

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav zdravotnického managementu a ochrany veřejného zdraví

Jan Ganzar

**Působení vybraných fyzikálních faktorů na lidský organismus a jimi
způsobené nemoci z povolání**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Petr Ambroz, Ph.D.

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 24. dubna 2024

Jan Ganzar

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce, panu Mgr. Petru Ambrozovi, Ph.D., za odbornou pomoc, konzultace a čas, který mi věnoval během jejího vypracování. Velice moc také děkuji celé své rodině, hlavně mé mamince, za trpělivost a podporu v dosavadním studiu. Současně kolektivně děkuji i bývalým kolegům a přátelům z předchozí vysoké školy za předaný odborný rozhled, jenž mi byl významnou inspirací při tvorbě.

Obsah

1	Úvod do problematiky a popis rešeršní činnosti	8
2	Poškození ionizujícím zářením.....	15
2.1	Účinky deterministické.....	15
2.2	Účinky stochastické.....	17
3	Poškození neionizujícím elektromagnetickým zářením	19
3.1	Rádiové vlny (RF) a mikrovlny.....	19
3.2	Infračervené záření (IR).....	19
3.3	Ultrafialové záření	22
4	Práce v přetlaku okolního prostředí.....	25
5	Práce v podtlaku okolního prostředí	27
6	Poruchy sluchu způsobené hlukem.....	28
7	Profesionální onemocnění horních končetin z vibrací	32
7.1	Sekundární Raynaudův syndrom cév rukou z vibrací.....	32
7.2	Nemoci periferních nervů horních končetin (charakteru ischemických nebo úžinových neuropatií) způsobené vibracemi	34
7.3	Nemoci kostí a kloubů rukou z vibrací.....	35
8	Nemoci šlach, šlachových pochev a úponů svalů z přetěžování končetin	36
8.1	Tendinitidy, tendosynovitidy a tendovaginitidy.....	36
8.2	Entezopatie	37
9	Úžinové syndromy.....	39
9.1	Syndrom karpálního tunelu (SKT).....	39
9.2	Léze nervus ulnaris.....	40
10	Nemoci tíhových váček.....	41
11	Ostatní nemoci z povolání	42
11.1	Poškození menisku kolenního kloubu	42

11.2	Onemocnění bederní páteře	42
12	Závěr	43
13	Referenční seznam	44

Anotace

Typ práce:	bakalářská
Téma práce:	Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory
Název práce:	Působení vybraných fyzikálních faktorů na lidský organismus a jimi způsobené nemoci z povolání
Název práce v AJ:	The impact of selective physical factors on human organism and occupational diseases caused by such exposures
Datum zadání:	2023-11-03
Datum odevzdání:	2024-04-24
VŠ, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav zdravotnického managementu a ochrany veřejného zdraví
Autor práce:	Jan Ganzar
Vedoucí práce:	Mgr. Petr Ambroz, Ph.D.
Oponent práce:	Mgr. Ondřej Machaczka, Ph.D.

Abstrakt v ČJ: Samotný pojem "nemoci z povolání" odkazuje na zdravotní poruchy a onemocnění, která mají svůj původ v dlouhodobém nebo opakovaném vystavení pracovníků určitým pracovním podmínkám či rizikům spojeným s konkrétním povoláním. Integrací moderních technologií do pracovního procesu a zvyšujícími se požadavky na práci jsou zaměstnanci mnohdy vystaveni fyzikálním faktorům jako jsou hluk, vibrace, nadměrná zátěž a dále i ionizující a elektromagnetické záření nebo změny v okolním tlaku. Přehledová práce propojuje v tomto okruhu dostupné poznatky základních pramenů české literatury a navazuje na ně systematickou analýzou relevantních studií, přehledových článků a odborných výstupů z oblasti základní etiologie, patogeneze, klinické progresse, obecné epidemiologie a praktických úvah, které jsou relevantně vztažené k problematice tématu práce. Při rešerši informací z databází elektronických zdrojů bylo velkou snahou optimálně a proporcionálně věnovat pozornost jednotlivým kapitolám a metodicky vysvětlit dopad na veřejné zdraví i zdraví jednotlivce.

Abstrakt v AJ:

The term "occupational diseases" refers to health disorders and illnesses that originate from the prolonged or recurrent exposure of workers to specific working conditions or risks associated with a particular occupation. Given the incorporation of modern technologies into work processes and increasing job demands, employees are frequently subjected to physical factors such as noise, vibration, excessive workload, as well as ionizing and electromagnetic radiation, along with fluctuations in ambient pressure. The following undergraduate dissertation synthesizes knowledge from fundamental Czech literature and builds upon these principles by linking it with systematic survey of relevant studies, review articles and professional papers within the scope of basic aetiology, pathogenesis, clinical importance, general epidemiology, and practical considerations that are relevant to the topic of study for this bachelor thesis. During research process in online platforms, a significant effort was made to proportionally and optimally direct attention to all chapters equally, while methodically explaining the impact not only on individual's health, but public health as well.

Klíčová slova v ČJ: nemoci z povolání, ionizující záření, elektromagnetické záření, zákal čočky, hluk, poruchy sluchu, přetlakové prostředí, nízký atmosférický tlak, nemoci periferních nervů, EMG, vibrace, Raynaudův syndrom, pletysmografie, nemoci šlach, nemoci kloubů, přetěžování končetin, nemoci bederní páteře, úžinový syndrom, syndrom karpálního tunelu, příznaky, etiologie, patogeneze, prevence, veřejné zdraví, statistika

Klíčová slova v AJ: occupational diseases, ionizing radiation, electromagnetic radiation, lens opacities, noise, hearing disorders, overpressure environment, low atmospheric pressure, peripheral nerve disorder, EMG, vibration, Raynaud's syndrome, plethysmography, tendon disorders, joint disorders, overloading of musculoskeletal system, lumbar spine diseases, entrapment syndrome, carpal tunnel syndrome, symptoms, aetiology, pathogenesis, prevention, public health, statistics

Rozsah:

61 stran / 0 příloh

1 Úvod do problematiky a popis rešeršní činnosti

Pracovní prostřední nemá představovat riziko zranění nebo nemoci, ale přesto mnoho tisíc pracovníků na celém světě zůstává vystaveno nebezpečným činitelům jak ve vyspělém světě, tak zejména v zemích, kde probíhá masivní industrializace. (Rushton, 2017, s. 340) Jedním z úkolů ochrany veřejného zdraví, který zaštiťují v České republice primárně hygienické stanice, je monitorování vztahu práce a zdraví. Sledováním této souvislosti se obecně přispívá k udržení dobrého zdravotního stavu pracovníků.

Zaměstnanci jsou v určitých situacích na pracovišti vystaveni nepříznivému účinku biologických, fyzikálně-mechanických nebo chemických činitelů, které mohou či nemusí být ovlivnitelné nebo předpověditelné. Rozlišuje se definice pracovního úrazu a nemoci z povolání. Zatímco úraz je obecně zcela náhlý a v pracovním kontextu se jím rozumí poškození zdraví nebo smrt zaměstnance při plnění pracovních úkolů z důvodu působení krátkodobých zevních vlivů, jsou nemoci z povolání vymezeny v právním předpisu NV č. 290/1995 Sb., kdy na jejich vzniku mají podíl již výše uvedené škodlivé faktory a které vznikají za podmínek uvedených v příloze k této legislativě. (Česká republika 1995)

Mezinárodní organizace (ILO) uvádí, že v zahraničním kontextu definice NzP jsou klíčové dva body:

1. Existuje příčinný vztah mezi expozicí v konkrétním pracovním prostředí nebo pracovní činnosti a konkrétní nemocí; a
2. Skutečnost, že se onemocnění vyskytuje u skupiny exponovaných osob s nadprůměrnou četností oproti zbytku populace. (International Labour Office 2010)

Nemoci z povolání a jejich uznávání představují klíčový proces, do kterého jsou zapojeni poskytovatelé zdravotních služeb v oboru pracovního lékařství, v České republice se nazývají jako „Střediska nemocí z povolání“ a musí mít povolení od Ministerstva zdravotnictví. Kritériem pro určení příslušného poskytovatele je místo výkonu práce, kde mohla nemoc vzniknout v ČR, neexistuje tedy svobodná volba lékaře. Zaměstnavatelé jsou povinni odeslat zaměstnance k poskytovateli pracovního lékařství, pokud existuje důvodné podezření na vznik nemoci z povolání. Žádost o posouzení nové nemoci může podat o své vůli i sám pacient nebo jeho ošetřující lékař. Je však nezbytné poskytnout osobní souhlas se šetřením. Proces ověřování pracovních podmínek vedoucích ke vzniku nemoci zahrnuje důkladné šetření pracovních podmínek zaměstnance, což vykonávají Krajské hygienické stanice (spadající do soustavy orgánů ochrany veřejného zdraví) se zaměřením na prvky ochrany zdraví při práci, jako jsou rizikové faktory, technologie, ergonomie pracoviště a mikroklimatické podmínky. Protokol ze

šetření obsahuje detailní popis pracovního zařazení, zdravotní způsobilosti k práci a expozice rizikovým faktorům. Závěrem procesu ověřování hygienických podmínek je závazné odborné vyjádření orgánu ochrany veřejného zdraví. Odborné vyjádření obsahuje jednu ze tří formulací závěru: buď byly splněny podmínky vzniku nemoci z povolání, nebo nebyly, případně nelze objektivně prokázat, zda práce splňovala podmínky pro uznání nemoci z povolání. Třetí varianta může nastat, pokud již pracovní místo neexistuje a není dle čeho posuzovat. Protokol ze šetření pracovních podmínek a případného měření je přílohou k tomuto odbornému vyjádření, které se souhrnně předá „Středisku nemocí z povolání“. Na základě výsledků lékařských vyšetření, které potvrdí diagnózu a požadovaný stupeň poškození a dále tohoto odborného vyjádření orgánu ochrany veřejného zdraví, že posuzovaný pracoval za podmínek, za nichž jeho onemocnění mohlo vzniknout, se poskytovatel pracovního lékařství rozhoduje, zda uznat onemocnění jako nemoc z povolání či nikoliv. Tento proces zajišťuje spravedlivé posuzování a ochranu zdraví zaměstnanců v souladu se zákonem.

Pokud je vydaný posudek kladný a došlo k uznání NzP, přísluší zaměstnanci náhrada škody od zaměstnavatele, a to za ztrátu na výdělku po dobu pracovní neschopnosti, za bolest a ztížení společenského uplatnění, za náklady spojené s léčením a za věcnou škodu. Za tímto účelem bývá zaměstnavatel pojištěný. Pokud již neexistuje pro zaměstnance vhodná práce a je propuštěný, náleží mu odstupné. (Fošum, 2019, s. 333-335; Fenclová a Pelclová, 2014, s. 21-24)

Česká legislativa rozděluje NzP dle své podstaty do šesti kapitol, a to:

- I. Nemoci z povolání způsobené chemickými látkami
- II. Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory
- III. Nemoci z povolání týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice
- IV. Nemoci z povolání kožní
- V. Nemoci z povolání přenosné a parazitární
- VI. Nemoci z povolání způsobené ostatními faktory a činiteli (Česká republika 1995)

Státní zdravotní ústav shromažďuje počty uznaných jednotlivých nemocí z povolání v tzv. Národním zdravotním registru nemocí z povolání (dále NRNP). Podle zákona č. 156/2004 Sb. patří do skupiny 13 základních zdravotních registrů. Každý rok jsou pak vypracovány a zveřejněny statistiky podle zaznamenaných údajů, jenž mohou sloužit i ke ztotožnění pacienta. (Česká republika 2004) V době psaní této práce bylo pracováno s posledními dostupnými údaji z roku 2022.

Podle publikace zveřejněné SZÚ, kde jsou srovnávány incidence nemocí dle kalendářních roků 2012-2022, byl největší počet v kategorii NzP způsobených fyzikálními

faktory. V roce 2022 činil počet 374 takto postižených osob. Celkový počet nemocných v úhrnu byl 7439. (Státní zdravotní ústav 2022)

Mezi hlavní fyzikální činitele způsobující NzP patří hluk, vibrace, přetěžování končetin, ionizující a elektromagnetické záření.

S přibývajícím požadavky budoucí společnosti a zvýšenou snahou o minimalizaci ekonomických dopadů na pracovní procesy si můžeme položit otázku: Jaké existují již doposud prozkoumané a soudobé poznatky u nemoci z povolání vyvolané fyzikálními faktory?

Pro tvorbu této bakalářské práce jsou stanoveny čtyři konkrétní dílčí cíle:

Cíl 1: Přehledně shrnout a prezentovat klíčové poznatky z dostupné české literatury k problematice nejvýznamnějších nemocí z povolání, které byly způsobeny fyzikálními faktory.

Cíl 2: Přehledně doplnit tyto základní vstupní informace o důležitá zjištění, observace a případné faktické poznámky z odborných přehledových článků a publikací jak českého, tak mezinárodního významu.

Cíl 3: Objasnit všeobecné mechanismy působení důležitých fyzikálních faktorů pracovního prostředí na lidský organismus.

Cíl 4: Koncipovat strukturu bakalářské práce tak, aby byly co nejvíce zohledněny klinické dopady na zdraví člověka u všech zastoupených fyzikálních faktorů.

Vstupní literatura:

PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2597-3.

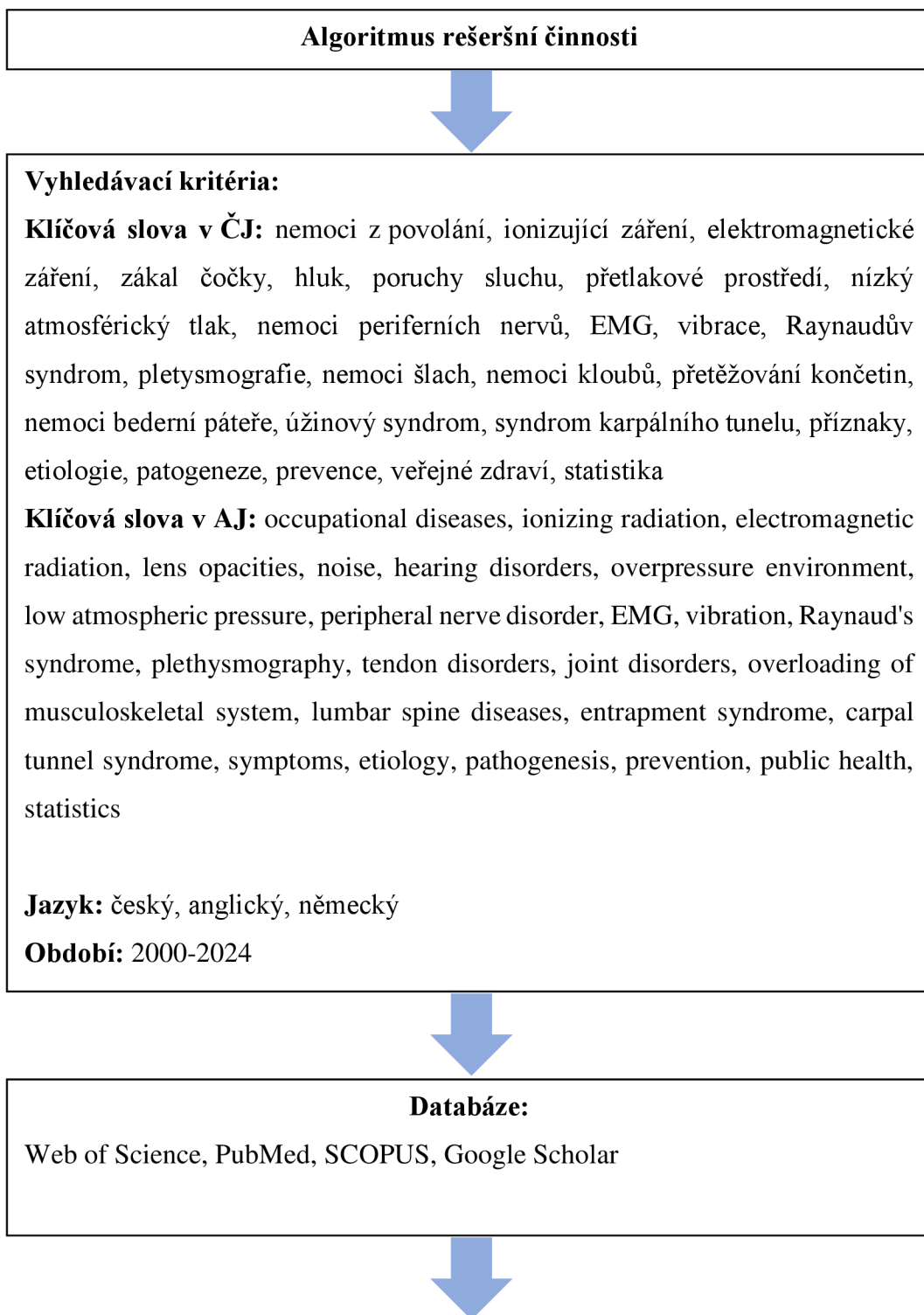
TUČEK, Milan. *Hygiena a epidemiologie*. 2., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3933-8.

ŠVÁBOVÁ, Květa, Milan TUČEK a Marie NAKLÁDALOVÁ. *Pracovní lékařství pro všeobecné praktické lékaře*. 2. revidované vydání. Praha: Raabe, 2020. Ediční řada pro všeobecné praktické lékaře. ISBN 978-80-7496-457-2.

BENCKO, Vladimír. *Hygiena a epidemiologie: učební texty k seminářům a praktickým cvičením pro studijní obor Zubní lékařství*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1129-5.

Nemoci z povolání v České republice v roce 2021. 2021. Praha: Státní zdravotní ústav, 2021. ISSN 1804-5960.

Bakalářská práce byla utvořena za využití odborných poznatků podle následujícího algoritmu rešeršní činnosti:



**Vyřazující kritéria:**

- Duplicitní články
- Články nesplňující kritéria vyhledávání
- Články zaměřené mimo téma a cíle práce
- Publikace nedostupné ke čtení

**Sumarizace použitých databází a dohledaných dokumentů:**

Web of Science	22 článků
PubMed	16 článků
SCOPUS	2 články
Google Scholar	17 článků

**Sumarizace dohledaných periodik a dokumentů:**

Current Environmental Health Reports - 1 článek
Medycyna Pracy - 2 články
Hellenic journal of nuclear medicine - 1 článek
Experimental Hematology - 1 článek
International Journal of Dermatology - 1 článek
Journal of the American Medical Association - 1 článek
Frontiers in Genetics - 1 článek
Annual Review of Genetics - 1 článek
Radiation Research - 1 článek
International Journal of Pharmaceutical Investigation - 1 článek
Industrial Health - 1 článek
American Industrial Hygiene Association Journal - 1 článek
Photochemical & Photobiological Sciences - 1 článek
Health Physics - 4 články
Optometry Today - 2 články

Interní medicína pro praxi - 2 články
Annals of Occupational and Environmental Medicine - 1 článek
Journal of Applied Physiology - 1 článek
Institute of Electrical and Electronics Engineers - 1 článek
Frontiers in Physiology - 1 článek
Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery - 1 článek
International Journal of Applied Engineering Research - 1 článek
Journal of Occupational and Environmental Medicine - 1 článek
Magnesium Research - 1 článek
The Journal of the Pakistan Medical Association - 1 článek
BMC Public Health - 1 článek
Work (Journal) - 1 článek
Occupational and Environmental Medicine - 1 článek
Journal of Hand Surgery (European Volume) - 1 článek
Missouri Medicine - 1 článek
Rheumatic Disease Clinics of North - 1 článek
Journal of Toxicology and Environmental Health - 1 článek
Medicína pro praxi - 3 články
Neurologie pro praxi - 4 články
Applied Ergonomics - 1 článek
Journal of the American Academy of Physician Associates - 1 článek
Pracovní lékařství - 1 článek
Rheumatology - 1 článek
Nukleární medicína - 1 článek
American Academy of Orthopaedic Surgeon - 1 článek
Scandinavian Journal of Work, Environment & Health - 2 články
Occupational Neurology - 1 článek
Cureus - 2 články
Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja - 1 článek



Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito 57 dohledaných článků, 11 odborných tištěných knih, 3 legislativní dokumenty a 19 elektronických publikací jiného typu (recenzovaných skript/statistik/dalších dokumentů)

2 Poškození ionizujícím zářením

Radioaktivita je definována jako schopnost některých prvků (nuklidů) vytvářet záření, čímž sousledně přechází do stabilnějšího stavu. Toto záření se nazývá ionizující. (Fenclová et al., s. 63) Na rozdíl od neionizujícího, které je vytvářené určitými přístroji, např. mobilními telefony má vysokou energii. (Tuček et al., 2018, s. 199) Podle částic jej můžeme rozdělit na elektromagnetické (fotonové) záření, kam spadá rentgenové a gamma záření a na korpuskulární tvořené pohybem těžkých heliových jader, tzv. alfa částic, elektrony nebo pozitrony (tedy kladně nabitými elektrony), tzv. beta částic, anebo částicemi bez náboje, tzv. neutrony. Podle mechanismu účinku můžeme tato onemocnění rozdělit na dvě základní skupiny: S účinky deterministickými vyvíjejícím se od určité prahové hodnoty s jistotou a s účinkem stochastickým vznikajících bezprahově jen s určitou šancí a náhodou (Fenclová et al., 2014, s. 64) Cílem preventivních opatření pro osoby, které jsou vystaveny ionizujícímu záření v profesionálním prostředí, je minimalizovat možné stochastické účinky a zamezit výskyt deterministických účinků. Ochrana jednotlivých zaměstnanců spočívá především v tom, aby nedocházelo k překračování stanovených limitů. Zaměstnanci nosí osobní dozimetry k monitorování jejich expozice ionizujícímu záření a v případě, že by byl překročen limit, by měl zaměstnanec okamžitě přerušit práci. (Domienik-Andrzejewska et al., s. 538)

2.1 Účinky deterministické

Tato onemocnění vznikají po překročení prahové dávky, se stoupající se zvyšuje počet postižených. Určité tkáně jsou citlivější k ozáření, sem patří např. oční čočka, pohlavní orgány, lymfatická tkáň nebo kostní dřeň. Tuto citlivost označujeme jako radiosenzitivita. (Fenclová et al., 2014, s. 65-72)

2.1.1 Akutní radiační syndrom (ARS)

Jedná se o závažné onemocnění vyvolané celotělovou expozicí člověka vysokým dávkám ozáření mezi 1-12 Gy. Ohrožené jsou osoby přicházející do kontaktu s radioaktivním materiálem, např. zaměstnanci jaderných elektráren, lékaři a zdravotnický personál nukleární medicíny, vědci apod. V době 21. století se tyto závažné účinky dostávají stále více do povědomí veřejnosti, a to zejména kvůli potenciální hrozbě jaderného útoku. Autor uvádí několik stádií projevů. Nejdříve jsou projevy nespecifické a provázané s nevolností, zvracením, bolestí hlavy nebo horečkou. Jsou popisovány účinky na různé druhy soustav – krevní

elementy, gastrointestinální systém, neurovaskulární systém. (Grammaticos et al., 2013, s. 56-57)

V krevním řečišti jsou účinky viditelné již na úrovni hematopoetických buněk. Mechanismy dále zahrnují např. špatnou redistribuci v těle nebo apoptózu. Výzkum ukázal, že kritická hodnota 6 Gy eliminuje téměř všechny krvetvorné buňky, a i tak jich zůstává jen nízké množství při nižších hodnotách radiace. Významný úbytek pozorujeme u granulocytů, trombocytů a neutrofilů. Je velmi zajímavé, že na druhé straně ozáření kmenových progenitorů může v ojedinělých případech vyvolat dokonce zvýšení počtu např. granulocytů. Dainiak popisuje několik úvah, jak k poškození dochází u aktivně cirkulujících buněk – poškozením DNA narušením struktury, spuštěním již zmiňované apoptotické dráhy a tzv. bystander effectem, kdy jsou vytvářeny gap junctions a jsou ničeny i elementy v nepostížených oblastech vlivem šíření „likvidačních“ buněčných signálů. (Dainiak, 2002, s. 514-520)

Gastrointestinální trakt je po celé délce tvořen zvláštní epitelální výstelkou, která vyžaduje neustálou obnovu. Stejně jako v předchozím případě jsou tyto pochody narušeny hlavně při postižení kmenových buněk nacházejících se v hlubokých částech Lieberkühnových krypt. Prodromální stádium se vyznačuje nevolností, zvracením. Ionizující záření dále poškozuje mukózní vrstvu, což se projevuje krvavým průjmem, často následovaným kolikovitými křečemi. Příznaky se mohou vracet a prolínat mezi sebou. Ve srovnání s ostatními částmi celé soustavy je poškození hlavně v oblasti tenkého střeva. Narušením epitelální bariéry je vytvořena vstupní brána infekce pro bakterie a rovněž se mění i vstřebávací schopnosti jednotlivých živin. Výše uvedené projevy doprovází sekrece látek ovlivňující motilitu a tvorbu zánětu. (Fliedner et al., 2009, s. 13-15)

Centrální nervová soustava má oproti GIT a krvi omezenější schopnost obnovy. Efekt radiace se projeví buď změnou struktury mozkové tkáně, změnou sekrece neuromediátorů nebo změnou cévního zásobení nervových orgánů. Se zvyšující se dávkou se zvyšuje závažnost příznaků, kromě zvracení, kde závislost na dávce je opačná. Zvracení lze pozorovat u všech nemocných. Centrum zvracení se nachází v prodloužené míše na bázi čtvrté komory mozkové. Podráždění v této oblasti vyplaví některé signální chemické látky a eferentně se odešle signál do bránice, trávicího traktu a dalších pomocných svalů. Nad hodnotou 10 Gy zvracení nebývá časté, ustává a místo něj je pozorován tlumivý účinek, například snížená koncentrace, zhoršená paměť, zkrácená reakční doba a neschopnost řešení komplexních úloh. Další komplikace zahrnují rozvoj nervových poruch a otoky mozku, což nebezpečně zvyšuje intrakraniální tlak a vyplavení mediátorů zánětu. Na úrovni cév lze pozorovat nadměrnou tvorbu krevních sraženin

nebo jejich ucpaní. Při klinickém sledování pacientů pomocí EEG byla zaznamenána odlišná elektrická aktivita mozku. (Fliedner et al., 2009, s. 13-34)

2.1.2 Radiční dermatitida

Změny na kůži způsobené ozářením se rozdělují na akutní a chronické a zahrnuje příznaky jako zčervenání, odlupování, ztenčení povrchu, úbytek buněk a zmnožení vaziva. Akutní fáze nastává během dnů až týdnů. V první fázi do 24 hodin dochází k zčervenání, které často posléze mizí. Ve druhé fázi 2-4 týdny po expozici se znovu objeví spolu s hyperpigmentací, suchostí pokožky, ztrátou vlasů. Třetí fáze nastává za 3-6 týdnů a projeví se odlupováním kůže. Při vyšších dávkách nad 20 Gy se přidávají otoky, fibrózní zánět a puchýře. Potíže se mohou objevit i za více než 90 dní, jedná se pak o chronickou fázi. Můžeme pozorovat ztenčení povrchu kůže, ztlustění škáry, a naopak ztrátu pigmentu. V akutní i chronické fázi pokožka ztrácí svoji pružnost a funkce bránit se proti infekcím, čímž je náchylná k opakovanému zanícení. (Hegedus et al., 2017, s. 909-910)

2.2 Účinky stochastické

Některé závažné změny v organismu mohou být vyvolány i bezprahově, na což odkazuje stochastický efekt ionizujícího záření. Zde neexistuje práh, při kterém můžeme s jistotou říct, že jeho překročení vyvolá patologické změny. Čím vyšší je dávka, tím vyšší bude pravděpodobnost poškození. (Smedley et ed., 2013, s. 17; Fenclová et al., 2014, s. 72)

2.2.1 Genetické změny

Emitovaná dávka záření se absorbuje v buňkách a přímo působí nadbytečným ukládáním energie nebo vytvářením reaktivních forem kyslíku, které mohou například narušovat její metabolické pochody, a tím ovlivnit správný přenos či přepis genetické informace. Hlavní efekt je popisován u zárodečných buněk, které ještě neprošly celým meiotickým dělením – spermatogoniím a oocytů, protože se případná mutace v této fázi projeví s jistotou při dozrání pohlavní buňky. Kromě základních genetických účinků na buňku se v poslední době dále zkoumají epigenetické modifikace, kam spadají chemické změny na koncových částí DNA nebo histonů. Za základní účinky se považují přímé strukturální odchylky v DNA nebo zlomy ve dvoušroubovici. To vše ovlivní buněčný cyklus a vitální stabilitu buňky. Přestože se po výše uvedeném nedá popřít negativní účinek na zárodečnou tkáň, autoři doposud nemohou s jistotou potvrdit vztah mezi ozářením a vznikem porodních defektů, protože

neexistují spolehlivé markery k takovému prokázání. (Neel, 1991, s. 698-701; Cenci et al., 2022, s. 1-3; Nakamura et al., 2013, s. 33-34)

2.2.2 Nádorová onemocnění

Radiace nepůsobí na všechny tkáně stejnoměrně. Největší četnost manifestace nádorů po expozici při dávce okolo 0,2 Gy byla pozorována u štítné žlázy, prsu, plic. Takové orgány označujeme jako radiosenzitivní. Negativní účinek se zvyšuje při interakci s dalšími karcinogeny, kde lze zařadit cigaretový kouř, výpary z automobilů, smog z průmyslu a další chemické škodliviny. Dalším ovlivňujícím faktorem je samozřejmě i velikost dávky nebo věk, kdy mladší věkové skupiny jsou obecně citlivější. (Ron, 1998, s. 30) Rakovina způsobená ionzujícím zářením se projeví až s odstupem několika let, mezidobí označujeme jako tzv. dobu latence. Nejkratší byla zjištěna u leukémií a nádoru štítné žlázy, zatímco u dalších orgánů je výrazně delší. Preston a kol. provedli kohortovou studii u přeživších atomového útoku v oblasti Hiroshimy a Nagasaki v roce 1945. Tato studie zahrnující 120 321 osob je v současnosti snad jedinou a nejvíce citovanou možností objasnit souvislost ionizujícího záření a vznik novotvarů. Přes 85 % obyvatel mladších 20 let se dožilo roku 1998. U vzorku postižených osob se potvrdily při dávce ozáření nad 5mGy na prvním místě leukémie (30 %), následované karcinomy prsu (27 %), plic (15 %), tlustého střeva (11 %), vaječnicků (10 %), jícnu (10 %) a žaludku (7 %). (Preston et al., 2007, s. 2-33; American Cancer Society 2022)

3 Poškození neionizujícím elektromagnetickým zářením

Elektromagnetické neionizující záření na rozdíl od ionizujícího nezpůsobí vznik nabitých částic a je provázeno kmitáním dvou složek: elektrické a magnetické. Tyto oba vektory jsou navzájem kolmé na směr kmitání a mají charakteristickou frekvenci, energii či vlnovou délku. Podle velikosti frekvence a jí nepřímo úměrné vlnové délky rozlišujeme – sestupně dle frekvence: rádiové záření, mikrovlny, infračervené záření, viditelné světlo, ultrafialové záření. (Parasuraman et al., 2018, s. 157-162; Tuček et al., 2018, s. 67)

3.1 Rádiové vlny (RF) a mikrovlny

Elektromagnetické pole s frekvencí od 100 kHz do 300 GHz se používají v telekomunikacích k přenosu informací, v radarové technice, bezpečnostních skenovacích přístrojích, dále v aparaturách k ohřívání či sušení potravin, zařízeních pro chemické zpracování plastů či v biomedicínské technice. Hlavním účinkem při tělesném kontaktu s člověkem je nadměrné zahřívání tkání, které vede až k poškození. (Stam, 2021, s. 201-202). Výzkumy zpracované pro IARC potvrdily, že rádiové vlny jsou také možným karcinogenním zdrojem a stojí za vznikem gliomů. Výsledky byly určeny ze sledování exponovaných osob mobilním telefonům a zvýšení rizika o 40 % se potvrdilo při používání těchto zařízení po dobu více než 30 minut v průběhu 10 let. Přesto neexistuje přímý důkaz o vzniku rakoviny pouze z vystavení těmto zdrojům. (IARC 2011) V průmyslových závodech, kde probíhá zvýšená tepelná úprava plastů, mohou zaměstnanci přijít do styku se zařízeními, které jsou původcem nadměrných radiofrekvenčních vln. Škodlivá je absorbovaná vysokofrekvenční energie o hustotě výkonu nad 10 mW/cm^2 , která prochází do hlubších částí pod kůži a není vůbec zaznamenána povrchovými senzory pro registraci tepla. Pocitově se tak škodlivost radiových vln vůbec nezaznamená. (West et al., 1979, s. 1-17)

3.2 Infračervené záření (IR)

Spektrum infračerveného záření se kvůli výstižnosti biologických účinků dělí na tři pásma: IR-A, IR-B, IR-C. V přesném rozdělení dle fyzikálních vlastností však nepadají mezi vědci shoda. Za nejběžnější přirozený zdroj považujeme slunce. Mezi umělé zdroje IR paprsků lze zařadit tepelné lampy a ohříváče nebo rozžhavené materiály jako je sklo nebo kov. Podobně jako u radiových vln je zvýšené nebezpečí u některých profesích a spíše není tak časté v běžném životě. Do rizikových povolání spadají skláři, kováři, hasiči, pekaři a další zaměstnání, kde předpokládáme práci s intenzivními teplotami materiálů. Dle amerických výzkumů se uplatňuje

často při kritické expozici IR paprskům souslednost více zdrojů optického záření, obvykle z lamp. (Moss et al., 1982, s. 8-12)

Díky nízké energii fotonů může tento typ záření pronikat do tkání a zde je poškodit přeměnou sálavé energie na teplo. Výzkumné studie se zabývají hlavně poškozením očního aparátu, ale do problematiky patří také poškození kůže anebo stres z přehřátí. (Moss et al., 1982, s. 13)

3.2.1 IR a kůže

IR-A a IR-B mohou pronikat pokožkou, škárkou a podkožím, zatímco IR-C je úplně pohlcováno pokožkou díky přítomnosti vody. (Sklar et al., 2012, s. 60-61) Je schopno vyvolat akutní změny jako je erytém či spáleniny, což je provázeno zvýšenou vazodilatací arterií, aby se přebytečné teplo rozptýlilo do okolí. (Moss et al., 1982, s. 55) Ve srovnání s UV zářením, které má na kůži i druhý působící, tzv. fotochemický efekt, se předpokládá u IR jen tepelný – „ohřívací“ mechanismus. Nadměrné a opakované expozice vyvolávají změny v pigmentaci. Příkladem takového chronického onemocnění je „erythema ab igne“, kdy povrchová vrstva pokožky se zbarví do červená až hnědá. Bylo častější v minulosti, před objevem centrálního topení, u majitelů krbů. I když se nepředpokládá, že by IR samotné vyvolávalo rakovinu, je zvýšená teplota pokožky považována za kokancerogenní faktor, tím, že tlumí opravné DNA mechanismy vzniklé v důsledku jiných činitelů – např. UV záření a chemických látek. (Ziegelberger, 2006, s. 634-637) Celotělovou expozicí se naruší schopnost organismu fyziologicky regulovat teplotu a člověk je vystaven tepelnému stresu. (Ziegelberger, 2013, s. 78)

3.2.2 IR a oko

Optický aparát oka disponuje protektivními mechanismy, které mu zprostředkovávají ochranu proti nejrůznějším činitelům. (Moss et al., 1982, s. 13) Tam, kde IR bývá doprovázeno ostrým světlem, se jedná o korneální (také nazývaný jako mrkací) a pupilární reflexy. Při silném podnětu se zornice zúží a méně světla pronikne na sítnici nebo dojde k samovolnému zavření víček (Nováková et al., 2013, s. 108) Pro odlišnou transmitanci a absorpční schopnosti v každé části oka se tepelná energie nešíří všude stejnoměrně. Díky četnému prokrvení sítnice může být nakonec teplo z dopadajících paprsků jednodušeji rozptýleno než u dalších očních struktur. (Moss et al., 1982, s. 22) Na tepelné zahřátí jsou citlivé především rohovka a komorový mok. Záření poškodí víčka zhruba stejně jako kůži kvůli podobným vlastnostem a projeví se od zčervenání až po vážné popáleniny. Rohovka, která anatomicky následuje, se skládá z přední a zadní plochy. Propustí většinu IR-A, ale pohlcuje IR-B a IR-C. Přední část nebývá po ozáření

tak poškozena, protože je jednak napojena na slznou žlázu, která sekretem zvlhčuje povrch a napomáhá obnově a může být ochlazována přirozeným vzduchem než zadní část. Uvědomění si dvou vrstev je důležité, protože v hluboké endoteliální vrstvě nedochází k obnově tkáně vůbec. Proteiny mají tendenci se v celé rohovce srážet a lze to připodobnit pečení v troubě. Tento pocit vysoké míry expozici si uvědomíme výraznou bolestí. Vlivem koagulace bílkovin a ulcerace může rohovka ztratit průhlednost. Komorový mok vyplňující prostor mezi čočkou a rohovkou také absorbuje IR-B i IR-C, což zvýší teplotu, která se přenáší do rohovky, čočky a sítnice. Reakce duhovky na mírnou expozici vede k mióze (stažení zornic) a hyperémii. Propustnost (a tedy i poškození) závisí hlavně na množství pigmentu, jenž má protektivní efekt. Vystavení vyšším dávkám povede k paralýze svalových vláken pro rozšíření či zúžení, městnání krve, u závažných případů ke ztrátě pigmentace a nekróze. Čočka je bezcévnatá a špatně tak rozptyluje případné tepelné působení absorpcí IR-B a IR-C. Propouští kromě viditelného záření i IR-A kratších vlnových délek do 1400 nm. Je aktivně metabolizující tkání a tato schopnost se snižuje s věkem, čímž dochází k přirozenému výskytu zákalů (nazývaným také katarakty). Bylo zjištěno, že infračervené paprsky blízké se svou vlnovou délkou k pásmu mikrovln nepoškodí sítnici, jelikož byly předtím pohlceny předními částmi oka. Avšak paprsky, jejichž vlnová délka je kratší a které se pohybují blíže oblasti viditelného světla se k sítnici snadno dostanou a v průchodu okem se navíc lomí, čímž se soustředěná energie stává rizikem pro poškození citlivých fotoreceptorů. Tepelný efekt je nepřímý, enzymy jsou poškozeny denaturací. Autoři uvádí, že zvýšení teploty v oblasti cévnatky a sítnice o 10 °C a více vlivem expozice způsobí nevratné změny. Velikost zornice, místo dopadu IR radiace a délka osvitu jsou faktory míry poškození. (Voke, 1999, s. 22-27; Moss et al., 1982, s. 13-44)

Po druhé světové válce, kdy nastal rozmach průmyslové výroby, se více pozornosti soustředilo na náročné práce, kde by hrozilo poškození citlivých orgánů. Kutcher v roce 1946 dokázal, že u ocelářů došlo po 10 až 20 letech po expozici ke zvýšené incidenci katarakt. (Voke, 1999, s. 25; Kutscher 1946, s. 4) V rámci nemocí z povolání se tyto zákalů označují jako sklářské či žárové katarakty (glassblower's cataract). Uvádí se, že se jedná o raritní úkaz následku expozice IR záření a intenzivního tepla, která může způsobit sloupnutí zevních vrstev předního pouzdra čočky. Nemocní mají sníženou zrakovou ostrost, kvůli poklesu vnímání kontrastů si mohou stěžovat na oslňování anebo mohou mít nově navozenou krátkozrakost. (Kraus et al., 2001, str. 52-58)

3.3 Ultrafialové záření

Jedná se o pásmo neionizujícího záření, které se dělí dle vlnových délek a biologických účinků na: UVA (400-315 nm), UVB (315-280 nm) a UVC (280-100 nm). Pro člověka je hlavním přirozeným zdrojem expozice Slunce, ale z něj pocházející UVC se veškeré absorbuje atmosférou a na povrch dopadá přes 90 % UVA, zbytek tvoří UVB, jenž je pro svůj biologický efekt mnohem důležitější. (Matthes, 2004, s. 173) Kromě toho se uměle aplikuje ve zpracovatelském průmyslu (plasty, inkoust), dermatologii a zubním lékařstvím. Najde se ale i pozitivní efekt pro lidský organismus a tím je pro člověka tvorba vitamínu D ze 7-dehydrocholesterolu a dalších steroidů po expozici vlnovým délkám 215 až 310 nm. (Tuček et al., 2018, s. 71)

Obloukové svařování je významným umělým zdrojem všech typů UV vln. Zpracování některých materiálů je rizikovější, například u hliníkových slitin. Nesprávnou instalací nebo selháním přístrojů jako jsou germicidní lampy pro sterilizaci a dezinfekci mohou být zaměstnanci vystaveni UVC. Riziko z UVA (nejen) hrozí často z vytvrzování inkoustů, laků a lepidel. Bankéři podílející se na ověřování věrohodnosti platidel se též musí chránit před UVA. Celému spektru jsou exponováni lékařští pracovníci – hlavně dermatologové. (Ziegelberger, 2010, s. 80-81)

3.3.1 Ultrafialové záření – účinky na kůži

Erytém (zčervenání kůže) je nejvíce pozorovatelný přímý důsledek expozice UV záření. Vznikem velkého množství drobných lézí v jádru buněk bazální vrstvy epidermis, které se nestíhají molekulárními mechanismy tak rychle opravit, se následně spustí kaskáda dějů, která povede ke zvýšenému prokrvení rozšířením kožních cév a změně barvy do červena. Vyšší dávky jsou provázány bolestí, otoky nebo jizvami. Autor upozorňuje, že na rozdíl od úrazů vyvolaných tepelným zdrojem, kdy pokožka zrudne hned, se zde počítá s dobou latence projevů 1-6 hodin od expozice. Odeznívá během několika dní. Existují různé fototypy kůže, od kterých můžeme odvodit velikost nepřiměřené kožní reakce. Jedinci s málo znatelným pigmentem melaninem, jenž je považován za protektivní faktor, se na slunci neopálí (tj. nezmění barvu kůže), aniž by došlo k určitému stupni spálení. Naopak lidé vzhledově více pigmentovaní a příslušníci určitých etnických skupin nejsou tak moc náchylní ke spáleninám na rozdíl od předchozí jmenované skupiny. (Matthes, 2004, s. 175-182) Tyto charakteristiky jsou odvozeny od poměru převažujícího produktu tvorby lidských melanocytů – eumelaninu (barva tmavá hnědo-černá) a feomelaninu (barva žluto-červená). Feomelanin absorbuje fotony a produkuje

fototoxické ROS (reactive oxygen species = reaktivní formy kyslíku). Eumelanin vycytává volné radikály, a proto je fotoprotektivní. Existují anatomické rozdíly v citlivosti oblastí: obličej, krk a trup jsou dvakrát až čtyřikrát více senzitivní na erytém než končetiny. Zvláštní pozornost zasluhují také exogenní fotosenzitivní látky vstupující do organismu zvenčí, které urychlují nechtěné kožní reakce. Vyskytují se v textilních, pokrývačských a tiskařských barvivech a dalších substancích. Nebezpečí je spatřováno i v chronickém působení UV záření, kdy se ztlušťuje svrchní epidermis, urychlují se samotné stárnoucí procesy kožních buněk (kůže je suchá, vrásčitá a nepružná) a zvyšuje se riziko samotné rakoviny kůže. Tři nejčastější formy kožních nádorů seřazených sestupně dle incidence a vzestupně dle vážnosti jsou: bazocelulární karcinom, spinocelulární karcinom a maligní melanom. Před mnoha lety rakovina kůže ohrožovala hlavně farmáře a námořníky, kteří byli nadměrně vystaveni slunci. (Matthes, 2004, s. 175-182; Ziegelberger, 2010, s. 66-71)

3.3.2 Ultrafialové záření – oko

Rohovka pohlcuje UVC a UVB paprsky. Poškození vnitřního endotelu je na rozdíl od epitelální vrstvy trvalé. Po ozáření paprsky vlnových délek od 210 nm do 315 nm se vytváří stav zvaný fotokeratitida. Je známá u svářečů, kteří pracují s obloukem před tím, než si nasadí ochrannou přilbu. Po 12 hodinách přední části oka, oční víčka a kůže zčervenají, osoba produkuje slzný sekret, je světloplachý a pevně stiskává víčka (tzv. blefarospasmus). Ve skutečnosti funguje jako zachytávající filtr pro čočku a sítnici absorpcí škodlivého UV záření. Příznaky ustupují po 48 hodinách. Může dojít i k nevratným změnám, což se dá rozpoznat okamžitou ztrátou zraku. Rohovka jako filtr selhává ve dvou situacích. Zaprvé, pokud je rohovka vystavena dlouhodobě nízkým dávkám v určitých vlnových délkách anebo při vysokém zářivém toku v určitých vlnových délkách. (Vokey, 1999, s. 37-38)

Chronické expozice UVB vedou ke ztluštění fibrózní spojivkové tkáně – tzv. pterygium (Rozsival, 2017, s. 85-86). Někteří autoři popisují i jiná onemocnění spočívající v ukládání patologických bílkovin. U duhovky a řasnatého tělesa se diagnostikují zánětlivé procesy, tzv. uveitidy. Čočka pohlcuje UVB a dlouhovlnné UVA a tím podporuje vznik šedých zákalů. Epidemiologické statistiky odhalily vyšší výskyt katarakt v oblastech s delší dobou slunečního svitu. Sítnice je citlivá i na úsečné vystavení krátkovlnného UV záření, přestože zde po "filtraci" rohovkou a čočkou dopadá jen 1-2 % UVA. Fotochemickým efektem jsou ničeny fotoreceptory, které ztrácí lamelární strukturu, lomí se a jsou následně ničeny fagocytózou. Tento jev je doplněn destrukcí pigmentové epitelální vrstvy. Dalším mechanismus defektů spočívá v

tepelné denaturaci strukturních bílkovin a zjizvení, což buňky poškodí nevratně. (Voke, 1999, s. 37-40)

4 Práce v přetlaku okolního prostředí

Přetlakem se rozumí zvýšený tlak vzduchu v okolní atmosféře. Lidské tělo je přirozeně adaptováno vdechovat vzduch pod tlakem 21,3 kPa. Při této hodnotě je hemoglobin, neboli molekula dopravující kyslík tkáním, saturován přibližně z 98 %. Organismus dokáže v krátkém časovém úseku výkyvy atmosférického tlaku snést bez vážné újmy, avšak při déletrvajícím zvýšeném tlaku může hrozit například otrava kyslíkem. S vlivem obecně zvýšeného tlaku okolního prostředí se setkáváme zejména u potápěčů nebo pacientů a personálu hyperbarických komor. (Kindwall, 2015; Novomeský, 2002, s. 220)

Zvýšený tlak vodního prostředí může na organismus a tkáně působit přímo mechanicky, kdy u exponované osoby vzniká specifické poškození orgánů změnami tlaku, tzv. barotrauma. Při pobytu potápěče pod vodou ve větší hloubce se uplatní fyzikální vlastnosti vdechovaných plynů, rozpouštějících se v organismu:

1. Okolní tlak narůstá lineárně s hloubkou – při sestupu o 10 metrů pod hladinu se zvýší o 1 atmosféru (neboli 101,3 kPa).
2. Podle Boyleova zákona, pokud se potápěč u hladiny zhluboka nadechne a se zadržným dechem sestoupí do 10 m pod hladinu, objem vzduchu v jeho plicích se sníží z 6 litrů na 3 litry. Ale naopak, nebezpečnější bude, pokud se potápěč zhluboka nadechne v hloubce 10 m ze svého zásobníku a vrátí se na hladinu bez výdechu, v tomto případě objem vzduchu v jeho plicích se zvýší z 6 litrů na 12 litrů.
3. Podle Henryho zákona, čím větší je parciální tlak plynu, tím se více plynu rozpustí v roztoku. Kdykoli tedy potápěč sestoupí dolů, více dusíku ze vzduchu se rozpustí v jeho těle. Opět, riziko může nastat při dekompresi, kdy se tento dusík nestačí dostatečně rychle vstřebat a vytváří se v tkáních, včetně krve bubliny, jež mají mechanické, chemické a embolické účinky. (Novomeský, 2002, s. 220; Lee a Byeong, 2013, s. 1)

Barotrauma se týká:

- Vnějšího, středního a vnitřního ucha, což způsobí prasknutí bubínku, problémy s vyrovnáváním tlaku přes Eustachovu trubici nebo ušní šelesty a ztrátu sluchu
- Anatomicky nevyplněných dutin
- Plic a plicních sklípků, což patří mezi nejzávažnější potápěcí nehody. Když v důsledku nadměrné expanze plic nemůže potápěč řádně ventilovat rozpínající se vzduch, přesune se vzduch přes plicní žíly do velkého krevního oběhu a vzniká embolie postihující hlavně mozek.

(Novomeský, 2002, s. 220-221; Lee a Byeong, 2013, s. 2-3)

Kyslík ve vzduchu dýchaném v přetlaku pod vodou se v hloubkách nad 60 metrů stává pro lidský organismus toxickým. V přetlaku působí toxicky na CNS a akutní intoxikace začíná obvykle změnou ve vidění podnětů a závratí. Někdy nejsou typické příznaky přítomné a dostaví se náhlé bezvědomí spolu s křečí končetin nebo i celého těla. (Novomeský, 2002, s. 222) Oxidativní poškození buněčných membrán povede ke kolapsu plicních sklípků, poškození plicního epitelu nebo zmenšení surfaktantu. (Cooper et al., 2023) Hypertyreóza, strach, přítomnost horečky, zimnice a užívání některých návykových látek zvyšují efekt otravy kyslíkem. (Kindwall, 2015) Pokud chceme prokázat toxické poškození organismu kyslíkem, cílíme na testy sledující vitální kapacitu plic a compliance plic. (Jackson, 1985).

Dalším problémem může být kumulace plynů, a to oxidu uhličitého a oxidu uhelnatého. Zdrojem CO mohou být spalovací motory u provozních součástí v tzv. kesonech. Potápěči a pracovníci pracující se stlačeným vzduchem by měli být proškoleni v nástupu počátečních příznaků takové otravy, mezi něž patří bolest hlavy, nevolnost, slabost a závratě. Je důležité zajistit, aby odsávání kompresoru bylo co nejučinnější, jinak je otrava fatální. (Kindwall, 2015) V kesonech dělníci většinou pracují na jednu směnu denně. Délka směny se řídí maximálním pracovním tlakem, dekompresním profilem a místními předpisy. (Piantadosi, 2021, str. 5)

Oxid uhličitý je přirozený produkt metabolismu a vylučován normálním procesem dýchání. Špatné vybavení může zhoršit jeho odstranění nebo způsobit nahromadění vysokých hladin ve vdechovaném vzduchu potápěče. Ve velmi vysokých koncentracích (nad 3 %) může způsobit chyby v úsudku, které mohou zpočátku vést k nepřiměřené euforii, následovanou poklesem nálady či depresí, pokud je expozice delší. (Kindwall, 2015) Kromě všech výše zmíněných profesí jsou v ohrožení také námořníci pracující na ponorkách. Uvnitř těchto podmořských plavidel zůstává jako jeden z problémů kumulace CO₂ produkovaného posádkou. Vystavení zvýšeným hladinám CO₂ je spojeno se zvýšením ventilace a změnami v pH organismu, což má vliv na mobilizaci vápníkových zásob. (Piantadosi, 2021, str. 5)

5 Práce v podtlaku okolního prostředí

Práce za podtlaku v okolním prostředí se prakticky týká pobytu ve vysokých nadmořských výškách. Fyziologicky je spjata s hyperventilací (tedy zvýšenou frekvencí dýchání), což může teoreticky vést při expozici škodlivinám k inhalaci jejich většího množství než při práci u hladině moře. (Aqueveque et al., 2017) Nesmíme ale zapomenout, že dochází ke snížení parciální tlaku kyslíku, což vede do doby adaptace ke zhoršenému dýchání v důsledku hypoxie. U netrénovaných osob se rozvíjí tzv. akutní horská nemoc, provázena dále mj. slabostí a malátností, přičemž za několik dní se stav upraví, protože dojde ke zmnožení erytrocytů, a tedy zlepšené utilizaci kyslíku. (Vokurka et al., 2018, s. 34) Na základě výsledků studie, která porovnávala maximální pracovní spotřebu kyslíku při daném parciálním tlaku O₂ lze konstatovat, že množství fyzické práce, kterou mohou stálí obyvatelé vysokých nadmořských míst vykonávat, se zvýší, když se naráz přesunou do nižší nadmořské výšky, nebo opačně klesne, když se objeví ve vyšší poloze. (Favier et al., 1995)

V českém prostředí nebývá výše uvedené častým jevem, avšak tato problematika je aktuální v Chile, kde došli k závěru, že frekvence výskytu silikózy je častější u těch osob, které pracují v dolech ve vyšších nadmořských výškách nad 2000 m n. m. oproti skupině stejně zařazených pracovníků působících v nižší nadmořské výšce. (Dümmer, 2011) Horníci pracující v podobném terénu musí zvládat extrémní klimatická a fyziologická nebezpečí bez specializovaného lékařského dohledu. Z tohoto důvodu se hledají v těžebním průmyslu neustálá vylepšení stávajících programů pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci. (Aqueveque et al., 2017) Spekuluje se také, že vyšší počet červených krvinek – polycytémie – kdy hematokrit je nad 50 % normální hodnoty, by mohl být příčinou častějšího výskytu kardiovaskulárních chorob. Tyto komplexní predikce jsou stále předmětem dalších výzkumů. (Akunov et al., 2018, s. 5)

6 Poruchy sluchu způsobené hlukem

Hluk patří k nejrozšířenějším škodlivinám pracovního i životního prostředí a je jím myšlen jakýkoliv subjektivně vnímaný nepříjemný, rušivý či přímo pro člověka zdraví škodlivý zvuk. (Tuček et al., 2018, s. 50) V České republice pracuje v riziku hluku ve smyslu právních předpisů kolem 250 000 pracovníků. (Hybášek, Vokurka, 2023, s. 44) Zařazení na pracoviště s vysokým hlukem je kontraindikované, pokud má osoba některý z následujících zdravotních problémů: porucha vnímání zvuku, ruptura bubínku, tinnitus, problémy s rovnováhou, špatná sluchová anamnéza nebo současná zhoršující se porucha sluchu. (Hahn et al., 2019, s. 117-120) Zvuk se přenáší ve formě zvukových vln, kterými se šíří akustická energie. Rozlišujeme hluk:

1. Impulzivní
2. Neimpulzivní
 - a. Ustálený
 - b. Proměnný
 - c. Přerušovaný (Fenclová et al., 2014, s. 59)

Výška zvuku je dána frekvencí vlnění, intenzita zvuku je výslednou amplitudou. Hladinu intenzity, používanou v pracovním lékařství, udáváme v jednotkách dB, přičemž hovoříme-li někdy o tzv. hlasitosti, ta není měřená, ale vnímána subjektivně lidským uchem. Zevní a střední ucho nám pomáhá zachytávat, převádět anebo tlumit podněty. Vnitřní ucho je zodpovědné za kódování do akčních potenciálů a jejich přenos sluchovou dráhou do vyšších struktur nervového systému.

Jednorázové krátkodobé působení zvuku nadměrné intenzity může způsobit akustické trauma, které se posuzuje jako pracovní úraz. Tlaková vlna vyvolává rupturu bubínku, může poškodit také střední a vnitřní ucho. Akustické trauma se projevuje zahlušením, tlakem až bolestí v uchu a šelesty. Příznaky mohou trvat několik minut až dní, pak se stav obvykle normalizuje. (Fenclová et al., 2014, s. 59-60)

Opakované a dlouhodobé působení zvuku o hladině vyšší než 85 dB povede ke zvýšení sluchového prahu a ke vzniku percepční kochleární nedoslýchavosti. (Fenclová et al., 2014, s. 59) Při této nadměrné intenzitě či déle trvajícím hluku mohou být narušeny nejen vláskové buňky a jejich spoje, ale celý Cortiho orgán a rovněž pozorujeme smísení endolymfy a perilymfy. Dalším důsledkem expozice hluku je zvýšení volného Ca^{2+} ve vnějších vláskových buňkách bezprostředně po nadměrné akustické stimulaci a formace některých chemických látek, např. reaktivních forem kyslíku či glutamátu, což přispívá k buněčné smrti. (Le et al., 2017, s. 2-3) Veřejné zdravotnictví se tímto rizikovým faktorem začalo aktivně zabývat od

konce 19. století (éry průmyslu), kdy vzešli na povrch první zdokumentované případy ztráty sluchu u exponovaných pracovníků jako byli kováři a svářeči. Později byla provedena šetření u posádek ponorek či pilotů vojenských letadel. V současnosti se odhaduje, že jedna třetina světové populace a 75 % obyvatel velkých průmyslových měst trpí určitým stupněm hluchoty nebo ztrátě sluchu způsobené zvuky o vysoké intenzitě. (Sierra-Calderon et al., 2017, s. 11425) Předpokládá se, že v Evropě je asi 25–30 milionů lidí zaměstnáno v nevhodných podmínkách, které jsou rizikovým faktorem pro vznik sluchových vad. (Kowalska, 1997) Dále bylo některými zahraničními studiemi prokázáno, že při spolupůsobení tzv. ototoxických látek, jako je styren, toluen nebo oxid uhelnatý může nastat trvalá ztráta sluchu, ačkoliv jsou na pracovišti dodržovány přípustné expoziční limity. (Morata et al., 2003)

Příklady profesí, které jsou zvláště náchylné k akustickému traumatu:

- Vojaři z povolání vystaveni silným explozím a střelbě
- Dělníci v těžbě a lomech, kde probíhají odstřely
- Pracovníci v továrnách nebo výrobních zařízeních, kde poruchy strojů mohou vést k náhlým hlasitým zvukům

Příklady profesí, které jsou náchylné k déletrvajícím hluku a u nichž se může rozvinout celková ztráta sluchu:

- Stavební dělníci pracující v hlučném prostředí bez řádné ochrany sluchu
- Zaměstnanci letiště vystaveni hlukům z letadel
- Hudebníci a umělci
- Hasiči a záchranáři kvůli používání sirén a alarmů

Hodnocení míry a závažnosti poškození sluchu spočívá v použití prahového tónového audiogramu a výpočtu celkové procentuální ztráty sluchu podle Fowlera. Postup výpočtu je následující: Nejprve se pro každé ucho vypočítá ztráta sluchu v procentech zvlášť. Toho dosáhneme tak, že přístrojem generujeme tón o určité intenzitě v příslušné frekvenci. Každou naměřenou sluchovou ztrátu (v decibelech) pro tóny o frekvenci 500, 1000, 2000 a 4000 Hz převádíme na odpovídající procentuální ztrátu sluchu podle tabulky. Poté se tyto čtyři procentuální hodnoty sečtou, což nám dá procentuální ztrátu pro pravé nebo levé ucho. (Fenclová et al., 2014, s. 61)

Celková procentuální ztráta sluchu se nakonec vypočte tak, že k procentuální ztrátě sluchu méně postiženého (lepšího) ucha se přidá čtvrtina rozdílu mezi oběma ušima.

Ztráta sluchu	Ztráta sluchu v procentech pro tóny o 4 základních frekvencích			
	v dB	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
10	0,2	0,3	0,4	0,1
15	0,5	0,9	1,3	0,3
20	1,1	2,1	2,9	0,9
25	1,8	3,6	4,9	1,7
30	2,6	5,4	7,2	2,7
35	3,7	7,7	9,8	3,8
40	4,9	10,2	12,9	5,0
45	6,3	13,0	17,3	6,4
50	7,9	15,7	22,4	8,0
55	9,6	19,0	25,7	9,7
60	11,3	21,5	28,0	11,2
65	12,8	23,5	30,2	12,5
70	13,8	25,5	32,2	13,5
75	14,6	27,2	34,0	14,2
80	14,8	28,8	35,8	14,6
85	14,9	29,8	37,5	14,8
90	15,0	29,9	39,2	14,9
90	15,0	30,0	40,0	15,0

Mezi další diagnostické nástroje patří tzv. vyšetření akustických evokovaných potenciálů (AEP) z oblasti mozkového kmene (BERA), které je objektivně zaznamenaná z elektroencefalografického záznamu. AEP jsou zachyceny elektrodami při sluchovém stimulu. (Habib et al., 2021; Šlapák et al., 2009)

Pracovníci by měli být motivováni k aktivnímu zapojení do bezpečnostních školení, jelikož sami se mohou nejvíce podílet na předcházení svých zdravotních problémů. Školící programy BOZP poskytují klíčové znalosti a dovednosti potřebné k bezpečnému pohybu v hlučném pracovním prostředí. Pro prevenci ztráty sluchu je zásadní dodržování bezpečnostních předpisů a pravidelné používání ochranného vybavení, jako jsou špunty do uší nebo mušlové

chrániče sluchu. Nad rámec osobní ochrany je vhodné změnit rozložení pracovního místa, přemístit hlučné stroje a případně instalovat materiály pohlcující zvuk. Dále Sendowski v přehledovém článku doporučuje hořík, který má schopnost zabránit a také post-expozičně omezit ztrátě sluchu po vystavení hlukem. Snadná dostupnost, levnost a bezpečnost by mohli vést k indikaci u osob postižených hlukem. (Jo et al., 2024, s. 11-12; Sendowski, 2006, s. 252)

7 Profesionální onemocnění horních končetin z vibrací

V pracovním lékařství se vibrace definují jako jakékoli mechanické kmitání části pevného prostředí, při kterém je mechanická energie přenesena z oscilujícího zdroje na lidské tělo. Jsou přenášeny buď na ruce, páteř a hlavu nebo na celé tělo. (Fenclová et al., 2014, s. 76) Běžnou prevencí je použití antivibračních rukavic nebo přímo viskoelastických materiálů okolo místa úchyty, vytvářejících ochrannou bariéru mezi rukou a nástrojem. (Dale et al., 2011, s. 1-2)

7.1 Sekundární Raynaudův syndrom cév rukou z vibrací

Články prstů jsou zásobovány malými větvemi arterií vystupujících z a. radialis a a. ulnaris po laterálních okrajích. Koncové tepénky jsou však tak malé, že může dojít k jejich ischemii. (Netter, 2016, s. 435)

Mechanismus poškození spočívá v dysbalanci regulace autonomního nervového systému způsobené nadměrnými vibracemi. To znamená, že zvýšená aktivita sympatiku a současně snížená aktivita parasympatiku povede k vazokonstrikci. Důsledkem vibrací může být také poškození nervových zakončení a samotných nervových receptorů, které pomáhají regulovat cévní tonus a reakci na vazodilatační látky, jako jsou například NO či prostacykliny. Tyto látky jsou používány v krevním řečišti jako mediátory pro udržení normálního cévního tonu. (Stoyneva et al., 2003, s. 615-616) Existuje hypotéza, že sympatická vazokonstrikce pozorovaná u Raynaudova syndromu ovlivňuje kochleární průtok krve, čímž je pracovník zranitelnější vůči hluku. (Palmer et al., 2002, s. 640).

Příklady profesí, jež jsou náchylné k rozvoji Raynaudova syndromu:

3. Stavební dělníci používající vibrační kladiva a pily
4. Řemeslníci a montážní pracovníci pracující s bruskami a vrtacími nástroji
5. Zahradníci používající motorové sekačky, řezačky keřů a jiné zemědělské nástroje
6. Dřevaři
7. Řidiči nákladních vozidel

Jde o komplexní stav popisovaný různými neurologickými, cévními a muskuloskeletálními příznaky. Doba mezi expozicí vibracím a rozvojem symptomů je různá, ale u vysoce rizikových skupin je kratší. Neurologické příznaky zahrnují brnění, ztrátu citlivosti a sníženou obratnost, obvykle výraznější v dominantní ruce. Cévní příznaky se projevují jako

vazospasmus na prstech, s blednutím a bolestí při vystavení chladu. Různé typy vibrací také ovlivňují specifické oblasti paže, přičemž vysokofrekvenční nástroje se projevují spíše v části zápěstí a nízkofrekvenční nástroje spíše v oblastech blízkých kloubů. Z dlouhodobého vystavení vibracím mohou vznikat degenerativní změny pohybového aparátu, jako jsou např. aseptické nekrózy. (Heaver et al., 2011, s 355)

Vodní chladový test má v diagnostice nezastupitelné místo. Doporučuje se následující postup provedení: vyšetřovaná osoba sedí s ohnutými lokty a mírně pokrčenými prsty rukou. Ruce jsou ponořeny po zápěstí do vody o teplotě 10 stupňů Celsia po dobu nejvýše 4 minut. Test se hodnotí jako pozitivní, pokud dojde k zbělení alespoň části jednoho prstu. V České republice se pro posuzování nemocí z povolání dosud provádí vodní chladový test podle Rejska: horní končetiny jsou ponořeny do vody o teplotě 10°C až po lokty po dobu 10 minut. Pro posuzování nemocí z povolání je test pozitivní, pokud dojde ke zbělení alespoň 4 článků prstů. (Brhel, 2007, s. 446)

Pro prevenci nemocí z povolání u pracovníků vystavených riziku vibrací se vodní chladový test provádí zejména v zimním období, kdy je pacient obecně prochlazen. Jako objektivní metoda pro hodnocení vazomotoriky slouží prstová pletyzmografie, která se provádí před a po vodním chladovém testu. Při úplné okluzi digitální arterie vazospazmem dochází k tzv. rozpadu křivky, kdy nelze detekovat fyziologický tvar a průběh pulzové vlny. Mezi pomocné diagnostické metody patří Lewisův-Prusíkův test, který měří dobu, která uplyne mezi uvolněním tlaku na nehtové lůžko a okamžikem, kdy dojde k prokrvení prochlazeného prstu. U zdravého člověka vymizí tlakem vyvolaná anemizace do 10 sekund. U pacientů s Raynaudovým syndromem způsobeným vibracemi se návrat kožních teplot prodlužuje. (Brhel, 2007, s. 446)

U lehčích stavů je dostačující ukončení používání vibračních nástrojů. Vyhýbání se náhlému chladu a rychlým změnám teploty by mělo být především zdůrazněno. Blokátory kalciových kanálů a vazodilatátory jsou neúčinnějšími perorálními léky pro léčbu pokročilejších stavů. Pomáhají uvolnit cévy, zabraňují tvorbě krevních sraženin a zlepšují průtok krve. Jiné způsoby léčby, jako jsou prostaglandiny, byly též zkoušeny, avšak podléhají dalšímu výzkumu. Zvládání těžších případů často zahrnuje používání topických antibiotik k léčbě vředů způsobených sníženým průtokem krve. Pacienti by měli být poučeni, aby nekouřili a nepili kofeinové nápoje, které mohou zhoršit celkové příznaky (Temprano, 2016, s. 125; Wigley a Flavahan, 1996, s. 774-775)

7.2 Nemoci periferních nervů horních končetin (charakteru ischemických nebo úžinových neuropatií) způsobené vibracemi

Normální inervace je zásadní pro plynulý pohyb končetiny a senzoricou funkci, čímž myslíme vnímavost dotyku, tlaku, teploty a bolesti. Horní končetiny jsou inervovány sítí nervových vláken, mezi něž patří:

- n. ulnaris, který inervuje svaly předloktí a ruky, a také zajišťuje citlivost kůže na vnitřní straně ruky
- n. radialis, který inervuje svaly na zadní straně paže a ruky
- n. medianus, který inervuje svaly předloktí a ruky, a také zajišťuje citlivost částí kůže na přední straně ruky (Netter, 2016, s. 461)

Ischemické neuropatie se týkají sníženého krevního zásobení nervů a úžinové neuropatie jsou spojeny s mechanickým stlačením nervů v důsledku opakovaného vystavování vibracím. Tímto procesem dochází bohužel ke zhoršení funkční integrity nervového systému.

Problémům jsou vystaveny profese jako např. kováři, strojní inženýři, operátoři výroby a další pracovníci pracující s pneumatickými nebo elektrickými nástroji, které generují opakované vibrace při práci s kovy, dřevem nebo jinými materiály. Dále také lamači kamene, vyrovnávači plechů a zubní laboranti. Mezi nejpoužívanější rizikové nástroje patří vrtačka, bruska, motorová pila. (Krajnak, 2018, s. 1-4; Health and Safety Executive, 2012)

Expozice vibracím vede ke vzniku příznaků, jejichž klinický souhrn je de facto zmíněný v předchozí kapitole. Dle Ehlera a kol. považujeme za nejzávažnější opět: bolest, brnění, změny v senzitivním vnímání, zhoršený úchop rukou a ztrátu zručnosti. Nemocní mají těžkosti s každodenními aktivitami jako je psaní, uchopení malých předmětů, obracení stránek, zvedání a přenášení drobných předmětů. (Ehler a kol., 2014, s. 250)

Diagnostické postupy jsou komplexní. Základním požadavkem ke stanovení diagnózy vibrační neuropatie je neurofyzilogické vyšetření. V diagnostice hraje roli vyšetření elektromyografické (EMG), které spočívá v analýze rychlosti vedení senzitivních a motorických nervů. Určením rychlosti vedení smíšeným nervem dokážeme posoudit závažnost poškození. Kvůli poruše senzitivních vláken pozorujeme sníženou rychlost vedení a snížení akčního potenciálu pro všechny 3 nervy ruky – n. medianus, n. ulnaris a n. radialis. (Otruba, 2011, s. 285; Ehler a kol., 2014, s. 250)

Terapeutický přístup současně sází na preventivní opatření, přičemž je zejména indikováno minimalizovat expozici vibracím a vyvarovat se vystavení nízkým teplotám. (Ehler a kol., 2014, s. 252)

7.3 Nemoci kostí a kloubů rukou z vibrací

Tato onemocnění mají vliv zejména na zápěstní a záprstní kůstky a jsou důsledkem drobných traumat vyvolaných vibracemi, přičemž nebezpečnějším a hlavním spouštěčem jsou otřesy a rázy, spíše než středně nebo vysokofrekvenční vibrace. U artrózy je primárně postižena kloubní chrupavka, zatímco kostní cysty a nekrózy jsou pravděpodobným výsledkem traumatizace drobných cév a následné trombotizace. Kostní cysty často postihují os lunatum, scaphoideum a capitatum. Patologické změny zahrnují také deformace a tvorbu kostních výrůstků, které mohou pronikat do tkáně, což zhoršuje nebo urychluje degenerativní změny kloubů. Jako nemoci z povolání jsou uznávány izolované artrózy rukou, zápěstních a loketních kloubů a aseptické nekrózy zápěstních a záprstních kostí. Pokud je prokázáno ohrožení nebo nemoc z povolání, postižený pracovník musí být trvale vyřazen z rizika vibrací. (Nakládalová et al., 2008; Carlsöö, 1982, s. 252-254; Fenclová et al., 2014, s. 81-82)

8 Nemoci šlach, šlachových pochev a úponů svalů z přetěžování končetin

8.1 Tendinitidy, tendosynovitidy a tendovaginitidy

Šlachy jsou tuhé, pevné a pružné tkáně skládající se z kolagenních vláken, které jsou schopny přenášet napětí na kosti generované svalovou kontrakcí. Při pohybu nebo udržování polohy šlacha slouží k přenosu svalové síly na kost. Šlachové pochvy jsou ochranným obalem kolem šlach a zajišťují, že šlacha zůstane na svém místě a nemá tendenci se třít o okolní tkáň. (Národní zdravotnický informační portál, 2023; Fontana a Lavříková, 2014)

Jedná se o aseptická zánětlivá onemocnění, která tvoří cca 13 % všech ohlášených profesionálních diagnóz. (Machartová et al., 2007, s. 180) Tendinitidy vznikají na podkladě nevhodných pracovních činností nebo statických poloh, což vyvolává mikrotraumatizaci a zánětlivou reakci. Postupem času se jejich struktura mění až úplně ochabuje. U tendovaginitid nastává tření mezi šlachou a jejím obalem, opakovaně vedoucí k fibróznímu ztluštění pochvy, což pohyb šlachy omezuje. Příznakem jsou otoky a bolestivost. (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023)

Konkrétní vybrané nemoci:

- Morbus de Quervain – je způsobena ztluštěním šlachové pochvy m. abductor pollicis longus a m. extensor pollicis brevis, což vyvolává útlak šlach a tření na výběžku vřetenní kosti. Vzniká nejčastěji z opakovaných krouživých pohybů (hlavně zápěstí) a postihuje více ženy než muže, nejčastěji okolo 30 až 50 let věku. Waldman uvádí jako jednu z rizikových profesí prodavače kopečkové zmrzliny. Pacienti popisují otoky a bolest, která jim znemožňuje držet například šálek kávy. (Waldman, 2022, s. 344)
- Digitus saltans – neboli „skákový prst“ bývá v důsledku přetížení a námahy jedna z nejčastějších tendinitid ruky a postihuje ženy dokonce šestkrát častěji než muže. Je vyvolána ztluštěním šlachy flexorů prstů a současným zúžením pochvy a šlachových poutek typických pro tuto koncovou oblast ruky, což zabraňuje hladkému klouzání šlachy a má za následek pocit „sevření“ celého prstu a odporu v pohybu. (Matthews et al., 2019, s. 18)

Nemoc z povolání je přisuzována pouze chronickým variantám tendinitid a tendovaginitid, obvykle vykazujícím trvání minimálně šesti měsíců a s prokázaným omezením funkce postižené ruky. Při rozlišení, zda-li se jedná o NzP či nikoliv oprávněný orgán vychází ze znalostí pracovních podmínek, přičemž potíže musí být vyvolány jednostrannou dlouhodobou mechanickou zátěží. (Fenclová et al., 2014, s. 85, Richtr a Keller, 2014, s. 246)

8.2 Entezopatie

Přechod šlachy v kost je histologicky rozdělen na šlachové fibrily, nekalcifikovanou a kalcifikovanou chrupavku a kostní tkáň. Takovému spojení říkáme enthesis. Onemocnění této skupiny vznikají rovněž dlouhodobým přetěžováním svalů, důsledkem čehož patologicky vznikají nové vrstvy fibrózy a kostní tkáň v místě přechodu. (Voclová, 2014; Nakládalová et al., 2008)

Souhrnně do této kapitoly spadají:

- Epikondylitida humeru na radiální straně (*tzv. tenisový loket*)
- Epikondylitida humeru na ulnární straně (*tzv. oštěpařský nebo golfový loket*)
- Onemocnění rotátorové manžety ramenního kloubu
- Impingement syndrom

Epikondylitidy patří mezi nejčastěji uznatelné NzP, které obecně patří do patologií šlach. (Richtr a Keller, 2014, s. 246) Epikondylus je anatomické označení pro výstupek (v tomto smyslu na pažní kosti), do něhož se upínají některé svaly. (Netter, 2016, s. 426)

Radiální (laterální) epikondylitidy jsou přibližně 10krát častější než epikondylitidy ulnární a vznikají při zapojení extenzorové skupiny svalů předloktí. Mezi velmi náchylné pohyby patří extenze (natažení) a pronace (vytočení ruky dovnitř). (Gromnica a Kunderát, 2014, s. 91)

Při ulnární epikondylitidě, která je méně častá, dochází k postižení úponů svalové skupiny flexorů předloktí a zápěstí, na ulnární epikondyl humeru. Etiologický stav je vyvolán flexí (ohybem) v loketním kloubu během současné supinace ruky (vytočení ruky ven). (Gromnica a Kunderát, 2014, s. 91)

Bolesti se tedy projevují na lokti a podle strany postižení buď na malíkové nebo palcové straně. V akutní fázi může být přítomna i bolest v klidu a oslabení svalové síly. Při vyšetření používáme jednoduché testy, při kterých napínáme nemocné šlachy – například na radiální straně šlachy m. extensor carpi radialis brevis a m. extensor digitorum communis (radiální epikondylitida) nebo šlachy m. flexor carpi radialis et ulnaris a m. flexor digitorum superficialis na ulnární straně epikondylu (ulnární epikondylitida). (Richtr a Keller, 2014, s. 247)

Vznikají u namáhavých prací jako tesař, zaměstnanec stěhovací služby, malíř, horník a dělník manipulující s těžkými břemeny, při nichž jsou výše zmiňované pohyby typické, časté při používání nástrojů s dlouhou rukojetí (kladivo, lopata, kleště, sekyra). (Fenclová et al., 2014, s. 86) Dále v zahraniční odborné literatuře jsou popsána hlášení z masozpracujícího a automobilového průmyslu, kde jsou podobné zvláštní nástroje běžné. (Walker-Bone et al.,

2012, s. 308) Nemoc z povolání musí být jednak chronická a jednak se diagnosticky opírá o vyšetření perfuze krve v oblasti epikondylů – tzv. třífázovou scintigrafií. Osoby trpící epikondylitidou se krátce po vyřazení z práce téměř vždy zcela vyléčí. (Hrnčíř, 2019, s. 66-68)

V oblasti ramene posuzujeme jako NzP impingement syndrom III. stupně s rupturou rotátorové manžety. (Brhel, 2006, s. 265) Rotátorová manžeta představuje skupinu čtyř svalů, které se na jednom konci připevňují k lopatce a na druhém k pažní kosti: musculus subscapularis, musculus supraspinatus, musculus infraspinatus a musculus teres minor. Spolu s jejich šlachami, které obepínají ramenní kloub podobně jako manžeta, tak umožňují nejen jeho pohyb, ale i stabilizaci. (NZIP, 2023) Při rotaci paže nebo abdukci (upažení do stran) mohou být šlachy nadměrnými pohyby tohoto typu iritovány, neboť „naráží“ do výběžku hřebenu lopatky, který se nachází nad nimi, proto se od tohoto jevu název syndromu odvozuje od stejného anglického slovesa, tedy impingement syndrom. (Harrison a Evan, 2011, s. 701-708) Dle české literatury jsou nejvíce ohroženi dělníci v automobilovém a slévárenském průmyslu, horníci, brusiči a foukači skla. (Fenclová et al., 2014, s. 88) Kromě již zmiňovaného byly dále prováděny studie s pozitivním výskytem u rybářů, zaměstnanců třídíren balíků a švadlen. (van Rijn et al., 2010, s. 194-196)

9 Úžinové syndromy

Cévy, svaly a nervy prochází v některých místech anatomickými průchody nebo zúženými na končetinách, přičemž jejich deformací jsou vyvolány patologické stavy postihující tyto struktury, odtud název úžinové syndromy.

Na rozdíl od akutního poškození nervů, které vzniká následkem úrazu či vážného jednorázového poranění, představují mechanické tlaky vyvolané vnějšími silami nebo opakujícími se pohyby dlouhodobé poškození, známé jako nervová komprese. (Bonfiglioli et al., 2015) V tomto kontextu je v oblasti pracovního lékařství zvláště významný syndrom karpálního tunelu, který je nejčastější hlášenou nemocí z povolání za rok 2022, která je spojena s fyzikálními faktory. (SZÚ, 2022, s. 37) Další možné léze bývají u n. ulnaris, n. radialis, n. peroneus, n. suprascapularis nebo se týkají přímo celého pažního nervového pletence. (Fenclová et al., 2014, s. 92-96)

9.1 Syndrom karpálního tunelu (SKT)

Karpální tunel má stěnu tvořenou dorsálně zápěstními kůstkami a ventrálně vazivovým pruhem. Prochází tudy kromě 9 šlach flexorů (ohybačů) prstů také nervus medianus, který po průchodu senzitivně inervuje 1. až půlku 4. prstu na ruce a motoricky ovládá obecně s pár výjimkami svalstvo palce a červovité svaly (mm. lumbricales) I. a II. pro pohyb v prstových kloubech. (Minks et al., 2014, s. 235; Hanzlová a Hemza, 2012) V roce 2022 byl hlášený ve 110 případech, z toho u 104 mužů a 6 žen. (SZÚ, 2022, s. 37) Odhadem je celosvětově postiženo 4 % až 5 % populace, přičemž nejnáchylnější jsou starší jedinci ve věku mezi 40 a 60 lety. (Genova et al., 2020, s. 1) I když české zdroje uvádějí rizikové profese z oblastí jako hornictví, brusičství kovů nebo lesního průmyslu, ve zdravotnictví pak u stomatologů a zdravotních laborantů, existují důkazy o výskytu SKT také u řezníků, pracovníků v obchodech s potravinami, výrobců elektroniky, zaměstnanců továren na mražené potraviny a obecně tam, kde lze uvažovat manuální práce využívající flexi, nebo extenzi zápěstí, rotaci končetiny a obecně dlouhodobou jednostrannou lokální svalovou zátěž drobných svalů ruky a předloktí. Předpokládá se, že zařazením vibrujících nástrojů do výrobních procesů se riziko incidence zvyšuje přinejmenším dvojnásobně. Ze subjektivních faktorů hraje podstatnou roli stres podávat dostatečný pracovní výkon. Za podstatné mimopracovní faktory zvyšující riziko pak považujeme obezitu, diabetes, chronické záněty končetin nebo těhotenství. (Fenclová et al., 2014, s. 90; Minks et al., 2014, s. 235; van Rijn, et al., 2009, s. 19-20; Genova et al., 2020, s. 2) Senzitivní symptomy jsou prvními projevy karpálního tunelového syndromu (SKT). Pacienti

si stěžují na parestezie (pocit mravenčení, brnění) a dysestezie (neobvyklý pocit) v prvním až čtvrtém prstu. Tyto symptomy se často objevují v noci a budí pacienta, následně se může pacient snažit protřepávat ruku, což přináší úlevu. Pocit "oteklé ruky" může být přítomen, i když otok není viditelný. Příznaky provází i ochabnutí svalů palce, což vede k problémům při jemných pohybech. Pacienti mohou mít problémy s uchopením drobných předmětů. Mezi netypické příznaky spadá vystřelování bolesti z ruky do předloktí, paže nebo ramene. Vyšetření se provádí metodou EMG, která byla popsána již dříve. (Minks et al., 2014, s. 236) Syndrom karpálního tunelu lze léčit konzervativně s 80% úspěšností, ale relaps do jednoho roku je častý. Konzervativní léčba je obvykle poskytována pacientům s mírnými až středně těžkými příznaky a opírá se o podávání kortikosteroidů (proti otokům a zánětu), nesteroidních protizánětlivých léků vitamínů B6 a B12, jógu, rehabilitaci a použití ručních dlah, které pomáhají proti zbytečnému ohýbání zápěstí. Operace je zvažována, pokud konzervativní léčba selže. Při ní se provede řez vazivového pruhu *ligamentum carpi transversum*, čímž se uvolní tlak na n. medianus. (Zamborsky et al., 2017, s. 4-5; Genova et al., 2020, s. 4)

9.2 Léze nervus ulnaris

Nervus ulnaris má ve svém průběhu několik míst, kde může být utlačen v přirozené úžině buď okolními tkáněmi, nebo vnějším tlakem a může dojít k jeho dočasnému nebo trvalému poškození. Jednou z nich je žlábek na pažní kosti, sulcus nervi ulnaris. V této oblasti se nerv nachází těsně pod kůží a je ohrožen jak vnějším tlakem při opření končetiny, tak protažením při flexi v lokti. Distálněji se zanořuje do kubitálního tunelu při styku kostí pažní a loketní a dále vstupuje do posledního úžinového prostoru, tzv. Guyonova kanálu na ruce. Podle místa, kde k poškození došlo, se přesné příznaky léze liší a jejich srovnání je z důvodu podrobných anatomických popisů bohužel nad rámec této práce. Je důležité zmínit poruchy cití – brnění, mravenčení, snížení citlivosti a motorickou slabost v inervovaných svalech. Základním vyšetřením je opět EMG. (Ridzoň, 2014, s. 240-242; Fenclová et al., 2014, s. 92)

10 Nemoci tíhových váček

Tíhový váček (lat. *bursa*) je oploštěného tvaru a vyplněný synoviální tekutinou. Vyskytují se na mnoha místech těla, kde se svaly, klouby nebo kosti vzájemně překrývají a třou se o sebe a jejich funkcí je toto tření struktur vzájemně se pohybujících po sobě snižovat. (NZIP, 2023) Burzitidy jsou aseptické záněty tíhových váček nad klouby, které vznikají při pracovních činnostech, během kterých je po významnou část osmihodinové pracovní směny vyvíjen tlak na bursu. (Nakládalová et al., 2008) Hlavními symptomy jsou bolest a otoky v kloubu nebo kolem něj. V některých případech mohou lidé pociťovat omezený rozsah pohybu a ztuhlost.

Jakékoli povolání, které představuje špatné držení těla, kdy je dlouhodobý tlak na tíhový váček, či opakované pohyby, může pracovníky vystavit riziku. (CCOHS, 2023)

Dle expozice je můžeme rozdělit následovně:

- Studentský/písařský loket (bursitis olecrani): povolání, která vyžadují opírání se o lokty nebo pohyb loktů – např.: instalatéri, hudebníci, broušení skla, ostření nástrojů
- Kolenní (prepatelární) burzitida: povolání, která vyžadují klečení, skákání nebo dřepy – např.: podlaháři, zahradníci, tesaři, instalatéri, zápasníci, běžci
- Ramenní (subakromiální burzitida): povolání, kde se přenáší těžká břemena na rameni déle než 4 hodiny ve směně anebo u zaměstnanců, kteří pracují s rukama nad hlavou – např.: poštovní doručovatelé, skladníci, montážní dělníci (Fenclová et al., 2014, s. 96; CCOHS, 2023, FYZIOklinika, b.r)

Jako nemoci z povolání posuzujeme jen chronické formy trvající nejméně 6 měsíců. Postiženého je potřeba vyřadit z práce a v případě nálezu výpotku se provede punkce. (Nakládalová et al., 2008)

11 Ostatní nemoci z povolání

11.1 Poškození menisku kolenního kloubu

V koleni jsou menisky klíny vazivové chrupavky, které tvoří kolagen. Jejich funkcí je zajišťovat biomechanické funkce kolena a hrají zásadní roli při tlumení nárazů a přenosu zátěže při chůzi a jiných aktivitách. Také napomáhá zajišťovat stabilitu kolenního kloubu. (Luvsannyam et al., 2022, s. 2; Bhan, 2020, s. 2) Profesionální poškození menisku vzniká po několikaleté práci vykonávané v poloze v kleče a podřepu. Při posuzování o přiznání nemoci z povolání je třeba vyloučit neprofesionální příčiny poškození menisků, jako jsou úrazy apod. (Fenclová et al., 2014, s. 97)

11.2 Onemocnění bederní páteře

Od 1. ledna 2023 vstoupilo v platnost nařízení vlády č. 506/2021 Sb., které umožňuje nově odškodňovat chronická onemocnění bederní páteře způsobená dlouhodobým přetěžováním těžkou fyzickou prací. (Česká republika 2021) Podle epidemiologických studií má až 80 % naší populace zkušenost s bolestí zad v bederní oblasti páteře. U zaměstnané populace se zhoršují potíže s bederní páteří v průměru po 10–12 letech pracovní činnosti. (Boriková et al., 2015, s. 54-55) Za předběžné podmínky, které umožňují přisuzovat profesionalitu tohoto chronického onemocnění byly stanoveny tyto body dle manuálu vydaného Ministerstvem zdravotnictví České republiky:

1. Diagnóza chronického vertebrogenního syndromu bederní páteře
2. Délka pracovní neschopnosti činila alespoň 12 měsíců za poslední 3 roky
3. Délka výkonu potenciálně rizikové práce činila alespoň 3 roky, přičemž k přetěžování příslušných struktur páteře docházelo alespoň ve 60 směnách za rok

Pokud je odpověď na všechny tři podmínky souhlasná, přistoupí středisko nemocí z povolání k odeslání pracovníka na neurologické a radiologické vyšetření. V rámci neurologického vyšetření se hodnotí palpační bolestivost, omezení hybnosti, napínavé manévry, reflexy, motorické a senzitivní deficity a také výsledek EMG vyšetření. Radiologické vyšetření se opírá o zhodnocení příslušných anatomických parametrů. Pokud klinické nálezy odpovídají nejméně střednímu stupni závažnosti, může následovat provedení hygienického šetření, které vede k uznání vzniku nemoci z povolání. (Ministerstvo zdravotnictví České republiky 2023)

12 Závěr

Oblast pracovního lékařství, kam kategoricky spadá moje přehledová práce, pohlíží na humánní medicínu z jiného úhlu pohledu, protože vyzdvihuje multidisciplinární přístup, který umožňuje lépe pochopit komplexní vztah mezi pracovním prostředím a zdravím jedince. Rozsáhlým spektrem možných patologických odchylek a různě závažných onemocnění dovedeme zasadit fyzikální faktory mezi jednu z hlavních příčin, která vyvolává nemoci z povolání. Toto tvrzení podporuje i pravidelná ročenka vydávaná Státním zdravotním ústavem, která v českém prostředí například upozorňuje svými statistikami odbornou i laickou veřejnost na často se vyskytující syndrom karpálního tunelu a různá další onemocnění z přetěžování. Díky kvalitní a profesionální lékařské péči a legislativnímu nastavení kontrolních mechanismů pro dodržování specifických pracovních podmínek můžeme Českou republiku ve srovnání s jinými zeměmi pochválit za vcelku racionální a zodpovědný přístup k ochraně zdraví.

Dílčí cíle bakalářské práce byly zaměřeny zejména na vysvětlení etiologie, patogeneze a příznaků jednotlivých zdravotních problémů. Některé fyzikální faktory cílí na molekulární a buněčnou úroveň poškození organismu (např. ionizující záření), jiné představují viditelné či hmatatelné riziko s menším dopadem na zdraví (např. vibrace). S ohledem na velké množství příbuzně sdružených informací a téměř neomezený výčet pokročilých výzkumů nebylo snadné tak široce pojaté téma uchopit a zpracovat tak, aby nejen funkčně sumarizovalo dohledané poznatky, ale také tvořilo logicky návazný a čtivý celek. Proto se rešeršní strategie opírá hlavně o zdroje publikované v letech 2000-2023, ojediněle však i z dřívějších roků.

Dohledané informace mohou být základním pilířem úvah pro tvorbu preventivních programů a jiných opatření proti vzniku nemocí z povolání. Dále mohou posloužit jako odrazový můstek při hledání dodatečných vědomostí. Kromě výše uvedeného mohou být inspirací pro návrh výzkumů v této oblasti.

13 Referenční seznam

RUSHTON, Lesley. The Global Burden of Occupational Disease. *Current Environmental Health Reports*. 2017, 4(3), 340-348. ISSN 2196-5412. Dostupné z: doi:10.1007/s40572-017-0151-2 [cit. 2023-12-01].

ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 290/1995, kterým se stanoví seznam nemocí z povolání. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Ministerstvo vnitra, 1995, ročník 1995, částka 76, číslo 290, s. 24-35.

INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. *List of Occupational Diseases: Identification and Recognition of Occupational Diseases*. 00074. Rev. 2010. Geneva: International Labour Office, 2010. ISBN 9789221237952.

FOŠUM, Pavel. *Časopis lékařů českých: Princip posuzování a uznávání nemocí z povolání v České republice*. Online. 2019, roč. 2019, č. 7-8. Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně, 2019. ISSN 1805-4420. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2019-7-8-2/princip-posuzovani-a-uznavani-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice-121075>. [cit. 2023-12-02].

FENCLOVÁ, Zdenka a PELCLOVÁ, Daniela. Profesionální onemocnění. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 21-24. ISBN 978-80-246-2597-3.

ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 156/2004, kterým se mění zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Ministerstvo vnitra, 2004, ročník 2004, částka 54, číslo 156.

Nemoci z povolání v České republice v roce 2022. 2022. Praha: Státní zdravotní ústav, 2022. ISSN 1804-5960.

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZOŇ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 64. ISBN 978-80-246-2597-3.

DOMIENIK-ANDRZEJEWSKA, Joanna a WISZNIEWSKA, Marta. Individual dosimetry as an element of health prevention for employees exposed to ionizing radiation. Online. *Medycyna Pracy*. 2023, roč. 74, č. 6, s. 527-539. ISSN 0465-5893. Dostupné z: <https://doi.org/10.13075/mp.5893.01480>. [cit. 2023-12-05].

TUČEK, Milan. *Hygiena a epidemiologie*. 2., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-802-4639-338.

GRAMMATICOS, P., E. GIANNOULA a G. P. FOUNTOS. Acute radiation syndrome and chronic radiation syndrome. *Hellenic journal of nuclear medicine* [online]. 2013, **16**(1), 56-9. ISSN 17905427. Dostupné z: <https://www.nuclmed.gr/wp-content/uploads/2017/03/60-1.pdf>. [cit. 2023-12-07].

DAINIAK, Nicholas. Hematologic consequences of exposure to ionizing radiation. *Experimental Hematology* [online]. 2002, **30**(6), 513-528. ISSN 0301472X. Dostupné z: doi:10.1016/S0301-472X(02)00802-0. [cit. 2023-12-08]

FLIEDNER, Theodor M., Iris FRIESECKE, Konrad BEYRER, et al. *Medical management of radiation accidents - manual on the acute radiation syndrome* [online]. London: Latimer Trend & Company, 2009, **2009**, 1-66. ISBN 0-905749-46-4. Dostupné z: doi:10.18725/OPARU-1623. [cit. 2023-12-09].

HEGEDUS, Fanni, Laju M. MATHEW a Robert A. SCHWARTZ. Radiation dermatitis: an overview. *International Journal of Dermatology* [online]. 2017, **56**(9), 909-914. ISSN 00119059. Dostupné z: doi:10.1111/ijd.13371 [cit. 2023-12-10].

SMEDLEY, Julia, Finlay DICK a Steven SADHRA, ed. *Oxford Handbook of Occupational Health*. Second Edition. Oxford: Oxford University Press, 2013. ISBN 978-0-19-965162-7.

NEEL, James V. Update on the Genetic Effects of Ionizing Radiation. *JAMA: The Journal of the American Medical Association* [online]. 1991, **266**(5), 698-701. ISSN 0098-7484. Dostupné z: doi:10.1001/jama.1991.03470050098031. [cit. 2023-12-14]

CENCI, Giovanni a Ki Moon SEONG. Editorial: The Genetic and Epigenetic Bases of Cellular Response to Ionizing Radiation. *Frontiers in Genetics* [online]. 2022, **2022**(Vol 13), 1-3. ISSN 16648021. Dostupné z: doi:10.3389/fgene.2022.857168. [cit. 2023-12-17].

NAKAMURA, Nori, Akihiko SUYAMA, Asao NODA a Yoshiaki KODAMA. Radiation Effects on Human Heredity. *Annual Review of Genetics* [online]. 2013, **47**(1), 33-50 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0066-4197. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-genet-111212-133501

RON, Elaine. Ionizing Radiation and Cancer Risk: Evidence from Epidemiology. *Radiation Research* [online]. 1998, **150**(5), S30. ISSN 00337587. Dostupné z: doi:10.2307/3579806. [cit. 2023-12-19].

PRESTON, D. L., E. RON, S. TOKUOKA, S. FUNAMOTO, N. NISHI, M. SODA, K. MABUCHI a K. KODAMA. Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998. *Radiation Research* [online]. 2007, **168**(1), 1-64. ISSN 0033-7587. Dostupné z: doi:10.1667/RR0763.1. [cit. 2023-12-20].

AMERICAN CANCER SOCIETY. Do X-rays and Gamma Rays Cause Cancer?. *American Cancer Society* [online]. Kennesaw: American Cancer Society, 2022, November 10, 2022. Dostupné z: <https://www.cancer.org/healthy/cancer-causes/radiation-exposure/x-rays-gamma-rays/do-xrays-and-gamma-rays-cause-cancer.html>. [cit. 2023-12-21].

PARASURAMAN, Subramani, Eng XIN a Lim ZOU. Health hazards with electromagnetic radiation. *International Journal of Pharmaceutical Investigation* [online]. 2018, **8**(4), 157-163. ISSN 2230973X. Dostupné z: doi:10.4103/jphi.JPHI_12_19. [cit. 2023-12-22].

STAM, Rianne. Occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields. *Industrial Health* [online]. 2021, **60**(3), 201-215. ISSN 0019-8366. Dostupné z: doi:10.2486/indhealth.2021-0129. [cit. 2023-12-28].

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. IARC CLASSIFIES RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS AS POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS. *International Agency for Research on Cancer* [online]. Lyon: IARC, 2011, 31 May 2011. Dostupné z: https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr208_E.pdf. [cit. 2023-12-28].

WEST, D., Z. GLASER, A. THOMAS, et al. Radiofrequency (RF) sealers and heaters: Potential health hazards and their prevention. *American Industrial Hygiene Association Journal* [online]. 1980, **41**(3), A - 22-A-38. ISSN 15298663. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/80-107/pdfs/80-107.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB80107>. [cit. 2023-12-29].

MOSS, C.Eugene, Ronald J. ELLIS, Wordie H. PARR a William E. MURRAY. BIOLOGICAL EFFECTS OF INFRARED RADIATION. *DHHS (NIOSH) Publication (United States) (Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health)* [online]. 1982, **1982**(82-109), 1-68. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/82-109/82-109.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB82109>. [cit. 2023-12-30].

SKLAR, Lindsay R., Fahad ALMUTAWA, Henry W. LIM a Iltefat HAMZAVI. Effects of ultraviolet radiation, visible light, and infrared radiation on erythema and pigmentation: a review. *Photochemical & Photobiological Sciences* [online]. 2012, **12**(1), 54-64. ISSN 1474-905X. Dostupné z: [doi:10.1039/c2pp25152c](https://doi.org/10.1039/c2pp25152c). [cit. 2024-01-05].

ZIEGELBERGER, G. ICNIRP Statement on far infrared radiation exposure. *Health Physics* [online]. 2006, **91**(6), 630 – 645. ISSN 00179078. Dostupné z: [doi:10.1097/01.HP.0000240533.50224.65](https://doi.org/10.1097/01.HP.0000240533.50224.65). [cit. 2024-01-05].

ZIEGELBERGER, G. ICNIRP Guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation. *Health Physics* [online]. 2013, **105**(1), 74-96. ISSN 00179078. Dostupné z: [doi:10.1097/HP.0b013e318289a611](https://doi.org/10.1097/HP.0b013e318289a611). [cit. 2024-01-05].

NOVÁKOVÁ, Zuzana. *Praktická cvičení z fyziologie a neurovědy*. 2., přepracované vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2017. ISBN 978-80-210-8862-7.

VOKE, Janet. Radiation effects on the eye: Part 1 - Infrared radiation effects on ocular tissue. *Optometry Today* [online]. 1999, May 21 1999, **1999**(1999), 22-28. Dostupné z: <https://www.ducoterra.com/wp-content/uploads/2015/10/RadiationEffectsOnTheEye.pdf> [cit. 2024-01-10].

KUTSCHER, C. F. Ocular effects of radiant energy. *Transactions - American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology. American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology*. 1946, **50**, 230-41. ISSN 00027154.

KRAUS, Hanuš, Ivan KAREL a Eva RŮŽIČKOVÁ. *Oční zákalý*. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-716-9967-5.

MATTHES, R. Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). *Health Physics* [online]. 2004, **87**(2), 171-186. ISSN 0017-9078. Dostupné z: doi:10.1097/00004032-200408000-00006. [cit. 2024-01-12].

ZIEGELBERGER, G. ICNIRP statement —Protection of workers against ultraviolet radiation. *Health Physics* [online]. 2010, **99**(1), 66-87. ISSN 0017-9078. Dostupné z: doi:10.1097/HP.0b013e3181d85908. [cit. 2024-01-12].

VOKE, Janet. Radiation effects on the eye: Part 3b – Ocular effects of ultraviolet radiation. *Optometry Today* [online]. 1999, July 30 1999, **1999**(1999), 37-40. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/view/25026470/download-the-pdf-optometry-today>. [cit. 2024-01-15].

ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. Druhé, přepracované vydání. Praha: Galén, [2017]. ISBN 978-80-7492-316-6.

KINDWALL, Eric. 36. Barometric Pressure Increased. *Encyclopaedia of Occupational Health & Safety* [online]. Geneva: International Labour Organization, 2015. Dostupné z: <https://www.iloencyclopaedia.org/part-vi-16255/barometric-pressure-increased>. [cit. 2024-01-18].

NOVOMESKÝ, František. Potápění a jeho vliv na lidský organismus. *Interní medicína pro praxi* [online]. Solen, 2002, **4**(5), 220-225. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2002/05/04.pdf> [cit. 2024-01-20].

LEE, Young Il a Byeong Jin YE. Underwater and Hyperbaric Medicine as a Branch of Occupational and Environmental Medicine. *Annals of Occupational and Environmental Medicine* [online]. 2013, **25**(1), 1-9. ISSN 2052-4374. Dostupné z: doi:10.1186/2052-4374-25-39. [cit. 2024-01-21].

COOPER, Jeffrey S., Prabin PHUYAL a Neal SHAH. Oxygen Toxicity. *National Library of Medicine* [online]. Treasure Island (Florida): StatPearls Publishing, 2023, 7 Feb 2023, s. 1-16. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430743/>. [cit. 2024-01-22].

JACKSON, Robert M. Pulmonary Oxygen Toxicity. *Chest* [online]. 1985, **88**(6), 900-905. ISSN 00123692. Dostupné z: doi:10.1378/chest.88.6.900. [cit. 2024-01-23].

PIANTADOSI, Claude A. Physiological Effects of Altered Barometric Pressure. *Patty's Industrial Hygiene* [online]. 2021, 10 February 2021, 1-21. Dostupné z: doi:10.1002/0471435139.hyg023.pub3. [cit. 2024-01-24].

DÜMMER, Walter. Prevention of Occupational Hazards at High Altitudes. *Encyclopaedia of Occupational Health & Safety* [online]. Geneva: International Labour Organization, 2011. Dostupné z: <https://www.iloencyclopaedia.org/part-vi-16255/barometric-pressure-reduced/item/237-prevention-of-occupational-hazards-at-high-altitudes>. [cit. 2024-01-25].

VOKURKA, Martin. *Patofyziologie pro nelékařské směry*. 4., upravené vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3563-7.

FAVIER, R., H. SPIELVOGEL, D. DESPLANCHES, G. FERRETTI, B. KAYSER a H. HOPPELER. Maximal exercise performance in chronic hypoxia and acute normoxia in high-altitude natives. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1995, **78**(5), 1868-1874. ISSN 8750-7587. Dostupné z: doi:10.1152/jappl.1995.78.5.1868. [cit. 2024-01-25].

AQUEVEQUE, Pablo, Christopher GUTIERREZ, Francisco Saavedra RODRIGUEZ, Esteban J. PINO, Anibal S. MORALES a Eduardo P. WIECHMANN. Monitoring Physiological Variables of Mining Workers at High Altitude. *IEEE Transactions on Industry Applications* [online]. 2017, **53**(3), 2628-2634. ISSN 0093-9994. Dostupné z: doi:10.1109/TIA.2017.2675360. [cit. 2024-02-03].

AKUNOV, Almaz, Akylbek SYDYKOV, Turgun TOKTASH, Anara DOOLOTOVA a Akpay SARYBAEV. Hemoglobin Changes After Long-Term Intermittent Work at High Altitude. *Frontiers in Physiology* [online]. 2018, **9**, 5. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2018.01552. [cit. 2024-02-03].

TUČEK, Milan. In: *Hygiena a epidemiologie*. 2., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018, s. 50. ISBN 9788024639338.

FENCLOVÁ, Zdenka, Sergej ZAKHAROV a Petr RIDZOŇ. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 59-62. ISBN 978-80-246-2597-3.

LE, Trung N., Louise V. STRAATMAN, Jane LEA a Brian WESTERBERG. Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery* [online]. 2017, **46**(1), 1-15. ISSN 1916-0216. Dostupné z: doi:10.1186/s40463-017-0219-x. [cit. 2024-02-04].

SIERRA-CALDERON, Dario D., Carlos A. SEVERICHE-SIERRA, Elias A. BEDOYA-MARRUGO a Maria MEZA-ALEMAN. Occupational Implications by Exposure to Industrial Noise: A Review. *International Journal of Applied Engineering Research* [online]. 2017, **12**(21), 11424-11429. ISSN 0973-4562. Dostupné z: http://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n21_127.pdf. [cit. 2024-02-07].

KOWALSKA, S. a W. SUŁKOWSKI. Aktualne i perspektywiczne działania Wspólnoty Krajów Europejskich w zakresie ochrony słuchu przed hałasem. *Medycyna*

pracy [online]. 1997, **48**(6), 703-712. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9558638/>. [cit. 2024-02-10].

MORATA, Thais C. Chemical Exposure as a Risk Factor for Hearing Loss. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* [online]. 2003, **45**(7), 676-682. ISSN 1076-2752. Dostupné z: doi:10.1097/01.jom.0000071507.96740.70. [cit. 2024-02-11].

SENDOWSKI, I. Magnesium therapy in acoustic trauma. *Magnesium Research* [online]. 2006, **19**(4), 252. Dostupné z: doi:10.1684/mrh.2006.0075. [cit. 2024-02-12].

HYBÁŠEK, Ivan a Jan VOKURKA. *EOTORINOLARYNGOLOGIE: NEMOCI UŠNÍ* [online]. Hradec Králové: Lékařská fakulta v Hradci Králové (Univerzita Karlova), 2023. ISSN 1803-280. Dostupné z: <https://www.eorl.cz/kniha/09-NEMOCI-USNI.pdf>. [cit. 2024-02-14].

HAHN, Aleš. Otorinolaryngologie a foniatrie v současné praxi. In: *Otorinolaryngologie a foniatrie v současné praxi*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2019, s. 117-120. ISBN 978-80-271-0572-4.

HABIB, Syed Hamid a Syed Shahid HABIB. Auditory brainstem response: An overview of neurophysiological implications and clinical applications -A Narrative Review. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association* [online]. 01 Sep 2021, **71**(9), 2230-2236. Dostupné z: doi:10.47391/jpma.03-432. [cit. 2024-02-15].

ŠLAPÁK, Ivo, Dalibor JANEČEK a Lukáš LAVIČKA. Vyšetřovací metody ucha: Objektivní vyšetření sluchu. *Základy otorinolaryngologie a foniatrie pro studenty speciální pedagogiky* [online]. Klinika dětské ORL Lékařské fakulty MU a Fakultní Nemocnice Brno: Masarykova Univerzita, 2009. Dostupné z: https://is.muni.cz/elportal/estud/pedf/js09/orl/web/pages/1_2_vysetrovaci_metody_ucha.html. [cit. 2024-02-18].

JO, Hyeon a BAEK, Eun-Mi. The sound of safety: exploring the determinants of prevention intention in noisy industrial workplaces. Online. *BMC Public Health*. 2024, roč. 24,

č. 1, s. 1-15. ISSN 1471-2458. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17618-z>. [cit. 2024-03-05].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZONĚ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 76. ISBN 978-80-246-2597-3.

DALE, Ann Marie; ROHN, A.E.; BURWELL, A.; SHANNON, W.; STANDEVEN, J. et al. Evaluation of anti-vibration interventions for the hand during sheet metal assembly work. Online. *Work*. 2011, roč. 39, č. 2, s. 169-176. ISSN 10519815. Dostupné z: <https://doi.org/10.3233/WOR-2011-1163>. [cit. 2024-03-05].

NETTER, Frank H. Tepny předloktí. In: *Netterův anatomický atlas člověka*. Překlad 6. vydání. Brno: CPress, 2016, s. 435. ISBN 9788026411765.

STOYNEVA, Z., M. LYAPINA, D. TZVETKOV a E. VODENICHAROV. Current pathophysiological views on vibration-induced Raynaud's phenomenon. *Cardiovascular Research* [online]. Oxford University Press, 2003, 2003-03-01, **57**(3), 615-624. ISSN 00086363. Dostupné z: [doi:10.1016/S0008-6363\(02\)00728-9](https://doi.org/10.1016/S0008-6363(02)00728-9). [cit. 2024-02-05].

PALMER, K. T., M. J. GRIFFIN, H. E. SYDDALL, B. PANNETT, C. COOPER a D. COGGON. Prevalence of Raynaud's phenomenon in Great Britain and its relation to hand transmitted vibration: a national postal survey. *Occupational and Environmental Medicine* [online]. 2002, **57**(7), 448-452. ISSN 13510711. Dostupné z: [doi:10.1136/oem.57.7.448](https://doi.org/10.1136/oem.57.7.448). [cit. 2024-02-05].

HEAVER, C., K. S. GOONETILLEKE, H. FERGUSON a S. SHIRALKAR. Hand–arm vibration syndrome: a common occupational hazard in industrialized countries. *Journal of Hand Surgery (European Volume)* [online]. SAGE Publications, 2011, **36**(5), 354-363. ISSN 1753-1934. Dostupné z: [doi:10.1177/1753193410396636](https://doi.org/10.1177/1753193410396636). [cit. 2024-02-05].

BRHEL, Petr. Raynaudův syndrom způsobený prací s vibrujícími nástroji. *Interní medicína pro praxi* [online]. Solen, 2007, **10**(9), 444-447. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2007/10/06.pdf> [cit. 2024-02-07].

TEMPRANO, Katherine K. A Review of Raynaud's Disease. *Missouri Medicine* [online]. 2016, **113**(2), 123-126. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6139949/pdf/ms113_p0123.pdf. [cit. 2024-02-07].

WIGLEY, Fredrick M. a Nicholas A. FLAVAHAN. RAYNAUD'S PHENOMENON. *Rheumatic Disease Clinics of North America* [online]. 1996, **22**(4), 765-781. ISSN 0889857X. Dostupné z: doi:10.1016/S0889-857X(05)70300-8. [cit. 2024-02-07].

NETTER, Frank H. Nervy horní končetiny. In: NETTER, Frank H. *Netterův anatomický atlas člověka*. Překlad 6. vydání. Brno: CPress, 2016, s. 461. ISBN 9788026411765.

KRAJNAK, Kristine. Health effects associated with occupational exposure to hand-arm or whole body vibration. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* [online]. 2018, 2018-07-04, **21**(5), 320-334. ISSN 1093-7404. Dostupné z: doi:10.1080/10937404.2018.1557576. [cit. 2024-02-08].

Hand-arm vibration at work: A brief guide. Online. Bootle: Health and Safety Executive, 2012. ISBN 9780717664887. Dostupné z: <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg175.pdf>. [cit. 2024-03-18].

OTRUBA, Pavel. Periferní neuropatie – diagnostika a léčba v ordinaci praktického lékaře. *Medicina pro praxi* [online]. Solen, 2011, **8**(6), 285-287. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2011/06/08.pdf> [cit. 2024-02-10].

EHLER, Edvard, Zdenka FENCLOVÁ, Zdeněk JANDÁK a Pavel URBAN. Vibrační neuropatie. *Neurologie pro praxi* [online]. Solen, 2014, **15**(5), 249-251. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2014/05/06.pdf> [cit. 2024-02-10].

NAKLÁDALOVÁ, Marie, Dagmar RADIMĚŘSKÁ, Helena VILDOVÁ, Zdeněk NAKLÁDAL, Petr BRHEL a Václav GERSTNER. Nemoci kostí a kloubů rukou, zápěstí nebo

loktů při práci s vibrujícími nástroji a zařízením. *Klinika pracovního lékařství UP Olomouc* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. Dostupné z: http://www.occupational_medicine.upol.cz/index.html?3_3_4.htm. [cit. 2024-02-10].

CARLSÖÖ, S. The effect of vibration on the skeleton, joints and muscles. *Applied Ergonomics* [online]. 1982, **13**(4), 251-258. ISSN 00036870. Dostupné z: doi:10.1016/0003-6870(82)90064-3. [cit. 2024-02-11].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZOŇ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 81-82. ISBN 978-80-246-2597-3.

Šlachy a vazy. *Národní zdravotnický informační portál* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2023. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/1212-slachy-a-vazy>. [cit. 2024-02-12].

FONTANA, Josef a Petra LAVRÍKOVÁ. 2. Metabolismus pojivových tkání. *Funkce buněk a lidského těla: Multimediální skripta* [online]. Praha: 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, 2014. Dostupné z: <http://fbt.cz/skripta/iv-pohybova-soustava/2-metabolismus-pojivovych-tkani/>. [cit. 2024-02-12].

MACHARTOVÁ, Vendulka, Irena ŠEBOVÁ, Zdeňka SALCMANOVÁ a Ivana SOUKUPOVÁ. Profesionální onemocnění pohybového aparátu u malíře-natěrače. *Medicina pro praxi* [online]. Solen, 2007, **2007**(4), 180-181. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2007/04/09.pdf>. [cit. 2024-02-12].

Tendon Disorders. *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* [online]. Hamilton (Ontario): Government of Canada, 2023. Dostupné z: https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/tendon_disorders.html. [cit. 2024-02-12].

WALDMAN, Steven D. Injection Technique for de Quervain Tenosynovitis. In: *Atlas of Pain Management Injection Techniques*. Fifth Edition. St. Joseph, Missouri: Elsevier, 2022, s. 344-346. ISBN 978-0-323-82826-0. Dostupné z: doi:10.1016/C2020-0-02354-6. [cit. 2024-02-14].

MATTHEWS, Amber, Kristen SMITH, Laura READ, Joyce NICHOLAS a Eric SCHMIDT. Trigger finger. *JAAPA* [online]. 2019, **32**(1), 17-21. ISSN 1547-1896. Dostupné z: doi:10.1097/01.JAA.0000550281.42592.97. [cit. 2024-02-14].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZOŇ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 85. ISBN 978-80-246-2597-3.

RICHTER, Milan a Otakar KELLER. Nemoci šlach a šlachových pochev nebo úponů svalů z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování. *Neurologie pro praxi* [online]. Solen, 2014, **15**(5), 244-248. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2014/05/05.pdf>. [cit. 2024-02-15].

VOCLOVÁ, Radka. Entezopatie = bolesti úponů kolene. *Fyzioterapie UTVS ČVUT* [online]. Praha: ČVUT, 2014. Dostupné z: <https://fyzioterapie.utvs.cvut.cz/document/show/id/83/>. [cit. 2024-02-15].

NAKLÁDALOVÁ, Marie, Dagmar RADIMĚŘSKÁ, Helena VILDOVÁ, Zdeněk NAKLÁDAL, Petr BRHEL a Václav GERSTNER. Entezopatie (syndrom úponových bolestí). *Klinika pracovního lékařství UP Olomouc* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. Dostupné z: https://mefanet.upol.cz/weby/Nakladalova_Marie/Profesionalni_Onemocneni_Hornich_Koncetin/index.html?2_3_2.htm. [cit. 2024-02-15].

NETTER, Frank H. Jednotlivé svaly předloktí: svaly radia. In: NETTER, Frank H. *Netterův anatomický atlas člověka*. Překlad 6. vydání. Brno: CPress, 2016, s. 426. ISBN 9788026411765.

GROMNICA, Rostislav a Petr KUNDRÁT. Laterální epikondylitida humeru v klinické praxi oddělení nemocí z povolání. *Pracovní lékařství* [online]. Ostrava: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2014, **66**(2-3), 90-93. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/pracovni-lekarstvi/2014-2-3/lateralni-epikondylitida-humeru-v-klinicke-praxi-oddeleni-nemoci-z-povolani-50636>. [cit. 2024-02-17].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZOŇ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 86. ISBN 978-80-246-2597-3.

WALKER-BONE, K., K. T. PALMER, I. READING, D. COGGON a C. COOPER. Occupation and epicondylitis: a population-based study. *Rheumatology* [online]. 2012, 2012-01-20, **51**(2), 305-310. ISSN 1462-0324. Dostupné z: doi:10.1093/rheumatology/ker228. [cit. 2024-02-18].

HRNČÍŘ, Evžen. Přínos třífázové scintigrafie loktů k posuzování epikondylitid a k rozhodování o jejich uznání za nemoci z povolání. *Nukleární medicína* [online]. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2019, **8**(4), 66-68. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/nuklearni-medicina/2019-4-16/prinos-trifazove-scintigrafie-loktu-k-posuzovani-epikondylitid-a-k-rozhodovani-o-jejich-uznani-za-nemoci-z-povolani-119861>. [cit. 2024-02-19].

BRHEL, Petr. Problematika nemocí z povolání v praxi praktického lékaře. *Medicina pro praxi* [online]. Solen, 2006, **6**, 264-267. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2006/06/02.pdf>. [cit. 2024-02-20].

Rotátorová manžeta. *Národní zdravotnický informační portál* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2023. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/4127>. [cit. 2024-02-22].

HARRISON, Alicia K. a Evan L. FLATOW. Subacromial Impingement Syndrome. *American Academy of Orthopaedic Surgeon* [online]. 2011, **19**(11), 701-708. ISSN 1067-151X. Dostupné z: doi:10.5435/00124635-201111000-00006. [cit. 2024-02-23].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZOŇ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 88. ISBN 978-80-246-2597-3.

VAN RIJN, Rogier M, Bionka MA HUISSTEDÉ, Bart W KOES a Alex BURDORF. Associations between work-related factors and specific disorders of the shoulder – a systematic review of the literature. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* [online]. Nordic Association of Occupational Safety and Health, 2010, **36**(3), 189-201. ISSN 0355-3140. Dostupné z: doi:10.5271/sjweh.2895. [cit. 2024-02-24].

BONFIGLIOLI, Roberta, Stefano MATTIOLI a Francesco S. VIOLANTE. Occupational mononeuropathies in industry. *Occupational Neurology* [online]. Elsevier, 2015, **131**, 411-426. Handbook of Clinical Neurology. ISBN 9780444626271. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-62627-1.00021-4. [cit. 2024-02-25].

Nemoci z povolání v České republice v roce 2022 [online]. 2022. Praha: Státní zdravotní ústav, 2022. ISSN 1804-5960. Dostupné z: <https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/04/V-roce-2022.pdf>. [cit. 2024-02-25].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZONĚ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 92-96. ISBN 978-80-246-2597-3.

MINKS, Eduard, Alexandra MINKSOVÁ, Petr BRHEL a Viera BABIČOVÁ. Profesionální syndrom karpálního tunelu. *Neurologie pro praxi* [online]. Solen, 2014, **15**(5), 234-239. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2014/05/03.pdf>. [cit. 2024-02-27].

HANZLOVÁ, Jitka a Jan HEMZA. Svaly horní končetiny (musculi extremitatis superioris). *Základy anatomie pohybového ústrojí* [online]. Brno: Servisní středisko pro e-learning na MU ve spolupráci s FSS MU, 2012. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/zaklady_anatomie/zakl_anatomie_I/pages/svaly_horni_koncetiny.html. [cit. 2024-03-01].

GENOVA, Alessia, Olivia DIX, Asem SAEFAN, Mala THAKUR a Abbas HASSAN. Carpal Tunnel Syndrome: A Review of Literature. *Cureus* [online]. Springer Nature, 2020, **12**(3), 1-6. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.7333. [cit. 2024-03-02].

VAN RIJN, Rogier M, Bionka MA HUISSTEDE, Bart W KOES a Alex BURDORF. Associations between work-related factors and the carpal tunnel syndrome—a systematic review. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* [online]. Nordic Association of Occupational Safety and Health, 2009, **35**(1), 19-36. ISSN 0355-3140. Dostupné z: doi:10.5271/sjweh.1306. [cit. 2024-03-10].

ZAMBORSKY, Radoslav, Milan KOKAVEC, Lukas SIMKO a Martin BOHAC. Carpal Tunnel Syndrome: Symptoms, Causes and Treatment Options. Literature Review. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* [online]. 2017, **19**(1), 1-8. ISSN 1509-3492. Dostupné z: doi:10.5604/15093492.1232629. [cit. 2024-03-10].

RIDZOŇ, Petr. Útlakové léze loketního nervu profesionálního původu. *Neurologie pro praxi* [online]. Solen, 2014, **15**(5), 240-242. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2014/05/04.pdf>. [cit. 2024-03-12].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZOŇ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 92. ISBN 978-80-246-2597-3.

Tíhové vāčky. *Národní zdravotnický informační portál* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2023 [cit. 2023-08-21]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/2070>

NAKLÁDALOVÁ, Marie, Dagmar RADIMĚŘSKÁ, Helena VILDOVÁ, Zdeněk NAKLÁDAL, Petr BRHEL a Václav GERSTNER. Nemoci tíhových vāček z tlaku. *Klinika pracovního lékařství UP Olomouc* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. Dostupné z: http://www.occupational_medicine.upol.cz/index.html?4_4_4_3.htm. [cit. 2024-03-15].

Diseases, Disorders and Injuries. *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* [online]. Hamilton (Ontario): Government of Canada, 2023. Dostupné z: <https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/bursitis.html>. [cit. 2024-03-15].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZOŇ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 96. ISBN 978-80-246-2597-3.

Studentský/písařský loket (bursitis olecrani). *FYZIOklinika* [online]. Praha. Dostupné z: <https://fyzioklinika.cz/poradna/clanky-o-zdravi/310-studentskypisarsky-loket-bursitis-olecrani>. [cit. 2024-03-15].

LUVSANNYAM, Enkhmaa, Molly S JAIN, Ayola R LEITAO, Nicolle MAIKAWA a Ayesha E LEITAO. Meniscus Tear: Pathology, Incidence, and Management. *Cureus* [online]. Springer Nature, 2022, **14**(5), 1-7. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.25121. [cit. 2024-03-17].

BHAN, Kavyansh. Meniscal Tears: Current Understanding, Diagnosis, and Management. *Cureus* [online]. Springer Nature, 2020, **12**(6), 1-8. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.8590. [cit. 2024-03-19].

FENCLOVÁ, Zdenka; ZAKHAROV, Sergej a RIDZOŇ, Petr. Nemoci z fyzikálních faktorů. In: PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014, s. 97. ISBN 978-80-246-2597-3.

ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 506/2021, kterým se mění nařízení vlády č. 290/1995 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Ministerstvo vnitra, 2021, ročník 2021, částka 222, číslo 506, s. 6818-6819.

BORIKOVÁ, Alena, Jiří GALLO a Marie NAKLÁDALOVÁ. Degenerativní onemocnění bederní páteře, hlavní diagnostické jednotky. *Pracovní lékařství* [online]. Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně, 2015, **67**(2), 54-60. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/pracovni-lekarstvi/2015-2-10/degenerativni-onemocneni-bederni-patere-hlavni-diagnosticke-jednotky-56670/>. [cit. 2024-03-20].

Tabulka kritérií pro uznání nemocí z povolání [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2023. Dostupné z:

https://archiv.szu.cz/uploads/documents/szu/aktual/tabulka_kriterii_uznani_nemoci.pdf. [cit. 2024-03-20].

Seznam zkratk

°C	stupeň celsia
AEP	Akustické evokované potenciály
BERA	Brainstem evoked response audiometry
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
Ca ²⁺	vápenaté ionty
CNS	centrální nervový systém
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
ČR	Česká republika
dB	Decibel
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EEG	Elektroencefalografie
EMG	Elektromyografie
GIT	gastrointestinální trakt
Gy	Gray (radiační jednotka)
Hz	Hertz (jednotka frekvence)
IARC	International Agency for Research on Cancer
ILO	International Labour Organization
IR	označení pro pásmo infračerveného záření
NO	oxid dusnatý
NRNP	Národní zdravotní registr nemocí z povolání
NV	Nařízení vlády
NzP	Nemoci z povolání
O ₂	kyslík
Pa	Pascal (jednotka tlaku)
SZÚ	Státní zdravotní ústav
UV	ultrafialové záření