

Oddział Chorób Wewnętrznych i Zawodowych SP ZOZ w Lublinie
Ordynator: dr n. med. Zdzisław Brzeski
Zakład Higieny, Instytut Medycyny Społecznej, Akademia Medyczna w Lublinie
Kierownik: doc. dr hab. Zbigniew Borzęcki

Alicja WÓJCIK, Zdzisław BRZESKI, Zbigniew BORZĘCKI,
Andrzej KOT

Narażenie pracowników galvanizerni na niektóre metale ciężkie i cyjanki w procesie produkcji

Подвержение рабочих гальванизационных предприятий воздействию тяжелых металлов
и цианидов в производственном процессе

Exposition of a Galvanizing Plant's Workers to Some Heavy Metals and Cyanides in the
Manufacturing Process

Postępująca industrializacja prowadzi do wzrostu liczby czynników szkodliwych, zagrażających zdrowiu pracowników. Choroby zawodowe stanowią problem o znaczeniu społecznym, stąd profilaktyka, zarówno medyczna, jak i techniczna, spełnia ogromną rolę w ich zapobieganiu. Profilaktyka medyczna, oparta głównie na wynikach badań wstępnych, okresowych oraz badań celowanych, przyczynia się w dużym stopniu do eliminowania ryzyka zachorowań na choroby zawodowe. Warunki pracy niejednokrotnie stwarzają narażenie pracowników na kilka czynników szkodliwych, co w wyniku może powodować ich interakcję (7, 12, 15). Wśród czynników toksycznych środowiska pracy dominują metale ciężkie, takie jak ołów, rtęć, kadm. Zarówno ołów, jak i kadm hamują aktywność enzymów zawierających grupy sulfhydrylowe oraz wykazują zdolność kumulacji, która może powodować różnego rodzaju zaburzenia funkcji metabolicznych (5, 9, 11, 12). Kadm wchodzi w interakcję z niezbędnymi do życia pierwiastkami, takimi jak cynk, miedź, selen, zmieniając reaktywność naczyń krwionośnych. Może on prowadzić również do zaburzenia równowagi fosforowo-wapniowej, dając w konsekwencji zmiany w kościach typu osteoporozy, a nawet osteomalacji (5, 12, 16). Na stanowiskach pracy, gdzie istnieje szczególnie ryzyko zagrożeń, należy przeprowadzać systematyczne badania, mające na celu określenie stopnia niebezpieczeństwa. Istotnym elementem działalności profilaktycznej jest okresowe analizowanie stanu zdrowia populacji narażonej. Dotyczy ono zarówno analizy absencji chorobowej, jak i analizy zachorowalności oraz chorobowości.

Celem badań była ocena narażenia pracowników na ołów, kadm i cyjanki oraz analiza zachorowalności, chorobowości i absencji chorobowej osób narażonych.

MATERIAŁ I METODYKA

Badaniami objęto 78 pracowników o wieloletnim stażu pracy. Grupę badaną stanowiło 37 pracowników galwanizerni, w tym 27 mężczyzn i 10 kobiet, natomiast grupę kontrolną — 41 pracowników innych wydziałów, nie eksponowanych na metale ciężkie i cyjanki. Średnia wieku mężczyzn wynosiła w latach 40,5, kobiet — 42,8. Okres pracy w narażeniu wynosił średnio w latach: dla kobiet 11,7; dla mężczyzn 8,3. Ze względu na specyfikę pracy galwanizerni oznaczano stężenie cyjanowodoru na stanowiskach pracy. Do oceny stanu zdrowotno-higienicznego wykorzystano karty chorobowe pracowników. Narażenie na metale ciężkie (ołów i kadm) oraz na cyjanki badanej populacji określono oznaczając zawartość metali i rodanków w moczu. Oznaczanie ołowiu i kadmu w próbkach moczu dobowego wykonano techniką spektrofotometrii atomowo-absorpcyjnej w aparacie Pye Unicam SP 192, zachowując optymalne warunki zalecane przez producenta (14). Rodanki oznaczano według metody La w t o n a i wsp. (10). Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej (13). Wyliczono wartości średnie (\bar{x}), odchylenia standardowe (δ_{n-1}) oraz współczynnik zmienności (V). Określono znamienność statystyczną.

WYNIKI BADAŃ

Pracownicy narażeni na działanie związków toksycznych byli poddani badaniu ogólnolekarskiemu oraz ze względu na specyfikę narażenia — badaniu specjalisty laryngologa. Zachorowalność na choroby nie odbiegała zasadniczo od zachorowalności pracowników innych wydziałów zakładu. Dominowały choroby parazawodowe, jak choroba wrzodowa, przewlekły nieżyt oskrzeli. W grupie schorzeń stwierdzonych przez laryngologa niedosłuch typu odbiorczego miało 10 osób, przewlekły nieżyt nosogardzieli 1 osoba. Pracownicy badani nie posiadali ubytków w przegrodzie nosa, charakterystycznych w przypadku działania związku chromu.

Absencję chorobową oceniano porównując ostatnie 2 lata. W r. 1983 na wydziale C, w którego skład wchodzi galwanizernia, wskaźnik absencji dla poszczególnych grup chorób przedstawiał się następująco: choroby układu oddechowego 1,25, co stanowi spadek o 17% w stosunku do r. 1982, w tym wskaźnik absencji ostrych schorzeń układu oddechowego wynosił 0,65, co stanowi spadek o 20% w stosunku do r. 1982. Wskaźnik absencji chorobowej układu pokarmowego wynosił 0,53 i obniżył się o 13%, w tym choroba wrzodowa dawała wskaźnik 0,30, który zmniejszył się o 3% w stosunku do r. 1982. Choroby układu krążenia dały wskaźnik absencji 0,46, co stanowi spadek w stosunku do r. 1982 o 34%. Choroby układu kostno-mięśniowego charakteryzował wskaźnik 0,47, stanowiący 28% spadku w stosunku do r. 1982, natomiast wzrost absencji w r. 1983 obserwowano w grupie zatruc i urazów pozazawodowych (4%) i zawodowych (11%). Ogólna absencja chorobowa w r. 1983, to jest w roku przeprowadzonych badań, wynosiła 5,6 i obniżyła się o 15%, natomiast absencja chorobowa wydziału C wynosiła w r. 1983 4,53 i wzrosła w stosunku do r. 1982 o 4%. W jednostkach chorobowych zaobserwowano spadek absencji w chorobach układu oddechowego, w chorobach

układu kostno-stawowego, natomiast wzrost absencji w stosunku do r. 1982 obserwowano w chorobach układu nerwowego w wypadkach i urazach pozazawodowych, chorobach układu krążenia oraz chorobie wrzodowej. W rozkładzie kwartalnym wskaźnik absencji chorobowej zestawiono w tab. 1.

Tab. 1. Wskaźnik absencji w poszczególnych kwartałach
Index of absence in particular quarters

| Kwartał | Absencja chorobowa + wypadkowa | Wzrost % | Absencja chorobowa | Wzrost % | Absencja chorobowa + wypadkowa | Absencja chorobowa |
|---------|--------------------------------|----------|--------------------|----------|--------------------------------|--------------------|
| I | 5,86 | — | 4,70 | — | 7,78 | 6,78 |
| II | 5,62 | — | 4,46 | — | 6,88 | 5,79 |
| III | 5,29 | 11 | 4,11 | 12 | 4,77 | 3,68 |
| IV | 5,61 | 7 | 4,50 | 10 | 5,23 | 4,08 |

W wydziale C, w którego skład wchodzi galwanizernia, wzrost absencji chorobowej w r. 1983 w stosunku do r. 1982 obserwowano w III i IV kwartale. Warunki pracy w galwanizerni odbiegają zasadniczo od innych wydziałów ze względu na specyfikę zanieczyszczeń na stanowiskach cyjankowania cyjankalicznego, miedziowania cyjankalicznego, kadmowania i cyjanowania.

Przyjmując za Polską Normę najwyższe dopuszczalne stężenie cyjanowodoru na stanowiskach pracy, wynoszące $0,3 \text{ mg/m}^3$, przekroczenia stężeń cyjanowodoru podczas dwukrotnych pomiarów stwierdzono na następujących stanowiskach: przy wannie bębnowej — wartość $0,42 \text{ mg/m}^3$; średnia wartość ważona — $0,27 \text{ mg/m}^3$, przy wannie stacjonarnej — wartość $0,34 \text{ mg/m}^3$, średnia wartość ważona — $0,23 \text{ mg/m}^3$. Na stanowiskach kadmowania przekroczenia stwierdzono przy wannie stacjonarnej — wartość $0,42 \text{ mg/m}^3$, średnia wartość ważona — $0,27 \text{ mg/m}^3$. Przy cyjanowaniu na środku pomieszczeń pomiar wykazywał wartość $0,36 \text{ mg/m}^3$. Na stanowiskach miedziowania cyjankalicznego, zarówno przy wannach bębnowych, jak i stacjonarnych, nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego stężenia cyjanowodoru w powietrzu.

Hałas w pomieszczeniach w trakcie produkcji zasadniczo nie odbiegał od normatywów higienicznych, natomiast warunki mikroklimatyczne, poza zwiększoną wilgotnością względną, nie różniły od mikroklimatu innych hal produkcyjnych o podobnym typie produkcji.

Analizy oceny narażenia na metale dokonano na podstawie pomiarów stężenia metali ciężkich, ołowiu i kadmu, w moczu pracowników tego wydziału. Wyniki oznaczeń ołowiu i kadmu zestawiono w tab. 2. Zawartość ołowiu w moczu kształtowała się następująco: w grupie kontrolnej średnio — $22,48 \text{ } \mu\text{g/l}$, w grupie badanej — $25,08 \text{ } \mu\text{g/l}$. Wartości te mieściły się w granicach obowiązujących norm. Poziom ołowiu w moczu grupy badanej był wyższy w porównaniu z grupą kontrolną, ale ta różnica nie okazała się statystycznie znamienne. Analizując obecność kadmu w moczu stwierdzono zbliżoną średnią zawartość

tego metalu w obu badanych grupach: w grupie kontrolnej — 1,43 $\mu\text{g/l}$, w grupie badanej — 1,41 $\mu\text{g/l}$. Średnie wartości nie przekraczały normatywów higienicznych.

Uzyskane średnie wartości rodanków w moczu zestawiono w tab. 3. Poziom rodanków w moczu, zarówno w grupie badanej, jak i kontrolnej, był bardzo zbliżony i wynosił odpowiednio: dla grupy badanej 7,63 mg/l, dla grupy kontrolnej 8,0 mg/l. Różnice w poziomach nie były statystycznie istotne.

Tab. 2. Zawartość ołowiu i kadmu w moczu grupy kontrolnej i badanej
Content of lead and cadmium in urine of the control group and examined group

| Badana populacja | | Ołów | | | Kadm $\mu\text{g/l}$ |
|-----------------------------|----------------|--|---|-------------------------------------|-------------------------|
| | | w wartościach bezwzględnych $\mu\text{g/l}$ | w przeliczeniu na ciężar wł. (1,024) | w przeliczeniu na 1 g kreatyniny | |
| Grupa kontrolna $n = 21$ | \bar{x} | 22,48 | 30,22 | 20,75 | 1,43 |
| | δ_{n-1} | 8,24 | 14,38 | 8,53 | 0,69 |
| | V | 36,68 | 47,59 | 41,13 | 48,15 |
| Grupa badana $n = 37$ | \bar{x} | 25,08 | 24,55 | 26,41 | 1,41 |
| | δ_{n-1} | 8,37 | 11,78 | 17,61 | 0,76 |
| | V | 33,39 | 47,99 | 66,67 | 53,96 |
| Wartość funkcji testowej | | $t = 1,149$ | $t = 1,537$ | $t = 1,950$ | $t = 0,074$ |
| Poziom istotności | | nieistotna | nieistotna | nieistotna | nieistotna |

Tab. 3. Zawartość rodanków w moczu w mg/l
Content of rhodanates in urine in mg/l

| Badana populacja | n | \bar{x} | δ_{n-1} | V | Wartość funkcji testowej | Uwagi o istotności |
|------------------|----|-----------|----------------|-------|--------------------------|-----------------------|
| Grupa kontrolna | 20 | 8,0 | 4,98 | 62,25 | $t = 0,248$ | brak istotnych różnic |
| Grupa badana | 37 | 7,63 | 5,42 | 71,01 | | |

OMÓWIENIE

Problematyka toksykologii przemysłowej środowiska pracy to ważny aspekt szeroko rozumianej intensyfikacji badań w kierunku całościowej oceny stopnia zagrożeń zawodowych. Pomiar i ocena substancji toksycznych odgrywa istotną rolę w postępowaniu profilaktycznym w stosunku do zagrożeń zawodowych. Ołów i kadm stanowią szczególne zagrożenie. Zawartość tych metali w moczu pracowników jest wykładnikiem stopnia narażenia (1, 2, 3, 6). Według danych piśmiennictwa, poziom ołowiu kształtuje się następująco: dla osób nie narażonych do 80 $\mu\text{g/l}$, dla osób ekspozowanych do 130 $\mu\text{g/l}$ (8, 12). Analizując uzyskane wyniki badań nie stwierdzono przekroczenia obowiązujących norm dla ołowiu. Dopuszczalne stężenie kadmu w moczu, według piśmiennictwa, może dochodzić

do 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ (8, 12). Średnie wartości tego metalu w naszych badaniach mieszczą się zatem w granicach normy. Narażenie na cyjanki pracowników galwanizerni nie stanowi istotnego zagrożenia dla zdrowia zatrudnionych. Poziom rodanków w moczu dobowym nie odbiega od normy i po uwzględnieniu czynników obiektywnych (papierosy) nie przekracza górnej wartości normatywów higienicznych dla osób przewlekłe narażonych na cyjanki w procesie produkcji (4).

W przypadku mieszanej ekspozycji istotne znaczenie w narażeniu ma interakcja innych czynników, między innymi czynników fizycznych, takich jak: hałas, wibracja, warunki mikroklimatyczne. Stwierdzono zależność między zapadalnością na choroby, absencją chorobową a ujemnym działaniem czynników środowiska pracy (7, 12, 15). Analiza zachorowalności i chorobowości badanej populacji wydziału C, w którego skład wchodzi galwanizernia, nie wykazuje istotnych różnic dynamicznych absencji w porównywanych latach — zaznacza się niewielkim spadkiem zwłaszcza w grupie chorób parazawodowych oraz tendencją wzrostową w grupie urazów i zatruc.

Ocenę narażenia pracowników na metale ciężkie przeprowadzono również w innych wydziałach zakładu (1). Uzyskane średnie wartości metali w moczu nie przekraczały obowiązujących norm, to jednak grupa osób bezpośrednio narażonych wykazała wyższe wartości średnich poziomów w porównaniu z grupą kontrolną. W badaniach przeprowadzonych w galwanizerni uzyskane wartości nie wykazują istotnego wzrostu w stosunku do grupy kontrolnej i również mieszczą się w granicach dopuszczalnych norm.

Wnioski

1. Poziom ołowiu i kadmu w moczu dobowym pracowników galwanizerni nie odbiega od dopuszczalnych norm.
2. Narażenie na cyjanki nie stwarza realnego zagrożenia chorobą ostrą, zatruciem lub przewlekłymi skutkami ekspozycji.
3. W porównywanych latach absencja chorobowa pracowników galwanizerni nie odbiega od wskaźników ogólnozakładowych, wykazując tendencję malejącą w grupie chorób parazawodowych oraz w stopniu niewielkim wzrost absencji w grupie urazów i zatruc zawodowych.

PIŚMIENNICTWO

1. Brzeski Z. i wsp.: Ocena narażenia zawodowego na metale ciężkie pracowników wydziału odlewni. *Wiad. Lek.* **24**, 2025, 1983.
2. Dutkiewicz B., Chodór H.: Stężenie ołowiu w moczu jako wskaźnik narażenia przy mieszanej ekspozycji na ołów, cynk, kadm. *Med. Pr.* **3**, 195, 1979.
3. Dutkiewicz T. i wsp.: Ocena narażenia populacji ludzkiej na oddziaływanie cynku, kadmu i ołowiu w środowisku. *Roczn. PZH* **3**, 299, 1978.

4. Dutkiewicz T. i wsp.: Chemiczne badanie materiału biologicznego w toksykologii przemysłowej. PZWL, Warszawa 1964.
5. Farbiszewski R., Gabryel H.: Kancerogeneza wywołana przez metale. Brom. Chem. Toks. 2, 189, 1981.
6. Gąsiorowski K. i wsp.: Ocena zdrowotności długoletnich pracowników Galwanizerni. Med. Pr. 5-6, 365, 1982.
7. Indulski J., Starzyński Z.: Zapadalność na choroby zawodowe w Polsce w latach 1976-1981. Pol. Tyg. Lek. 12, 377, 1983.
8. Jethon Z. i wsp.: Formy fizjologiczno-higieniczne w medycynie przemysłowej. PZWL, Warszawa 1982.
9. Kuliczowski K.: Działanie ołowiu na układ czerwonych krwinek. Med. Pr. 6, 483, 1980.
10. Lewton A. H. i wsp.: J. Ind. Hyg. Tox. 25, 13, 1943.
11. Leszczyński T.: Porównanie aktywności niektórych enzymów w moczu u pacjentów zatrutych związkami rtęci, ołowiu, arsenu i czterochlorkiem węgla. Pol. Tyg. Lek. 31, 1177, 1981.
12. Marek K.: Kliniczna patologia zawodowa. PZWL, Warszawa 1982.
13. Okta ba W.: Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalna. PWN, Warszawa 1976.
14. Sprague S., Slavin W.: The Determination of Nickel in Urine by Atomic Absorption Spectrophotometry. At. Absorpt. Newsl. 3, 160, 1964.
15. Sułkowski W.: Problemy otolaryngologii w medycynie pracy. PZWL, Warszawa 1977.
16. Żak I., Steibert E.: Biochemiczne aspekty toksykologii kadmu. Post. Hig. Med. Dośw. 34, 249, 1980.

РЕЗЮМЕ

На основании общемедицинского осмотра, специалистического осмотра в области ларингологии, историй болезни рабочих, а также обозначения уровня тяжёлых металлов и роданидов, содержащихся в моче, была проведена оценка подвержения рабочих гальванических предприятий воздействию свинца, кадмия и цианидов. Были проведены анализы неявок по болезни на Гальваническом отделении по сравнению с общими неявками на предприятии. Содержимое свинца, кадмия и роданидов в моче не превышало гигиенической нормы. Санитарно-гигиенические условия в основном соответствовали стандарту, допускаемому для этого вида продукции, знаменательно не влияя на заболеваемость и неявку по болезни, связанную с несчастным случаем.

SUMMARY

There was carried out an assessment of exposition to lead, cadmium and cyanides in employees of a galvanizing plant basing on general medical examination, specialist laryngological one, case history charts and determinations of heavy metals level and rhodonates in urine. There was analysed sick absence at the galvanizing department as compared with absence in the whole factory. Lead and cadmium content and rhodonates content in urine did not exceed hygienic standards. Sanitary-hygienic conditions, as a rule, are not abnormal and permissible for this type of production and did not significantly increase morbidity, sickness rate and sickness-accident absence.