUDr. J. Batora, MUDr. I. Borský, CSc., a mnohí ďalší.

V klinickej oblasti sa zaslúžili o rozvoj odboru okrem prof. MUDr. M. Nosáťa, MUDr. B. Geryka a doc. MUDr. B. Gomboša (vedúci prvých klinik) MUDr. E. Klincková, MUDr. O. Murinová, MUDr. V. Šimková, CSc., doc. MUDr. L. Benický, CSc., doc. MUDr. D. Kolesár, CSc., MUDr. Š. Majka, MUDr. P. Hollý, MUDr. V. Cmarko a i.

V záujme zdravotnej starostlivosti o pracovníkov sa v jednotlivých obvodných systémoch postupne vytvorila široká sieť obvodných **závodných ambulancií a závodných zdravotných zariadení** (Junas, 1985; Nikliček, Štein, 1985). Ťažiskom práce závodných lekárov bolo poskytovanie liečebno-preventívnej starostlivosti chorým pracovníkom a vykonávanie vstupných, periodických a výstupných **preventívnych lekárskech prehliadok** u pracovníkov vykonávajúcich rizikové práce.

V posledných dvadsiatich rokoch sa pracovnolekárska problematika posunula od hodnotenia vplyvov fyzickej práce a klasických fyzikálnych a chemických škodlivín k úlohám vyplývajúcim z rozvoja chemického priemyslu, zo zavádzania zlúčenín s nedostatočne rozpoznanými účinkami na zdravie a nových technológií, ako aj z automatizácie a mechanizácie s dominantným neuropsychickým zatažením a so zafaržením pohybového systému.

Podľa novej koncepcie klinického pracovného lekárstva boli po roku 1992 so zreteľom na rozšírenie náplne o environmentálnu toxikológiu klinické pracoviská pracovného lekárstva premenované na **kliniky a oddelenia pracovného lekárstva a toxikológie**. Odbor klinické pracovné lekárstvo a toxikológia úzko spolupracuje s preventívnym pracovným lekárstvom a naopak.

2 VZŤAH K INÝM MEDICÍNSKYM ODBOROM

Kľúčový význam pre pracovné lekárstvo má vzťah k **všeobecnému lekárstvu**. Je to medicínsky odbor, ktorého úlohou je poskytovať *primárnu zdravotnú starostlivosť*. Zabezpečuje prvý kontakt občana so zdravotníckym systémom a vyznačuje sa stálou, dostupnou a kvalitnou integrujúcou zdravotnou starostlivosťou.

Významným aspektom činnosti všeobecného lekára je *preventívne zameranie*. V SR sa v súčasnosti používa na označenie všeobecných lekárov termín **praktický lekár pre dospelých**.

Jednou z úloh praktického lekára pre dospelých je *posudzovanie spôsobilosti na prácu*. To znamená, že praktický lekár pre dospelých musí mať nielen dostatok poznatkov z pracovného lekárstva, ale zároveň musí s odborníkmi z preventívneho a klinického pracovného lekárstva a toxikológie úzko spolupracovať.

Na druhej strane špecialisti z oblasti pracovného lekárstva dostávajú od praktických lekárov dôležité informácie o zdravotnom stave pacienta (od detstva do dospelosti) vrátane údajov o diagnostických postupoch, liečbe a reakcii na ňu. Patrí sem aj mapovanie možného vplyvu pracovných podmienok na zdravie.

Podľa Medzinárodnej organizácie práce (*International labour organization, ILO*) sa budú postupne formovať aj v SR **služby zdravia pri práci (SZpP)**, v legislatívnych úpravách nazývané **závodné zdravotné služby**, ktoré by mali zabezpečovať pre

všetkých pracovníkov, v každom odvetví súkromného, štátneho i verejného sektora realizáciu opatrení zameraných na ochranu zdravia pri práci a prevenciu poškodení zdravia. V tejto súvislosti má veľký význam *linová spolupráca* všetkých zúčastnených – praktického lekára, špecialistu z oblasti preventívneho pracovného lekárstva i špecialistu z oblasti klinického pracovného lekárstva. No práve praktický lekár pre dospelých s certifikátom z pracovného lekárstva má byť integrujúcim činiteľom v starostlivosti o pacienta ako člen tímu SZpP.

Rovnako dôležitú úlohu v tomto tíme bude mať zdravotná sestra so špeciálnym vzdelaním z pracovného lekárstva.

Zo skutočnosti, že *každý zamestnávateľ je povinný* podľa zákona NR SR č. 330/1996 Z. z. *zabezpečiť pre svojich zamestnancov závodnú zdravotnú službu*, vyplývajú tieto závery:

- ♦ praktický lekár pre dospelých musí mať certifikát z pracovného lekárstva.
- ♦ praktický lekár pre dospelých si nevyhnutne musí doplniť všeobecné znalosti o poznatky z oblasti pracovného lekárstva a zároveň z tej konkrétnej pracovnolekárskej oblasti, v ktorej väčšina jeho pacientov pracuje.
- ♦ praktický lekár pre dospelých musí dobre poznať pracovné prostredie závodov a podnikov, ktoré sa nachádzajú v jeho zdravotnom obvode.

♦ praktický lekár pre dospelých musí spolupracovať so všetkými zamestnávateľmi vo svojom zdravotnom obvode.

♦ praktickým lekárom budú k dispozícii tímy SZpP (členom tímu má byť okrem praktického lekára lekár preventívneho pracovného lekárstva, lekár klinického pracovného lekárstva a všeobecná zdravotná sestra špecializovaná na pracovné lekárstvo).

Praktický lekár pre dospelých, lekár preventívneho pracovného lekárstva a lekár klinického pracovného lekárstva teda nemajú byť v konkurenčnom postavení, ale naopak. Náročné úlohy závodnej zdravotnej služby môžu zvládnuť iba dobrou spolupracou a s aktívnou účasťou zamestnávateľov. Samozrejme, lekár závodnej zdravotnej služby môže byť úspešný len vtedy, keď bude primerane komunikovať a spolupracovať s praktickými lekármi pre dospelých príslušného regiónu, ktorí majú v starostlivosti zamestnancov konkrétneho závodu. Aj keď sa uvažuje, že pri existencii SZpP bude do určitej miery obmedzená slobodná voľba tímu závodnej zdravotnej starostlivosti pacientom, do úvahy treba brať výhodu integrujúce-

ho, nezávislého pohľadu lekárov SZpP na problém zdravia pri práci u zamestnancov zvereného podniku či prevádzky, a tým i možnosť včas odhalíť incipientné zdravotné poruchy súvisiace s prácou a včas realizovať preventívne opatrenia. Posun zdravotnej dokumentácie, aktívna výmena informácií o zdravotnom stave pacienta - zamestnanca ako aj potrebných opatrení (preventívnych alebo liečebných) je predovšetkým v záujme pacienta.

Spolupráca s ďalšími medicínskymi odborníkmi spočíva v konzultáciách pri podzrení na choroby z povolania. Týka sa to **dermatovenerológie, infektológie, neurológie, pneumológie, alergológie, ortopedie, oftalmológie, klinickej psychológie, epidemiológie** a ďalších odborov.

LITERATÚRA

- Koncepcia odboru všeobecné lekárstvo. *Vestník MZ SR*, časť 20/1980.
Zákon NR SR č. 277/1994 Z. z. o zdravotnej starostlivosti v znení noviel.
Junas J., Bokesová-Uherová, M.: *Dejiny medicíny a zdravotníctva*. Martin: Vydavateľstvo Osveta 1985, 562 s.
Nikláček, L., Stein, K.: *Dejiny medicíny v datech a faktech*. Praha: Avicenum 1985, 974 s.

PREVENTÍVNE PRACOVNÉ LEKÁRSTVO

1 DEFINÍCIA A ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY

Preventívne pracovné lekárstvo je nadstavbový medicínsky odbor, ktorý sleduje a hodnotí vzťahy medzi prácou, pracovnými podmienkami a zdravím pracovníkov. Ako *interdisciplinárny odbor* využíva poznatky z hygieny, fyziológie a psychológie práce, ergonómie, toxikológie, chémie, fyziky, biológie, genetiky, epidemiológie a ďalších medicínskych, spoločenskovedných a technických odborov. Odráža sa to v uplatňovaní hygienických, fyziologických a psychologických prístupov pri hodnotení vzťahu medzi zdravím, chorobou a pracovnými podmienkami. **Pracovné podmienky** charakterizuje stavom pracovného prostredia a **spôsobom výkonu práce**, pričom zohľadňuje aj pracovné technológie a organizáciu práce.

V centre pozornosti je človek pri práci a prispôbovanie práce človeku. Za **zdraviu škodlivé faktory pracovného prostredia** sa pokladajú tie fyzikálne, chemické a biologické faktory, ktoré dokázateľne poškodzujú zdravie, ako aj faktory, ktoré zafazujú ľudský organizmus a negatívne ovplyvňujú jeho fyziologické a psychické funkcie.

Úlohou preventívneho pracovného lekárstva je usmerňovať celospoločenskú a zdravotnícku prevenciu ochorení a poškodení zdravia z práce so zohľadnením mimopracovných vplyvov a životného štýlu a pozitívne ovplyvňovať ochranu a podporu zdravia pracovníkov. Tieto úlohy sa realizujú odborným usmerňovaním na zá-

klade objektívnych údajov o pracovných podmienkach a zdraví pracujúcej populácie, vykonávaním štátneho zdravotného dozoru nad ochranou zdravia pri práci, odborným poradenstvom a výchovou k zdraviu.

V náplni preventívneho pracovného lekárstva sú tieto aktivity:

- ♦ sledovať *bionegatívne a biopozitívne vplyvy faktorov pracovného prostredia* na zdravie pracovníkov s cieľom chrániť a upevňovať ich zdravie a pracovnú pohodu.
- ♦ sledovať podmienky práce vybraných skupín pracovníkov, najmä pracovníkov vykonávajúcich *rizikové práce*, mladistvých, žien a osôb so zmenenou pracovnou schopnosťou.
- ♦ analyzovať a hodnotiť príčiny poškodení zdravia, t. j. *špecifické a nešpecifické faktory práce a pracovného prostredia* a analyzovať príčiny zhoršovania pracovnej pohody.
- ♦ navrhovať opatrenia na *optimalizáciu pracovných podmienok* a prispôbovanie práce telesným a duševným schopnostiam pracovníkov.
- ♦ zúčastňovať sa na príprave a vypracúvaní *programov efektívnej ochrany zdravia* pracujúcej populácie na ich realizáciu a vyhodnocovaní dosiahnutých výsledkov.
- ♦ odborne usmerňovať *zamestnávateľov* pri vytváraní podmienok zabezpečujúcich pozitívny rozvoj zdravia zamestnancov a aktívne sa podieľať na ich výchove

- odd. hygien. f. - odd. zchr. An - odd. toxic. - odd. fyz. faktorov

a vzdelávaní (zabezpečovanie zdrávych pracovných podmienok a starostlivosť o zdravie pracovníkov).

- ♦ podieľať sa na práci tímov zabezpečujúcich *závodné zdravotné služby*.
- ♦ úzko spolupracovať s odborom klinickej pracovnej lekárske.
- ♦ určovať *kritériá zdravých pracovných podmienok* a pripravovať legislatívne úpravy týkajúce sa ochrany zdravia pri práci, optimalizácie pracovných podmienok a vylúčenia, resp. obmedzenia nových pracovných rizík.
- ♦ kontrolovať *dodržovanie legislatívnych úprav* a individuálnych správnych aktov stanovených na ochranu zdravia človeka pri práci.
- ♦ využívať *represívne opatrenia* pri odhalení situácií ohrozujúcich zdravie a neplnení opatrení uložených štátnym zdravotným dozorcom.
- ♦ vykonávať *konzultačnú a expertíznu činnosť* pre zdravotnícke i nezdravotnícke organizácie s cieľom presadzovať a realizovať opatrenia primárnej prevencie (napr. pri výstavbe a rekonštrukcii výrobných objektov, pri vývoji, výrobe a dovoze nových strojov, technológií, zariadení, materiálov a chemikálií, pri objektivizácii faktorov v pracovnom prostredí, pri zabezpečovaní komplexnej starostlivosti o zdravie pracovníkov a pod.).

UPLATNENIE V PRAXI

Preventívne pracovné lekárstvo v SR patrí organizačne do úseku ochrany zdravia a je súčasťou **štátnych zdravotných**

2 ZÁKLADNÉ POJMY

EXPOZÍCIA

Expozíciou rozumieme kontakt fyzikálneho, chemického alebo biologického faktora životného a pracovného prostredia s vonkajším povrchom organizmu - s kožou a so sliznicami očí, dýchacích ciest a tráviaceho systému.

ústavov (SZÚ). Podľa platnej koncepcie sa odbor preventívne pracovné lekárstvo člení na oddelenia štátneho zdravotného dozoru, sledovania zdravotného stavu pracujúcej populácie, fyziológie práce, genetickej toxikológie, preventívnej toxikológie a oddelenie fyzikálnych faktorov. Do riešenia problematiky ochrany zdravia pracovníkov sa zapájajú aj ďalšie odbory v štátnych zdravotných ústavoch - odbor chemických analýz, zdravotníckej informatiky a štatistiky, dokumentačno-právny odbor, odbor ochrany zdravia pred ionizujúcim žiarením, odbor epidemiológie, hygieny výživy, hygieny detí a mládeže a mikrobiológie.

V širšom zmysle sa preventívne pracovné lekárstvo uplatňuje celosvetovo v rámci dozorných, usmerňovacích funkcií štátu pri ochrane človeka v pracovnom procese. Preventívne pracovné lekárstvo má nezapustiteľnú úlohu aj priamo na pracoviskách, čo vyplýva z povinnosti zamestnávateľa chrániť zdravie zamestnancov (MZ SR, 1996).

LITERATÚRA

- Fabiánová, E.: Preventívne pracovné lekárstvo. In: Rovný, I.: Hygiena 3. Martin: Vydavateľstvo Osveta, 1998, 139 s.
- Konceptia odboru preventívneho pracovného lekárstva. Vestník MZ SR, časť 7-8, Bratislava 1996.
- Flieg, G., Niland, J., Quintlan, P.: Fundamentals of industrial hygiene. National Safety Council, USA Bratislava, 1995, 1 011 s.
- Svesíka, B. a kol.: Pracovní lékařství. Praha, Avicenum 1978, 245 s.
- Zákon NR SR č. 272/1994 Z. z. o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov.

HODNOTENIE RIZIKA

Určenie druhu a stupňa nebezpečnosti, ktorú predstavuje určitý faktor vrátane rozsahu, v akom boli, sú alebo v budúcnosti môžu byť jeho pôsobeniu vystavené jednotlivé skupiny populácie, ako aj charakterizácia rizík vyplývajúcich z konkrétnych zistení. Proces

hodnotenia rizika (risk assessment) má 4 fázy - identifikáciu nebezpečnosti (hazard identification), hodnotenie vzťahu dávka a odpoveď, hodnotenie expozície a charakterizáciu rizika.

HODNOTENIE ZDRAVOTNÉHO RIZIKA

Generický názov, ktorým sa označujú metódy opisu „šanci“, pravdepodobnosti ochorenia alebo úmrtia jedinca vo vzťahu k vybraným príčinám. Hodnotenie zdravotného rizika (health risk assessment) umožňuje vyjadriť, či je jednotlivec ohrozený nadpriemerným alebo podpriemerným rizikom ochorenia a úmrtia na najčastejšie príčiny chorôb a smrti a aké zníženie rizika možno dosiahnuť modifikáciou určitého kauzálneho faktora (napr. fajčenia cigariet); predpokladom využitia metód je, že sa informácie o daných charakteristikách, návykoch a zdravotných praktikách ovplyvňujúcich budúcnosť jednotlivca uplatnia v poradenskej činnosti pre klientov/pacientov.

HYGIENA PRÁCE

Odbor, ktorý predvída, zisťuje, hodnotí a reguluje (kontroluje) tie faktory (nebezpečenstvá) v pracovnom prostredí, ktoré môžu poškodzovať zdravie. Základným cieľom je ochrana a podpora zdravia a pohody pracovníkov prostredníctvom preventívnych aktivít v pracovnom prostredí (WHO, 1992).

SPRÁVANIE ZOHľadNÚJUCE ZDRAVIE

Tento pojem vyjadruje akúkoľvek činnosť jednotlivca, nezávisle od jeho momentálneho alebo predchádzajúceho zdravotného stavu, ktorej cieľom je podpora, ochrana alebo uchovanie zdravia (WHO, 1989).

INDEX ZDRAVOTNÉHO STAVU

Tento index je výsledkom súboru meraní zameraných na detekciu krátkodobých výkyvov (odchýlok) stavu zdravia členov danej populácie. Merania sa týkajú fyzi-

kálnych funkcií, emočnej pohody, aktivít každodenného života, pocitov a pod. Väčšina indexov si vyžaduje starostlivé zostavenie otázok zameraných viac na fakty ako na postoje. Výsledky sa vyjadrujú numericky a celkovo „skóre“ poskytuje profil zdravia, resp. pohody daného jednotlivca.

INDIKÁTOR ZDRAVIA

Táto variabilná veličina, ktorú možno merať priamo, vyjadruje mieru jedného alebo viacerých aspektov zdravia osôb žijúcich v sledovanej komunite. Môže sa používať na hodnotenie zmien úrovne zdravia populácie a priamo alebo nepriamo hodnotiť, do akej miery sa podarilo objekty alebo ciele intervenčného programu dosiahnuť (napr. incidencia chorôb na základe hlásených prípadov; počet dní pracovnej neschopnosti a pod.). Možno ho používať pri výpočte príslušného indexu zdravia (WHO, 1989).

NEBEZPEČNOSŤ

Vlastnosť fyzikálneho, chemického, biologického alebo psychického faktora pôsobiť nepriaznivo na zdravie človeka. Je to vlastnosť, ktorej nemožno faktor zbaviť a ktorá sa prejaví len vtedy, keď je človek vystavený jeho pôsobeniu.

OCHRANA ZDRAVIA

Aktivity profesionálnych zdravotníkov, ale i ďalších osôb, ktoré sú v určenom rozsahu zodpovedné za zdravie ľudí a ovplyvňujú rozhodnutia a činnosť komunit, vlády, štátnych orgánov a všetkých zložiek, ktoré kontrolujú zdroje a ich využívanie s možným vplyvom na zdravie (WHO, 1989).

OCHRANA ZDRAVIA - ZÁKON Č. 272/1994 Z. z.

Súhrn opatrení zameraných na predchádzanie vzniku a šírenia ochorení a obmedzovanie ich výskytu, príp. iných porúch zdravia, zlepšovanie zdravia prostrednic-

tvom starostlivosti o zdravie životné podmienky, pracovné podmienky a zdravý spôsob života a na výkon štátneho zdravotného dozoru.

PODPORA ZDRAVIA

Proces umožňujúci jednotlivcom i populácii zlepšovať svoje zdravie a kontrolu nad ním. Zohľadňuje populáciu ako celok v kontexte každodenného života človeka, nielen osoby vystavené riziku špecifických chorôb, pričom sa zameriava na účinnok determinantov („príčin“) zdravia.

POZITÍVNE ZDRAVIE

Stav zdravia, ktorý presahuje asymptomatický stav (želaný stav). Ukazovateľmi pozitívneho zdravia sú úroveň adaptability, reaktivity, imunitného stavu a iných foriem odolnosti, telesná zdatnosť, fyzická a duševná výkonnosť, schopnosť zvládnuť stres, predpoklady dlhovekosti a i. Koncepcia pozitívneho zdravia sa týka kvality života a potenciálu podmienok pre život človeka (WHO, 1989).

PRÁCA

Súhrn činností, ktoré pracovník (zamestnanec) alebo skupina pracovníkov musí vykonávať pri plnení pracovných úloh na konkrétnom pracovisku a ktoré sú vymedzené pracovnými postupmi a technológiami.

PRACOVISKO

Priestor, v ktorom pracovník alebo skupina pracovníkov vykonáva prácu.

PRACOVNÁ ZÁTAŽ

Časť celkovej životnej záťaže, ktorá súvisí s prácou. Jej zdrojom môžu byť pracovné podmienky alebo pracovná činnosť.

PRACOVNÉ PODMIENKY - ZÁKON Č. 272/1994 Z. z.

Fyzikálne, chemické, biologické, fyziologické, psychologické a sociologické faktory, ktoré pôsobia v pracovnom procese na zdravie človeka a jeho pracovnú výkonnosť. Možno ich ovplyvniť režimom práce a odpočinku a technickými stavmi pracovného prostredia.

PRACOVNÍK/ZAMESTNANEC

Akákoľvek osoba, ktorá má pracovný pomer so zamestnávateľom (vrátane praktíkantov, brigádnikov, učňov atď.).

PREVENCIA POŠKODENÍ ZDRAVIA Z PRÁCE

Postupy a opatrenia realizované alebo plánované vo všetkých etapách práce v podniku. Ich cieľom je predchádzať poškodeniam zdravia a znižovať či obmedzovať riziká, ktorých pôvodcom sú pracovné podmienky alebo samotná práca.

PSYCHICKÉ ZATAŽENIE

Proces psychického spracovávaného a zvládania požiadaviek a vplyvov životného a pracovného prostredia, pričom prostredím sa rozumie všetko, čo človeka obklopuje vrátane spoločenských vzťahov, udalostí a noriem správania.

PSYCHOSOCIÁLNE ZATAŽENIE

Pojem zdôrazňujúci sociálny charakter psychiky a sociálne zdroje psychického zaťaženia.

RIZIKO

Matematická pravdepodobnosť, že za určitých definovaných podmienok nastane poškodenie zdravia, choroba alebo smrť. Kvantitatívne sa pohybuje od 0 (poškodenie nenastane) do 1 (poškodenie nastane vo všetkých prípadoch).

Riziko (risk) možno vyjadriť rovnicou:

$$P(d) = d : n$$

d - počet jednotlivcov, u ktorých sa zistilo poškodenie
n - počet jednotlivcov v sledovanej populácii

RIZIKO OHROZENIA LUDI

Pravdepodobnosť, s ktorou expozícia (jednorazová alebo opakovaná) za daných podmienok spôsobí poškodenie zdravia u exponovaných jednotlivcov (*human health risk*).

SLUŽBA ZDRAVIA PRI PRÁCI; ZÁVODNÁ ZDRAVOTNÁ SLUŽBA – ZÁKON Č. 330/1996 Z. z.; ZÁVODNÁ PREVENTÍVNA ZDRAVOTNÁ STAROSTLIVOSŤ – ZÁKON Č. 277/1994 Z. z.

Služby, ktoré je povinný zabezpečovať zamestnávateľ. Zamestnancom ich poskytujú odborníci rozličných profesií, disciplín a vedných odborov (biomedicínskych, environmentálnych). Je to integrujúci multidisciplinárny prístup zameraný na ochranu a podporu zdravia pracovníkov prostredníctvom aktivít orientovaných tak na pracovné podmienky, ako aj na pracovníkov. Do služieb zdravia pri práci sa zapájajú viaceré odbory – pracovné lekárstvo, verejné zdravotníctvo – špecializácia zdravia pri práci, ošetrovatelstvo v zdravotníctve pri práci, hygiena práce, fyziológia práce, psychológia práce, všeobecné lekárstvo, ergonómia, bezpečnosť práce a fyzioterapia.

ZAMESTNÁVATEĽ

Fyzická alebo právnická osoba, ktorá má zamestnávateľský vzťah k pracovníkovi a zodpovedá za podnik a/alebo prevádzku.

ZÁTAŽ

Faktor, ktorý pôsobí zafažujúco na organizmus a kladie naň také požiadavky, ktoré narušujú jeho rovnováhu a následne podnecujú činnosť na jej obnovenie (napr. náročné úlohy, prekážky, konflikty atď.). Vyjadruje vzťah neúmernosti práce a možnosti (danosti) človeka.

ZDRAVÉ ŽIVOTNÉ A PRACOVNÉ PODMIENKY – ZÁKON Č. 272/1994 Z. z.

Podmienky, ktoré nepôsobia nepriaznivo na zdravie ľudí, ale naopak, chránia ho a kladne ovplyvňujú.

ZDRAVIE

Stav úplnej telesnej, mentálnej a sociálnej pohody, nielen neprítomnosť choroby alebo poškodenia zdravia. V kontexte podpory zdravia sa pokladá za schopnosť uplatniť vlastný potenciál a pozitívne reagovať na zmeny prostredia (životného i pracovného). Zdravie je *základným predpokladom každodenného života, nie jeho objektom*. Táto pozitívna koncepcia zahŕňa sociálne a osobné zdroje a telesnú kapacitu. Základnými podmienkami pre život sú príjem, bývanie a strava. Upevňovanie zdravia si okrem toho vyžaduje prístup adekvátnych informácií a kvalifikovaných praktických schopností zdravo žiť. Podporujúce prostredie umožňuje vyberať si zdravé výrobky, služby, zariadenia, materiály, technológie, pracovné postupy a také podmienky v ekonomickom, sociálnom, životnom a pracovnom prostredí, ktoré udržiavajú, resp. upevňujú zdravie. Vzťah medzi človekom a jeho životným a pracovným prostredím tvorí základ **koncepcie podpory zdravia**. Zahŕňa interakciu medzi jednotlivcami a ich prostredím a nevyhnutnosť dosiahnuť určitú dynamickú rovnováhu medzi obidvoma zložkami (WHO, 1989).

V rámci legislatívy SR je zdravie definované ako **stav úplnej telesnej, duševnej a sociálnej pohody** (nielen neprítomnosť choroby); je výsledkom vzťahov medzi ľudským organizmom a sociálno-ekonomickými, fyzikálnymi, chemickými a biologickými faktormi životného prostredia, pracovného prostredia a spôsobu života.

ZDRAVIU ŠKODLIVÝ FAKTOR ŽIVOTNÉHO A PRACOVNÉHO PROSTREDIA

Fyzikálny, chemický a biologický faktor, ktorý dokázateľne spôsobuje alebo môže spôsobiť poruchy zdravia, ale aj faktor, ktorý zafažuje ľudský organizmus a pochádza zo životných a z pracovných podmienok ovplyvňujúcich fyziologické a psychické funkcie ľudí.

ZDRAVOTNÝ STAV

Prostriedok na opis a/alebo meranie zdravia jednotlivca, skupiny či populácie v porovnaní s prijatými štandardmi, často pomocou indikátorov zdravia. Ako opisný pojem sa často používa vo vzťahu k telesnému alebo biologickému zdravotnému stavu jednotlivca, resp. populácie. Pri podpore zdravia zahŕňa sociálne aj emocionálne aspekty a vnímanie vlastného zdravia (WHO, 1989).

ZDRAVOTNÉ SLUŽBY

Služby poskytované profesionálnymi pracovníkmi zdravotných služieb, príp. aj inými osobami pod ich vedením s cieľom podporiť, uchovať alebo obnoviť (znovu-získať) zdravie. Okrem starostlivosti o zdravie je úlohou zdravotných služieb zabezpečiť opatrenia na ochranu a podporu zdravia a prevenciu chorôb.

3 ZDRAVIE PRI PRÁCI

Zdravie pri práci (*occupational health*) je multidisciplinárna aktivita, na ktorej sa podieľa predovšetkým odbor pracovné lekárstvo – preventívne aj klinické (*occupational medicine*) a odbor bezpečnosť práce. Okrem toho sa na aktivitách zúčastňujú viaceré prírodovedné, technické, humanitné a ekonomické odbory.

Pri realizácii sa vychádza najmä z príslušných legislatívnych úprav Európskej únie (EÚ), v ktorých sa kladie dôraz na opatrenia zlepšujúce bezpečnosť a zdravie pracovníkov a na prevenciu profesionálnych rizík vo všetkých odvetviach činnosti, vo verejných i v súkromných podnikoch. **Aktivita** sa zameriava na tieto oblasti:

- ♦ *ochrana a podpora zdravia* pracovníkov prostredníctvom prevencie a kontroly (usmernení) profesionálnych chorôb a úrazov a vylúčenia nevhodných pracovných podmienok, t. j. faktorov pracovného

LITERATÚRA

- Blaha K., Cikrt M. Základy hodnotení zdravotných rizík. Praha, SZU 1996, 61 s.
Council Directive 89/391/EEC on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. Official J of the European Communities, No L 183/1, 29. 6. 89.
Sulcová M., Fitz I. Základy hygieny. Trnava, FZSP TU 1999, 108 s.
WHO – EURO: Health promotion glossary. WHO Regional Office for Europe, Kodan 1989, 182 s.
WHO: Global strategy on occupational health for all. The way to health at work. WHO – Office of occupational health, Ženeva 1995, 68 s.
WHO – EURO: Occupational hygiene in Europe. Development of the profession. European occupational health, Series No. 3. WHO, Kodan 1992, 53 s.
Zákon č. 272/1994 Z. z. o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov.
Zákon č. 330/1996 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci v znení neskorších predpisov.

prostredia a spôsobu práce, ktoré ohrozujú zdravie a bezpečnosť pri práci.

- ♦ *rozvoj a podpora zdravej a bezpečnej práce*, pracovného prostredia a organizácie práce.

- ♦ *zvyšovanie telesnej, mentálnej a sociálnej pohody pracovníkov*, podpora rozvoja a uchovania pracovnej kapacity, ako aj profesionálneho a sociálneho rozvoja práce.

- ♦ *podpora schopnosti pracovníkov viesť sociálne a ekonomicky produktívny život* a pozitívne prispievať k udržateľnému vývoju.

Táto oblasť prekonala vývoj od monodisciplinárnych aktivít pracovného lekárstva a bezpečnosti práce, ktoré sa zameriavali izolovane na riziká ohrozujúce zdravie a bezpečnosť pracovníkov, k multidisciplinárnej a holistickému prístupu orientovanému na človeka ako na *biopsych*

sociálnu bytosť, teda na upevňovanie jeho zdravia a osobný rozvoj.

Zdravie pri práci a rozvoj pracovných podmienky patria medzi najvyššie hodnotené aktíva jednotlivcov, komunit a štátov. Zdravie pri práci je nielen dôležitou stratégiou pri zabezpečovaní zdravia pracovníkov, ale prispieva pozitívne aj k produktivite a kvalite výroby, k pracovnej motivácii, spokojnosti s prácou, a tým i k vyššej kvalite života jednotlivca a spoločnosti.

Zdravie pri práci tvorí sociálny a zdravotný rámec prijateľného rozvoja. Praktická aplikácia zdravia pri práci predstavuje kľúčové aktivity potrebné pre takýto rozvoj.

ZDRAVIE PRI PRÁCI - SÚČASŤ PRIJATELNEHO ROZVOJA

Zdravie pri práci sa pokladá za podstatnú a ústrednú zložku prijateľného rozvoja z viacerých dôvodov:

- ♦ prevencia profesionálnych úrazov, poškodení a chorôb a ochrana pracovníkov pred fyzikálnymi, chemickými a biologickými faktormi a psychosociálnou záťažou zahŕňa aj účelné využívanie zdrojov a minimalizáciu zbytočných strát ľudských a materiálnych zdrojov.

- ♦ požiadavka zdravého a bezpečného pracovného prostredia si vyžaduje používať čo najbezpečnejšie technológie s nízkymi nárokmi na energiu, s nízkymi emisiami a s malým množstvom tuhých odpadov, čo je zakotvené v legislatíve.

- ♦ prístup aplikovaný v rámci aktivity zdravia pri práci podporuje nerušenú výrobu so zvyšovaním kvality výrobkov a produktivity a kvalitný manažment, a tým zabráňuje zbytočným stratám energie a materiálu a predchádza nežiaducim vplyvom na prostredie.

- ♦ mnohé nebezpečné faktory v životnom prostredí pochádzajú z výrobných podnikov (priemysel, poľnohospodárstvo, doprava, služby); experti a osoby zodpovedné za zdravie a bezpečnosť pri práci sú informovaní o možných problémoch a v mnohých krajinách sa formuje úzka väzba

medzi zdravím pri práci a environmentálnym zdravím.

- ♦ úlohou služieb zdravia pri práci je zabezpečovať zdravie, bezpečnosť, pracovnú kapacitu a pohodu pracujúcej populácie; zdravé, produktívne a správne motivované pracovné sily sú kľúčovým prvkom v celkovom socioekonomickom rozvoji.

- ♦ väčšina nebezpečných faktorov, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú zdravie populácie, bolo detegovaných a objektivizovaných v pracovnom prostredí.

- ♦ viac než polovica pracujúcej populácie je vystavená predovšetkým pôsobeniu faktorov pracovného prostredia.

Vysoký štandard zdravia a bezpečnosti pri práci pozitívne koreluje s vysokým hrubým národným produktom pripadajúcim na 1 občana; nedostatočná starostlivosť v tejto oblasti a znížená pracovná kapacita pracovníkov môžu spôsobiť ekonomické straty 10-20 % hrubého domáceho produktu. Až dvomi tretinám profesionálne podnietených „stratených rokov“ života pre pracovnú neschopnosť možno predísť realizovaním programov na podporu zdravia a bezpečnosti pri práci.

Právo na zdravú a bezpečnú prácu je zakotvené v základných dokumentoch Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) a Medzinárodnej organizácie práce (ILO) a podporujú ho i viaceré dokumenty Organizácie spojených národov (OSN).

PRINCÍPY STRATEGIE ZDRAVIA A BEZPEČNOSTI PRI PRÁCI

Stratégia zdravia a bezpečnosti pri práci spočíva v **eliminácii škodlivých faktorov** pracovného prostredia (nebezpečenstiev) a z nich vyplývajúcich zdravotných a bezpečnostných rizík, t. j. v primárnej prevencii, v bezpečných technológiách, v optimalizácii pracovných podmienok a v integrácii výrobných, zdravotných a bezpečnostných aktivít. Na centrálnej úrovni sú základnými princípmi **zodpovednosť, autorita a kompetentnosť** vlády pri vytváraní a kontrole (usmerňovaní) pracovných podmienok, primárna zodpovednosť za-

mestnávateľa za zdravie a bezpečnosť pri práci, akceptovanie záujmu zamestnancov o vlastné zdravie a bezpečnosť, spolupráca zamestnávateľov a zamestnancov, právo participovať na rozhodovaní o vlastnej práci, právo na informácie a transparentnosť, ako aj systematické sledovanie a rozvoj bezpečnosti a zdravia pri práci.

Problémy zdravia a bezpečnosti pri práci sa týkajú nielen zdravia jednotlivcov, ale aj zdravotných a bezpečnostných aspektov práce, pracovného prostredia, organizácie práce a filozofie manažmentu podniku a pracovného miesta.

Úspešná prevencia sa musí opierať o vedecké poznatky, ktoré sa týkajú pôvodu, mechanizmov vzniku, prenosu a rozsahu problémov, a tiež o technické poznatky a praktické zručnosti týkajúce sa prevencie a usmerňovania rizík. Preto je v tejto oblasti potrebný multidisciplinárny vedecký i praktický technický prístup.

CIELE A AKTIVITY ZDRAVIA PRI PRÁCI

Pri vytváraní cieľov a určovaní aktivít treba zohľadňovať nielen zdravotné problémy zapríčinené priamo prácou, ale aj tzv. choroby súvisiace s prácou, problémy zdravia a pracovnej kapacity a ich potenciálne pozitívny vplyv na environmentálne zdravie. **Hlavné ciele** možno zhrnúť takto:

- ♦ zameranie medzinárodného usilia a politiky jednotlivých krajín na zdravie

4 SLUŽBY ZDRAVIA PRI PRÁCI

Služby zdravia pri práci (SZpP) - podľa zákona č. 330/1996 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci **závodná zdravotná služba**, podľa zákona č. 277/1994 Z. z. o zdravotnej starostlivosti **závodná preventívna zdravotná starostlivosť**, v materiáloch WHO a ILO **Occupational health services** - sú tradične i svojou podstatou multidisciplinárne. Opierajú sa o poznatky a zručnosti rozličných zdravotníckych odborníkov -

pri práci a rozvoj nástrojov tejto politiky.

- ♦ rozvoj zdravých pracovných podmienok.

- ♦ rozvoj zdravých pracovných postupov a podpora zdravia pri práci.

- ♦ zavádzanie služieb zdravia pri práci.
- ♦ vytváranie podporných služieb zdravia pri práci.

- ♦ rozvoj štandardov zdravia pri práci vychádzajúcich z vedeckého hodnotenia rizík.

- ♦ rozvoj ľudských zdrojov zdravia pri práci.

- ♦ vytvorenie registrácie a systému údajov, rozvoj informačných služieb pre expertov, efektívny prenos údajov, angažovanosť verejnosti prostredníctvom informácií pre verejnosť.

- ♦ zameranie na výskum.

- ♦ rozvoj spolupráce v zdraví pri práci s inými aktivitami a službami.

LITERATÚRA

LaDou, J.: Occupational and environmental medicine. Stanford, Appleton and Lange 1997, 845 s.
WHO: Global strategy on occupational health for all. The way to health at work. WHO - Office of occupational health, Geneva 1995, 68 s.
WHO EURO: Occupational health in the 1990. A framework for change. WHO, Kodan 1990, 63 s.
Council Directive 89/391/EEC on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. Official J. of the European Communities, No 1, 183/1, 29, 6, 89.

pracovných lekárov, sestier z odboru ošetrovateľstva v zdraví pri práci, hygienikov práce, fyziológov práce, psychologov práce, ergonómov, bezpečnostných technikov a fyzioterapeutov (tým sa odlišujú od všeobecných zdravotných služieb).

Prvé pokusy o medzinárodnú akceptovateľnú definíciu SZpP urobili WHO a ILO po druhej svetovej vojne, pričom hlavný dôraz kladli na prevenciu chorôb z povolania a pracovných úrazov a zabezpečenie

primárnej starostlivosti o zdravie pracovníkov na pracovisku.

Stratégia WHO je v súčasnosti úzko spojená s globálnymi stratégiami Zdravie pre všetkých do roku 2000 a Zdravie pre všetkých v 21. storočí. Európsky program zdravia pracovníkov obsahuje špecifické aktivity zamerané na prevenciu a usmerňovanie chorôb z povolania a pracovných úrazov, ako aj prvky zlepšujúce zdravie pracovníkov všeobecne.

Podľa Dohovoru ILO majú služby zdravia pri práci nielen preventívne funkcie, ale sú zodpovedné aj za poradenstvo, expertízne činnosti, výchovu zamestnávateľov, pracovníkov a ich zástupcov v podnikoch s cieľom dosiahnuť optimálne telesné a mentálne zdravie a tiež za prispôbenie práce možnostiam pracovníkov z hľadiska ich aktuálneho zdravia. Na realizáciu ratifikovaného Dohovoru ILO, ktorý zdôrazňuje význam multidisciplinárneho prístupu a spolupráce viacerých sektorov, vláda bývalej ČSSR prijala vyhlášku Ministerstva zahraničných vecí, ktorá bola zapracovaná aj do legislatívy SR. Roku 1980 bola prijatá smernica EÚ na ochranu pracovníkov pred rizikami vyplývajúcimi z expozície chemickým, fyzikálnym a biologickým faktorom pri práci. Na to nadväzovali ďalšie rámcové i samostatné smernice, ktoré upravovali požiadavky na zdravie pri práci a preventívnu starostlivosť o zdravie pracovníkov. Všetky legislatívne úpravy tvoria základ, z ktorého treba vychádzať pri realizácii služieb zdravia pri práci v SR.

ÚLOHY SLUŽIEB ZDRAVIA PRI PRÁCI

SZpP na požadovanej úrovni by mali fungovať vo **všetkých odvetviach v súkromnom, štátnom i vo verejnom sektore**, vo veľkých, stredných aj v malých podnikoch, a to pre všetkých pracovníkov. Podľa WHO majú plniť tieto **hlavné funkcie**:

- ♦ dohľad nad pracovným prostredím a pracovnými podmienkami,

- ♦ *vlastné aktivity a poradenstvo* pri hodnotení a usmerňovaní profesionálnych rizík.

- ♦ *dohľad nad zdravím pracovníkov* a systematické sledovanie zdravia vybraných skupín vo vzťahu k vykonávanej práci a pracovným podmienkam.

- ♦ *prispôbovanie spôsobu vykonávania práce* a pracovného prostredia pracovníkom.

- ♦ *organizácia prvej pomoci*.

- ♦ *výchova k zdraviu a podpora zdravia*.

- ♦ *zber a spracovávanie informácií* o zdraví pracovníkov, *účasť pri rozboroch pracovnej neschopnosti*, chorôb z povolania, ochorení súvisiacich s prácou a zdravotných rizík.

- ♦ *poskytovanie liečebnej a rehabilitačnej starostlivosti* pracovníkom s poškodeniami z práce (choroby z povolania a súvisiace s prácou) - fakultatívna funkcia.

- ♦ *poskytovanie všeobecných zdravotníckych služieb* - fakultatívna funkcia.

DOHĽAD NAD PRACOVNÝMI PODMIENKAMI

Tento dohľad spočíva v identifikácii nebezpečenstiev a hodnotení rizík, ktoré môžu ohrozovať zdravie pracovníkov, využívaním rozličných metód - pozorovania (prehliadky pracovísk, pracovného miesta a pod.), merania v pôsobnosti hygieny práce - objektívizácia faktorov pracovného prostredia, ergonomických a fyzických a psychologických a toxikologických hodnotení. V rámci dohľadu sa vykonávajú tieto **hlavné činnosti**:

- ♦ v opodstatnených prípadoch *sústavne sledovanie expozície* pracovníkov zdraviu škodlivým faktorom pracovného prostredia a hodnotenie úrovne expozície týmito faktorom.

- ♦ *odhad profesionálnych rizík* a spolupráca pri vypracúvaní návrhov na ich odstránenie alebo obmedzenie.

- ♦ *kontrola úrovne starostlivosti o zdravie pri práci*, zariadení na osobnú hygienu a iných zariadení pre pracovníkov (poskytovanie pitnej vody, zariadenia spoločného stravovania, ubytovne, ak ich poskytuje zamestnávateľ).

- ♦ *spolupráca pri analýzach práce* a pracovných podmienok, pri štúdiu organizá-

cie a metód práce so zameraním na prispôbenie práce pracovníkom.

- ♦ v spolupráci so zamestnávateľmi a zástupcami zamestnancov *analýza profesionálnych poškodení zdravia a príčin ich vzniku*, *účasť na príprave programov* zameraných na prevenciu a kladné ovplyvňovanie zdravia pracovníkov.

- ♦ *poradenská činnosť* o možných vplyvoch používaných technológií, materiálov a pod. na zdravie pracovníkov.

DOHĽAD NAD ZDRAVÍM PRACOVNÍKOV

Pozri časť Dohľad nad zdravím pracovníkov vykonávajúcich prácu spojené so zvýšeným rizikom ohrozenia chorobou z povolania, priemyselnou otravou alebo iným poškodením zdravia, s. 239.

PRISPÔBOVANIE PRÁCE A PRACOVNÉHO PROSTREDIA PRACOVNÍKOM

Ide o prispôbenie práce fyzickým a mentálnym danostiam jednotlivcov, čo je osobitne dôležité u ľudí, ktorí patria k zraniteľným skupinám, príp. majú zdravotné problémy. Podľa posledných trendov SZpP je vhodné *zohľadňovať individuálne potreby a danosti všetkých pracovníkov* so zreteľom na ich vek, pohlavie a zdravotný stav.

VÝCHOVA K ZDRAVIU A PODPORA ZDRAVIA

V rámci výchovy a podpory zdravia treba poskytovať zamestnancom a zamestnávateľom *informácie o rizikách a nebezpečenstvách*, ktoré sa môžu vyskytovať pri vykonávaní práce, používaní materiálov a pracovných postupoch. Cieľom je modifikovať pracovné prostredie a pracovné postupy tak, aby sa minimalizovali možné riziká, ale zároveň navrhoval alternatívne opatrenia, aby sa práca stala bezpečnejšou a zdravšou. Tradičné formy spočívajú v poradenstve pri výbere vhodnej osobnej ochrany a v poskytovaní pokynov na pracovné postupy zabezpečujúce ochranu zdravia. Všeobecná výchova k zdraviu sa orientuje aj na *spôsob živo-*

ta, ktorý je dôležitý najmä u pracovníkov niektorých profesií (napr. nepit alkohol pri práci s rozpúšťadlami, nefajčiť pri expozícii azbestu a pod.).

ZBER INFORMÁCIÍ O ZDRAVÍ PRACOVNÍKOV

Zber spočíva jednak v tradičnej evidencii chorôb z povolania a pracovných úrazov, jednak v systematickom, cieľovom sledovaní chorobnosti a práceneschopnosti pracovníkov v súvislosti s pracovnými podmienkami a expozíciou a so zreteľom na vykonávanú prácu alebo profesiu. V niektorých prípadoch sa používajú epidemiologické metódy s odbornou fundovanou interpretáciou výsledkov. Takto spracované údaje možno využívať nielen na rokovaniach s vedením podniku pri presadzovaní opatrení na ochranu a podporu zdravia pracovníkov, ale aj pri výchove pracovníkov a zamestnávateľov k zdravej a bezpečnej práci, na výskumné účely a pri určovaní prípustných limitov záťaže.

ORGANIZAČNÉ ZABEZPEČENIE SLUŽIEB ZDRAVIA PRI PRÁCI

MODELY SLUŽIEB ZDRAVIA PRI PRÁCI A PERSONÁLNE ZABEZPEČOVANIE

Strediská služieb zdravia pri práci sa môžu vytvárať vo veľkých podnikoch, pre viaceré podnikov, ako súkromné zdravotné centrum, ako centrum, ktorého zriaďovateľom je mesto alebo obec pre viac malých alebo stredných podnikov, ako štátne zdravotné služby, pričom sú odborní pracovníci distokovaní do podnikov, ako strediská v sociálnych poisťovniach alebo kombinácie modelov.

Práca v strediskách SZpP je tímová. Zloženie odborného tímu a rozsah jeho činnosti a programov závisí od počtu pracovníkov, stupňa rizik zamerania činnosti a špecifických problémov organizácií patriacich do ich pôsobnosti. SZpP tvoria *skupiny odborníkov z lekárskejších a nелеkárskejších odborov* v takom zastúpení, aby sa zabezpečili úlohy na požadovanej úrovni.

ni a v požadovanom rozsahu. Ich zloženie musí zodpovedať povinnostiam a funkciám, ktoré majú plniť. Na tento účel je potrebný primeraný počet odborníkov: *špeciálne vyškolených v pracovnom (preventívnom i klinickom) lekárstve, v hygie-ne, vo fyziológii a v psychológii práce, v ergonómii, toxikológii, chémii, biochémií, vo fyzike, v imunológii, genetickej toxikológii a v ďalších príbuzných odboroch.* Tieto pracovníci sa musia neustále vzdelávať v danej oblasti, aby mohli čo najlepšie vykonávať svoje povinnosti.

Základný tím tvorí pracovný lekár alebo praktický lekár pre dospelých s certifikátom pre činnosť v strediskách SZpP, sestra z odboru ošetrovateľstvo v zdraví pri práci, hygienik práce, fyziológ práce – ergonóm, psychológ práce, fyzioterapeut a bezpečnostný technik.

Stredisko SZpP musí mať vyhovujúce vybavenie na sledovanie práce, faktorov pracovného prostredia a podmienok práce, biologické monitorovanie, na vyšetrenia, analýzy a testy na sledovanie a hodnotenie zdravia pracovníkov.

POŽIADAVKY NA APLIKÁCIU V PRAXI

Zdravotnicke zariadenia a zamestnávateľia musia uplatňovať také opatrenia, aby *uchránili právo pracovníkov na súkromie a záznamy o zdraví pracovníkov sa nemohli zneužiť na diskrimináciu alebo ohrozenie ich záujmov.*

Ak sú pracovníci vystavení pôsobeniu profesionálnych rizík, starostlivosť o ich zdravie zahŕňa aj akékoľvek vyšetrenia, ktoré sú potrebné na zisťovanie úrovne expozície a záťaže škodlivými faktormi pracovného prostredia a pracovnými podmienkami. Ak je známa a MZ SR – hlavným hygienikom SR autorizovaná metóda biologického monitorovania zdravia pracovníkov, pomocou ktorej možno zistiť včasné štádiá negatívneho pôsobenia faktorov pracovného prostredia a pracovných podmienok na zdravie, môže sa využiť pre pracovníkov, ktorí sa majú podrobiť dôkladnému lekárskemu vyšetreniu (s ich súhlasom).

Pracovníkom SZpP treba na požiadanie poskytnúť informácie o poškodeniach zdravia pracovníkov a ich pracovnej neschopnosti, aby sa mohlo zistiť, či existuje medzi chorobami a poškodeniami zdravia, pracovnou neschopnosťou a akýmkoľvek faktorom pracovného prostredia a pracovnými podmienkami vzťah; tieto informácie poskytujú štátni aj neštátni lekári a zamestnávateľia (prehľady pracovnej neschopnosti na pracoviskách, skupín pracovníkov a pod.).

Údaje o zdravotnom stave pracovníkov zistené pri lekárskech preventívnych prehľadkoch sa zaznamenávajú do *osobnej zdravotnej dokumentácie, ktorá je dôverná.* Do osobnej zdravotnej dokumentácie sa zaznamenávajú aj údaje o predchádzajúcich zamestnaniach, expozíciách profesionálnym rizikám a výsledky ich hodnotenia. Pracovníci SZpP musia mať prístup k osobnej zdravotnej dokumentácii v rozsahu potrebnom na vykonávanie svojich povinností; ak záznamy obsahujú informácie, na ktoré sa *vzťahuje lekárske tajomstvo, majú k nim prístup len zdravotnícki pracovníci.* Osobné údaje týkajúce sa hodnotenia zdravotného stavu sa môžu poskytovať iným fyzickým a právnickým osobám *len so súhlasom pracovníka,* ktorého sa to týka. Po skončení vyšetrení určených na posúdenie zdravotného stavu a zdravotnej spôsobilosti na danú prácu, ktorá môže ohrozovať alebo poškodzovať zdravie pracovníka, musí lekár vyhodnocujúci vyšetrenia *písomne informovať pracovníka a zamestnávateľa o závere so zohľadnením práva na ochranu osobných údajov.* Informácia nemá obsahovať údaje, ktoré majú lekárske charakter, závery musia vyjadrovať spôsobilosť pracovníka na vykonávanie určitej práce v určitom pracovnom prostredí a v určitých pracovných podmienkach a vymedzovať aj práce a pracovné podmienky, v ktorých pracovník trvale alebo dočasne nemôže pracovať. Ak pracovník nemôže vykonávať ďalej pôvodnú prácu, jeho *preradenie na inú prácu treba konzultovať s príslušnými odbornými pracovníkmi SZpP.*

Každý pracovník má mať informácie o **možných zdravotných rizikách** pri

práci, o **výsledkoch vykonaných vyšetrení** a o **vyhodnotení svojho zdravotného stavu.** Pracovník má právo na opravu chybných údajov v zdravotnej dokumentácii alebo takých údajov, ktoré by mohli viesť k nesprávnym záverom.

Stredisko SZpP analyzuje výsledky sledovania a hodnotenia zdravotného stavu pracovníkov, pracovného prostredia a pracovných podmienok, ako aj výsledky biologického monitorovania a osobného monitorovania expozície pracovníkov profesionálnym rizikám s cieľom zistiť vzťahy medzi expozíciou a zmenami zdravia a navrhovať opatrenia na zlepšovanie pracovných podmienok a na ochranu zdravia pracovníkov. Informácie o úrovni zdravotného stavu pracovníkov, o ktorých sa stará, poskytuje zamestnávateľom, zástupcom pracovníkov a komisiám bezpečnosti a zdravia pri práci (ak sú vytvorené). Správy a informácie podľa potreby dáva k dispozícii aj príslušným orgánom na ochranu zdravia.

SZpP sa po dohovore so zamestnávateľmi a zástupcami pracovníkov zúčastňujú na získavaní údajov vo výrobných prevádzkach alebo v odvetviach hospodárskej činnosti, ktoré sa využívajú v epidemiologických štúdiách vplyvu práce, pracovných podmienok a pracovného prostredia na zdravie pracovníkov. Výsledky meraní a hodnotenia zdravotného stavu pracovníkov sa môžu využiť aj na výskumné účely.

SZpP sa podieľajú na **výcviku a pravidelnom preškolení pracovníkov,** ktorí majú poskytovať prvú pomoc, ako aj pracovníkov, ktorí plnia úlohy v oblasti ochrany zdravia pri práci. Zabezpečujú poskytovanie prvej pomoci a urgentného ošetrovania pri úrazoch alebo nevoľnosti pracovníkov na pracovisku a spolupracujú pri **organizovaní prvej pomoci.** Ďalej vykonávajú **imunizáciu,** ak je v pracovnom prostredí biologické riziko. Zúčastňujú sa na programoch a aktivitách zameraných na ochranu a podporu zdravia pracovníkov a spolupracujú s inými zdravotníkmi a pracovníkmi v rámci programov ochrany a podpory zdravia obyvateľov.

Okrem toho spoločne s inými útvarmi vypracúvajú **havarijné plány poskytovania zdravotníckych služieb** pri veľkých katastrofách a nehodách a odstraňovaní ich následkov.

SZpP sa majú poskytovať buď priamo na pracoviskách, alebo čo najbližšie k nim. Majú byť organizované tak, aby mohli plniť všetky svoje funkcie. Zamestnávateľia, pracovníci a ich zástupcovia musia spolupracovať a podieľať sa na zabezpečovaní organizačných opatrení súvisiacich so SZpP.

Pracovníci SZpP musia mať zabezpečenú profesionálnu nezávislosť. **Odborná spôsobilosť zdravotníckych pracovníkov na prácu v SZpP** sa získava *atestáciou z pracovného lekárstva alebo zo všeobecného lekárstva a certifikátom na výkon SZpP, absolvovaním magisterského štúdia alebo špecializácie v odbore ošetrovateľstvo v zdraví pri práci, príp. magisterského štúdia v odbore verejné zdravotníctvo – špecializácia zdravie pri práci.* Rozsah vedomostí a kvalifikačných požiadaviek potrebných na získanie odbornej spôsobilosti určuje MZ SR. Pracovníci SZpP musia *dodržiavať profesionálnu mlčanlivosť o technických a lekárske informáciách, s ktorými prichádzajú do styku pri vykonávaní svojej funkcie.* Výnimky určuje zákon. V rámci zodpovednosti za zdravie pracovníkov musia zamestnávateľia dodržiavať všetky opatrenia týkajúce sa plnenia funkcií SZpP a podporovať ich pri plnení povinností.

Odborné vedenie vykonávajú príslušné odbory preventívneho pracovného lekárstva SZÚ a klinik pracovného lekárstva a klinickej toxikológie, v užšom rozsahu poliklinické oddelenia klinického pracovného lekárstva v spolupráci so stavovskými organizáciami.

Lekári pracujúci v SZpP majú mať znalosti o interakciách jednotlivých štádií pozitívneho zdravia a ich prechode do chorého (negatívneho) zdravia (choroby) so zohľadňovaním exogénnych a endogénnych vplyvov, o identifikácii nebezpečenstiev a hodnotení rizík a poznať metódy prevencie profesionálnych poškodení

zdravia a hodnotenia ich účinnosti, stratégiu dohľadu nad zdravím pracovníkov, ako aj intervenčné a výchovné techniky. Hlavnými prvkami práce má byť anticipácia, prevencia, orientácia na skupiny pracovníkov a tímová práca.

LITERATÚRA

- Convention ILO No. 161/1985 and recommendation ILO No. 171/1985 on occupational health services. International labour conventions and recommendations. Vol. I and II. ILO. Ženeva 1992. 1 481 s.
- Council Directive 80/1107/EEC on the protection

of workers from the risks related to exposure to chemical, physical and biological agents at work. Official J. of the European Communities. No. L. 120/1. 80.

- Council Directive 89/391/EEC on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. Official J. of the European Communities. No. L. 163/1. 29. 6. 89.
- WHO-EURO: Occupational health policy, practice and evaluation. WHO. Kodaň 1996. 277 s.
- WHO: Global strategy on occupational health for all. The way to health at work. WHO. Ženeva 1995. 68 s.
- WHO-EURO: Occupational hygiene in Europe. Development of the profession. WHO. European occupational health. Series No. 3. Kodaň 1992. 53 s.
- WHO-EURO: Equity in occupational health. WHO - Regional office for Europe. Kodaň 1996. 60 s.

5 ČLOVEK V PRACOVNOM PROSTREDÍ

Človek strávi v práci približne polovicu života. pričom dlhé roky venuje príprave na zamestnanie. V práci býva neraz vystavený pôsobeniu rozličných faktorov, ktoré môžu mať negatívny alebo pozitívny vplyv na jeho zdravie.

Úlohou spoločnosti je vytvárať také pracovné podmienky, ktoré umožnia vykonávať prácu bez poškodzovania zdravia a práca bude pritom pozitívne vplyvať na telesné a duševné schopnosti pracovníkov. V každom štáte sú kvalitné pracovné sily podmienkou dobrého fungovania spoločnosti a jej ďalšieho rozvoja. Ak sa pracovné podmienky zanedbávajú, pribúdajú pracovné úrazy, choroby z povolania a iné poškodenia zdravia alebo ochorenia podmiernené prácou, stúpa celková chorobnosť, predlžuje sa pracovná neschopnosť a klesá produktivita práce, čo v konečnom dôsledku negatívne ovplyvňuje ekonomiku a kvalitu života celej spoločnosti.

V pracovnom prostredí pôsobia na človeka fyzikálne, chemické, biologické, fyziologické, psychologické, psychosociálne a sociálno-ekonomické faktory. Každý z týchto faktorov môže predstavovať za určitých okolností zdravotné riziko.

K fyzikálnym faktorom (rizikám) radujeme nadmerný hluk, vibrácie, neionizujúce a ionizujúce žiarenie, nepriazni-

vé mikroklimatické podmienky a tuhé aerosóly. Niektoré fyzikálne faktory (najmä hluk) sú bežnou súčasťou pracovného prostredia a stávajú sa reálnym zdravotným rizikom.

Chemické faktory súvisia so zvýšenou koncentráciou pár, plynov, dymov a tuhých častíc rozličných chemických látok. Tieto látky môžu mať toxické, alergické i neskoré účinky (karcinogénne, mutagénne, teratogénne).

Biologické faktory (riziká) predstavujú rozličné živé organizmy alebo ich zložky a produkty, ktoré negatívne vplyvajú na zdravie človeka. Biologické faktory môžu byť súčasťou životného prostredia alebo sú špecifické len pre určité zamestnanie.

Fyziologické a psychologické faktory zahrnujú statické a dynamické zaťaženie, dlhodobé, jednostranné a nadmerné zaťaženie pohybového systému, neuropsychické zaťaženie a zaťaženie zmyslov.

Za **ergonomické faktory** sa pokladajú nevhodne tvarované alebo upravené výrobné prostriedky alebo nábytok a nesprávne disponované pracoviská, ktoré si vyžadujú neprirodzenú vnútenú polohu, čím zaťažujú pohybové ústroje a zrak a zvyšujú celkovú námahu organizmu. Predmetom ergonomie je skúmanie vzťahov medzi človekom, pracovným predmetom

a pracovným prostredím. V podstate ide o aplikáciu poznatkov o človeku, technológiách a prostredí pri projektovaní a prispôbovaní priemyselných objektov, pri konštrukcii strojov a nástrojov alebo pri zavádzaní nových technológií.

Psychosociálne a sociálno-ekonomické faktory zahrnujú medziludské vzťahy na pracoviskách, systém riadenia práce, stav materiálno-technického a personálneho zabezpečenia pracovných činností, úroveň odmeňovania za vykonávanú prácu, spoločenské ocenenie práce, ako aj vplyvy súvisiace s nezamestnanosťou a migráciou za prácou.

Vystavenie pracovníka pôsobeniu rozličných faktorov pracovného prostredia znamená pre organizmus záťaž, ktorá vyvoláva obranné reakcie. V súčasnosti sa hovorí o **strese z práce**, ktorý vzniká spravidla spoločným pôsobením viacerých faktorov.

Poslaním prevzatého pracovného lekárstva je identifikovať negatívne vplyvy v pracovnom prostredí a prijímať opatrenia na ich odstránenie. Rovnako dôležité je spoznať aj pozitívne pôsobiace faktory v pracovnom prostredí, ktoré sa významne uplatňujú v nápravných opatreniach. Z toho vyplýva, že okrem ochrany zdravia sa treba zamerať aj na podporu zdravia v záujme dosiahnutia **pracovnej pohody a pozitívneho stavu zdravia**.

Ochrana zdravia pri práci spočíva v utváraní **zdravých pracovných podmienok**, t. j. *zdravého pracovného prostredia a zdravotne neškodného spôsobu vykonávania práce*. Za tvorbu a ochranu zdravých pracovných podmienok zodpovedá zamestnávateľ a zamestnanci sú povinní dodržiavať všetky opatrenia a zásady zabezpečujúce ochranu vlastného zdravia, zdravia spolupracovníkov i ďalších ľudí.

Úlohou štátu a príslušných orgánov je vypracúvať stratégie, legislatívny rámec pre realizáciu ochrany zdravia a zabezpečovať dohľad nad dodržiavaním celospoločensky platných podmienok definovaných v zákonoch, vo vyhláškach, v nariadeniach a individuálnych správnych aktoch.

VPLYVY PRACOVNÉHO A ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA A ICH VZAJOMNÉ VZŤAHY

Pri posudzovaní vplyvov pracovného prostredia a práce na zdravie človeka treba pamätať, že *zdravie je výsledkom vzájomného pôsobenia faktorov životného a pracovného prostredia, genetických faktorov a životného štýlu*. Vplyv pracovného prostredia a práce trvá spravidla od obdobia dospievania až do staroby, v našich podmienkach priemerne 40-50 rokov. Pri zákonnej dĺžke pracovného času 8 hodín denne to znamená, že tretinu dňa v produktívnom veku strávi človek v práci. Vplyvy práce a pracovného prostredia sú z hľadiska celkovej dĺžky života časovo obmedzené, no ich pôsobenie z hľadiska vplyvu na zdravie je kvalitatívne aj kvantitatívne ľahšie definovateľné a z hľadiska zaťaženia väčšinou významnejšie.

Vplyvy životného a pracovného prostredia sa *vzájomne prelínajú a ovplyvňujú*. Vždy treba hľadiť na človeka ako na komplexnú jednotku a pri hodnotení stavu zdravia v súvislosti s vykonávanou prácou brať do úvahy aj životné prostredie, životné podmienky a spôsob života daného jedinca.

Pracovné prostredie je vo všeobecnosti zdrojom vyššej expozície škodlivým faktorom a z toho vyplývajúcej zdravotných rizik pre určitú pracovnú populáciu ako životné prostredie pre obyvateľstvo. Rozdiel v expozícii rozličným škodlivinám v pracovnom a životnom prostredí je 100-1000-násobný. Zvýšenie expozície a pracovné riziká si vyžadujú primerané vzdelanie, určité vedomosti a zručnosti, ako aj zdravotné predpoklady na výkon konkrétnych pracovných činností. V odbornej terminológii sa zaužíval pojem „**syndróm zdravých robotníkov**“ na označenie situácií, v ktorých sa so zreteľom na rozsah expozície očakáva vyšší výskyt ochorení, než sa v skutočnosti zaznamená. Ludia si vyberajú prácu primeranú svojim telesným a duševným dispozíciám, resp. vyberajú si ich podľa týchto dispozícií. Jediní s nedostatočnou telesnou zdatnosťou nemôžu zvládnuť fyzicky náročnú prácu a ak majú možnosť voľby, túto prá-

cu po istom čase opúšťajú. To isté platí o psychickej záťaži, duševnom strese, ktorý donúti mnohých ľudí buď zmeniť prácu, alebo im hrozí zlyhanie v podobe zdravotných porúch a chorôb.

Veľké rozdiely medzi jednotlivými krajinami v zabezpečovaní zdravých pracovných podmienok a ochrany zdravia pracovníkov spôsobujú, že každý rok sa eviduje vo svete až 100 mil. pracovných úrazov, 200 000 pracovných úmrtí a 1 mil. profesionálnych chronických ochorení (hluk, pôsobenie infekčných agensov, toxických látok atď.). Odhaduje sa, že ročne sa vyskytuje vo svete až 160 mil. nových ochorení, ktoré nejakú súvisia s prácou. Sú to najmä ochorenia dýchacieho a kardiovaskulárneho systému, nádory, poruchy pohybového aparátu, poruchy reprodukcie, ako aj mentálne a neurologické ochorenia. Podľa kvalifikovaného odhadu je v priemyselne vyspelých štátoch vystavených fyzickej záťaži pri práci 10-30 % zamestnancov a v menej vyspelých štátoch viac ako 50 % zamestnancov (WHO, 2000).

Veľmi zlé ergonomické podmienky pri práci uvádza v EÚ 16 % zamestnancov (25 % manuálne pracujúcich, 33 % poľnohospodárov). Podľa prieskumu v reprezentatívnych skupinách zamestnancov z 15 členských štátov EÚ, ktorý bol publikovaný roku 2000, udáva subjektívne ťažkosti a vysoké tempo práce až 54 % zamestnancov, 37 % udáva, že pracujú vo vnútorných polohách, vysoké sociálne požiadavky pociťuje 67 % zamestnancov a monotóniu práce 45 % zamestnancov. Ako najrozšírenejšie škodliviny sa uvádzajú hluk (28 %), vibrácie (24 %), nevyhovujúce mikroklimatické podmienky (20 %

vysoká teplota, 23 % nízka teplota), chemické faktory (14 %), statická záťaž pri práci (45 %) a práca s bremenami (34 %).

V SR sa analogický prieskum vnímania rizík pri práci nerealizoval. Pri hodnoteniach sa vychádza z objektívnych údajov, ktoré sa získavajú meraniami v pracovnom prostredí.

V životnom prostredí sa stretávajú všetky skupiny ľudí – starí, mladá, zdraví i chorí, a to celý život, nielen v produktívnom veku a počas pracovných zmien v pracovných dňoch. Obyvatelia sú *nedobrovoľne vystavení pôsobeniu rozličných škodlivých faktorov*, a preto všetky zbytočné expozície ťažšie akceptujú.

Otázky vnímania rizika, dobrovoľnosti a nedobrovoľnosti expozície budú mať čoraz väčší význam pri prijímaní rozhodnutí o povolení výrobných prevádzok a ich umiestnení. Treba si uvedomiť, že *človek je integrovanou súčasťou pracovného aj životného prostredia* a jeho vplyv na zdravie priamo závisí od genetických predpokladov a konania v daných životných a pracovných podmienkach.

LITERATÚRA

- Aghová, L. a kol.: Hygiene - Environmental medicine. Bratislava, Faculty of medicine Comenius University 1997, 199 s.
- European agency for safety and health at work: The state of occupational safety and health in the European Union. Luxemburg 2000, 64 s.
- LaDou, J.: Occupational medicine. Stamford, Appleton and Lange 1997, 594 s.
- Rovný, I. a kol.: Hygiene 1-3. Martin, Vydavateľstvo Osveta 1997, 684 s.
- WHO European centre for environment and health. MacDonald, E., Baranski, B.: Occupational medicine in Europe: Scope and competencies. EHES 3. Kodaň 2000, 84 s.

6 SÚČASNÉ A OČAKÁVANÉ PROBLÉMY ZDRAVIA PRI PRÁCI

Výkon pracovných činností úzko súvisí s celkovou sociálno-ekonomickou situáciou s úrovňou dopytu a so schopnosťou reagovať naň, ako aj s legislatívnymi podmienkami v štáte. So zreteľom na postup-

nú integráciu do štruktúr EÚ a harmonizáciu legislatívy s legislatívou únie bude vývoj v oblasti pracovných požiadaviek a pracovných podmienok u nás reagovať na celkový vývoj v Európe a vo svete.

V záujme ochrany zdravia ľudí pri práci je dôležité **včas predvídať možné nebezpečenstvá a zdravotné riziká**, a preto sa veľmi pozorne sledujú a analyzujú všetky nové trendy vo výrobe, v technológiách, vo vývoji látok a materiálov, v spôsoboch spracovania a ďalšie okolnosti.

Z celkového počtu 5,4 mil. obyvateľov SR (roku 2001) tvoria pracujúci 2,1 mil., čo predstavuje 39 % populácie. Podiel pracujúcich z ekonomicky činného obyvateľstva dosahoval v treťom štvrtroku 2001 80,3 %. Z celkového počtu pracujúcich tvoria ženy 42,3 %. Väčšina pracujúcich je zamestnaná v súkromnom sektore (roku 2000 to bolo 1.303 mil. obyvateľov, t. j. 65 % celej pracujúcej populácie); v malých a stredných podnikoch do 19 zamestnancov pracovalo 631 000 ľudí; táto skupina sa postupne rozširuje a podľa vývoja v Európe možno očakávať, že čoraz viac ľudí bude pracovať práve v malých a stredných podnikoch.

Najviac ľudí pracuje v priemysle (616 000), v obchode, v hoteloch a reštauráciách (372 000), v stavebníctve (173 000), v školstve (171 000), v doprave (161 000) a v zdravotníctve (142 000). Tieto čísla ukazujú, že služby sa stávajú dominantnými (Štatistický úrad SR, 2001).

V oblasti ochrany zdravia je v SR zavedený už viac ako 20 rokov systém kategorizácie prác a vyhlasovania rizikových prác tam, kde sa prekračujú stanovené limity a kritériá expozície pracovníkov škodlivým faktorom pracovného prostredia a súlad sa dosahuje náhradnými a postupne realizovanými technickými opatreniami. Špecifický problém predstavuje ionizujúce žiarenie a pôsobenie karcinogénov. V týchto prípadoch sa za rizikové vyhlasujú aj nízke expozície so zreteľom na stochastické účinky žiarenia a karcinogénov. Podľa údajov SZÚ SR má počet pracovníkov vykonávajúcich rizikové práce klesajúci trend a z 220 000 pracovníkov roku 1990 klesol tento počet na 135 219 roku 2001. Z celkového počtu pracovníkov vykonávajúcich rizikové práce roku 2001 bolo 80 710 zamestnaných v súkromnom a družstevnom sektore a zvyšných 54 509 v štát-

nych podnikoch. Z hľadiska ekonomickej činnosti väčšina zamestnancov vykonáva rizikové práce v priemyselnej výrobe 87 048 (z toho 19 818 žien), v poľnohospodárstve a lesníctve 13 565 (z toho 932 žien), v zdravotníctve 14 378 (z toho 11 040 žien) a pri ťažbe nerastných surovín 7 456 (z toho 342 žien); zvyšok pracuje v ostatných odboroch ekonomickej činnosti.

Z hľadiska rizík je hlavným rizikovým faktorom hluk, ktorému je vystavených 93 895 pracovníkov (z toho 17 140 žien), prachu je vystavených 33 189 pracovníkov (z toho 3 918 žien), chemickým škodlivinám 17 448 pracovníkov (z toho 3 672 žien), ionizujúcemu žiareniu 10 863 pracovníkov (z toho 4 182 žien), vibráciám 9 508 pracovníkov (z toho 595 žien), riziku infekcie 6 253 pracovníkov (z toho 4 874 žien) a chemickým karcinogénom 5 008 pracovníkov (z toho 2 386 žien).

Z ďalších rizikových faktorov sa sledujú dermatotropné látky, dlhodobé, nadmerné a jednostranné zaťaženie, elektromagnetické žiarenie, lasery, infračervené žiarenie, alergény, zvýšený tlak vzduchu, tlak na n. ulnaris, ako aj tzv. nešpecifické faktory – mikroklimatické podmienky, vnútené polohy, nevyhovujúce osvetlenie, nadmerná fyzická záťaž a neuropsychické zaťaženie. U väčšiny pracovníkov možno hovoriť o *kombinovanej expozícii viacerým rizikovým faktorom*.

Systém sledovania rizikových prác je súčasťou komplexnej ochrany zdravia pri práci. Cieľom je znížiť rizikovosť práce, a tým výskyt poškodení zdravia súvisiacich s prácou a chorôb z povolania.

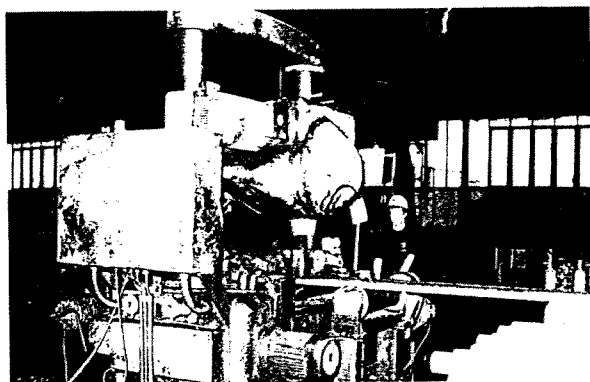
Z analýzy pracovných činností vyplýva, že v súčasnosti nastáva výrazný posun od fyzicky náročnej práce k duševnej práci a záťaži zmyslov.

Väčšina ťažkých, fyzicky náročných prác sa postupne mechanizuje a automatizuje. Rozdiely medzi pracovnou záťažou v jednotlivých odvetviach sa pomaly strácajú a čoraz väčší význam nadobúdajú rozličné kontrolné práce a riadiace činnosti, práce pri počítačoch a riadiacich paneloch atď.

V období informačnej revolúcie sa od pracovníkov vyžaduje, aby spracovávali obrovské množstvo informácií a prijímali rozhodnutia s ďalekosiahlymi dôsledkami, väčšinou vo veľmi krátkom čase. Stály časový tlak má za následok zvýšené psychické napätie.

V dôsledku automatizácie strácajú mnohé odbory svoje špecifiká a nadobúdajú viaceré podobné črty. Tento trend je evidentný, ale napriek tomu zostávajú činnosti, pri ktorých sú pracovníci vystavení pôsobeniu klasických škodlivých faktorov pracovného prostredia; ide zväčša o robotnícke profesie (napr. ťažba a dobývanie uhlia, rúd a stavebných materiálov, strojársky priemysel, spracovateľský priemysel a pod.). (obr. 1). Naopak, v plnoautomatizovaných výrobných procesoch, kde sú uzatvorené výrobné cykly, sa práca zredukovala na kontrolu tlakov, teplôt a ďalších ukazovateľov na ovládacích paneloch (obr. 2).

Na plnení pracovných úloh sa v súčasnosti zúčastňujú pracovníci rozličných profesií. Prepracovaný systém organizácie práce umožňuje úzku špecializáciu a keďže mnohé systémy sú veľmi zložité, práve úzka zameranosť je jedinou možnosťou, ako úspešne zvládnuť zverené úlohy. Na

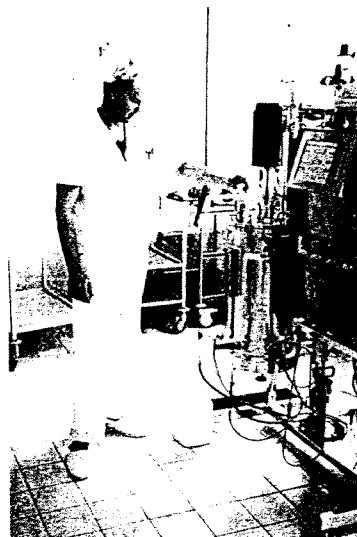


Obr. 1 Práca robotníka v úpravovni rúr

druhej strane to veľa ráz prináša vykonávanie stereotypnej monotónnej práce s obmedzeným obsahom, ktorá si nevyžaduje osobitnú kvalifikáciu, ale len krátkodobé zapracovanie. Pre pracovníkov, ktorí často finálny výrobok svojej činnosti nikdy neuvidia, to znamená stratu záujmu o danú činnosť.

Úlohou pracovného lekárstva bude aj naďalej dôsledne **skúmať a analyzovať psychické a fyzické nároky**, ktoré kladie práca na človeka, a prijímať účinné programy na ochranu a podporu zdravia pri práci a prevenciu ochorení spôsobených nevhodnými pracovnými podmienkami.

So zreteľom na nepriaznivý demografický vývoj treba rátať so starnutím pracujúcej populácie, preto je nevyhnutná terciárna prevencia vo forme pracovnej rehabilitácie a prispôbovanie práce jedincom s chronickými poruchami zdravia. Preventívne pracovné lekárstvo musí tieto vzťahy a ich determinanty určovať nielen kvalitatívne, ale aj kvantitatívne, aby sa mohli prijímať konkrétne a merateľné ukazovatele zlepšenia podmienok v pracovnom prostredí a intenzity zariadenia pracovníkov. Týmto opatreniami sa môže zvýšiť pracovná výkonnosť, telesná a sociálna



Obr. 2 Práca v modernom biotechnologickom podniku

pohoda a v konečnom dôsledku aj produktivita práce.

V zmysle strategického smerovania je potrebný komplexný prístup k podpore a udržiavaniu telesnej, duševnej a sociálnej pohody zamestnancov vo všetkých profesiách. V rámci prevencie ochorení a poškodení zdravia zapríčinených nevhodnými pracovnými podmienkami sa treba zamerať na kvalitu pracovného prostredia a na spôsob vykonávania práce v záujme ochrany zdravia pred jednotli-

vými i kombinovanými zdravotnými rizikami. Pri umiestňovaní pracovníkov do pracovného prostredia je dôležité v záujme udržania ich zdravia prihliadať na fyziologické a psychické danosti.

Výrazný posun musí nastať v poskytovaní služieb ochrany zdravia priamo na pracovisku. V tomto zmysle je aktívna úloha zamestnávateľa nevyhnutná a nezastupiteľná. WHO iniciovala roku 1999 program *Správna práca v manažmente ochrany zdravia: bezpečnosti pri práci a životného prostredia v priemyselných a iných podnikoch* s cieľom získať pre túto myšlienku čo najviac podnikov v Európe.

Realizácia vytýčených cieľov musí vychádzať z objektívnych údajov a informácií o pracovných podmienkach, nebezpečenstvách, zdravotných rizikách a zdraví pracujúcej populácie a opierať sa o výsledky štátneho zdravotného dozoru a o odborné poradenstvo. Dôležitá je aj výchova k zdraviu.

Úlohou preventívneho pracovného lekárstva je a bude usmerňovať, kontrolovať, skúmať, analyzovať a prijímať systémové nápravné opatrenia na úseku ochrany zdravia pri práci. Pre naplnenie cieľov je nevyhnutné multidisciplinárne zastúpenie pracovníkov.

LITERATÚRA

- Baumruk, J., Cikrt, M. a kol.: Analýza rizik pri práci. Praha, SZÚ 2000, 135 s.
 Cikrt, M., Málek, B.: Pracovní lékařství I. Hygiena práce. Praha, ČIČOP 1995, 233 s.
 Griesahn, B.: Arbeitsmedizin. Stuttgart, Ferdinand Enke 1989, 197 s.
 McDonald, E., Baranski, B.: Occupational medicine in Europe. Scope and competencies WHO. Kodan 2000, 84 s.
 Statistická ročenka Slovenskej republiky 2001. Bratislava, Veda 2001, 685 s., www.statistics.sk

7 PREVENCIA PROFESIONÁLNYCH POŠKODENÍ ZDRAVIA

Prevencia poškodení zdravia, t. j. predchádzanie chorobám alebo zmenám signalizujúcim chorobné stavy je nielen úlo-

hou zdravotníctva, ale aj odvetví, v ktorých sú pracovníci vystavení nepriaznivým podmienkam ohrozujúcim zdravie. Účinná

a úspešná prevencia si vyžaduje komplexné a cieleňé riešenie.

Preveniu môžeme rozdeliť na **celospoločenskú** (primárnu a sekundárnu) a **zdravotnícku** (primárnu, sekundárnu a terciárnu).

Primárna celospoločenská prevencia zahŕňa technické, organizačné, ekonomické, legislatívne, sociálne, výchovné a ďalšie opatrenia, ktoré zamedzujú, resp. obmedzujú negatívny vplyv faktorov životného a pracovného prostredia a nezdravého spôsobu života na zdravie jedinca. Z toho vyplýva, že každý občan má pri vykonávaní svojej práce a v rámci svojich kompetencií presadzovať a realizovať všetky dostupné a možné opatrenia na ochranu a podporu zdravia.

Sekundárna celospoločenská prevencia zahŕňa opatrenia na odstránenie nepriaznivých následkov škodlivých faktorov životného a pracovného prostredia a spôsobu života, ako aj vytváranie materiálnych a spoločenských podmienok na realizáciu zdravotníckej prevencie.

Primárna zdravotnícka prevencia sa sústreďuje na zdravie ako hromadný jav a je zameraná na ochranu zdravia celej populácie alebo cieľových skupín (deti, mládež, pracujúca populácia a pod.) predovšetkým ovplyvňovaním životných a pracovných podmienok a potláčaním zdravotne nepriaznivých a presadzovaním zdravotne prospešných faktorov.

Súčasťou tejto prevencie je skúmanie vzťahov medzi životnými a pracovnými podmienkami, medzi spôsobom života a zdravím, vypracovávanie zásad ochrany a podpory zdravia obyvateľov a pracovníkov, zásad zdravého spôsobu života, ako aj cieleňé odborné usmerňovanie a koordinácia celospoločenskej a zdravotníckej prevencie.

Úlohou **sekundárnej zdravotníckej prevencie** je aktívne zisťovanie zmien zdravia so zvýšenou orientáciou na príznaky začiatkových štádií ochorenia, ale aj zisťovanie rizikových (individuálnych a skupinových) faktorov zdravia, t. j. preventívne lekárske prehliadky.

Terciárna zdravotnícka prevencia zahŕňa včasnú diagnostiku, účelnú a efek-

tívnu terapiu a rehabilitáciu zistených chorôb, ako aj usmerňovanie a individuálnu výchovu k zdravému spôsobu života jedinca so zistenými zmenami zdravia, resp. s rizikovými faktormi zdravia.

ZÁSADY OCHRANY ZDRAVIA PRI PRÁCI

Ochranu zdravia pri práci možno realizovať 3 spôsobmi:

- ♦ vytvorením pracovného prostredia bez pôsobenia zdraviu škodlivých faktorov.
- ♦ prostriedkami skupinovej prevencie.
- ♦ prostriedkami individuálnej ochrany.

Účinnější a účelnejší je **skupinová prevencia** zameraná na všetkých pracovníkov, ktorí by mohli byť vystavení pôsobeniu škodlivých faktorov. Takáto prevencia sa zabezpečuje v podnikoch ako súčasť stavebného a technického riešenia. Nenarušuje pracovnú pohodu a nezávisí len od individuálneho postoja pracovníkov k vlastnému zdraviu a ochoty chrániť si ho, preto ju treba podľa možnosti uprednostňovať. Za jej realizáciu zodpovedá zamestnávateľ. Zamestnanci sú povinní využívať všetky dostupné opatrenia na ochranu svojho zdravia a ich nevyužitie možno pokladať za porušovanie pracovnej disciplíny.

Preventívne opatrenia môžu byť technické, organizačné a osobné (ochranné prostriedky, osobná hygiena a životaspráva). Zameriavajú sa aj na zisťovanie a určovanie rizikových prác, posudzovanie zdravotnej spôsobilosti na prácu (lekárske preventívne prehliadky) a výchovu k zdravej a bezpečnej práci. V praxi sa kombinujú spravidla viaceré opatrenia.

TECHNICKÉ OPATRENIA

Technické opatrenia zahŕňujú tieto úlohy:

- ♦ **odstránenie rizika**, t. j. zdraviu škodlivých faktorov pracovného prostredia a vystavenie pracovníkov ich pôsobeniu

v takej miere alebo takým spôsobom, ktoré nemôže ohrozovať zdravie pracovníkov – používanie strojov, zariadení, technológií a materiálov, ktoré nie sú zdrojom hluku, vibrácií, chemických látok a pod..

- ♦ **výber uzavretých výrobných postupov**, pri ktorých obťažujúce alebo zdraviu škodlivé faktory nemôžu preniknúť do pracovného prostredia – hermetizácia, kapotovanie.

- ♦ **postupy zabráňujúce priamemu kontaktu alebo expozícií pracovníkov** škodlivým faktorom pracovného prostredia – mechanizácia, diaľkové ovládanie, automatizácia, robotizácia a pod..

- ♦ **stavebné riešenia**, ktoré zabráňujú prenikaniu škodlivín na miesta so stálou obsluhou a zabezpečujú zdravotne vhodné pracovné podmienky – veliny, stavebne oddelené pracovné majstrov, technikov v priestoroch prevádzok a pod..

- ♦ **stavebné oddelenie** častí prevádzok, v ktorých sa nachádzajú zdroje škodlivín.

- ♦ **postupy zabráňujúce prenikaniu** (šiereniu) zdraviu škodlivých faktorov do vedľajších prevádzok a vonkajšieho prostredia – vetranie, odsávanie.

ORGANIZAČNÉ OPATRENIA

Tieto opatrenia, ktoré sa pokladajú za dočasnú náhradu a doplnok technických opatrení, zahŕňujú:

- ♦ **zníženie počtu pracovníkov** exponovaných riziku na najnižší možný počet.

- ♦ **skrátene expozície** rizikovým faktorom na čo najkratší čas – nariadenie pracovných prestávok mimo pracoviska, v priestoroch bez rizikových faktorov: skrátenie pobytu pracovníkov v priestoroch s rizikovými faktormi na nevyhnutné pracovné operácie, skrátenie práce na pracovisku s rizikovými faktormi (vyšok pracovnej zmeny môže pracovník vykonávať iné práce, pri ktorých nie je vystavený pôsobeniu rizikových faktorov), organizácia práce tak, aby sa rizikové operácie sústreďovali na určité miesta alebo sa vykonávali len určitý čas (napr. na koniec pracovnej

zmeny), čím sa zníži počet exponovaných pracovníkov atď.

- ♦ **úprava pracovných postupov** so zohľadnením zásad ochrany zdravia pracovníkov – dostatočný čas na vetranie priestorov, používanie technických prostriedkov (krytov, bariér), regulácia výkonových noriem a produkcie, aby sa neznižoval čas potrebný na operácie zabezpečujúce ochranu zdravia.

- ♦ **kombinácia organizačných a technických opatrení**.

OSOBNÁ OCHRANA PRACOVNÍKOV

Osobné ochranné pracovné prostriedky (OOPP) sa musia používať vtedy, keď technickými a organizačnými opatreniami nemožno zabezpečiť také pracovné prostredie, v ktorom by sa nenachádzali zdraviu škodlivé faktory pracovného prostredia alebo aspoň nedosahovali úroveň, ktorá už znamená zdravotné riziko.

OOPP sa rozdeľujú podľa toho, *akú časť tela chránia* (OOPP hlavy uší, očí, dýchacích ciest, rúk, nôh, celého tela) a *pred čím chránia* (OOPP proti hluku – vložky do uší, slúchadlové chrániče, protihlukové prilby, proti chemickým látkam a prachu – respirátory, polomasky, masky, prilby s pretlakovým vŕňaním filtrovaného vzduchu, dýchacie prístroje, rukavice, zásterky, obleky, čizmy, proti vibráciám – rukavice, proti žiaru a teplu – obleky, rukavice, okuliare, obuv a pod.).

OOPP je *povinný poskytovať zamestnávateľ* a zamestnanec je povinný primeraným spôsobom ich používať, ak nemožno zabezpečiť ochranu jeho zdravia inak. Nepoužívanie prostriedkov osobnej ochrany v situáciách, v ktorých je tento spôsob ochrany zdravia schválený, sa pokladá za porušenie pracovnej disciplíny.

OSOBNÁ HYGIENA A ŽIVOTOSPRAVA

Dodržiavanie **zásad osobnej hygieny** je prejavom celkovej kultúrnej úrovne pracovníkov. V niektorých situáciách môže ich porušovanie vážne ohroziť zdravie a život, najmä ak sa škodlivé látky dostanu

do organizmu znečistenými rukami, potravinami alebo nápojmi (tráviacim systémom), znečisteným odevom (kožou) a pod.

Na určených pracoviskách sa nesmie jesť, piť ani fajčiť. Pracovníci musia mať k dispozícii v blízkosti pracoviska čisté priestory bez škodlivých faktorov, kde sa môžu po umytí rúk najesť a napiť.

Zamestnávateľ je povinný zabezpečovať čisté a vhodné pracovné odevy pre pracovníkov (ak plnia funkciu ochrany pred škodlivými faktormi alebo funkciu ochrany potravín či iných výrobkov pred kontamináciou). Okrem toho je povinný vytvárať pre pracovníkov podmienky na dodržiavanie osobnej hygieny, kontrolovať jej úroveň a vyvodzovať dôsledky pri jej porušovaní. Zamestnanci sú povinní používať zariadenia osobnej hygieny. Usporiadanie a veľkosť týchto zariadení musia zodpovedať charakteru pracovných podmienok (čistá prevádzka, znečisťujúce látky v pracovnom procese), počtu a štruktúre pracovníkov.

Medzi zariadenia na osobnú hygienu patria šatne, umývárne, sprchy, záchody, miestnosti na umývanie pracovnej obuvi, sušiarne obuvi a pracovných odevov, miestnosti na uskladňovanie a opravy OOPP, ako aj priestory na odkladanie upratovacích pomôcok.

Na kompenzáciu niektorých negatívnych vplyvov pracovného prostredia sa používajú prístrešky, zohrievare, fajčiarske, zariadenia na poskytovanie pitnej vody a ochranných nápojov a nápojové stanice. Šatne, umývárne, sprchy, záchody a zariadenia na poskytovanie pitnej vody musia byť na všetkých pracoviskách, okrem kancelárií, ak nie sú riešené ako

halové pracoviská. Zariadenia na osobnú hygienu majú tvoriť komplex, ktorý je ľahko dostupný z pracoviska bez prechodu voľným priestranstvom.

Životosprievodca, resp. spôsobu života či životnému štýlu treba venovať pozornosť z hľadiska prevencie profesionálneho poškodenia zdravia, aj keď sa týka zväčša mimopracovného času. Správnu životosprievodcu možno kompenzovať negatívne účinky pracovných podmienok (napr. pri sedavom zamestnaní cieľná pohybová aktivita, pri práci v prostredí s chemickými látkami alebo s prachom aktívny pohyb na čerstvom vzduchu a pod.). V iných prípadoch možno správnym spôsobom života obmedzovať zvyšovanie profesionálneho rizika (napr. fajčenie mnohonásobne zvyšuje riziko vzniku rakoviny pľúc pri práci s azbestom, konzumácia alkoholu zvyšuje riziko poškodenia pečene pri expozícii vinylchloridu). Výchova zamestnávateľov a pracovníkov k zdravej a bezpečnej práci sa teda musí zamerať aj na ovplyvňovanie spôsobu života.

LITERATÚRA

- Council Directive 89/656/EEC on the minimum health and safety requirements for the use by workers of personal protective equipment at the workplace. Official J. of the European Communities, No 1, 393/18.
- ILO: Encyclopaedia of occupational health and safety. Vol. I, II. ILO, Ženeva, 1988, 2 538 s.
- Nariadenie vlády SR č. 201/2001 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko.
- Sulcová, M., Fitz, O.: Základy hygieny. Učebný text pre poslucháčov odboru verejné zdravotníctvo. Trnava, FZSP TU, 1999 108 s.

8 PODPORA ZDRAVIA PRI PRÁCI

Poškodenie zdravia zamestnanca rôzneho druhu a stupňa (zníženie úrovne pozitívneho zdravia, choroba, úraz), ktoré vzniká následkom negatívneho pôsobenia pracovných podmienok alebo nevhodného životného štýlu, môže významne prispievať

k neprimeraným nákladom zamestnávateľa v sociálnej, vo výrobnej alebo finančnej oblasti. Aktivity zamestnávateľa zamerané na zlepšenie zdravia a pohody pracovníkov môžu „ozdraviť“ celý podnik. Samozrejme, iba zmena životného štýlu

pracovníkov nemôže priniesť žiaduce zmeny, preto sa koncepcia manažmentu zdravia v podniku musí opierať o preventívny prístup k starostlivosti o zdravie a o cieľnú a primeranú prax s cieľom dosiahnuť čo najlepší zdravotný stav svojich pracovníkov. Táto koncepcia musí zohľadňovať tak pracovníkov, ako aj prostredie, v ktorom žijú a pracujú.

Podpora zdravia, tak ako ju definuje WHO, sa v tomto prípade sústreďuje na pracovníkov ako na jednu z relatívne dobre definovateľných populačných skupín, ktorá tvorí významnú časť populácie. Dôležitou súčasťou tohto procesu je **individuálna zodpovednosť a kolektívna akcia** na podporu zdravia a programov, ktoré budú aktívne orientovať spoločnosť na zdravie. Najvhodnejším miestom na zavedenie takýchto programov je práve pracovisko, pretože človek tam trávi pomerne veľa času.

Vzťah medzi zdravím pracovníkov (zamestnancov), produktivitou práce a kvalitou výroby zvýšil záujem zamestnávateľov o podporu zdravia pracovníkov. Dlhoročné skúsenosti s týmito prístupom majú v Nemecku, vo Fínsku, Švédsku, v Kanade a iných štátoch, kde sa jeho realizácia začala už v 80. rokoch.

Na Slovensku sa v nadväznosti na *Národný program podpory zdravia a Akčný plán pre prostredie a zdravie*, ktoré vychádzali zo zahraničných skúseností a z programu WHO, začal realizovať **projekt Zdravé pracoviská**. Do tohto programu sa zapojilo 15 podnikov, ktoré spolupracovali s príslušnými SZÚ. Spoločne vypracovali a realizovali intervenčné programy, zamerané buď na odstraňovanie rizikových faktorov pracovného prostredia, alebo na rizikové správanie vyplývajúce zo spôsobu života. Pri plnení programov sa zaznamenali viaceré pozitívne výsledky. Pre chýbajúcu legislatívu (vyhláška o závodnej zdravotnej službe) sa však tento spôsob práce, ktorého súčasťou je trvalá orientácia na preventívne aktivity, zatiaľ nestal súčasťou každodennej praxe.

Základným predpokladom realizácie podpory zdravia na pracovisku je *praktická*

príprava jednotlivcov na lepšie vyrovnávanie sa so stresom, ktorému nemožno zabrániť, lebo vyplýva z normálnych pracovných podmienok a ekonomických tlakov, ako aj *optimalizácia prostredia* s cieľom znížiť riziká a zvyšovať individuálnu schopnosť správať sa tak, aby to prospievalo zdraviu. Ak majú byť programy podpory zdravia úspešné, vyžadujú si partnerstvo, kooperáciu a integráciu v rámci podniku. Súčasná politika podpory zdravia pri práci je orientovaná na zachovanie pracovnej schopnosti pracovníkov, najmä v súvislosti s očakávaným starnutím pracujúcej populácie a poklesom celkového počtu pracovníkov po roku 2000.

Aktivity na pracoviskách zamerané na zachovanie pracovnej schopnosti majú vykonávať spoločne zamestnávateľ, zamestnanci i kooperujúce organizácie orientované na zachovanie a podporu pracovnej schopnosti a funkčnej kapacity všetkých osôb v aktívnom pracovnom veku v priebehu celej pracovnej kariéry. Táto činnosť sa uskutočňuje na 3 úrovniach (tab. 1)

Pri realizácii opatrení na zachovanie pracovnej schopnosti treba dodržiavať tieto **základné princípy**:

- ♦ Intervenčné aktivity určované potrebami pracoviska sa majú vykonávať na pracovnom mieste.
- ♦ Musia sa zameriavať na všetkých pracovníkov a byť kontinuálne, najlepšie vo forme série projektov. Základom aktivít má byť *kooperácia, participácia a záväznosť*.
- ♦ Ak má byť podpora zdravia na pracovisku úspešná, súčasne musia prebiehať viaceré aktivity - prevencia a usmerňovanie rizík, rozvoj práce a organizácia práce vrátane rehabilitácie, výcviku a výchovy.
- ♦ Celá realizácia musí byť súčasťou politiky podniku, kultúry manažmentu, štruktúry, hodnôt a etiky podniku.

PODPORA ZDRAVIA NA PRACOVISKU V PRAXI

Analýza problému v rámci podpory zdravia sa nemá robiť, kým nie je presne ujas-

Tab. 1 Opatrenia na zachovanie pracovnej schopnosti zamestnancov
(Upravené podľa Matikainen, Rantanen, 1996)

	1. úroveň	2. úroveň	3. úroveň
Cieľová skupina	všetci pracovníci	pracovníci so zvládnutelným poklesom pracovnej schopnosti	pracovníci so zníženou pracovnou schopnosťou
Identifikácia	odhad - hodnotenie potrieb podpory zdravia	symptómy, morbidita, vlastná alebo iná iníciačná záznamy	morbidita, strata schopnosti vykonávať prácu v rozsahu jej nárokov, preventívne prehliadky
Aktivity	preventívne aktivity, podpora zdravia, podpora životného štýlu jednotlivcov, úpravy práce a pracovného prostredia, úpravy organizácie práce	definícia aktuálneho problému, prispôbenie práce individuálnym vlastnostiam a danosťami, zmena pracovného miesta, osobné zdravotné poradenstvo, včasná rehabilitácia	liečenie chorôb, rehabilitácia, preskolenie, preradenie na inú prácu

nené, čo treba riešiť (riziko, potreby, preferencie, zdravotný stav).

V praxi sa majú využívať viaceré zdroje údajov. Niekedy sa problémy vyskytujú mimo zdravotníckej oblasti (absencie, produktivita). Zohľadňovať treba aj názory pracovníkov, inak môže mať program podpory zdravia v ich očiach obmedzenú kredibilitu.

Plán podpory zdravia má vychádzať zo skutočných potrieb pracoviska a pracovníkov a treba do neho zaradiť rôzne aktivity zamerané na úpravu pracovného prostredia a zároveň treba jednotlivcom umožniť, aby si mohli zvoliť postupy na upevňovanie zdravia.

Proces podpory zdravia treba podrobiť marketingovej analýze (náklady - pozitíva) z hľadiska jednotlivca i podniku a overiť dobrovoľnosť účasti na procese.

Účasť a aktívnu participáciu pracovníkov na programoch treba podporovať informovanosťou.

Rovnako dôležité je prizvať a zapojiť do programu rozličných odborníkov, pretože problémy a ich riešenie sú často mimo zdravotníckej oblasti, a následne vytvoriť potrebné štruktúry.

Realizácia projektu podpory zdravia na pracovisku by mala zahŕňať tieto kroky:

- ◆ *analýza situácie* - zdravotné problémy pracovníkov, zdravotné riziká vyplývajúce z pracovných podmienok alebo zo životného štýlu pracovníkov,
- ◆ *vypracovanie projektu*,
- ◆ *vytvorenie koordináčného tímu* - zástupcovia vedenia podniku, pracovníkov, inštitúcií financujúcich program, neštátnych organizácií a zdravotníckych pracovníkov,
- ◆ *zabezpečenie finančného krytia programu*,
- ◆ *vytvorenie realizačného tímu* - príslušní zdravotníckí odborníci podľa riešeného problému, technickí pracovníci, zástupcovia pracovníkov, dobrovoľní spolupracovníci, psychológovia, odborníci na komunikáciu,
- ◆ *zaškolenie realizačného tímu*,
- ◆ *zabezpečenie informovanosti pracovníkov o programe*,
- ◆ *výber cieľovej populácie*,
- ◆ *zistenie východiskového stavu* - dotazníky, objektivizácia pracovných podmie-

nok, cieľené vyšetrenia zdravotného stavu pracovníkov a iné metódy.

- ◆ *intervenčné aktivity*,
- ◆ *zistenie dosiahnutého stavu* - rovnaké metódy ako pri zisťovaní východiskového stavu pred intervenciou,
- ◆ *spracovanie získaných údajov*,
- ◆ *interpretácia výsledkov*,
- ◆ *návrhy opatrení a ďalšieho postupu*.

SKUPINY PARTICIPUJÚCE NA PODPORE ZDRAVIA A ICH ÚLOHY

Lekári a personál SZPP poskytujú vedeniu podniku odborné informácie o prínose intervenčných programov, vedú informačnú kampaň pre zamestnancov, spolupracujú s externými odborníkmi pri príprave programu, vyhľadávajú špecialistov na spoluprácu, spolupracujú pri vyhodnocovaní výsledkov intervencie, sledujú vývoj a trvanie pozitívnych zmien zdravia a životného štýlu zamestnancov a pripravujú odborné informácie v podnikovej tlači.

Zamestnávateľia určujú zdravotnú politiku podniku, programy v oblasti prevencie a podpory zdravia a zabezpečujú financovanie intervenčných programov. Návrhová nákladov je vyššia pri správnej organizačnej a psychologickú príprave ešte pred vlastnou realizáciou intervenčných programov. Dlhodobé zlepšenie sa zistilo častejšie u pracovníkov presvedčených o význame aktívnej starostlivosti o vlastné zdravie.

Zamestnanci sú významnou súčasťou úspešného programu a ich aktívna účasť môže prispieť nielen k zlepšeniu pracovnej schopnosti a spokojnosti s prácou, ale môžu pozitívne ovplyvniť život celej rodiny.

Zástupcovia zamestnancov plnia úlohy pri podpore a vysvetľovaní významu programov z hľadiska záujmu pracovníkov.

Osoby získavajúce informácie musia zachovávať dôvernosť údajov. Zistené informácie o zdraví pracovníkov môžu oznamovať *jedine im* a zamestnávateľom môžu poskytnúť *iba súhrnné anonymné*

informácie o zdraví pracovníkov, aj to len v súvislosti s pracovnými podmienkami a aktivitami podpory zdravia.

Experti vykonávajú nezávislé analýzy zdravotných potrieb podniku, vypracúvajú programy podpory zdravia a vykonávajú potrebné vyšetrenia a intervenčné zásahy. Spolu so SZPP vyhodnocujú úspešnosť intervenčných programov.

Poisťovne (sociálne, úrazové, zdravotné) by mali aktívne spolupracovať pri realizácii programov podpory zdravia a finančne ich podporovať, pretože zlepšenie zdravotného stavu pracovníkov znamená zníženie nákladov na odškodňovanie profesionálnych chorôb, celkovej nešpecifickej chorobnosti a zníženie práceneschopnosti, a tým aj nákladov na lieky, zdravotnú starostlivosť, nemocenské dávky a čiastočnú či plnú invaliditu.

Národná a medzinárodná sieť podpory zdravia a pracovisku združuje podniky, ktoré zavádzajú do praxe intervenčné programy, a zabezpečuje výmenu poznatkov a skúseností pri ich realizácii a vyhodnocovaní.

Ďalší rozvoj podpory zdravia na pracoviskách môžu ovplyvniť viaceré problémy - nedostatok prostriedkov, nedostatok presvedčenia o prínose, nedostatok školiacich kurzov pre pracovníkov, ktorí sa na nich zúčastňujú, nedostupnosť jednoduchšej a hromadne použiteľnej metodológie, nevyhodnotenie programov podpory zdravia a pod. Napriek tomu alebo práve preto treba venovať tejto oblasti v budúcnosti väčšiu pozornosť ako doteraz.

LITERATÚRA

- Breucker, G., Schroer, A.: International experiences in workplace health promotion. European health promotion. Series No. 6, WHO-EURO, BKK Bundesverband, Kodaň, Essen: 1996, 89 s.
- Matikainen, E., Rantanen, J.: Occupational health promotion: Experience from the nordic countries. In: Breucker, G., Schroer, A.: International experiences in workplace health promotion. European health promotion. Series No. 6, WHO-EURO, BKK Bundesverband, Kodaň, Essen: 1996, 89 s.
- Provazník, R., Komárek, L., Čížek, M.: Manuál prevence v lékařské praxi. In: Prevence nepříznivého

působení faktorů pracovního prostředí a pracovních procesů. Praha, SZÚ 1997. 143 s.
 Rootman. I. a kol.: Evaluation in health promotion. principles and perspectives. WHO Regional publications. European Series. No 92. WHO, Kodaň 2001. 533 s.
 WHO: Global healthy work approach. WHO, Ženeva 1997. 32 s.

WHO: The role of occupational health services in the promotion of work ability and health. WHO Regional Office for Europe. WHO, Kodaň 1997. 15 s.
 WHO-EURO: Health promotion at the workplace. European occupational health. Series No. 4. WHO-EURO, Kodaň 1992. 93 s.

9 FYZIKÁLNE FAKTORY V PRACOVNOM PROSTREDÍ

Fyzikálnymi faktormi pracovného prostredia sú ionizujúce žiarenie, ultrafialové žiarenie, viditeľné svetlo, infračervené žiarenie, lasery a elektrické, magnetické a elektromagnetické polia. Rozdelenie neionizujúceho žiarenia podľa frekvencie a vlnovej dĺžky je v tab. 2. Ďalšími fyzikálnymi faktormi sú hluk, vibrácie, otrasy a tepelno-vlhkostná mikroklima.

IONIZUJÚCE ŽIARENIE

Ionizujúce žiarenie je žiarenie, ktoré je schopné pri prechode hmotou vyvolávať ionizáciu, t. j. integrovať sa s elektrónovým obalom alebo atómovým jadrom. Spôsob integrácie závisí od druhu a ener-

gie ionizujúcich častí. Podľa spôsobu ionizácie ho rozdeľujeme na priamo a nepriamo ionizujúce.

Priamo ionizáciu môžu spôsobovať len nabité častice – častice α , častice β , protóny, pozitrony atď. Ionizácia vzniká vtedy, keď je energia odovzdaná orbitálnemu elektrónu väčšia ako jeho väzbová energia. Ak odovzdaná energia nestačí na uvoľnenie elektrónu z obalu, nastáva excitácia atómu, teda presun elektrónu na vyššiu energetickú hladinu. Pri prechode prostredím častice postupne strácajú energiu.

Nepriamo ionizáciu spôsobujú častice bez elektrického náboja – fotóny (žiarenie gama), neutróny a i. Neutróny a fotóny sú kvantá elektromagnetickej energie, majú

vsak aj charakter častíc. Pri prechode hmotou odovzdávajú časť svojej energie elektrónovému obalu alebo jadrú, pričom prebieha emisia nabitých (sekundárnych) častíc, ktoré môžu ionizovať alebo excitovať dané prostredie. Pri prechode prostredím sa fotónové (elektromagnetické) žiarenie absorbuje alebo rozptyľuje.

Žiarenie alfa (α) tvoria častice, ktoré sa skladajú z dvoch protónov a dvoch neutrónov, t. j. majú dva jednotkové kladné náboje a sú héliovými jadrami. Po vyžiarení stráca častica α postupne energiu zrážkami s okolitými atómami a spojením s dvoma voľnými elektrónmi vytvorí neutrálny atóm hélia. Dolet častíc α závisí od rýchlosti ich pohybu, ktorá predstavuje asi 5–7 % rýchlosti svetla vo vákuu, a od hustoty prostredia, ktorým prechádzajú. Zdrojom tohto žiarenia sú izotopy polónia, rádia, tória a uránu. Najpoužívanejšími zdrojmi žiarenia sú ^{241}Am a ^{226}Ra .

Žiarenie beta (β) tvoria častice so záporným nábojom. Sú to rýchlo letiace elektróny, ktoré pochádzajú z jadra atómu. V niektorých prípadoch, najmä pri umelých rádioaktívnych prvkoch, sa môže okrem záporných častíc vyžiarit aj častica β s kladným nábojom, tzv. pozitron (β^+). Pri prechode prostredím spôsobuje žiarenie β ionizáciu a excitáciu (presun elektrónu na vyššiu dráhu toho istého atómu) atómov a molekúl. Má väčší dolet ako žiarenie α (vo vzduchu 8 m, vo vode 1 cm). Najčastejšie používaným zdrojom žiarenia je ^{90}Sr .

Neutrónové žiarenie (n) je prúd neutrónov rozličnej energie, ktoré vznikajú pri umelých jadrových premenách (štiepných reakciách) súčasne s emisiou žiarenia γ . Neutróny sa delia na pomalé (tepelné) s energiou do 0,1 keV a rezonančné s energiou až niekoľko MeV. Toto žiarenie sa vyznačuje veľkou prenikavosťou a biologickou účinnosťou. Tepelné neutróny môžu zmeniť stabilné izotopy na rádioaktívne, majú teda schopnosť aktivácie.

Žiarenie gama (γ) je prúd veľkých fotónov. Z hľadiska frekvencie je pred röntge-

novým žiarením, má podobné vlastnosti, ale väčšiu prenikavosť. Lúče γ sú vyžarované súčasne s inou časticou (napr. α alebo β). Najčastejšie používanými žiaričmi sú ^{60}Co a ^{137}Cs .

Röntgenové žiarenie (rtg) má hmotnostný charakter – hmotnosť vo forme poľa. Lúče sú tvorené elektrickým a magnetickým polom, ktoré sú na seba kolmé. Frekvencia je za žiarením γ . Jeho zdrojom je röntgenová lampy. Elektróny dopadajúce na anódu lampy majú pomerne veľkú kinetickú energiu, z ktorej sa 99 % premieňa na teplo a 1 % na rtg žiarenie, ktoré vzniká len vtedy, keď je lampy pripojená k elektrickému prúdu; po vypnutí nie je zdrojom ionizujúceho žiarenia.

JEDNOTKY

V ochrane zdravia pred žiarením sa používajú jednotky, ktorými sa charakterizujú 3 prvky:

♦ **aktivita** – vyjadruje množstvo rádioaktívneho prvku; je to počet jadrových premen za jednotku času; jednotkou aktivity je 1 becquerel (Bq) – túto aktivitu má také množstvo rádioaktívnej látky, v ktorej sa rozpadá 1 atóm za 1 s.

♦ **expozícia** – vyjadruje sa v coulomboch na kilogram (C · kg⁻¹) a znamená ožiarenie, pri ktorom vzniknú ióny (rovnakého znamienka) v 1 kg vzduchu majú celkový náboj 1 C; prírastok ožiarenia za časovú jednotku sa nazýva *expozíčná rýchlosť* alebo *expozíčný príkon* a vyjadruje sa v ampéroch na kilogram (A · kg⁻¹).

♦ **dávka** (absorbovaná dávka) – je to množstvo energie, ktoré sa v určitom objeme absorbovalo; vyjadruje sa v grayoch (Gy), čo je dávka, pri ktorej sa v hmote pohltí energia 1 joulu (J); *dávkový príkon*, resp. *dávková rýchlosť* je prírastok dávky za jednotku času (Gy · s⁻¹), *dávkový ekvivalent* je veličina daná súčtinom dávky, akostného faktora, distribučného faktora, príp. aj ďalších faktorov; berie do úvahy rozdielne biologické účinky rozličných druhov žiarenia a jednotkou je sievert (Sv); (J · kg⁻¹).

Tab. 2 Elektromagnetické (nelonizujúce) žiarenie (Upravené podľa Aghovej a kol., 1993)

Druh žiarenia	Frekvencia	Vlnová dĺžka
Ultrafialové (UV) A B, C	10 ⁸ GHz	315–400 nm 100–315 nm
Viditeľné	5 · 10 ¹⁴ GHz	400–780 nm
Infračervené (IR)	3 · 10 ¹⁴ –2 · 10 ¹⁵ GHz	780–1,25 · 10 ⁵ nm
Rádiofrekvencie veľmi vysokofrekventné (vfv) vysokofrekventné (vf) ultrakrátkovlnné krátkovlnné strednovlnné dlhovlnné nízkofrekventné (vlf)	3 · 10 ¹¹ –3 · 10 ⁸ Hz 3 · 10 ¹¹ –3 · 10 ⁸ Hz 3 · 10 ⁸ –3 · 10 ⁶ Hz 1,5 · 10 ⁶ Hz–4,4 · 10 ⁵ Hz 3 · 10 ⁵ –2 · 10 ⁴ Hz 3 · 10 ⁴ –2 · 10 ³ Hz	10 ³ –10 ⁶ m 10 ² –10 ⁴ m 10 ¹ –10 ² m 2 · 10 ² –7 · 10 ² m 10 ³ –1,5 · 10 ⁴ m 10 ⁴ –10 ⁶ m

napis - K...
L. D...
1

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Prehľad účinkov ožiarenia podľa rozdeľenia, ktoré sa používalo v minulosti, je uvedený v tab. 3.

Biologické účinky na organizmus človeka vystavený pôsobeniu ionizujúceho žiarenia závisia od viacerých skutočností. V prvom rade je to ionizácia, ktorá uvoľňuje elektróny z atómov molekúl tvoriacich tkanivo. Takto zmenená molekula je nestabilná a podlieha chemickým zmenám. Jednou z nich je vznik „voľných radikálov“, ktoré sú chemicky mimoriadne aktívne. Môžu spôsobiť buď trvale poškodenie zmenenej molekuly, alebo energia sa môže preniesť na inú molekulu a voľné radikály sa môžu rekombinovať. Tieto fyzikálne a chemické procesy môžu trvať rádo do mikrosekundy (μs), vývoj biochemických a fyziologických zmien môže trvať hodiny (h) a proces vzniku nádorov roky. Na ionizujúce žiarenie sú citlivé všetky bunky a už malé množstvo energie depozované v bunke alebo tkanive stačí na vyvolanie významných biologických zmien. Kritickou ireverzibilnou zmenou, ktorá je zodpovedná za konečný biologický efekt v ožiarovaných bunkách, je **poškodenie DNA** základného materiálu riadiaceho štruktúru a funkcie buniek ľudského tela.

Potenciálne účinky žiarenia môžu spôsobiť vo vysokých dávkach smrť, nižšie dávky môžu inhibovať mitózy a akékoľvek dávky môžu alterovať genetický materiál buniek.

Z hľadiska účinkov žiarenia na mitózy sú najcitlivejšie tie tkanivá, v ktorých sa

bunky často delia (napr. bunky kostnej dreve). Aj veľmi nízke dávky však môžu vyvolať mutácie alebo iné dedičné zmeny v metabolizme DNA, ktoré sú zodpovedné za dlhodobé somatické účinky (napr. indukcia nádorov). Ak mutácie vzniknú v gametických bunkách gonád, môžu spôsobiť dedičné genetické zmeny.

Podľa celkovej dávky a pomeru dávok rozlišujeme **stochastické** a **nestochastické účinky**. V prvom prípade je pravdepodobnosť vyvolania účinkov bezprahovou funkciou, a preto sa nazývajú aj **bezprahové** (genetické a niektoré somatické účinky, najmä karcinogénne). V druhom prípade účinky zákonite závisia od dávky, a preto sa označujú aj ako **deterministické**. Sú to také účinky, pri ktorých existuje prahová dávka: závažnosť účinku je daná jej veľkosťou, takže možno určiť prahovú hodnotu. Tieto účinky sú špecifické pre jednotlivé tkanivá (napr. zákal očnej šošovky, nezhubné poškodenie kože, útlm krvotvorby, poškodenie zárodočných buniek pohlavných žliaz), no môžu spôsobiť aj smrť. Škodlivým účinkom možno predísť stanovením limitov dávkového ekvivalentu v takých hodnotách, aby sa nedosiahla prahová dávka.

Biologické účinky akútnej celotelovej expozície človeka ionizujúceho žiarenia v závislosti od dávky zhrnuje tab. 4.

Stochastické účinky sa môžu objaviť po akútnej expozícii, no môžu sa prejavíť aj pri chronickej expozícii opakovaným nízkym dávkam niektorých častí tela alebo celého organizmu (niekoľko rokov). Medzi stochastické účinky patria nádory (leuké-

Tab. 3 Skoré a neskoré účinky ožiarenia človeka
(Upravené podľa Encyclopaedia of occupational health and safety, 1987)

Skoré účinky	Neskoré účinky	
	somatické	genetické
Akútna choroba z ožiarenia Akútna dermatitída Poškodenie plodu	nenádorové neskoré poškodenia	zhubné nádory (leukémie, rakovina) / zmeny genetického materiálu
	nestochastické účinky	stochastické účinky

chemická...
deterministické prahová dávka 50
(náhoda) bezprahový účinok

Tab. 4 Biologické účinky akútnej expozície ionizujúceho žiarenia v závislosti od dávky
(Upravené podľa Moellera, 1997)

Ekvivalentná dávka (Sv)	Ekvivalentná dávka (rem - stará jednotka)	Účinky
0-0.25	0-25	nijaké detegovateľné klinické zmeny; malé zvýšenie rizika neskorých karcinogénnych a genetických účinkov
0.25-1	25-100	nepatrné prechodné zníženie počtu lymfocytov a neutrofilov; možné neskoré účinky, ale závažné účinky u priemerných jedincov vysoko nepravdepodobné
1-2	100-200	minimálne symptómy: nauzea, únava, možný vomitus, lymfopénia, neutropénia s oneskorenou obnovou
2-3	200-300	nauzea a vomitus prvý deň; následné latentné obdobie až 2 týždne, symptómy (nechúť do jedenia, nevoľnosť) sa môžu vyskytnúť, ale sú ľahké; uzdravenie do 3 mesiacov, ak dovtedy zdravie nebolo poškodené
3-6	300-600	nauzea, vomitus, diareja v prvých hodinách; následné obdobie latencie asi 1 týždeň bez určitých príznakov; v druhom týždni nechúť do jedenia, celková nevoľnosť, teplota s hemorágiou, purpurou, so stomatitídou, s krvavou stoliciou a úbytkom telesnej hmotnosti v 3. týždni; možné úmrtie za 2-6 týždňov; možná smrť u 50 % exponovaných
6-10	600-1 000	vomitus u 100 % postihnutých v prvých hodinách; diareja, hemorágia, horúčka koncom 1. týždňa; rýchly úbytok telesnej hmotnosti; určitá smrť bez liečby
10-50	1 000-5 000	vomitus v prvých 5-30 min; 100 % incidencia smrti v priebehu 2-14 dní
> 50	> 5 000	vomitus okamžite; 100 % incidencia smrti v priebehu niekoľkých hodín (do 2 dní)

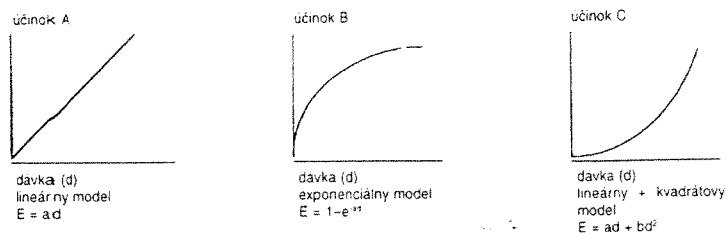
mia a solídne nádory) a genetické poškodenia v podobe krvných abnormalít, metabolických chorôb a fyzických abnormalít v ďalšej generácii exponovaných osôb.

O škodlivých biologických účinkoch nízkych dávok na človeka je zatiaľ málo údajov. Významným zdrojom informácií sú epidemiologické štúdie, ktoré prinášajú výsledky sledovaní ľudí exponovaných pomerne vysokým dávkam ionizujúceho žiarenia v relatívne krátkom období (napr. po použití atómovej bomby v Japonsku). Známe sú aj výsledky sledovania karcinómu pľúc u baníkov uránových baní a i.

Kvalitatívny vzťah medzi biologickými účinkami ionizujúceho žiarenia a expozíc-

nými dávkami možno vyjadriť niekoľkými modelmi (obr. 3). Mutácie vyvolané v kultúrach ľudských buniek sú znázornené lineárnou závislosťou (graf A), vzťah medzi dávkou a smrťou buniek je exponenciálny (graf B) a závislosť medzi dávkou a účinkami röntgenového žiarenia a žiarenia γ vyjadruje graf C. Nijaké údaje však nemožno urobiť tieto závery pre leukémiu. Objavili sa informácie, že indukciu solídnych nádorov (štitna žľaza, prsník, kosti) možno vyjadriť lineárnym vzťahom.

K deterministickým účinkom patrí aj **akútna choroba z ožiarenia** a **akútna radiačná dermatitída**. V tomto prípade vyjadrujú vzťah medzi dávkou a účinkom



Obř. 3 Modely vyjadrujúce vzťah dávka - účinok ionizujúceho žiarenia (Upravené podľa Moellera, 1997)

schematicky esovité krivky, ktoré znázorňujú pravdepodobnosť účinku vyvolaného jednorazovým ožiarovaním a charakterizovaného jednoznačným klinickým obrazom (následok postihnutia mnohých buniek). Pri najmenších dávkach sa účinok neprejaví a pri určitej dávke sa účinok prejaví len u časti ožiarených (1-5%), čo možno pokladať za oblasť prahovej dávky. So zvyšovaním dávky stúpa počet (percento) postihnutých a pri určitej dávke je postihnutých 100% ožiarených. Pre jednotlivé klinické príznaky podľa stupňa závažnosti možno ich závislosť od dávky vyjadriť posunutými krivkami (sčervenanie - vezikuly - nekróza - ulcerózne zmeny).

Pre stochastické účinky, ktoré pravdepodobne závisia od dávky, sa na hodnotenie v praxi používa lineárny vzťah. Každé zvýšenie dávky zvyšuje pravdepodobnosť neskorých účinkov viazaných na ožiarené tkanivá alebo orgán, pričom závislosť platí aj pre najnižšie hodnoty (nemožno určiť prahovú dávku).

METÓDY OBJEKTIVIZÁCIE

Na detekciu a meranie ionizujúceho žiarenia sa používajú dozimetre. Meranie sa zakladá na skutočnosti, že ionizujúce žiarenie pri prechode hmotou stráca energiu, pričom v nej spôsobuje zmeny fyzikálnych, chemických alebo biologických vlastností, ktoré sa dajú merať. Veľkosť zmien je úmerná absorbovanej dávke. Me-

racie prístroje menia vstupujúce žiarenie na elektrické signály - napätie, prúd, odpor, teda merateľné ukazovatele.

Základnou súčasťou každého dozimetra je detektor, ktorý pracuje buď s vonkajším alebo s vnútorným fotoefektom. Patria sem fotobanky v podobe vákuovej trubice alebo trubice naplnenej plynom (Geigerova-Müllerova trubica), scintilačné sondy a rozličné kryštály.

Podľa spôsobu použitia rozlišujeme terénne a laboratórne prístroje, podľa systému monitorovania osobné dozimetre a dozimetre na monitorovanie pracovného prostredia.

LIMITY - PRÍPUSTNÁ EXPOZÍCIA

Ožiarovanie osôb pri práci so zdrojmi ionizujúceho žiarenia nesmie prekročiť limity ožiarovania ustanovené zákonom č. 272/1994 Z. z. v znení neskorších predpisov a doplnkov. Ožiarovanie osôb, ktoré pracujú so zdrojmi ionizujúceho žiarenia, sa sleduje pomocou osobných dozimetrov. Zistené hodnoty sa porovnávajú s prípustnými limitmi ožiarovania, ktoré sa vzťahujú na určité časové obdobie (denná, mesačná, ročná dávka).

Všeobecné požiadavky ochrany zahŕňujú dodržiavanie pravidiel ochrany zdravia pred žiarením, vymedzenie kontrolovaného pásma na pracovisku, vymenovanie kvalifikovaného experta, vypracovanie monitorovacieho plánu, vypracovanie ha-

varijného plánu a splnenie požiadaviek zdravotnej spôsobilosti.

Nové legislatívne úpravy zavádzajú 5 tried zdrojov, 3 kategórie pracovísk a 2 kategórie pracovníkov, z čoho sa odvodzujú požiadavky na ochranu a monitorovanie.

Podľa miery ohrozenia zdravia osôb a životného prostredia rozlišujeme tieto **zdroje**:

- ♦ **nevýznamné** - pri manipulácii nehrozi radiálna nehoda a nevznikajú radiálne odpady.
- ♦ **drobné** - nehrozi radiálna nehoda, ale môžu vzniknúť radioaktívne odpady (hlásiť požiarov).
- ♦ **jednoduché** - môžu sa vyskytnúť mimoriadne situácie, ale nehrozi akútne účinky na ľudí (zubné röntgeny).
- ♦ **významné** - rtg prístroje na rádiologických pracoviskách, väčšina uzavretých žiaričov na priemyselne využívané pracoviská s otvorenými žiaričmi II. kategórie.
- ♦ **veľmi významné** - môžu mať nielen akútne účinky na zdravie pracovníkov, ale spôsobí aj radiálnu haváriu s postihnutím životného prostredia (jadrové reaktory, veľké urýchľovače častíc, pracoviská s otvorenými žiaričmi II. kategórie).

Pracoviská možno rozdeliť do týchto kategórií:

- ♦ **I. kategória** - pracoviská, kde sa pracuje aspoň s jedným jednoduchým zdrojom.
- ♦ **II. kategória** - všetky pracoviská, kde je aspoň jeden významný zdroj alebo kde sa vytvára pracovisko s otvoreným žiaričom II. kategórie.
- ♦ **III. kategória** - všetky pracoviská, kde je aspoň jeden veľmi významný zdroj alebo kde sa vytvára pracovné miesto III. kategórie s otvoreným žiaričom.

Splnenie požiadaviek na ochranu pracovníkov sa overuje jednak monitorovaním pracovného prostredia, jednak monitorovaním pracovníkov.

Podľa novej legislatívy rozlišujeme tieto **kategórie pracovníkov**:

- ♦ **kategória A** - pracovníci môžu dostať 3/10 ročného limitu dávky za kalendárny rok (povinné nosenie osobných dozimetrov a ďalšie spôsoby osobného monitorovania).
- ♦ **kategória B** - patria sem ostatní pracovníci.

Trvalou tendenciou pri ochrane pracovníkov by mal byť princíp optimalizácie ALARA (*as low as reasonably achievable*).

PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Ionizujúce žiarenie môže pochádzať z prírodných rádioaktívnych zdrojov, ale expozícia môže vzniknúť aj pri lekárskejších diagnostických a terapeutických výkonoch a plánovanom používaní zdrojov ionizujúceho žiarenia.

Najzávažnejším zdrojom **prírodného žiarenia** je **radón (Rn)** s produktmi premeny, ktoré spôsobujú takmer polovicu radiácie záťaže obyvateľov. Časť **kozmickeho žiarenia**, ktoré dopadá priamo na zemskú atmosféru, je primárnou zložkou. Sekundárnu zložku tvorí žiarenie, ktoré vzniká pôsobením primárnej zložky na jadrá a elektrónové obaly atómov vzduchu v atmosfére. Táto zložka je rôznorodá a skladá sa zo všetkých doteraz známych elementárnych častíc a druhov žiarenia. Intenzita sa mení podľa vzdialenosti od zemského povrchu (maximum je 15-25 km), na pôloch je vyššia ako na rovníku.

Ďalším možným zdrojom expozície sú **lekárske diagnostické a terapeutické postupy**, a to nielen pri vyšetrovaniach a liečení chorôb, ale aj pri systematických vyšetrovaniach vykonávaných v rámci hromadného skriningu a preventívnych prehliadok.

Plánované používanie zdrojov ionizujúceho žiarenia sa kontroluje monitorovaním.

Prácou so zdrojmi ionizujúceho žiarenia rozumieme každú činnosť, pri ktorej existuje alebo by mohla existovať možnosť

UV # 400-315
100-400 - 3 315-280
C 270-200

J. Cm 2

ožiarenia osôb. K takýmto činnostiam patrí ťažba, spracovanie, výroba, montáž, distribúcia, preprava, servisná činnosť, opravovanie, používanie, upravovanie, tŕiedenie, zneškodňovanie, odstraňovanie, skladovanie, skládkovanie a ukladanie rádioaktívnych odpadov, využívanie jadrovej energie vrátane každej činnosti v palivo-voenergetickom cykle, dovoz, vývoz a tranzitný prevoz a každá ďalšia forma získavania, vlastníctva a odovzdávania zdrojov ionizujúceho žiarenia.

Pracovníci môžu byť ožiarení jednak pri činnostiach spočívajúcich v zavádzaní a používaní zdrojov ionizujúceho žiarenia, ktoré môžu zvýšiť ožiarenie osôb a pri ktorých sa vyžaduje plánovanie ochrany s kontrolnými mechanizmami vrátane neprekrôčenia určených limitov, jednak pri zásahoch pri ktorých neštandardná situácia charakterizovaná vyššími expozíciami už existuje, plánovanie ochrany a neprekrôčiteľné limity sa už nedajú použiť a treba uplatniť nápravné opatrenia. Takéto situácie môžu nastať pri radiačných nehodách.

Diagnostika a terapia pomocou ionizujúceho žiarenia sa uskutočňuje na rádiodiagnostických a rádioterapeutických pracoviskách, pracoviskách nukleárnej medicíny a onkológie, lineárnych urýchľovačoch elektrónov a pracoviskách s ožarovacími prístrojmi. Špecifikom tejto expozície je skutočnosť, že riziko a prínos z ožiarenia znáša pacient. Indikácia a spôsob vykonania musia zabezpečiť regulovanie a znižovanie radiačnej záťaže pacientov i zdravotníckych pracovníkov. Na výstavbu a prevádzku zdravotníckych pracovísk sú ustanovené osobitné predpisy.

Nelekárske používanie ionizujúceho žiarenia má najmä technické zameranie. Ide o technické röntgeny s dostatočným stupňom ochrany, otvorené rádioaktívne žiariče, uzatvorené žiariče s certifikátmi, jadrovú energetiku (patrí sem aj ďalšie výrobné články, ktoré vytvárajú s jadrovou elektrárnou jadrový palivový cyklus - ťažba a úprava uránovej rudy, spracovanie uránovej rudy, rafinácia, konvekcia a obohacovanie uránu, výroba jadrového paliva, využitie jadrového paliva v reaktore,

dočasné skladovanie vyhoreného jadrového paliva, prepracovanie vyhoreného jadrového paliva, definitívne uloženie vyhoreného jadrového paliva).

Ožiarenie pri havarijnóm úniku zahŕňa priame ožiarenie zo zariadenia, priame ožiarenie z rádioaktívnych látok (plyny, pary, aerosóly), expozíciu z depozitu na zemi (žiarenie γ), rádioaktívnu kontamináciu odevu a povrchu tela (žiariče β) a konzumáciu rádioaktívne kontaminovaných potravín a vody.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Pri činnostiach sa opatrenia týkajú predovšetkým udržiavania dávok na najnižšej možnej úrovni, pri *minoritných situáciách* - zásahoch je prevencia zameraná na zníženie pravdepodobnosti výskytu nehôd a ich závažnosti.

Základnými princípmi ochrany zdravia sú odôvodnenosť, optimalizácia a limitovanie.

Odôvodnenosť znamená, že každé manipulovanie so zdrojmi ionizujúceho žiarenia musí byť *vopred odôvodnené* a riziko ožiarenia vyvážené predpokladaným prínosom pre jednotlivca alebo spoločnosť. Ak možno použiť iné rovnocenné technológie, treba ich uprednostniť.

Optimalizácia spočíva v opatreniach, ktorými treba dosiahnuť, aby veľkosť individuálnych dávok, počet ožiarení osôb a pravdepodobnosť expozície boli podľa možnosti čo *najnižšie*, pričom sa berú do úvahy technické a ekonomické podmienky a sociálne vplyvy.

V rámci optimalizácie sa musia *definovať opatrenia ochrany* pre prevládajúce situácie pri práci so zdrojmi ionizujúceho žiarenia, *stanoviť kritériá na obmedzovanie veľkosti expozície* a jej pravdepodobnosti prijatými a realizovanými opatreniami na predchádzanie nehôd a znižovanie ich následkov a *aplikovať skúsenosti z iných pracovísk* pri ochranných opatreniach v konkrétnych situáciách.

Limitovanie - pozri Limity - prípustná expozícia.

ULTRAFIALOVÉ ŽIARENIE

Ultrafialové žiarenie (UV) je elektromagnetické žiarenie s vlnovou dĺžkou v rozmedzí 100-400 nm (pozri tab. 2). Tvoria asi 7% celkového toku slnečného žiarenia a je absorbované vzduchom (najmä ozonosférou) vo vlnovom rozsahu 150-290 nm, pričom vzniká ozón. Zvyšná oblasť sa rozdeľuje podľa biologických účinkov na 3 zložky: **UV A** (315-400 nm), **UV B** (280-315 nm) a **UV C** (200-280 nm).

Podľa IARC je slnečné žiarenie zaradené do skupiny 1 - *dokázané karcinogény* pre ľudí a všetky 3 druhy UV žiarenia (A, B, C) sú zaradené do skupiny 2A - *pravdepodobne karcinogény*. Biologicky je veľmi aktívne, vyznačuje sa germicídnu schopnosťou, najmä v UV C, vlnovej dĺžke 265 nm (baktericídne žiarenie).

JEDNOTKY

Z hľadiska účinkov je dôležitá **dávka žiarenia**, ktorá sa vyjadruje v *jouloch na cm²* (J · cm²). Vypočítava sa z intenzity žiarenia a z dĺžky expozície. Výsledky sa korigujú podľa relatívnej účinnosti žiarenia v jednotlivých častiach spektra.

V dermatológii sa používa biologicky odvodená jednotka, a to **minimálna erytémová dávka (MED)**.

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Keďže UV žiarenie nepreniká do hĺbky tkanív, kritickými orgánmi sú najmä koža, očné spojovky, rohovka a pri dlhovlnom UV A aj očná šošovka.

Žiarenie vyvoláva v bunkách fotochemické reakcie, v povrchových vrstvách epidermy **erytém, edém a zápalovú reakciu** (aktinodermatitída) s následnou pigmentáciou kože, niekedy aj tvorbu vezikul a následné olupovanie kože. Dlhodobé ožarovanie urýchľuje **starnutie kože**.

Epidemiologické štúdie potvrdili súvislosť medzi expozíciou slnečnému UV žiareniu a zvýšeným výskytom **spinocelulárnych karcinómov kože, bazaliómov a melanoblastómov**. Niektoré látky, tzv.

fotosenzibilizátory zvyšujú vnímavosť kože na UV žiarenie.

Pri pôsobení na spojovky môže vzniknúť **konjunktivitída až prechodné oslepnutie (ophthalmia solaris)**. Prudký zápal spojoviek a rohovky sa zvyčajne kombinuje so **zápalovou reakciou kože mihalníc a tváre (ophthalmia fotoelectricá)**.

UV žiarenie má pozitívny vplyv na tvorbu vitamínov D₂ a D₃, ktoré vznikajú v koži po ožiarení z ergosterolu a 7-dehydrocholesterolu.

Okrem toho má **celkový stimulujúci účinok**, zvyšuje odolnosť a stimuluje činnosť štítnej žľazy, hypofýzy a kôry nadobličiek.

METÓDY OBJEKTIVIZÁCIE

Niektoré prístroje na meranie UV žiarenia sú vybavené elektronickým filtrom, ktorý umožňuje priamo odčítať kongruantné hodnoty dávky alebo intenzity podľa spektra žiarenia.

LIMITY - PRÍPUSTNÁ EXPOZÍCIA

Na pracoviskách s výskytom UV žiarenia sa nesmú prekročiť hodnoty uvedené vo vyhláske MZ SR:

♦ pre spektrálnu oblasť 315-400 nm (UV A) a trvanie expozície *menej ako 10⁴ s* je najvyššia prípustná dávka žiarenia (Q_p) 10 kJ · m⁻².

♦ pre spektrálnu oblasť 315-400 nm a trvanie expozície *viac ako 10⁴ s* je najvyššia prípustná hodnota hustoty výkonu žiarenia - **ožiarenosť** (H₁) 10 W · m⁻².

♦ pre úzkopásmové zdroje UV žiarenia v spektrálnej oblasti 100-315 nm (UV B a UV C) sa určuje najvyššia prípustná dávka žiarenia (Q_p) podľa tabuľky, ktorá je súčasťou vyhlásky, pričom sa zohľadňuje vlnová dĺžka v nm a spektrálna emisia (S₀).

♦ pre širokopásmové zdroje alebo zdroje vyžarujúce vo viacerých vlnových dĺžkach v spektrálnej oblasti 100-315 nm je najvyššia prípustná dávka žiarenia (Q_{max}) 30 J · m⁻².

KO.
2. 1. 1971

PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Najčastejšie exponovaní sú pracovníci z odvetví a poľnohospodárstva, stavebníctva, cestného hospodárstva, riečnej a námornej dopravy. V pracovnom lekárstve sa zisťuje expozícia umelým zdrojom UV žiarenia najmä pri zvaraní elektrickým oblúkom.

Ďalšími zdrojmi sú xenónové a ortuťové výbojky používané na liečebné a kozmetické účely, na priestorovú dezinfekciu, ako aj malý podiel UV v spektre žiarenia kyslíkovo-acetátového horáka. Najvýkonnejším zdrojom je plazmový horák používaný na rezanie kovov.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Pri používaní zdrojov UV žiarenia alebo činnostiach, kde môže žiarenie vznikáť, sa sa musia dodržiavať **technické, organizačné a náhradné opatrenia**, aby sa vylúčil škodlivý vplyv na zdravie pracovníkov a ostatných osôb a neprekračovali sa určené limity.

Na pracoviskách v **neuzavretých pracovných priestoroch** a vo voľnom priestranstve sa zabezpečuje ochrana pracovníkov vy-stavených UV žiareniu z prirodzených zdrojov ochrannými zariadeniami alebo osobnými ochrannými pracovnými prostriedkami a organizačnými opatreniami.

Ochrana pracovníkov vo **vnútorných priestoroch** sa zabezpečuje vhodným riešením stavebných konštrukcií, orientáciou osvetľovacích otvorov, ochrannými regulačnými prvkami na osvetľovacích otvoroch, ako aj organizačnými opatreniami. Expozícia kože a očí musí byť obmedzená na nevyhnutné minimum. Ak zdroj žiarenia nemožno zakryť, pracovníci musia mať ochranný odev, rukavice a okuliare alebo štít, ktorý neprepúšťa UV žiarenie. Je dôležité, aby bol odev z materiálu, ktorý neprepúšťa žiarenie. Kožu treba chrániť ochrannými krémami, ktoré pôsobia ako UV filter.

Zdroje UV žiarenia, ktoré sa nedajú kontrolovať zrakom, musia mať signali-

začné zariadenie. Zdroje, ktoré emitujú krátkovlnné UV, môžu byť aj zdrojom ozónu.

VIDITELNÉ ŽIARENIE

Zdrojmi viditeľného žiarenia sú slnko, elektrický oblúk, žiarovka, ortuťová výbojka (horské slnko), ale aj niektoré špeciálne žiarovky (napr. pri práci so zariadením na vytvrdzovanie zubných výplní svetlom).

Svetlo je viditeľné žiarenie, pri ktorom oko vníma časť s vlnovou dĺžkou 400-780 nm. Je to tok kvánt elektromagnetického žiarenia, tzv. fotónov, ktoré majú vlastnosti častíc i vln. Rozdielna vlnová dĺžka bieleho svetla vyvoláva v oku rozličné farebné vnemy, ktoré tvoria známu farebnú škálu od tieňov dúhy. Biele svetlo obsahuje farebné zložky s rôznymi vlnovými dĺžkami - fialovú, modrú, modrozelenú, zelenú, žltozelenú, žltú, oranžovú a červenú. Tieto farebné odtiene prechádzajú spojitě jeden do druhého a tvoria viditeľné spektrum. V krátkovlnnej oblasti prechádza do neviditeľného ultrafialového žiarenia a v dlhoveľnej oblasti do infračerveného žiarenia. Ľudské oko je na toto farebné spektrum rozdielne citlivé.

Svetlo je podmienkou života. Bez svetla nemožno vidieť, no príliš veľa svetla videnie zhoršuje a môže dokonca poškodiť zrak. Videnie ovplyvňujú nielen fyziologické vlastnosti oka, ale aj psychologické faktory. Na dobré videnie treba vytvoriť vhodné svetelné podmienky, ktoré zabezpečia **zrakovú pohodu**. Viditeľnosť predmetu je určená jeho veľkosťou, jasom, kontrastom jasú predmetu a jeho okolia a časom pozorovania.

Veľkosť predmetu udáva uhol, ktorého vrchol je v strede šošovky a jeho ramená prechádzajú stredom predmetu. V technických normách sa udáva veľkosť predmetu opačne pomernou pozorovacou vzdialenosťou $D : d$ (d - vzdialenosť od oka, D - veľkosť predmetu). Najmenší detail, ktorý možno ešte rozoznať, je mierou **zrakovej ostroti**.

Kontrast medzi predmetom a jeho okolím má 2 zložky - **kontrast jasov** a **kontrast farieb**. Pre veľkosť kontrastu jasov sú rozhodujúce koeficienty odrazivosti predmetu a jeho okolia. Pre viditeľnosť trojrozmerných detailov je dôležitý smer svetelného toku, pretože tvorí tieň, ktoré sú potrebné na priestorovú orientáciu, najmä pri práci s malými predmetmi.

Čas potrebný na pozorovanie určeného detailu závisí od kontrastu a ďalších veličín a pohybuje sa v rozmedzí 0,075-0,3 s. Zvýšením intenzity osvetlenia sa tento čas skraca.

Osvetlenie môže byť denné a umelé. **Denné svetlo** je charakteristické, že sa mení v priebehu dňa, roka a so zmenou atmosférických podmienok. Keďže je pre človeka prirodzené, všetky pracoviská, ktoré sa využívajú viac ako polovicu pracovného času, by mali mať denné osvetlenie. Vynimkou sú **pracoviská bez denného svetla**, ktorých výstavba sa povoľuje vtedy, keď si to nevyhnutne vyžaduje technológia alebo charakter prevádzky (divadlá) a keď na pracovisku nie sú zdroje nadmerného tepla, chemických látok a prachu. Na takomto pracovisku treba zabezpečiť zvýšenie intenzity (osvetlenosti) umelého osvetlenia o 50 %, dostatočné vetranie, resp. klimatizáciu a náhradné opatrenia, ktoré môžu eliminovať pocit nepohody pracovníkov a ich negatívnych psychických vnemov (miestnosti na oddych s denným osvetlením, farebné riešenie pracovných priestorov pozitívne pôsobiace na psychiku, pohľad do susedných priestorov a pod.). **Denné osvetlenie pracovných priestorov** závisí od veľkosti a rozmiestenia osvetľovacích otvorov a od tienenia konštrukciami alebo odrazom od okolitých budov a predmetov v miestnosti. Zásadnou požiadavkou na denné osvetlenie je jeho **rovnosť**. Zabezpečuje sa oblokmí na obidvoch stenách a vo veľkých halách strešnými osvetľovacími otvormi a ich kombináciou. Kvalitu denného osvetlenia výrazne ovplyvňuje údržba - čistenie osvetľovacích otvorov a čistota a farebná úprava stien a stropov.

Umelé osvetlenie zabezpečujú umelé zdroje (žiarovky, žiarivky, výbojky) v svet-

tidlách (osvetľovacia sústava), ktoré musia byť rozmiestené tak, aby zabezpečovali primerané osvetlenie v celom priestore a zohľadňovali vykonávanú prácu na jednotlivých pracovných miestach.

Odstupňované osvetlenie má podľa zrakovej náročnosti práce v niektorých častiach pracoviska vyššie hladiny osvetlenosti.

Kombinované osvetlenie vzniká kombináciou celkového a miestneho osvetlenia, čím sa dosiahne lepšia osvetlenosť v pracovnej rovine, a tým aj nastavenie potrebného smeru osvetlenia. Miestne osvetlenie nemožno používať bez celkového (má tvoriť aspoň 10 %).

Zmiešané osvetlenie vzniká pri súčasnom dennom a umelom osvetlení, pričom treba dodržiavať požiadavky na farbu zdrojov umelého osvetlenia, ktorá musí zodpovedať spektrálnemu zloženiu denného svetla.

JEDNOTKY

$W \cdot cm^{-2}$
Intenzita svetla ako potencionálne škodlivého faktora sa udáva v energetických jednotkách - vo **wattoch** na cm^2 ($W \cdot cm^{-2}$). Merania viditeľného žiarenia sa rutinne nevykonávajú.

Medzi základné veličiny a jednotky patria:

- ♦ **svetelný tok** svetelného zdroja - žiarivý tok hodnotený normálnym ľudským okom: jeho jednotkou je **lúmen** (lm).

- ♦ **svietivosť** zdroja v danom smere - podiel svetelného toku vyžiareného zdrojom do priestorového uhla: jeho jednotkou je **kandela** (cd).

- ♦ **osvetlenosť** (intenzia osvetlenia) v danom bode plochy - podiel svetelného toku dopadajúceho na jednotku tejto plochy: jednotkou je **lux** (lx).

- ♦ **osvit** - množstvo svetelnej energie, ktoré dopadlo na určitú plochu v časovom intervale: jednotkou je **luxsekunda** (lx.s).

- ♦ **svetelná výkonnosť** - udáva sa pri svetelných zdrojoch a vyjadruje sa v **lúmenoch na jednotku výkonu** ($lm \cdot W^{-1}$).

- ♦ **činiteľ odrazu** - vyjadruje schopnosť odrážať svetlo v % v porovnaní s bielo (100 %).

♦ **jas** – pri rovnomernom rozložení svietivosti je určený podielom svietivosti a plochy, resp. jej priemerom daným $\cos \alpha$: jednotkou jasú vyjadrujúcou svetlo vystupujúce z plochy je nit (nt) ; namiesto neho sa niekedy používa $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$.

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Dlhší pohľad do slnka môže spôsobiť tepelné alebo mechanické poškodenie sietnice.

Tepelné poškodenie sietnice vzniká vtedy, keď sa pôsobením svetla zvýši jej teplota o 10–20 °C. Svetelná energia sa absorbuje pigmentovým epitelom sietnice a zmení sa na teplo, ktoré spôsobuje fotokoaguláciu tkaniva sietnice.

Neskoré, netepelné následky dlhodobej profesionálnej expozície sa v našich podmienkach nezaznamenali. V zahraničnej literatúre (napr. LaDou, 1997) sa však uvádza, že pri opakovanej expozícii slnečnému svetlu počas práce vonku (denne 3–4 h) sa môže predĺžiť adaptácia na tmú so zhoršením nočného videnia, zvýšiť prah vnímania svetla a narušiť farbcit.

Oslnenie je stav zraku, ktorý ruší, zhoršuje alebo až znemožňuje videnie. Podľa závažnosti môže byť *rušivé*, ak ruší pohodu rozptyľovaním pozornosti a zhoršením sústredenia, *obmedzujúce*, ak sťažuje rozoznávanie detailov a zhoršuje videnie, alebo *ostepujúce*, ak je také intenzívne, že znemožňuje videnie dlhší čas, hoci jeho príčina už pominula.

Oslnenie vzniká vtedy, keď je v zornom poli jas, na ktorý sa jedinec nemôže adaptovať, alebo vtedy, keď je sietnica, resp. jej časť vystavená jasú, ktorý je väčší než jas, na ktorý je adaptovaná.

Zraková únava je stav zapríčinený nedostatkami v osvetlení, oslnením alebo preťažovaním akomodácie, najmä u ľudí so zrakovými chybami. Prejavuje sa pálením očí, pocitom tepla, bolesťou a deformáciami v zrakovom vnímaní (rozmazané písmená, obklopené farebným lemovaním, čierne škvrny). Veľká únava sa prejavuje dvojitým videním, bolesťami hlavy, bolestivými spazmami svalov tváre a zápalom spojoviek.

LIMITY

Pri viditeľné žiarenie nie sú u nás stanovené limity. Dôležitým predpokladom dosiahnutia zrakovej pohody je správne osvetlenie pracoviska, ktoré zohľadňuje druh práce. Požadovaná intenzita osvetlenia sa určuje podľa druhu a jemnosti vykonávanej práce. Pri posudzovaní je rozhodujúcim prvkom *kritický detail*, ktorý treba pri práci rozoznávať.

Podľa druhu vykonávanej činnosti rozlišujeme 4 základné **kategórie osvetlenia** – A–D, pričom A je kategória s veľkými požiadavkami na zrakový výkon a D s prednostnými požiadavkami na vnímanie priestoru, tvaru a farieb; tieto kategórie sa ďalej delia na 3 *podkategórie*, v ktorých sa hodnoty osvetlenosti stanovujú z hľadiska zrakového výkonu na základe zrakovej náročnosti úlohy podľa pomernej porovnávacej vzdialenosti kritického detailu a kontrastu jasov, resp. farieb kritického detailu a jeho bezprostredného okolia.

Požiadavky na osvetlenie (tab. 5) možno rozdeliť do 6 tried podľa potreby rozoznávajúc pri práci detaily zo vzdialenosti 0,35 mm a 1 m.

Požiadavky na osvetlenie sa zvyšujú v miestnostiach bez okien alebo na pracoviskách, kde pracujú starší pracovníci. Miestnosti určené na trvalý pobyt osôb majú mať osvetlenosť najmenej 200 lx. Dôležitým predpokladom vytvorenia dobrego pracovného prostredia je *rozdelenie*

Tab. 5 Požiadavky na osvetlenie (Upravené podľa Kvapilíkovej, 1999)

Trieda	Požiadavky na osvetlenie	Osvetlenosť (lx)
1.	minoriadne	> 5 000
2.	veľmi vysoké	2 000–5 000
3.	vysoké	600–2 000
4.	priemerné	250–600
5.	nízke	100–250
6.	veľmi nízke	25–100

jasu v zornom poli. Podmienky videnia sú tým lepšie, čím menší je rozdiel jasú medzi viditeľným predmetom a informačne najdôležitejšími plochami v okolí. Rozdiel medzi stupňom odrazu v blízkom okolí predmetu a stupňom odrazu predmetom nemá byť väčší než 3 : 1 alebo menší ako 1 : 3; rozdelenie jasú v priestore nemá byť väčšie ako 10 : 1 alebo menšie ako 1 : 10. V technických normách sú určené pre 7 tried činnosti najmenej a priemerné hodnoty koeficientu dennej osvetlenosti.

MÉTODY OBJEKTIVIZÁCIE

Osvetlenosť sa objektívne zisťuje **luxmetrom**, jas sa meria **jasomerom**. Denné osvetlenie sa meria súčasne 2 luxmetrami vonku na voľnej nezastienenej ploche a v miestnosti a zo zistených hodnôt sa určuje koeficient dennej osvetlenosti.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Na ochranu zraku pred slnečným žiarením sa používajú **okuliare s adekvátnymi sklami**. Okrem toho treba dodržiavať také pracovné postupy, ktoré zabránia nežiaducim expozíciám.

Zamestnávateľi sa sú povinní vytvárať na pracoviskách podmienky zabezpečujúce zrakovú pohodu a predchádzať zrakovej únave pracovníkov **technickými a organizačnými opatreniami**. Správne osvetlenie je dôležitý nielen z hľadiska zrakovej pohody, ale aj z hľadiska prevencie zrakovej únavy a pracovných úrazov.

Opatrenia na optimalizáciu osvetlenia a zrakovej pohody spočívajú v správnom dimenzovaní a rozmiestnení zdrojov celkového a miestneho umelého osvetlenia, v správnej zvolenej farbe zdroja umelého osvetlenia, v pravidelnej údržbe a čistení osvetľovacích telies, vo včasnej výmene zdrojov, v prispôbovaní osvetlenia nárokom práce a veku pracovníkov, vo vhodnej farebnej úprave stien a stropov, v rozmiestnení a úprave osvetľovacích otvorov a zariadení tak, aby neboli zdrojom oslňovania, v zaraďovaní pracovníkov na zra-

kovo náročné práce podľa zdravotnej spôsobilosti a v zabezpečovaní kontrol ich zdravia vrátane zraku.

INFRACERVENÉ ŽIARENIE

Infračervené žiarenie (IR) je elektromagnetické žiarenie s vlnovou dĺžkou v rozmedzí 780–1 250 000 nm. Najvýraznejšie biologické účinky sa prejavujú pri vlnovej dĺžke 1,5 μm .

JEDNOTKY

IR sa vyjadruje **intenzitou žiarenia**, ktorá sa udáva vo *wattoch na jednotku plochy* ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$), a **dávkou žiarenia**, ktorá sa udáva vo *wathodinách na jednotku plochy* ($\text{W} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-2}$).

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Najvýraznejšie priame účinky krátkovlnného IR (< 1,5 μm) na kožu sú dôsledkom pôsobenia tepla v mieste absorpcie žiarenia sprevádzané bolesťou, pričom jednorazová expozícia žiareniu s vysokou intenzitou môže spôsobiť popálenie. Tento účinok sa vyskytuje zriedkavo, pretože človek pri bolestivom vneme expozíciu včas preruší.

Neskorým účinkom expozície IR je **katarakta šošovky**.

MÉTODY OBJEKTIVIZÁCIE

Meranie v užších pásmach spektra IR sa rutinne nerobí. Intenzita IR veľkoplosných zdrojov ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) sa určuje podľa ich teploty.

LIMITY – PRÍPUSTNÁ EXPOZÍCIA

Intenzita IR na pracovisku alebo v mieste trvalého pobytu osôb musí byť menšia než 100 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, ak žiarenie trvale pôsobí na zrak. V ostatných prípadoch je to 200 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$. Prípustné je krátkodobé zvýšenie žiarenia až na 1 000 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ (prechod okolo horúcich predmetov; kontrola

zariadení a pod.), ak celozmenová dávka neprekročí 2 000 W . h . m².

PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Zdrojom koherentného monochromatického IR sú lasery pracujúce v červenej oblasti spektra, hutnícke a sklárske pece, sklárske vane s roztavenou sklovinou, rozžarované kusy ocele pri kovaní, zväracie oblúky atď.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Fyzické osoby oprávnené na podnikanie a právnické osoby, ktoré využívajú zdroje IR alebo riadia činnosti, pri ktorých môže žiarenie vzniknúť, sú povinné rešpektovať opatrenia na vylúčenie škodlivých účinkov IR tak, aby sa neprekročili najvyššie prípustné hodnoty.

Ochrana pracovníkov sa vykonáva tienением a zakrytím zdrojov IR izolačnými materiálmi. Ako náhradné opatrenia sa používajú obleky na ochranu kože a účinné okuliare na ochranu očí. Na pracoviskách so zdrojmi IR sú vhodné vzduchové sprchy na ochladzovanie kože.

Požiadavky na ochranu vnútorných priestorov pred snečným IR sa podľa druhu pracovnej činnosti a typu priestoru rozdeľujú do týchto skupín:

- ♦ **veľmi malé** – priestory na hrubú prácu, ak pracovníci nie sú viazaní na jedno pracovné miesto (sklady, hrubé montáže); riešenie osvetľovacích otvorov – zenitné a oblúkové svetlíky so sklonom zasklenia < 65° alebo okno bez ochrany s orientáciou V-J-Z.

- ♦ **malé** – priestory na hrubú prácu s trvalými pracovnými miestami, ak pracovníci nie sú viazaní na trvalé pracovné miesto (zvarovne, obsluha strojov); riešenie – zenitné svetlíky a okná s ochranou (žalúzie, rolety) s rozptýleným zasklením, svetlíky so sklonom zasklenia > 65°.

- ♦ **priemerné** – priemerné náročné práce viazané na trvalé pracovné miesto (montážne linky, bežná výroba, administratívne

riešenie – lucernové svetlíky, pilové svetlíky so sklonom zasklenia 45–70°, orientácia SSV-S-SZ, okno bez ochrany orientované na SV-S-SZ.

- ♦ **vyšoké** – práca s vysokými nárokmi na sústredenie (trvalé práce pri počítači, práca s lesklými predmetmi, laboratória); riešenie – pilové svetlíky so sklonom zasklenia 70–90°, orientácia na S, okno orientované na SV-S-SZ; aplikáciou reflexného náteru na číre sklo sa zvýši ochrana o 1°; regulovateľné žalúzie zvyšujú ochranu o 2–3°.

LASERY

Laser – zosilňovanie svetla pomocou stimulovanej emisie žiarenia (*light amplification by stimulated emission of radiation*) je kvantový generátor elektromagnetického žiarenia v optickej oblasti vlnových dĺžok slúžiacich na využitie stimulovanej emisie žiarenia. Toto žiarenie sa vyznačuje *fázovou koherenciou, monochromatickosťou, vysokou intenzitou a malou rozbiehavosťou zväzku žiarenia*. Po dopade na určitú plochu sa môže podľa charakteru povrchu absorbovať alebo odraziť; pri lesklých a hladkých povrchoch je odraz zrkadlový; pri matných plochách difúzny.

Zdroje, ktoré emitujú žiarenie vo viacerých vlnových dĺžkach, sa nazývajú **multimodálne lasery**. V súčasnosti sa používajú viaceré typy laserov, ktoré sa odlišujú aktívnym prostredím, spôsobom práce, výkonom, vlnovou dĺžkou a pod.

Podľa spôsobu činnosti rozlišujeme **lasery emitujúce nepretržite v spojitom režime** (lasery s pevnou fázou, plynové lasery) a **lasery pracujúce v impulzovom režime**, t. j. v zábleskoch trvajúcich od desiatín sekundy do zlomkov nanosekundy (predovšetkým lasery s pevnou fázou, polovodičové typy plynových laserov – argónových).

Podľa aktívneho prostredia rozlišujeme **plynové lasery** (sú vhodné na použitie pri bežných teplotách, majú spoľahlivé budúce výroby, spektrálnu čistotu a malú

divergenciu výstupného zväzku; sú nevhodné na získavanie okamžitých vysokých výkonov a majú nižšiu účinnosť ako polovodičové lasery; vyššie výkony majú lasery používajúce vzácne plyny, je však potrebné chladienie). **Lasery s pevnou fázou** (kryštálové) produkujú vyššie koncentrácie emitujúcich častíc a možno nimi produkovať vyššie okamžité výkony. **Polovodičové lasery** majú vysokú účinnosť, ale pracujú pri veľmi nízkych teplotách, najčastejšie v laboratóriách.

JEDNOTKY

Laserové žiarenie charakterizujú tieto ukazovatele:

- ♦ **vlnová dĺžka emitovaného žiarenia** (nm) – má významnú úlohu pri hĺbke preniknutia žiarenia do oka a kože.

- ♦ **výkon** a **hustota výkonu žiarivého toku**, t. j. **výkon na jednotku plochy** (W . m⁻²) – výkon laserov pracujúcich v impulzovom režime sa vyjadruje ako množstvo energie obsahnutej v 1 záblesku prepočítané na jednotku plochy (J . m⁻²) a dĺžku trvania 1 záblesku; tieto hodnoty sú určujúce pre množstvo energie absorbovanej v tkanive a rýchlosť premeny na teplo, čím je daná veľkosť účinku.

- ♦ **rozbiehavosť zväzku** – nárast priemeru zväzku žiarenia so vzdialenosťou od výstupnej časti optiky lasera, ktorá ovplyvňuje hustotu výkonu, resp. energiu žiarenia, a tým aj mieru nebezpečnosti náhodného zásahu (oka, kože).

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Keďže laserové žiarenie nepreniká do hĺbky, najčastejšie postihuje oči a kožu. Dominujúcim prejavom sú **tepelné účinky**, najmä rýchle zvýšenie teploty (10–25 °C za 1 min). Hĺbka tepelného postihnutia závisí od vlnovej dĺžky.

Poškodenie kože môže nastať pri veľmi krátkych expozíciách po zábleskoch s vysokým obsahom energie, ktoré spôsobujú odparenie vody z tkaniva, pričom vznikajú „mikroexplózie“ s následnými mechanickými zmenami. Tento jav sa využíva v chirurgii. Termické poškodenie väčších plôch sprevádzajú podobne ako pri popáleninách straty tekutín a zvyšuje sa možnosť infekcie.

Poškodenie oka závisí od vlnovej dĺžky, ktorá je rozhodujúca pre preniknutie žiarenia do jednotlivých štruktúr. Žiarenie s väčšími vlnovými dĺžkami pohlcujú mihalnice, rohovka a tekutina v prednej očnej komore, čo má za následok poškodenie týchto štruktúr. Žiarenie s vlnovou dĺžkou 400–1 400 nm prechádza až do sietnice. Tým, že optická sústava oka sústreďuje zväzok žiarenia, zvyšuje hustotu jeho energie, ktorá môže byť na sietnici až 100 000-krát vyššia ako na povrchu oka, pričom vzniká tepelné poškodenie sietnice (denaturácia bielkovín a inaktivácia enzýmov). Poškodenie sa hojí jazvou. Závažnosť a rozsah ireverzibilného poškodenia závisí od jej veľkosti a lokalizácie. V okolí miesta zásahu môže vzniknúť krvácanie a edém, ktoré sa zvyčajne resorbujú, takže tieto zmeny sú reverzibilné.

LIMITY – PRÍPUSTNÁ EXPOZÍCIA

Najvyššie prípustné hodnoty laserového žiarenia sa udávajú ako **hodnoty výkonu** (P_{max}) vo **wattoch** (W) alebo **energie** (Q_{max}) v **jouloch** (J). Pri ich určovaní sa berie do úvahy vlnová dĺžka žiarenia (nm), dĺžka trvania emisie žiarenia (s) a priemer limitného otvoru (mm). Limitné hodnoty sa určujú pre jednotlivé triedy laserov.

Výkon a energia sú rozhodujúce pri zaradovaní laserov do tried. Limitné hodnoty pri laseroch 1. triedy zabezpečujú, že nenastane poškodenie zdravia. Ak je priemer vyžarovaného zväzku väčší ako priemer limitného otvoru, vychádza sa pri zaradovaní lasera do triedy z energie (výkonu) prechádzajúcej limitným otvorom.

Ochrana pred nebezpečným difúznym odrazom zabezpečuje dodržanie najvyšších prípustných hodnôt **hustoty energie výstupného žiarenia** (H), vyjadrenej v **jouloch na jednotku plochy** (J . cm⁻²) pre vlnové dĺžky 400–700 nm. Prípustné hod-

$HUSTOTA \rightarrow Q_{max} / (S \cdot t) \rightarrow$
 $61 (H) = J \cdot cm^{-2}$

noty sú uvedené v návrhu vyhlášky MZ SR o požiadavkách na ochranu zdravia pred nepriaznivými účinkami neionizujúceho žiarenia.

Lasery sa zaraďujú do 5 tried podľa vystupujúceho žiarenia:

♦ **I. trieda** - lasery, ktorých výkon, resp. najvyššia vyžarovaná energia neprekračuje najvyššie prípustné hodnoty, a všetky lasery s krytmi, ktoré sa nedajú snímať bez použitia nástrojov alebo prerušenia chodu lasera pri snatí krytu.

♦ **II. trieda** - lasery emitujúce žiarenie v spojitom režime vo viditeľnej časti spektra (400-700 nm), ktorých výkon neprekračuje 1 mW, ale prekračuje najvyššie prípustné hodnoty pre I. triedu.

♦ **III.a trieda** - lasery emitujúce žiarenie v spojitom režime vo viditeľnej časti spektra (400-700 nm), ktorých výkon neprekračuje $5 \cdot 10^{-3} \text{ W}$ a hustota výkonu žiarenia hodnotu $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$.

♦ **III.b trieda** - lasery, ktorých najvyšší výkon, príp. najvyššia vyžarovaná energia neprekračuje limitné hodnoty určené pre túto triedu, nespádajú do I. a II. triedy a nemôžu bez fokusovania prekročiť prípustné hodnoty difúzneho odrazu.

♦ **IV. trieda** - lasery, ktorých výkon alebo vyžarovaná energia prekračujú limitné hodnoty pre III.b triedu a môžu spôsobiť nebezpečný difúzny odraz.

Ak laser pracuje vo viacerých vlnových dĺžkach, pri zaraďovaní do triedy sa zohľadňuje dĺžka, pri ktorej je najvyššie riziko poškodenia zdravia. Pre zaraďovanie laserov pracujúcich v impulzovom režime s vysokou frekvenciou platia osobitné limitné hodnoty.

PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Používanie laserov je rozšírené v mnohých odvetviach.

V zdravotníctve sa využívajú najmä v chirurgických odboroch, oftalmológii a dermatológii, v strojárstve na zvarovanie a rezanie, v stavebníctve, baniectve a geo-

dézii na vytyčovanie a v drevospracujúcej výrobe na rezanie. Lasery sú zabudované aj v rozličných laboratórnych prístrojoch.

Na kultúrnych podujatiach sa používajú na vytváranie optických efektov. Možnosti expozície sa neustále rozširujú a pri nedodržaní opatrení na ochranu zdravia sa zvyšuje možnosť náhodného zasiahnutia.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Výrobca a dovozca lasera alebo zariadenia, v ktorom je zabudovaný zdroj laserového žiarenia, je **povinný zaradiť laser do príslušnej triedy (I.-IV.)**, označiť ho a vybaviť potrebnými ochrannými opatreniami. V technickej dokumentácii treba uvádzať údaje potrebné na posúdenie zdravotného rizika.

Každý, kto používa či prevádzkuje laser alebo zariadenie so zabudovaným laserom, je povinný realizovať ochranné opatrenia na vylúčenie ich škodlivého účinku.

Pracovníka, kde sa používajú lasery II.-IV. triedy, musia mať vypracovaný **prevádzkový poriadok na ochranu zdravia**, schválený príslušným orgánom na ochranu zdravia. Mal by obsahovať podrobný návod na obsluhu, zakázané manipulácie, pri ktorých hrozí zasiahnutie lúčom, druh a spôsob používania ochranných osobných prostriedkov, poučenie o nebezpečnosti laserového žiarenia a o prípadných ďalších škodlivinách, ktoré môžu vzniknúť pri prevádzke zariadenia, ako aj opatrenia pri mimoriadnych (havarijných) situáciách. Pri prevádzke sa musí zabezpečiť dodržiavanie **technických** (postupy pri úpravách laserov, ktoré môžu meniť ich parametre) a **organizačných opatrení** (požiadavky na ochranu pred nevhodnými manipuláciami, spustením nepovolanej osobou, zamedenie prístupu do dráhy zväzku), ktorými možno zabrániť nežiaducim zásahom a poškodeniu zdravia pracovníkov. Tieto opatrenia sú odstupňované podľa tried lasera.

Pracovníci musia mať k dispozícii, najmä pri práci s mobilnými lasermi, kde je vyššia možnosť nežiaduceho zásahu,

ochranné okuliare pred žiarením emitovaným daným zdrojom.

ELEKTRICKÉ, MAGNETICKÉ A ELEKTROMAGNETICKÉ POLIA

Elektrické pole tvorí pole elektrických nábojov. Podľa ich pohybu rozlišujeme *statické a časovo premenné pole* (sinusové alebo pulzné).

Magnetické pole je pole pohybujúceho sa náboja, ktoré pôsobí silovo na iné pohybujúce sa náboje. Vzniká okolo vodiča elektrického prúdu, okolo iónov v elektrolytovom roztoku a pod.

Elektromagnetické pole vzniká vo frekvenčnom pásme nad desiatky kHz, keď sa elektrické a magnetické pole šíri vo forme elektromagnetických vln rýchlosťou svetla, ktoré sa môžu odražať, rozptyľovať, absorbovať a polarizovať. Zdrojom elektromagnetického žiarenia sú generátory s nízkou a vysokou frekvenciou a zariadenia, ktoré takýto generátor obsahujú.

Za **pásmo nízkych frekvencií (nlf)** sa pokladá frekvenčný rozsah 0 Hz-10 kHz, za **pásmo vysokých frekvencií (vlf)** frekvenčný rozsah 10 kHz-300 GHz.

JEDNOTKY

Elektrické pole sa charakterizuje **intenzitou (E)** udávanou vo **voltoch na meter** ($\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$), **frekvenciou (f)** v **hertzoch (Hz)**, **šírkou impulzu (s)** a **výkonovej hustoty (S)**, t. j. homogenitou.

Magnetické pole je charakterizované vektorom **intenzity (H)** v **ampéroch na meter** ($\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$) alebo **magnetickou indukciou (B)**, ktorej jednotkou je **tesla (T)**: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$. Pole môže byť statické, časovo premenné, homogénne alebo nehomogénne, pričom je dôležitá časová zmena (dB/dt).

Veľkosť elektromagnetickej vlny možno vyjadriť ako **intenzitu elektrickej zložky (E)** vo **voltoch na meter** ($\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$), **magnetickej zložky (H)** vyjadrenej v **ampéroch na meter** ($\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$) a **výkonovej hustoty (S)** vyjadrenej vo **wattoch na štvorcový meter** ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

Radiofrekvencie $\omega f = 2\pi \cdot f$
 1. Vlny vysokofrekvenčné $10^8 - 10^{10}$
 2. Vlny $\omega f = 10^7 - 10^8$
 3. Vlny $\omega f = 10^6 - 10^7$
 4. Vlny $\omega f = 10^5 - 10^6$
 5. Vlny $\omega f = 10^4 - 10^5$
 6. Vlny $\omega f = 10^3 - 10^4$
 7. Vlny $\omega f = 10^2 - 10^3$

$\ominus \rightarrow 25 \text{ kV/m}$

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Účinok elektrických polí sa zaznamenal po dlhej expozícii v poliach, ktorých intenzita bola $> 25 \text{ kV/m}$.

Tepelné účinky mikrovln sa prejavujú najmä na očnej šošovke, mozgu a mužských reprodukčných tkanivách.

Mikrovlny a rádiové vlny spôsobujú aj funkčné zmeny nervového a cievneho systému (bradykardia, hypotónia, tendencia k angiospazmom).

Po dlhotrvajúcej profesionálnej expozícii sa zistili príznaky **neurastenického syndrómu** (bolesti hlavy, únava, nervozita, nespavosť, závraty, zníženie psychickej a sexuálnej aktivity). Po expozíciách pri vojenských radaroch sa udáva zníženie počtu spermíi.

LIMITY - PRÍPUSTNÁ EXPOZÍCIA

V legislatíve SR sú pre expozíciu pracovníkov určené **najvyššie prípustné hodnoty elektrického poľa** v závislosti od frekvencie (f) vyjadrenej v hertzoch (Hz) a času (t) v hodinách (h).

Stanovujú sa aj **najvyššie prípustné hodnoty celkového pobytu v rámci 8-hodinového pracovného času**, ktorý môže jedinec stráviť v danej úrovni poľa (E), pričom sa neprekročia maximálne hodnoty prípustnej intenzity. Pre frekvencie 0-0,1 a 0,1-50 Hz je najvyššia hodnota intenzity elektrického poľa 42, resp. 30 kV/m a najvyšší prípustný čas pobytu je 2,7 h. Pre frekvencie 1 500-10 000 Hz je najvyššia prípustná hodnota intenzity elektrického poľa 1 kV/m.

Najvyššie prípustné hodnoty úrovne intenzity magnetického poľa pre pracovníkov - indukcie magnetického poľa (B) sa určujú v závislosti od frekvencie, 8-hodinový časovo vážený priemer je 0,2 T, pri frekvenciách 0,1-1,5 Hz 0,14 T. Ak sú elektrické a/alebo magnetické polia s jednou alebo viacerými frekvenciami prítomné súčasne, prepočítava sa súlad s limitmi podľa osobitných vzorcov.

Najvyššie prípustné hodnoty vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa pre pracovníkov uvádza tab. 6.

1. Vlny $\omega f = 10^8 - 10^9$
 2. Vlny $\omega f = 10^7 - 10^8$
 3. Vlny $\omega f = 10^6 - 10^7$

Tab. 6 Najvyššie prípustné hodnoty úrovne intenzity poľa a výkonovej hustoty pri neprerušenej expozícii
(Upravené podľa návrhu vyhlášky MZ SR. 2001)

Frekvencia (f) (MHz)	Intenzita elektrického poľa (E) (V · m ⁻¹)	Intenzita magnetického poľa (H) (A · m ⁻¹)	Stredná výkonová hustota (S) (W · m ⁻²)
1,01-0,038	1 000 (a)	42 (a)	
0,038-0,61	1 000 (a)	1,6/f (a)	
0,61-10	614/f	1,6/f	
10-400	61,4	0,16	10
400-2 000	3,07 · f ^{-1/2}	8,14 · 10 ⁻⁴ · f ^{1/2}	f/40
2 000-150 000	137	0,364	50
150 000-300 000	0,354 · f ^{1/2}	9,4 · 10 ⁻³ · f ^{1/2}	3,334 · 10 ⁻⁴ · f

Pre krátky čas expozície možno najvyššie prípustné hodnoty znížiť výpočtom podľa určených vzorcov. Pre impulzové žiarenie sú špičkové hodnoty intenzity poľa a výkonovej hustoty určené osobitne.

PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Elektrostatické náboje vznikajú pri používaní alebo spracovávaní nevodivcov (napr. v chemickom priemysle 500 kV · m⁻¹). Významným zdrojom sú vedenia elektrickej energie (50 Hz), trakčné systémy a magnetoimpulzové a elektrohydraulické zariadenia. Pod vedením 400 kV bola nameraná hodnota až 20 kV/m.

Magnetické polia sa vyskytujú v prevádzkach elektrolyz, kde sa namerajú hodnoty až 20 mT, v prevádzkach magnetickéj defektoskopie (desiatky mT) a pri výrobe a montáži magnetov (stovky až jednotky mT). Striedavé magnetické polia (50 Hz) sú v prevádzkach elektropeci (oceliarne, hliníkarne), kde sa hodnoty magnetickéj indukcie pri vodičoch pohybujú okolo 20 mT, pri peciach sú to jednotky až desiatky mT. Okrem toho sa vyskytujú pri defektoskopii, odmagnetovávaní výrobcov a v okolí meničov a transformátorov.

Elektromagnetické pole s frekvenciami 3-300 kHz tvoria vysielacie rádionavi-

gácie, zdravotnícke prístroje, videodispleje, indukčné ohrevy a rafinačné zariadenia. Na pracovných miestach sa môžu zistiť hodnoty E do 100 V/m a hodnoty B do 20 μT - 1 mT, resp. hodnoty H v rozmedzí 16-800 A · m⁻¹. Vo **frekvenčnom pásme 0,3-3 MHz** sú najvýznamnejšími zdrojmi elektromagnetického poľa rozhlasové vysielacie, amatérske vysielacie, indukčné ohrevy, vysokofrekvenčné oblúkové zariadenia na zváranie, rafinácie polovodivých materiálov a zdravotnícke prístroje. Do **frekvenčného pásma 3-30 MHz** patria krátkovlnné rozhlasové a amatérske vysielacie, občianske rádionovice, diatermia, dielektrické ohrevy, sušenie a lepenie dreva. V bezprostrednej vzdialenosti pri anténach občianskych a mobilných rádionovic a na pracovných miestach pri dielektrických ohrevoch a v blízkosti aplikátorov diatermie sa zistili hodnoty E stovky V/m. Zdrojmi vo **frekvenčnom pásme 30-300 MHz** sú najmä policajné, záchrannárske a hasičské vysielacie, vysielacie VKV a dielektrický ohrev. V **pásme nad 300 MHz** (mikrovlnné pásmo) sú významnými zdrojmi televízne prijímače, policajné, hasičské vysielacie, mobilné telefóny, radary, satelitné spoje, rádioréleové spojky, diatermia a pod. Výkonová hustota poľa (H) sa pohybuje od nemerateľných hodnôt do stoviek mW · cm⁻².

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Výrobcovia, dovozcovia a používatelia zdrojov elektromagnetického poľa sú povinní realizovať také **technické a organizačné opatrenia**, aby sa čo najviac znížila expozícia pracovníkov a nenastalo poškodenie zdravia. Najvyššie prípustné hodnoty určené pre jednotlivé druhy poľa sa nesmú prekračovať. Opatrenia sa vzťahujú aj na výstavbu a prevádzku zariadení so zdrojmi elektromagnetického poľa.

V rámci preventívnych opatrení je používateľ **povinný vykonávať skúšky zdrojov**, vypracúvať **prevádzkový poriadok**, informovať príslušné orgány o poruchách zdroja s možnosťou zvýšeného ožiarenia pracovníkov, prerušiť alebo obmedziť prevádzku, kým sa neodstráni porucha, označovať miesta, kde môže byť úroveň elektromagnetického poľa vyššia ako najvyššia prípustná hodnota, viesť záznamy o pobyte osôb na pracoviskách a uchovávať ich 20 rokov.

Prekročenie prípustných hodnôt sa musí vyrovnať časom bez expozície tak, aby denný priemer v sledovanom čase neprekročil najvyššiu prípustnú hodnotu.

V praxi sa preventívne opatrenia realizujú najmä vhodným umiestnením zdrojov a objektov, určením času a miesta pobytu pracovníkov v prostredí s elektromagnetickým poľom, technickými opatreniami (zatiernenie zdrojov alebo objektov vystavených žiareniu, používanie pohlcujúcich materiálov) a výmenou zdrojov. Ak nemožno zabezpečiť dostatočnú ochranu týmito opatreniami, príp. sa vyskytnú mimoriadne situácie, treba využívať **prostriedky osobnej ochrany** (ochranné obleky s kovovou sieťou a okuliare s kovovým filtrom).

HLUK

Zvuk je mechanické vlnenie pružného prostredia vo frekvenčnom rozsahu, ktoré vníma ľudské ucho, t. j. 16-20 000 Hz: ucho je najcitlivejšie na zvuky s frekven-

ciou 1 000-3 000 Hz. Maximálna ostrosť sluchu je medzi 20. a 25. rokom života, s postupujúcim vekom sa sluch zhoršuje (najmä vnímanie vyšších frekvencií).

Človek vníma akustický tlak v rozsahu 2 · 10⁻²-2 · 10⁴ Pa. Pri hornej hranici akustického tlaku je zvukový vnem spojený s bolesťou, čo sa označuje ako **prah bolesti** a zodpovedá asi 145 dB. Akustické vlnenie nad horným prahom počuteľnosti je **ultrazvuk**, pod dolnou hraničnou frekvenciou počuteľnosti **infrazvuk**. Zvukové vlny sa šíria od zdroja vzduchom, ale aj konštrukciou stavby alebo stroja, ktoré ich následne môžu vyžarovať do pracovného prostredia. Subjektívne vníma človek hlasitosť, výšku a farbu zvuku.

Ako **hluk** označujeme každý nežiaduci zvuk, ktorý ruší alebo obťažuje, príp. poškodzuje zdravie človeka. Podľa časového priebehu môže byť **impulzový** a **neimpulzový** - ustálený (rozdiel hladiny akustického tlaku ± 5 dB) alebo **premenlivý** či **premenlivý** (pravidelne alebo nepravidelne). Hluk s frekvenciou 8-20 kHz je **vysokofrekvenčný**.

Maximálna hladina A zvuku (L_{max,A}) je najvyššia hladina zvuku určená vo zvolenom časovom intervale pri použití časovej váhovej funkcie (fast, F).

Tónový hluk je zvuk, ktorému možno subjektívne priradiť výšku. Počuteľný zvuk je tónový, ak je tónová zložka jasne počuteľná a jej výskyt sa dá určiť na základe tretinooktávovej alebo úzkopásmovej frekvenčnej analýzy a ak je na hranici rozpoznateľnosti sluchom a objektívne sa môže zistiť úzkopásmovou analýzou. Zvukový impulz je jednorazový akustický dej charakterizovaný skokovým nárastom tlaku s následným rýchlym poklesom.

Impulzový hluk je hluk, ktorý vzniká v dôsledku jedného impulzu alebo viacerých zvukových impulzov, z ktorých každý trvá kratšie ako 1 s.

JEDNOTKY

Pri hodnotení vplyvu hluku na zdravie človeka sú rozhodujúce tieto charakteristiky:

145 dB - Práh bolesti

1. JEDNODUCHÝ
2. NEJEDNODUCHÝ

♦ **hladina akustického tlaku** (L) v decibeloch (dB), **hladina zvuku s frekvenčným vážením** (A) – priebežná hladina akustického tlaku, v ktorom sa použije akustický tlak korigovaný frekvenčnou váhovou funkciou A (L_A) v dB (A); skrátene sa nazýva **vážený akustický tlak**.

♦ **ekvivalentná hladina A zvuku**, t. j. časový priemer hladiny A zvuku (L_{eq}) v dB.

♦ **vrcholová hladina C zvuku** (špičková) – získava sa meraním hladiny C zvuku na zvukomere pri použití funkcie *peak* (Pk).

Expozícia pracovníkov hluku sa vyjadruje **hladinou zvukovej expozície** (L_{exp}) známou aj skratkou SEL (*sound exposure level*), **normalizovanou hladinou hlukovej expozície** ($L_{EN,eq}$) a **týždenným priemerom denných hodnôt normalizovanej hladiny hlukovej expozície**, ktorý sa používa na vyjadrenie expozície pracovníkov hluku vtedy, keď je celozmenová expozícia hluku v jednotlivých dňoch pracovného týždňa rôzna.

Expozícia hluku pri práci je pôsobenie hluku na pracovníka v určitom časovom intervale.

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Ak človek počúva dlhší čas slabý, sotva počuteľný zvuk, po chvíli ho prestane vnímať, pretože sluch sa adaptoval na podnet, ktorý nemá nijaký informačný alebo varovný význam. Tento jav sa nazýva **adaptácia na prahu sluchu**. Ak je zvuk silnejší, zvukový vnem úplne nevyznie, len sa oslabí jeho vnímanie. Tento jav je výsledkom **adaptácie organizmu na zvuk**. Ak intenzívny zvukový podnet trvá dlhšie, hlasnosť vnímaného zvuku sa ďalej znižuje a vzniká **sluchová únava**. Keď zvukový podnet prestane pôsobiť, únava sa stráca v závislosti od jej veľkosti po 30 s až niekoľkých hodinách. Pri kumulácii únavy sa jej odznievanie predlžuje na niekoľko dní, čo hraničí s vyčerpaním adaptačných mechanizmov. Takýto stav sa označuje ako **preťaženie sluchu** a prejavuje sa zaliehaním v ušiach aj po skončení práce, sešestím, pískaním v ušiach a šumami. Pri dl-

hotrvajúcim pôsobení nadmerného hluku vznikajú poruchy činnosti so zánikom zmyslových buniek vnútorného ucha, t. j. **chronická akustická trauma**.

Expozícia hluku vyvoláva spočiatku **dočasný posun sluchového prahu**, no pri dlhodobej expozícii nadmernému hluku s intenzitou nad 85 dB vzniká **trvalý posun sluchového prahu**. Tieto účinky patria do skupiny **špecifických účinkov na sluch**, ku ktorým patrí akútna akustická trauma, chronická akustická trauma, maskovanie zvukov a zhoršené spracovanie nových poznatkov.

K **nešpecifickým** alebo **systémovým účinkom** patria funkčné poruchy aktivácie CNS (autonómne, hormónové alebo biochemické reakcie a poruchy spánku), funkčné poruchy motorických funkcií (zmena zrakového poľa a poruchy koordinácie pohybu, čo môže mať za následok vyššiu úrazovosť) a **funkčné poruchy emocionálnej rovnováhy**.

Je dokázané, že expozícia hluku s vyššou intenzitou (100 dB) spôsobuje zvýšenie pulzovej frekvencie a krvného tlaku a pri dlhodobej expozícii sa zvyšuje riziko vzniku kardiovaskulárnych chorôb.

Rozhodujúcimi charakteristikami hluku z hľadiska jeho pôsobenia na ľudský organizmus sú intenzita, frekvencia a časový priebeh. Zvuky nad 2 000 Hz s úzkym frekvenčným rozsahom sú účinnejšie, krátke a nepravidelné zvuky vyvolávajú ťažkú reakciu a pôsobia rušivo. Aj monotónne zvuky s nízkou frekvenciou pôsobia veľmi rušivo. Účinky závisia okrem parametrov hluku vo veľkej miere od individuálnej vnímavosti človeka, veku, spôsobu života, prekonaných chorôb, súčasného zdravotného stavu, ale aj od vzťahu k zvuku a jeho zdroju (zvuk produkovaný vlastnou činnosťou nepôsobí rušivo, no taký istý zvuk produkovaný činnosťou niekoho iného môže byť vnímaný ako hluk).

METÓDY OBJEKTIVIZÁCIE

Pri meraní a hodnotení hluku na pracoviskách sa používajú 3 druhy limitných hodnôt, a to biologické, emisné a imisné.

Biologické hodnotenie hluku a jeho škodlivých účinkov sa vykonáva vtedy, keď sa hluková záťaž pracovníkov nedá presne vyhodnotiť fyzikálnym meraním (nepravidelne kolísavé hluky, prerušované, impulzové), keď sa na poškodení sluchu podieľajú aj ďalšie faktory (napr. expozícia toxickým látkam, vibráciami) a keď nie je známy vzťah medzi expozíciou, výskytom a veľkosťou poškodenia sluchu pracovníkov hlukom.

Základom je **audiometrické vyšetrenie** skupiny exponovaných pracovníkov v tichej audiometrickej komore, pričom sa hodnotí prírastok straty sluchu celej skupiny za 1 rok. Do hodnotného súboru nemôžu byť zaradení pracovníci so zápalovými alebo pozápalovými, príp. s posttraumatickými zmenami bubienka, s prevodovými poruchami (rozdiel medzi kostným a vzdušným vedením 15 dB a viac), s poruchou sluchu (aj jednostrannou) spôsobenou inými príčinami, nie hlukom, s nedoslýchavosťou, ktorá vznikla náhle, nie pôsobením hluku a je vyššia ako 40 dB, s percipčnými poruchami sluchu (aj profesionálnymi), ktoré nevznikli pôsobením hluku na sledovanom pracovisku alebo pri hodnotenej práci, ani s percipčnými poruchami sluchu, pri ktorých audiometrické krivky nemajú tvar typický pre poškodenie sluchu hlukom a pri ktorých možno dokázať inú etiológiu. Do súboru môžu byť zaradení jedine pracovníci so zmenami sluchu zapríčinenými dlhodobým pôsobením hluku na sledovanom pracovisku alebo pri sledovanej práci. Ak sa priemerná hodnota prahu sluchu sledovanej skupiny znižuje za 1 rok o viac než 1,5 dB, je to dôkaz, že hluk, ktorému je sledovaná skupina vystavená, je numeriadne agresívny.

Emisné hodnoty hluku charakterizujú zariadenia – zdroje hluku z hľadiska ich schopnosti vyžarovať akustickú energiu. Pomocou týchto hodnôt možno vypočítať rozloženie hladín hluku v určitom priestore, charakterizujú teda schopnosť zdroja rozozvučať určitý priestor. Táto vlastnosť sa vyjadruje **hladinou akustického výkonu**. Emisné hodnoty hluku patria medzi zá-

kladné technické charakteristiky strojov a slúžia na posudzovanie kvality strojov z hľadiska hluku a účinnosti vykonaných technických opatrení na zníženie ich hluku.

Imisné hodnoty hluku sa používajú na hodnotenie hluku na pracoviskách z hľadiska možných účinkov na organizmus človeka. Základom je meranie hlukových imisii, t. j. hodnôt hluku v miestach pobytu pracovníkov. Rozlišujeme priame meranie hlukovej záťaže, meranie hluku na pracovnom mieste a meranie hluku v pracovnom priestore.

Priame meranie hlukových imisii sa vykonáva tak, že mikrofón sa pripojí priamo na exponovanú osobu v blízkosti exponovanejšieho ucha. Mikrofón je spojený s malým hlukovým expozimetrom – dozimetrom. Hlukovú záťaž možno merať dlhodobo a vo veľmi premenlivých podmienkach. Hlukové expozimetre sú schopné merať ekvivalentnú hladinu hluku (L_{eq}) v dB alebo zvukovú expozíciu. Priame meranie sa vykonáva najmä pri prácach s prevahou fyzickej práce (obr. 4).



Obr. 4 Meranie expozície hluku pomocou osobného dozimetra

Hluk na pracovnom mieste sa meria vtedy, keď sa pracovníci v priebehu zmeny zdržiavajú prevažne na jednom pracovnom mieste a mimo tohto miesta sa nepohybujú v priestoroch, kde je hladina A hluku podstatne väčšia (viac než 10 dB) ako hluk na trvalom pracovnom mieste.

Meranie hluku v pracovnom priestore sa vykonáva vtedy, keď sa v hlučnom priestore pohybuje viac ľudí, priestor je zaplnený väčším počtom zdrojov hluku rovnakého druhu a úroveň hluku sa v pracovnom priestore výraznejšie nemení. Pracovníci sa prevažne časť pracovného času zdržiavajú v tomto priestore a mimo neho nie sú vystavení pôsobeniu intenzívnejšieho hluku.

Pri meraní hluku na pracovnom mieste a v pracovnom priestore možno použiť *frekvenčné analyzátory, hladinové analyzátory*, prip. sa robí záznam hodnôt hluku a v laboratóriu sa vykonávajú špeciálne analýzy. Takto sa meria vysokofrekvenčný hluk, ultrazvuk (do 50 Hz) a infrazvuk. Údaje o hluku získané pri nepriamom meraní hlukovej záťaže sa musia doplniť údajmi o dĺžke expozície, trvaní hluku a aj informáciami o spôsobe využívania pracovnej zmeny. Počas merania treba používať správnu – bežnú technológiu, zaužívaný technologický postup a dodržiavať bežný spôsob využívania pracovného času.

Hluk na pracoviskách sa hodnotí na základe *podrobného, bežného alebo prehľadového merania*. Pri podrobnom meraní sa výsledok odlišuje od skutočnej hodnoty o menej ako 0,5 dB, pri bežnom meraní o mernej ako 2 dB a pri prehľadovom meraní menej ako 5 dB. Ak sa predpokladá, že hluk značne prevyšuje prípustné limity, možno použiť prehľadové meranie. Ak sa hluk približuje k prípustným limitom, ale aj pri meraní ultrazvuku a infrazvuku sa používa metóda bežného merania. Podrobné merania sa uplatňujú zriedkavo, len v závažných prípadoch alebo pri posudzovaní strojov.

Neoddeliteľnou súčasťou merania a hodnotenia hluku na pracoviskách je zistenie druhu činnosti a dĺžky expozície

(na základe časovej snímky práce). Hodnotenie hluku na pracovisku spočíva v porovnaní nameraných hodnôt hluku, druhu vykonávanej práce a trvania expozície s prípustnými limitmi v legislatívnych úpravách.

LIMITY – PRÍPUSTNÁ EXPOZÍCIA

POČUTELNÝ ZVUK

Základnou veličinou pri posudzovaní hluku na pracovisku je **ekvivalentná hladina hluku za 8-hodinovú zmenu** ($L_{Aeq,8h}$). Táto veličina sa nazýva **normalizovaná hladina expozície hluku pre bežný pracovný deň 8 h** ($L_{EX,8h}$). Najvyššia prípustná hodnota pri týchto veličinách závisí od druhu činnosti, najmä od podielu duševnej činnosti pri práci, požadovaného sústredenia, potreby dorozumievania a tvorivého myslenia. Najvyššie prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku na pracoviskách sa vzťahujú na pracovné miesta a časti priestorov, v ktorých sa pracovníci zdržiavajú v pracovnom čase, na hluk z pracovnej činnosti, ako aj na hluk z pozadia, ktorý je pre pracoviská typický a vyskytuje sa trvale alebo opakovane. Určujúcimi veličinami hluku na pracoviskách sú *normalizovaná hladina hlukovej expozície alebo hodnotiaci hladina A zvuku a vrcholová hladina C zvuku*. Najvyššie prípustné hodnoty normalizovanej hladiny hlukovej expozície ($L_{EX,8h,p}$) a hodnotiacej hladiny A zvuku (L_{Aeq}) na pracovisku pre jednotlivé skupiny prác, druhy prác a činností sú v tab. 7.

Ak sa v priebehu pracovnej zmeny vykonávajú práce patriace do rozličných skupín, ekvivalentné hladiny v priebehu jednotlivých prác nesmú prekročiť najvyššie prípustné hodnoty pre jednotlivé skupiny. O zvýšených nárokoch možno hovoriť vtedy, keď chyby pri práci spôsobujú významné škody alebo poškodenie zdravia.

Ak je hluk tónový alebo impulzový, používajú sa na výpočet najvyššej prípustnej hodnoty príslušné korekcie. **Najvyššia prípustná vrcholová hladina C zvuku** ($L_{C,PK}$) na pracoviskách je 140 dB. Pri ne-

Tab. 7 Najvyššie prípustné hodnoty normalizovanej hladiny hlukovej expozície $L_{EX,8h,p}$ na pracoviskách podľa jednotlivých druhov činnosti (Upravené podľa nariadenia vlády SR o ochrane zdravia pred hlukom a vibráciami, 2002)

Skupina prác	Druh práce – činnosti	$L_{EX,8h,p}$ (dB)
I.	konceptná práca	40
II.	práca spojená s veľkým sústredením	45-50
III.	duševná práca rutinného charakteru, náročná na pozornosť a sústredenie s možnosťou ľahkého dorozumievania rečou	55-60
IV.	rutinná duševná práca s trvalým sledovaním okolia sluchom, práca vykonávaná na základe častkových sluchových informácií	65-70
V.	práca vyžadujúca pri fyzickej námahe presnosť a sústredenie alebo občasné sledovanie a kontrolu okolia sluchom	75-80
VI.	práca bez nárokov na duševné sústredenie, sledovanie a kontrolu okolia sluchom alebo dorozumievanie rečou	85

rovnomernom rozdelení pracovného času v priebehu pracovného týždňa alebo zmenách expozície v priebehu týždňa sa počíta týždenný priemer denných hodnôt **normalizovanej hladiny hlukovej expozície** ($L_{EX,Tp}$) a ten sa porovnáva s najvyššími prípustnými hodnotami. Ak normalizovaná hladina hlukovej expozície niektoré dni v týždni prekračuje 90 dB, týždenný priemer sa nemôže použiť na hodnotenie.

INFRAZVUK A NÍZKOFREKVENČNÝ HLUK

Určujúcou veličinou je **normalizovaná hladina G infrazvuku**. Pri krátkodobej expozícii nesmie maximálna hladina akustického tlaku v tretinooktávových pásmach 1–16 Hz prekročiť 137 dB. Pri výskyte nízkofrekvenčného hluku v oblasti tretinooktávových pásiem 20–40 Hz sú najvyššie prípustné hladiny číselne zhodné s hodnotami pre infrazvuk zníženými o 10 dB. **Maximálna hladina akustického tlaku** (L_{max}) nesmie prekročiť ani krátkodobu 132 dB.

ULTRAZVUK

Určujúcou veličinou je **normalizovaná hladina akustického tlaku v oktávovom**

pásme ($L_{Oeq,sh,p}$) so strednou frekvenciou 31,5 kHz.

VYSOKOFREKVENČNÝ ZVUK

Určujúcimi veličinami sú **normalizované hladiny akustického tlaku v tretinooktávových pásmach**.

Najvyššie prípustné hodnoty pre zvuk v skupine B–D sú uvedené v tab. 8.

PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Hluk je najčastejším zdravím škodlivým faktorom v pracovnom prostredí a v evidencii pracovníkov vykonávajúcich rizikové práce je v SR na prvom mieste (70 % pracovníkov vykonávajúcich rizikové práce).

Hlavnými zdrojmi hluku v pracovnom prostredí sú rozličné **stroje a technologické zariadenia**. Sú to najmä ručné mechanizované náradia poháňané spaľovacím motorom alebo stlačeným vzduchom – vŕtačky, zbijačky, šramačky (100–110 dB), elektrické náradie (90–100 dB), technologický hluk vznikajúci pri obrábaní materiálu a pod.

Veľké riziko hrozí najmä pri obsluhovaní veľkých strojov v **ťažkom priemysle**.

Tab. 8 Najvyššie prípustné hodnoty určujúcich veličín infrazvuku, ultrazvuku a vysokofrekvenčného zvuku

(Upravené podľa nariadenia vlády SR o ochrane zdravia pred hlukom a vibráciami. 2002)

Skupina prác	Infrazvuk	Ultrazvuk	Vysokofrekvenčný zvuk 8-12,5 kHz	Vysokofrekvenčný zvuk 20 kHz
I.	90	75	35	52
II.	95	80	40	57
III.	100	85	50	67
IV.	105	90	60	77
V.	115	100	65	82
VI.	116	105	70	87

hutníctve, strojárstve, chemickom priemysle a v baniach. Pri činnosti mnohých zariadení vzniká okrem mechanického hluku aj hluk súvisiaci s prúdením kvapalín, pár a plynov alebo hluk spôsobený horákmi kotlov a pecí. V textilnom priemysle sa v súčasnosti používajú ihlové a tryskové stavy s hlukom 88-93 dB.

Obrábacie stroje vo všetkých odvetviach spôsobujú technologický hluk. Jeho rušivosť často zvyšuje tónový charakter (napr. drevoobrábacie stroje). Tresk vzniká pri rôznych ťhacích prácach, razení bankských diel, práci v kameňolomoch a v stavebníctve pri nastreľovaní klinecovej a skrutiek do stavebných konštrukcií.

Zdrojom vysokofrekvenčného hluku a ultrazvuku sú najmä **ultrazvukové čističky, zváracíky a umývačky**, ktoré sa používajú pri náročnejších opravách strojov, výrobe presných dielcov obrábacích strojov, výroby presných dielcov obrábacích strojov, zvaraní plastov a textílií a pod.; sú zdrojom vysokofrekvenčného hluku v hornej okrajovej oblasti počuteľného pásma. Zváranie a rezanie pomocou **plazmových horákov** spôsobuje hluk so širokou frekvenčnou oblasťou vysokofrekvenčného hluku a ultrazvuku.

Infrazvuk môže vznikáť pri činnosti bežných mechanizmov alebo vplyvom pulzácie plynov (napr. pri doprave vzduchu ventilátormi), pričom dochádza k pomalému kolísaniu tlaku, t. j. k infrazvuku. Turbulencia vzduchu, niektoré horáky a konvertory môžu tiež spôsobiť infrazvuk.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

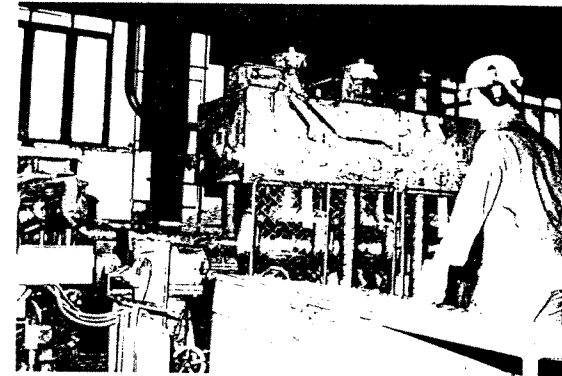
Opatrenia slúžiace na zamedzenie alebo zníženie hluku v pracovnom prostredí možno rozdeliť do niekoľkých skupín:

♦ **technické opatrenia** - odstránenie hluku potenciálnych zdrojov pri výrobe strojov a technologických zariadení, výber strojov a zariadení s nižším hlukom, kapotáž, protihlukové nátery, obklady materiálmi pohlcujúcimi hluk, zamedzenie prenosu konštrukciou budovy, izolácia človeka od zdroja hluku (protihlukové kabíny), protihlukové obklady stien;

♦ **technologické opatrenia** - nehlukové technológie, kryty dopravných trás materiálu;

♦ **organizačné opatrenia** - zníženie počtu exponovaných pracovníkov, skrátenie expozície (napr. numoriadnymi prestávkami, ktoré musia pracovníci tráviť v tzv. tichých priestoroch mimo hlučného pracoviska), striedanie pracovníkov, zaradovanie hlučných operácií do menej obsadených zmien, určenie rizikových prác, preventívne lekárske prehliadky;

♦ **osobná ochrana** (ak nemožno realizovať uvedené opatrenia alebo sa nimi nedosiahli hodnoty hluku pod 85 dB) - **zátky do uší, sluchadlové chrániče sluchu** (pri hluku nad 95 dB), príbory (obmedzujú aj kostné vedenie zvuku a používajú sa pri hluku nad 100 dB); (obr. 5).



Obr. 5 Vystavenie pracovníka hluku vo valcovni rúr. Sluchadlá utlmujú hluk až do 45 dB

VIBRÁCIE

Pri **vibráciách**, t. j. mechanickom knutanií ide o taký pohyb mechanickej sústavy alebo jej častí, pri ktorom je veličina charakterizujúca pohyb alebo polohu striedavo väčšia a menšia ako určitá rovnovážna alebo vzťažná hodnota. **Otras** je rýchla jednorazová alebo opakovaná zmena určujúcej veličiny mechanickej vibrácií.

Pri hodnotení vplyvu vibrácií na ľudský organizmus rozlišujeme niekoľko typov vibrácií.

Celkové vibrácie sa prenášajú na stojiacu, sediacu alebo ležiacu osobu ako na celok cez plochu povrchu tela, na ktorú pôsobia. Tieto vibrácie môžu pôsobiť v pozdĺžnom alebo v priečnom smere.

Vibrácie prenášané na ruky sa prenášajú na jednu alebo obidve ruky z rukoväti strojov a náradí, príp. z povrchu držaných predmetov.

Vibrácie, ktoré sa nemôžu označiť ako celkové ani ako prenášané na ruky a prenášajú sa na určitú časť tela, sú **miestne vibrácie**. Súradnicové systémy hodnotenia vibrácií prenášaných na ruky a celkových vibrácií sú definované v príslušných normách.

JEDNOTKY

Vibrácie charakterizujú tieto veličiny:

♦ **okamžité zrýchlenie vibrácií** (a_t) - je dané časovou deriváciou okamžitej rýchlosti vibrácií; vyjadruje sa v $m \cdot s^{-2}$.

♦ **zrýchlenie vibrácií, priebežné zrýchlenie vibrácií** (a_{pr}) - priebežná efektívna hodnota zrýchlenia vibrácií určená z časovej funkcie zrýchlenia vibrácií; vyjadruje sa v $m \cdot s^{-2}$.

♦ **vážené zrýchlenie vibrácií** - zrýchlenie vibrácií korigované frekvenčnou váhovou funkciou podľa druhu prenosu vibrácií (všeobecné označenie w , pre celkové vibrácie a_w , pre vibrácie prenášané na ruky a_{wR}); vyjadruje sa v $m \cdot s^{-2}$.

♦ **ekvivalentné vážené zrýchlenie vibrácií** (a_{eq}) - ekvivalentné zrýchlenie vibrácií určené pri uplatnení zvolenej frekvenčnej váhovej funkcie na časovú funkciu zrýchlenia vibrácií; vyjadruje sa v $m \cdot s^{-2}$.

♦ **normalizované zrýchlenie vibrácií** ($a_{\text{eq,sh}}$) - ekvivalentné vážené zrýchlenie vibrácií prepočítané na trvanie normalizovanej pracovnej zmeny ($T_n = T_o = 8$ h); vyjadruje sa v $m \cdot s^{-2}$.

♦ **veľkosť vektora zrýchlenia vibrácií, výsledné zrýchlenie vibrácií (a_v)** – zrýchlenie vibrácií vypočítané z ekvivalentných vážených hodnôt zrýchlení v definovaných smeroch súradnicového systému a z príslušných hodnotiacich súčiniteľov; vyjadruje sa v $m \cdot s^{-2}$.

♦ **hladina zrýchlenia vibrácií (L_a)** – je definovaná vzťahom $10 \log$ druhej mocniny pomeru zrýchlenia vibrácií, ktoré treba určiť, a referenčného zrýchlenia vibrácií; vyjadruje sa v dB.

Hladinové vyjadrenie zrýchlenia vibrácií sa používa aj na uvedené parametre, takže v praxi sa môžeme stretnúť s týmito veličinami:

♦ **hladina váženého zrýchlenia vibrácií (L_{wv})**.

♦ **hladina ekvivalentného váženého zrýchlenia vibrácií ($L_{weq,T}$)**.

♦ **hladina normalizovaného zrýchlenia vibrácií ($L_{weq,SP}$)**.

♦ **hladina normalizovaného zrýchlenia vibrácií vo frekvenčnom pásme ($L_{weq,SH}$)**.

♦ **hladina výsledného normalizovaného zrýchlenia vibrácií ($L_{wv,SH}$)** pre celkové vibrácie a $L_{wv,SH}$ pre vibrácie prenášané na ruky).

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Vibrácie prenášané na ľudské telo vyvolávajú mechanické kmitanie, resp. rezonanciu jednotlivých systémov – tkanív, čo sa prejavuje rôznymi príznakmi.

U pracovníkov niektorých profesií (voidiči autobusov alebo ťažkých nákladných áut, baníci) exponovaných dlhodobou **vibráciám prenášaným na celé telo** sa zaznamenáva vyššia incidencia kostrovosvalových, neurologických, obehových a tráviacich problémov, bolesti chrbta, poškodenie intervertebrálnych platničiek a degeneratívnych zmien chrbtice v porovnaní s ostatnou populáciou. Uvádzajú sa aj kostné zmeny a negatívne vplyvy na reprodukciu (spontánne potraty, kongenitálne malformácie, poruchy menštruácie). Príznakmi „vibračnej choroby“ sú gas-

trointestinálne problémy, poruchy zrakových funkcií, poruchy labyrintu a svalové bolesti. Kvantitatívne vzťahy medzi expozíciou a účinkami sa nepodarilo presne objektivizovať (napr. pri kinetóze, morskej chorobe sa príznaky výrazne viažu na expozíciu celkovým vibráciám a po jej skončení bez následkov ustúpia). Dlhodobé pôsobenie vibrácií má za následok celkovú únavu, sprevádzanú poklesom pozornosti, spomaleným a zhoršeným vnímaním, poklesom motivácie a znížením pracovnej výkonnosti.

Účinky vibrácií prenášaných na ruky sa môžu prejavovať pri frekvenciách 5–1 500 Hz, najčastejšie pri frekvenciách 125–300 Hz. Ich účinok ovplyvňuje amplitúda, zrýchlenie a trvanie expozície. Kumulatívna dávka, pri ktorej sa spravidla začnú objavovať príznaky poškodenia, je najmenej 2 000 h expozície, zvyčajne viac ako 8 000 h. Charakteristickým príznakom je spazmus digitálnych artérií následkom poškodenia periférnych nervov a cievného tkaniva vibráciami, poškodenie kĺbov a kostí, ako aj hypertrofia svalov stien artérií. Záchvat cievného spazmu môže trvať niekoľko minút až hodín a často súvisí s pôsobením chladu a vlhka a so zvýšeným napätím svalstva pri držaní nástroja. Prenos vibrácií ovplyvňuje sila stlačenia náradia alebo vibrujúceho predmetu, čo závisí od jeho hmotnosti, tvaru ťochopovej časti, zäcviku a pod. Prenos vibrácií ovplyvňuje aj postavenie ramena a ruky, kĺbov ruky pri práci a smer pôsobenia vibrácií.

METÓDY OBJEKTIVIZÁCIE

Na meranie a hodnotenie vibrácií sa môžu použiť všetky metódy, ktoré umožňujú dostatočne presne určiť všetky veličiny. Pri meraní sa postupuje podľa slovenských technických noriem (STN). Výsledky treba doplniť neistotou merania stanovenou v súlade s metrologickou praxou. Z nameraných alebo odvodených hodnôt sa musí zistiť, či neboli prekročené najvyššie prípustné hodnoty.

Na meranie sa používajú **zvukomery so snímačom vibrácií**. Merací refazec musí

byť kalibrováný pred meraním aj po meraní. Výber meracích prístrojov a metód musí zodpovedať podmienkam merania, charakteru meraných vibrácií, dĺžke expozície a faktorom prostredia.

LIMITY – PRÍPUSTNÉ EXPOZÍCIE

Najvyššie prípustné hodnoty určujúcich veličín vibrácií sa týkajú vibrácií na povrchu konštrukcii a predmetov v miestach, z ktorých sa môžu prenášať na človeka. Najvyššie prípustné hodnoty určujúcich veličín sa vzťahujú na výsledné normalizované zrýchlenie hodnotených vibrácií. Ekvivalentné vážené zrýchlenie vibrácií, ktoré zodpovedá kratším alebo dlhším časovým intervalom ako 8 h, sa prepočítava na normalizovanú hodnotu.

Najvyššia prípustná hodnota výsledného normalizovaného zrýchlenia vibrácií prenášaných na ruky ($a_{wv,SH}$) je $2,4 m \cdot s^{-2}$ a hladina výsledného normalizovaného zrýchlenia vibrácií ($L_{wv,SH}$) 127,5 dB. Najvyššie prípustné hodnoty vibrácií trvajúcich menej ako 20 min sú zhodné s najvyššími prípustnými hodnotami určenými pre vibrácie pôsobiace 20 min, t. j. $a_{wv,20min,p}$ je $11,8 m \cdot s^{-2}$ a hladina $L_{wv,20min,p}$ 141,5 dB. Pri výpočte výsledného normalizovaného zrýchlenia vibrácií pôsobiaceho na ruky sa používajú hodnotiace súčinitele $k_x = k_y = k_z = 1$.

Vibrácie prenášané na celé telo sa hodnotia na sedacej podložke (sediaci pra-

covník) alebo na podlahe (stojaci pracovník) vo frekvenčnom rozsahu určenom tretinooktávovými pásmami 1–80 Hz. Pri vibráciách chrbtovej opierky sa vibrácie hodnotia na povrchu časti opierky, ktorá je v kontakte s chrbtom pracovníka v smere osi x. **Najvyššia prípustná hodnota výsledného normalizovaného zrýchlenia prenášaného na celé telo ($a_{wv,p}$)** je $0,6 m \cdot s^{-2}$ a príslušná hladina zrýchlenia ($L_{wv,p}$) 115,5 dB. Najvyššie prípustné hodnoty zrýchlenia vibrácií s trvaním do 10 min sú zhodné s najvyššími prípustnými hodnotami určenými pre pôsobenie trvajúce 10 min, t. j. $a_{wv,10min,p}$ je $4,16 m \cdot s^{-2}$ a hladina $L_{wv,10min,p}$ 132,4 dB.

Ak sa pri vibráciách predpokladajú prechodné javy alebo otrasy, treba hodnotiť okrem ekvivalentného zrýchlenia ($a_{wv,p}$) aj maximálnu hodnotu váženého priebežného zrýchlenia ($a_{wv,max}$) v rovnakom časovom intervale. Ak je $a_{wv,max}$ väčšie alebo rovné $1,5 a_{wv,p}$ v danej osi, údaje sa musia uviesť pri hodnotení vibrácií.

Pri prácach s vyšším stupňom mentálneho zaťaženia a prácach vykonávaných v osobitných podmienkach sa najvyššie prípustné hodnoty výsledného normalizovaného zrýchlenia celkových vibrácií určujú súčinom najvyššej prípustnej hodnoty a korekčných činiteľov uvedených v tab. 9. Zodpovedajúce najvyššie prípustné hladiny zrýchlenia sa určujú súčtom hladiny zrýchlenia a korekcií uvedených v tab. 9.

Tab. 9 Korekcie a korekčné činitele

(Upravené podľa nariadenia vlády SR o ochrane zdravia pred hlukom a vibráciami 2002)

Skupina prác	Druh práce	Korekčný činiteľ	Korekcia (dB)
I.	náročná duševná činnosť	0,1	-20
II.	práce pri stacionárnych strojoch bez vlastného zdroja vibrácií	0,16	-16
III.	fyzická práca náročná na presnosť a sústredenie	0,32	-10
IV.	práca na samohybných strojoch so špeciálne upravenými povrchmi	0,5	-6
V.	riadenie motorových vozidiel a samohybných strojov	0,71	-3
VI.	fyzická práca nenáročná na presnosť, rutinná činnosť	1	0

*NPHV
2,4 m s⁻² → na ruku
au - celé telo 0,6 m s⁻²*

*L - hladina výsledného 127,5 dB
L → 115,5 dB*

Najvyššia prípustná hodnota vektora normalizovaného zrýchlenia miestnych vibrácií ($a_{\text{req,sh,p}}$) je $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ v tretino-oktávových pásmach so strednou frekvenciou 1–1 000 Hz. Najvyššia prípustná hladina normalizovaného zrýchlenia miestnych vibrácií v tretino-oktávových pásmach ($L_{\text{req,sh,p}}$) je 100 dB pri stredných frekvenciách 1–1 000 Hz.

PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Vibráciám sú vystavení pracovníci v **baniach** (lámanie, rúbanie horniny), v **lesnom hospodárstve** (pílenie motorovými pilami), v **stavebníctve** (práca s pneumatickými vrtačkami, zbijačkami), v **strojárstve** (obrábanie kovových výrobkov), v **doprave** a v **poľnohospodárstve** (práca na starých neudržiavaných strojoch a v dopravných prostriedkoch).

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Zmyslom preventívnych opatrení je obmedziť expozíciu pracovníkov na zdravotne bezpečnú úroveň. V praxi sa treba zamerať na zamedzenie alebo obmedzenie vzniku vibrácií v zdroji, na cesty prenosu vibrácií a na samotného pracovníka. Najúčinnéjšie je znižovanie akustickej emisie vibrácií a zvýšenie vložného útlmu na ceste prenosu. Najmenej účinné sú opatrenia na znižovanie akustickej emisie vibrácií.

Opatrenia možno rozdeliť do niekoľkých skupín:

- ♦ **technické opatrenia** – pri výrobe strojov a zariadení, výber vhodného náradia,
- ♦ **organizačné opatrenia** – skrátenie expozície, striedanie prác, vyhlásenie rizikovej práce, lekárske preventívne prehliadky, obmedzenie vplyvu chladu a vlhka, zohrievárne, rehabilitácia, rekondičné peny,
- ♦ **osobná ochrana** – v súčasnosti nie je dostatočne účinná.

TEPELNO-VLHKOSTNÁ MIKROKLÍMA

Teplno-vlhkostné podmienky vnútorného prostredia sú dané teplotou, relatívnou vlhkosťou a rýchlosťou prúdenia vzduchu. Tieto parametre sa navzájom ovplyvňujú a zmena jedného vyvolá zmenu ostatných. Ich vzájomný pomer je základom pocitu pohody, resp. nepohody. Ak sú ich hodnoty príliš vysoké alebo príliš nízke, môžu pôsobiť škodlivo na zdravie.

Teplota vzduchu je určujúcou veličinou tepelnej pohody alebo tepelnej záťaže pracovníka.

Tepelná pohoda je stav tepelnej rovnováhy medzi organizmom a prostredím bez zapojenia termoregulačných mechanizmov. Závisí od tepelného stavu pracovníka, ktorý je daný tepelnou bilanciou, t. j. pomerom medzi tvorbou tepla v organizme a teplom odvádzaným z organizmu. Otvplyvňuje ju aj vykonávaná práca, odev, zdravotný stav pracovníka a tepelno-vlhkostná mikroklíma. Tepelná pohoda významne vplyva na celkový pocit pohody a regenerácie, a tým aj na pracovnú výkonnosť. Optimálna teplota vzduchu je rôzna a odlišuje sa podľa druhu vykonávanej práce – tried práce (v závislosti od energetického výdaja). Výmena tepla medzi človekom a prostredím sa uskutočňuje konvekciou (vedením), radiáciou (vyžarovaním) a evaporáciou (odparovaním – potením).

Relatívna vlhkosť vzduchu je pomer maximálnej a absolútnej vlhkosti. Závisí od vonkajšej vlhkosti, technologických alebo iných zdrojov vlhkosti a od počtu ľudí, ktorí sa v miestnosti nachádzajú (dýchanie, potenie). Vplyvom kúrenia sa v zimnom období znižuje (až na 20 %). V prostredí s relatívnou vlhkosťou nad 60 % sa môžu vyskytovať plesne. Na zmeny tejto veličiny je človek podstatne menej citlivý ako na zmeny teploty, ale aj v tomto prípade sa evidujú negatívne zdravotné následky.

Rýchlosť prúdenia vzduchu má tiež význam pre pocit pohody. Ak je prúdenie vzduchu príliš pomalé (menej ako $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), človek má pocit, že vzduch sa „nehýbe“.

Rýchlejšie prúdenie vzduchu môže pôsobiť zasa rušivo (ako prievan) alebo vyvolať dokonca zdravotné ťažkosti.

JEDNOTKY

Teplota sa vyjadruje v stupňoch Celzia ($^{\circ}\text{C}$), **relatívna vlhkosť** v % a **rýchlosť prúdenia** vzduchu v metroch za sekundu ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Poškodenia chladom môžu byť celkové alebo miestne. Medzi faktory, ktoré ovplyvňujú riziko a výsledný účinok, patrí teplota vzduchu alebo vody, vlhkosť, rýchlosť prúdenia vzduchu, dĺžka expozície, druh ochranného odevu a vybavenia, druh vykonávanej práce, vek a zdravotný stav pracovníka.

Pri celkovej hypotermii prebiehajú dva typy fyziologických reakcií – vazokonstrikcia povrchných kožných a podkožných ciev s cieľom znížiť tepelné straty a zvýšenie tvorby metabolického tepla vôleými pohybmi a trasom. Pri systémovej hypotermii klesá spotreba kyslíka (asi 7 % na 1°C), spomaľuje sa repolarizácia myokardu so zvýšením rizika komorovej fibrilácie a vyvíja sa hypoglykémia. Telesná teplota klesá rýchlejšie pri vlhkom obliečení, ponorení do vody a pri vyčerpaní.

Miestna hypotermia postihuje najčastejšie nos, lica, ušné boltce, prsty rúk a chodidlá, pretože v ich tkanivách sa tvoria kryštáliky ľadu, čo má za následok miestne hypotermické poškodenie. Ak teplota kože klesne pod 25°C , spomaľuje sa metabolizmus tkaniv a pri pokračovaní práce sa zvyšuje nedostatok kyslíka. Pri teplote 15°C sa môže následkom ischemie a trombózy poškodiť tkanivo a pri teplote -3°C nastáva zmrazenie tkaniva. Poškodenie sa prejavuje omrzlinami (akútne). Pri dlhotrvajúcej expozícii vznikajú ulcerózne, fibrotické a atrofické lézie.

Účinky nadmerného tepla (horúčavy) na organizmus môžu byť miestne (popálenie rôzneho stupňa, ako jednorazový dej, ktorý má charakter úrazu) a celkové. Pri

nadmernej expozícii horúcemu prostrediu môžu vznikaf zdravotné poruchy v podobe úpalu, vyčerpania z horúčavy, kŕčov z horúčavy, synkopy a poškodenia kože.

Pre zachovanie stálej vnútornej teploty je potrebná rovnováha medzi tvorbou tepla a výdajom tepla. Túto rovnováhu reguluje hypotalamus, a to zmenami svalového napätia, napätím ciev a funkciou potných žliaz. Produkcia potu a potenie (evaporácia) predstavuje hlavný mechanizmus straty tepla. Prenos tepla z povrchu kože do obklopujúceho média – plynu alebo kvapaliny (konvekcia) alebo medzi dvoma telesami priamym kontaktom (kondukcia) prichádzajú tiež do úvahy, pravdepodobnosť tohto spôsobu však klesá so stúpajúcou teplotou. Pasívny prenos tepla prostredníctvom infračerveného žiarenia z teplejšieho objektu na chladnejší objekt (radiácia) predstavuje za normálnych podmienok asi 65 % straty tepla organizmu. Strata tepla týmto spôsobom klesá tiež so stúpajúcou teplotou. Za normálnych podmienok sa potením stráca asi 20 % tepla a so stúpajúcou teplotou jeho význam narastá. Poteenie je však limitované vlhkosťou a pri 100 % relatívnej vlhkosti je neúčinné.

Časovo rozpisaná a regulovaná expozícia horúcemu prostrediu so stúpajúcou intenzitou a trvaním, t. j. aklimatizácia umožňuje organizmu prispôbovať sa teplu potením, zvýšenou produkciou potu, znižovaním obsahu solí v pote, zvyšovaním objemu plazmy a zvyšovaním srdcového a minútového objemu pri poklese srdcovej frekvencie. Citlivosť na horúčavu a zníženie produkcie potu ovplyvňujú viaceré faktory – obezita, kožné choroby, znížený prietok krvi kožou, dehydratácia, hypotenzia, choroby srdca so znížením srdcového objemu, požívanie alkoholu a liekov spôsobujúcich dehydratáciu, zvýšenie svalovej aktivity, infekcie, nádorové choroby, malnutícia a ďalšie chorobné stavy, ktoré zhoršujú fyzičnú kondíciu a obmedzujú poteenie a odpoveď obehového systému na horúčavu. Znášané vysokých teplôt závisí aj od veku a pohlavia. Starší ľudia sa ťažšie aklimatizujú pre

nižšiu schopnosť potenia a ženy vytvárajú pri tej istej práci viac tepla ako muži.

Úpal, ktorý vzniká následkom zlyhania termoregulácie, sa prejavuje zvýšenou dráždivosťou, zmätenosťou, prodromálnym vyčerpaním z horúčavy, kolapsom a psychotickým správaním.

Vyčerpanie z horúčavy vzniká pri znížení objemu tekutín a elektrolytov v organizme a prejavuje sa slabosťou, bolesťami hlavy, synkopami, nauzeou, vracaním, smädom (nedostatok vody), čkaním a svalovými kŕčmi (nedostatok soli).

Kŕče z horúčavy vznikajú pri deficite soli a prejavujú sa bolestivými spazmami svalov, slabosťou, nauzeou a vracaním.

K poškodeniam kože teplom patrí tepelný rash (retencia potu pri obštrukcii vývodov potných žliaz), erytém, intertrigo a tepelná urtikária. Popáleniny môžu dosahovať I.-III. stupeň.

Pri niektorých prácach vzniká časová alebo priestorová **nerovnomerná tepelná záťaž** (napr. pri nakladaní tovaru z mraziacich boxov do áut, pri dotyku s horúcimi alebo chladnými predmetmi).

Pri **nízkej relatívnej vlhkosti** sa vysušujú sliznice horných dýchacích ciest a znižuje sa ich ochranná funkcia, čím sa zvyšuje možnosť vzniku infekcii a prenikania rozličných škodlivín.

Pri **vysokéj relatívnej vlhkosti** sa v ovzduší nachádzajú plesne, ktoré môžu spôsobovať závažné zdravotné problémy (napr. dýchacie ťažkosti, bolesti hrdla, bolesti hlavy, nádchu, zvýšenú teplotu, vracanie, bolesti chrbta a kĺbov).

Nadmerné ochladzovanie tela odparovaním potu pri **rýchlom prúdení vzduchu** môže mať za následok celkové prechladnutie. Veľmi nepriaznivo vníma človek nielen nerovnomerné prúdenie vzduchu v priestore, ale aj lokálne pôsobenie prúdu vzduchu na niektorú časť tela (napr. z privodných otvorov vzduchotechnických zariadení).

METÓDY OBJEKTIVIZÁCIE

Teplota vzduchu sa meria presnými **termometrami**, ktoré sú chránené pred účinkami sálania.

Relatívna vlhkosť vzduchu sa určuje z rozdielu teplôt tiených kvapalinových teplomerov, z ktorých jeden je krytý navlhčenou tkaninou (Assmanov psychrometer).

Prúdenie vzduchu sa meria lopatkovým alebo miskovým **anemometrom**, sálavé teplo sa zisťuje **radiometrom**.

Metódou komplexného hodnotenia klimatických podmienok na pracovisku je **meranie výslednej teploty** guľovým **Ver-nonovým teplomerom** alebo **katateplomerom**.

LIMITY - PRÍPUSTNÉ EXPOZÍCIE

Tepelná pohoda je výsledkom pôsobenia súboru faktorov:

• teplota, relatívna vlhkosť, prúdenie vzduchu a **tepelné žiarenie** (sálanie) ako faktory určované pracovným prostredím.

♦ tepelná produkcia pracovníka ako výsledok jeho pracovnej aktivity, ktorá závisí od veku, stavu výživy, stupňa pracovného zácviku a aklimatizácie na tepelné podmienky.

♦ oblečenie,
♦ technické opatrenia, ktorými sa človek chráni pred účinkami faktorov pracovného prostredia.

Podľa energetickej náročnosti práce sa jednotlivé činnosti zaraďujú do tried (tab. 10).

Legislatívne úpravy určujú v závislosti od druhu vykonávanej práce **optimálne tepelné podmienky a dlhodobú i krátkodobú únosnú tepelnú záťaž**. **Dlhodobá záťaž** je limitovaná množstvom vody, ktorú pracovník stráca potením a dýchaním. **Krátkodobá únosná záťaž** je určená na základe množstva akumulovaného tepla v organizme, ktoré nesmie prekročiť $50 \text{ W} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^2$, čomu zodpovedá zvýšenie teploty telesného jadra o $0,8 \text{ K}$, zvýšenie priemernej teploty kože o $3,5 \text{ K}$ a zvýšenie pulzovej frekvencie na $150/\text{min}$.

Podľa energetickej náročnosti práce a teplotnoizolačných vlastností odevov sú vy-

Tab. 10 Triedy práce podľa celkového (brutto) energetického výdaja

Trieda práce	Príklady činnosti	Energetický výdaj (q_w) ($\text{W} \cdot \text{m}^2$)
I. veľmi ľahká	sedenie s miernou aktivitou, uvoľnené státie	< 80
II. a ľahká	činnosť postojacky, pri chôdzi, prenášanie ľahkých bremien - laboratorné práce, výstupná kontrola	81-105
II. b ľahká	prenášanie ťažkých bremien, predávači, vodiči autobusov, zváranie, strojnictváre	106-130
III. a stredná	práca postojacky, občas v predklone, chôdza, zapojenie oboch ramien - skladníci, mechanici, maliari	131-160
III. b stredná	práca postojacky, v predklone, chôdza, zapojenie oboch ramien a trupu - skladanie tehál, záhradnícke a poľnohospodárske práce, žehlenie bielizne	161-200
IV. a ťažká	práca spojená s rozsiahlou činnosťou svaistva trupu horných a dolných končatín - stavebníctvo, práce v lese, práca so zbižkou, s lopatou atď.	201-250
IV. b ťažká	práca v poľnohospodárstve, sekanie kosou, práce v baníctve, búrание mäsa	251-300
V. veľmi ťažká	transport ťažkých bremien, ručné kovanie	> 300

pracované **krátkodobu a dlhodobú únosnú hodnotu trvania práce** (pre teplo i chlad) a podľa nich možno určovať režim práce a odpočinku a prispôbovať oblečenie pracovníkov.

Podľa druhu činností rozdelených do tried práce je určené rozmedzie teplôt (t_a), rýchlosti prúdenia vzduchu (v_a) a relatívnych vlhkostí vzduchu (FI) pre **optimálne a prípustné tepelno-vlhkostné mikroklimatické podmienky**. Tieto hranice sú určené osobitne pre chladné a teplé obdobie roka (tab. 11, tab. 12).

Odporúčané hodnoty relatívnej vlhkosti sa pohybujú v rozmedzí **50-70 %**. Nerovnomerné prúdenie vzduchu dopadajúce na určitú časť tela je subjektívne neprijemné a môže spôsobiť objektívne zdravotné problémy (napr. vývoje vzduchotechnických zariadení nasmerované na dolné končatiny alebo chrbty pracovníkov). Rozdiel teplôt medzi úrovňou hlavy a nôh pracovníka nemá presahovať $3 \text{ }^\circ\text{C}$.

PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Expozícia chladu prichádza do úvahy pri prácach vonku, ale i vo vnútorných priestoroch (napr. mäsiari na bitúňkách, baliči mäsa, pracovníci mraziarní, stavební robotníci, skladníci, lešní robotníci, poštári, požiarnici, záchranári vrátane rýchlej zdravotnej služby, cestári, policajti, údržbári železničných tratí, montéri rozvodných závodov a i.). Riziko sa zvyšuje u starších pracovníkov, diabetikov, ľudí s chorobami nervového systému, ktoré ovplyvňujú periférnu citlivosť, s chorobami kardiovaskulárneho systému ovplyvňujúcimi srdcový objem, po požití alkoholu alebo liekov (barbituráty, fenotiazíny) atď.

Medzi pracovníkov **exponovaných nadmernému teplu - horúčave** patria hutníci, taviči, sklári, poľnohospodári, stavební robotníci, cestári - asfaltéri, morskí rybári, ale aj ženy pracujúce v žehliarňach v odevných podnikoch, v čistiarniach a i.

Tab. 11 Rozsah optimálnych a prípustných mikroklimatických podmienok pre chladné obdobie roka

Trieda práce	Optimálna teplota (°C)	Prípustná teplota (°C)	Rýchlosť prúdenia vzduchu (m · s ⁻¹)
I.	20-23	18-24	< 0.1
II. a	15-20	13-21	0.1-0.2
II. b	12-17	9-18	0.2-0.3
III. a	10-14	7-17	0.2-0.3
III. b	8-12	6-15	0.2-0.3
IV.-V.		neurčuje sa	

Tab. 12 Rozsah optimálnych a prípustných mikroklimatických podmienok pre teplé obdobie roka

Trieda práce	Optimálna teplota (°C)	Prípustná teplota (°C)	Rýchlosť prúdenia vzduchu (m · s ⁻¹)
I.	23-26	20-28	0.1-0.2
II. a	20-24	16-27	0.2-0.3
II. b	17-22	14-26	0.2-0.3
III. a	13-19	9-22	0.2-0.3
III. b	7-16	5-20	0.2-0.3
IV.-V.		neurčuje sa	

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Pri práci v chlade má mimoriadny význam tepelná izolácia pracovníka, t. j. ochranný odev. Vhodné oblečenie (odev, rukavice) zabraňuje prenikaniu vetra a vlhka na kožu a zároveň umožňuje potenie a zachytávanie potu. Účinnéjšie je viacvrstvové oblečenie. Dôležitá je rýchla výmena vlhkého odevu za suchý, nevhodné je tesné oblečenie.

K organizačným opatreniam patrí najmä úprava režimu práce a odpočinku (striedanie pracovníkov, pracovné prestávky v priaznivých mikroklimatických priestoroch, zabezpečenie dozoru pri výkone prác v extrémnych podmienkach), používanie zohrievaní, podávanie teplých nápojov a teplých jedál a pod.

Dôležitý je aj výber pracovníkov spôsobilých na prácu v chlade (fyzicky zdatní, bez metabolických, cievných alebo nervo-

vých porúch, ktoré by zvyšovali riziko nepriaznivého pôsobenia chladu, nefajčiari, abstinenti, neužívanie liekov).

Veľký význam má aj aklimatizácia na chlad, t. j. postupné predlžovanie pobytu v chladnom pracovnom prostredí.

Súčasnou prevenciou je nácvik používania ochranných odevov a osobných ochranných pracovných prostriedkov, ako aj rozpoznanie včasných príznakov celkovej a lokálnej hypotermie a poskytovanie prvej pomoci.

Pri práci v nadmernom teple sú dôležité takisto technické opatrenia (zníženie intenzity zdroja tepla, odčlenenie zdroja - mechanické clony, zásteny, miestne ochladzovanie pracovníka - vzduchové alebo vodné sprechy, celkové vetranie - prirodzené, nútené) a organizačné opatrenia (režim práce a odpočinku - striedanie pracovníkov, pracovné prestávky v priaznivých mikroklimatických podmienkach a i.).

Podobne ako pri práci v chlade veľký význam má používanie ochranných odevov (ochrana pred popálením, prívod chladeného vzduchu, pohlcovanie potu a i.). Nesmie sa zabúdať ani na pitný režim. Jeho cieľom je nahrádzať stratu tekutín a soli už v priebehu pracovnej zmeny tak, aby sa predišlo nežiaducim negatívnym zdravotným príznakom.

Ochranné nápoje treba poskytovať pri prácach, pri ktorých zamestnanec stráca potením, dýchaním a pod. priemerne viac než 1 l tekutín za pracovnú zmenu.

Za prácu v nadmernom teple sa pokladá aj práca v letnom období, keď teplota vzduchu na pracovisku dva dni po sebe prekračuje teplotu 32 °C a pobyt pracovníka na pracovisku trvá viac ako 4 hodiny. Zamestnávateľ je povinný poskytovať zamestnancom pri práci ochranné nápoje v dostatočnom množstve a kvalite na mieste dostupnom z pracoviska.

Dostatočným množstvom ochranných nápojov rozumíme množstvo zodpovedajúce 60 % množstva tekutiny stratenej potom a dýchaním za 8-hodinovú pracovnú zmenu. V prostredí s relatívnou vlhkosťou viac než 80 % pripadá z celkového množstva ochranných nápojov: na nahradzujúce nápoje 90 % a na občerstvujúce nápoje 10 %. V prostredí s relatívnou vlhkosťou do 80 % (vrátane) pripadá na nahradzujúce nápoje 80 % a na občerstvujúce nápoje 20 %. Pri teplote nad 30 °C a pri intenzívnom sálení tepla alebo pôsobení obidvoch faktorov sa podávajú nahradzujúce aj občerstvujúce nápoje. Nahradzujúce nápoje slúžia na doplnenie tekutín a látok stratených nadmerným potením pri práci v teplem prostredí. Ako studené (asi 15 °C) nahradzujúce nápoje sa môžu používať minerálne vody, chlóridouhličitanové a hydrouhlčitanochlóridové kyselky, voda so sirupom, šípkový alebo ostružinový čaj, sódová voda a pod. Jednotlivé druhy minerálnych vôd (aj chuťovo upravených) treba striedať. Celkové množstvo sódovej vody vrátane množstva zahrnutého do občerstvujúcich nápojov nesmie prekročiť 2 l na osobu a pracovnú zmenu. Ako vlažné nápoje (22 °C)

sa používajú čaje (šípkový čaj a i.). Občerstvujúcimi nápojmi možno predchádzať neprimeraným reakciám organizmu na tepelné zaťaženie, najmä nadmernému pocitu smádu. Tieto nápoje môžu byť chladené (asi 12 °C) - stolové minerálne vody vrátane chuťovo upravených, ovocné mušty, šťavy, sódová voda, špeciálne iónové nápoje alebo teplé - šípkový čaj, ovocné čaje a pod. Ochranné nápoje musia byť zdravotne bezchybné, musia mať vhodné chuťové vlastnosti a teplotu, nesmú obsahovať alkohol a viac než 6.5 % cukru. Pri ich podávaní sa musia dodržiavať opatrenia zabráňujúce šíreniu infekčných chorôb.

Špecifickým preventívnym opatrením pred negatívnym pôsobením nadmernej tepelnej záťaže je aklimatizácia na teplo, t. j. dosiahnutie takých zmien v organizme, ktoré vznikajú postupne ako odpoveď na stúpajúcu tepelnú záťaž. Aklimatizácia je potrebná pri nástupe nových pracovníkov, ale aj po dlhšej neprítomnosti v práci „starých“ pracovníkov.

Pred zaradením pracovníkov do pracovného procesu so zvýšenou expozíciou nadmernému teplu treba posúdiť ich zdravotnú spôsobilosť a identifikovať tých jedincov, pre ktorých by práca v takomto prostredí znamenala zvýšené riziko (zdravotný stav, užívanie liekov). Pracovníci musia sami poznať včasné príznaky poškodenia horúčavou, ako aj zásady správnej výživy a pitného režimu.

VYKUROVANIE A VETRANIE

Ide o systémy, pomocou ktorých sa zabezpečujú primerané tepelné podmienky (vykurovanie), prívod čerstvého vzduchu, odvod vzduchu kontaminovaného chemickými látkami a prachom, odvod tepla a vlhkosti (vetranie) a prívod čistého vzduchu s upravenou teplotou a vlhkosťou (klimatizácia).

V našom klimatickom pásme je v zimnom období nevyhnutné vykurovanie väčšiny vnútorných pracovných priestorov. V priemysle sa nemusia vykurovať iba prevádzky s technologickými zdrojmi

tepla, ktoré zabezpečujú zároveň tepelnú pohodu pracovníkov. Pri riešení vetrania, vykurovania a klimatizácie sa musia vždy rešpektovať zásady ochrany zdravia.

Na všetkých pracoviskách musí byť zabezpečená účinná výmena vzduchu **vetraním**, ktoré môže byť **prírodné** (samochimné, aberácia), **nútené** (umelé, mechanické) alebo **združené** (je kombináciou predchádzajúcich spôsobov vetrania). **Vetranie** alebo ventilácia upravujú **pracovné** ovzdušie dodávaním a odvádzaním veľkých objemov vzduchu. Ventilácia slúži na **riedenie** koncentrácií (až po prípustné hodnoty), na **odstraňovanie** škodlivín, **ohrievanie** alebo **ochladzovanie**. Môže slúžiť aj na **úpravu** vlhkosti, pachov a iných podmienok v pracovnom prostredí. Vetracie otvory majú byť umiestnené tak, aby zabezpečovali dostatočné prevetrávanie

všetkých pracovných miest a množstvo vymieňaného vzduchu i jeho úprava **vyhovovali** druhu a fyzickej náročnosti práce, ako aj predpokladanému znečisteniu pracovného ovzdušia. Samotné vetranie **nesmie** byť zdrojom škodlivých faktorov **pre** pracovné ovzdušie. Pri nútenom vetraní a klimatizácii s čiastočným obehom vzduchu je dôležité, aby podiel vonkajšieho vzduchu predstavoval najmenej 10 % celkového množstva vymieňaného vzduchu. Obehový vzduch nesmie obsahovať nijaké **dráždivé** alebo **škodlivé** látky, a preto záleží na tom, odkiaľ sa vzduch nasáva. Všetky vetracie, klimatizačné a vykurovacie zariadenia musia byť riešené tak, aby od začiatku pracovnej zmeny zabezpečovali požadovanú kvalitu prostredia z hľadiska mikroklimatických podmienok a aby hodnoty škodlivín neprekračovali najvyššie prípustné hodnoty. Nútené vetranie alebo klimatizácia sa inštalujú do **radiacích centier**, **velínov**, **kabin žeriavov** a **prevádzok**, v ktorých sa vyskytujú chemické škodliviny a prach alebo sú v nich nevyhovujúce mikroklimatické podmienky. V prevádzkach s výskytom chemických škodlivín, prachu alebo inak znečistených (mikróby a pod.) sa rieši nútené vetranie tak, aby škodliviny neprenikali do okolia ani vnútorného prostredia.

VERANIE

a) prirodzené (samochemná aberácia)
b) nútené umelé (umelé mechanické)
c) združené (kombinované)

30 m³/h → stála miera
50 m³/h → miera posediacej
70 m³/h → miera posediacej
90 m³/h → miera posediacej

Veľmi dôležité zariadenia na odstraňovanie chemických škodlivín z prostredia majú **signalizačné prvky**, ktoré upozorňujú na poruchy chodu vetracieho systému. Pri odvádzaní vzduchu z prevádzok do voľného ovzdušia sa nesmú prekročiť stanovené imisné limity.

Z hľadiska výmeny vzduchu pri vetraní treba rozlišovať druhy vykonávanej činnosti v odvetrávanom priestore. V prevádzkach bez zdrojov škodlivín a so zákazom fajčenia stačí 1-2-násobná výmena vzduchu za 1 h. Pri vyjadrení na 1 pracovníka sa počíta výmena 30 m³/h pri ľahkej práci, 50 m³/h pri práci posediacky, 70 m³/h pri práci postojacky a pri chôdzi, 90 m³/h pri ťažkej práci a v priestoroch, kde sa fajčí, je potrebná výmena 100-200 m³/h.

V prevádzkach s technologickými zdrojmi tepla treba robiť zároveň opatrenia, ktorými sa zamedzí tepelné pôsobenie na okolie. Najčastejšie sa uplatňuje tepelná izolácia horúcich plôch, odvádzanie spalin a iných teplých plynov do vonkajšieho prostredia, miestne odsávanie zohriateho vzduchu, pár a plynov, ako aj chladenie zdrojov vzduchom alebo vodou.

V horúcich priemyselných prevádzkach treba zabezpečiť prírodné alebo združené vetranie, ak nie je k dispozícii klimatizácia. Prírodné vetranie využíva tlakové rozdiely spôsobené rozdielnou hmotnosťou vonkajšieho (chladnejšieho) a vnútorného (teplejšieho) vzduchu a účinok vetra (napr. v hutách, strojárskych, sklárskych a iných prevádzkach). Tam, kde sú zdroje sálavého tepla, treba okrem vetrania, príp. chladenia vzduchu zabezpečiť ochranu pracovníkov pred sálavým teplom, najmä izoláciou povrchov zariadení a potrubí, vzdušnými clonami proti sáľaniu, nátermi s nízkym súčiniteľom sáľania, vzduchovými sprchami, odevmi a pod.

Nútený prívod vzduchu do prevádzok sa realizuje buď ústrednými zariadeniami so strojovňou, alebo rozvodom potrubiami s vyústením, resp. s tzv. vetracími jednotkami.

Pri nútenom vetraní možno dosiahnuť vo vetraných priestoroch určité tlakové

pomery, a to pretlak, podtlak alebo tlak vyrovnaný s okolím. Voľba typu vetrania závisí od druhu pracovnej činnosti a prítomnosti škodlivých faktorov.

Pretlakové vetranie sa používa vtedy, keď treba zabrániť prenikaniu vzduchu zo susedných priestorov (tzv. čisté priestory typu operačných sál).

Podtlakové vetranie sa uplatňuje na pracoviskách, **so** zariadením obsahujúcim škodliviny, keď treba zabrániť jeho prenikaniu do susedných priestorov.

Pri **združenom vetraní** ide o kombináciu núteného prívodu vzduchu a odvádzania vzduchu (napr. strechovými svetlíkmi). Tento systém sa používa najmä v mokrych prevádzkach so vznikom vodnej pary.

Miestne vetranie, resp. **odsávanie** slúži na zachytenie škodlivín v mieste ich vzniku a na odvedenie prevádzok alebo odčistenie od prúdov vzduchu prúdiacich zo zdroja.

V prevádzkach so zdrojmi škodlivín má čerstvý vzduch prúdiť v malej vzdialenosti od pracovníka. Odvádzacie otvory majú byť v smere pohybu škodliviny od zdroja. Vždy treba dbať na to, aby sa znečistený a čistý vzduch nemiešali. Prúd vzduchu obsahujúci škodlivinu nemá prechádzať dýchacou zónou pracovníka. Vzduch odsávaný do voľného vonkajšieho ovzdušia musí prúdiť tak, aby spätne nevnikal na pracovisko a znečisťoval vzduch nasávaný do vetracích zariadení. Do spoločného odsávacieho zariadenia sa nesmú odvádzat látky, ktoré vytvárajú výbušné, horľavé a toxické zmesi. Pred vypustením do voľného ovzdušia sa má odsávaný vzduch vyčistiť a vývod musí byť v takej výške, aby koncentrácie škodlivín v prízemných vrstvách ovzdušia neprekročili najvyššie prípustné hodnoty pre vonkajšie ovzdušie.

Vzduchové sprchy slúžia na ochranu proti sálavému teplu. Vzduch prúdi z vyústenia na stranu, kde je pracovník vystavený sáľaniu. Teplota vzduchu vo vzduchovej sprche je o 2-3 °C nižšia ako teplota okolitého vzduchu.

Vzduchové clony oddeľujú dva priestory tlakovými rozdielmi (tzv. vrátové clony).

V mnohých výrobných a nevýrobných prevádzkach sa požadované teploty a relatívna vlhkosť vzduchu zabezpečujú pomocou **klimatizačných zariadení** s automatickou reguláciou. V týchto zariadeniach sa vzduch upravuje filtráciou, ohrievaním alebo chladením a zvlhčováním alebo odvlhčováním. Z hľadiska vlastného technického riešenia sa využívajú **klimatizačné jednotky** umiestnené priamo v klimatizovanom priestore (skriňové, podokenné), príp. sa využíva **ústredná klimatizácia**, pri ktorej sa upravený vzduch rozvádza potrubím: časť vzduchu sa vracia do strojovne ústrednej klimatizácie ako obehový vzduch a zvyšok vzduchu sa odvádza do vonkajšej atmosféry.

Pri čiastočnej recirkulácii vzduchu sa musí vymeniť aspoň 10 % cirkulujúceho objemu, v bezokenných prevádzkach až 15 % čistým vzduchom z vonkajšieho vzduchu. Obehový vzduch sa môže použiť len vtedy, keď neobsahuje ani krátkodobé biologicky aktívny prach alebo škodlivé chemické zlúčeniny. Zariadenia núteného obehu vzduchu nesmú zhoršovať podmienky pracovného prostredia (najčastejším problémom býva hlučnosť klimatizačných zariadení).

Vykurovaciu sústavu, resp. vykurovacie telesá treba vyberať so zreteľom na vznikajúce škodliviny a ich pohyb v priestore, aby sa nešírili núteným či prírodným prúdením vzduchu. Vykurovanie môže byť konvekčné alebo sálavé, podľa toho, ktorá zložka je rozhodujúca pre vykurovanie pracovných miest. Čisto **konvekčné vykurovanie** je teploty vzdušné a je v priemysle veľmi rozšírené. Vzduch sa ohrieva vo vykurovacích jednotkách alebo v ústredných zariadeniach, z ktorých sa rozvádza do vykurovaných priestorov. Zohriaty vzduch sa vyfukuje priamo alebo pomocou rozvodového potrubia s vyústeniami otvormi. Pri **sálavom vykurovaní** sa používa ako teplotonosná látka horúca voda alebo para. Zdrojmi sálavého tepla môžu byť aj plynové a elektrické infračervené žiarivce. Vykurovacie telesá musia byť hladké a ľahko čistiteľné. Teplota nekrytých vykurovacích plôch umiestnených

81

Konvekčné vykurovanie
sálavé vykurovanie
horúca voda a para
- infračervené

110°C
 v oblasti možného pohybu pracovníkov nesmie prekročiť 10°C. Nekryté vykurovacie telesá s vyššou teplotou sa môžu umiestniť vo výške nad 3 m. Na vonkajších stenách, najmä so zasklenými plochami, v blízkosti ktorých sa zdržiavajú pracovníci, sa musia inštalovať vykurovacie telesá. Vstupy hál, ktoré sa v priebehu pracovnej zmeny otvárajú, treba zabezpečiť proti vnikaniu studeného vzduchu vzduchovými clonami, ďalšími dverami a pbd.

LITERATÚRA

Ághová, L. a kol.: Hygiene. Martin: Vydavateľstvo Osveta 1993. 268 s.
 Ághová, L. a kol.: Hygiene (Environmental medicine) Bratislava: UK 1997. 199 s.
 Čikrt, M., Mulek, B.: Pracovní lékařství I. Hygiene práce. Praha: ČSPL SZÚ 1995. 253 s.
 Encyclopaedia of occupational health and safety. Vol. II. ILO 1988. 2538 s.
 Gaál, P.: Ochrana zdraví před žiářením. In: Rovný

a kol.: Hygiene. Martin: Vydavateľstvo Osveta 1998. 200 s.
 IARC Monographs Vol. 1-71. Overall evaluation of carcinogenicity to humans. Lyon: IARC 1998. 25 s.
 Kvapilková, K.: Práce a zdraví. Brno: IZ 1999. 122 s.
 LaDou, J.: Occupational and environmental medicine. Stamford: Appleton and Lange 1997. 845 s.
 Louda, L.: Hluk a zrak. Věra. Praha: ČVOP 1995. 21 s.
 Moeller, D. W.: Environmental health. Cambridge: Harvard University Press 1997. 480 s.
 Nariadenie vlády SR č. 40/2002 Z. z. o ochrane zdravia pred hlukom a vibráciami.
 Provažník, K., Komárek, L., Čikrt, M.: Manuál prevence v lékařské praxi. In: Prevence nepříznivého působení faktorů pracovního prostředí a pracovních procesů. Praha: SZU 1997. 143 s.
 Rosival, L., Zikmund, V. a kol.: Preventivna medicina. Martin: Vydavateľstvo Osveta 1992. 420 s.
 The effects of workplace hazards on male reproductive health. NIOSH. Washington 1996. 15 s.
 Vyhláška MZ SR č. 708/2002 Z. z. o hygienických požiadavkách na zariadenia, v ktorých sa vykonávajú epidemiologické závažné činnosti.
 Vyhláška MZ SR o požiadavkách na ochranu zdravia pred nepriaznivými účinkami neionizujúceho žiarenia.
 Zenz, C.: Occupational medicine. 3. vyd. St. Louis, C. V. Mosby Co. 1994. 1316 s.

10 TUHÉ AEROSÓLY V PRACOVNOM PROSTREDÍ

DEFINÍCIE A CHARAKTERISTIKY TUHÝCH AEROSÓLOV

Ako aerosóly sa označujú hmotné častice rozptýlené vo vzduchu. Podľa skupenstva častíc môžu byť tuhé (pevné) alebo kvapalné.

Pri mnohých výrobných technológiách vznikajú častice mletých, drvených, triedených, čistených, prepracovaných či spaľovaných materiálov, ktoré unikajú do ovzdušia a tvoria tuhé aerosól. Podľa mechanizmu vzniku a veľkosti častice sa tuhé aerosól delí na prach, ktorý vzniká drvením tuhých hmôt, a na dym, ktorý vzniká spaľovaním organických a anorganických látok. V bežnej praxi sa pojmom prach označujú všetky tuhé aerosóly. Podľa pôvodu rozlišujeme banský, zlievarenský a textilný prach, podľa materiálu uhoľný, múčny, cukrový, kremičitý, cementový, chrómový, bavlnený, tabakový.

drvený prach a pod., podľa zloženia môže byť prach organický (rastlinný, živočíšny), anorganický a zmiešaný. Organický prach sa môže presnejšie rozlišovať na prach z kostí, rohoviny, zo srsti a pod., rastlinný prach na prach z dreva, bavlny, ľanu, tabaku atď. Anorganický prach sa delí na kovový a nekovový. Veľmi často vzniká prach zmiešaný z rozličných materiálov. Osobitné postavenie má infekčný prach, ktorý tvoria baktérie, spóry, vírusy a biologicky kontaminované materiály. Veľkosť tuhých častíc sa určuje podľa skutočného alebo aerodynamického priemeru. Účinok tuhých častíc na zdravie človeka je daný často práve ich aerodynamickým priemerom. Veľkosť častíc je ohraničená dolnou hranicou 0.001 µm, menšie častice sú dymy (disperzie jemne rozptýlených tuhých látok v plyne, najmä vo vzduchu). Dymy obsahujú niekedy aj kvapalné častice (napr. v cigaretovom dyme

100 µm - 10 µm
 10 µm - 10 µm

sú častice dechtov). Medu par sa zaraďujú častice s priemerom 10⁻¹-10⁻² µm, väčšie kvapalné aerosólové častice nad 10 µm sa označujú ako spreje.

Horná hranica veľkosti tuhých častíc nie je presne určená, lebo záleží na ich hmotnosti, tvare a ďalších okolnostiach (teplota, vlhkosť, rýchlosť prúdenia vzduchu), ktoré rozhodujú o tom, či budú rozptýlené vo vzduchu. Z hľadiska pôsobenia na človeka je dôležité zistenie usadeného prachu (obr. 6). Pri bežných prachoch sa pokladá za hornú hranicu pre vdychnutie veľkosť 100 µm, no rýchlo sedimentujú aj častice s priemerom 10 µm.

Rýchlosť usadzovania prachu závisí od veľkosti častíc, ich hmoty a tvaru. Čím väčšie, ťažšie a okrúhlejšie sú častice, tým rýchlejšie klesajú k zemi. Častice menšie ako 10 µm sedimentujú pozvoľne, častice s priemerom do 0.1 µm sa už neusadzujú takmer vôbec. Usadenie častíc znemožňuje alebo predlžuje aj prúdenie vzduchu.

„Osud“ prachových častíc je pri vdychovaní človekom rozdielny. Pri dýchaní nosom sa dostávajú do nižších častí dýchacích ciest väčšinou len častice do 10 µm, až

respirabilné
 alveoly -> 22,5 µm (A: 13:1)

do alveol prenikajú častice s priemerom menej ako 2.5 µm. Pri dýchaní ústami však vnikajú do organizmu aj väčšie častice. Častice menšie ako 5 µm sa všeobecne označujú ako respirabilné. Zloženie aerosólu podľa veľkosti častíc znázorňuje tzv. distribučná krivka.

Osobitný druh tuhého aerosólu z hľadiska tvaru a účinkov predstavujú minerálne vláknité prachy, ktoré sa rozdeľujú na prírodné minerálne vlákna (azbest) a umelé minerálne vlákna (čadičové, sklenené, troskové, keramické a i.). Tvar je charakteristický asymetrickou - jedným výrazne dominujúcim rozmerom. Ako respirabilné sa definujú vlákna, ktorých dĺžka je > 5 µm a pomer dĺžky k hrúbke > 3 : 1.

Azbest, ktorý sa vyznačuje vláknitou štruktúrou, je generický názov skupiny prírodných vláknitých minerálov. Základ tvoria silikáty kombinované v rôznych pomeroch s horčíkom, so železom, s vápnikom, hliníkom a so sodíkom alebo stopovými prvkami.

Azbest možno rozdeliť do dvoch veľkých skupín:

vl. prach - prírodné
 - umelé



Obr. 6 Nadmerná expozícia prachu a jej objektívne meranie osobnými odberovými dozimetrami

100 A
 ZLOŽENIE - organický (rastlinný, živočíšny)
 Na anorganický (kovový, nekovový)
 100 B
 100 C

hranica 0,001 µm
 hranica 100 µm - je rozdielne

- ♦ *serpentin* - hlavným predstaviteľom je chryzotil (biely azbest).
- ♦ *amfiboly* - patri k nim krokydolit (modrý azbest), amozit (hnedý azbest), antofylit, tremolit a aktinolit.

a Chryzotil, ktorý predstavuje asi 93 % svetovej spotreby, je ľahko deliteľný až na jemné vlákna a býva biely, sivý alebo žltkastý. Vlákna sa vyznačujú jemnosťou, vysokou pevnosťou v tahu a veľmi dobrou ohybnosťou (ľahko sa spriadajú). Charakteristickú štruktúru tvoria zväzky vlákien, ktoré sú mimoriadne tenké (0,000015-0,00004 mm), a preto ich možno pozorovať jedine elektrónovým mikroskopom. Má vysokú odolnosť proti zásadám, ale nie je odolný proti kyselinám.

Krokydolit, ktorý tvoria dlhé krehké vlákna, a **amozit** (hnedý azbest) zo skupiny amfibolov sú odolné proti zásadám, majú vrstevnú štruktúru a vlákna podstatne hrubšie ako vlákna chryzotilu (0,001-0,002 mm).

Azbestové vlákna vznikajú pri dobytí, mletí a zvetrávaní hornín obsahujúcich azbest a pri výrobe, používaní a likvidácii výrobkov s obsahom azbestu.

Pri širokom využívaní je výskyt vlákien azbestu v životnom prostredí ubikvitárny. Azbest sa používal ako ohňovzdorný a teploizolačný materiál, v kombinácii s asfaltom ako izolačný materiál proti vlhkosti a v potravinárskej výrobe ako filtračný materiál. V najväčšej miere (70-80 %) sa však používal (aj u nás) na výrobu azbestocementových výrobkov (strešné krytiny, rúry vodovodné, kanalizačné, komínové, stavebné priečky). Ťažba azbestu, objem výroby azbestocementových výrobkov, jeho spotreba a obsah vo výrobkoch sa v záujme ochrany zdravia postupne znižovali a v súčasnosti sa už u nás výrobky s obsahom azbestu nevyrábajú.

Všetky druhy azbestu sú podľa Medzinárodnej agentúry pre výskum rakoviny (IARC, 1998) zaradené do skupiny **dokázaných karcinogénov pre ľudí**.

V legislatíve SR patri azbest do skupiny **nebezpečných chemických látok pre ľudí** (podskupina karcinogénne látky a priprav-

ky), ktoré môžu spôsobiť smrť, príp. krátkodobé, dlhotrvajúce alebo opakované poškodenie zdravia, ak sa vdychujú, požijú či absorbujú pokožkou.

JEDNOTKY

mg · m⁻³ μg · m⁻³

Koncentrácia tuhého aerosólu v pracovnom ovzduší sa vyjadruje v **hmotnostných jednotkách** - hmotnosť prachových častíc v objemovej jednotke vzduchu - mg · m⁻³ alebo μg · m⁻³, príp. v **numerických jednotkách** - počet častíc (vláken) v jednotke vzduchu vl · ml⁻¹ alebo vl · cm⁻³.

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

vl · cm⁻³

Za škodlivý sa pokladá každý prach, ktorého koncentrácia v dýchacej zóne prekročí adaptačné možnosti organizmu.

Pri hodnotení zdravotných rizik súvisiacich s expozíciou prachu treba brať do úvahy koncentráciu, expozičný čas a **špecifické nepriaznivé účinky daného prachu**. Z hľadiska prenikania častíc do organizmu má dôležitú úlohu nielen ich veľkosť, hmotnosť a povrch (väčšina prachu sa skladá z častíc rôznej veľkosti),

ale aj priemer dýchacích ciest vo vzťahu k aerosólovým časticiam. Fyziologickými procesmi sa asi 90 % inhalovaného depovaného prachu posúva do hrtana, pričom sa časť vylúči vykašľaním a vyfúkáním nosa. Časť alveolárneho vzduchu však preniká až do pľúcneho interstícia alebo do fagocytov. Pri vyššej koncentrácii prachu sa zvyšuje aj produkcia hlienu, ktorý sa spolu s prachom odstraňuje z dýchacích ciest kašľaním. Pri zvýšenej produkcii hlienu a jeho zadržiavaní v dýchacích cestách vznikajú podmienky na usadzovanie baktérií a vírusov, ktoré podnecujú vznik a rozvoj infekcie. Spoluposobením ďalších faktorov (napr. chemických škodlivín alebo cigaretového dymu) sa poškodzuje niasinkový epitel dýchacích ciest, ktorý sa nahradzuje menejcenným epitelom a postupne sa zhoršuje samočistiacia funkcia pľúc. Takéto zmeny sa prejavujú najprv **jednoduchým zápalom priedušiek** so zvýšeným vykašľaním hlienu, neskôr sa

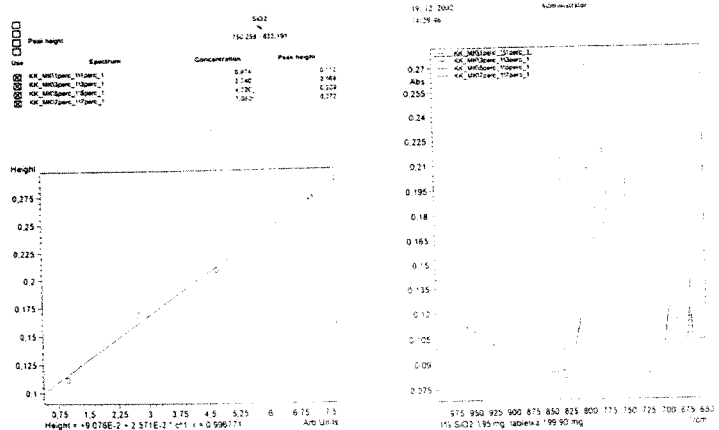
rozvíja **chronický obštrukčný zápal priedušiek** s poruchami pľúcnych funkcií.

Častice prachu, ktoré sa nezachytia v prieduškách, prenikajú do pľúcnych alveol. Eliminácia prachu z pľúcnych alveol prebieha na rozdiel od eliminácie z vyšších častí dýchacieho stromu veľmi pomaly. Terminálne priedušky už nie sú vystlané niasinkovým epitelom a neobsahujú pohárikovité bunky produkujúce hlien. Odstraňovanie prachu je teda výrazne sťažené. Častice do 0,1 μm nesedimentujú a späťne sa vydychujú do vyšších častí, väčšie častice prachu sú pohlcované makrofágmi a nimi sa ďalej transportujú do vyšších častí dýchacieho systému. Tento proces nepriaznivo ovplyvňujú častice obsahujúce kremeň, ktorý usmrcuje alveolárne fagocyty. Poškodené bunky strácajú schopnosť pohybu a eliminácia prachu z pľúc sa zhoršuje. Ukladanie minerálneho prachu v pľúcach sa označuje ako **zaprášenie pľúc alebo pneumokonióza**.

Podľa reakcie pľúcneho tkaniva na retinovaný prach možno hovoriť o **kolagénnej** (novotvorba väziva) alebo o **nekolagénnej** pneumokonióze (bez tvorby väziva v parenchýme pľúc). Hlavným rizikovým faktorom je voľný oxid kremičitý (obr. 7).

Z hľadiska pracovného lekárstva sú veľmi závažné účinky na organizmus, podľa ktorých možno rozlišovať **prachy prevažne s fibrogénnym účinkom** (novotvorba väziva v pľúcach), **prachy s možným fibrogénnym účinkom**, **prachy prevažne s nespecifickým účinkom** (nemajú fibrogénny ani dráždivý účinok), **prachy prevažne s dráždivým účinkom** (vyvolávajú nespecifické zápalové zmeny) a **vláknité prachy**.

Okrem mechanického, dráždivého, toxického a fibroplastického účinku stupeň poškodenia ľudského organizmu závisí do značnej miery od **hlavky**, t. j. od množstva a času; tento kvantitatívny vzťah pri alergizujúcom a infekčnom agense neplatí.



Obr. 7 Kalibračná krivka na stanovenie SiO₂ vo vzorkách prachu s koncentračným rozsahom 1-3-5-7 % SiO₂. Použitou metódou je infračervená spektrometria.

*1 - omasa flegma, ktorá
- o m² - m² - 74
- prevažne nosťafajst uoi
- 2 11 - dráždivý uoi
- vláknité prachy*

celkový deponovaný prach = hewlicený

Aerosól vniká do organizmu podľa veľkosti svojich častíc a aj ukladanie v organizme závisí od ich veľkosti. Veľké (hrubé) častice sa zachytávajú v nosohltane a odstraňujú sa pohybom riasinkového epitelu, vykašľávaním alebo sa prehltajú. Malé častice sa čiastočne vydychujú a čiastočne prenikajú cez alveoly do krvi. Z tohto hľadiska treba rozlišovať frakciu zachytenú v nose, hrtane a hltane a frakciu, ktorá tvorí tracheobronchiálny a alveolárny prach. Časť vdychnutého prachu, ktorá sa nevylúči z organizmu, tvorí celkový deponovaný prach.

Azbest sa dostáva do organizmu predovšetkým inhaláciou. Ingescia azbestových vlákien sa môže uskutočniť kontaminovanou vodou, hlienom z dýchacích ciest, kontaminovanými potravinami alebo nápojmi. Azbestové vlákna sa môžu ukladať aj v koži. V pľúcach sa ukladajú iba respirabilné vlákna s hrúbkou 0,5–5 µm. Hrubšie (väčšie) vlákna sa zachytávajú v horných dýchacích cestách a nazofaryngu. Vlákna s hrúbkou 5–10 µm sú schopné preniknúť do dolných partií pľúc, kde môžu pôsobiť deštruktívne. Vlákna azbestu sú schopné preniknúť cez terminálne bronchioly až do peribronchiálnych priestorov, čo má za následok tvorbu fibrotického tkaniva. Keďže sa hromadia v dolných pľúcnych poliach, fibróza vzniká práve v tejto oblasti. Podobné pleurálne zmeny prebiehajú v dvoch dolných tretinách hrudníka. Fibrotické zmeny sú dôsledkom perzistujúceho uvoľňovania zápalových mediátorov (lyzozómy, interleukíny, fibroblastové rastové faktory) vyvolaného penetrovaním a deponovaním azbestovými vláknami. Po kontakte vlákna azbestu s makrofágmi vzniká obranná reakcia, no keďže nie je dostatočne účinná, výsledkom je depozícia vlákien a vznik oxidantov, ktoré poškodzujú nielen mezotelové bunky, ale spôsobujú aj priame genetické poškodenie. Tým sa zvyšuje rezistencia na apoptózu buniek, strácajú sa kontrolné body bunkového cyklu, perzistuje genetická nestabilita buniek a môže vzniknúť neoplázia.

Pri azbeste, podobne ako pri iných karcinogénoch, nie sú známe prahové hodnoty,

t. j. koncentrácie, ktoré by boli z hľadiska prevencie nádorových chorôb bezpečné. Známa je však veľkosť rizika vzniku nádorových chorôb v závislosti od kumulatívnej dávky, súvisiacej najmä s deponovaným množstvom azbestových vlákien v pľúcach.

Inhalované azbestové vlákna môžu vyvolať parenchýmovú alebo pleurálnu azbestózu, maligný mezotelióm alebo karcinóm pľúc. Expozícia iným karcinogénom, dávkou a trvaním expozície, individuálna vnímavosť, ako aj dĺžka latencie od prvej expozície majú pri poškodení zdravia dôležitú úlohu.

Chronická expozícia azbestu v nízkych koncentráciách sa dáva do súvislosti s karcinómom pľúc, maligným mezoteliómom a chorobami pleury vrátane pleurálneho azbestózy. Vyššie dávky spôsobujú častejšie parenchýmovú azbestózu. Fajčenie a expozícia iným toxickým látkam zvyšujú riziko vzniku karcinómu pľúc po expozícii azbestu.

Účinky azbestu na genetický materiál opísané v literatúre boli dokázané aj v SR u pracovníkov vo výrobe azbestocementových výrobkov.

METÓDY OBJEKTIVIZÁCIE

Prašnosť sa meria pomocou odberovej aparatury na presávanie vzduchu, a to buď ako stacionárny odber alebo osobný odber (obr. 8). Pri meraní prašnosti treba postupovať tak, aby sa získali podklady na stanovenie celkovej vonkajšej dávky (expozície), ktorú pracovník dostal. Základne sa meria priemerná celozmenová koncentrácia vyjadrená hodnotou vystavenia pracovníkov.

Pri meraní fibrogénneho prachu treba stanoviť podiel jemného (respirabilného) prachu a podiel fibrogénnej zložky v prachu. Na to slúži osobný odber s dvojstupňovým meraním a meranie tzv. kaskádovým impaktorom, ktorý rozdeľ prach na frakcie podľa veľkosti častíc. Obsah fibrogénnej zložky sa potom stanovuje v jednotlivých frakciách prachu. Zdravotne významný je údaj o fibrogénnej zložke v respirabilnej frakcii prachu.



Obr. 8 Snímanie expozície prachu a hluku v drevospracujúcom podniku

Pri vláknitých prachoch sa stanovuje priemerná celozmenová kvantitatívna koncentrácia, t. j. počet vlákien v jednotke vzduchu. Vzduch sa presáva cez filter a počet vlákien zachytených na filtri sa hodnotí pomocou mikroskopu s ľavým kontrastom alebo elektrónového mikroskopu.

Štandardnou metódou merania prašnosti je metóda hmotnostného stanovenia (gravimetrická metóda) odberom na filtre. V podstate ide o presávanie známeho množstva vzduchu so známou prietokovou rýchlosťou cez filter (hmotnosť suchého filtra zistená pred presávaním vzduchu). Prach zo vzduchu sa zachytáva na filtri a z rozdielu hmotnosti filtra pred meraním a po ňom sa určí hodnota „privažku“. Podľa množstva presateho vzduchu sa stanoví koncentrácia prachu v objemovej jednotke vzduchu.

Pri modernej odberovej technike sa používajú viaceré odberové hlavice:

- ♦ hlavice na odber celkového pevného aerosólu, tzv. inhalovateľného s aerodynamickým priemerom 0–100 µm, pričom 50 % hmotnosti tvoria častice do 100 µm a 77 % častice s veľkosťou do 10 µm.

- ♦ hlavice na „hrudníkovú odber“ – ide o odber tých materiálov, ktoré prenikajú do hlavných dýchacích ciest, pričom 50 % hmotnosti tvoria častice do 25 µm (aerodynamický priemer).

- ♦ hlavice na odber respirabilného podielu aerosólu – ide o stanovenie častíc do 5 µm.

V súčasnosti je na trhu niekoľko typov odberových pump a hlavíc s definovanou veľkosťou častíc získavaných odberom.

Pri príprave na meranie expozície prachu treba brať do úvahy rozdiely dané fyzikálnymi správaním jednotlivých aerosólov a ich rozličné biologické účinky, ktoré si vyžadujú odlišný postup pri meraní a hodnotení.

LIMITY – PRÍPUSTNÁ EXPOZÍCIA

Pri hodnotení prašnosti sa určuje priemerná expozícia pracovníka (skupiny pracovníkov) a porovnáva sa s najvyššou prípustnou hodnotou vystavenia (NPHV), určenou v príslušnej legislatívnej úprave. Táto veľčina sa stanovuje ako celozmenová priemerná hodnota vystavenia zamestnanca celkovému prachu (NPHVc) alebo ako jeho respirabilná frakcia (NPHVr) v dýchacej zóne. Meria sa vo vzdi-

lenosti 30 cm od úst prístrojmi a metódami práce schválenými MZ SR – hlavným hygienikom SR.

Najvyššia prípustná hodnota vystavenia zamestnancov v pracovnom ovzduší sa stanovuje tak, aby sa po celožitovnej 8-hodinovej dennej expozícii nezistili u pracovníkov zmeny zdravotného stavu počas vykonávania pracovnej činnosti, ani po prechode na iné pracovisko alebo odchode do dôchodku či v ďalšej generácii.

Pre azbestové vlákna a ďalšie karcinogény sú legislatívou SR určené **technické smerné hodnoty (TSH)**. Ide o časovo vážene priemery koncentrácie v ovzduší v dýchacej zóne pracovníka, meranej v definovanom referenčnom čase. Technická smerná hodnota slúži na kontrolu účinnosti technických opatrení, hoci ani jej dodržiavanie nemôže s istotou zabezpečiť, že u pracovníkov, ktorí sú vystavení tejto hodnote, nevznikne nadorové ochorenie.

Hraničné technické smerné hodnoty vystavenia pracovníkov prachu z azbestu alebo z materiálov obsahujúcich azbest (pre všetky druhy azbestu) predstavuje koncentrácia azbestových vlákien v pracovnom ovzduší menej ako 0,1 vl. cm³, ktorá sa vzťahuje na 8-hodinový referenčný interval, alebo kumulatívna dávka 6,0 vl. dni. cm³ v priebehu 3 mesiacov.

Pri dokázateľnom dodržiavaní týchto hodnôt nie sú potrebné osobitné opatrenia.

Najvyššie technické smerné hodnoty vystavenia pre všetky druhy azbestu sa mostatne alebo v zmesiach sa určujú ako koncentrácia azbestových vlákien v pracovnom ovzduší 0,3 vl. cm³, ktorá sa vzťahuje na 8-hodinový referenčný interval.

0,3 vl. cm³
PRACOVNÉ ČINNOSTI, PROFESIE A ODVETVIA S MOŽNOU EXPOZÍCIOU

Vystavenie zamestnancov prachu je dlhodobým druhým najčastejším rizikovým faktorom pri práci v SR. Mnohým expozíciám možno predísť dôslednou primárnou prevenciou, čím sa pozitívne ovplyvní výskyt ochorenia dýchacieho systému.

Azbest sa pre svoje výhodné vlastnosti – vysokú odolnosť proti teplu, pomerne

vysokú odolnosť proti kyselinám, pružnosť a stálosť (nevyparuje sa, nerozpúšťa sa, nehori, nereaguje významne s chemickými látkami, je teda biologicky nedegradovateľný a preto sa kumuluje v prírode) používal vo viac než 3 000 výrobkoch. Aj keď sa v súčasnosti mnohé výrobky s azbestom postupne vyradujú z výroby, ešte stále ostávajú niektoré z nich zdrojom expozície (napr. boilers, azbestovocementové rúry, staré brzdové obloženia, izolácie elektrických zohrievacích telies, korozívne chemické kontajnery, súčasti elektrických motorov, podlahy pod zdroje tepla, sieťky na horáky v laboratóriách, izolácie potrubí, strešné krytiny, izolácie stien budov, textilie – deky, pracovné zásterky, rukavice, v budovách izolácie horľavých potrubí, panely požiarnej ochrany, podlahy pod elektrické vedenie, svietidlá, vypínače, stavebné priechy atď.). Vnútorne priestory budov môžu byť kontaminované azbestovými vláknami, ktoré sa uvoľňujú zo stavebných materiálov, najmä ak sú poškodené a mrŕva sa (neodporúča sa robiť neodborné zásahy). Zrejme v dôsledku nekontrolovanej expozície sa v SR v rokoch 1978–1995 významne zvýšil výskyt malígnych mezoteliómov (230 registrovaných prípadov ochorenia). Za „normálny“ výskyt tejto choroby sa pokladajú 2 prípady na 1 milión obyvateľov ročne; u nás sa počet nových prípadov zvýšil od roku 1978 (4) do roku 1995 5-násobne (20), incidenciacia na 100 000 obyvateľov sa teda zvýšila z 0,08 (1978) na 0,37 (1995).

Počet pracovníkov exponovaných azbestu sa v posledných rokoch v SR sice významne znížil, existuje však nekontrolovaná expozícia stavebných robotníkov pri asanačných a rekonštrukčných prácach v budovách, v ktorých sa používali materiály s obsahom azbestu. Profesionálne sú ohrození aj elektrikári, elektroničtí, údržbári, pracovníci lodenic, zamestnanci na pracoviskách so zdrojmi nadmerného tepla, kde sa musia používať ochranné odevy a rukavice s obsahom azbestu, ďalej hasiči, ktorí používajú deky s obsahom azbestu (lich ochranné odevy sú väčšinou bezazbestové), ako aj pracovníci manipu-

lujúci s odpadom, ktorý obsahuje azbest.

Pravdepodobnosť a závažnosť profesionálnej expozície z hľadiska vzniku malígneho mezoteliómu alebo karcinómu pľúc možno rozdeliť do 4 skupín:

♦ **dokázaná expozícia** – výroba predmetov a materiálov s obsahom azbestu, postrek materiálm obsahujúcim azbest, izolácie, demolície starých budov, odstraňovanie materiálov s obsahom azbestu z budov;

♦ **pravdepodobná expozícia** – stavebníctvo, stavba lodí, tepelné hospodárstvo, úprava potrubí, výroba plechov;

♦ **možná expozícia** – doprava, železnice, posádky lodí, hasiči, banský spôsob dobývania, rafinácia nafty, chemický, papierený priemysel, kôprienysel, opravy vozidiel;

♦ **nepravdepodobná expozícia** – práca v kancelárii, v poľnohospodárstve, v lesníctve, zdravotníctve, školstve, telekomunikáciách a textilnom priemysle.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Vždy treba postupovať podľa špecifických účinkov daného prachu, lebo opatrenia proti vláknitému prachu a prachu s fibrogénymi, dráždivými alebo infekčnými účinkami sa môžu líšiť.

Základom prevencie sú **technické opatrenia**, ktoré spočívajú v zavedení technológie s menšou produkciou prachu a vo voľbe technológie s produkciou menej škodlivého prachu (napr. náhrada úpravy povrchu odliatok pieskom za úpravu pomocou kovových brokov a obsluha zo stavebne oddeleného priestoru). K ďalším opatreniam patrí uzatváranie zdrojov prašnosti (hermetizácia výroby), zlepšenie vetrania, miestne odsávanie, kropenie a zvlhčovanie, ako aj izolácia pracovníkov od prašného prostredia umiestnením do kabín a pod.

Organizačné opatrenia zahŕňujú najmä správny pracovný postup s minimalizáciou prašnosti (náhrada suchého upratovania mokrym, zvlhčovanie prašných plôch a pod.), skrátenie expozície

prachu, zníženie počtu zamestnancov vystavených pôsobeniu prachu, ako aj určovanie rizikových prác a posudzovanie zdravotnej spôsobilosti na prácu.

K náhradným opatreniam patrí používanie **osobných ochranných pracovných prostriedkov** na ochranu dýchacích orgánov. Aj keď sú iba doplnkom technických a organizačných opatrení, významne môžu znížiť rozsah expozície. Najčastejšie sa používajú *protiprašné filtre a respirátory*, ktoré prekrývajú ústa a nos a znižujú množstvo vdychovaného prachu. Treba však zabrániť netesnostiam a používať čisté filtre (včas ich vymeniť). V prostredí s toxickými a dráždivými prachmi je vhodné používať prilby alebo celé obleky s diaľkovým prívodom vzduchu alebo so zabudovaným filtrom a s prívodom prečisteného vzduchu do dýchacej zóny pracovníka.

Súčasťou preventívnej starostlivosti o zdravie pracovníkov je **výchova k zdravému spôsobu života** (prevencia fajčenia pri expozícii prachu, najmä prachu s obsahom azbestu).

V rámci **primárnej celospoločenskej prevencie** majú veľký význam legislatívne opatrenia. Novelizáciou prílohy č. 1 smernice 76/769/EEC o nebezpečných látkach a prípravkoch z roku 1999 sa určil v štátoch EÚ termín, odkedy sa nesmú používať výrobky s obsahom azbestu (1. 1. 2005). Restriktia sa vzťahuje na chryzotil, amozit a krokydolit. Konštatuje sa, že zatiaľ nebola zistená hraničná expozičná hodnota, pri ktorej chryzotil nepredstavuje riziko. Efektívny spôsob ochrany zdravia ľudí predstavuje zákaz používať azbestové vlákna a výrobky z týchto vlákien.

V SR upravujú manipuláciu s azbestom viaceré **legislatívne opatrenia** (zákon, nariadenie vlády, vyhláška ministerstva hospodárstva, metodické pokyny MZ SR – hlavného hygienika).

Zamestnávateľa sú povinní pri akejkoľvek činnosti, kde sa predpokladá vznik prachu s obsahom azbestu, *presne definovať podmienky expozície a príslušné riziko*. Okrem toho sú povinní oznámiť začiatok takejto činnosti a *dodržiavať zákaz rozprašovania a používania izolácií s ob-*

sahom azbestu, vykonávať pravidelné merania referenčnou metódou, zisťovať individuálnu expozíciu, viesť jej evidenciu, poskytnúť pracovníkom osobné ochranné prostriedky a pri búracích prácach a odstraňovaní azbestu zo stavieb a zariadení vypracúvať plán práce a predkladať ho na posúdenie okresnému hygienikovi vrátane všetkých opatrení zameraných na ochranu pracovníkov a okolia stavby.

Uvádzanie azbestových vlákien a výrobkov s obsahom azbestu na trh a ich používanie je **zakázané**. Používanie výrobkov obsahujúcich azbestové vlákna sa končí 31. 12. 2004.

LITERATÚRA

- Albracht, G., Schwerdtfeger, O.: Herausforderung Asbest. Wiesbaden Universum Verlagsanstalt 1991, 432 s.
- Asbestos toxicity. Case studies in environmental medicine. U.S. Department of health and human services. Atlanta 1990, 24 s.
- Asbestos, asbestosis and cancer. Proceedings of an international expert meeting. People and work. Research reports 14. Finnish institute of occupational health, Helsinki 1997, 98 s.
- Cikrt, M., Málek, B.: Pracovní lékařství I. Hygiena práce. Praha, CIVOP 1995, 253 s.
- Griefahn, B.: Arbeitsmedizin. Stuttgart. Ferdinand Enke Verlag 1989, 197 s.
- IARC: Monographs on evaluation of carcinogenic risk to humans. Vol. 1-42. Lyon 1987, 392 s.
- IARC: Overall evaluations of carcinogenicity to humans. As evaluated in IARC Vol. 1-71. <http://193.51.164.11/monoeval/crthall.html>. 3. 11. 1998.

11 CHEMICKÉ FAKTORY V PRACOVNOM PROSTREDÍ

Človek je pri práci často vystavený pôsobeniu chemických škodlivín v súvislosti s výrobnými technológiami. Podľa Európskeho zoznamu existujúcich komerčných látok (EINECS) bolo na trhu Európy v období od 1. 1. 1971 do 18. 9. 1981 viac ako 100 000 chemických látok a prípravkov. Zoznam notifikovaných (oznámených) chemických látok v Európe (ELINCS) obsahuje v súčasnosti približne 2 700 látok a neustále sa rozširuje. V SR je klasifikovaných viac ako 3 000 chemických látok (zákon NR SR č. 163/2001 Z. z.).

Nariadenie vlády SR č. 39/2002 Z. z. o ochrane zdravia pri práci s azbestom. Z. z. čiast. 39.

Nariadenie vlády SR č. 45/2002 Z. z. o ochrane zdravia pri práci s chemickými faktormi.

Nariadenie vlády SR č. 46/2002 Z. z. o ochrane zdravia pri práci s karcinogénnymi a mutagénnymi faktormi.

Odborné usmernenie hlavného hygienika SR na posudzovanie prác s materiálmi obsahujúcimi azbest z hľadiska ochrany zdravia ľudí MZ SR, Bratislava 1998.

Sulcová, M., Machata, M., Pleško, I.: Asbestos in Slovakia. Edited proceedings of the asbestos symposium for the countries of central and eastern Europe. People and work. Research Reports No. 19. Finnish institute of occupational health, Helsinki 1998, s. 75-78.

Sulcová, M., Lengyelová, E., Mazuch, M., Machata, M.: Príspevok k sledovaniu biologických účinkov azbestocementového prachu pri profesionálnej expozícii. Zborník z XIII. čl. sympózia o priemyslových prachoch s medzinárodnou účasťou. Smolenice 1987, s. 25-31.

Sulcová, M.: Case 1. Asbestos. Proceedings of the fifth annual symposium on environmental and occupational health during societal transition in central and eastern Europe: Healthy work, healthy environment. Strategies for the future. JSI Center for environmental health studies, Boston 1994, s. 14-15.

Vyhľadka Ministerstva hospodárstva SR č. 67/2002 Z. z., ktorou sa vydáva zoznam vybraných chemických látok a vybraných chemických prípravkov, ktorých uvedenie na trh a používanie je obmedzené alebo zakázané.

Výnos Ministerstva hospodárstva SR č. 2/2002 na vykonanie zákona č. 163/2001 Z. z. o chemických látkach a chemických prípravkoch.

Zákon NR SR č. 272/1994 Z. z. o ochrane zdravia ľudí v znení noviel a doplnkov.

Zenz, C., Dickerson, O. B.: Occupational medicine. St. Louis, C. V. Mosby Co. 1994, 1 316 s.

Pre niektoré chemické látky sú stanovené hraničné hodnoty (limity), pri väčšine sa ochrana zdravia realizuje len všeobecnými a špecifickými ochrannými opatreniami a využívaním poznatkov o toxicite danej látky.

DEFINÍCIE A CHARAKTERISTIKY CHEMICKÝCH FAKTOROV

V pracovnom ovzduší sa chemické látky vyskytujú buď vo forme tuhých a kva-

palných aerosólov, alebo vo forme plynov.

Podľa pôvodu rozlišujeme **organické** a **anorganické látky**, podľa chemickej štruktúry a fyzikálno-chemických vlastností **kovy**, **nekovy**, **uhlovodíky**, **zásady**, **kyseliny** a pod. príp. čisté látky, zlúčeniny a zmesi. Podľa účinku na organizmus rozlišujeme **chemické škodliviny** s miestnym alebo celkovým účinkom. Ako miestne sa označujú účinky v mieste kontaktu chemickej škodliviny s telesným tkanivom (napr. leptavé účinky žieravín, lúhov a kyselín na koži alebo dráždivé účinky oxidu siričitého, oxidov dusíka alebo chlóru na dýchací systém). O celkových účinkoch hovoríme vtedy, keď látka po vstupe do organizmu preniká do ostatných štruktúr a orgánov človeka a **vyvoláva reakcie**, príp. **poškodzuje aj orgány vzdialené od pôvodného miesta vstupu**. Celkové účinky sa prejavujú rozličným toxickým poškodením orgánov a funkcií. Ak sa poškodzuje len niektoré orgány, tkanivá a bunky, hovoríme o **systémovom účinku**. Okrem chemickej látky sú účinky podmienené okolnosťami zo strany prijímateľa, t. j. človeka.

Skúmaním vzťahov medzi škodlivými účinkami chemických látok a živými organizmami sa zaoberá vedný odbor **toxikológia**. Preventívna toxikológia uplatňuje toxikologické poznatky s cieľom predchádzať ochoreniam (WHO, 2000).

Pri **hodnotení zdravotných rizík** spojených s pôsobením chemických látok sa zohľadňujú jednak **skutočnosť reprezentované chemickou škodlivosťou** - jej štruktúrou, chemickými vlastnosťami, skupenstvom a pod., jednak **okolnosti súvisiace s expozíciou** - dávka, trvanie expozície, rozloženie expozície v čase, opakovanie expozície, cesty vstupu do organizmu, teplota, vlhkosť a spolupôsobenie ďalších chemických či iných faktorov. Mnohé chemické látky, ktoré sú dôležité pre zdravie v malých dávkach, môžu byť veľmi toxické vo vysokých dávkach (napr. malé množstvá zinku, mangánu, meďi, molybdénu, selénu, chrómu, niklu, cínu atď. sú nevyhnutné pre život, pri veľkých

dávkach však vzniká akútna a chronická otrava).

Niektoré reakcie na záťaž chemickými faktormi sú podmienené geneticky, iné súvisia s momentálnym stavom organizmu, s vekom, pohlavím, s celkovým i aktuálnym zdravotným stavom pri expozícii s funkčným stavom jednotlivých systémov, ako aj so životným štýlom (vyžívanie fajčenie, požívanie alkoholu, drog a pod.).

Z hľadiska vplyvu chemických látok na organizmus rozlišujeme dráždivé, alergénne, mutagénne, karcinogénne, teratogénne, a systémové účinky (môžu postihovať nervový, kardiovaskulárny, tráviaci a dýchací systém, pečeň, obličky, krv a krvotvorbu, kožu a oči). Väčšina látok pôsobí na viaceré systémy alebo orgány.

Pri **akútnej otrave** ide o poškodenie zdravia chemickou škodlivosťou, ktoré sa prejavuje v priebehu expozície alebo **krátko** po jej skončení. Takáto otrava vzniká najmä po **krátkodobom pôsobení vyššej dávky chemickej látky**, čo sa stáva spravidla pri nehodách alebo haváriách.

Chronická otrava je poškodenie zdravia, ktoré vzniká po **dlhšej expozícii**, keď sa chemická látka kumuluje v organizme alebo sa kumulujú jej účinky opakovaným pôsobením na kritické orgány.

Neskoré účinky na zdravie sa prejavujú dlhý čas po expozícii, resp. po jej skončení. Časový odstup, tzv. **stádium latencie** môže trvať aj niekoľko rokov, resp. desiatok rokov. O neskorých účinkoch sa hovorí najčastejšie v súvislosti s karcinogénnymi látkami (napr. zhubný mезotelióm pleury vzniká 20-30 rokov po expozícii azbestu). Medzi neskoré účinky patrí aj urýchlenie procesu arteriosklerózy u ľudí exponovaných sirouhlíku alebo vznik silikotických ložísk v pľúcach po skončení expozície prachu s obsahom voľného oxidu kremečitého.

Niektoré chemické látky pôsobia na geneticky materiál a vývoj nového jedinca, majú teda mutagénne a teratogénne účinky. **Mutagénne látky** spôsobujú zmenu genetického kódu buniek. V prípade, že mutácia postihne pohlavné (zárodňové) bunky, porucha sa môže preniesť na ďal-

šie generácie. Mutácie, ktoré prebiehajú v somatických bunkách, sa na potomstvo neprenášajú. **Teratogénne látky** pôsobia toxicky na embryo a ich účinok sa prejavuje väčšími malformáciami (napr. abnormalitami kostry, tráviaceho systému a pod.). V širšom zmysle sa hovorí o **embryotoxických účinkoch** chemických látok ak poškodzujú plod už pri nižších dávkach. Takéto účinky sa môžu prejavovať počas intrauterinného vývinu, ale aj v rozličnom časovom odstupe po narodení, niekedy až o niekoľko rokov. V posledných rokoch sa embryotoxickými a mutagénnymi účinkami na pohlavné bunky spolu s ďalšími špecifickými účinkami chemických látok na rozmnožovacie funkcie zaoberá **reprodukčná toxikológia**. Reprodukčné abnormality zahŕňujú zmeny v počte a pohyblivosti spermií, zmeny libida, zmeny v dĺžke menštruačného cyklu a priebehu menštruácie, ako aj zmeny fertilitity. Tieto zmeny môžu mať za následok zníženie prírastku obyvateľstva v danej skupine ľudí.

Ako **chemické karcinogény** sa označujú látky, ktoré môžu zapríčiniť (okrem iných faktorov) vznik zhubných nádorov; ide o neskoré účinky s dlhým obdobím latencie medzi expozíciou a zdravotným následkom v podobe zhubného nádoru.

Pri väčšine účinkov je z hľadiska ochrany zdravia dôležité **rozpoznať a určiť príčinnú súvislosť**, aby sa mohli urobiť príslušné opatrenia. Pri nádorových ochoreniach sa nedá odlišiť nádor vzniknutý pôsobením profesionálnych faktorov od nádorového pôvodu. Dôkazy sú spravidla nepriame a zisťovanie príčinných súvislostí sa realizuje pomocou toxikologických a epidemiologických metód. Zváženie možných zdravotných rizík chemických látok sa opiera o metódy hodnotenia zdravotného rizika.

CESTY VSTUPU DO ORGANIZMU, BIOTRANSFORMÁCIA A VYLUČOVANIE

V pracovnom prostredí je hlavnou cestou vstupu chemických látok do organizmu **dýchací systém**. Na vstrebávaní majú po-

diel horné aj dolné dýchacie cesty. Obrovskú absorpčnú plochu (70 m²) predstavujú pľúčne alveoly. Významnú úlohu zohráva i bohaté krvné zásobenie pľúc. Časť vdýchnutých škodlivín sa vydychuje von z organizmu, časť sa resorbuje priamo fyzikálnym rozpustením v krvi alebo pri biochemickej reakcii s krvnými zložkami. Prijem látky výrazne ovplyvňuje **rozpusťnosť vo vode**, ktorá podmieňuje vznik rýchlej varovnej reakcie v podobe pálenia a podráždenia dýchacích ciest. V pľúcach sa resorbujú aj častice aerosólov a chemické látky málo rozpustné vo vode. Väčšie častice sa zachytávajú v nosohltane a absorbujú sa bunkami sliznice, časť sa dostáva do ústnej dutiny a po prehltnutí sa z tráviaceho systému vstrebáva do krvného obehu. Častice do 10 µm, ktoré prenikajú do priedušnice, priedušiek a priedušničiek, sa môžu dostať samoočisťovacou schopnosťou buniek sliznice späť do horných dýchacích ciest a vydychnúť, resp. vykašľať, ostatné častice sa resorbujú. Plyny a prachové látky sa po vdýchnutí rýchlo vstrebávajú cez stenu aloe alebo už v horných dýchacích cestách. Absorpciu látok ovplyvňuje okrem chemických vlastností (rozpusťnosť, polarita) aj **intenzita dýchania a miera prekrvenia dýchacích ciest**. Preto sa pri určovaní NPHV ráta s bežnou fyzickou prácou a priemernou ventiláciou 20 l · min⁻¹. Ako obranný mechanizmus v dolných dýchacích cestách slúžia **makrofágy**, ktoré pohlcujú určitý podiel častíc a odnášajú ich do lymfatického systému organizmu, kde môžu existovať tiež rôzne dlho.

Druhou významnou cestou vstupu chemických látok do organizmu pri pracovnej expozícii je **vstrebávanie cez kožu**. Hoci koža predstavuje relatívne dobrú bariéru, ktorá bráni prenikaniu cudzorodých látok do tela, niektoré látky sú schopné túto bariéru prekonať. Množstvo absorbovanej látky závisí od **veľkosti postihnutého povrchu** (kontaktnéj, exponovanej oblasti kože), **rozpusťnosti látky v tukoch** a od jej **molekulovej hmotnosti**. Látky s veľkou molekulovou hmotnosťou (nad 500) cez kožu neprenikajú. Vstrebávanie kožou uľahčujú

drobné poranenia, cez ktoré sa môže zvýšiť vstrebávanie až 10-násobne. Prístup uľahčujú aj rozpúšťadla, ktoré sú bežnou súčasťou pesticídov, náterových hmôt, lakov a pod. Prenikanie látok do krvi sa zvyšuje pri lepšom prekrvení kože (napr. v horúcom prostredí).

Očné spojky predstavujú ďalšiu cestu vstupu chemických látok do organizmu. Keďže očné štruktúry sú veľmi dobre prekrvené, po priamom zasiahnutí oka sa látka rýchlo vstrebáva a môžu vzniknúť dokonca príznaky celkovej otravy. Najčastejšie sa však stretávame s lokálnymi poškodeniami oka. Ďalšiemu prenikaniu možno zabrániť okamžitým výplachom očí. Primárnu ochranu predstavuje nosenie ochranných okuliarov a štitov.

Ďalšou možnou cestou intoxikácie organizmu je **vstrebávanie cez tráviaci systém**. Obsah tráviacej rúry predstavuje vo vzťahu k organizmu vlastne vonkajšie prostredie. To, čo je vnútri systému, môže sa resorbovať, pretože vstrebávanie prebieha v celej dĺžke tráviaceho systému. Rozsah vstrebávania významne ovplyvňuje **pH žalúdočnej šťavy** (kyslé) a **obsahu tenkého čreva** (neutrálne). Jednotlivé chemické látky sa vstrebávajú v tej časti tráviaceho systému, kde sú **najviac rozpustné v tukoch**. Najrozsiahlšie vstrebávanie prebieha v tenkom čreve. V tráviacom systéme sa však vstrebávajú aj **látky nerozpustné v tukoch**, na čo slúžia rozličné transportné mechanizmy (napr. niektoré kovy využívajú transportné systémy železa). Z ďalších faktorov ovplyvňuje vstrebávanie **stabilita látky** vo vzťahu k pH, enzýmom a pôsobeniu črevnej flóry. Z niektorých chemických látok vznikajú v tráviacom systéme nové látky, ktoré môžu mať škodlivejšie účinky ako pôvodná látka.

Mnohé chemické karcinogény sa musia v organizme aktivovať, aby boli účinné. Napríklad počas metabolizmu aflatoxínov, vinylchloridu, benzo(a)pyrénu a benzénu vznikajú reaktívne epoxidy, ktoré existujú len krátky čas, a to pre svoju nestabilitu a reaktivitu. Keďže sú elektrofilné, reagujú s nukleofilnými skupinami vrátane

biomakromolekul (proteíny a DNA), pričom sa môžu poškodiť bunkové procesy a ovplyvniť genetický kód. Tieto zmeny môžu podnietiť tvorbu nádorov a vznik rakoviny.

Po vstrebání do krvi sa látka v organizme **distribuuje v závislosti od koncentrácie** v krvnej plazme, **rýchlosti krvného prietoku** v jednotlivých orgánoch a od **schopnosti prenikať cez bunkové membrány**. Látky, ktoré majú v plazme vyššiu koncentráciu a ľahko prenikajú cez bunkové membrány, sa distribuujú prednostne do dobre prekrvených orgánov (pečeň, obličky, mozog), až neskôr do ostatných orgánov. Látky s vysokou molekulovou hmotnosťou neprechádzajú cez bariéru medzi krvou a mozgom, preto nemôžu prenikat do mozgu. Distribúcia látok do orgánov závisí aj od ich **rozpusťnosti vo vode a v tukoch**. Látky dobre rozpustné v tukoch sa hromadia v tukovom tkaníve. Látky sa v krvi viažu na krvné zložky, najmä na plazmatické bielkoviny a špecificky na určité väzbové miesta.

Cudzorodé látky podliehajú vo väčšine tkanív **látkovej premene, metabolizmu**. Dominantnú úlohu v metabolizme má pečeň, v ktorej je najviac enzýmov potrebných na látkovú premenu. Z jednej látky môžu vznikat metabolizáciou desiatky rozličných metabolitov. V pečeni prebieha hydrolyza, oxidácia, redukcia a konjugácia chemických látok. Vzniknuté látky nie sú vždy menej toxické, niektoré metabolity majú dokonca silnejšie toxické alebo karcinogénne účinky ako pôvodná látka (napr. chlóretylénoxid z vinylchloridu). Nepolárne látky, málo rozpustné vo vode sa pri látkovej premene menia väčšinou na polárnejšie látky, ktoré sa ľahko vylučujú obličkami. Vylučovanie látok prebieha najmä obličkami, no môžu sa vylučovať aj žľazou alebo pľúcami. Hlavnou vylučovacou cestou tzv. polárnych látok sú obličky. Mnohé toxické látky metabolizované pečeniou (napr. mangán) sa najprv vylučujú do žľazy a potom stolicou, ale môžu sa aj spätne vstrebávať z čreva do krvi a potom vylúčiť obličkami. Plynné látky a pary prchavých látok (napr. benzín) sa môžu vy-

VINYLCHLORID → CHLÓRETYLOXID

lučovať do určitej miery pľúcami. Takéto vylučovanie závisí od veľkosti dychového objemu, minútovej ventilácie, rozpustnosti látky vo vode a prekrvenia pľúc.

„Osud“ jednotlivých látok v organizme sa vždy podrobne sleduje. Z hľadiska možných zdravotných rizík expozície je dôležité sledovať etapy látkovej premeny (obr. 9, obr. 10). Vplyvom individuálnych faktorov (napr. geneticky podmienená enzýmová vybavenosť jednotlivca) môžu byť medzi jednotlivcami odchýlky. Tento jav je v praxi známy a znamená, že pri rovnakej expozícii môžu byť príznaky otravy u jednotlivcov rôzne, resp. otrava vznikne iba u niektorých jedincov.

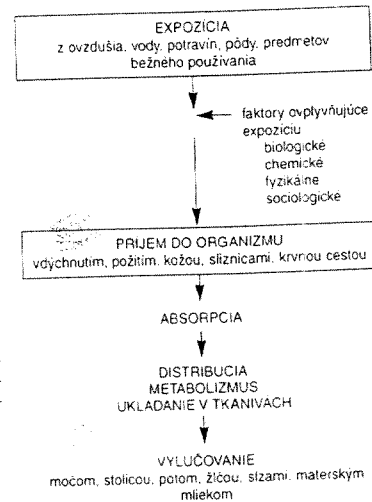
Podľa epidemiologických štúdií sa doteraz nepodarilo dokázať, že expozícia chemickým látkam spôsobuje dedičné ochorenia.

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Pri pôsobení chemických látok na organizmus sa môžu uplatňovať lokálne, alergénne, mutagénne, teratogénne a karcinogénne účinky.

V mieste kontaktu chemickej látky s pokožkou alebo so sliznicami sa môže prejavíť **dráždivý účinok**. Niektoré látky sa zaraďujú medzi **žieraviny**, pretože silno poškodzujú tkanivá a ich účinok sa šíri z miesta kontaktu do hlbších štruktúr tkaniva. Patria k nim zásadité látky (najmä hydroxid sodný, hydroxid draselný, oxid vápenatý) i látky kyslého charakteru (kyselina sírová, kyselina chlorovodíková, kyselina dusičná, kyselina fluorovodíková atď.). Poleptanie môžu spôsobiť aj iné látky (napr. koncentrovaný peroxid vodíka, fosfor, fenol).

Ako **alergická reakcia** sa označuje neprimeraná imunitná reakcia na alergén (antigénnu látku), ktorá má negatívne následky na organizmus. Pri opakovanom kontakte s alergénom sa zvyšuje tvorba protilátok a senzibilizujú sa bunky v organizme. Najčastejšie sa vyskytujú alergické reakcie dýchacieho systému v podobe bronchiálnej astmy alebo sennej nádchy a kože v podobe ekzémov. Alergiami sú zväčajne bielkoviny, tuky, poly-

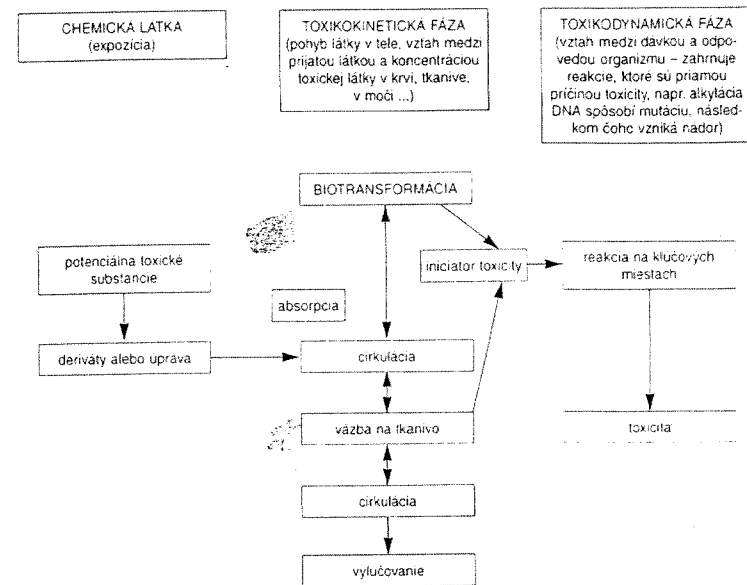


Obr. 9 Osud chemickej látky v organizme človeka

sacharidy, ale môžu to byť aj jednoduché chemické látky (chróm, nikel), ktoré sa stávajú alergénmi po väzbe na bielkoviny organizmu. Ako **kontaktný ekzém** sa označuje kontaktná alergická vyvolaná rôznymi textilnými vláknami, srstou zvierat, plesňami a pod.

Mutagénne účinky chemických látok sa prejavujú vznikom mutácie, t. j. náhlu a trvalou zmenou vlastností alebo štruktúry organizmu zapríčinenou postihnutím genetického materiálu. Tento princíp sa uplatňuje vtedy, keď zmeny v genetickej informácii nie sú opravené (reparované), alebo vtedy, keď bunka nie je vyradená z ďalšej produkcie nových buniek.

Ako **génové mutácie** (bodové) označujeme zmeny v poradi nуклеотидов v molekule DNA. Ide o zmeny postihujúce jednotlivé gény, ktoré sa nedajú zistiť mikroskopicky (napr. ich vplyvom sa mení syntéza enzýmov, čo má za následok zme-



Obr. 10 Tri fázy pri vzniku toxicity (Upravené podľa Rosivala a kol., 1994)

nu funkcie organizmu). Génové mutácie predstavujú závažné riziko z hľadiska genetického zaťaženia ďalších generácií, lebo sa môžu prenášať na potomstvo.

Chromozómové mutácie (aberácie) vznikajú v dôsledku zlomu chromozómu a následného chybného spojenia s iným chromozómom alebo s inou časťou chromozómu. Táto zmena postihuje celú skupinu génov. Chromozómové aberácie sa dajú zistiť mikroskopicky. Poškodenie chromozómu môže mať za následok aktiváciu génov, ktoré významnejšie súvisia so vznikom nádorov (onkogénov).

Ako **genómové mutácie** označujeme zmeny v počte chromozómov v bunke. Takto poškodené bunky spravidla zahynú alebo môžu znamenať pre nositeľa významné poškodenie organizmu.

Predpokladá sa, že mnohé mutácie súvisia s pracovnou expozíciou. Mutácie v pohlavných bunkách zapríčínujú spon-tánne potraty, zníženie plodnosti, zníženie životaschopnosti nových jedincov, vrodené choroby a pod. Mutácie v somatických bunkách negatívne ovplyvňujú funkcie orgánov a tkanív a zapríčínujú predčasné starnutie organizmu.

V pracovnom procese sa látky s mutagénnymi účinkami vyskytujú pomerne často a ich vplyv skúma **genetická toxicológia** (genotoxikológia).

Z genetických zmien sa hodnotia najmä chromozómové aberácie na kultúrach lymfocytov periférnej krvi odobratej od exponovaných pracovníkov. Ďalšou metódou je zisťovanie výmen sesterských chromatíd alebo mikronukleovej test.

Ukážky meraní → všetky majú © TSH

stanovuje na 8-hodinový pracovný čas a 40-hodinový pracovný týždeň, pričom sa predpokladá stredné fyzické zaťaženie s ventiláciou okolo 20 l · min⁻¹; celozmenovými priemerom rozumieme časovo vážený priemer koncentrácií. Pri meraní je dôležité, aby zachytávalo aspoň 70 % pracovného času, ak sa má objektívne posúdiť expozícia pracovníkov. Ako **hraničná najvyššia prípustná hodnota vystavenia** sa definuje koncentrácia, ktorá sa nesmie nikdy prekročiť; pri meraní sa overuje, či sa táto koncentrácia neprekračuje.

Kritériá stanovenia NPHV sa môžu líšiť podľa vlastností jednotlivých látok. Pri niektorých látkach sa berú do úvahy dráždivé, okamžité účinky, pri iných látkach dominujúce systémové účinky. Z týchto dôvodov ich nemožno používať ako index relatívnej toxicity. Platné limity vystavenia pracovníkov pri práci sú uvedené v legislatívnych predpisoch.

Dodržiavanie NPHV ešte neznamená, že pracovníci nebudú vnímať prítomnosť chemické látky. Týka sa to najmä látok s výrazným zápachom. Dodržiavanie NPHV takisto ochráni pred alergickými reakciami a ochoreniami alergického pôvodu. Podobne je to u ľudí zaťažených geneticky alebo u ľudí s nevhodnými či nezdravými návykmi (fajčenie, alkoholizmus a pod.). Z tohto hľadiska sú veľmi dôležité vstupné lekárske prehliadky a periodické preventívne lekárske prehliadky zamerané na včasnú zistenie negatívnych vplyvov.

Podobne pri vzniku ochorenia, ktoré môže súvisieť s vykonávaním určitej práce, dodržiavanie NPHV neznamená, že profesionálny pôvod ochorenia možno úplne vylúčiť.

Pri zmesiach s podobným **sumačným (aditívnym) pôsobením** sa NPHV určuje podľa vzorca:

$$\frac{C_1}{NPHV_1} + \frac{C_2}{NPHV_2} + \frac{C_n}{NPHV_n} = 1$$

C₁ - C_n - namerané koncentrácie jednotlivých látok v zmesi

Pri látkach s inými účinkami ako sumačnými sa tento vzorec nemôže použiť.

Pre **chemické karcinogény** u nás platí (podobne ako v Nemecku) nový limit, a to **technická smerná hodnota (TSH)**, ktorá slúži na usmernenie expozícii. Aj keď so zreteľom na predpokladaný bezprahový účinok karcinogénnych látok nevylučuje možnosť ochorenia, znižuje pravdepodobnosť na minimum. Ak nie sú k dispozícii NPHV platné u nás, možno sa orientovať podľa limitov platných v štátoch EÚ, USA alebo v iných krajinách. Z hľadiska expozície pracovníka je potrebné merať koncentrácie tak, aby odražali čo najpresnejšie skutočnú expozíciu pracovníkov. Na to slúži **spracovanie časovej snímky**. Meranie sa robí na všetkých pracovných miestach **stacionárnymi odbermi** alebo **osobným odberom**. Pri individuálnych meraniach na jednotlivých pracovných miestach sa podľa priemerného pracovného času na daných miestach vypočíta časovo vážený priemer expozície:

$$CVP_{exp} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$$

CVP_{exp} - časovo vážený priemer expozície. C_i - koncentrácia na jednotlivom pracovnom mieste. n - počet pracovných miest

Výsledná expozícia sa porovnáva s NPHV.

BIOLOGICKÉ MONITOROVANIE EXPOZÍCIE

Takéto monitorovanie poskytuje obraz o celkovej úrovni expozície pracovníkov. V podstate ide o stanovenie danej látky a jej metabolitov v tom biologickom materiáli, ktorý je pre vylučovanie danej látky najvýznamnejší, resp. o stanovenie v biologickom materiáli, ktorý poskytuje dostatočné údaje o vzťahu k expozícii.

Rozlišujeme **priame a nepriame biologické expozičné testy (BET)**. Priame testy stanovujú danú látku alebo jej metabolity, pomocou nepriamych testov sa stanovujú zmeny v organizme vyvolané určitou látkou; keďže rovnaké zmeny môžu vyvolať aj iné faktory, tieto testy sa označujú ako **nespecifické**.

BET - analyza - látka a jej metabolity
by sa mala - analyzovať
konkrétne

BMH → 0
indikativne hodnoty

Hoci biologické expozičné testy alebo markery odražajú dávku, ktorá prenikla do organizmu nezávisle od cesty vstupu, problematika biologických markerov je zložitejšia, a to pre rozličné dlhé polčasy vylučovania látok z organizmu, možné ovplyvnenie predchádzajúcimi expozíciami alebo mimopracovnou expozíciou a pre odchytky v látkovej premene medzi hodnotenými osobami.

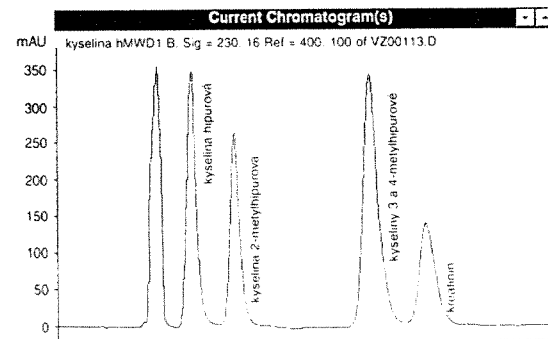
Biologické ukazovatele expozície sú známe len pre menšie množstvo látok. Stanovenie limitov, ktorými sú **biologické medzné hodnoty (BMH)**, znamená pravdepodobnostné rozloženie hodnôt pre zdravých robotníkov. Stanovujú sa podobne ako NPHV na 8-hodinový pracovný zmenu. Vždy treba mať k dispozícii okrem biologických expozičných testov zároveň výsledky monitorovania chemických látok v pracovnom prostredí. Aj keď hodnoty BET slúžia ako významné informácie, sú iba doplnkom hodnotenia koncentrácií a expozícií v prostredí. Ako expozičné ekvivalenty sú v prílohe Karcinogény a mutagény v pracovnom prostredí uvedené hodnoty v biologickom materiáli pri rozličných koncentráciách v pracovnom prostredí (s. 1050). Takéto údaje sú známe len pre časť chemických látok. Keďže hraničné hodnoty nevyjadrujú

presné rozhranie so zreteľom na možné odchytky v látkovej premene jednotlivcov, v legislatíve sa uvádzajú **indikativne hodnoty**, t. j. hodnoty, ktoré upozorňujú zamestnávateľa a dozorné orgány na zvýšenú expozíciu zamestnancov a na potrebu prijať účinné preventívne alebo ochranné opatrenia. Jediné v prípade olova bola pre jeho komplexné toxické účinky stanovená závažná BMH ako koncentrácia olova v krvi.

Pri monitorovaní expozície je dôležité poznať toxikológiu danej látky a pracovné podmienky, aby sa mohol cielene vypracovať **monitorovací plán**. Tento plán musí obsahovať miesto, dĺžku a spôsob merania v pracovnom prostredí, resp. osobný odber a pri biologickom monitorovaní aj čas odberu vzoriek (dni v pracovnom týždni a presný čas v priebehu zmeny) a samozrejme biologický materiál, ktorý sa bude vyšetřovať.

Interpretáciu výsledkov monitorovania a biologických expozičných testov má robiť lekár - odborník z pracovného lekárstva a osobitne z toxikológie s primeranou znalosťou konkrétnych pracovných podmienok.

Najčastejším materiálom používaným v biologických expozičných testoch je moč (obr. 11). Niekedy sa používajú vlasy.



Obr. 11. Metabolity toluénu (kyselina hipurová) a xylénu (kyselina metylhipurová) v moči pri súčasnej expozícii obidvom prchavým látkam. Výstup je z kvapalinového chromatografu.

nechty a krv, príp. aj iné materiály. Technicky zložitejšie je stanovenie plynov vo vydychovanom vzduchu, pri ktorom sa vzduch odoberá do kontajnerov a následne sa analyzuje v laboratóriu.

Medzi nepriame expozičné testy patri stanovenie kyseliny δ -aminolevulovej (δ -ALA) pri expozícii olovu alebo percentuálne stanovenie chromozómových aberácií vplyvom mutagénnej látky v moči.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

Ochrana zdravia vychádza z chemicko-fyzikálnych a toxikologických vlastností danej látky. Vo všeobecnosti ide podobne ako pri iných škodlivých faktoroch o technické, technologické, organizačné a náhradné opatrenia.

V rámci **technických opatrení** sa podľa možnosti nahradzujú toxikologicky závažné látky menej škodlivými. Príkladom je nahradzovanie azbestu, β -naftylaminu, benzénu a tetraetylova menej škodlivými látkami, a to nielen z hľadiska pracovníkov, ale aj obyvateľstva. Používanie niektorých chemických látok je upravené zákonom.

Pri posudzovaní technológií treba brať do úvahy vstupné a výstupné suroviny, materiály i medziprodukty a zvažovať tak bežné technologické situácie, ako aj mimoriadne a havarijné situácie a okolnosti ochrany zdravia ľudí. Cieľom je dosiahnuť čo najnižšiu expozíciu a minimalizovať počet exponovaných osôb. Tento princíp sa uplatňuje diaľkovým ovládaním výroby a pod. Problémom zostávajú opravy, údržba a čistenie technologických celkov. V tomto prípade sa využívajú náhradné opatrenia vo forme účinných osobných ochranných pracovných prostriedkov.

Dôležité je správne technické riešenie v súlade s hygienickými požiadavkami vrátane stavebného riešenia. Technologické celky majú byť ľahko prístupné, dobre čistiteľné a bez hluchých miest, v ktorých sa môžu kumulovať škodliviny. Najúčinnnejším opatrením na obmedzenie úniku škodlivín do pracovného prostredia je zabezpečiť realizáciu výrobných operácií v uzatvorených celkoch a tam, kde

škodliviny unikajú, inštalovať miestne odsávanie. Pred vypustením do ovzdušia treba vzduch očistiť od škodliviny, aby sa neprekročili emisné limity. K dôležitým technickým opatreniam patri čistenie, údržba a výmena častí technológií, zachytávanie vypúšťaných škodlivín, popola a oplachových vôd a zabezpečenie prenosných zariadení na čistenie výrobných častí (napr. priemyselné vysávače).

Príprava na mimoriadne situácie v chemických podnikoch spočíva v zabezpečení havarijného vetrania, únikových ciest a zariadení na uzavretie - oddelenie časti výroby, havarijných sprch a vzdušných clón, ako aj v dostupnosti osobných ochranných pracovných prostriedkov. V chemickej výrobe musia byť nainštalované meračie zariadenia na kontrolu koncentrácií a v laboratóriách musí byť vybavenie na analýzu medziproduktov a unikajúcich škodlivín. Podľa náročnosti technológie ide o plnoautomatické a poloautomatické systémy merania alebo orientačné merania detekčnými metódami.

Z organizačných opatrení je dôležité zaviesť bezpečné pracovné postupy a poriadok, poskytovať bezpečnostné a havarijné inštrukcie a dosiahnuť, aby ich pracovníci dokonale poznali a aj dodržiavali.

Pri nebezpečných výrobných procesoch je dôležité dodržiavať režim práce a prestávok, striedať pracovníkov, priebežne kontrolovať vykonávanie práce a technológiu. Rovnaký význam má výber telesne a duševne spôsobilých pracovníkov, priebežné kontrolovanie pracovných podmienok a sledovanie zdravotného stavu pracovníkov pri preventívnych lekárskejších prehliadkach.

Nevyhnutné je sledovať expozíciu meraniami v prostredí pomocou biologických expozičných testov. Osobitnú pozornosť treba venovať podmienkam a riešeniu osobnej hygieny pracovníkov. Pre ochranu zdravia má veľký význam ochrana tela pracovníka odevmi a ich včasná výmena, ochrana rúk a tváre a možnosť očistenia pri kontakte s chemickými látkami a po práci. Na pracoviskách s chemickými škodlivinami sa nesmie piť, jesť ani

fajčiť. Na to sú určené zariadenia osobnej hygieny a stravovania.

Osobné ochranné pracovné prostriedky treba vyberať tak, aby podľa druhu chemickej škodliviny a spôsobu vykonávania práce znemožňovali vniknutie škodlivín do organizmu alebo aspoň obmedzovali expozíciu. Na ochranu dýchacieho systému sa používajú prístroje, ktoré čistia vydychovaný vzduch od chemických látok mechanickou filtráciou, resp. prístroje, ktoré zásobujú pracovníka vzduchom privádzaným z čistého prostredia hadicou do jeho izolčného prístroja, alebo autonómne dýchacie prístroje s kyslíkom alebo so vzduchom, ktoré si pracovník nosí spolu s ochranným oblečením.

Pri výbere osobných ochranných prostriedkov treba zohľadňovať danú škodlivinu a typ pracovných operácií. Pri ich kontrole, čistení, výmene, skladovaní a najmä používaní sa musia rešpektovať pokyny výrobcov a dodržiavať schválené postupy.

Ochrana zdravia pred chemickými karcinogénmi vychádza z platnej legislatívy a zahŕňa tieto opatrenia:

- ♦ posúdenie rizika zamestnávateľom,
- ♦ používanie chemických karcinogénov sa musí vylúčiť tam, kde sa dajú nahraďiť menej škodlivými látkami,
- ♦ k práci s chemickými karcinogénmi musí byť vydaný súhlasný posudok orgánu na ochranu zdravia (posudok sa vydá len vtedy, keď sú zabezpečené technické, organizačné a náhradné opatrenia na ochranu zdravia pracovníkov),
- ♦ na pracoviskách s rizikom chemickej karcinogenity sa vymedzujú kontrolované pásma so sprísneným režimom ochrany zdravia a s evidovaným pohybom pracovníkov; v danom priestore sa nesmie jesť, piť a fajčiť,
- ♦ s chemickými karcinogénmi môžu pracovať iba osoby po 18. roku a telesne i duševne spôsobilí jedinci, pričom musia byť poučení o zdravotných rizikách a ovládať postupy prevencie rizík, prvú pomoc, ako aj postupy pri haváriách,

♦ s chemickými karcinogénmi nemôžu pracovať tehotné ženy, matky do 9. mesiaca po pôrode a mladiství.

♦ pracovníci sa musia podrobovať vstupným a periodickým preventívnym prehliadkam.

♦ expozíciu pracovníkov treba pravidelne monitorovať meraním koncentrácií škodlivín v pracovnom prostredí a biologickým monitorovaním expozície.

♦ zamestnávateľ musí viesť zoznamy zamestnancov vystavených karcinogénom a mutagénom a uchovávať ich 40 rokov od skončenia práce.

V prevádzkovom poriadku musia byť vyriešené všetky otázky zabezpečenia ochrany zdravia, kontroly pracovných podmienok a ochrany životného prostredia i obyvateľstva pred expozíciou chemickým karcinogénom.

LITERATÚRA

- <http://monograph.iarc.fr/monoeral/eral.html> - iarc.2002
- <http://193.51.164.11/monoeral/crt/hgr02b.html>
- <http://193.51.164.11/monoeral/grlist.html>
- Nariadenie vlády SR č. 45/2002 Z. z. o ochrane zdravia pri práci s chemickými faktormi.
- Nariadenie vlády SR č. 46/2002 Z. z. o ochrane zdravia pri práci s karcinogénymi a mutagénymi faktormi.
- Plog, B. A., Niland, J., Quinlan, P. J.: Fundamentals of industrial hygiene. National Safety Council, Ilaen 1995, s. 1011.
- Provazník, K., Komárek, L., Cikrt, M.: Manual prevention v lekárske praxi. Prevencia nepriazniveho pôsobeni faktorů pracovniho prostredia a pracovniho procesu. Praha, SZU 1998, 142 s.
- Rosival, L., Trnovec, T.: Chemické znečistenie a zdravie cloveka. Zvolen, Vydavateľstvo TU 1994, 48 s.
- Smernica rady 98/24/EC o ochrane zdravia a bezpečnosti pri práci s chemickými faktormi.
- Výhláška Ministerstva hospodárstva SR č. 67/2002 Z. z., ktorou sa vydáva znatim vybraných chemických látok a vybraných chemických prípravkov, ktorých uvedenie na trh a používanie je obmedzené alebo zakázané.
- Výnos Ministerstva hospodárstva SR č. 2/2002 na vykonanie zákona č. 163/2001 Z. z. o chemických látkach a chemických prípravkoch.
- WHO/HPR/OCH: Biological monitoring of chemical exposure in the workplace. Guidelines Vol. 1-2. WHO, Ženeva 1996, 503 s.
- Zákon NR SR č. 163/2001 Z. z. o chemických látkach a prípravkoch.
- Zákon NR SR č. 272/1994 Z. z. o ochrane zdravia ľudí v znení noviel.

12 BIOLOGICKÉ FAKTORY V PRACOVNOM PROSTREDÍ

Človek je v pracovnom prostredí vystavený pôsobeniu mnohých biologických faktorov. Vo zvýšenej miere je to v zdravotníctve, poľnohospodárstve, potravinárstve a v niektorých odvetviach priemyslu, kde sa uplatňujú rozličné biotechnológie. Rizikové sú najmä činnosti, pri ktorých nemožno vylúčiť kontakt s chorými ľuďmi, biologickými materiálmi a odobratými vzorkami. To isté platí o činnostiach, pri ktorých sa dostáva pracovník do styku so zvieratami, s výrobkami, so vzorkami alebo s materiálmi živočíšneho a rastlinného pôvodu. Osobitné pracovné podmienky si vyžaduje práca v klinických, vo veterinárnych, v diagnostických a mikrobiologických laboratóriách.

Rizikovým biologickým faktorom môžu byť vystavení aj pracovníci závodov na likvidáciu odpadov, čistiarni odpadových vôd, kafilerii a pod.

DEFINÍCIE A CHARAKTERISTIKY BIOLOGICKÝCH FAKTOROV

Podľa legislatívy SR sa za biologické faktory z praktických dôvodov ochrany zdravia pri práci pokladajú **mikroorganizmy** (vrátane geneticky modifikovaných), **bunkové kultúry** a **ľudské endoparazity**, ktoré môžu vyvolať infekcie, alergie alebo pôsobiť toxicky na organizmus človeka. Biologickými faktormi sú aj **prióny**, ktoré môžu vyvolať prenosné ochorenia; týmto pojmom sa označujú malé bielkovinové infekčné častice, ktoré odolávajú inaktivačným procesom rozkladajúcim nukleové kyseliny (zatiaľ sa v týchto časticiach nezistili nijaké nukleové kyseliny).

Podľa miery rizika infekcie u človeka sa biologické faktory v pracovných podmienkach rozdeľujú do 4 skupín:

♦ **1. skupina** - biologické faktory, pri ktorých je *nepravdepodobné, že môžu spôsobiť ochorenie u človeka*.

♦ **2. skupina** - biologické faktory, ktoré môžu vyvolať ochorenie u človeka, a teda

predstavujú nebezpečenstvo pre zamestnancov, ale nie je pravdepodobné, že sa ochorenie rozšíri v populácii, pričom k dispozícii je bežne účinná profylaxia alebo liečba.

♦ **3. skupina** - biologické faktory, ktoré môžu spôsobiť závažné ochorenie u človeka, a teda predstavujú nielen vážne nebezpečenstvo pre zamestnanca, ale aj vysoké riziko rozšírenia v populácii, pričom k dispozícii je bežne účinná profylaxia alebo liečba.

♦ **4. skupina** - biologické faktory, ktoré predstavujú vážne nebezpečenstvo pre zamestnancov a vysoké riziko rozšírenia v populácii, pričom k dispozícii nie je účinná profylaxia alebo liečba.

Pri širšom chápaní problematiky možno povedať, že medzi biologické faktory patria všetky faktory vonkajšieho prostredia, ktoré pôsobia na báze živej hmoty. Ide o pôsobenie bielkovinových molekúl, rastlín, zvierat, baktérií, vírusov atď. vrátane ich tel, tkanív a produktov.

Nákazy vznikajú najčastejšie v zdravotníctve, a to nielen pri manipulácii s infekčným materiálom, ale aj pri priamom kontakte s pacientom. Za profesionálnu infekciu možno pokladať každú infekčnú chorobu, ktorá vznikla v súvislosti s prácou. V zdravotníctve je to najmä vírusová hepatitída typu B, zriedkavejšie sa zaznamenáva výskyt tuberkulózy, exantémových infekčných ochorení, svrabu a i.

V poľnohospodárstve sa stretávame najmä s trichošyciami, infekčnými hrbolmi dojičov dobytky, farmárskymi pľúcami a ďalšími ochoreniami.

ÚČINKY NA ORGANIZMUS

Vzájomné pôsobenie človeka a biologických faktorov môže byť pozitívne aj negatívne. Negatívne účinky sú najmä alergénne, toxické, infekčné, karcinogénne, mutagénne a teratogénne.

Biologické faktory sa môžu vyskytovať vo forme tuhých alebo kvapalných aerosolov,

Biologické faktory vyvolávajú v organizme rozličné reakcie, a to v závislosti od svojich vlastností cesty vstupu do organizmu, dávky, dĺžky expozície a jej frekvencie (tab. 13). Ich účinok výrazne závisí aj od prijmateľa (vek, pohlavie, celkový a aktuálny zdravotný stav).

Z možných zdravotných účinkov sú najzávažnejšie infekcie (nákazy), ktoré sa vyskytujú vysokým výskytom vo svete.

Infekcie možno definovať ako proces prebiehajúci po vniknutí pôvodcu nákazy

do tkaniv vnútorného jedinca, kde sa začne rozmnožovať. Infekcia a infekčná choroba nie sú synonymami. Výsledok infekcie môže byť *inaparentný* alebo *manifestný*. Prítomnosť živého infekčného činiteľa na povrchu tela sa nazýva *infestácia* (napr. svrab, zavšivenie), prítomnosť živých organizmov na neživých predmetoch *kontaminácia*. *Inaparentnou infekciou* rozumíme prítomnosť infekcie u „hोस्टitele“ bez výskytu zistiteľných klinických príznakov. Takto infikované osoby môžu byť

Tab. 13 Hlavné biologické účinky

Materiál - faktor	Najčastejšia cesta vstupu	Odpoveď organizmu
Bielkoviny	krvná cesta vzdušná cesta	anafylaktický šok, serová choroba, alergia, alergické ochorenie dýchacích ciest
Plesne, prvoky, vírusy, baktérie, kvasinky a ich produkty	vzdušná cesta, tráviaci systém, krvná cesta, koža, spojovky	infekcie, alergia, toxické, karcinogénne, mutagénne a teratogénne účinky
Srsť, chlpy, koža a pod.	vzdušná cesta, koža, tráviaci systém, spojovky	infekcie, alergia
Múka	vzdušná cesta, tráviaci systém, spojovky	alergia, metabolické poruchy a poruchy z enzýmového deficitu
Sója	vzdušná cesta, tráviaci systém	alergia dýchacích ciest, vplyv na štítnu žľazu
Lan, konope, bavlna, ryža	vzdušná cesta, koža	ochorenie dýchacích ciest, podráždenie kože
Drevo	vzdušná cesta	alergia, podráždenie, nádory (prach z tvrdého dreva)
Uhlie	vzdušná cesta	zaprášenie pľúc
Biologický materiál spracovávaný v zdravotníckych a veterinárnych zariadeniach	vzdušná cesta, koža	infekcie, alergie
Antibiotiká	krvná cesta, tráviaci systém	alergia, anafylaktický šok
Enzýmy	tráviaci systém, vzdušná cesta, krvná cesta	alergia
Rastliny	inhalácia, kožný kontakt, tráviaci systém	alergia, podráždenie kože, dýchacích ciest, očí, močových ciest, otravy
Parazity a ich produkty	vzdušná cesta, krvná cesta, koža, tráviaci systém	infekcie, alergia, toxické účinky
Hmyz a jeho produkty	koža, krvná cesta, tráviaci systém	infekcie, alergia, podráždenie, poranenie kože
Hady	koža, krvná cesta	toxické účinky
Zvieratá, ryby a ich produkty	tráviaci systém, kontakt, inhalácia produkty, spojovky	infekcie, toxické účinky, alergia

inaparentnými šíriteľmi infekčného činiteľa. Väčšina infekcií prebieha nepozorovane (inaparentne), hoci v organizme prebieha imunitná reakcia. Pri manifestnej infekcii ide o ochorenie, ktorého klinický obraz závisí od pôvodu nákazy a stavu prijímateľa. Sprievodným javom ochorenia je imunitná reakcia organizmu.

Poškodenie zdravia môžu spôsobiť aj bakteriálne alebo mykotické toxíny; v takom prípade hovoríme o **toxoinfekcii**.

PREVENTÍVNE OPATRENIA

V zdravotníctve je najúčinnjším preventívnym a ochranným opatrením proti ochoreniam infekčného charakteru **oddržiavanie hygienicko-epidemiologického režimu** všetkými pracovníkmi. Profylakticky sa vykonáva **očkovanie** pracovníkov proti nárkazám, pri ktorých je imunitácia známa a dostupná.

V poľnohospodárstve sa môže minimalizovať kontakt pracovníkov s infekčným materiálom najmä **technickými opatreniami** (protiprašné a hygienické opatrenia) a používaním **osobných ochranných pracovných prostriedkov**.

Prevenčia alergických ochorení spočíva najmä vo výbere pracovníkov na určité práce (nezaradovanie senzibilizovaných jedincov).

Podľa platných legislatívnych úprav v SR je zamestnávateľ povinný pri akejkoľvek činnosti spojenej s rizikom expozície biologickým faktorom určiť charakter, stupeň a dĺžku vystavenia zamestnancov, aby mohol posúdiť riziko poškodenia zdravia a zabezpečiť ochranné opatrenia.

Pri posudzovaní rizika sa zohľadňuje klasifikácia biologického faktora, jeho patogenita, virulencia, invazivnosť, možná toxigennosť alebo senzibilizácia. Ďalej sa zvažuje infekčná dávka a cesta prenosu vo vzťahu k pracovnej činnosti a spô-

sobu expozície (inhalačne, parenterálne). Zamestnávateľ postupuje aj podľa odporúčaní orgánu na ochranu zdravia (hygienika) na monitorovanie biologického faktora v záujme ochrany zdravia.

Posudok o riziku zohľadňuje poznatky o priebehu ochorenia u zamestnancov, ktoré priamo súvisia s výkonom práce. Nezanedbateľné je posúdenie dostupnosti profylaxie a terapie možného ochorenia. V záujme zníženia rizika je zamestnávateľ povinný nahrádzať biologické faktory s vysokým rizikom menšími rizikovými, ak to daná technológia práce umožňuje.

Ďalším opatrením je zníženie až vylúčenie expozície, obmedzenie počtu zamestnancov vystavených biologickým faktorom, ako aj vypracovanie bezpečných pracovných postupov a kontrolných opatrení na zabránenie alebo zníženie uvoľňovania biologických faktorov na pracovisku.

Pri ochrane pracovníkov sa majú uplatňovať kolektívne aj individuálne opatrenia vrátane osobných ochranných pracovných prostriedkov a odevov, ich účinnej dekontaminácie a čistenia. Pre prípad nehody má byť vypracovaný osobitný plán ochrany.

Podľa možnosti sa zisťuje aj prítomnosť biologického faktora mimo miest ich primárneho určenia. Ďalšími nevyhnutnými opatreniami sú bezpečný zber a skladovanie odpadov, bezpečná preprava a bezpečná manipulácia s biologickými faktormi na pracovisku.

LITERATÚRA

- Bálint, O. a kol.: Základy infektológie a antiinfekčnej terapie. Martin, Vydavateľstvo Osveta 2000, 483 s.
Bednář, M. a kol.: Lékařská mikrobiologie. Praha, Mavol 1996, 558 s.
Nariadenie vlády SR č. 47/2001 Z. z. o ochrane zdravia pri práci s biologickými faktormi.
Zákon NR SR č. 272/1994 Z. z. o ochrane zdravia ľudí v znení noviel a doplnkov.

13 CHEMICKÉ, FYZIKÁLNE A BIOLOGICKÉ FAKTORY S GENOTOXICKÝMI ÚČINKAMI

Ako genotoxické sa označujú látky, ktoré sú schopné spôsobovať dedičné zmeny genetického materiálu v jeho štruktúre alebo sekvencii. Zmeny sa vyskytujú na úrovni chromozómov, génov alebo nukleových kyselín.

Odhaduje sa, že približne 3 500 chemických látok má genotoxické účinky a takmer 800 látok vytvára mutagénne účinky. Každý rok sa zavádza do výroby zhruba 1 000 nových látok. Sú to látky širokej spotreby – pesticídy, konzervačné látky, lieky a kozmetické prípravky, z ktorých mnohé patria k skutočným alebo potenciálnym mutagénom.

MUTÁCIA, MUTAGÉNY, MUTAGENÉZA

Aj keď je genetický materiál stabilý a mechanizmy jeho duplikácie sú veľmi presné, DNA je dynamickou makromolekulou, v ktorej prebiehajú neustále zmeny. Príčinou je nielen ľahká reaktivnosť DNA s chemickými zlúčeninami, ale aj vplyv fyzikálnych činiteľov, ktoré sa nachádzajú v prostredí.

MUTÁCIA

Mutáciou rozumieme dedičnú zmenu genetického materiálu, ktorá sa prejavuje väčšinou vo fenotype. Podľa úrovne, na ktorej mutácie vznikajú, rozlišujeme génové (bodové) mutácie a chromozómové aberácie. **Génové mutácie** vznikajú vnútri molekulovej štruktúry DNA a sú spôsobené zamenou, chýbaním alebo zmenou poradia nukleotidov. **chromozómové aberácie** zahŕňajú poškodenia chromozómovej sady bunky a môžu byť štruktúrne alebo numerické. Vznik indukovaných mutácií je spojený s pôsobením konkrétnych činiteľov – mutagénov.

MUTAGÉNY

Mutagény sú faktory, ktoré zvyšujú mutačnú frekvenciu zmenou DNA. Konti-

nuitu DNA môžu porušiť 3 skupiny mutagénov – chemické látky, fyzikálne činitele (ionizujúce žiarenie, UV žiarenie) a vírusy. Každá skupina mutagénov pôsobí inak a výsledné poškodenie má iný charakter.

Chemické látky prenikajú do organizmu rôznymi cestami a ich kontakt s genetickými štruktúrami je podmienený procesom transportu, metabolizmom a prestupom bunkovými membránami. Mnohé reaktívne látky sa stávajú mutagénymi až v priebehu biotransformácie (napr. aflatoxíny, nitrozamíny). Enzymové systémy zapojené do transportu a biotransformácie sú nielen druhovo, ale aj individuálne špecifické. Väčšinou účinných mutagénov možno zaradiť do niekoľkých skupín so spoločným mechanizmom biologického účinku a s chemickou príbuznosťou:

♦ **Alkylačné látky** sú vysoko reaktívne elektrofilné zlúčeniny, ktoré sa kovalentne viažu na nukleofilné molekuly bunky – proteíny, peptídy a nukleové kyseliny. Ich výrazný mutagénny efekt súvisí s väzbou na nukleofilnú centrá DNA, najmä na dusikaté bázy (adenín, guanín a cytozín), na aminoskupiny a karboxylové a fosfátové anióny. Patria k nim etylénimín, epoxidy, estery kyseliny metylsulfónovej, dusikaty yperit, trietylnmclanin, etylénoxid, diepoxvbután, epichlorhydrín, dimetylsulfát, trimetylsulfát a mitomycín C.

♦ **Antimetabolity nukleových kyselín** zasahujú priamo alebo nepriamo do metabolizmu nukleových kyselín. Analógy nukleotidov (brómdeoxyuridín, 2-aminopurin) spôsobujú poruchy párovania báz, iné blokujú syntézu prekurzorov (fluórdeoxyuridín) a niektoré blokujú syntézu DNA priamo (mitomycín C) alebo inhibíciou enzýmov (azaserín).

♦ **Komplexovorné zlúčeniny** vytvárajú spojenia s DNA. Molekuly týchto látok sa prikladajú k refazcom DNA alebo sa vsúvajú medzi refazce dvojšpirály DNA a spä-

1. Alkylačné látky
2.

genetické karaktéry
 alkylačné látky -> karcinogeny x DNA
 mutabilizované na elektrofilné látky
 análogos bázy -> 5-bromuracil, 5-fluoruracil, 5-jóduracil

ajú sa elektrostatickými väzbami. Narušenie vnútorných väzieb DNA (vodíkových mostíkov) spôsobuje posunové mutácie. Patria sem antibiotiká (aktinomycín D, daunomycín), ale i ďalšie látky (akridín, chinakrin, tryptoflavín).

- ♦ Organické zlúčeniny ťažkých kovov: najmä arzenu, ortuti, kadmia, chrómu a striebra zasahujú do deliacich procesov buniek a spôsobujú genómové mutácie.
- ♦ Alkaloidy sú bázičné látky rastlinného pôvodu s heterocyklicky viazaným dusíkom. Pyrazolidínové alkaloidy pôsobia ako alkylačné látky, kolchicín s vinkristínom ovplyvňujú mechanizmus deliaceho vretienka a spôsobujú blokádu mitózy a meiózy.

Medzi fyzikálne faktory s mutagénnym účinkom zaraďujeme žiarenie s vyššou energiou (elektromagnetické a korpuskulárne), ktoré vyvoláva v podstate všetky druhy mutácií. Typický je priamy účinok na genetický materiál v mieste absorpcie žiarivej energie, ktorý spôsobuje nielen aktiváciu a prerušenie väzieb vlákien DNA, ale aj vznik radikálov (peroxidov) indukujúcich chemické zmeny DNA. Mutagénny účinok závisí od vlnovej dĺžky, energie a časového rozloženia. Vznik chromozómových aberácií nezávisí od syntézy DNA v bunke, aberácie vznikajú vo všetkých fázach bunkového cyklu.

Vírusy, resp. ich účinky nie sú zatiaľ dostatočne preskúmané. Najznámejší je mechanizmus inzercie do DNA. Niektoré vírusy predčasne kondenzujú chromozómy a vyvolávajú fúziu jadier. Dôležitá je aj úloha vírusov pri onkogenéze u človeka.

MUTAGENÉZA

Základom mutagenézy je pôsobenie chemických, fyzikálnych a biologických látok v životnom a pracovnom prostredí, ktoré sú schopné indukovať zmeny v genetickej štruktúre živého organizmu. V užšom zmysle ňou rozumieme vznik mutácií pohlavných buniek, teda gametických mutácií, ktoré sú ako jediné dedičné. Pre spo-

ločný pôvod s inými mutačnými javmi je vhodné vymedziť súvislosť a odlišnosť 3 biologických javov - mutagenézy, karcinogenézy a teratogenézy.

Spoločným mechanizmom vzniku dedičného ochorenia, zhubného novotvaru a vrodenej vývojovej chyby môže byť mutácia. Látka, ktorá má mutagénny účinok, môže geneticky poškodzovať potomstvo, vyvolávať vývinové anomálie a indukovať neoplázie. Skutočne sa potvrdilo, že veľká časť karcinogénov patrí k mutagénom alebo sa stanú mutagénnymi v priebehu biotransformácie v organizme. Túto skupinu karcinogénov označujeme ako **genotoxické karcinogény**. K chemickým látkam, ktoré spôsobujú preráženie DNA, patria najmä alkylačné látky. K chemikáliám, ktoré sa *metabolizujú na elektrofilné látky*, patria aromatické aminy a nitrozaminy; polyaromatické uhľovodíky, prírodné produkty (afatoxíny, mitomycín C, safrol a estragol) a k *analogom bázy* patrí 5-bromuracil, 5-fluoruracil, 5-jóduracil a 2-aminopurin.

Karcinogény však predstavujú širšiu skupinu látok než mutagény. Mnohé látky (azbest, estrogény) zvyšujú výskyt neoplázií nemutagénnymi mechanizmami a označujú sa ako **epigenetické karcinogény** (negenotoxické). Známych je iba málo mutagénov, ktoré by nemali dokázanú karcinogenitu.

Spájanie mutagenity s **teratogenitou** je podstatne menšie, má však podobný charakter. Aj keď je každý mutagén potenciálnym teratogénom, teratogény pôsobia na vývoj zárodok väčšinou inými mechanizmami. Mutagény predstavujú iba malú časť z týchto vplyvov.

Porovnané javy majú okrem rozdielneho klinického efektu aj ďalšie špecifiká. Somatickú mutáciu s karcinogénnym dosahom môže vyvolať mutagén kedykoľvek v priebehu života a jej efekt (*neoplázia*) sa môže prejaviť až po desaťročiach. Karcinogenéza je okrem toho viacstupňový proces, pričom somatická mutácia nie je jediným predpokladom neoplastického procesu. Teratogénny účinok sa prejavuje vplyvom toxického látky na vývoj plodu.

Medzi časom pôsobenia mutagénu s teratogénnym účinkom a časom manifestácie (potrat, pôrod malformovaného plodu) uplynie spravidla iba niekoľko mesiacov. Zatiaľ čo gametické mutácie majú viacgeneračný dosah, následky karcinogenézy a mutagenézy sa obmedzujú na postihnutú generáciu (obr. 12).

Bunky disponujú mechanizmami, ktoré eliminujú genotoxický účinok na DNA a reparujú vzniknuté lézie. Reparačné procesy prebiehajú rôznymi cestami. Prejavujú sa v procese rozpoznávania, degradácie fendonukleázy, exonukleázy) a syntézy (polymérazý, ligázy). Výsledným prejavom mutácie je vždy súhrn primárnej genetickej lézie a rozličných reparačných procesov. Individuálna reparačná schopnosť poškodení DNA indukovaných mutagénom môže byť jednou z hlavných charakteristík zdedenej predispozície nádorov.

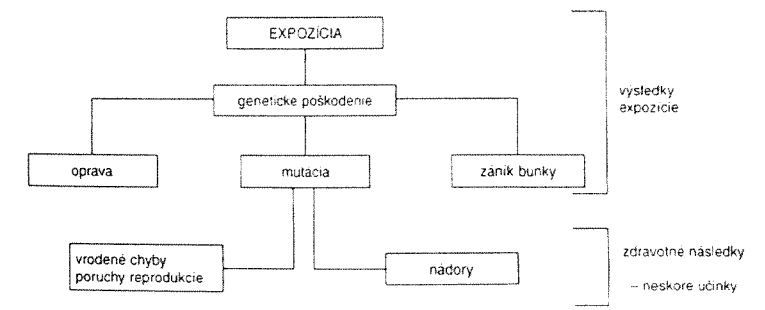
IDENTIFIKÁCIA A KLASIFIKÁCIA GENOTOXICITY CHEMICKÝCH LÁTKOK

Na identifikáciu a klasifikáciu rizika chemickej genotoxicity sa používajú krátkodobé skríningové testy na mutagenitu, experimentálne štúdie na zvieratách a epidemiologické štúdie.

KRÁTKODOBÉ TESTY MUTAGENITY

Tieto testy umožňujú včas identifikovať potenciálne riziko expozície karcinogénom. IARC a WHO ich zaraďujú do skupiny iných relevantných údajov na hodnotenie karcinogénnych účinkov, pretože geneticke a s nimi súvisiace účinky môžu indikovať možnú karcinogénnu aktivitu. Patria k nim bakteriálne testy mutagenity, cytogenetická analýza aberácií chromozómov, testy molekulejovej dozimetrie a testy blastocelovej transformácie lymfocytov.

♦ V rámci skríningu genotoxického pôsobenia chemických látok a ich zmien je najrozšírenejší neprímavý test na monitorovanie profesionálnej expozície sledovaním mutagénnej aktivity moču s použitím indikátorových kmeňov *Salmonella typhimurium*. Tieto bakteriálne kmene majú arteficiálne porušený kód biosyntézy histidínu, a preto potrebujú pre svoj rast externý prívod histidínu. Mutagén spôsobuje spätnú mutáciu, ktorá sa fenotypicky prejaví opätovným získaním schopnosti tvoriť histidín a následným rastom na médiu bez histidínu. Metóda je vhodná na hodnotenie účinku mutagénu s dlhším polčasom premeny v ľudskom organizme (napr. polyaromatické uhľovodíky, cytostatiká, alkylačné látky). Je citlivá na identifikáciu poškodení, ktoré boli indu-



Obr. 12 Biologické následky expozície genotoxickým faktorom (Upravené podľa Warda, 1995)

aj individuálne škiny bývajú experimenty na myšičkách
 e.g. - 1) efekt. zhubenie

aj laboratória test mutácie
 by stanovene chromozómal. aberráciá
 aj metód. jasné
 dyleňky testujú
 karcinogeny

kované priemyselnými chemikáliami a prakticky sa dá použiť i na testovanie účinkov benzénu, chloroprenu, epichlorhydrínu, xylénu a iných látok.

♦ Somatické poškodenia sa prejavujú zvýšeným výskytom chromozómových aberácií alebo výmen sesterských chromatíd. Metóda **stanovenia chromozómových aberácií** sa využíva predovšetkým ako skupinový expozičný test na monitorovanie profesionálnej expozície genotoxickým látkam. Opakované nálezy zvýšeného počtu chromozómových aberácií sú indikátorom väčšej pravdepodobnosti zvýšenej frekvencie nádorových ochorení s dostatočne dlhou expozíciou a latenciou a s efektívnou dávkou genotoxických látok. Frekvencia aberácií slúži na posúdenie miery expozície genotoxickým látkam. Odporúča sa **dlhodobé a opakované** sledovanie exponovaných pracovníkov, identifikácia jedincov so zvýšenou vnímavosťou (mali by byť vyradení z expozície), ako aj maximálne zníženie koncentrácie chemických látok v pracovnom prostredí. Cytogenetická analýza by mala byť súčasťou vstupnej lekárskej prehliadky pred vykonávaním práce spojenjej s rizikom pôsobenia karcinogénov a mutagénov. Jednotlivé typy chromozómových aberácií sú znázornené na obr. 13.

Výmeny sesterských chromatíd sú symetrické výmeny identických sekvencií DNA medzi sesterskými partnerskými chromatídami jedného chromozómu. Molekulový mechanizmus, biologický význam a vzťah k chromozómovým aberáciám nie je úplne jasný, predpokladá sa však vzťah k replikačným a reparačným procesom v bunke.

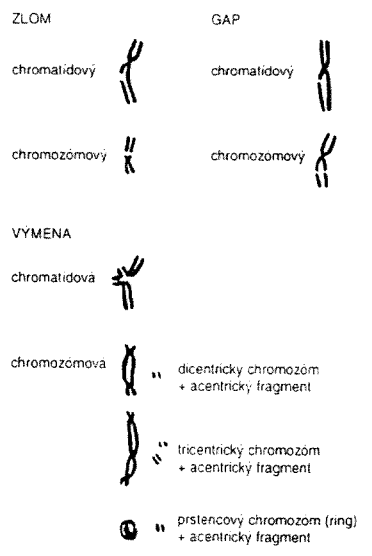
Stanovenie frekvencie mikrojadier v stimulovaných ľudských periférnych lymfocytoch je vhodnou metódou na zistenie cytogenetického poškodenia. Mikrojadrá vznikajú buď následkom chromozómových zlomov (tvorí ich acentrický fragment), alebo pri poruche funkcie deliaceho vretienka (tvorí ich celý chromozóm, nezačlenený do novovytvoreného jadra).

♦ **Testy molekulovej dozimetrie** sú založené na schopnosti chemických karcinogénov vyvolávať špecifické zmeny v štruktúre bunkových polymérov - DNA a proteínov, ktoré možno izolovať a detegovať pomocou chromatografických alebo imunodiagnostických metód. Patrí sem detekcia adduktov DNA a dôkaz proteínových adduktov. Tieto testy sú nielen nákladné, ale metodicky a časovo aj veľmi náročné. V budúcnosti sa stanú pravdepodobne najexaktnjším spôsobom monitorovania a odhadu individuálneho a kolektívneho rizika.

♦ Testy blastickej transformácie (lymfocytotransformačné testy, LTT) slúžia na sledovanie korelácie medzi frekvenciou chromozómových aberácií a niektorými faktormi bunkovej a humorálnej imunity. Krátkodobé testy sú vhodné na preskripping genotoxicity chemických látok pomocou génových mutácií a chromozómových aberácií, na určenie ich priorít a doplnenie príslušných informácií, na identifikáciu aktívnych frakcií v zmesiach xenobiotik, monitorovanie jednotlivcov a skupín pracovníkov profesionálne exponovaných genotoxickým látkam a na štúdium mechanizmov mutagenézy, karcinogenézy a teratogenézy. Ich nevýhodou je skutočnosť, že neumožňujú testovať chemické látky, ktoré indukujú rakovinový proces epigenetickými mechanizmami.

Somatická mutácia nie je jedinou a dostatočnou podmienkou neoplastického procesu. Karcinogenéza je viacstupňový proces a zahrnuje nielen neprimeranú aktiváciu normálnych génov bunky, ktoré sa stávajú onkogénmi, ale aj inaktiváciu iných bunkových génov (supresorových génov). Strata funkcie tohto génu vzniká poškodením génomu mutáciou, chromozómovou prestavbou alebo génovou konverziou.

Zmena sa môže prejaviť spontánne alebo vplyvom rozličných exogénnych faktorov (ionizačné žiarenie, karcinogénne chemikálie, vírusy). Vznik nádorov zo zmenenej bunky závisí od **reparačnej schopnosti bunky, prítomnosti iných endogénnych a exogénnych činiteľov**, ktoré podporujú alebo zastavujú rast nádoru, a od **účinnosti imunitného systému**.



Obr. 13 Typy chromozómových aberácií

nie príslušných informácií, na identifikáciu aktívnych frakcií v zmesiach xenobiotik, monitorovanie jednotlivcov a skupín pracovníkov profesionálne exponovaných genotoxickým látkam a na štúdium mechanizmov mutagenézy, karcinogenézy a teratogenézy. Ich nevýhodou je skutočnosť, že neumožňujú testovať chemické látky, ktoré indukujú rakovinový proces epigenetickými mechanizmami.

Somatická mutácia nie je jedinou a dostatočnou podmienkou neoplastického procesu. Karcinogenéza je viacstupňový proces a zahrnuje nielen neprimeranú aktiváciu normálnych génov bunky, ktoré sa stávajú onkogénmi, ale aj inaktiváciu iných bunkových génov (supresorových génov). Strata funkcie tohto génu vzniká poškodením génomu mutáciou, chromozómovou prestavbou alebo génovou konverziou.

Zmena sa môže prejaviť spontánne alebo vplyvom rozličných exogénnych faktorov (ionizačné žiarenie, karcinogénne chemikálie, vírusy). Vznik nádorov zo zmenenej bunky závisí od **reparačnej schopnosti bunky, prítomnosti iných endogénnych a exogénnych činiteľov**, ktoré podporujú alebo zastavujú rast nádoru, a od **účinnosti imunitného systému**.

EXPERIMENTÁLNE ŠTÚDIE NA ZVIERATÁCH

Pokusy na zvieratách poskytujú presvedčivé dôkazy karcinogenity u jednotlivých testovaných zvieracích druhov. Jednotlivé postupy sú štandardizované a akceptované Medzinárodnou agentúrou pre výskum rakoviny (IARC).

EPIDEMIOLOGICKÉ ŠTÚDIE

Tieto štúdie sa zameriavajú na **sledovanie biologických účinkov genotoxických látok**, ktorým sú populačné skupiny vystavené v životnom alebo pracovnom prostredí.

Hlavnými prvkami **epidemiologickej metodológie** sú *skúmaná populácia, očakávaný účinok, predpokladaná príčina, vzťah dávka - účinok a vzťah čas - účinok*.

Cieľom štúdií je zisťovať distribúciu exogénnych faktorov prostredia a ich účinkov na zdravie človeka. Mutačná epidemiológia hodnotí incidenciu spontánnych alebo prostredím indukovaných somatických a gametických mutácií v ľudskej populácii a ich následky na prežívajúcich jedincov a potomstvo (IARC 1998).

KARCINOGENY V PRACOVNOM PROSTREDÍ

Podľa IARC (1998) sa karcinogénne látky a karcinogénne faktory vyznačujú schopnosťou zvýšiť incidenciu maligných nádorov v populácii, ktorá bola vystavená ich pôsobeniu. Jednotlivé karcinogény pôsobia pravdepodobne zásadne odlišnými mechanizmami.

Medzi expozíciou karcinogénu a prvou manifestáciou nádorového ochorenia je tzv. **indukčno-latentné obdobie**. Pri väčšine nádorov trvá tento interval 15-25 rokov, ale môže byť aj dlhší.

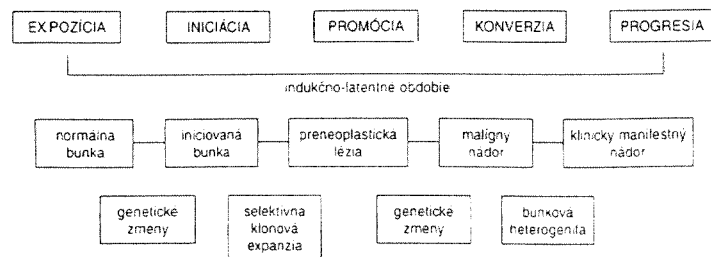
V karcinogenéze v nadväznosti na expozíciu rozlišujeme 5 stupňov (obr. 14).

Aj keď sa doteraz nepodarilo zistiť prahový účinok, súčasné poznatky svedčia o zvyšovaní rizika vzniku nádorov a skracovaní obdobia latencie v závislosti od dávky karcinogénu, ktorú organizmus prijal po **expozícii**.

Takmer s určitou možnosťou povedať, že **iniciácia** je výsledkom ireverzibilnej genetickej zmeny súvisiacej s vystupňovaním mutačnej aktivity rôznymi priamymi alebo nepriamymi mechanizmami niektorých karcinogénnych látok, ktoré tvoria priame interakcie s DNA.

Mnohé karcinogénne látky pôsobia nepriamo a na mutagénnu činnosť potrebujú metabolickú aktiváciu. Väčšina stavovcov má k dispozícii komplex detoxikačných enzýmov, ktoré svojou činnosťou menia molekuly na vysoko reaktívne elektrofilné látky rozpustné vo vode. Cytochrómový enzýmový systém (cytochróm P-450) pomáha „likvidovať“ toxické látky.

Enzýmy sú špecifické pre rôzne skupiny karcinogénov. Pri väčšine z nich sa



Obr. 14 Stupne karcinogenézy a ich prejavy
(Upravené podľa Harrisa a kol., 1987)

prejavuje genetický polymorfizmus. Z hľadiska vnímavosti na túto skupinu látok majú veľký význam interindividuálne rozdiely. Keď tieto systémy poskytnú nepolárnej inertnej molekule toxickéj látky reaktívnu funkčnú skupinu (epoxidovú, hydroxylovú), vytvoria s nimi konjugáty, ktoré sa dajú ľahšie vylúčiť z buniek. V určitých prípadoch sú však reaktívne intermediáty schopné vytvárať komplexy s DNA. Ak sa takéto chemické addukty DNA rýchlo nereparujú (napr. glykozyláza alebo excíziou stlačených báz), môžu spôsobiť mutácie a iniciovať neopláziu.

Karcinogény pôsobiace priamo (napr. alkylačné látky) nepotrebuje metabolickú aktiváciu. Sú elektrofilnými látkami a nádory môžu vytvárať v rozličných tkanivách. Zdá sa, že tvorba adduktov DNA pomocou karcinogénov je dôležitým krokom pri iniciácii karcinogenézy.

Promócia súvisí s expanziou iniciovaných a na klon transferovaných buniek. Prebieha epigenetickými mechanizmami a je reverzibilným procesom. Agensy pri promócií netvoria priame interakcie s DNA. Pri nepriamej interakcii s bunkou vznikajú zmeny v génovej expresii, čo prispieva k tvorbe benigných bunkových klonov.

Konverzia predstavuje sériu genetických zmien, ktoré sa týkajú premeny benigných foriem na formy maligne.

Progresia sa prejavuje klinickou manifestáciou karcinómu. Maligne nádory sa

vyznačujú genetickou instabilitou, ktorá sa prejavuje vznikom aneuploidii a chromozómových aberácií. Len čo sa nádorové bunky dostanú do neskorého štádia progresie, stanú sa heterogénnymi a pod silným selekčným tlakom sa začnú rýchlo rozvíjať. Pritom nadobúdajú špecifické vlastnosti - schopnosť rozpúšťať bunkovú stenu, prechádzať bunkovou membránou, zostávať nažive v krvnom riečisku, paralyzovať imunitný systém, stať sa rezistentnými proti toxickým účinkom liekov a žiarenia a stimulovať angiogénu.

Z hľadiska biologickej úlohy v jednotlivých fázach karcinogenézy možno rozdeliť chemické karcinogény na **iniciátory** - **včasné karcinogény**, ktoré spôsobujú zmenu genetického materiálu, a **promóto**ry - **neskoré karcinogény**, ktoré indukujú neskorú karcinogénu a epigenetickým mechanizmom podporujú zvýšenú diferenciálnu aktivitu iniciovaných buniek vrátane následnej transformácie latentných nádorových buniek na bunky nádorové.

Samotné iniciátory sú karcinogénne, genotoxické, elektrofilné a vysoko reaktívne, pričom sa kovalentne viažu na nukleofilné centrá spôsobujúce ireverzibilné zmeny genetického materiálu. Sú aktívne v krátkodobých testoch, nedá sa pri nich overiť prahová dávka a jedna expozícia môže stačiť na indukciu nádorového procesu.

Samotné promóto

ry nie sú karcinogénne, genotoxické a elektrofilné, neviažu sa na DNA a ich účinok je pravdepodobne reverzibilný. Nie sú aktívne v krátkodobých testoch mutagenity, pravdepodobne existuje prahová dávka a na indukciu procesu je potrebná opakovaná expozícia.

Asi 5 % zhubných nádorov u človeka spôsobuje ionizujúce žiarenie, 5 % vyvolávajú vírusy a ostatných 90 % chemické látky a ich zmesi. Závažnosť chemických látok v etiológii nádorov odráža aj skutočnosť, že približne 8 % všetkých zhubných nádorov u človeka má profesionálny pôvod.

IARC sa systematicky zaoberá získavaním údajov o vzájomnej súvislosti medzi výskytom nádorových ochorení a karcinogénmi v prostredí. Dôkazy o karcinogennom účinku na človeka a zvieratá zabezpečujú skupiny expertov štandardným postupom. Vyhodnocovanie sa týka závažnosti dôkazov o karcinogenite, nie však rozsahu, sily ich karcinogénnej aktivity a mechanizmu pôsobenia. Klasifikácia sa mení priebežne podľa nových poznatkov a dôkazov.

KARCINOGENITA PRE ČLOVEKA

Dôkazy karcinogenity získané štúdiami v ľudskej populácii možno rozdeliť do 4 kategórií:

- ♦ **dostatočné dôkazy karcinogenity** - ak boli získané dôkazy o kauzálnom vzťahu medzi expozíciou danému agensu a vznikom rakoviny u človeka v tých štúdiách, v ktorých sa dá dostatočne spoľahlivo vylúčiť náhoda (*bias* - systematická chyba, *confounding* - skreslenie).

- ♦ **obmedzené dôkazy karcinogenity** - ak sa zistil pozitívny vzťah medzi expozíciou danému agensu a rakovinou u človeka a kauzálna interpretácia je dostatočná, nedajú sa však dostatočne spoľahlivo vylúčiť náhody.

- ♦ **nedostatočné dôkazy karcinogenity** - ak ide o nedostatočne kvalitné a neúplné štúdie, v ktorých chýbajú spoľahlivé šta-

tistické dôkazy o existencii alebo absencii kauzálneho vzťahu.

- ♦ **dôkazy svedčiace o absencii karcinogenity** - ak je viacero adekvátnych štúdií zameraných na sledovanie širokého rozsahu dávok skúmaného agensu, ktorému boli ľudia exponovaní a ktoré nepotvrdzujú priamy vzťah medzi expozíciou a akýmkoľvek typom rakoviny na ktorejkoľvek úrovni štúdie, takéto závery sú limitované miestom sledovania, dávkami a dĺžkou pozorovania.

Experimentálne údaje o karcinogenite možno klasifikovať tiež do 4 kategórií:

- ♦ **dostatočné dôkazy karcinogenity** - ak sú k dispozícii výsledky štúdií, ktoré umožňujú usúdiť, že ide o kauzálny vzťah medzi expozíciou danému agensu a zvýšenou incidenciou maligných nádorov, alebo kombináciou benigných a maligných nádorov, a to u dvoch alebo viacerých druhov zvierat, príp. sa urobili minimálne dve štúdie v rôznom čase a v rôznych laboratóriách alebo podľa odlišných protokolov; ak chýbajú dôkazy karcinogenity daného agensu v epidemiologických štúdiách, je pravdepodobné, že agens s dostatočnými dôkazmi karcinogenity u zvierat je rizikový aj pre človeka.

- ♦ **obmedzené dôkazy karcinogenity** - ak údaje naznačujú karcinogénny účinok, ale nie sú úplné, takže nemožno urobiť jednoznačné závery (jeden pokus, nejasné usporiadanie pokusu, zvýšená incidencia len benigných nádorov).

- ♦ **nedostatočné dôkazy** - ak nemožno z výsledkov štúdií usúdiť, či poukazujú na prítomnosť alebo absenciu karcinogénnych účinkov.

- ♦ **nedostatočné dôkazy karcinogenity** - ak výsledky štúdií najmenej s dvoma druhmi pokusných zvierat ukázali, že v rámci použitého testu sa neprejavili karcinogénne účinky daného agensu.

Podporné dôkazy karcinogenity sú ďalšie relevantné údaje, ktoré sú dostatočné na to, aby sa brali do úvahy pri celkovom hodnotení agensu.

Rozdelenie karcinogénov do skupín podľa legislatívnych úprav SR vychádza z legislatívy EÚ (Council Directive, 1990).

Medzi karcinómy dokázateľne súvisiace s profesionálnou expozíciou zaraďujeme karcinóm pľúc (radón, azbest, chróm, polycyklické aromatické uhľovodíky, nikel, arzén), angiosarkóm pečene (vinylchlorid), maligný mezotelióm (azbest), karcinóm močového mechúra (benzidín, naftylamín), karcinóm kože (UV žiarenie, polycyklické aromatické uhľovodíky, arzén, ionizujúce žiarenie), niektoré leukémie (benzén) a karcinóm nosovej dutiny a prinosových dutín (prach z bukového a dubového dreva i z exotických drev, nikel, chróm, izopropylalkohol, formaldehyd).

TERATOGENY, RIZIKO REPRODUKČIE A VÝVOJA

Niektoré chemické látky sú schopné indukovať mutácie už vo vyvíjajúcich sa gamétach. Takto vznikajú najmä genómové mutácie, ktoré môžu byť následkom chýb v meióze.

Teratogény sú faktory, ktoré spôsobujú kongenitálne malformácie.

Pri poškodení pohlavných buniek muža alebo ženy sa môže znížiť fertilita. Expozícia pred gestáciou alebo počas nej môže zapríčiniť infertilitu, spontánny potrat, predčasný pôrod, zníženie pôrodnej hmotnosti novorodenca, poškodenie plodu alebo jeho abnormálny rast a vývin. Reprodukčné alebo vývojové poškodenie súvisí s absorpciou toxického látky do krvného riečišťa a s jej prechodom do reprodukčných orgánov, resp. cez placentu do plodu. Takéto poškodenie sa zistilo pri profesionálnej expozícii olova, ortuť, niektorým organickým látkam a ionizujúcemu žiareniu. Fajčenie znižuje fertilitu u mužov aj žien. Ak je muž jednorazovo vystavený pôsobeniu genotoxického látky, mutácia sa prejaví najmä v spermatozoidoch a spermatozoidoch a po niekoľkých týždňoch môže byť eliminovaná. Ak je však exponovaný chemickej látke, ktorá indukuje mutácie v spermatogóniách, sprá-

vidla vzniká trvalá infertilita s rizikom, že spermie budú nositeľmi trvalej mutácie.

Po ožiarení *in vivo* sa pozorovala zväšená frekvencia numerických a štruktúrnych aberácií chromozómov v lymfocytoch i spermiiach. V lymfocytoch sa častejšie vyskytovali dicentrické a ring-chromozómy, v spermiiach chromozómové zlomy.

Škodlivé účinky na mužský reprodukčný systém sa prvý raz zistili po expozícii nitrozofurantoínu. Po expozícii halogénovanému alifatickému uhľovodíku 1,2-dibrom-3-chlórpropánu (DBCP) sa z 25 exponovaných pracovníkov zistila u 9 azospermia, u 3 oligospermia. Po testikulárnej biopsii sa pozorovala strata spermatogénnej aktivity alebo celkové zníženie bunkovej aktivity v semenotvorných kanálikoch. Reprodukčnú schopnosť nepriaznivo ovplyvňuje aj sírouhľik a olovo. Nejasné sú účinky bóru, kadmia, etylénbromidu, metylortuť, toluéndiaminu a dinitrotoluénu. Vplyv faktorov pracovného prostredia na spermie je uvedený v tab. 14.

Monitorovanie účinkov profesionálnej expozície na reprodukciu u mužov je spojené s reprodukčnou anamnézou, so stanovením koncentrácie hormónov v krvi, s histologickým vyšetrením semenníkov a s analýzou spermii. Stanovenie koncentrácie hormónov v krvi sa vy-užíva aj pri sledovaní reprodukčných dysfunkcií. Najčastejšie sa sleduje koncentrácia LH, FSH a testosterónu. Dysfunkcia Leydigových buniek spôsobuje často zmeny v koncentracii LH a poruchy semenotvorných kanálikov sú spojené so zmenou koncentrácie FSH. Histologicky sa zisťujú morfológické lézie vnútri semenotvorných kanálikov alebo Leydigových buniek, ktoré priamo súvisia s azospermou alebo oligospermou. Chemické látky poškodzujú funkciu spermii najmenej dvoma mechanizmami. Pri pôsobení na hypofýzu, príp. na pohlavné hormóny môžu ovplyvniť spermatogénu (znižuje sa reprodukčná schopnosť), alebo môžu vzniknúť abnormality v semennej tekutine (zhoršuje sa funkčný stav spermii). Pri analýze semennej tekutiny sa určuje

Tab. 14 Vplyv faktorov pracovného prostredia na mužské spermie

	Ukazovatele			
	Počet	Motilita	Morfológia	F-teslika
Škodlivé účinky				
Sírouhľik	+	+	-	+
Dibromchlórpropán (DBCP)	+	-	-	-
Olovo	-	+	-	-
Nejasné účinky				
Bór	+	-	-	-
Kadmium	-	-	-	-
Etylénbromid	-	-	-	-
Metylortuť	+	-	-	-
Toluéndiamin a dinitrotoluén	+	-	-	-
Bez účinku				
Anestetické plyny	-	-	-	-
Epichlórydrín	-	-	-	-
Etylénglykol monometyleter	-	-	-	-
Formaldehyd	-	-	-	-
Glycerín	-	+	-	-
Kyselina p-butylbenzoová	-	-	-	-
Polybromované bifenyly	-	-	-	-
Odpadová voda zo závodov	-	-	-	-

množstvo spermii, ich motilita, morfológia a testovanie F-teslietok. Xenobiotiká môžu priamo vplyvať na motilitu spermii, na oplodnenie vajíčka, príp. jeho implantáciu. Nefunkčná semenná tekutina neznamená nijaké genetické riziko, no vajíčko oplodnené geneticky zmenenou spermou môže byť základom vývoja poškodeného potomka.

Profesionálna expozícia u žien je dôležitá v období pred koncepciou i po koncepcii. Prehľad reprodukčných zmien spojených s expozíciou matky na rizikových pracoviskách uvádza tab. 15. Niektoré látky z pracovného prostredia znižujú reprodukčnú schopnosť alebo nepriamo vplyvajú na vývin plodu. Ide o plyny s anestetickými účinkami, arzén, benzo(a)pyrén, kadmium, sírouhľik, oxid uhľový, chloroform, chloroprén, étery etylénglykolu, etylénoxid, formamid, anorganickú a organickú ortuť, olovo, polychlórované bifenyly, polybromované bifenyly, žiarenie, selén, telúr, vinylchlorid a xylén. V prekoncepčnom období sa môže narušiť vyváženosť hormónov, a tým aj menštruač-

Tab. 15 Prehľad reprodukčných zmien súvisiacich s expozíciou matky na rizikových pracoviskách

Menštruačné poruchy
Zmena fertility
Monogénové choroby
Chromozómové aberácie
Spontánne potraty
Vrodené malformácie
Intrauterinná rastová retardácia
Neskoršie úmrtie plodu
Zmenený gestačný vek
Zmenený pomer pohlavi
Úmrtie v perinatálnom období
Poruchy vo vývoji jedinca
Poruchy v správaní
Výskyt nádorov
Nádory u potomkov
Nádory ženských pohlavných orgánov
Zníženie libida
Predčasná menopauza

ný cyklus a proces dozrievania folikulov, tvorby endometria, transportu vajíčka a jeho implantácie v maternici. Pri narušení niektorého mechanizmu môže vzniknúť infertilita alebo spontánny potrat. V postkoncepčnom období je dôležité obdobie expozície. Expozícia v prvých 2 týždňoch po koncepcii (obdobie rýchleho vývoja zygoty, implantácie a formovania embrya) môže zapríčiniť včasný spontánny potrat. Teratogénny účinok látok sa prejavuje zvyčajne v kritickom období organogenézy, teda od 3. do 9. týždňa po koncepcii. Expozícia v tomto období môže mať za následok rozličný stupeň mentálnej retardácie. Morfológické a funkčné poškodenia sú typické pre expozíciu po 9. týždni gestácie.

Tearotogenita a fetotoxicita je úzko spojená s prechodom chemickej látky placentou (antineoplastické látky, olovo, ionizujúce žiarenie). V druhom a treťom trimestri gravidity, keď rastú a dozrievajú orgány, môžu spôsobiť takéto látky poškodenie tkaniva, rastovú retardáciu a funkčné zmeny plodu a vplyvať aj na formovanie a funkciu endokrinného, imunitného alebo urogenitálneho systému.

Hodnotenie reprodukčného rizika na pracoviskách je zamerané na druh toxikologickej látky, výšku a spôsob expozície, celkové zdravotné problémy, gynekologické ťažkosti spojené s menštruáciou a antikoncepciou, problémy s koncepciou, počet gravidít, neúspešné gravidity, spontánne potraty a poruchy pri narodení detí. Dôležité je včasné zistenie gravidity a minimalizovanie vplyvu toxikologickej látky.

V súčasnosti je každý 6. manželský pár infertilný, asi 20 % tehotností sa končí spontánnym potratom, 7 % živonarodených detí má nízku pôrodnú hmotnosť a 7 % novorodencov má poruchy pri narodení. Prevalencia reprodukčných zlyhaní je uvedená v tab. 16. Z porúch pri narodení predstavuje genetický prenos 20 %, chromozómové aberácie tvoria 5 %, ostatné poruchy (žiarenie, infekcie, metabolické poruchy matky, lieky a chemikálie) nepresahujú 5 % a príčina väčšiny porúch (asi 65 %) je nejasná.

O poškodzovaní reprodukčného systému toxickými látkami poskytujú najlepšie informácie epidemiologické štúdie. Dôležitá je anamnéza týkajúca sa reprodukčného procesu a profesionálnej expozície. Včasné spontánne potraty sa zisťujú ľahko, sú však citlivým markerom na zisťovanie reprodukčných strát. Na infertilitu, predčasnú menopauzu u žien, ale aj výskyt spontánnych potratov, vrodených malformácií a výskyt leukémii u detí vplyva ionizujúce žiarenie, olovo a ortuť spôsobujú poškodenia v prekoncepčnom i postkoncepčnom období, organické rozpúšťadlá zvyšujú výskyt vrodených malformácií plodu, poškodzujú CNS a kardiovaskulárny systém plodu, formaldehyd, dietylstilbestrol, vinylchlorid a PCB poškadzujú tkanivá, príp. orgány plodu. U žien pracujúcich v zdravotníctve zvyšujú výskyt spontánnych potratov a vrodených malformácií plodu cytotatúka, anestetické plyny a biologické činitele; patrí k nim najmä toxoplazmóza (aborty, mikrocefália, chororetinitída a t. j. pri infekcii matky v prvom trimestri je 15-20 % prenos), rubeola (po preočkovaní sa už na Slovensku prakticky nevyskytuje; pri infekcii matky v prvých 12 týždňoch gravidity sa infikovalo 80 % plodov; z toho v prvých 10 týždňoch sa u všetkých infikovaných plodov vyskytla vrodená vyvojová chyba srdca a hluchota). Teratogénne účinky má aj cytomegalovírus (40 % rizi-

Tab. 16 Prevalencia reprodukčných zlyhaní

Infertilita	10-15 %
Zistené spontánne potraty	15-20 %
Mŕtvorodené plody	2 %
Nízka pôrodná hmotnosť	7 %
Úmrtie v neonatálnom období	0,7 %
Úmrtie v detstve	1 %
Poruchy pri narodení	7 %
Poruchy CNS	2 %
Kardiovaskulárne poškodenia	2,5 %
Mentálna retardácia	0,4 %
Chromozómové aberácie	0,2 %

ko transplacentárneho prenosu z matky na plod s multiorgánovým postihnutím plodu), listerióza, parvovírus B19, chlamýdiové infekcie a AIDS.

HODNOTENIE EXPOZÍCIE GENOTOXICKÝM LÁTKAM

Genetické monitorovanie znamená sledovanie zmien genetického materiálu s cieľom zistiť biologické dôsledky expozície mutagénnemu agensu. Poskytuje informácie nielen o množstve chemickej látky, ktorej bol pracovník (resp. skupina pracovníkov) exponovaný, ale aj o množstve, ktoré preniklo do organizmu (inertná látka), ktoré v ňom zostalo a ktoré má genotoxické účinky (účinná dávka) u jednotlivca (resp. u jednotlivcov v rámci sledovanej skupiny). Zároveň poskytuje informácie o súčasnej i predchádzajúcej expozícii, ktorá môže mať škodlivé účinky na zdravie. Pri skupinovom hodnotení a doplnení meraniami mutagénnych látok v pracovnom prostredí sa môže využiť ako skupinový expozičný test, pričom umožňuje lepšie vyjadriť škodlivé účinky a slúži ako podklad na odhad a hodnotenie rizika, pretože odraža všetky cesty vstupu genotoxického agensu do organizmu.

Cieľom biologického monitorovania je identifikovať rizikové genotoxické faktory a prekursory choroby, dokázať a dokumentovať expozíciu, zistiť vnímavosť na toxické látky a detegovať včasné účinky a orgánové dysfunkcie.

V toxikológii, epidemiológii a pracovnom lekárstve sú signálom alebo indikátorom expozície škodlivej zdraviu, vnímavosti na chorobu alebo budúcej choroby **biologické markery**; týmto pojmom sa označujú markery na akejkoľvek úrovni, t. j. biochemické, bunkové, tkanivové i celotelové. Biomarkery rozdeľujeme do 3 skupín:

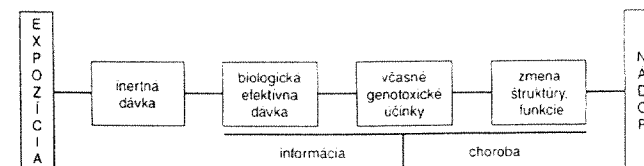
- *markery vnímavosti* – merateľné indikátory genetických, biochemických a fyziologických faktorov, jestvujúcich pred expozíciou a nezávisle od nej, ktoré ovplyvňujú pravdepodobnosť, že výsledkom expozície bude choroba.

- *markery expozície (dávky)* – merateľné indikátory inej dávky, ktorú možno využiť ako nezávislú premennú pri skúmaní vzťahov expozícia – choroba.

- *markery účinkov* – merateľné indikátory prítomnosti danej biologической udalosti, ktorá je stupňom v chorobnom procese, alebo samotnej choroby; môžu sa využívať ako závislé premenné pri skúmaní vzťahov expozícia – choroba.

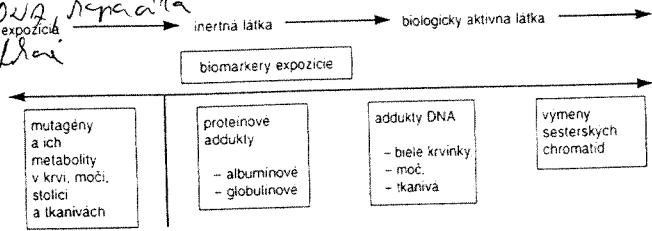
Markery biologického monitorovania expozície genotoxickým látkam (obr. 15) slúžia na identifikáciu štádia prebiehajúcich zmien medzi expozíciou a jej biologickým účinkom. Biomarkery expozície, t. j. reverzibilnej genotoxickej odpovede sú na obr. 16 a biomarkery účinkov, z ktorých sú už niektoré ireverzibilnými genotoxickými odpoveďami, znázorňuje obr. 17.

Biologické monitorovanie profesionálnej expozície genotoxickými látkam sa začalo využívať v druhej polovici 80. rokov. Na

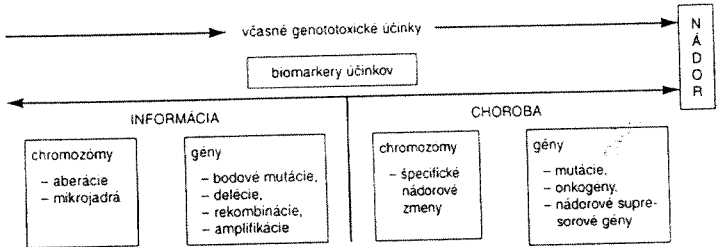


Obr. 15 Markery biologického monitorovania expozície genotoxickým látkam (Upravené podľa Albertiniho, 1996)

VNIHAVOSŤ - dávková biológia práce
 a metabolické (genetické)
 biogénna reakcia
 c/ind. prá



Obr. 16 Biomarkery expozície, resp. dávky
 (Upravené podľa Albertiniho, 1996)



Obr. 17 Biomarkery účinkov
 (Upravené podľa Albertiniho, 1996)

Slovensku sa od roku 1985 zaviedli na vtedajšej Krajskej hygienickej stanici v Bratislave do praxe cytogenetické metódy ako skupinový expozičný test.
Cytogenetické vyšetrenia ako skupinový expozičný test sa vykonávajú spravidla na jar alebo na jeseň, pričom sa porovnávajú tie isté súbory v rovnakom ročnom období. Súbor vystavený pôsobeniu sledovaného faktora (aspoň 30 pracovníkov) a kontrolný súbor (20 osôb) sa vyšetrujú súčasne. Je vhodné, aby boli obidva súbory z rovnakého podniku (kontrolný bez expozície sledovanému agensu). V rámci vyšetrenia sa riadeným pohovorom zisťujú okolnosti, ktoré môžu ovplyvniť výsledky vyšetrenia (očkovanie, rtg vyšetrenie, prekonané choroby, užívanie liekov v posledných 3 mesiacoch), ako aj podmienky ex-

pozície. Ďalej sa zabezpečuje odber biologického materiálu vlastným tímom a laboratórne vyšetrenie v štandardizovaných podmienkach podľa jednotného metodického postupu (analyzuje sa 100 metafáz).
 Pri sledovaní genotoxických účinkov sú hlavnými cytogenetickými markermi chromozómové aberácie lymfocytov periférnej krvi, výmeny sesterských chromatíd, mikrojadrový test, nukleolárny test, test blastickej transformácie a asociácie satelitných chromozómov. Pretože spontánna úroveň chromozómových aberácií v neexponovanej populácii je nižšia ako 2%, pri zistení 2-4% aberantných buniek sa hodnotí expozícia sledovanej skupiny ako zvýšená a pri zistení > 4% aberantných buniek ako vysoká expozícia genotoxickým látkam.

12% -> spontánna úroveň + dávka aberácií
 2-4% -> zvýšená expozícia
 > 4% -> vysoká expozícia
 SKUPINOVÝ EXPOZIČNÝ TEST

Metóda sa osvedčila v praxi pri sledovaní účinnosti vykonaných technických úprav, skrátení expozície genotoxickým látkam, pri hodnotení expozície nízkym priemerným a niekoľko ráz opakovaným krátkodobým vysokým expozíciám, pri hodnotení expozície viacerými spôsobmi (vdychovanie pár + prenikanie pokožkou), na rozlíšenie rozlične exponovaných profesií a i. Sledovanie chromozómových aberácií lymfocytov periférnej krvi je vhodným testom aj pri ustupnej prehliadke pred zaradením na prácu spojenú s expozíciou genotoxickým látkam.

Pri **individuálnom hodnotení** (analyzuje sa 200-300 buniek na osobu, niekedy i viac) sa pokladá 5% a viac (pri opakovanom vyšetrení) a zistenie závažných typov aberácií (chromozómové výmeny) za kontraindikáciu na zaradenie do takejto práce, resp. treba pátrať po príčinách zvýšených hodnôt a vykonať vyšetrenia na oddelení klinickej genetiky. Pracovné zaradenie treba veľmi starostlivo zvážiť v každom jednotlivom prípade.

Tieto poznatky sú v súlade so stanoviskami expertov EÚ, WHO a ILO, ktoré odporúčajú rozšíriť spektrum vyšetrovacích metód o metódy molekulárnej cytogenetiky (FISH, *Commet assay*).

Na používanie v bežnej praxi zatiaľ nie sú dostatočné podklady. Na hodnotenie expozície mutagénom s dlhším počasom premeny v ľudskom organizme sa používa nepriamy test monitorovania profesionálnej expozície - mutagénna aktivita moču s použitím indikátorových kmeňov *Salmonella typhimurium* (Amesov test). V súčasnosti existuje na Slovensku viacero pracovísk genetickej toxikológie (Bratislava, Martin, Banská Bystrica, Košice, Trnava), ktoré vyšetrujú rozličné cytogenetické markery.

LITERATÚRA

Albertini, R. J. a kol.: Future research directions for evaluating human genetic and cancer risk from environmental exposures. *Environmental health perspectives*, 104, Suppl. 3, 1996, s. 503-510.
 Buchanec, J., Zibolen, M.: Embryopatie, fetopatie

z pohľadu pediatra. *Slov. Gynek. a Pôrod.* 1, 1996, č. 4, s. 12-16
 Council Directive 90/394/EEC on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens at work.
 Dejmek, J.: Genetické následky účinku životného prostredia na človeka. In: Horáková, O.: *Materiá pharmacologica* 5. Martin, Vydavateľstvo Osveta 1987, s. 457-492.
 Garte, S. J.: Environmental carcinogenesis. In: Rom, W. N.: *Environmental and occupational medicine*, 2. vyd. Boston, Little, Brown and Co. 1992, s. 105-124.
 Harbison, R. D.: Reproductive Toxicology. In: Harbison, R. D.: *Industrial Toxicology* (Hamilton and Hardy), Toronto, Mosby Year Book, Inc. 1998, s. 61f-623.
 Harris, C., Weston, A., Willey, J.: Biochemical and molecular epidemiology of human cancer. *Environmental Health Perspectives*, 75, 1987, s. 109-119.
 IARC: *Monographs Suppl. 7*. IARC, Lyon 1998, 375 s.
 Livingston, G. K.: Environmental mutagenesis. In: Rom, W. N.: *Environmental and occupational medicine*. Boston, Little Brown and Co. 1992, s. 125-134.
 Mastorides, S., Muro, C.: Carcinogenesis. In: Harbison, R. D.: *Industrial toxicology* (Hamilton and Hardy), Toronto, Mosby Year Book, Inc. 1998, s. 597-610.
 Mattison, R. D., Cullen, M. R.: Disorders of reproduction and development. In: Rosenstock, L.: *Textbook of clinical occupational and environmental medicine*. Philadelphia, W. B. Saunders, Co. 1994, s. 446-468.
 Nosálová, G., Buchanec, J., Nosáľ, S.: Zvláštnosti perinatálnej farmakológie. In: Zibolen, M., Zbojan, J., Dluholucký, S. a kol.: *Praktická neonatológia*. Martin, Neografia 2001, s. 423-447.
 Rössner, P.: Metódy biologického monitorovania genotoxických účinkov faktorov pracovného prostredia, cytogenetická analýza periférnych lymfocytov. *České pracovní lékařství*, Suppl. 1, roč. 1, 2000, s. 34-39.
 Rugo, H. S., Fishman, M. L.: Occupational cancer. In: La Dou, J.: *Occupational and environmental medicine*, 2. vyd. Stamford, Appleton and Lange, 1997, s. 235-271.
 Sorsa, M.: Occupational genotoxicology. In: Zenz, C.: *Occupational medicine*, 2. vyd. 1988 St. Louis, C. V. Mosby, Co. 1988, s. 806-814.
 Sulcová, M.: Biologické monitorovanie profesionálnej expozície vybraným chemickým látkam s neskorými účinkami pomocou testov genotoxicity (abilitačná práca). Trnava, FZSP TU 1997, 148 s.
 Ward, J. B., jr.: issues in monitoring population exposures. In: Stich, H. F.: *Carcinogens and mutagens in the environment*, Vol. IV The workplace. Florida, CRC Press 1985, 199 s.
 Welch, L. S.: Reproductive and developmental hazards. Case studies in environmental medicine. California, T. Raamsey 1993, s. 1-33.
 Zibolen, M., Zbojan, J., Dluholucký, S. a kol.: *Praktická neonatológia*. Martin, Neografia 2001, 534 s.

14 FYZIOLÓGIA PRÁCE

Skúmanie podmienok práce a vplyvu daného druhu práce na organizmus pracovníka je predmetom mnohých odborných disciplín. Ich spoločným cieľom je dosiahnuť optimálny výkon pri záťaži organizmu, bez poškodenia zdravia pracovníka. Jedným z týchto odborov je fyziológia práce.

Fyziológia práce vychádza zo všeobecnej fyziológie človeka a sleduje fyziologické procesy, ktoré prebiehajú v jednotlivých orgánoch a systémoch pri vynakladaní určitej práce v ekonomickom zmysle. Na základe týchto poznatkov pripravuje pre prax rôzne odporúčania a stanovuje limity, ktoré sa vzťahujú na krátke časové úseky (minúta, hodina), ale i na dlhšie časové obdobia (mesačný, ročný alebo celoživotný únosný pracovný výkon).

Poznanie nárokov určitého druhu práce na fyziologické funkcie a pripravenosti pracovníkov na tieto nároky umožňuje robiť výber pracovníkov pre jednotlivé druhy práce, navrhovať úpravy pracovných postupov, nástrojov, pracovného miesta, strojov alebo celého technického zariadenia a odporúčať optimálny režim práce a odpočinku atď.

K hlavným úlohám fyziológie práce patria tieto aktivity:

- ♦ skúmanie fyziologických procesov v organizme pri danom druhu práce.
- ♦ skúmanie zmien fyziologických funkcií pri súčasnom pôsobení ďalších faktorov práce – hluku, svetla, tepelného žiarenia, vibrácií, pracovného tempa, strojových zariadení, organizácie práce a pod.
- ♦ hľadanie spôsobov prispôsobovania pracovných podmienok človeku tak, aby sa eliminovalo nadmerné zataženie poškodzujúce zdravie (úloha preventívneho pracovného lekárstva).
- ♦ hľadanie spôsobov adaptácie človeka na danú prácu (napr. zapracovanie, racionalizácia pracovných pohybov) a vymedzenie limitov adaptability.
- ♦ spolupráca s technikmi a ekonómami pri dosahovaní maximálnej produktivity

v rámci *krátkodobej alebo dlhodobo prístupnej záťaže* pracovníka (má teda aj ekonomickú úlohu).

Každá práca je z fyziologického hľadiska výsledkom nervovej, zmyslovej a svalovej činnosti človeka (na práci sa zúčastňujú všetky zložky ľudského organizmu). Podľa toho, ktoré orgány a systémy sú pri práci najviac zatažené, rozlišujeme 3 druhy **pracovného zataženia** – *fyzické* (svalová práca), *neuropsychické* (nervová a duševná práca) a *zmyslové* (najmä namaha zraku a sluchu). Pri každej práci sú zastúpené všetky druhy zataženia. Pri niektorých prácach (najmä ručných alebo časťočne mechanizovaných) však prevažuje fyzické zataženie, kým neuropsychické, príp. zmyslové zataženie je veľmi malé. Pri iných prácach (napr. duševných) je zasa výrazne zatažený nervový systém a fyzická námaha je nepatrná. Medzi vyslovene fyzickou (napr. prenášanie bremien) a čisto duševnou prácou (napr. práca spisovateľa) existuje množstvo rozličných prác, pri ktorých sa kombinuje telesné zataženie s neuropsychickou a duševnou námahou v rôznej miere.

Fyziológia práce vypracovala na **hodnotenie pracovného zataženia** objektívne kritériá, pričom vychádza zo zmien, ktoré vznikajú v organizme počas vykonávania práce. Nemožno však povedať, že v súčasnosti vieme každý druh a formu zataženia kvantitatívne spoľahlivo odlišiť. Kým pri fyzickej práci sú už fyziologické ukazovatele zataženia (napr. pomocou dynamometrie, ventilometrie, spirometrie, nepriamej kalorimetrie atď.) a námahy (napr. na základe sledovania srdcovej frekvencie, krvného tlaku atď.) stanovené a dobre rozpracované, pri neuropsychickom zatažení a duševnej práci treba ešte objasniť otázky základného charakteru.

Schopnosť človeka podávať svalmi telesný výkon alebo udržať väčšie sily v rovnováhe sa označuje ako **telesná výkonnosť**. Pri profesionálnej práci, spravidla nie je potrebné podávať vrcholný výkon,

požadovaný výkon je však v istom pomere k maximálnemu možnému výkonu (k výkonnosti). Čím väčšia je výkonnosť individua v pomere k podávanému výkonu, tým väčšie sú jeho **výkonné rezervy**. Určitý výkon sa predpisuje iba zriedkavo, väčšinou sa podáva výkon rozhodujúci pre odmenu (mzdu), a tým aj pre životný štandard.

Veľkosť výkonových rezerv, ktoré človek využíva pri práci, závisí od **výkonnej pohotovosti**. Ide o komplexnú psychofyziologickú veličinu, ktorá je daná jednak vôľou podávať výkon (psychologická zložka), jednak „fyziologickou“ výkonnosťou. Ani pri maximálnej vôli podávať výkon však človek nemôže mobilizovať všetky výkonné rezervy. Výkony, ktoré si vyžadujú menej ako 40 % výkonnosti, sa môžu podávať spravidla bez akéhokoľvek vôľového napätia, výkony, ktoré si vyžadujú 40–60 % výkonnosti, sú v rozmedzí fyziologickej výkonnej pohotovosti. Fyziologická výkonná pohotovosť pritom nie je konštantná, ale rytmicky sa mení podľa denného času, čo vyjadruje dvojrýchlová krivka – maximá sa nachádzajú okolo 9. a 19. hodiny a minimá okolo 14. a 3. hodiny. Tento rytmus značne ovplyvňuje miestny čas a nemožno ho meniť vplyvom vonkajších faktorov. Pri vrcholových výkonoch (napr. v športe) sa dajú zmobilizovať zvyčajne disponibilné výkonné rezervy (môže sa zaangažovať až 80 % výkonnosti), ostatné výkonné rezervy sú však chránené autonómne. To znamená, že sa nedajú „vyburovať“ vôľou a môžu sa uvoľniť iba vplyvom afektu a emócií (napr. pri ohrození života vyplavením adrenalinu).

SVALOVÁ ČINNOSŤ – SVALOVÁ SILA A SVALOVÁ PRÁCA

Charakteristickou vlastnosťou svalov je schopnosť reagovať na podnety zmenou napätia pri zachovaní dĺžky svalu (*izometria*) alebo pri skrátení svalu (*izotómia*).

Z hľadiska fyziológie práce má dominujúci význam svalstvo kostry, ktoré reagu-

je predovšetkým na vzruchy privádzané k svalom motorickým nervstvom. Svalstvo môže reagovať na podnety len vtedy, keď má dostatočnú energiu. Túto energiu si vytvára chemickou cestou a na mechanickú energiu ju transformuje cez svalové úpony.

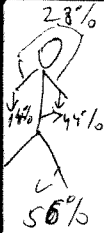
DYNAMICKÁ A STATICKÁ SVALOVÁ PRÁCA

Prácu rozdeľujeme na dynamickú (pozitívnu a negatívnu) a statickú.

Pri **pozitívnej dynamickej práci** ide o **izotonickú** činnosť, pri ktorej sa strieda sťah svalu s **predĺžením** (s uvoľnením, relaxáciou). V tomto prípade sa práca vykonáva nielen z fyziologického, ale aj z fyzikálneho hľadiska, pretože sila pôsobí po určitej dráhe. **Negatívna dynamická práca** slúži na rozdiel od pozitívnej dynamickej práce na **zbrzdovanie pohybu** (napr. chôdza do kopca je pozitívna dynamická práca a chôdza z kopca negatívna dynamická práca). V klasičných pokusoch na bicyklovom ergometri sa sledovali fyziologické parametre pri určitom výkone (pozitívna práca) a porovnávali sa s parametrami pri rovnakom výkone na ergometri poháňanom motorom, keď svaly pôsobili tak, aby pohybu bránili (negatívna práca).

Statická práca je spojená s **izometrickým** sfahom svalu trvajúcim **určitý čas**. Z fyziologického hľadiska ide o prácu **ISO** zretčoni na chemické procesy prebiehajúce vo svaloch, z fyzikálneho hľadiska to však práca nie je. Veľkosť statickej práce závisí od veľkosti vydávanej svalovej sily a od času, v ktorom sa sila vynakladá.

V praxi sa stretávame s takto vyhradenými formami práce výnimočne, väčšinou ide o kombináciu svalových prác. Podľa toho, ktorá zložka prevažuje, hovoríme o svalovej práci **prevažne dynamickej** alebo **prevažne statickej**, príp. o práci **prevažne negatívnej**. Svalová sila sa vynakladá nielen pri statických, ale aj pri dynamických prácach. Z praktického hľadiska zaraďujeme medzi prevažne dynamicke práce také činnosti, pri ktorých sa svalová sila spojená so zmenou dĺžky sledovanej svalovej skupiny vynakladá menej ako 3 s. Prevaž-



$$75 \text{ kg} = 30 \text{ kg svalstva}$$

ne statickej práce sa vyznačujú prevahou činnosti s izometrickým sťahom trvajúcim dlhšie ako 3 s a pre výpočet únosnosti záťaže treba udávať okrem veľkosti svalovej sily aj čas trvania sťahu (vydávanie svalovej sily) danej svalovej skupiny.

Jednotlivé druhy svalových prác majú svoje špecifické charakteristiky, ktoré sa týkajú krvného zásobovania, metabolizmu, krvného tlaku, režimu práce a odpodinku, únosnosti záťaže, spôsobu testovania zdatnosti a pod.

Pri dynamickej svalovej práci treba vždy rozlišovať, či je vykonávaná veľkými alebo malými svalovými skupinami. Z celkovej hmotnosti tela pripadá približne 40 % na svalstvo: u jedinca s hmotnosťou 75 kg pripadá teda na kostrové svalstvo asi 30 kg, pričom sa predpokladá, že telesná hmotnosť 75 kg je iba minimálne zaťažená hmotnosťou tuku, t. j. do 13 %; z 30 kg svalovej hmoty tvorí svalstvo dolných končatín 56 %, svalstvo trupu a obidvoch horných končatín 44 %, obidvoch horných končatín 28 % a jednej hornej končatiny 14 %.

Ak hovoríme o veľkých svalových skupinách, znamená to, že na práci sa zúčastňuje viac ako 50 % svalovej hmoty (napr. jazda na bicyklovom ergometri spĺňa toto kritérium).

KYSLIKOVÁ SPOTREBA, PREKRVENIE SVALSTVA

Pri posudzovaní stupňa svalovej záťaže dynamickou prácou sa používajú buď fyzikálne jednotky vyjadrujúce vykonanú prácu, alebo fyziológické kritériá stanovujúce kyslíkovú spotrebu alebo srdcovú frekvenciu. Fyziológické kritériá sú vhodné najmä pre prácu vykonávanú veľkými svalovými skupinami.

Pri dynamickej práci výrazne narastá prekrvenie svalů - približne až do 75 % maximálnej kyslíkovej spotreby ($\dot{V}O_2 \text{ max}$). Maximálna kyslíková spotreba sa testuje väčšinou na bicyklovom ergometri alebo pohyblivom koberci. V obidvoch prípadoch ide predovšetkým o zapojenie svalstva dolných končatín a čiastočne aj chrbtového svalstva a horných končatín.

t. j. asi 60 % svalovej hmoty. V experimentoch sa ukázalo, že daný rozsah zapojenia svalstva umožňuje stanoviť takú hodnotu kyslíkovej spotreby, ktorá sa už ďalej nezvyšuje ani po zapojení ďalších svalov, t. j. maximálnu kyslíkovú spotrebu. Je to hodnota dosiahnutá pri určitej úrovni záťaže (napr. 250 W na bicyklovom ergometri), ktorá sa už ďalej nezvyšuje, aj keď záťaž ešte narastá (napr. 300 W): % $\dot{V}O_2 \text{ max}$ znamená percentuálne vyjadrenie kyslíkovej spotreby nižšej, ako je $\dot{V}O_2 \text{ max}$, pretože táto hodnota sa rovná 100 % kyslíkovej spotreby.

Prekrvenie svalov sa teda zvyšuje do 75 % $\dot{V}O_2 \text{ max}$ a zostáva približne na tej istej úrovni až po $\dot{V}O_2 \text{ max}$. Zvýšené prekrvenie je veľmi výrazné a predstavuje 20-30-násobné zvýšenie v porovnaní s pokojným stavom svalstva. Takéto prekrvenie je síce ovplyvnené rýchlosťou prítoku krvi, no hlavný podiel na jeho zvýšení má dilatácia prekapiilárnych artérií a maximálne naplnenie kapilár. Tým sa výrazne zvyšuje presun výživných látok a kyslíka a odplavovanie metabolitov. Kyslíková spotreba sa môže v zaťažovaných svaloch zvýšiť až 100-krát (z hodnoty 1.5 ml · min⁻¹ na 1 kg svalovej hmoty až na 150 ml · min⁻¹ na 1 kg).

KYSLIKOVÝ DLH

Na začiatku dynamickej svalovej činnosti sa potrebná energia vytvára neoxidatívnou glykolýzou (anaérobnu), takže už v priebehu 10 s sa zvyšuje množstvo svalových laktátov. Asi v priebehu 1 min alebo niekoľkých minút (v závislosti od stupňa pracovnej záťaže) začne prebiehať oxidatívna fosforylácia, ktorá produkty anaeróbnej glykolýzy ďalej metabolizuje a zároveň vytvára potrebnú energiu - už oxidatívnou cestou. Kyslíková spotreba sa ustáli a začiatkový kyslíkový dlh sa vyrovná.

Práce vykonávané v tomto štádiu sú spojené s rovnovážnym stavom v kyslíkovej spotrebe (steady state). Pri práci veľkých svalových skupín sa takýto stav udržiava približne pri 33 % $\dot{V}O_2 \text{ max}$. Pri

ďalšom zvyšovaní dynamickej záťaže sa laktáty tvoria rýchlejšie, než je pracujúci sval spolu so srdcom, pečenu a obličkami schopný metabolizovať oxidatívnou fosforyláciou a vzniká kyslíkový dlh, ktorý dosahuje rôzny stupeň, podľa stupňa pracovnej záťaže a jej trvania. Odstraňovanie kyslíkového dlhu prebieha v 2 fázach: prvá - rýchla fáza je spojená s obnovou zásoby energetických fosfátov (kreatinfosfát) a rýchlou obnovou zásobníka na prenos kyslíka (myoglobín a hemoglobín), druhá - pomalšia fáza je zameraná na metabolizáciu vytvorených laktátov. Odhaduje sa, že po záťaži na úrovni $\dot{V}O_2 \text{ max}$ treba na odstránenie kyslíkového dlhu v prvej fáze približne 1.45 l O₂ (0.95 na obnovu energetických fosfátov a 0.5 na doplnenie zásobníka kyslíka) a v druhej fáze približne 2.5 l O₂.

BIOELEKTRICKÁ AKTIVITA PRACUJÚCEHO SVALU

Mechanická aktivita svalu nezávisí iba od svalovej sily vynakladanej svalom, ale aj od zmien v jeho dĺžke.

Pri pozitívnej dynamickej práci sa pri vydávaní sily sval skracuje (koncentrická kontrakcia), pri negatívnej práci sa kontrahovaný sval predlžuje (excentrická kontrakcia). Pri rovnakej hodnote bioelektrickej aktivity, ktorá sa vyjadruje v rovnakom časovom úseku ako integrovaná hodnota svalovej aktivity (udáva priemernú hodnotu z frekvencie a amplitúdy), dosahuje koncentrická kontrakcia výrazne vyššie hodnoty než excentrická kontrakcia: izometrická kontrakcia je približne uprostred.

Pracovná záťaž malých svalových skupín sa odhaduje na základe použitia integrovaných hodnôt svalovej aktivity odvodených z elektromyografického záznamu (EMG) snímaného v pracovných podmienkach.

ROZDIELY MEDZI STATICKOU A DYNAMICOU PRÁCOU

Statická práca sa výrazne líši od dynamickej práce prekrvením svalů. Kým pri dynamickej práci stúpa prekrvenie svalů

s narastajúcou záťažou približne do 75 % $\dot{V}O_2 \text{ max}$ a rovnovážny stav v spotrebe kyslíka sa udržiava asi pri 35 % $\dot{V}O_2 \text{ max}$, pri statickej práci rastie prekrvenie do 10-15 % maximálnej svalovej sily (Fmax), t. j. sily, ktorú je schopná vyprodukovať určitá svalová skupina. Aj pri týchto hodnotách sa dosahuje relatívny rovnovážny stav.

Po skončení záťaže pri týchto hodnotách (10-15 % Fmax) sa vracia prekrvenie späť k východiskovým hodnotám v krátkom čase (do 1 min).

Niektorí autori uvádzajú väčší rozsah, 10-25 % Fmax, podľa toho, či vo svalce prevažujú rýchle svalové vlákna (glykolýtické) alebo pomalé svalové vlákna (čertene oxidatívne). Ako príklad môžu slúžiť extenzory predlaktia, kde je limit pri 5-10 % Fmax, a flexory predlaktia, kde je limit podstatne vyšší (25 %). Ak berieme do úvahy svaly predlaktia ako celok (aktívna flexorov a čiastočne aj extenzorov pri stisku ručného dynamometra), po skončení záťaže svalov statickou prácou nastáva minimálne prekrvenie svalů (popracovaná hyperémia), ak je statická záťaž v rozmedzí 5-10 % Fmax. Pri záťaži nad 20 % Fmax vzniká po skončení záťaže „skokom“ hyperémia ako dôkaz nedostatočného prekrvenia svalů počas statickej práce. Pri záťaži nad 50 % Fmax je prívod krvi do svalů celkom zastavený, pretože vo svalce stúpa tlak tak vysoko, že presahuje tlak v kapilárach a v krvnom riečisku vóbee (pri Fmax bol tlak v m. quadriceps femoris 92 kPa).

Ďalšou charakteristikou statickej práce je spôsob získavania energie potrebnej na svalovú činnosť. Krvné zásobovanie, a tým aj prívod živín a kyslíka stúpa iba do 15 % Fmax. Pri statickej práci prevažuje anaeróbné získavanie energie z glykogénu s následným výrazným zvýšením laktátov a kyseliny pyrohroznovej vo svaloch. Hyperémia po skončení statickej záťaže slúži na to, aby rýchly prívod krvi odstránil dlh v krvnom zásobovaní so všetkými atribútmi krvného zásobovania (prívod kyslíka, odstraňovanie metabolitov).

TESTY ZDATNOSTI PRE FYZICKÚ PRÁCU

V zásade rozlišujeme testy pre statickú prácu a testy pre dynamickú prácu.

A Základný test pre statickú prácu je založený na meraní svalovej sily pri flexii prstov (stisk ruky). Používajú sa rozličné dynamometre, najčastejšie mechanické, event. ručné tenzometrické. Meria sa **maximálna sila (Fmax)** a **výdrž pre držanie submaximálnej sily (% Fmax)**. Maximálny stisk ruky sa opakuje 3-krát s primeraným časom na zotavenie po každom stisku (cca 5 min); (tab. 17).

Pokiaľ ide o **vytrvalostný test**, meria sa pri 40 % Fmax. Trvanie záťaže je u priemerne zdatných mužov 130 s a u žien 125 s. V špecializovaných laboratóriách sa môžu testovať aj ďalšie svalové skupiny, meranie je však komplikovanejšie a nie je nevyhnutné pre bežnú prax vo fyziológii práce.

B Pri prevažne **dynamickej práci** vykonávanej veľkými svalovými skupinami sa používajú **testy založené na záťaži svalstva dolných končatín** (čiastočne aj trupu a horných končatín).

Na testovanie fyzickej zdatnosti slúžia rozličné technické zariadenia - schodíky na **step-test**, bežiace koberce (**pohyblivé pásy**) na chôdzu, príp. beh alebo **bicyklové ergometre**.

Z hľadiska jednoduchosti aplikácie v improvizovaných terénnych podmienkach poskytuje dobrú informáciu najmä **step-test**. Presnejšie výsledky zaručujú testy využívajúce bicyklový ergometer, pomocou ktorých sa pomerne ľahko zisťuje skutočne vykonávaná práca, ak má vyšetrovaná

osoba stabilné postavenie trupu, pričom sa meria krvný tlak, pľúcna ventilácia, spotreba kyslíka a ďalšie fyziologické parametre.

TEPELNÁ PRODUKCIA A TERMOREGULÁCIA

Každá fyzická práca je spojená so zvýšenou produkciou tepla v organizme, čo súvisí so získavaním energie pri oxidácii živín. Ak by sa organizmus nedokázal zbaviť nadmerne produkovaného tepla, hrozilo by mu vážne poškodenie. Udržanie teploty na určitej úrovni je nevyhnutné na to, aby mohli prirodzene prebiehať všetky fyziologické procesy v organizme.

Prvoradou úlohou termoregulačných mechanizmov je udržiavať **konštantnú teplotu** tzv. homiotermnej časti ľudského organizmu, čo je telesné jadro so stálou teplotou okolo 37 °C (rektálna teplota). Teplota telesného jadra mimo rozsahu 29-41 °C je nezlučiteľná so životom. Teplota 42 °C sa všeobecne pokladá za hranicu smrti. Homiotermia je podstatná pre telesné jadro tvorené orgánmi hlavy a orgánmi hrudníkovej a brušnej dutiny. Ostatné časti tela, najmä koža, podkožné tkanivo a končatiny tvoria tzv. povrch tela. Menej závisia od konštantnej teploty a sú odolné proti väčším teplotným výkyvom podmierneným vonkajšími podmienkami. Teplota telesného jadra zostáva konštantná, ak sa súčet vyprodukovaného tepla rovná teplu odovzdanému. Tento vzťah možno vyjadriť rovnicou:

$$Q_p = Q_c + Q_s + Q_v$$

Q_p - tepelná produkcia, Q_c - výmena tepla konvekciou a kondukciou, Q_s - výmena tepla sálaním, Q_v - výmena tepla odparovaním

Produkcia tepla v organizme prebieha aj v pokojových bazálnych podmienkach a predstavuje asi 293 kJ/h u „priemerného“ muža; pri povrchu tela 1,9 m² je to 46,5 W · m². Toto teplo sa nazýva **bazálne metabolické teplo** a jeho množstvo zá-

$$46,5 \text{ W m}^{-2}$$

visí od pohlavia, veku, výšky a telesnej hmotnosti. Pri svalovej práci prístupuje k tomuto teplu ešte mnohonásobne väčšie teplo z pracujúcich svalov - **metabolické teplo netto**. Sumáciou oboch tepelných produkcií vzniká **produkcia brutto**, ktorá sa pri prepočte na jednotku povrchu tela nazýva **metabolické teplo**. Ak by sa pri nedostatočnej termoregulácii metabolické teplo v organizme kumulovalo, hrozilo by prehriatie organizmu - **hypertermia**. Pri chýbajúcej termoregulácii by základná látková výmena v človeka s telesnou hmotnosťou 70 kg spôsobila zvýšenie telesnej teploty o 1,2 °C/h.

Termoreguláciu riadia **termoregulačné centrá v hypotalame**. V prednom laloku hypotalamu je **centrálny terminálny tepelný senzor A**, ktorý ovláda vazodilataciu a perspiráciu, pričom berie do úvahy aj vplyv chladu z chladových receptorov v koži cez periférne aferentné nervové dráhy. V zadnom laloku hypotalamu je **centrum zachovania teplej rovnováhy P**, ktoré ovláda metabolickú odpoveď na chlad podľa impulzu z chladových receptorov v koži prenášaných cez synaptické tepelné insenzitívne centrum; nazýva sa aj **chladové centrum**. Oboje odpovede - na teplo i na chlad - sú však riadené terminálnym tepelným senzorom A, nazývaným aj „teplotné oko“ alebo „ľudský termostat“, pretože je schopný udržiavať telesnú teplotu na prísne determinovanej teplote.

Termoregulácia môže byť chemická, fyzikálna a mechanická.

Chemická termoregulácia spočíva v zmene chemickej tvorby tepla - metabolického tepla, a to priamou zmenou tvorby tepla predovšetkým v pečení alebo zmenou telesnej aktivity so znížením tvorby tepla vo výkonných svalových skupinách. Naopak, ak treba tvorbu tepla zvýšiť, vo svaloch vzniká triaška, pričom sa tepelná produkcia môže zvýšiť na 154 W · m².

Fyzikálna termoregulácia spočíva v zmene fyzikálnych tokov tepla zásahom vnútri organizmu, keď nastáva presun tepleného toku na povrch a teplo sa odvádza z tela **radiačiou, kondukciou a konvekciou**. Konvekcia a kondukcia tepla sa rea-

lizujú bezprostredným kontaktom s okolím; pri kontakte s pevným predmetom ide o kondukciu, pri kontakte s plynným alebo kvapalným prostredím o konvekciu. Množstvo tohto tepla závisí od rozdielu medzi teplotou tela a teplotou okolitého prostredia. Dôležitú úlohu má prúdenie okolitého vzduchu. Sálaním sa odvádza teplo v závislosti od strednej teploty kože a teploty okolitých plôch.

Najviac tepla sa odvádza z tela **evaporáciou**, t. j. potením alebo odparovaním. Pri odparení 1 l potu sa organizmus odobere 2 436 kJ. Odparovaním stráca organizmus teplo i za normálnych klimatických podmienok v podobe **perspiratio insensibilis**. **Evaporčné chladenie** má 3 fázy. V prvej fáze sa zvyšuje množstvo potu v závislosti od stúpajúcej teploty prostredia iba nepatrne - množstvo odvedeného tepla je v tejto fáze pomerne konštantné a tvorí 25 % celkovej telesnej straty. Od určitej, pre každú záťaž charakteristickej teploty sa začína druhá fáza - **viditeľné potenie**, v ktorej stúpa množstvo vylúčeného potu takmer lineárne s teplotou prostredia. V tretej fáze sa množstvo potu prudko zvyšuje a **produkcia potu prebieha exponenciálne s teplotou prostredia**, čo sa navonok prejavuje tvorbou kvapiek potu na koži, ktoré stekajú aj na menej sa potiace časti kože. Zväčšením odparovanej plochy a súčasným zvýšením teploty kože sa dočasne zlepšia možnosti odparovania, kým teplota prostredia nepresiahne hranice termoregulačných schopností organizmu. Produkciu potu ovplyvňujú rozličné faktory - stupeň adaptácie, vek, pohlavie, náhrada tekutín v priebehu zmeny a pod.

Mechanická termoregulácia spočíva v zmene tepelnej odporu odevu - vyzlečením alebo obliečením časti odevu.

V ľudskom organizme sa uplatňujú tieto **základné mechanizmy termoregulácie**:

♦ V teplom prostredí produkcia potu tesne koreluje s tympanickou teplotou (teplota vo vonkajšom zvukovode) bez ohľadu na to, či ide o prísun tepla zvonka (horúce prostredie) alebo zvnútra (prácou); ak „centrálny termostat“ zaregistruje vzostup

Tab. 17 Priemerná zdatnosť podľa Fmax pre fyzickú statickú prácu u mužov a žien a príslušné svalové skupiny v newtonoch (N)

	Veková skupina		
	20-39	40-49	50-60
Muži	490	450	420
Ženy	280	260	230

centrálnej teploty o 0,01 °C, strata tepla sa zvýši o 10 % bazálneho metabolizmu. Kritický bod, keď tento mechanizmus začína pracovať, je ostro ohraničený na 36,85 °C.

♦ Na základe týchto poznatkov sa zistil ďalší mechanizmus stanovenia rýchlosti, ktorou sa vymieňa krv medzi jadrom a povrchom tela, tzv. konduktancia (*conductance*, C):

$$C = Q / (T_i - T_s)$$

Q - celkový tok tepla z kože do okolia, T_i - teplota telesného jadra, T_s - teplota kože

Zistilo sa, že C je lineárnou funkciou tympanickej teploty s kritickým bodom zlomným s bodom na začiatku potenia.

♦ Centrálne vyvolaná produkcia potu pri intenzívnej práci môže byť inhibovaná impulzmi vysielanými z chladových receptorov v koži, keď teplota kože klesne pod prahovú hranicu 33–35 °C. Pokles priemernej teploty kože o 0,05 °C predstavuje zmenu o 10 % bazálneho metabolizmu. Výsledok je antihomeostatický - zapríčiňuje dočasné zvýšenie bazálnej teploty pod normu, ktorá je bežná pri práci danej intenzity.

♦ Dráždením chladových receptorov v koži sa zvyšuje spotreba O₂ a produkcia CO₂. Výsledná metabolická odpoveď je daná centrálnou teplotou a teplotou kože. Pri kožných teplotách nad 33 °C sú chladové receptory kože v pokoji a metabolická produkcia je normálna. Pri kožnej teplote 20 °C je metabolická odpoveď minimálna.

♦ Ak tympanická teplota presiahne 37,1 °C, centrálna inhibícia trasu je úplná - mizne metabolická odpoveď. Veľkosť tohto inhibičného mechanizmu predstavuje 10 % bazálneho metabolizmu v závislosti od poklesu centrálnnej teploty o 0,01 °C. Excitácia metabolickej produkcie z chladových receptorov kože vyvolá metabolickú odpoveď 10 % bazálneho metabolizmu pri poklese teploty kože o 0,5 °C. *Pyrogény* tlmia alebo zastavujú spúšťanie centrálnych termoreceptorov.

Pri trvalej expozícii horúčave sa v organizme zefektívňujú termoregulačné mechanizmy - prebieha adaptácia. Vplyvom adaptácie sa zvyšuje množstvo vylúčeného potu, klesá teplota kože i rektálna teplota a znižuje sa srdcová frekvencia. Dĺžka aklimatizácie nie je štandardná u všetkých ľudí a závisí aj od mikroklimatických podmienok prostredia. Dobrú adaptáciu možno očakávať po 2–4 týždňoch práce v horúcom prostredí. Každé prerušenie expozície má za následok pokles adaptovanosti. Trvalá práca v horúčave nie je vhodná pre vysokých a obéznych ľudí, ale ani pre ženy, ktoré produkujú menej potu. Adaptácia na horúčavu klesá so stúpajúcim vekom rýchlejšie ako fyzická zdatnosť.

ANTROPOMETRIA

Telesná činnosť (predovšetkým dlhodobá) ovplyvňuje aj morfológické znaky. Preto treba pri posudzovaní primeranosti pracovného miesta poznať telesné rozmery človeka a ich variabilitu v príslušnej populácii. Takéto poznatky možno získať na základe antropometrického vyšetrenia a spracovania získaných údajov.

Metóda antropometrie sa uplatňuje pri zisťovaní morfológických charakteristík ľudského tela. Spravidla sa zisťujú rozmery jednotlivých častí tela - ich *dĺžka, šírka, hrúbka, hĺbka a obvod*, ktoré sa na hygienické a ergonomické účely merajú posediačky a postojačky. Väčšinou ide o kolmé vzdialenosti uvedených antropometrických bodov od referenčných rovín. Obvody sa merajú zvyčajne cez určitý antropometrický bod, resp. body. Antropometrické body sa na tele zisťujú palpačne.

Výšetrenia sa robia pomocou špeciálnych antropometrických neriadiel, ktoré tvoria antropometrické inštrumentarium - jeho súčasťou je *antropometer, cefalometer, pelvimeter, torakometer, posuvné meradlo, pásová miera a kaliper*. Podľa potreby sa používajú aj ďalšie špeciálne a modifikované meradlá. Všetky meracie prostriedky musia mať hygienicky nezá-

vadnú povrchovú úpravu a ich tvar má minimalizovať riziko poranenia vyšetrovanej osoby.

Výber antropometrických rozmerov závisí od ich použitia.

Pri posudzovaní zdravotného stavu a výkonnosti pracovníkov sa využívajú rozičné indexy, ktoré sa vypočítavajú zo vzájomných vzťahov telesnej výšky a hmotnosti vyšetovaných osôb (napr. BMI, Rohrerov index a pod.)

Svalstvo s kostrou a vnútornými orgánmi tvoria podstatnú časť aktívnej telesnej hmoty (ATH), bez tuku, ktorá je presnejším ukazovateľom telesnej hmotnosti a výkonnostných predpokladov jedinca než samotná telesná hmotnosť. Aj výkonnostné ukazovatele - kyslíková spotreba alebo energetický výdaj - lepšie korelujú s ATH ako s telesnou hmotnosťou. ATH sa určuje nepriamo stanovením podielu tuku v tele. Jeho množstvo sa určuje podľa hrúbky vrstiev podkožného tuku - mieraného kaliperom na 4 alebo 10 presne definovaných miestach. Po spočítaní jednotlivých údajov sa z tabuliek určí % tuku v tele v závislosti od pohlavia a veku. Percento ATH sa vypočíta z % tuku podľa vzorca:

$$\% \text{ATH} = 100 - \%T$$

ATH - aktívna telesná hnota, T - tuk

POROVNIANIE VÝHOD PRACOVNEJ POLOHY POSEDIAČKY A POSTOJAČKY

Výhodou práce posediačky je nižšia energetická náročnosť, možnosť vykonávať jemnejšie a presnejšie pohyby, odľahčenie dolných končatín a využívanie činnosti nôh (možné ovládače), ako aj vyššia sústredenosť a oddych v mikropauzách.

Výhody práce postojačky spočívajú v možnosti striedať polohy a pracovné miesto, vo väčšom dosahu končatín, väčšej sile, vyššej úrovni bdlosti a v možnosti rýchleho úniku.

Z fyziologického hľadiska je pre väčšinu ľudí výhodnejšia poloha posediačky, keďže je energeticky menej náročná a dolné

končatiny nie sú trvalo zafatované ako v stojacej polohe.

Výška manipulačnej roviny (miesto, na ktorom sa najčastejšie vykonávajú pohyby rúk v rámci pracovnej činnosti) má byť prispôbená druhu činnosti: pre prácu v sede je zvyčajne 65 cm pre ženy a 70 cm pre mužov. Používané sedadlo má mať nastaviteľnú výšku v rozmedzí 38–48,5 cm. Pre prácu postojačky je stanovená výška manipulačnej roviny na 95 cm pre ženy a 103 cm pre mužov.

Požiadavky na usporiadanie pracovného miesta sú uvedené v hygienických predpisoch.

VYŠETROVACIE METÓDY VO FYZIOLÓGII PRÁCE

Metódy hodnotenia záťaže človeka zahŕňujú sledovanie zmien vegetatívnych funkcií, metódy subjektívnej percepcie, zisťovanie voľnej kapacity a sledovanie priebehu a dĺžky návratu určitých operácií.

Pri sledovaní zmien vegetatívnych funkcií sa pozornosť zameriava na zmeny srdcovej frekvencie, dychovej frekvencie, metabolizmu, príp. akčného potenciálu, elektromyografické zmeny (EMG), elektroencefalografické zmeny (EEG), dráždivosť svalov a nervov, citlivosť zraku, sluchu a pod.

Metódy subjektívnej percepcie - výpovede, dotazníky, riadený rozhovor využívajú fyziológia práce predovšetkým na komplexné posúdenie príslušných faktorov a podmienok práce, ktoré môžu ovplyvňovať reakciu organizmu, resp. tieto faktory môžu vyvolať zmeny vo funkciách, ktoré sa zaznamenávajú v priebehu pracovných činností (napr. pri snímaní elektrofyziologických potenciálov - srdcovej frekvencie, EKG, EMG a pod.). Naopak, na orientačné posúdenie zdravotného stavu kolektívov pri neadekvátnych odpovediach na danú záťaž existujú rozličné dotazníky.

Pri zisťovaní voľnej kapacity sa vychádza z predpokladu, že pri väčšine pracovných činností nie je naplno využitá celko-

vá výkonová kapacita človeka. Umelým pridaním úlohy iného typu (sekundárnej úlohy) sa nepriamo zisťuje, koľko „voľnej“ kapacity je ešte k dispozícii.

Pri sledovaní priebehu a dĺžky nácviku niektorých zložitých a náročných operácií sa vychádza z predpokladu, že čím zložitejšia je úloha, tým dlhšiu špeciálnu prípravu si bude vyžadovať a odstránovanie chybných výkonov bude mať iné charakteristiky ako pri relatívne jednoduchších operáciách.

Dalšie metódy, ktoré sa využívajú vo fyziológii práce, sa prevzali a modifikovali z iných odborov – z antropológie, antropometrie, ekonómie, profesiografie a pod.

Objektívne meranie sa robí staticky, priemerne alebo dynamicky, teda nepretržite. Spracovanie dát umožňuje kvantitatívne určiť mieru pracovného zaťaženia (statický pohľad) a na základe zmien funkcií kvantitatívne hodnotiť pracovné zaťaženie organizmu (dynamický pohľad), t. j. posúdiť vyvážený či nevyvážený funkčný stav (steady state a non-steady state). Nevyhnutným ukazovateľom funkčného stavu je „odpoveď“ funkcií v tzv. reštitučnej fáze. Analýza získaných údajov smeruje k poznaniu miery zaťaženia pracovníkov pracovnými podmienkami a k vyhľadávaniu príčin neprimeraného zaťažovania. Metodické postupy sa volia podľa prevažujúcej zložky

pracovnej činnosti (prevažne dynamická alebo prevažne statická práca).

Metódy možno rozdeliť na terénne a laboratórne.

TERÉNNE METÓDY

Základnou terénnou metódou je hodnotenie časových faktorov práce. Vo fyziológii sa najčastejšie používa metóda časovej snímky pracovnej zmeny jednotlivca, ktorá je podkladom na vyhodnotenie energetického výdaja pracovníka pri danej činnosti. Na zistenie percentuálneho zastúpenia jednotlivých operácií v zmene sa využívajú chronometračné štúdie. Snímkou pracovného dňa možno urobiť neprerušovaným pozorovaním a zaznamenávaním spotreby času počas pracovnej zmeny alebo momentovým pozorovaním (vychádza z predpokladu, že v malom počte údajov náhodne vybraných z veľkého počtu je spravidla rovnaké zastúpenie jednotlivých druhov údajov, ktoré sa v skutočnosti vyskytujú a ktoré by sa získali pri vyšetrovaní všetkých údajov). Metódu možno použiť aj pre jednotlivcov, no keďže si vyžaduje veľa pozorovaní, je vhodná na sledovanie skupín objektov.

V tab. 18 je uvedené rozdelenie pracovných operácií sanitára na geriatrickom oddelení. Hlavné pracovné operácie sú roz-

Tab. 18 Časová snímka pracovnej zmeny (pracovné operácie sanitára na geriatrickom oddelení)

Pracovná operácia (por. číslo a názov)	Špecifické pracovné operácie	Charakteristika pracovnej operácie
I. pomocné zdravotnícke práce	1.1	toaleta u ťažko chorých pacientov
	1.2	ponoc pri dvlhaní a prenášaní pacienta
	1.3	sprevádzanie pacienta na odborné vyšetrenie
	1.4	odnášanie biologického materiálu do laboratória
	1.5	prezliekanie postelnej bielizne
	1.6	dezinfekcia lôžka a nočného stolika
	1.7	umývanie nočných stolikov
	1.8	príprava a dopĺňovanie materiálu
	1.9	plnenie ostatných sanitárnych prác
II. osobné voľno	2.1	osobné voľno, stravovanie

delené na špecifické pracovné operácie, ktoré pracovník vykonáva počas pracovnej zmeny.

Pri hodnotení celkovej fyzickej záťaže osôb treba zistiť energetický výdaj pri danej činnosti. Najjednoduchšou metódou je jeho odhad pomocou tabuliek. V tomto prípade sa časové údaje zistené metódou časovej snímky pracovnej zmeny jednotlivca násobí zodpovedajúcou hodnotou energetického výdaja podľa tabuliek a súčet hodnôt vyjadruje celozmenový energetický výdaj. Hodnoty uvedené v tabuľkách sú zvyčajne hodnoty netto, t. j. celkový energetický výdaj, od ktorého bol odpočítaný bazálny metabolizmus (BM). Táto metóda predpokladá cca 30 % chybu.

Na výpočet pracovnej energetickej spotreby podľa polohy a pohybu tela (chôdza) a spôsobu vykonávania práce (množstvo namáhaných svalov a intenzita práce) sa používa metóda podľa Borského, pri ktorej sa jednotlivými časovými údajom získaným pozorovaním počas pracovnej zmeny priradujú tabuľkové hodnoty, osobitne zohľadňujúce polohu tela pri práci, rýchlosť chôdze a zastúpenie svalovej hmoty pri určitých pracovných operáciách.

Prvým krokom pri stanovení energetického výdaja je analýza pracovnej činnosti. Práca sa rozloží na operácie a úkony so zreteľom na polohu tela, resp. pohyby tela (chôdzu) pri práci a podľa spôsobu vykonávania práce, t. j. podľa veľkosti (percentuálneho množstva) namáhaných svalových skupín a intenzity ich zaťaženia.

Druhým krokom je pomocou chronometračných štúdií vypracovať snímku pracovného dňa s minútovou presnosťou.

Napokon sa časy pripadajúce na jednotlivé pracovné operácie a úkony a časy prestávok spočítajú na minúty a súčty sa vynásobia príslušnými minútovými hodnotami spotreby energie (v kJ), ktoré pripadajú na polohu tela (tab. 19, hodnoty A), resp. na chôdzu pri práci (tab. 20, hodnoty B) a na spôsob vykonávania práce (tab. 21, hodnoty C). Spočítaním všetkých získaných hodnôt spotreby energie (A + B + C) sa stanoví celozmenový pra-

covná spotreba energie. Keď sa táto hodnota vydeli trvaním pracovnej zmeny v minútach (aj s prestávkami), stanoví sa priemerná celozmenová a minútová spotreba energie. Všetky stanovené hodnoty predstavujú tzv. čisté pracovné kJ pripadajúce len na vlastnú prácu (t. j. bez hodnôt základnej, resp. pokojovej látkovej výmeny).

Pri chôdzi sa zaťažujú svaly dolných končatín, ktoré tvoria približne 56 % celkovej masy svalstva ľudského organizmu. Minútový energetický výdaj pri chôdzi sa pohybuje v širokom rozpätí (asi 7–40 kJ . min⁻¹ i viac), čo závisí od rýchlosti chôdze, druhu terénu a jeho kvality. Hodnoty chôdze po rovne, po rovnom tvrdom povrchu sa dajú použiť na zhodnotenie chôdze po chodbiach budov, v miestnostiach s betónovou podlahou, po asfaltovej ceste a pod. Pri pomalšej chôdzi, bežnej v praxi (3–4 km . h⁻¹), nemá obuv prakticky nijaký vplyv na energetickú spotrebu. Ťažšia obuv zvyšuje energetickú spotrebu až pri väčších rýchlostiach chôdze. Veľkú úlohu zohráva aj druh a kvalita cesty, resp. povrch terénu. Energetický výdaj zvyšuje najmä námraza, sneh, príp. iný mäkký terén. Hodnoty energetického výdaja pri chôdzi po naklonenej rovine sú stanovené pre chôdzu po rovných a tvrdých cestách (nie pre chôdzu po hrboľatom a klzkom teréne).

Opísaná metóda umožňuje určiť stupeň pracovného zaťaženia a príslušné hodno-

Tab. 19 Hodnoty spotreby energie podľa polohy tela (A) (Podľa Borského, 1978)

Poloha tela	Energetický výdaj (kJ . min ⁻¹)	Energetický výdaj (kJ . h ⁻¹)
V ľahu	0.4-1.3	40-80
V sede	0.8-1.7	60-100
V pokľaku	1.3-2.1	80-120
V drepe (čúpenie)	1.3-2.5	80-140
V stoji	1.3-2.9	80-160
V predklone	1.7-2.9	100-160

Tab. 20 Chôdza po rovine rôznou rýchlosťou a na rôznom podklade - hodnoty energetického výdaja (B)
(Podľa Borského, 1978)

Chôdza	Rýchlosť (km . h ⁻¹)	Rýchlosť (m . min ⁻¹)	J . m ⁻¹	kJ . min ⁻¹
Po rovnom tvrdom povrchu	2.0	33	220	7
	3.0	50	200	10
	4.0	67	190	13
	5.0	83	200	17
	6.0	100	220	22
	7.0	117	260	30
	8.0	133	300	40
Po ceste	4.0	67	180-210	12-14
Po tráve	4.0	67	200-230	13-15
Po strnisku	4.0	67	240-280	16-18
Po zemiačnisku	4.0	67	250-280	16-18
Po 40-ročnom bukovom lese	4.0	67	260	17
Po oráčirne	4.0	67	300	20
Po ľahko zľadovatej ceste	4.0	67	230	15
Po svahu (vrstva 5-10 cm)	4.0	67	590	40

Chôdza do svahu a zo svahu - hodnoty energetického výdaja (B)

Charakter chôdze	Sklon svahu	Rýchlosť (km . h ⁻¹)	Rýchlosť (m . min ⁻¹)	J . m ⁻¹	kJ . min ⁻¹
Chôdza do svahu	5°	1.0	17	600	10
		2.0	33	420	14
		3.0	50	320	16
		4.0	66	360	24
		5.0	83	390	33
	10°	1.0	17	770	13
		2.0	33	580	19
		3.0	50	510	25
		4.0	66	610	41
	15°	1.0	17	920	16
		2.0	33	750	25
		3.0	50	750	37
	20°	2.0	33	880	29
		5.0	83	110	9
	Chôdza zo svahu	5°	5.0	83	90
10°		5.0	83	100	8
15°		5.0	83	100	8
20°		5.0	83	140	11

Výstup po schodoch a zostup zo schodov - hodnoty energetického výdaja (B)

Charakter chôdze	Počet schodov (za 1 min)	J . m ⁻¹ výšky	kJ . min ⁻¹
Výstup po schodoch	60	3 350	35
	80	3 100	43
	100	3 300	57
	120	3 480	72
Zostup zo schodov	60	1 200	13
	80	880	12
	100	800	14
	120	800	16

Tab. 21 Hodnoty energetického výdaja podľa spôsobu vykonávania práce a veľkosti zaťažovaných svalových skupín (C)
(Podľa Borského, 1978)

Práca vykonávaná svalmi (% množstva svalov)	Stupeň zaťaženia	Spotreba energie (kJ . min ⁻¹) (kJ . h ⁻¹)	
Ruky	malý	1-2	60-140
	stredný	2-4	140-210
	veľký	4-5	210-270
Jedna horná končatina (14 % svalstva)	malý	3-5	160-270
	stredný	5-7	270-380
	veľký	7-9	380-500
Obidve horné končatiny (28 % svalstva)	malý	6-8	330-450
	stredný	8-10	450-560
	veľký	10-12	560-670
Obidve horné končatiny a trup (44 % svalstva)	malý	8-13	460-670
	stredný	13-18	670-960
	veľký	18-23	960-1 260
Celé telo (100 % svalstva)	malý	10-17	560-920
	stredný	17-25	920-1 360
	veľký	25-35	1 360-1 880
	veľmi veľký	35-45	1 880-2 500

ty výdaja energie dostatočne presne v určitom rozsahu hodnôt „od - do“, čo je jej výhodou. Túto možnosť môžu dobre využívať predovšetkým zaškolení a skúsenejší pracovníci. Pri zácviaku treba postupovať od hodnotenia jednoduchších, stereotypných prác (napr. pri pásovej výrobe k zložitejším pracovným činnostiam. Začiatocníci majú tendenciu stupeň zaťaženia preceňovať, preto je vhodné, aby pri určovaní energetického výdaja spočiatku spolupracovali so skúsenejšími odborníkmi.

Ako ukazuje tab. 21 (hodnoty C), hodnoty energetického výdaja sa líšia podľa spôsobu vykonávania práce a veľkosti zaťažovaných svalových skupín. Čo sa týka spôsobu vykonávania práce, treba rozlišovať, či sa práca vykonáva rukami, jednou končatinou, obidvoma hornými končatinami alebo trupom a končatinami.

Do úvahy treba brať aj stupeň (intenzitu) zaťaženia. Na rozdiel od malého zaťaženia pri strednom a veľkom zaťažovaní súvisí pracovný pohyb s prekonávaním odporu, alebo sa pohyby vykonávajú rých-

lejšie, príp. sa obidva tieto faktory kombinujú.

Tab. 22 uvádza časovú snímku sanitára na geriatrickom oddelení a energetický výdaj počas zmeny. Energetický výdaj je vypočítaný podľa tabuliek AHEM, a to pri špecifických pracovných operáciách a za celú pracovnú zmenu. Energetický výdaj za celú zmenu vydelený počtom minút pracovnej zmeny vyjadruje priemerný celozmenový minútový energetický výdaj. Ak treba vypočítať aj minútový energetický výdaj pri špecifických pracovných operáciách, energetický výdaj pri konkrétnej pracovnej operácii sa delí súhrnným časom pri špecifickej pracovnej operácii (napr. pri operácii č. 1.1 sa energetický výdaj 3 659.9 kJ delí sumou času pri špecifickej pracovnej operácii č. 1.1, t. j. 171 min a výsledok 21.4 kJ . min⁻¹ vyjadruje minútový energetický výdaj pre operáciu č. 1.1).

Energetický výdaj pri manipulačných prácach s bremenami uvádzajú tab. 23 a tab. 24. Každá pracovná operácia sa

Tab. 22 Časová snímka sanitára v dennej zmene od 6. do 18. h (720 min) - výpočet energetického výdaja

Špecifické pracovné operácie	Kategoría podľa AHEM	Súhrnný čas za zmenu (min)	Súhrnný čas za zmenu pri špecifických pracovných operáciách (min)	Percentuálny podiel pracovného času za zmenu	Energetický výdaj podľa tabuliek AHEM (kJ . min ⁻¹)			Celkový energetický výdaj za zmenu (A + B + C)	Energetický výdaj za určitý čas	Energetický výdaj pri špecifických pracovných operáciách (kJ)
					A	B	C			
1.1	A	61.0	171	23.8	2.1	-	-	2.1	128.1	3 659.9
	B	34.0	-	-	-	7.0	13.5	20.5	697.0	-
	C	76.0	-	-	-	2.3	-	35.0	37.3	2 834.8
1.2	A	15.0	72	10.0	2.1	-	-	2.1	31.5	2 311.5
	B	-	-	-	-	-	40.0	40.0	2 280.0	-
	C	57.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3	A	71.0	87	12.1	2.1	-	-	2.1	149.1	741.1
	B	16.0	-	-	-	7.0	30.0	37.0	592.0	-
	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4	A	3.0	24	3.3	2.1	-	-	2.1	6.3	300.3
	B	21.0	-	-	-	7.0	7.0	14.0	294.0	-
1.5	A	34.0	54	7.5	2.3	-	10.5	12.8	435.2	728.2
	B	11.0	-	-	-	7.0	-	7.0	77.0	-
	C	9.0	-	-	-	7.0	17.0	24.0	216.0	-
1.9	A	129.0	247	34.3	1.7	-	-	1.7	219.3	1 339.3
	B	97.0	-	-	-	7.0	-	7.0	679.0	-
	C	21.0	-	-	-	-	21.0	21.0	441.0	-
2.1	A	44.0	65	9.0	1.2	-	1.2	2.4	52.8	136.8
	B	21.0	-	-	-	4.0	-	4.0	84.0	-
Spolu		720	720	100					9 217.1	9 217.1

Celozmenový energetický výdaj: 9 217 kJ (9.2 MJ)
Priemerný celozmenový minútový energetický výdaj: 9 217 kJ : 720 min = 12.8 kJ . min⁻¹

skladá z 3 základných pohybových zložiek - z uchopenia bremena, premiestnenia a uloženia. Premiestňovanie je spojené s nadvihnutím, horizontálnym premiestnením a spustením. Jednotlivé pohybové zložky sa vykonávajú vo veľmi krátkych časových intervaloch.

Energetický výdaj pri dvíhaní a prenášaní bremien závisí predovšetkým od hmotnosti bremena, výšky a frekvencie zdvíhu a od vzdialenosti a rýchlosti transportu. Preto sa hodnoty výdaja energie prepočítavajú na výkonové jednotky, t. j. 1 zdvih na 1 m dráhy (kJ/ks, J/m dráhy). V rámci hodnôt uvedených v tab. 24 mož-

no interpoláciou vypočítať energetický náklad pri dvíhaní a prenášaní bremien v ľubovoľných podmienkach, ktoré sa môžu v praxi vyskytnúť.

Aby sa mohli stanovené hodnoty energetickej spotreby využiť, zmeníme sa stručne o hraniciach trvalo prípustného zaťaženia pri prevažne dynamickej práci. Určenie týchto hraníc má veľký význam nielen z medicínsko-preventívnych aspektov (ochrana pracovníkov pred nadmerným zaťažením, rozvoj funkčnej zdatnosti organizmu), ale aj z ekonomického hľadiska (stanovenie fyziologicky opodstatnených výkonových noriem).

Tab. 23 Ručné premiestňovanie a prenášanie bremien - hodnoty energetického výdaja (Podľa Borského, 1978)

Výška uchopenia (cm)	Výška uloženia (cm)	Energetický výdaj pri hmotnosti bremena (kJ . ks ⁻¹)					
		5 kg	10 kg	15 kg	20 kg	25 kg	30 kg
Zo zeme	na zem	1.61	1.88	2.09	2.32	2.85	3.31
	do 50 cm	1.40	1.70	1.83	2.11	2.64	3.10
	do 100 cm	1.44	1.86	2.47	2.85	3.85	5.40
	do 150 cm	1.78	2.43	3.31	3.85	5.78	7.91
Z 50 cm	na zem	1.05	1.34	1.42	1.58	1.99	2.40
	do 50 cm	0.71	0.84	1.05	1.26	1.72	2.09
	do 100 cm	0.84	1.05	1.34	1.59	2.09	2.64
	do 150 cm	1.17	1.59	2.09	2.76	3.85	5.02
Zo 100 cm	na zem	0.96	1.26	1.63	2.05	2.55	3.22
	do 50 cm	0.57	0.75	0.88	1.05	1.47	1.93
	do 100 cm	0.54	0.71	0.84	0.92	1.02	1.13
	do 150 cm	0.84	1.13	1.47	1.84	2.35	2.89
Zo 150 cm	na zem	1.34	1.84	2.39	2.89	3.77	4.60
	do 50 cm	0.75	1.05	1.38	1.76	2.34	2.93
	do 100 cm	0.29	0.38	0.46	0.59	0.80	1.01
	do 150 cm	0.59	0.71	0.96	1.26	1.59	2.01

Tab. 24 Prenášanie bremien v rukách - hodnoty energetického výdaja (Podľa Borského, 1978)

Spôsob nosenia	Hmotnosť (kg)	Rýchlosť (m . min ⁻¹)	Dráha (J . m ⁻¹)	Energetický výdaj (kJ . min ⁻¹)
V oboch rukách vedľa tela :	5	30	220	6.7
	10	30	240	7.1
	15	30	260	8.0
	20	30	290	8.8
	25	30	320	9.6
	30	30	350	10.5
	V oboch rukách od tela :	5	60	200
10		60	200	12.1
15		60	220	13.4
20		60	240	14.7
25		60	270	16.3
30		60	300	18.0
V oboch rukách od tela :		5	90	230
	10	90	240	21.4
	15	90	260	23.9
V oboch rukách pred sebou :	5	30	240	7.1
	10	30	250	7.5
	15	30	260	7.8

pokračovanie

Spôsob nosenia	Hmotnosť (kg)	Rýchlosť (m . min ⁻¹)	Dráha (J . m ⁻¹)	Energetický výdaj (kJ . min ⁻¹)
V oboch rukách pred sebou	15	30	290	8.8
	20	30	330	10.1
	25	30	380	11.3
	30	30	430	13.0
	5	60	220	13.0
	10	60	240	14.7
	15	60	280	16.8
	20	60	310	18.8
	25	60	340	20.1
	30	60	360	21.4
V jednej ruke vedľa tela	5	60	220	13.0
	10	60	260	15.5
	15	60	350	20.9
V jednej ruke od tela	2	60	200	11.7
	5	60	250	15.1
	7	60	290	17.2

V tab. 25 a v tab. 26 sú uvedené prípustné hodnoty energetického výdaja s prihliadnutím na vek pre mužov a ženy. Energetické kritériá platia iba pre práce, pri ktorých sa namáhajú veľké svalové skupiny (aspoň 50 % svalovej hmoty).

Pre práce s menšími svalovými skupinami platia nižšie hodnoty, úmerné hmotnosti zaťažovanej svalovej skupiny.

V tab. 27 sú uvedené kritériá posudzovania srdcovej frekvencie pri práci vykonávanej prevažne veľkými svalovými skupinami.

Presnejšie zisťovanie energetického výdaja pri práci umožňujú prístrojové metódy - ventilometria a najmä nepriama kalorimetria. Pri ventilometrii sa používa špeciálne skonštruovaný prietokomer a pri nepriamej kalorimetrii aj analyzátor vydechovaného vzduchu. Všetky zariadenia, ktoré sú súčasťou prístrojového vybavenia, musia mať technické parametre na využitie v terénnych podmienkach. Ventilometria pracuje maximálne s 15 % chybou, pri nepriamej kalorimetrii je roz-

Tab. 25 Prípustné hodnoty energetického výdaja s prihliadnutím na vek - muži (Upravené podľa Podlešáka, 1978)

Energetický výdaj	Jednotky	Veková skupina			
		18-29	30-39	40-49	50-60
Minútový zmenový	W . m ²	152.8	138.9	125.0	111.1
	kJ . min ⁻¹	16.5	15.0	13.5	12.0
Minútový prípustný *	W . m ²	380.6	352.8	319.4	286.1
	kJ . min ⁻¹	41.1	38.1	34.5	30.9
Bazálny	W . m ²	49.4	47.8	46.7	44.4
	kJ . min ⁻¹	5.3	5.2	5.0	4.8

* Minútové prípustné hodnoty energetického výdaja sa môžu vyskytovať iba krátkodobu a v celozmenovom priemere sa musia dodržiavať minútové zmenové hodnoty.

Tab. 26 Prípustné hodnoty energetického výdaja s prihliadnutím na vek - ženy (Upravené podľa Podlešáka, 1978)

Energetický výdaj	Jednotky	Veková skupina			
		18-29	30-39	40-49	50-60
Minútový zmenový	W . m ²	106.3	100.0	93.8	84.4
	kJ . min ⁻¹	10.2	9.6	9.0	8.1
Minútový prípustný *	W . m ²	278.1	265.6	246.9	225.0
	kJ . min ⁻¹	26.1	25.5	23.7	21.6
Bazálny	W . m ²	43.1	43.1	42.5	42.5
	kJ . min ⁻¹	4.1	4.1	4.1	4.1

* Minútové prípustné hodnoty energetického výdaja sa môžu vyskytovať iba krátkodobu a v celozmenovom priemere sa musia dodržiavať minútové zmenové hodnoty.

Tab. 27 Kritériá posudzovania zmenovej srdcovej frekvencie pri práci vykonávanej prevažne veľkými svalovými skupinami (Upravené podľa Podlešáka, 1978)

Veková skupina (roky)	Hodnoty zmenovej srdcovej frekvencie (frekvencia/min)					
	absolútne hodnoty		zvyšenie srdcovej frekvencie nad východiskovú hodnotu		čerpanie srdcovej rezervy	
	A priemerné hodnoty mužů	B priemerné hodnoty ženy	C hraničné hodnoty	D hraničné hodnoty	E priemerné hodnoty [%]	
18-29	108	111	117	30	33	28
30-39	106	108	115	29	32	27
40-49	101	102	110	26	28	25
50-60	97	97	105	23	25	24

A - hodnoty určené na posúdenie nálezov pri vyšetrení skupiny osôb, ak nie je stanovená východisková hodnota srdcovej frekvencie

B - hraničné hodnoty, ktoré ešte môžu byť pre vyšetrenú osobu dlhodobu únosné

C - práca je dlhodobu únosná, ak sa neprekračuje hodnota C, t. j. zvyšenie pracovnej srdcovej frekvencie nad východiskovú (pokojovú) hodnotu

D - hraničné hodnoty zvyšenia srdcovej frekvencie nad východiskovú hodnotu, ktoré môžu byť u zdravých jedincov dlhodobu únosné, ak zametnanec pri hraničných hodnotách srdcovej frekvencie vykonáva prácu, ktorá z energetického hľadiska nepresahuje ekvivalent 33 % z jeho individuálnej maximálnej kyslíkovej spotreby (zmenový minútový energetický výdaj), a ak nie sú zo zdravotného hľadiska kontraindikácie na vykonávanie danej práce

Počas práce nesmie srdcová frekvencia prekročiť hodnotu 150 min⁻¹ u osôb do 40 rokov, u osôb do 50 rokov 140 min⁻¹ a 130 min⁻¹ u osôb po 50. roku.

Pri práci v sede sa hodnoty v stĺpcoch A - D znižujú o hodnotu 2 za 1 min.

hodujúca konštrukcia analyzátoru vrátane jeho technických možností - zvyčajne sa uvádza chyba 2-3%. Obidve metódy sa používajú pri hodnotení prevažne dynamicko práce so zaťažovaním väčších svalových skupín.

Pri vyšetrení lokálnej svalovej záťaže sa využívajú rozličné metódy, odstupňované podľa presnosti a nárokov na prístrojové vybavenie.

Lokálne zaťažovanie menších svalových skupín možno hodnotiť na základe výsled-

kov merania ťahov, tlaku a torzie pri pracovnej činnosti pomocou minciara, event. momentových kľúčov a ich porovnania s referenčnými hodnotami maximálnych svalových síl.

Z hľadiska prístrojového vybavenia je náročnejšia **tenzometria** a najobjektívnejšia a najpresnejšia je **pracovná elektromyografia**, ktorá umožňuje monitorovať elektrofyziologickú aktivitu svalov pomocou záznamových zariadení (mikropočítačov a pod.).

Celková pracovná záťaž sa hodnotí väčšinou na základe **vyšetrenia srdcovej frekvencie** (obr. 18) a EKG, resp. monitorovania priebehu a zmien srdcovej frekvencie a elektrokardiografickej krivky pri práci. Energetický výdaj pri práci sa opiera o kontinuálne zaznamenávanie srdcovej frekvencie pri práci (obr. 19). Táto metóda je vhodná na použitie v terénnej praxi. Minútový energetický pracovný výdaj možno vypočítať zo vzťahu:

$$EVP = (SF \text{ pracovná} - SF \text{ pokojová}) \cdot 0,42$$

EVP - energetický pracovný výdaj (kJ), SF - srdcová frekvencia

LABORÁTORNE METÓDY

Z laboratórnych metód majú v pracovnom lekárstve význam predovšetkým **testy fy-**

zickej zdatnosti, ktoré si vyžadujú náročné prístrojové vybavenie. Okrem toho možno využívať niektoré **biochemické metódy** (napr. na hodnotenie pracovno-tepelnej záťaže a pod.).

Podľa určenia rozlišujeme zotavovacie a náťahové testy zdatnosti.

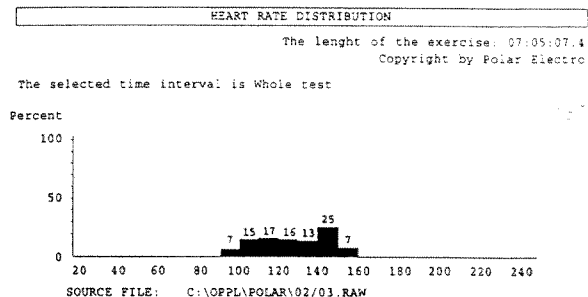
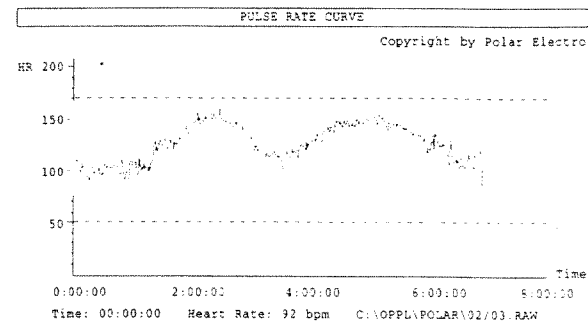
Pri **zotavovacích testoch** sa pomocou rôznych parametrov sledujú zmeny jednotlivých funkcií v čase po telesnom zaťažení; patrí k nim klasický Masterov two-step-test alebo Harvardský test.

Druhý typ predstavujú **náťahové testy zdatnosti**, pri ktorých sa pomocou rôznych parametrov sledujú zmeny jednotlivých funkcií v čase zaťaženia. Podľa intenzity zaťaženia sa delia na **maximálne** a **submaximálne**.

Z hľadiska metodického usporiadania rozlišujeme **jednoduchý test**, charakterizovaný konštantnou intenzitou záťaže, ktorá je rovnaká u všetkých vyšetrovaných, príp. je stanovená individuálne podľa pohlavia, veku a zdatnosti vyšetrovanej osoby, **diskontinuálny test**, charakterizovaný zvyšujúcou sa intenzitou záťaže s intermitentnými pokojovými intervalmi, a **kontinuálny test**, ktorý sa vyznačuje kontinuálnym alebo stupňovitým zvyšovaním záťaže v krátkodobých intervaloch bez ohľadu na steady-state. Kon-



Obr. 18 Priprava pracovníka na snímanie srdcovej frekvencie



Obr. 19 Priebeh srdcovej frekvencie u lekára počas dvoch operačných výkonov. Grafický výstup srdcovej frekvencie je snímaný prístrojom POLAR.

tinuálny test so stupňovitým zvyšovaním záťaže je metodicky usporiadaný tak, aby sa na konci každého záťažového testu dosiahol steady-state.

Pre potreby fyziológie práce sa odporúčajú 3 testy, ktorých voľba závisí od druhu vyšetrovaných osôb a cieľa vyšetrenia.

Test A je **orientačným testom** fyzickej zdatnosti a je založený na princípe step-testu. Jeho prednosťou je pomerne nenáročné technické vybavenie a použiteľnosť na odhad fyzickej zdatnosti a momentálnej pripravenosti na prácu i na odhad dlhodobého únosného individuálneho ener-

getického výdaja. Dá sa používať nielen v laboratóriu, ale aj v improvizovaných podmienkach na pracovisku.

Test B má prednosti testov, pri ktorých sa využívajú **bicyklové ergometre**. Výhodou je, že ho možno kedykoľvek prerušiť, ak sú na to dôvody, a aj napriek tomu umožňuje odhadnúť fyzickú zdatnosť.

Tento test je modifikáciou Hollmanovho testu a je určený na experimentálne použitie v laboratóriu, ktoré má prístrojové vybavenie na analýzu vydychovaného vzduchu, sledovanie EKG, event. ďalšie prístroje. Môže sa použiť na stanovenie

$\dot{V}O_2$ max priamou metódou, no treba rátať s tým, že maximálne hodnoty kyslíkovej spotreby budú v porovnaní s ďalším testom (test C) približne o 7 % nižšie.

Test C bol použitý v rámci Medzinárodného biologického programu (IBP). Keďže ho používajú mnohí autori a kritériá dlhodobej únosnosti sú odvodené od hodnôt $\dot{V}O_2$ max, zistených týmto testom, slúži ako referenčný test. Je určený predovšetkým na testovanie fyzicky zdatných jedincov priamou metódou, možno ho však použiť aj na odhad $\dot{V}O_2$ max nepriamou metódou.

44

REŽIM PRÁCE A ODPOČINKU

Jedným zo základných preventívnych opatrení na udržanie zdravia, dlhotrvajúcej pracovnej schopnosti a pracovnej výkonnosti je **správne stanovený režim práce a odpočinku**. Takýto režim by mal rešpektovať fyziologické limity stanovené pre prácu podľa pohlavia, veku, zapojených svalových skupín a pod. Význam účelného oddychu stúpa s narastajúcou namáhavosťou práce, s častou opakovateľnosťou a rýchlosťou pracovných úkonov, ako aj s monotónnosťou pracovných pohybov.

Hoci pri zostavovaní režimu práce a odpočinku platia niektoré všeobecné zásady, vždy treba postupovať podľa *individuálnych daností a konkrétnych podmienok na pracovisku*. Pri prácach prevažne dynamického charakteru so zapojením veľkých svalových skupín je pomer trvania odpočinku a trvania namáhavej pracovnej činnosti zvyčajne 1 : 1, pri prácach prevažne statických je potrebný 2-3-násobne dlhší čas na odpočinok svalových skupín zapojených do pracovnej činnosti.

Prestávky majú obmedziť nadmerný energetický výdaj a jednostranné zaťažovanie, znížiť únavu, stabilizovať výkon na úrovni optimálneho stredného výkonu, zvýšiť motiváciu a výkonnosť a pod. Počet prestávok a ich charakter sa mení podľa druhu práce, spôsobu vykonávania pracovnej činnosti, hygienických podmienok, osadenstva zúčastneného na výrobnom

procese, výkonnej krivky a pod. Rytms práce a prestávok by mal byť pravidelný, viac prestávok má byť v druhej polovici pracovnej zmeny. Monotónna práca si vyžaduje väčší počet prestávok s kratším časovým trvaním. Dlhé prestávky nie sú vhodné, pretože narušujú koncentráciu na prácu a pracovník sa musí znovu „zapracovať“, aby podal optimálny pracovný výkon. Regenerácia organizmu sa prejavuje predovšetkým na začiatku prestávky (prvých 5 min). Prestávka by sa mala zaradiť do tých fáz pracovnej zmeny, v ktorých sa zaznamenáva pokles výkonu.

Ani dobre stanovený režim práce a odpočinku však nie je jediným riešením problematiky pracovného zaťažovania, je to iba jeden z prostriedkov racionálnej organizácie práce. Bolo by nesprávne meniť režim práce a odpočinku bez využitia ďalších opatrení, predovšetkým technických.

Otázkami racionálneho režimu práce a odpočinku sa zaoberajú špecializované pracoviská, ktoré na základe fyziologických vyšetrovacích metód, počítačových programov a pod. stanovujú optimálny pracovný a oddychový režim. Ide o určité organizačné opatrenia ako výsledok praktického zohľadnenia fyziologických požiadaviek pri hodnotení záťaže kolektívu na konkrétnom pracovisku.

Pracovný čas a čas odpočinku – rovnomerné a nerovnomerné rozvrhnutie pracovného času, pružný pracovný čas, prestávky v práci, prácu nadčas, nočnú prácu a dovolenku špecifikuje Zákonník práce.

VÝZNAM HODNOTENIA ZDRAVOTNÉHO STAVU VO FYZIOLÓGIÍ PRÁCE

Ani jedno fyziologické vyšetrenie v rámci fyziológie práce sa nezaobide bez komplexného vyhodnotenia, resp. cieľného vyhodnotenia zdravotného stavu jednotlivca a celého kolektívu pracovníkov určitej profesie. Pred každým snímaním fyziologických funkcií organizmu pri práci treba urobiť výber vhodných pracovníkov, t. j. zdravých jedincov, ktorí plnia normy, sú priemerne zapracova-

ni (aspoň 1 rok) atď. Primeranú pozornosť treba venovať aj psychologickým aspektom (dobrá spolupráca vyšetrovateľných).

Pri sledovaní zmien funkcií organizmu, ktoré sú reakciou na pracovnú záťaž, možno odhaliť aj neadekvátne odpovede na danú záťaž, event. patofyziologickú odpoveď organizmu. Takáto odpoveď je pre ošetrojúceho lekára dôvodom na ďalšie hodnotenie zdravotného stavu pracovníka, event. na jeho liečbu.

V súčasnosti sa legislatíva v SR novelizuje tak, aby bola kompatibilná s požiadavkami EÚ. Roku 2001 bolo vydané nariadenie vlády SR č. 201/2001 Z. z. o minimálnych a bezpečnostných požiadavkách na pracovisko a nariadenie vlády SR č. 204/2001 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri práci s bremenami; toto nariadenie ustanovuje minimálne požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci s bremenami, pri ktorej je riziko poškodenia podporného a pohybového systému, najmä chrbtice zamestnancov. Zamestnávateľ je povinný zabezpečiť používanie primeraných mechanických zariadení, aby sa zabránilo práci s bremenami. Ak sa nedá práci s bremenami vyhnúť, zamestnávateľ má zabezpečiť pracovisko takým spôsobom, aby nenastalo poškodenie zdravia.

V tab. 28 sú uvedené smerné hmotnostné hodnoty bremien dvíhaných a prenášaných obidvoma rukami a maximálna hmotnosť bremena pre mužov a pre ženy v rôznych vekových kategóriách za priaznivých i nepriaznivých podmienok v trvaní maximálne 1 h za pracovnú zmenu, ktoré sú dané nariadením vlády SR č. 204/2001 Z. z.

V tab. 29 sú uvedené smerné hmotnostné limity na dvíhanie a prenášanie bremien pre ženy v základnej polohe, ktoré sú dané nariadením vlády SR č. 204/2001 Z. z.

Tab. 28 Smerné hmotnostné hodnoty bremien dvíhaných a prenášaných obidvoma rukami

Vek	Podmienky	Maximálna hmotnosť bremena	
		muži	ženy
18-29	priaznivé	50 kg	15 kg
	nepriaznivé	40 kg	10 kg
30-39	priaznivé	45 kg	15 kg
	nepriaznivé	40 kg	10 kg
40-49	priaznivé	40 kg	15 kg
	nepriaznivé	35 kg	10 kg
50-60	priaznivé	35 kg	10 kg
	nepriaznivé	30 kg	5 kg

Tab. 29 Smerné hmotnostné hodnoty pri dvíhaní a prenášaní bremien pre ženy v základnej polohe postojačky

Maximálna hmotnosť ručne dvíhaných a prenášaných bremien	Dĺžka vertikálnej dráhy bremena	Maximálny počet zdvihov za 1 min	Maximálna vzdialenosť
15 kg	podlaha-zápästie	6	8 m
	zápästie-rameno	5	
10 kg	podlaha-zápästie	8	10 m
	zápästie-rameno	7	
	podlaha-rameno	5	
5 kg	podlaha-zápästie	10	15 m
	podlaha-rameno	8	
	podlaha-nad rameno	6	
	zápästie-rameno	10	
	zápästie-nad rameno	8	
rameno-nad rameno	5	20 m pri dobrých úchopových možnostiach	

Tab. 30 Smerné hmotnostné hodnoty pri dvíhaní a prenášaní bremien pre mladistvých v základnej polohe postojáčky

Vek	Maximálna hmotnosť ručne dvíhaných a prenášaných bremien		Dĺžka vertikálnej dráhy bremena	Maximálny počet zdvihov za 1 min	
	chlapci	dievčatá		chlapci	dievčatá
17-18	20 kg	15 kg	podlaha-zápästie	5	5
			zápästie-rameno	4	4
16-18	15 kg	10 kg	podlaha-zápästie	6	7
			zápästie-rameno	6	7
			podlaha-rameno	3	4
všetky vekové skupiny	10 kg	5 kg	podlaha-zápästie	8	8
			podlaha-rameno	6	6
			podlaha-nad rameno	4	4
			zápästie-rameno	8	8
			zápästie-nad rameno	6	6
			rameno-nad rameno	4	4

V tab. 30 sú uvedené smerné hmotnostné limity pre dvíhanie a prenášanie bremien pre mladistvých v základnej polohe postojáčky, ktoré sú dané nariadením vlády SR č. 204/2001 Z. z.

LITERATÚRA

- Borský, I.: Metóda na stanovenie energetického výdaja pri práci. In: Metodiky na posudzovanie fyzickej práce. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, príloha č. 11, 2. díl. Praha, IHE 1978, s. 28-46.
- Hanulík, M., Pospíšil, M., Erban, M.: Metodika ergonomickej antropológie. Bratislava, IPD a Katedra antropológie PF UK 1978.
- Hattar, K.: Individuálne nastavenie výšky pracovnej stoličky vo vzťahu k výške stola na pracoviskách pacientov s postihnutím muskuloskeletálneho systému súvisiacim s prácou v rámci ergonomickej orientovaných rehabilitačných programov. Euro-Rehab., XI, 2001, 4, s. 223-226.
- Menčík, M., Naus, A., Kneidlová, M., Prošková, A., Trnínková, H., Kodat, V., Málek, B., Švábová, K., Halík, M.: Hygiena práce. Praha, LFH KU, SPN 1986, 128 s.
- Metodický postup pri vyšetrovaní, hodnotení a úprave pracovného prostredia a podmienok práce z hľadiska položky 29. Seznamu nemocí z povolání. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, príloha č. 14, Praha, IHE, Bratislava, ÚPKM 1990, 10 s.
- Nariadenie vlády SR č. 201/2001 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko. Zbierka zákonov SR, č. 84, r. 2001, s. 2 090-2 099.

- Nariadenie vlády SR č. 204/2001 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri práci s bremenami. Zbierka zákonov SR, č. 85, r. 2001, s. 2 110-2 113.
- Podlešák, K.: Kritéria dlhodobé únosnosti práce. In: Metodika pro posudzování fyzické práce, převážně dynamické. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, příloha č. 11, 1. díl. Praha, IHE 1978, s. 7-16.
- Smernica č. 17 o hygienických požiadavkách na stacionárne stroje. Vestník MZ SSR, č. 5-6, 1976.
- Soukupová, I., Lvončík, S., Podlešák, K., Maroušek, O.: Fyziologie práce. In: Cíkr, M., Málek, M. a kol.: Pracovní lékařství I. Hygiena práce. Praha, SZÚ 1995, s. 7-33.
- Sirelka, F.: Metodika merania základných antropometrických parametrov. In: Metodiky na posudzovanie fyzickej práce. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, príloha č. 11, 2. díl. Praha, IHE 1978, s. 56-71.
- Úprava č. 2 o hygienických požiadavkách na pojazdné pracovné stroje a technické zariadenia. Vestník MZ SSR, č. 3-5, 1978.
- Sulevová, M., Hubáčová, L. a kol.: Hodnotenie vplyvu práce a pracovných podmienok na pracoviskách v zdravotníctve a pracovnej záťaž z zdravotníckych profesií s osobitným zreteľom na pracovné riziká. Záverečná správa hlavnej úlohy. Bratislava, SZÚ SR 1999, 191 s.
- Zákon NR SR č. 311/2001 Z. z. Zákoník práce.
- Záček, I., Podlešák, K.: Metodika na posudzovanie fyzickej práce převážně dynamické. In: Popis práce, podmínek práce a sledování časových jednotek práce. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, příloha č. 11, 1. díl. Praha, IHE 1978, s. 18-93.

15 PSYCHOLÓGIA PRÁCE

Psychológia práce je aplikovaná vedná disciplína o subjektívnych a objektívnych činiteľoch determinujúcich psychickú aktivitu a výkonnosť pracujúceho človeka. Je jedným z odborov empirického využitia poznatkov o duševnom zdraví človeka v rozličných oblastiach spoločenskej praxe, predovšetkým v ekonomickom procese.

Toto klasické poňatie definície pracovnej psychológie sa v priebehu posledných tridsiatich rokov značne modifikovalo. Roku 1990 Saegert a Winkel publikovali súbornú štúdiu s novým zameraním, v ktorej zahrnuli teóriu a metodológiu **environmentálnej psychológie**. Za špecifický problém v tejto oblasti psychológie označili skúmanie *vzťahu vonkajšieho prostredia a kongitívnych procesov človeka* alebo inými slovami osobnosti vo vzťahu k vonkajšiemu prostrediu.

Environmentálna psychológia definuje „*environment*“ ako komplexné vonkajšie prostredie, ktoré zahŕňa okrem životného prostredia aj pracovné a sociálne podmienky.

Z praktického a výskumného hľadiska je významný najmä *vplyv vonkajších podmienok* (stabilných činiteľov) a *faktorov* (premenlivých činiteľov) na správanie človeka, jeho výkon a psychofyziologické charakteristiky. Vonkajšie podmienky práce predstavujú v súčasnosti základný problémový okruh nielen v environmentálnej psychológii, ale aj v preventívnej medicíne. Z hľadiska uplatnenia psychológie v pracovnom lekárstve sa ukazuje jej význam tak pri riešení problémov týkajúcich sa životného - fyzikálneho, biologického, chemického, sociálneho a pracovného prostredia, ako aj pri psychologickom zvládaní konfliktov a neprimeranej záťaže s možnosťou pozitívne modifikovať správanie človeka. To znamená, že pri rešpektovaní psychickej reflexie a psychickej regulácie človeka inštrui psychológia využívať všetky svoje disciplíny a metódy. Pritom je dôležité zdokonaľovať metodologické a metodické prístupy k štúdiu ľud-

ského myslenia a správania v sulade s duševným zdravím človeka a jeho optimálnym pracovným výkonom

PSYCHOLÓGIA PRÁCE V PRACOVNOM LEKÁRSTVE

Pri riešení problémov vzájomnej interakcie medzi človekom a prácou v rámci preventívneho pracovného lekárstva sa musí uplatňovať multidisciplinárny prístup, t. j. úzka spolupráca **všetkých** vied združených v komplexe **ergonómie** (antropológia, fyziológia, preventívna medicína, psychológia práce, sociológia). Keďže prvoradým cieľom je starostlivosť o telesné a duševné zdravie pracujúceho človeka (základný predpoklad vysokej osobnej produktivity), najdôležitejšia je spolupráca medzi pracovným lekárstvom a psychológiou práce. Aj keď majú obidva odbory rovnaký záujem, rovnaké úlohy a rovnaké ciele, každý z nich pristupuje k riešeniu otázok zo svojho hľadiska a využíva vlastné odborné metódy.

Psychologicko-preventívna (hygienická) optimalizácia pracovnej psychológie je klasickým postupom, ktorý sa realizuje v rámci tzv. hygienicko-zdravotníckych opatrení. Podkladmi sú hygienické normy, bezpečnostné predpisy a preventívne opatrenia zamerané najmä na profesionálne poškodenia zdravia (choroby z povolania, psychosomatické choroby).

Psychológia práce sa v rámci preventívneho pracovného lekárstva uplatňuje v niekoľkých rovinách. V praktickej rovine ide o *zabezpečovanie súčinnosti v rámci bežných hygienických a ergonomických opatrení* s rešpektovaním psychologických poznatkov o vplyve špecifických podmienok, požiadaviek práce a faktorov pracovného prostredia na psychiku pracujúceho človeka a s uplatňovaním zásad duševného zdravia v hygienických normách a v bezpečnostných predpisoch. Keďže psychika je permanentne fungujúcim regulátorom ľudského správania a konania, téza o psy-

chosomatickej jednote organizmu zdôrazňuje obojstrannú závislosť telesných a duševných zložiek, teda vzájomné ovplyvňovanie fyziologických a psychických funkcií. Celkový zdravotný stav a funkčná a výkonná pohotovosť psychiky rozhodujúci spôsobom ovplyvňujú produktivitu pracovníka.

Vo výskumnej, ale aj v klinickej rovine je predmetom psychológie práce v rámci preventívneho pracovného lekárstva *medicínsko-psychologicky orientovaný prístup k určovaniu druhu a stupňa pracovného zaťaženia*. Z tohto hľadiska je prvoradá skúmať možnosti zabezpečenia spoľahlivého výkonu človeka v pracovnom zaradení. Psychologický prístup (vrátane výskumu) sa sústreďuje predovšetkým na optimalizáciu pracovného zaťaženia. Izolované prístupy (psychologické, fyziologické či biochemické) nie sú relevantné, pretože hodnotenie a posudzovanie výkonnosti človeka si vyžaduje systémový prístup. V rámci tohto prístupu sa postupne vyhranila „problematika záťaže človeka pri práci“. Cieľom interdisciplinárneho riešenia danej problematiky je dosiahnuť primeranú záťaž a s použitím teoretických i praktických nástrojov odstraňovať všetky vplyvy vyvolávajúce negatívnu záťaž (namernú, resp. nedostatčnú).

Vzťah psychológie práce a pracovného lekárstva sa začal prehĺbovať najmä s vývojom profesií a s novými problémami, ktoré sa týkali organizácie práce, pracovného miesta a záťaže pri práci. Tým sú dané **úlohy psychológie práce v pracovnom lekárstve**. Základnou úlohou je *harmonizácia zložitých a mnohostranných vzťahov medzi človekom a prácou*. Táto úloha spočíva v *adjustácii*, resp. v *optimalizácii práce* so zreteľom na človeka, teda v humanizácii práce a pracovných podmienok so zohľadnením individuálnych osobitostí konkrétneho človeka. To znamená, že na pracoviskách treba vytvárať také podmienky, ktoré zabezpečia maximálnu produktivitu práce bez poškodenia zdravia pracujúceho človeka. Druhou stránkou harmonizácie je *adaptácia pra-*

ovníka na prácu, t. j. prispôbovanie človeka práci, aj s predpokladom, že sa bude môcť neustále rozvíjať svoje osobné vložky, pracovné schopnosti a vlastnosti. Význam psychológie práce v tomto smere spočíva najmä v zohľadňovaní prístupov, ktoré budú v praxi zohľadňovať psychickú stránku, t. j. duševné zdravie pracujúceho človeka, a to s využitím klinickoporadenskej, resp. pedagogickej činnosti.

Duševné zdravie (psychické, mentálne) je podľa definície WHO súčasťou celkového zdravia. Je to stav úplnej telesnej, duševnej a sociálnej pohody organizmu, nielen neprítomnosť choroby. V užšom, psychologickom zmysle odráža primeranú sebakoncepciu, sebaúctu a sebarealizáciu, ktorá človeku prináša spokojnosť a vyrovnanosť v pracovnom aj v mimopracovnom živote.

Z hľadiska psychosomatickej medicíny duševné zdravie a jeho subjektívne uvedomovanie závisí od mnohorakých, vzájomne sa ovplyvňujúcich faktorov a podmienok, v ktorých jednotlivec alebo skupina žije.

Účinky vonkajšieho prostredia (vrátane pracovného) sa prejavujú v prežívaní, správaní a činnosti psychických funkcií a procesov a môžu mať za následok stav označovaný ako záťaž – stres alebo stav, ktorý môže byť spúšťacím mechanizmom vzniku psychosomatických ochorení (resp. aj profesionálnych ochorení).

PRACOVNÉ ZAŤAŽENIE, ZAŤAŽ V PRACOVNOM PROCESE

Záťaž je faktor, ktorý pôsobí na organizmus a ako reakciu vyvoláva určitú námahu (úsilie). Miera namáhania závisí nielen od veľkosti záťaže, ale aj od vlastností osobnosti, resp. od celkového stavu organizmu. Pri posudzovaní primeranosti záťaže treba voliť metódy, ktoré adekvátne a objektívne merajú tak výkon, ako aj námahu (záťažový stav) individua.

Namáhanie (odpoveď organizmu na záťaženie) sa prejavuje zmenami vo fyziologických aj v psychických funkciách. Meranie odpovede organizmu na záťaženie predstavuje kvantifikovanie meraných parametrov fyziologických funkcií: hodnotenie psychologických parametrov vyjadruje výkon v príslušnej psychologickej úlohe.

Neuropsychické zaťaženie vyjadruje určitý priebehový dej záťaže organizmu. Tento druh záťaže je aktuálny najmä v súvislosti s narastajúcim využívaním neuropsychickej zložky človeka v pracovnom procese (uplatňovanie vyšších psychických procesov pri vykonávaní pracovnej činnosti) a so znižovaním fyzického zaťaženia. Stále neuropsychické zaťaženie (často až na hranici trvalého preťažovania, ale aj riziko náhleho zlyhania. Veľmi reálne je riziko vzniku zdravotných porúch a ochorení nervovej sústavy, príp. aj ďalších orgánových systémov (napr. kardiovaskulárneho a tráviaceho systému).

Pracovné podmienky sú aktívne činitele, ktoré ovplyvňujú fyzickú a psychickú aktivitu (fyzikálne, chemické, biologické faktory, zvýšené pracovné tempo, konflikty, frustrácie, stresy a pod.).

Biorytmické zmeny organizmu v priebehu dňa predstavujú ďalšie faktory, ktoré môžu ovplyvňovať výkon. Táto problematika sa stala podkladom komplexného skúmania zmenovej práce a práce žien. Cirkadiánne zmeny telesnej teploty (jej fyziologická krivka je paralelná s priebehom aktivácie CNS a produkciou endokrinných žliaz) je základom posudzovania cyklických zmien psychických funkcií v priebehu dňa (už od 60. rokov 20. storočia). Z priebehu telesnej teploty cez deň bola neskôr odvodená *krivka pracovného výkonu*, ktorá sa stala východiskom pre štúdium vzťahu medzi odolnosťou proti záťaži v priebehu 24-hodinového cyklu a funkčnými zmenami v organizme. Tým, že sa v priebehu 24 hodín mení aktivita adrenálneho kortexu a sympatikoadrenálna aktivita, maximálne vylučovanie katecholamínov nastáva v ranných a v popo-

ludňajších hodinách. Tieto zmeny súvisia s fyzickou aktivitou a s prežívaním pohody.

Aj pri sledovaní biorytmických zmien psychických funkcií a procesov sa ukázalo, že jednoduché psychické funkcie (reaktibilita, pozornosť) majú rovnakú krivku ako telesná teplota v priebehu dňa. Vyššie stupne psychických procesov – pamäť, rozhodovanie, riešenie problému – majú odlišný rytmus, nie cirkadiánny (napr. výkon v krátkodobej pamäti má ultradiánny priebeh, t. j. 21-hodinový).

Toto poznanie má mimoriadny praktický význam pre pracovné lekárstvo i pracovnú psychológiu. Keďže psychické procesy nie sú v priebehu dňa rovnako aktívne (menia svoj vrchol), len s vysokou pozitívnu motiváciou môže pracovník dosahovať maximálny výkon v čase mimo vrcholu aktivity, čo je spojené s určitou psychickou záťažou.

Psychická záťaž je proces psychického spracovania a zdolávania požiadaviek a vplyvov prostredia, pričom prostredím rozumieme všetko, čo človeka obklopuje vrátane pracovného prostredia, spoločenských väzieb, udalostí a noriem správania. Nároky prostredia (aj práce) môžu byť väčšie ako psychická zdatnosť jednotlivca (pracovná potencia).

V rámci psychickej záťaže rozlišujeme *senzorickú záťaž*, ktorá vyplýva z požiadaviek na činnosť periférnych zmyslových orgánov a zodpovedajúcich štruktúr CNS, *mentálnu záťaž* vyplývajúcu z požiadaviek na spracovávanie informácií, ktoré kladú nároky na psychické funkcie a procesy (pozornosť, predstavivosť, pamäť, myslenie a rozhodovanie) a *emocionálnu záťaž* vyplývajúcu z požiadaviek, ktoré vyvolávajú afektívnu odpoveď.

Psychologické procesy pri záťaži sa aktivujú podľa prežívania situácie a vlastného stavu organizmu. Základom prežívania záťaže je percepčia, t. j. vnímanie, čítanie a hodnotenie situácie, resp. požiadaviek z hľadiska náročnosti pre jednotlivca. Práve od nej sa odvíja **schopnosť** a **miera zvládania** či **nezvládania** psychickej záťaže (*coping process*).

Intenzitu prežívania problémov v náročných situáciách a schopnosť vyrovnáť sa s nimi alebo na ne primerane reagovať ovplyvňujú rozličné faktory. Najvýznamnejšie z nich sú vrodene schopnosti a vlastnosti organizmu, získané skúsenosti a praktické poznatky z prežitých, už „absolvovaných“ náročných situácií, pracovná atmosféra, ako aj osobitné tréningové metódy a techniky, ktorými sa zvyšuje pripravenosť pracovníkov na primerané zvládnutie náročnej situácie.

V súvislosti s pracovnou záťažou sa v oblasti preventívneho pracovného lekárstva uplatňujú aspekty psychológie práce. Problém primeranosti záťaže sa vo svete v posledných dvadsiatich rokoch prijíma kriticky. Teoretický trend skúmania záťaže z hľadiska jej zvládania zohľadňuje vplyv vonkajších a vnútorných podmienok, t. j. psychickú funkčnú zdatnosť a vlastnosti osobnosti. Niektorí autori venujú zvýšenú pozornosť otázkam fyziologickej námahy vo vzťahu k individuálnym pracovným cieľom a účasti predovšetkým kognitívnej zložky osobnosti na zvládaní záťaže.

Keďže tejto problematike sa venujú mnohi autori, je dôležité odstrániť nepresnosti v chápaní a formulovaní záťaže, zaťaženia a stresu. Psychologické aspekty stresu z hľadiska psychologickéj teórie sa dostávajú do popredia v súvislosti so stresorami (každý faktor, ktorý vyvoláva stres alebo narušuje rovnováhu organizmu) a s prežívaním stresu, t. j. s odrazom stresových situácií v psychike.

Pôvodnú koncepciu stresu ako reakcie vypracoval H. Selye, ktorý zaviedol aj pojem stresor. Na význam psychického stresu upozornil až vo svojich neskorších prácach, keď uviedol, že stres vyvolávajú predovšetkým psychosociálne faktory, ktoré sú pre vyvolanie stresových stavov neraz dôležitejšie ako fyzikálne alebo biologické faktory. Selye definoval stres ako *nespecifickú odpoveď organizmu na akýkoľvek druh podnetu, ktorý ohrozuje celistvosť a integritu človeka*.

Psychický stres je súbor reakcií organizmu na extrémnu psychickú záťaž spô-

sobenú domnelým alebo skutočným ohrozením existencie alebo silným, pre jednotlivca mimoriadne významným podnetom, ktorý mobilizuje všetky jeho sily na obranu a obnovu psychickej rovnováhy.

Stresory sú faktory, ktoré podnecujú vznik stresu a môžu mať rozličný charakter, podľa toho, či sa týkajú životného štýlu, práce a pracovného prostredia, medziľudských vzťahov, subjektívneho prežívania (vedomovanie si vlastných chýb a nedostatkov, strach, úzkosť, neschopnosť rozhodovať sa, sociálna izolácia), fyzikálnych a prírodných podmienok (hluk, chlad, horúčava, hypobária, hyperbária, rtg žiarenie, ultrazvuk, atmosférické vplyvy, statická elektrina), telesného stavu (úraz, bolesť a pod.), pôsobenia chemických toxických a karcinogénnych látok, inzulínovej hypoglykémie, alerjénov, biologických činiteľov alebo sociálno-psychologických činiteľov.

Stresory pracovného prostredia možno rozdeliť do niekoľkých skupín:

- ♦ **organizačné** – organizačné zmeny, neprimeraná komunikácia, málo podpory v práci, interpersonálny konflikt, monotónnosť práce.
- ♦ **vývoj zamestnaneckej kariéry** – nová zodpovednosť, obavy zo straty práce, nezamestnanosť.
- ♦ **úlohy kladené na pracovníka** – veľká zodpovednosť za životy druhých, nevyhnutnosť riešiť konflikty, „dvojkoľajnosť“ v rozhodovaní, tlak vedenia aj podriadených, neprimerané zdroje na prácu, neprimeraná autoritatívnosť.
- ♦ **požiadavky na pracovníka** – kvantitatívne aj kvalitatívne preťaženie (*overload*), kvantitatívne aj kvalitatívne nevyťaženie (*underload*), vitalita, ohľaduplnosť k iným, úzky priestor na rozhodovanie, neprimerané terminovanie výkonov (časová tieseň).
- ♦ **pracovné prostredie a podmienky** – málo estetické prostredie, nevyhovujúce až škodlivé fyzikálne a chemické faktory, zápach, ergonomické problémy, ohrozenie bezpečnosti pri práci.
- ♦ **sociálna atmosféra** na pracovisku.

- ♦ vertikálne a horizontálne **medziľudské vzťahy na pracovisku**.
- ♦ **komunikácia na pracovisku** (vertikálna a horizontálna).
- ♦ **štýl riadenia**.
- ♦ **zmenová práca, režim práce a odpočívku**.
- ♦ **adekvátna kvalifikácia**.
- ♦ **uspokojenie biologických aj sociálnych potrieb** prostredníctvom pracovného procesu.

PREŽÍVANIE A SPRÁVANIE ČLOVEKA V PRÁCI

Správanie človeka v práci a jeho celkový výkon ovplyvňujú **objektívne, aj subjektívne faktory**. Objektívne naň vplyva všetko, čo súvisí s pracoviskom a s podmienkami na pracovisku (oblasť zamerania, komunikačný inforlačný systém, systém práce, pracovné prostriedky, technologický proces atď.). Subjektívny vplyv je daný osobnostným profilom (motívy, postoje, hodnotový systém, štýl života), fyziologickými a psychologickými predpokladmi (zdravotný stav, duševná spôsobilosť, fyziologicko-psychická odolnosť, vľohy, schopnosti, úroveň psychologických procesov a vlastností), ako aj kvalifikačnou pripravenosťou (vzdelanostná úroveň, profesijné znalosti, zručnosti a skúsenosti).

Hlavným motívom každej činnosti a aktivity je uspokojovanie určitého druhu ľudských potrieb (biologických, osobnostných alebo sociálnych). Každá činnosť, ktorú človek vykonáva (riešenie problému, ale i mechanické, monotónne a bezmyšlienkovité úkony), sa spája aj s **emocionálno-citovým prežívaním** a vyvoláva príjemné alebo nepríjemné zážitky, pocity spokojnosti alebo nespokojnosti, resp. nepohodu. Emócie a city majú pre život v pracovných skupinách i pre samotný pracovný proces veľký význam, pretože výrazne ovplyvňujú nielen výkon, ale aj celkové správanie človeka. Vznikajú v takých situáciách, ktoré majú charakter výnimočnosti alebo sa vyskytujú zriedkavo

a nepravidelne, pričom môžu byť zdrojom vnútorného napätia a príčinou dobrej alebo zlej pracovnej adaptácie či nevhodnej sociálnej adjustácie. Ide najmä o **frustračné situácie** (zmarenie očakávaného výsledku, prekážka na ceste k cieľu, nespokojenie potrieb), **stresové situácie** (prítomnosť aktuálnych a škodlivých javov, nevyhnutnosť okamžite riešiť náročnú úlohu, hrozba dlhodobého životného neúspechu) a tzv. **emergency situácie** (nové, doteraz neznáme podnety, nezvyčajné a náhle udalosti).

Ak je napätie trvalé, neprerušované a nekompensované dostatočným oddychom (relaxáciou), vzniká **chronická únava**. Pri neúmernej vonkajšej stimulácii alebo motivácii a neprimeraných požiadavkách na výkon, ktoré presahujú možnosti a schopnosti pracovníka, sa organizmus dostáva do **stresového stavu**.

Na rozdiel od frustrácie, keď je blokovávaná možnosť realizovať potrebu, v stresovej situácii je sťažený proces adaptácie organizmu na požiadavky a prostredie.

Jednotlivci majú rozdielnu **stresovú a frustračnú toleranciu**, t. j. schopnosť znášať nepriaznivý stav a vyvíjať aktivitu na odstránenie psychologického napätia. Kapacita frustračnej a stresovej tolerancie je u človeka obmedzená a skôr či neskôr sa vyčerpá. V takomto prípade sa zvyšuje riziko somatoformných (psychosomatických) porúch.

Človek sa vyrovnáva so stresom a s vnútorným napätím rozličnými obrannými a zdoľavacími mechanizmami.

K **obranným (nevedomým) mechanizmom** patria tieto reakcie:

- ♦ **agresia** – dominujúcim prejavom je hnev sprevádzaný emocionálnym vzrušením a verbálnou alebo brachiálnou (fyzickou) aktivitou nasmerovanou dovnútra (sebaobviňovanie) alebo von do okolia (obviňovanie a napádanie iných alebo okolnosti);
- ♦ **kompensácia** – prejavuje sa hľadaním náhradného dosiahnuteľného cieľa (vyváženie nedostatkov v jednej oblasti výkonmi v inej oblasti);

♦ **sublimácia** – prejavuje sa nevedomým usmerňovaním energie, pudov a hlbokých vnútorných motívov do spoločensky prospešných a sociálne i morálne prijateľných aktivít;

♦ **bagatelizácia** – prejavuje sa znevažovaním alebo podceňovaním cieľa alebo situácie (dotyčný ich vyhlasuje za nezmyselné, zbytočné alebo bezvýznamné);

♦ **regresia** – prejavuje sa primitívnymi formami správania (afektovanie, cieľavedomá naivita, infantilnosť, nápadne nevkusné obliekanie, rýchly spád reči, prúd argumentov, stály pocit krivdy atď.);

♦ **abúzus** – prejavuje sa nadmerným užívaním omamných látok;

♦ **rezignácia** – prejavuje sa stratou záujmu, apatiou, strnulosťou, nereagovaním na odreny alebo tresty.

Medzi **zdolávacie (kognitívne) mechanizmy** možno zaradiť tieto reakcie:

♦ **riešenie problému** – spočíva v objektívnom zhodnotení záťažovej situácie a realizácii špecifických krokov na odstránenie ťažkosti;

♦ **štruktúrovanie** – prejavuje sa aranžovaním situácie alebo jej manipuláciou tak, aby sa nevykytli ohrozujúce javy;

♦ **sebakontrola** – prejavuje sa takým správaním, ktoré je pod kontrolou alebo je vedome ovládané (ak má zabrániť panike alebo škodlivým či neproduktívnym aktivitám v záťažovej situácii – ide o uzi-točnú odpoveď, no extrémna kontrola môže mať za následok odkladanie riešenia a bráni získať si podporu iných ľudí, ktorí sa môžu domnievať, že jedinec zvláda situáciu s „chladnou hlavou“);

♦ **supresia** – prejavuje sa vedomým vôľovým zatlačením pôvodnej myšlienky či pocitu (takáto reakcia síce dočasne uvoľňuje stres, ale problém nevyrieši);

♦ **fantázia (fantazirovanie, „snívanie s otvorenými očami“)** – prejavuje sa tak, že jedinec si predstavuje určité nesplnené želania a túžby ako splnené, ohrozujúce situácie si „prepracúva“ tak, že sa úplne odlišujú od skutočnosti, prípadne si vynúva výsledok bežných záťažových situácií a pod.

MOTIVÁCIA

Je známe, že pri rovnakých schopnostiach ľudia nedosahujú rovnaký výkon, ba ani výkon toho istého človeka nezodpovedá vždy jeho pracovnému usiliu a schopnostiam. Predpokladom dosiahnutia určitého výsledku a výkonu nie sú iba schopnosti, ale aj **motivácia**. **vnútorná aktivita** (výkon = **motivácia** + schopnosť).

Meradlom pracovnej činnosti je dosiahnutý výkon. Efektívny výkon možno dosiahnuť len za určitých vnútorných a vonkajších podmienok. Pracovnú spôsobilosť a schopnosti znásobuje **pozitívna** motivácia. Práve tým možno vysvetliť častý a nežiaduci jav na pracoviskách, keď schopnejší pracovníci nepodávajú vždy väčší výkon ako **menšej** schopní pracovníci. Zároveň to **náznačuje**, aká dôležitá je efektívna práca vedúceho pracovníka s objektívnym stimulovaním – motivovaním pracovníkov (na kvalitný výkon nestačia iba vedomosti a schopnosti, je potrebná aj chuť pracovať, t. j. pracovník musí nielen vedieť vykonávať istú činnosť, ale musí aj chcieť pracovať a zaujímať sa o výsledok).

Motivácia predstavuje komplex pohnutí a faktorov, ktoré ovplyvňujú správanie a činnosť pracovníkov. Motiváciu možno charakterizovať ako **predpoklad akce, každej aktivity človeka**, podnecovanej vnútornými tendenciami a pohnutkami. Stimulovaním rozumieme **vonkajšie podnecovanie aktivity**.

Pri motivovaní pracovníkov treba zohľadňovať **zložky motivačného procesu**:

♦ **ľudské potreby** – aktívna, dynamizujúca, hnacia zložka charakterizovaná napätím, nepokojom, čínorodosťou, pohybom;

♦ **postoje a záujmy** – smerová zložka charakterizovaná reguláciou konania, zameraním činnosti;

♦ **rozhodovanie a aspirácia** – cieľová zložka charakterizovaná ambíciami, vôľovým konaním a úsilím dosiahnuť vytýčený cieľ.

OSOBNOSŤ V PRACOVNOM PROCESE

Osobnosť možno definovať ako súhrn individuálnych telesných (fyziologických, somatických) a duševných (psychických) vlastností a prejavov jednotlivca, ktoré sa vyvíjajú v procese socializácie.

Psychológia osobnosti sa zaoberá psychickými javmi, v rámci ktorých rozlišujeme **psychické procesy**, **psychické vlastnosti** a **psychické stavy** (tab. 31, tab. 32).

VONKAJŠIE ČINITELE PRACOVNEHO SPRÁVANIA

Na úspešný alebo neúspešný chod pracovného procesu majú rozhodujúci vplyv lu-

dia. Tento vplyv závisí od spôsobu, foriem a úrovne správania človeka. Pracovné správanie človeka sa konkrétne prejavuje pri plnení pracovných úloh, v pracovnom výkone a ovplyvňujú ho rozličné činitele.

K vonkajším činiteľom pracovného správania patria vonkajšie pracovné podmienky, technické vybavenie pracoviska, organizácia práce, technológia výroby, spôsob a štýl riadenia a mimopracovné vplyvy.

Nadmerná expozícia nežiaducim a škodlivým vplyvom ktoréhokoľvek faktora môže mať negatívne psychologické následky (neprimerané zmyslové a psychické dráždenie, záťaž, resp. poškodenie zdravia).

Tab. 31 Rozdelenie psychických javov

Psychické javy		
psychické procesy	psychické vlastnosti	psychické stavy
pocity vneiny predstavy a fantázia myslenie a reč pozornosť vôľa a vôľová aktivita	vlohy schopnosti záujmy vlastnosti temperamentu vlastnosti charakteru	pohotovosť aktivita citové stavy (tréna, úzkosť, strach, náhoda, hnev)

Tab. 32 Rozdelenie psychických vlastností

Psychické vlastnosti osobnosti		
	- dôležité na prípravu a plánovanie činnosti	- dôležité na realizáciu plánovanej činnosti
Ziaduce	iniciatívnosť samostatnosť rozhľadnosť rozhodnosť	cieľavedomosť zodpovednosť zásadovosť disciplinovanosť, sebaovládanie
Nežiaduce	pasivita a ľahostajnosť sugestibilita negativizmus unáhľenosť, nepremyslenosť nerozhodnosť a váhavosť	vytrvalosť a húževnatosť chaotickosť a impulzivnosť nezodpovednosť, nespohľivosť bezásadovosť nedôslednosť nedisciplinovanosť náhľadnosť tvrdohlavosť

Technické vybavenie pracoviska s vytvorením systému človek – stroj podmieňuje 3 fázy správania – príjem informácií, spracovanie informácií a uskutočnenie akcie. V tejto súvislosti je dôležité *ergonomické usporiadanie pracovného miesta* (prehľadnosť, presné a funkčné rozmiestenie nástrojov a pomôcok, poriadok).

Organizácia práce zahŕňa zadanie pracovných úloh, celkový pracovný režim, zabezpečenie presných pracovných postupov, povinnosti a kontrol, ako aj režim práce a odpočinku.

Technológia výroby určuje miesto človeka v pracovnom procese tým, že na neho kladie určité požiadavky. Iné požiadavky sú pri remeselnej výrobe, iné pri pásovej, mechanizovanej alebo automatizovanej výrobe. Technológia založená na poznatkoch psychológie práce umožňuje zvyšovať pracovnú výkonnosť bez stupňovania únavy pracovníkov a ohrozovania ich zdravia. Ide najmä o *zásady pohybovej ekonomie* (optimálny počet pracovných pohybov, úkonov a operácií, simultánnych pohybov a pod.), *spôsob práce, pracovnú metódu a pracovné tempo*; v psychológii sa používa pojem *osobné pracovné tempo*, ktorý vyjadruje všeobecný sklon človeka pracovať určitou rýchlosťou, podmienenou jeho individuálnym psychomotorickým tempom a úrovňou pracovnej motivácie.

Spôsob a štýl riadenia sa týka plánovania, organizovania, stimulovania, kontroly a vedenia ľudí. Spôsob riadenia je založený na formálnej a neformálnej (ziskanej) autorite vedúceho pracovníka, štýl riadenia je založený na jeho správaní a komunikácii s podriadeným. Rozlišujeme tieto základné štýly riadenia:

- ♦ **autokratický štýl riadenia** – vedúci pracovník sústreďuje moc vo svojich rukách, udržuje si značný odstup od členov skupiny, všetky úlohy a spôsoby ich realizácie určuje sám a zameriava sa viac na povinných a poslušných jedincov než na jedincov, ktorí sú schopní a na vysokej odbornej úrovni; výsledkom je disharmo-

nická pracovná atmosféra s nepriaznivými pracovnými podmienkami.

- ♦ **demokratický štýl riadenia** – od autokratického štýlu sa líši metódami a spôsobom získavania moci, ktorá nie je centralizovaná; vedúci sa opiera o mienku celej pracovnej skupiny, prijíma a uznáva kritiku vlastného správania a konania a poskytuje podriadeným dostatočné informácie; pracovná atmosféra je priaznivá a priateľská a pracovná výkonnosť skupiny je vysoká.

- ♦ **liberálny štýl riadenia** – vyznačuje sa veľkou zhovievavosťou až pasivitou vedúceho, neschopnosťou dobre organizovať prácu a absenciou pracovných cieľov; pracovné výsledky sú slabé, členovia pracovnej skupiny nedosahujú potrebné pracovné uspokojenie a sú demotivovaní.

Štýl riadenia, manažérske zručnosti a úroveň komunikácie sú hlavnými nástrojmi určovania kultúry podniku.

Mimopracovné vplyvy zahŕňujú životné prostredie človeka, vzťahy v rodine, bytovú situáciu, ekonomické zázemie a pod.; patrí sem aj zvládanie drobných každodenných starostí.

VNÚTORNÉ ČINITELE PRACOVNEHO SPRÁVANIA

Vnútorne činitele ovplyvňujúce pracovné správanie súvisia s výkonovými vlastnosťami osobnosti (s osobnostnými dispozíciami, so schopnosťami, s vedomosťami, so zručnosťami atď.).

Motivačnú kapacitu možno vyjadriť vo forme rovnice *potreby + želania + podnet = akcia*.

Sociálna kapacita odráža postavenie človeka v spoločnosti, ktoré si vybudoval. Vyjadruje aj jeho schopnosť uplatniť vplyv na iných ľudí.

Osobnostnú kapacitu tvorí súbor osobných vlastností, morálny profil a zrelosť osobnosti.

Výkonová kapacita je daná nielen schopnosťami pracovníka, ale aj jeho vnútornou motiváciou, vnútornou aktivitou.

Odbornú kapacitu tvorí súbor vedomostí, zručností a najmä schopností pracovníka.

HODNOTENIE PSYCHICKEJ ZÁŤAŽE V PREVENTÍVNO M PRACOVNO M LEKÁRSTVE

V súčasnosti sa ukazuje, že vplyvy vonkajšieho prostredia a faktory vnútorného prostredia nie sú z medicínskeho a psychologického hľadiska zatiaľ dostatočne preskúmané. Predpokladom ďalšieho napredovania v tomto smere je výber citlivých psychologických a psychologických metód.

Základným východiskom pri hodnotení psychickej záťaže je nielen skutočnosť, že samotná práca môže byť zatažujúcim faktorom pre danú osobu (pracovníka), ale aj to, že práca môže byť z hľadiska nárokov na vzdelanie a motiváciu pracovníka síce optimálna, vykonáva sa však v nepriaznivých podmienkach, resp. za nepriaznivých okolností, ktoré spôsobujú zatažujúco na danú osobu.

Na základe týchto poznatkov si možno vytýčiť viaceré konkrétne ciele:

- ♦ získať poznatky o zmenách psychických funkcií a procesov počas zataženia.
- ♦ zistiť, ktoré psychické procesy podliehajú prioritne zmenám za určitých teoreticky známych podmienok.
- ♦ zistiť kvalitu týchto zmien.
- ♦ určiť vplyvy osobnostných premenných na výkon pri určitom type zataženia.
- ♦ navrhnúť metodiku (súbor vyšetrovacích metód) na objektívne zistenie pracovného, resp. neuropsychického zataženia v určitých presne definovaných podmienkach.

METÓDY PRACOVNEJ PSYCHOLÓGIE PRI SKÚMANÍ PSYCHICKEJ PRACOVNEJ ZÁŤAŽE

Systémový prístup s komplexným chápaním psychických javov možno pokladať za vhodný spôsob riešenia metodických otázok záťaže a stresu v preventívnom pracovnom lekárstve a v pracovnej psychológii. Problémové situácie v pracovnom procese vznikajú v dôsledku obmedzenej kapacity a emocionálnej a fyziologickej lability človeka.

Metódy na meranie záťaže možno rozdeliť zhruba do 3 skupín.

- ♦ **Priame meranie záťažovej a stresovej situácie** znamená priame meranie fyziologických reakcií na stresovú situáciu a umožňuje exaktne kvantifikovať zmeny v kardiovaskulárnom (srdcová frekvencia, krvný tlak, vaskulárna konstriktória a s tým súvisiaca zmena telesnej teploty), v endokrinnom (koncentrácia katecholamínov v moči, v slinách a v krvi) i v autonómnom nervovom systéme, ktoré sú sprostredkované spoluprácou obidvoch predchádzajúcich systémov (zmeny vodivosti kože, EEG, EMG, zmeny dýchania, pohyby očí). Tieto systémy zabezpečujú homeostatickú reguláciu pri záťaži a strese.

- ♦ **Merania interferenčnej odpovede**, resp. meranie výkonu vo výkonovej úlohe spočíva v nepriamom meraní účinkov záťaže a stresu na psychické funkcie a procesy. Pri meraní sa sledujú parametre výkonu v perцепčných, motorických i vyšších kognitívnych úlohách (reakčný čas – jednoduchý, zložitý, vigilancia, zrakový flicker, dvojité figúry, motorické tempo ruky, stopovanie, tapping, riešenie problému, pamäťové úlohy, slovné asociácie a pod.).

- ♦ **Meranie subjektívnej odpovede** spočíva v získavaní odpovedí prostredníctvom dotazníkov. Takto zameraný výskum spojený s terénnym aplikovaným metodickým postupom bol rozpracovaný v 70. rokoch najmä českými a nemeckými odborníkmi v preventívnej medicíne.

Ďalší vývoj charakterizuje neustále hľadanie takých metodických prístupov, ktoré budú so zreteľom na „vývoj podnetov“ komplexne zachytávať následky záťažovej expozície za dlhšie časové obdobie. Z tohto hľadiska treba zistiť, ktoré faktory predstavujú vonkajšiu expozíciu a požiadavky na človeka, aké nároky kladú tieto faktory na dispozície človeka a aká je úroveň záťaže, ktorá sa prejavuje na stave organizmu.

Triedenie metód hodnotenia psychickej pracovnej záťaže (profesionálneho stresu) teda vyplýva zo základnej definície psy-

chickej záťaže a vždy obsahuje hodnotenie objektívnych životných a pracovných podmienok a hodnotenie ich vplyvov na človeka.

Pri objektivizovaní a hodnotení psychickej záťaže počas práce sa v praxi čoraz viac presadzuje sledovanie subjektívnej odpovede alebo percepcie sledovanej osoby, sledovanie funkčného stavu CNS a sledovanie krátkodobého ovplyvnenia autonómneho nervového systému.

Metódy skúmania subjektívnej odpovede alebo percepcie konkrétnej osoby možno rozdeliť do 3 skupín:

- ♦ **hodnotenie vlastných krátkodobých stavov** zahrnujúcich únavu, rozladenie, lokálne somatické problémy, prechodné emocionálne stavy, bolesť.

- ♦ **hodnotenie faktorov práce** z hľadiska dlhodobých účinkov záťaže ako zdrojov trvalej nespokojnosti, frustrácie, psychického vyčerpania (*burn out syndrom*), starosti, obáv a neurotizácie.

- ♦ **hodnotenie trvalého stavu psychickejho prežívania**, ktoré sa prejavuje subjektívnymi problémami v podobe chronickej nespokojnosti, úzkosti, depresii a percepcie somatických problémov a vlastného zdravotného stavu.

Sledovanie funkčného stavu CNS v kognitívnej, senzorickej a senzomotorickej oblasti zahŕňa *psychologické výkonnové testy*, v ktorých sledovaná osoba rieši určitú definovanú (resp. štandardizovanú) úlohu. Miera ovplyvnenia funkčného stavu CNS sa určí porovnaním výkonu v teste pred záťažou a po záťaži (väčšinou na začiatku a na konci pracovnej zmeny, pri opakovanej aplikácii možno sledovať dynamiku zmien a krivku narastania únavy a pod.).

Sledovanie krátkodobého ovplyvnenia endokrinného a autonómneho nervového systému využíva jednak *biochemické metódy*, ktoré umožňujú zachytávať zmeny vo vylučovaní hormónov hypofýzy (adrenokortikotropný hormón) a hormónov nadobličiek (kortikoidy, katecholamíny), jednak *psychofyziológické*, resp. fy-

ziologické metódy (kontinuálne snímanie EKG, najmä srdcovej frekvencie, krvného tlaku, elektrickej aktivity kože, povrchovej teploty kože, dychovej frekvencie a pod.)

Klasičkou metódou pracovnej psychológie, ktorá sa používa v rozličných obmenách, je **profesiografická metóda**. Jej podstata spočíva v psychologicknej analýze a syntéze práce, pracovných podmienok a faktorov práce. Výsledkom je *profesiogram*, teda opis hodnotenej práce, ktorým sa získavajú poznatky o pracovnej činnosti na konkrétnom pracovnom mieste alebo v povolani. Obsahuje všeobecnú charakteristiku práce, opis pracovnej činnosti, predmet práce, nároky na psychologické procesy a vlastnosti, nároky na motorku a pod.

Aj keď v praxi prevláda určitá nedôvera voči tzv. subjektívnym psychologickým metódam, pomáhajú objektivizovať psychické zmeny osobnosti (resp. zmeny psychologických procesov) a potenciálne zvýšené riziko psychickej záťaže v práci a z práce.

Orgány na ochranu zdravia v SR a SZU postupujú pri objektivizácii psychickej pracovnej záťaže podľa platnej legislatívy a vychádzajú minimálne z 2 základných metód.

Štandardná metodika na hodnotenie úrovne pracovných podmienok z hľadiska psychickej (mentálnej) a senzorickej záťaže podľa Hladkého a Matouška (1990) obsahuje 8 kategórií *senzorickej záťaže* (zrakovej, sluchovej a ostatných zmyslov) a 11 kategórií *mentálnej a emocionálnej záťaže* (intenzita práce a časový tlak, vnútené pracovné tempo, monotónia, vplyvy narušujúce sústredenú, sociálne interakcie, hmotná a organizačná zodpovednosť, riziko ohrozenia vlastného zdravia a zdravia iných osôb, zmenová práca, pracovné prostredie, fyzická nepohoda a iné zdroje záťaže). Metóda umožňuje rýchlo odhadnúť základné rizikové prvky v pracovných podmienkach a určiť stupeň psychickej záťaže súvisiacej s prácou. Je základom pre ďalšie analýzy.

Subjektívne hodnotenie psychickej záťaže pri práci podľa Meistera je dotazníková metóda, pri ktorej pracovník

subjektívne hodnotí svoju psychickú záťaž spôsobenú prácou v 10 kategóriách (časová tieseň pri práci, malé uspokojenie z práce, vysoká zodpovednosť, otupujúca práca, problémy a konflikty, monotónia, nervozita, presýtenie, únava a dlhodobá únosnosť).

Psychická záťaž sa v tejto metóde klasifikuje na základe 3 faktorov záťaže, ktoré vyplývajú z faktorovej analýzy:

- ♦ **faktor preťaženia** - časová tieseň, zodpovednosť, konflikty.

- ♦ **faktor jedňostrannej záťaže** - spokojnosť v práci, zaujímavosť, otupujúca práca, monotónia.

- ♦ **faktor nešpecifickej záťaže** - nervozita, presýtenie, únava, dlhodobá únosnosť, prelinanie dvoch predchádzajúcich faktorov.

Prevodom hrubého skóre na **vážené skóre** možno zistiť individuálnu odpoveď prežívania psychickej záťaže konkrétnej osoby, ktoré možno rozdeliť do 3 kategórií:

- ♦ **I. kategória** - priaznivé prežívania psychickej záťaže.

- ♦ **II. kategória** - primerané prežívania psychickej záťaže.

- ♦ **III. kategória** - nepriaznivé prežívania psychickej záťaže.

Aj keď nie sú tieto metódy štandardizované ako psychodiagnostické metódy, umožňujú hodnotiť pracovné podmienky a subjektívne prežívania psychickej záťaže v práci (využívajú sa spravidla v terénnych podmienkach) a boli upravené špeciálne pre potreby preventívneho pracovného lekárstva.

Okrem týchto metód existujú špeciálne testové batérie psychodiagnostických metód, ktoré sa zostavujú podľa toho, čo treba v konkrétnej profesii pri konkrétnej práci v súvislosti s psychickou záťažou objektivizovať. Objektivizáciu psychickej pracovnej záťaže a interpretáciu výsledkov psychodiagnostických metód zabezpečuje skúsený pracovný psychológ v spolupráci s pracovným lekárom.

LITERATÚRA

- Bajčík, V., Broniš, M.: Psychická záťaž a bezpečnosť pri práci. Bratislava, Práca 1981, s. 145.
- Baštecký, J., Šavík, J., Šimek, J.: Psychosomatická medicína. Praha, Grada/Avicenum 1993, 363 s.
- Bencko, V. a kol.: Hygiena. Praha, Karolinum 1995, 165 s.
- Bonnes, M., Secchiaroli, G.: Environmental psychology. SAGE publ., 1995, 221 s.
- Bureš, Z.: Psychologie práce a její užití. Praha, Práce 1981, 321 s.
- Cikrt, M., Málek, B.: Pracovní lékařství. Praha, ČVOP 1995, 233 s.
- Daniel, J., Kubalák, M.: Psychologické aspekty snemovej práce. Bratislava, Práca 1988, 192 s.
- Daniel, J.: Psychická záťaž v laboratórnych a terénnych podmienkach. Bratislava, Veda 1984, 234 s.
- Folkard, S., Monk, T. H.: Hours of work. JWS Ltd., 1985, 325 s.
- Gamblerale, F., Kjellberg, A., Akerstedt, T., Johansson, G.: Behavioral and psychophysiological effects of the physical work environment. Scand. J. Work Environ. Hlth., 1990, 16/1, s. 5-16.
- Gillis, J. S., Launing, K.: Cognitive mediation of responses to life stress. Behav. Med., 15, 1, 1989, s. 13-42.
- Harms, L.: Variation in driver's-through village areas and rural junctions. Ergonomics, 34, 2, 1991, s. 151-160.
- Hladký, A. a kol.: Zdravotní aspekty záťaže a stresu. Praha, Univerzita Karlova 1993, 173 s.
- Hladký, A., Matoušek, O.: Štandardní metodika pro hodnocení úrovně pracovních podmínek z hlediska neuropsychické záťaže. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, příloha č. 2, 1990, 54 s.
- Hladký, A., Matoušek, O.: Základní východiska ke koncepci záťaže. Praha, ČKVS 1973, s. 42-48.
- Hladký, A.: Pracovní zátěž a její hodnocení technikou subjektivní percepcie. Záv. správa VÚ P17-335-235-01/E01. Praha, IHE 1978, 283 s.
- Hockey, G., Briner, R. a kol.: Assessing the impact of computer workload on operator stress. Ergonomics, 32, 11, 1989, s. 1401-1418.
- Hoyos, M.: Mental load and risk in traffic behaviour. Ergonomics, 31, 4, 1988, s. 571-584.
- Hubáček, M., Raiskup, J.: Metóda profesiografickej analýzy práce. Záv. správa VÚ 44-03-06, VÚPL, 1980, 160 s.
- Kirstová, A.: Kniha o prekonávaní stresu. Košice, Orient 1996, 192 s.
- Kondás, O.: Niektoré psychologické aspekty upravenia a rozvojania zdravia v zmysle iniciatívy WHO. Čsl. Psych., 32, 2, 1989, s. 101-111.
- Kováč, D.: Súčasnosť a trendy vývoja psychológie v Európe a vo svete. Čsl. Psych., 34, 4, 1990, s. 357-366.
- Kováč, V.: Psychológia v organizácii a riadení. Bratislava, Práca 1987, 156 s.
- Matoušek, O., Ruzička, J., Hladký, A.: Človek a práca. Praha, Stoboda 1972, 168 s.

Matthews, G., Dorn, L., Glendon, A. I.: Personality correlates of driver stress. *Person. Individ. diff.* 12, 6, 1991, s. 535-549.

Mayerová, M.: Stres, motivace a výkonnost. Praha, Grada 1997, 132 s.

Menčík, M. a kol.: Hygiena práce. Praha SPN 1986, 128 s.

Míček, L.: Duševní hygiena. Praha, SPN 1983, 208 s.

Mikšik, O.: Metodologie, koncipování a vývoj testu ke zjišťování subjektivních předpokladů odolnosti vůči zátěži. Praha, VUP 1973, 327 s.

Neupauerová, G., Košťál, M.: Pracovní zátěž u lékařů a zdravotních sestier onkologických oddělení na Slovensku. *Pracov. Lék.*, 54, 2002, č. 3, s. 120-124. odborné usmernenie, ktorým sa podrobnejšie upravuje postup orgánov na ochranu zdravia a štátnych zdravotných ústavov pri vyhlasovaní rizikových prác

z hľadiska psychickej zátáže. In: *Věstník MZ SR* č. 67, 2001.

Raiskup, J., Sovčíková, E.: Psychologicko-hygienické aspekty špecificky náročných prác v strojárstve Bratislava, VÚPL 1985, 69 s.

Schreiber, V.: Stres. Praha, Avicenum 1985, 384 s.

Strimén, L., Raiskup, J., Ch.: Výkladový slovník odborných výrazov používaných v psychológii Bratislava, Iris 1998, 322 s.

Sovčíková, E.: Neuropsychické zaťaženie a cirkadiánny rytmus v rôznych pracovných podmienkach. *Kand. dizert. práca*. Bratislava 1992, s. 205.

Vargová, M.: Analýza image firmy. *Diplomová práca*. Bratislava, FF UK 1996, 80 s.

Vries-Griever, A. G.: The impact of abnormal hours of work on various modes of information processing. *Ergonomics*, 30, 9, 1987, s. 1287-1299.

16 ZÁKLADY ERGONOMIE

Ergonómia ako samostatná odborná disciplína so zameraním na systémové riešenie celého komplexu problémov človeka pri práci vznikla po druhej svetovej vojne.

Prvé zasadnutie Medzinárodnej ergonomickej asociácie (*International Ergonomics Association*, IEA) sa uskutočnilo v Štokholme vo Švédsku roku 1961. V súčasnosti má táto asociácia aktívne spoločnosti vo väčšine európskych štátov, v USA, Japonsku a v Austrálii.

ERGONOMIA A JEJ ZAMERANIE

Ergonómia sa zaoberá pracovnou činnosťou človeka komplexne v systéme **človek - stroj - pracovné prostredie**, a to cez vzťahy v subsystémoch **človek - stroj**, **človek - podmienky pracovného prostredia** a **človek - organizácia práce**.

Súčasná ergonómia integruje aplikovateľné hraničné oblasti viacerých disciplín, ktoré možno rozdeliť do 3 okruhov: do prvého okruhu patria *biologicko-medicínske vedy*, do druhého *psychosociálne vedy* a do tretieho *technické a ekonomické vedy*. Biologicko-medicínske vedy poskytujú informácie o štruktúre ľudského tela, telesných rozmeroch a fyzických možnostiach a obmedzeniach, psychosociálne vedy poznatky o psychike človeka, ľudskom správaní a vykonávaní cieľavedomých čin-

ností a technické a ekonomické vedy informácie o technických systémoch, ich spoľahlivosti, efektívnosti a limitáciách.

Ergonómia systémovým metodologickým prístupom skúma funkčné možnosti a požiadavky človeka v pracovnom procese a jej cieľom je vytvoriť také podmienky, metódy a organizáciu práce, pri ktorých sa ľudská práca stane produktívnejšou a umožní všestranný rozvoj človeka.

Oficiálna definícia ergonómie bola prijatá na poradnom zhromaždení IEA, ktoré sa konalo pri príležitosti medzinárodnej ergonomickej konferencie v San Diegu roku 2000. Podľa nej je ergonómia **odborná disciplína, ktorá sa zameriava na pochopenie interakcií medzi človekom a ostatnými časťami systému**. Zároveň je to **práca, ktorá využíva teórie, princípy, údaje a metódy zamerané na optimalizáciu ľudskej pohody (zdravia i prosperovania) a výkonu celého systému**.

Ergonomicke aktivity spočívajú v navrhovaní a hodnotení úloh, prác, produktov, prostredí a systémov s cieľom zabezpečiť kompatibilitu s potrebami, možnosťami a schopnosťami človeka. Pre modernú ergonómiu je typický *holistický prístup*.

V rámci ergonómie ako odbornej disciplíny existuje vnútorná špecializácia.

Fyzická ergonómia sa zaoberá ľudskými anatomickými, antropometrickými fy-

ziologickými a biomechanickými charakteristikami vo vzťahu k fyzickej aktivite. Jej záujem sa týka pracovných polôh, manipulácie s materiálom, opakovaných pohybov, poškodení kostrovosvalového systému súvisiacich s prácou, priestorového riešenia pracovísk, bezpečnosti a ochrany zdravia atď.

Ergonómia poznávania sa zaoberá mentálnymi procesmi (vnímanie, pamäť, argumentovanie) a ich vplyvom na interakciu medzi človekom a ostatnými časťami systému. Jej záujem sa sústreďuje na mentálne pracovné zaťaženie, pracovnú zručnosť, interakciu človek - počítač, rozhodovanie, spoľahlivosť človeka, pracovné zaťaženie a zácvik, a to v súvislosti s navrhovaním ľudských systémov.

Ergonómia organizácie sa zaoberá optimalizáciou sociálnych systémov, ich organizačných štruktúr, riadenia, plánovania a prebiehajúcich procesov. Jej záujem sa sústreďuje na komunikáciu, personálne zdroje, manažment, navrhovanie práce, rozvrh pracovného času, timovú prácu, účastnícke navrhovanie, ergonómiu komunit, kooperatívnu prácu, vzory nových prác, virtuálnu organizáciu, prácu s telekomunikáciami a internetom a na riadenie kvality.

Z praktických dôvodov je vhodné v rámci ergonomickej programov pri komunikácii s pracovníkmi v podnikoch vychádzať z definície *ergonómie ako „vedy o človeku pri práci“*, ktorej cieľom je „prispôsobiť prácu pracovníkovi“.

Základnými cieľmi ergonómie a zároveň kritériami pre posudzovanie kvality a úspešnosti ergonomickeho riešenia sú *zdravie pracovníkov a ekonomický efekt*.

HLAVNÉ RIZIKOVÉ FAKTORY Z HĽADISKA ERGONOMIE

Pri práci pôsobia na ľudský organizmus faktory pracovného prostredia i samotnej pracovnej činnosti, ktoré sa vzájomne ovplyvňujú. Vo všeobecnosti rozlišujeme fyzikálne, chemické, biologické, psychologické a sociálno-ekonomické faktory.

Medzi najčastejšie príčiny práceneschopnosti a návštevnosti u lekára nielen v SR, ale aj v zahraničí patria **ťažkosti a choroby podporného a pohybového systému**. Tieto ťažkosti a choroby výrazne zhoršujú kvalitu ľudského života (práceneschopnosť, invalidita, negatívny vplyv na rodinný život a pod.), majú závažné ekonomické následky (pokles pracovnej výkonnosti, absencia, fluktuácia pracovníkov a pod.) a po liečbe často recidivujú. Ich výskyt sa dáva do súvislosti s *ergonomickými nedostatkami* na pracoviskách a s nedostatočným prispôbením práce a pracovných podmienok možnostiam a schopnostiam organizmu pracovníkov, čo sa prejavuje **dlhodobým, nadmerným a jednostranným zaťažením** (DNJZ) podporného a pohybového systému pri práci.

Z hľadiska vzniku ťažkostí a chorôb kostrovosvalového systému sú rizikové najmä tieto pracovné aktivity:

- ♦ rýchlo vykonávané a často sa opakujúce pohyby pri pracovnej činnosti,
- ♦ nadmerné statické zaťažovanie podporného a pohybového systému pri práci,
- ♦ pracovné operácie, ktoré si vyžadujú vynakladanie nadmernej sily a vplyv vibrácií.

Riziko sa tu chápe ako pravdepodobnosť, že jedinec ochorie v danom časovom období alebo v určitom veku.

Vzťah medzi faktormi fyzickej práce a chorobami kostrovosvalového systému je už dlhšie stredobodom pozornosti mnohých epidemiologických štúdií. V tab. 33 je súhrn výsledkov štúdií za 25 rokov.

Riziko chorôb súvisiacich s prácou možno znížiť, resp. eliminovať len vtedy, keď sa v rámci *ergonomickej programov* budú dôsledne a systematicky uplatňovať opatrenia primárnej, sekundárnej a terciárnej prevencie.

Primárna prevencia sa zameriava na vytváranie takých podmienok, ktoré majú zabrániť vzniku mikrotraum, úrazov a poškodení jednotlivých systémov, no najmä pohybového systému.

Tab. 33 Dôkazy kauzálneho vzťahu medzi faktormi fyzickej práce a chorobami kostrovo-svalového systému
(Upravené podľa NIOSH, Publication No. 97-141, 1997)

Časť tela Rizikový faktor	Presvedčivé dôkazy (+++)	Dôkazy (++)	Nedostatočné dôkazy (+/-)	Dôkazy o nepôsobení (-)
Sija a šija /ramenné pletence				
Opakovanie	✓	✓		
Sila		✓		
Poloha		✓		
Vibrácie	✓		✓	
Ramenné pletence				
Opakovanie		✓		
Sila		✓	✓	
Poloha		✓		
Vibrácie			✓	
Lakte				
Opakovanie		✓		✓
Sila		✓		✓
Poloha		✓		
Kombinácia faktorov		✓		
Zápästia a ruky				
Syndróm karpálneho kanála				
Opakovanie		✓		
Sila		✓		
Poloha		✓		
Vibrácie		✓		
Kombinácia faktorov	✓			
Tendovaginitída				
Opakovanie		✓		
Sila		✓		
Poloha		✓		
Kombinácia faktorov	✓			
Vibračný syndróm				
Vibrácie	✓			
Lumbosakrálna časť chrbtice				
Dvňaranie a silové pohyby	✓			
Nevhodné pracovné polohy		✓		
Tažká fyzická práca		✓		
Celotelové vibrácie	✓			
Statické pracovné polohy			✓	

Presvedčivé dôkazy (+++) - o presvedčivých dôkazoch sa uvažuje vtedy, keď je na základe epidemiologických kritérií kauzality príčinný vzťah medzi intenzívnou alebo dlhodobou expozíciou špecifickému rizikovému faktoru (resp. faktorom) a chorobou veľmi pravdepodobný; pozitívny vzťah medzi expozíciou špecifickému rizikovému faktoru a chorobou naznačujú aspoň niektoré štúdie, v ktorých sú náhodnosť, predpojatost a matúce faktory (*confounders*) dostatočne spoľahlivo vylúčené.

Dôkazy (++) - súhlasné epidemiologické dôkazy poukazujú na kauzálny vzťah medzi intenzívnou alebo dlhodobou expozíciou špecifickému rizikovému faktoru (resp. faktorom) a chorobou; pozitívny vzťah medzi expozíciou špecifickému rizikovému faktoru a chorobou naznačujú štúdie, v ktorých náhodnosť, predpojatost a matúce faktory nie sú jeho pravdepodobným vysvetlením.

Nedostatočné dôkazy (+/-) - existuje príliš málo dostupných, dostatočne kvalitných, dôsledných a štatisticky preukazných štúdií, ktoré by umožňovali vyvodit závery o prítomnosti alebo absencii kauzálnych súvislostí; niektoré štúdie naznačujú vzťah k špecifickým rizikovým faktorom, ktorý však možno vysvetliť náhodnosťou, predpojatostou alebo matúciimi faktormi.

Dôkazy o nepôsobení (-) - príslušné štúdie dôsledne ukazujú, že špecifický rizikový faktor (resp. faktory) na pracovisku nesúvisí so vznikom choroby.

Opatrenia v rámci **sekundárnej prevencie** slúžia na včasné zisťovanie príznakov poškodení zdravia a ich adekvátnu liečbu.

Opatreniami **terciárnej prevencie** sa readaptujú funkcie postihnuté pracovným zaťažením a preťažením a zabezpečuje sa rehabilitácia človeka ako vykonávateľa pracovného činu.

Prostriedky primárnej, sekundárnej a terciárnej prevencie majú rovnaký cieľ - chrániť zdravie jedinca v pracovnom procese. Metódy a techniky terciárnej prevencie organicky nadväzujú na sekundárnu prevenciu, ktorá sa realizuje spravidla počas práceneschopnosti pracovníka, teda mimo pracovného procesu.

Zatiaľ čo opatrenia primárnej prevencie majú viac-menej technický a organizačný charakter, terciárna prevencia využíva výhradne medicínsko-rehabilitačné prostriedky. Ich vzájomnou väzbou možno utvoriť ergonomicky bezchybné pracovné prostredie.

Dôsledné uplatňovanie primárnej, sekundárnej a terciárnej prevencie umožňuje kontrolovať zdroje rizík, identifikovať nové riziká a v čo najkratšom čase poskytovať adekvátnu a cieleňú terapiu a rehabilitáciu postihnutým osobám, zabrániť recidivám chorôb u vyliečených jedincov, u zdravých pracovníkov predchádzať expozícii tým istým rizikovým faktorom a napokon zisťovať nové vzťahy medzi rizikovými faktormi a sledovanými chorobami.

Z hľadiska ergonomie sú hlavnými rizikovými faktormi v pracovnom procese extrémne a neprirodzené polohy kĺbov, vynakladanie sily, jednotvárnosť práce, vykonávanie opakovaných pohybov, statické zaťaženie, lokálne mechanické zaťaženie, pôsobenie teploty a chladu, individuálne faktory atď.

EXTRÉMNE ALEBO NEPRIRODZENÉ POLOHY KĽBOV

Pri práci sa odporúča udržiavať pohyby blízko stredu rozpätia pohybu kĺbov, a tak minimalizovať neprirodzené polohy v podobe vytáčania dlani do strán alebo ex-

trémnej flexie a extenzie. Sila uchopenia špičkami prstov a dľaňou klesá, ak je dľaň v zápästí vytočená do niektorej strany.

VYNAKLADANIE SILY

Riziko spojené s vynakladaním sily závisí od typu pohybu, časti tela, ktorá vynakladá silu, a od ďalších faktorov, ktoré sú do tohto procesu zapojené.

Pôsobenie veľkej sily sa môže pokladať za kauzálny faktor pri poškodení z DNJZ (napr. držanie drobných predmetov prstami „pinzetovým držaním“ si vyžaduje až štvornásobne väčšie úsilie ako „silové držanie“ celou dľaňou a prstami).

FREKVENCIA ALEBO OPAKOVANIE, JEDNOTVÁRNOSŤ PRÁCE

Týmto faktorom rozumieme dĺžku trvania pracovných cyklov (taktov). Vo všeobecnosti sa práca pokladá za opakovanú (jednotvárnou) vtedy, keď pracovný cyklus (pracovný takt) trvá menej ako 30 s alebo viac ako 50 % tohto cyklu zaberie vykonávanie tých istých základných pohybov. Nízke riziko jednotvárnosti predstavujú úlohy, ktorých pracovný takt (cyklus) trvá dlhšie ako 30 s alebo menej ako 50 % pracovného cyklu sa vykonávajú tie isté základné pracovné pohyby.

Nebezpečenstvo vyplývajúce z jednotvárnosti práce závisí aj od ďalších rizikových faktorov a spája sa so statickým zaťažením svalových skupín (napr. trupu), ktoré zabezpečujú udržiavanie pracovnej polohy vynútenej rýchlymi pracovnými pohybmi rúk.

ČAS NA ZOTAVENIE

Aby sa predišlo vzniku poškodení z DNJZ, treba zabezpečiť po každom zaťažení primeraný odpočinok. Režim práce a odpočinku možno stanoviť detailne na základe energetického výdaja. Adekvátny čas na zotavenie sa vzťahuje aj na počet cyklov za deň a za týždeň.

Pre operátorov pracujúcich posediačky je prospešné zaraďovať krátke prestávky

vždy 1-krát za 1 h. Pri práci v stojacej polohe sa odporúča zaradiť krátke prestávky (do 10 min) vždy po 30 min práce. Uvádza sa, že poškodenia z DNJZ sa vyskytujú častejšie pri pracovnom cykle trvajúcim 30 s a vtedy, keď viac než 50 % tohto cyklu vykonáva pracovník tie isté základné pracovné pohyby.

INDIVIDUÁLNE FAKTORY

Individuálne dispozície pracovníkov môžu v kombinácii s faktormi pôsobiacimi na pracovisku zvyšovať úroveň ergonomického rizika (napr. pri artritide, endokrinných ochoreniach, deficite vitamínu B₁₂, diabete, v tehotnosti, pri užívaní orálnych kontraceptív a stavoch po gynekologických operáciách sa môže zvýšiť riziko poškodení súvisiacich s DNJZ).

STATICKÉ ZATAŽENIE

Statické preťažovanie kostrovosvalového systému vzniká najmä vtedy, keď je pracovná poloha vnútená konštrukčnými nedostatkami na pracovisku, príp. snahou zlepšiť podmienky videnia pri nedostatočnom osvetlení alebo nekorigovanej chybe zraku.

LOKÁLNE MECHANICKÉ ZATAŽENIE

Týmto rizikovým faktorom rozumieme kontakt tela s ostrými hranami časti pracoviska alebo s nevhodne tvarovanými rukoväťami nástrojov. Tlak na mäkké tkanivá cez rukoväť alebo náradia spôsobuje, že telo absorbuje aj pôsobenie a účinky vibrácií (napr. tlakom predlakti na hranu stola vzniká bolestivé lokálne otláčenie periartrózy, takže postihnutý pri práci reflexne dvíha ramená, aby sa boľavá časť predlaktia neopierala o stôl, tým sa však zvyšuje jednostranné zataženie ramenného pletenca a príslušných štruktúr).

CHLAD A NADMERNÉ TEPLLO

Chlad spôsobuje rýchlejšie vyčerpanie a pri používaní chladných nástrojov klesá

zručnosť rúk a hmatová citlivosť. Preťažovanie svalov v úsilí pevne uchopiť nástroj zvyšuje ergonomické riziko.

Teplné zataženie v horúcom a vlhkom pracovnom prostredí zvyšuje námahu celého organizmu a spôsobuje prehriatie a kolaps.

Okrem toho povrch zariadenia s príliš vysokou alebo príliš nízkou taktilnou teplotou si môže vynucovať neprimeranú polohu, a tým aj statické zataženie exponovaných svalových skupín podobne ako pri mechanickej lokálnej pôsobení hrán.

VIBRÁCIE

Používanie náradia s motorovým pohonom alebo vibračného náradia sa spája s vibráciami, ktoré spôsobujú poškodenie ciev, nervov a kostnokĺbového systému končatín, najmä pri súčasnom pôsobení chladu.

INE RIZIKOVÉ FAKTORY

Za rizikový faktor sa pokladá aj nedostatok voľnosti pri rozhodovaní v rámci pracovnej činnosti, keď je pracovník neustále riadený niekým iným, alebo obmedzovanie obsahu a rozsahu práce a pracovného poznávania, keď pracovník vykonáva iba jednu úlohu a nemá možnosť spoznávať nové zručnosti a úlohy.

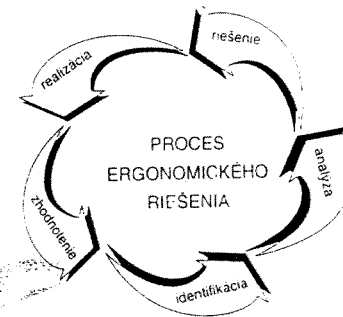
Dodatočné faktory zahŕňujú sociálne aspekty organizácie, nekontrolovateľné poruchy, úkolovú prácu, prácu na zmeny a pod.

ERGONOMICKÉ RIEŠENIE A ERGONOMICKÉ PROGRAMY

Proces ergonomického riešenia prebieha v 5 etapách:

- ♦ 1. etapa - *identifikácia problému v systéme*, ktorý je predmetom riešenia.
- ♦ 2. etapa - *analýza príčin zistených problémov a sformulovanie ich riešenia*.
- ♦ 3. etapa - *vlastné riešenie*.
- ♦ 4. etapa - *zavedenie riešenia do praxe*.
- ♦ 5. etapa - *vyhodnotenie prínosu riešenia*.

Ak riešenie nesplní očakávanie, treba začať cyklus znova 1. etapou, t. j. identifikáciou problému a pokračovať až do dosiahnutia úspešného výsledku (obr. 20).



Obr. 20 Ergonomické riešenie

Ergonomické riešenie sa realizuje vo forme proaktívneho a reaktívneho prístupu.

Proaktívny prístup sa využíva najmä pri vývoji nových výrobkov, strojov a zariadení alebo pri výstavbe nových podnikov či prevádzok. V rámci tohto prístupu sa zavádzajú preventívne opatrenia z oblasti primárnej prevencie proti rizikovým faktorom. Pri ergonomickom projektovaní je potrebné, aby sa ergonomické riešenie uplatňovalo vo všetkých etapách technického riešenia.

V SR sa zatiaľ uplatňoval proaktívny prístup ergonomického riešenia spravidla expertnou formou.

Pri **expertnej forme riešenia** vzťahov v systéme človek - stroj - prostredie sa v rámci proaktívneho prístupu vyskytujú 4 základné typy úloh:

- **ergonomická analýza** - systém existuje, ale je známa jeho štruktúra ani správanie, zisťuje sa správanie systému a z neho jeho štruktúra.
- **ergonomická racionalizácia** - systém existuje, je známa jeho štruktúra a správanie a hľadajú sa parametre, pri ktorých je toto správanie najvhodnejšie.

• **ergonomické modelovanie** - systém existuje alebo je známa jeho štruktúra a na modeli sa zisťuje pravdepodobné správanie systému.

• **projekčná ergonómia** - systém neexistuje a má mať takú štruktúru, aby preukazoval s danou pravdepodobnosťou požadované správanie.

Reaktívny prístup sa uplatňuje v dlhodobó stabilných, profitujúcich a konkurencieschopných podnikoch v priemyselnej vyspelých štátoch a v podmienkach trhovej ekonomiky. Realizuje sa v podobe podnikových ergonomických programov zameraných na riešenie ergonomických problémov na pracoviskách.

Tento prístup mobilizuje sily podniku tak, aby pružne reagoval na požiadavky trhu, pričom sa zameriava aj na prevenciu chorôb súvisiacich s pracou a na zvyšovanie efektívnosti ľudskej práce.

Keďže v hospodárstve SR po transformácii priemyslu platia tiež pravidlá trhovej ekonomiky, táto problematika sa stáva mimoriadne aktuálnou.

Ergonomický program v podniku sa začína *ergonomickou analýzou pracovných podmienok*. Na základe výsledkov analýzy sa navrhuje ďalší postup a vytvárajú sa materiálne a personálne predpoklady na začatie procesu kontinuálneho ergonomického riešenia.

Dôležité je vytvoriť **podnikový ergonomický tím**, v ktorom by mal byť lekár, inšpektor bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, predstaviteľ manažmentu podniku, špecialista na ľudské zdroje, podnikový nákupca, vedúci údržby, vedúci hlavných prevádzok, odborník na oblasť ergonómie a ďalší špecialisti, podľa charakteru problému, ktorý treba v podniku riešiť.

Podmienky na vytvorenie kompletného profesionálne multidisciplinárneho ergonomického tímu sú len vo väčších podnikoch. Menšie podniky by sa mali spájať do skupín so spoločným ergonomickým tímom. Ak sa menšiemu podniku nepodarí nájsť partnera na vytvorenie spoločného profesionálneho ergonomického tímu, možno vytvoriť upravený ergonomický tím, ktorého členovia budú mať kvalifikované funkcie. Podmienky na fungovanie podnikového ergonomického tímu sa môžu v SR vytvoriť najmä cez profesionálov, resp. útvary bezpečnosti

a ochrany zdravia pri práci, ktoré vo všetkých podnikoch závisia od ich veľkosti.

Na základe výsledkov ergonomickej analýzy sa vypracúvajú *školiace programy*, osobitne pre členov ergonómického tímu, vrcholový manažment podniku, dielenský manažment a pracovníkov prevádzok zapojených do ergonómického programu.

Pri riešení ergonómických problémov na pracoviskách sa vo vyspelých štátoch v rámci ergonómických programov úspešne uplatňuje **model účastnickej ergonómie**.

V tomto prípade sa model ergonómického riešenia realizuje formou skupinového riešenia pracovníkmi prevádzok. Dôvodom na začatie procesu ergonómického riešenia sú viaceré ukazovatele (napr. výskyt ťažkosti podporného a pohybového systému (bolesti a úpnutie), zvýšená chorobnosť, úrazovosť, fluktuácia, absencia, nespokojnosť pracovníkov s prácou a odmeňovaním, nedostatočná kvalita práce a pod.).

Pri identifikácii problémov z hľadiska ergonómie sa často využívajú dotazníky a podľa ich charakteru sa potom do riešenia zapájajú príslušní odborníci.

Priebeh riešenia sleduje a riadi podnikový ergonómický tím, ktorý o výsledkoch informuje vrcholový manažment. Ergonómické riešenie sa pokladá za **úspešné len vtedy, keď sa docíli pozitívny vplyv na zdravotný stav pracovníkov a zároveň ekonomický prínos**.

Poznanky z praxe ukazujú, že účinný ergonómický program musí realizovať tieto úlohy:

- sledovanie záznamov bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, aby sa identifikoval zvýšený výskyt úrazov, poškodení zdravia a chorôb z preťaženia.
- analýzu pracovísk, aby sa zistila expozícia pracovníkov rizikovými faktormi, ktoré súvisia s výskytom poškodení zdravia a chorôb z preťaženia.
- úpravu pracovísk, aby sa redukoval alebo eliminoval vplyv ergonómických rizikových faktorov.
- školenia manažerov, technikov a robotníkov podniku zamerané na zisťovanie a kontrolu vplyvu rizikových faktorov.
- liečenie pracovníkov s poškodeniami zdravia s cieľom zlepšiť ich šance na skorý návrat do práce.

Skúsenosti s implementovaním efektívnych ergonómických programov pomáhajú manažerom pri zvyšovaní kvality vý-

roby, redukcii výrobných nákladov, zabezpečovaní plynulej efektívnosti prevádzok a efektívnym využitím nákladov na starostlivosť o zdravie pracovníkov. Keďže takéto programy sú dôležitou podmienkou stability a konkurencieschopnosti podnikov v prostredí trhového mechanizmu, je nevyhnutné, aby sa čím skôr uplatňovali aj v podmienkach transformácie prienyslu.

Chýbanie ergonómických programov v podnikoch má vážne celospoločenské následky v podobe poklesu kvality života pracovníkov a kvality práce, poklesu konkurencieschopnosti podnikov a zvyšovania nákladov na liečbu a invalidné dôchodky postihnutých pracovníkov.

V rámci ergonómických programov v podnikoch sa treba zamerať na tieto oblasti:

- ♦ **zdravotnú starostlivosť o pracovníkov pri ochoreniach súvisiacich s prácou** (napr. s DNJZ), ale aj **pri iných problémoch vyplývajúcich z nedostatkov na pracoviskách** z hľadiska ergonómie – tieto aktivity by mali perspektívne zabezpečovať špeciálne vyškolené sestry závodnej zdravotnej starostlivosti, ktoré úzko spolupracujú s praktickým lekárom vykonávajúcim SZPp; odporúča sa aj spoluúčasť školených zdravotníkov z radov pracujúcich (laických zdravotníkov), ktorých vedenie podniku poveruje poskytovaním základnej prvej pomoci.

- ♦ **pomoc pri výchove a vzdelávaní pracovníkov a členov ergonómických tímov** – odporúčajú sa školenia pre všetkých zamestnancov podniku, ktoré by mali obsahovať základné informácie o chorobách súvisiacich s prácou a ich príčinách, o skorých symptómoch a o možnostiach prevencie.

Predpokladom primeranej zdravotnej starostlivosti v podnikoch sú tieto činnosti:

- ♦ **vedenie písomnej evidencie v zariadeniach SZPp vo forme záznamu a protokolov u pracovníkov s príznakmi chorôb z príčinných faktorov práce.**

- ♦ **včasné rozpoznanie, posudzovanie, liečba a následné sledovanie pracovníkov s poškodeniami zdravia.**

- ♦ **vyhľadávanie alternatívnych prác pri potrebe preradenia pracovníka, ktoré spĺňajú kritéria vypracované ergonómickým tímom.**

- ♦ **zaraďovanie postihnutých pracovníkov na alternatívnu prácu s následným sledovaním a liečbou (lekárom určenými liečebnými postupmi) vrátane fyzikálnej rehabilitácie.**

- ♦ **zavádzanie preventívnej rehabilitácie, t. j. rekondičných a regeneračných programov špecificky upravených podľa veku pracovníka, klinického stavu a rizikových faktorov.**

ERGONÓMICKÁ REHABILITÁCIA

V poslednom čase sa dostáva do popredia tzv. ergonómická rehabilitácia, smer modernej rehabilitácie, ktorý využíva poznatky o vzťahu medzi prácou a patológiou s cieľom prispôsobiť potreby práce kapacite pracovníka (*the ergonomic research and rehabilitation society*).

Ergonómická rehabilitácia patrí do terciárnej prevencie a jej cieľom je obnoviť poškodené funkcie a predísť invalidite. V spolupráci s ergonómiou definuje predovšetkým potreby týkajúce sa technickej úpravy pracovného miesta a eliminácie faktorov, ktoré vyvolávajú patologické zmeny a poškodenia zdravia. Určitým spôsobom sa ergonómická rehabilitácia zameriava na **funkčné poruchy telových systémov, ktoré vznikajú následkom telesného zaťaženia, resp. nadmerného telesného zaťaženia**.

Druhou úlohou je zabrániť vzniku organických zmien jednotlivých telových systémov a **eliminovať negatívne faktory pracovného miesta a pracovného procesu**.

Tieto úlohy ergonomickej rehabilitácie majú prevažne preventívny charakter, ďalšou úlohou je upravenie existujúcich poškodení alebo chorobných syndrómov a ochorení.

Súčasná ergonómická rehabilitácia využíva pri plnení svojich úloh všetky moderné prostriedky súčasnej rehabilitačnej medicíny.

Ide o súbor metodík používaných v rámci rehabilitačných programov modifikovaných konkrétne pre ergonómickú rehabilitáciu. Špecifickou črtou je zameranie na oblasť modernej ergonómie, jej úlohy a postavenie v rámci sveta práce. Ide o racionálne kombinovanú aplikáciu rehabilitačných prostriedkov a ergonómických opatrení s prihliadnutím na vlastný pracovný dej, pracovné miesto a pracovný výkon.

Dôležitou súčasťou ergonomickej rehabilitácie je **výchova pracovníka** vo vzťahu k pracovnému miestu a pracovnému procesu so zreteľom na možné nebezpečenstvo a ohrozenie zdravia rizikovými faktormi. V tomto vzťahu sa kladie dôraz na vlastné zdravie pracovníka a je pozitívnym výsledkom modernej ergonomickej rehabilitácie. Ergonómická rehabilitácia, ktorá sa uplatňuje v USA, sa rozširuje aj do ostatných krajín. Riziká práce, stereotypy pracovného zaťaženia, automatizácie pracovných procesov a technizácie pracovných miest sú faktormi, ktoré na jednej strane uľahčujú pracovný výkon, na druhej strane sa stávajú určitým nebezpečenstvom pre človeka v pracovnom procese.

Komplexná zdravotná starostlivosť v jednotlivých závodoch si vyžaduje vytvoriť príslušnú štruktúru a zabezpečiť nadväznosť opatrení primárnej, sekundárnej a terciárnej prevencie.

LITERATÚRA

- Borenstein, D. G., Weisel, S. W., Boden, S. D.: Low back pain. Medical diagnosis and comprehensive management. Philadelphia, W. B. Saunders Co. 1989, 732 s.
- Buckle, P., Devereux, J.: Work related neck and limb musculoskeletal disorders. The Robens Centre for Health Ergonomics. European Institute of Health & Medical Sciences, University of Surrey, Guildford, Surrey, U. K., GU2 5XH, European Agency for Safety and Health at Work, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 1999, 114 s.
- Cohen, L. C., Gjessig, Ch. C., Fine, L. J., Bernard, P. B., McGlothlin, J. D.: Elements of ergonomics.

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

/Title

()

/Subject

(D:20090303210352+01'00')

/ModDate

()

/Keywords

(PDFCreator Version 0.9.5)

/Creator

(D:20090303210352+01'00')

/CreationDate

(Michael)

/Author

-mark-