



Znaczenie badań okulistycznych u pracowników zatrudnionych przy produkcji chloru metodą rtęciową

dr n. med. AGNIESZKA KOBIERZYCKA-BALA
dr hab. n. med. MARTA MISIUK-HOJŁO
lek. ANETA HILL-BATOR

Katedra i Klinika Okulistyki
Akademii Medycznej we Wrocławiu

dr n. med. ANNA AFFELSKA-JERCHA
dr n. med. EWA LEWCZUK

Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych,
Zawodowych i Nadciśnienia Tętniczego
Akademii Medycznej we Wrocławiu

Rtęć i chlor mogą wpływać toksycznie na narząd wzroku. Celem przedstawionej w artykule pracy była ocena wpływu rtęci na narząd wzroku u osób zatrudnionych przy produkcji chloru metodą rtęciową. Przebadano 20 pacjentów (39 oczu). Oceniano stan przedniego odcinka i dno oka, ciśnienie wewnątrzgałkowe, pole widzenia podstawowe oraz na barwę czerwoną i zieloną. U większości pacjentów stwierdzono zmiany w przednim odcinku oka. Zaburzenia pola widzenia stwierdzono w 7 oczach, a zaburzenia pola widzenia na barwy w 14. Uzyskane wyniki wskazują na konieczność okresowych badań okulistycznych u pracowników narażonych na działanie rtęci i chloru.

The significance of ocular examinations in workers involved in the production of chlorine using the mercury method.

Mercury and chlorine may be toxic for eyes. The aim of this study was to assess the influence of mercury on the eyes of workers involved in the production of chlorine using the mercury method. We evaluated 39 eyes. We examined the state of anterior and posterior segments of eyes, intraocular pressure, the basic visual field and the visual fields for red and green. Most patients had abnormalities in the anterior segment. Impairments in the visual field was found in 7 eyes and loss of colour vision in 14. The results prove regular ophthalmological examinations in workers exposed to mercury and chlorine are necessary.

Wstęp

Rozwój przemysłu wiąże się z narastającym zanieczyszczeniem środowiska, w tym środowiska pracy. Jednym z pierwiastków mogących stanowić zagrożenie w miejscu pracy jest rtęć, a szczególnie pary rtęci metalicznej, na które ekspozycją są pracownicy w ponad 50 zawodach, m.in. przy wydobywaniu i destylowaniu rudy cynobrowej, produkcji chloru i łągu metodami elektrolitycznymi, otrzymywaniu barwników i fungicydów oraz przy produkcji i obsłudze aparatów rtęciowych. Narażeni na kontakt z rtęcią są również pracownicy laboratoriów,

pracowni naukowych, gabinetów dentystrycznych i zakładów fotograficznych [1].

Rtęć i jej związki są substancjami silnie toksycznymi. Wykazują duże powinowactwo do układu nerwowego, nerek, układu krwiotwórczego oraz immunologicznego. Mogą ponadto indukować reakcje alergiczne [2]. Zawodowe narażenie na rtęć rzadko ma charakter ostry. Objawy występują zwykle po dłuższym okresie narażenia, trwającym od kilku tygodni do kilku lat. Pierwsze symptomy pochodzą ze strony centralnego układu nerwowego. Początkowo pojawiają się objawy mało charakterystyczne, tj.: bóle i zawroty głowy, zaburzenia snu, koncen-

tracji, zaburzenia pamięci, nerwica czy depresja. Stopniowo dołącza się drżenie rąk, zaburzenia widzenia i słuchu oraz sprawności intelektualnej. Typowe są zaburzenia mowy, zmiana charakteru pisma oraz objawy uszkodzenia mózgdzku pod postacią charakterystycznych zaburzeń chodu i równowagi, którym często towarzyszą zmiany psychoorganiczne [1]. Mogą wystąpić ponadto objawy uszkodzenia podwzgórza, dysfunkcji nerek, uszkodzenia szpiku kostnego objawiające się obniżeniem liczby różnych komórek we krwi, nadkrzepliwość, rzadziej objawy alergii [3]. Opisano kontaktowe zapalenie skóry u pracowników służby zdrowia, zwłaszcza

u lekarzy stomatologów, asystentek stomatologicznych i pielęgniarek narażonych na kontakt z rtęcią metaliczną [2].

Na szczególną uwagę zasługuje toksyczne działanie rtęci na narząd wzroku. Gałka oczna jest narządem, w którym rtęć, u osób eksponowanych na jej działanie, gromadzi się w dużych ilościach. Depozyty rtęci obserwowano w obrębie tarczy nerwu wzrokowego, nabłonka barwnikowego i wewnętrznych warstw siatkówki oraz w ścianie naczyń siatkówkowych [4]. Klincznym objawem kumulacji rtęci są przede wszystkim, zależne od dawki zaburzenia widzenia barw, głównie w osi niebiesko-żółtej [5]. Wynika to, zgodnie z regułą Koellner'a, z gromadzenia się metalu w obrębie siatkówki. Patogeneza uszkodzenia wywołanego przez rtęć wynika najprawdopodobniej z tego, iż rtęć powoduje zaburzenia czynnościowe, działając na metabolizm błonowy, stężenie wapnia oraz na przemiany barwników zachodzące pod wpływem światła lub na neuroprzekazniki [6]. Stąd wynikać może również odwracalny charakter zmian. Przerwa w ekspozycji na rtęć sprawia, że zaburzenia widzenia barw wycofują się. U części pacjentów objawem toksycznego uszkodzenia nerwu wzrokowego są również zaburzenia widzenia barwy czerwonej i zielonej [6]. Przyczyną tych dolegliwości jest prawdopodobnie uszkadzający wpływ rtęci na nerw wzrokowy oraz dalsze odcinki drogi wzrokowej, w tym korę potyliczną, który może wynikać z indukcji przez rtęć apoptozy komórek nerwowych [7].

Celem badań prowadzonych przy współudziale Kliniki Okulistyki oraz Kliniki Chorób Wewnętrznych Akademii Medycznej we Wrocławiu była ocena toksycznego wpływu związków rtęci na stan kliniczny i czynnościowy narządu wzroku u pracowników zatrudnionych przy produkcji chloru metodą rtęciową.



Materiały i metody

Badaniom poddanych zostało 20 mężczyzn (39 oczu – jeden pacjent był jednooczny) w wieku od 27 do 55 lat (średnia wieku wynosiła 41 lat), pracujących na stanowiskach: aparatowy produkcji chloru (obsługa hali elektrolizerów) oraz mechanik urządzeń technicznych. Średni okres pracy na tych stanowiskach wynosił 17 lat (zakres 5-26 lat). Elektroliza soli (NaCl) metodą rtęciową polega na poddaniu elektrolitycznemu rozkładowi roztworu solanki. Rozkład ten następuje w elektrolizerze, gdzie katodę stanowi rtęć, na której w czasie procesu elektrolizy wydziela się sód tworząc amalgamat sodowy. Aparatowy produkcji chloru ma kontakt z rtęcią w hali elektrolizerów. Mechanicy urządzeń technicznych na kontakt z parami rtęci narażeni są podczas remontowania elektrolizerów, na dnie których mogą znajdować się śladowe ilości rtęci. Pracownicy podczas pracy na dnie elektrolizera wyposażeni są w półmiski gazowe z pochłaniaczami na pary rtęci oraz otrzymują witaminę C w dawce 300 mg/zmianę.

W okresie przeprowadzanych badań wykonano pomiary stężeń rtęci w powietrzu hali elektrolizerów, na które narażeni byli pracownicy. U wszystkich pacjentów wykonano pomiary poziomu stężeń rtęci w moczu.

W badaniu okulistycznym oceniano: ostrość wzroku, ciśnienie wewnątrzgałkowe, stan przedniego odcinka oka, dno oka oraz pole widzenia podstawowe i pole widzenia dla barwy czerwonej i zielonej.

W badaniu oceniano ostrość wzroku do dali i bliży (tablice Snellena), ciśnienie wewnątrzgałkowe – zakres normy od 9 do 21 mmHg (tonometria aplanacyjna Goldmanna). Oceniano także przedni odcinek oka i dno oka (biomikroskopia, soczewka volka). W badaniu przedniego odcinka oka oceniano: zdrażnienie spojówek w skali od 0 (brak) do +++ (znaczne), wrastanie naczyń w rąbek rogówki w skali od 0 (brak) do ++ (znaczne), obwodowe przymglenie rogówki w skali od 0 (brak) do + (obecne) oraz stan soczewki. Ponadto wykonywano pole widzenia podstawowe (polomierz Octopus 101, program tG2/0, metoda TOP/Normal) oraz na barwy czerwonej i zielonej (polomierz łukowy Goldmanna).

Wyniki

Stwierdzone stężenie rtęci w powietrzu hali elektrolizerów wynosiło $0,0072 \text{ mg/m}^3$, przy najwyższym dopuszczalnym stężeniu (NDS) wynoszącym $0,025 \text{ mg/m}^3$.

U wszystkich pacjentów poziomy stężenie rtęci w moczu zostały przekroczone powyżej normy ($N = 25 - 43 \text{ } \mu\text{g/g CREA}$), w granicach $50,15 - 142,16 \text{ } \mu\text{g/g CREA}$ [μg rtęci/g kreatyniny].

W badaniu okulistycznym prawidłową ostrość wzroku do dali i do bliży stwierdzono u 12 pacjentów (22 oczu), wadę refrakcji do dali u 16 pacjentów (11 oczu), a do bliży u 4 pacjentów (7 oczu). Wszyscy pacjenci mieli prawidłową ruchomość gałek ocznych. Ciśnienie wewnątrzgałkowe u wszystkich pacjentów było w granicach normy, mieściło się w przedziale od 9,0 do 18,0 mmHg. Zdrażnienie spojówek stwierdzono u 19 badanych: u 11 niewielkiego stopnia, u 7 umiarkowane, a zdrażnienie znaczne występowało u 1 pacjenta. Wrastanie naczyń w rąbek rogówki stwierdzono u 15 pacjentów: u 12 niewielkiego, a u 3 znacznego stopnia. Obwodowe przymglenie rogówki pojawiło się u dwóch badanych.

Prawidłową przejrzystość soczewki stwierdzono u 19 pacjentów (37 oczu), a wzmożoną opalescencję u 2 pacjentów (3 oczu). W ocenie dna oka u wszystkich pacjentów obraz tarczy nerwu wzrokowego mieścił się w granicach normy, u 7 badanych naczynia siatkówkowe wykazywały zmiany o charakterze miażdżycowym, u żadnego z pacjentów nie stwierdzono zmian patologicznych w plamce.

Pole widzenia podstawowe: u 16 pacjentów (32 oczu) nie stwierdzono ubytków w polu widzenia, u 3 pacjentów (5 oczu) występowały obwodowe mroczki względne, a u 1 pacjenta (2 oczu) obwodowe mroczki bezwzględne.

Prawidłowe pole widzenia na barwę czerwoną i zieloną stwierdzono u 25 oczu, a prawidłowe pole widzenia na barwę zieloną u 32 oczu. Zawężone pole widzenia na barwę czerwoną i zieloną wystąpiło u 6 oczu, a izolowane zaburzenia pola widzenia na barwę czerwoną u 8 oczu. W sumie zawężone pole widzenia na barwę czerwoną (izolowane oraz współistniejące z zaburzeniem widzenia barwy zielonej) występowało u 14 oczu (tabela).

Zaburzenia widzenia barw dotyczyły części jednego kwadrantu (15 oczu), rzadziej dwóch kwadrantów (4 oczu). U jednego pacjenta (2 oczu) stwierdzono koncentryczne zawężenie pola widzenia na barwę czerwoną. Pole widzenia podstawowe było w tym przypadku prawidłowe.

Nieprawidłowości w polu widzenia podstawowym tylko w jednym przypadku korelowały z zaburzeniami widzenia na barwę czerwoną.

Omówienie

Przeprowadzone badania ukazują toksyczny wpływ środowiska pracy (par chloru i rtęci) na narząd wzroku. U większości pacjentów obserwowano cechy podrażnienia w obrębie przedniego odcinka gałki ocznej pod postacią zaczerwienienia spojówek (u 19 pacjentów) oraz wrastania naczyń w rąbek rogówki (u 15 pacjentów). U 2 pacjentów stwierdzono obwodowe przymglenie rogówki.

W przypadku 14 przebadanych oczu stwierdzono zaburzone widzenie barw. Były to: w 8 przypadkach zaburzenia widzenia barwy czerwonej, a w 4 przypadkach zaburzenia widzenia barwy czerwonej i zielonej. U 19 pacjentów z zaburzeniami w polu widzenia barwy czerwonej czy zielonej, podstawowe pola widzenia nie wykazywały odchyłań od normy. We wszystkich przypadkach pacjenci nie byli świadomi tych zaburzeń, były to zmiany nieuchwytnie przez pacjentów.

Dokładna ocena przedniego odcinka gałki ocznej u pacjentów zatrudnionych przy produkcji chloru metodą rtęciową wydaje się mieć istotne znaczenie. Poszerzenie naczyń krwionośnych spojówki może wynikać z drażniącego działania oparów chloru oraz z ich bezpośredniego wpływu na naczynia krwionośne. Natomiast rtęć prawdopodobnie nie działa jako bezpośredni czynnik drażniący, jednak nie można też tego wykluczyć. Wysokie stężenia oparów rtęci mogą spowodować zaczerwienienie, pieczenie i stan zapalny oczu. W naszym materiale zadrażnienie spojówek występowało u 19 na 20 badanych. Podobnie jak wrastanie naczyń w rąbek rogówki, mogło ono wynikać z jednoczesnego narażenia pacjentów na działanie oparów chloru, rtęci i wysoką temperaturę otoczenia.

Przeprowadzone badania pola widzenia u pacjentów narażonych na działanie rtęci sugerują, że rtęć kumuluje się nie tylko w komórkach siatkówki powodując, zgodnie z regułą Koellner'a, zaburzenia postrzegania barw w osi żółto-niebieskiej, ale może również gromadzić się we włóknach nerwu wzrokowego lub powodować zaburzenia przewodnictwa w obrębie nerwu wzrokowego.

Pole widzenia na barwy jest więc istotnym badaniem u pacjentów narażonych na rtęć, gdyż jest czułym testem pozwalającym na wykrycie wczesnych dysfunkcji siatkówki i nerwu wzrokowego. Toksyczne uszkodzenie siatkówki i nerwu wzrokowego objawia się bowiem powolnym, postępującym

WYNIKI BADAŃ POLA WIDZENIA NA BARWĘ CZERWONĄ I ZIELONĄ U OSÓB ZAWODOWO NARAŻONYCH NA DZIAŁANIE RTĘCI, n = 20 mężczyzn (39 oczu) w wieku 27-55 lat, str. 41

Results of a visual field examination for red and green in patients with occupational exposure for mercury

| Pole widzenia na barwę czerwoną i zieloną | Liczba oczu |
|---|-------------|
| Prawidłowe pole widzenia na barwę czerwoną i zieloną | 25 |
| Prawidłowe pole widzenia na barwę zieloną | 32 |
| Zawężone pole widzenia na barwę czerwoną i zieloną | 6 |
| Izolowane zaburzenia pola widzenia na barwę czerwoną | 8 |
| Zawężone pole widzenia na barwę czerwoną (izolowane oraz współistniejące z zaburzeniem widzenia barwy zielonej) | 14 |

pogarszaniem się ostrości wzroku w obu oczach, z towarzyszącym zaburzeniem widzenia barw. Stwierdzenie u pacjentów jedynie nieznacznych i nieuchwytnych przez pacjentów zaburzeń widzenia barw sugeruje istnienie wczesnego stadium toksycznego uszkodzenia nerwu wzrokowego.

Wnioski

Przeprowadzone badania potwierdzają znaczną toksyczność rtęci na centralny układ nerwowy, w tym na narząd wzroku i nerw wzrokowy. Toksyczne działanie rtęci wyraża się we wpływie na tylny odcinek oka, siatkówkę i nerw wzrokowy. Zaburzenia pod postacią zawężonego pola widzenia na barwy, wprawdzie niedostrzegane przez pacjenta, mogą występować już po kilku latach ekspozycji. Sugeruje to, iż ocena pola widzenia na barwy powinna być jednym z badań służących do wykrywania wczesnego zatrucia rtęcią.

Opary rtęci mogą również bezpośrednio oddziaływać na naczynia krwionośne spojówki i rogówkę, powodując zaczerwienienie spojówek, stan zapalny oczu, wrastanie naczyń w rąbek rogówki. Długotrwała ekspozycja na działanie rtęci może w niektórych przypadkach powodować szaro-brązowe lub żółte przebarwienie oczu. U osób długotrwanie narażonych na działanie rtęci obserwowano ponadto uszkodzenie rogówki pod postacią keratopatii taśmowatej oraz zmętnienia rogówki przebiegające poziomym pasmem przez jej środek. Jednakże w opisywanej grupie narażonych objawy spojówkowo-rogówkowe należy wiązać z drażniącym działaniem chloru, przed którym w pełni nie chronią stosowane maski p/gazowe. W badanej grupie jest to objaw powszechny.

Celowe jest więc wykonywanie dokładnych badań okulistycznych (ocena przedniego odcinka oka, dna oka, pola widzenia) u osób przed rozpoczęciem pracy związanej z narażeniem na działanie drażniące substancji oraz okresowe monitorowanie stanu narządu wzroku u tych osób. Umożliwi to wczesne uchwycenie pojawiających się zmian i pozwoli ocenić czy są one wynikiem narażenia. Regularna kontrola okulistyczna pozwoli więc zapobiec rozwojowi ewentualnych powikłań zagrażających widzeniu, tj. uszkodzenia rogówki czy nerwu wzrokowego.

PIŚMIENNICTWO

- [1] R. Złotkowska, M. Zajac-Nędza *Ostre zawodowe zatrucie rtęcią – opis przypadku*. „Medycyna Pracy”, 53(4) 2002
- [2] L. A. Garner *Contact dermatitis to metals*. „Dermatologic Therapy”, 17(4) 2004
- [3] M. C. Houston *The role of mercury and cadmium heavy metals in vascular disease, hypertension, coronary heart disease, and myocardial infarction*. „Alternative Therapies in Health and Medicine”, 13(2) 2007
- [4] K. Warfvinge, A. Bruun *Mercury distribution in the squirrel monkey retina after in Utero exposure to mercury vapor*. „Environmental Research”, 83(2) 2000
- [5] P. Urban, F. Gobba, J. Nerudova, E. Lukas, Z. Cabelkova, M. Cikrt *Color discrimination impairment in workers exposed to mercury vapour*. „Neurotoxicology”, 24(4-5) 2003
- [6] F. Gobba, A. Cavalleri *Color vision impairment in workers exposed to neurotoxic chemicals*. „Neurotoxicology”, 24(4-5) 2003
- [7] T. Toimela, H. Tahti *Mitochondrial viability and apoptosis induced by aluminum, mercuric mercury and methylmercury in cell lines of neural origin*. „Archives of Toxicology”, 78(10) 2004

Praca została zrealizowana na podstawie badań klinicznych przeprowadzonych w Katedrze i Klinice Okulistyki Akademii Medycznej we Wrocławiu oraz w Katedrze i Klinice Chorób Wewnętrznych, Zawodowych i Nadciśnienia Tętniczego Akademii Medycznej we Wrocławiu