

prof. dr hab. JERZY K. PIOTROWSKI
dr hab. JADWIGA SZYMAŃSKA
Akademia Medyczna
90-151 Łódź
ul. Muszyńska 1

p-Benzochinon

Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego^{*)}

NDS: 0,1 mg/m³
NDSCh: 0,4 mg/m³
DSB: –

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów: 24.10.1996
Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN: 9.09.1997

p-Benzochinon jest substancją krystaliczną o zapachu przypominającym zapach chloru. Jest rozpuszczalny w gorącej wodzie i dobrze rozpuszczalny w rozpuszczalnikach organicznych. Otrzymuje się go podczas reakcji utleniania hydrochinonu lub aniliny. Jest stosowany jako półprodukt w różnych reakcjach chemicznych. Używa się go w procesach garbowania skóry i wywoływania fotografii.

Dane na temat toksyczności tego związku u ludzi dotyczą tylko zawodowego narażenia. *p*-Benzochinon wykazuje działanie drażniące, a narządami krytycznymi są oczy i skóra. Na skutek miejscowego działania *p*-benzochinonu obserwuje się zmiany skórne. Narażenie na pary tego związku powoduje zaburzenia widzenia.

p-Benzochinon podawany inhalacyjnie myszom powoduje zmniejszenie częstości oddychania. Powtarzane codziennie narażenie (3÷5 dni) powodowało kumulowanie się skutków. Podawany dożołądkowo myszom zwiększał procent komórek z mikrojądrami w szpiku, a także powodował zmianę stosunku liczby polichromatycznych (PCE) i normochromatycznych (NCE) erytrocytów. *p*-Benzochinon nie wykazuje działania mutagennego i rakotwórczego.

Podstawą proponowanej wartości NDS są właściwości drażniące *p*-benzochinonu. W niniejszym opracowaniu zaproponowano dla *p*-benzochinonu wartość NDS na poziomie 0,1 mg/m³ i wartość NDSCh na poziomie 0,4 mg/m³.

^{*)} Wartości normatywu obowiązujące zgodnie z rozporządzeniem ministra pracy i polityki socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. Dz. U. nr 79, poz. 513.

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI, ZASTOSOWANIE, NARAŻENIE ZAWODOWE

Ogólna charakterystyka substancji (HSDB, 1995; Merck Index, 1983; Poradnik..., 1974; RTECS, 1995):

– wzór sumaryczny



– wzór strukturalny



– nazwa chemiczna

p-benzochinon

– nazwa chemiczna wg CAS

Quinone

– numer rejestru CAS

106-51-4

– numer rejestru RTECS

DK 2625000

– synonimy:

benzochinon, 1,4-benzochinon; chinon; *p*-chinon; 1,4-cykloheksadienedion; 1,4-cykloheksadienu ditlenek; 2,5-cykloheksadiene-1,4-dion; 1,4-dioksybenzen; 1,4-dioksybenzol
NCI-C55845, USAFP-220.

– nazwy handlowe:

Właściwości fizykochemiczne (HSDB, 1995; Merck Index, 1983; Poradnik..., 1974; RTECS, 1995):

– wygląd i zapach

substancja krystaliczna, żółte jednoskośne słupki o zapachu przypominającym zapach chloru

– temperatura topnienia

115,7 °C

– temperatura wrzenia

ulega sublimacji

– gęstość pary (powietrze = 1)

3,7

– rozpuszczalność

rozpuszczalny w gorącej wodzie i dobrze rozpuszczalny w rozpuszczalnikach organicznych (alkohol etylowy, eter), w alkaliach

– współczynniki przeliczeniowe
w temp. 25 °C:

1 ppm ~4,4 mg/m³

1 mg/m³ ~0,226 ppm.

Występowanie, otrzymywanie, zastosowanie, narażenie zawodowe

p-Benzochinon występuje w tkankach różnych stawonogów. Niektóre owady mogą syntetyzować proste benzochinony. Związek został wykryty także w dymie papierosowym (HSDB, 1995).

W powietrzu atmosferycznym stężenie związku wynosi od < 15 do 80 ng/m³ (HSDB, 1995). Do wody i gleby *p*-benzochinon dostaje się wraz ze ściekami z zakładów chemicznych, garbarni i zakładów fotograficznych (Deichmann, Keplinger, 1981; HSDB, 1995).

p-Benzochinon może być otrzymywany przez utlenianie hydrochinonu kwasem bromowym (HBrO₃) lub reakcji utlenienia aniliny kwasem chromowym (H₂CrO₄), (Deichmann, Keplinger, 1981; HSDB, 1995).

W latach 1977-1982 produkcja *p*-benzochinonu w Stanach Zjednoczonych wynosiła 40 ÷ 450 ton rocznie, a liczbę osób narażonych w latach 1977-1974 NIOSH oceniał na ok. 3800 (HSDB, 1995).

p-Benzochinon jest stosowany jako półprodukt w różnych reakcjach chemicznych: przy produkcji niektórych pestycydów, barwników, leków i polimerów. Jest używany w procesach garbowania skóry, jak również jako środek utleniający przy wywoływaniu i utrwalaniu fotografii. Dodawany jest również do niektórych kosmetyków (Deichmann, Keplinger, 1981; HSDB, 1995; *Dangerous...*, 1989).

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA LUDZI

Obserwacje kliniczne. Zatrucia ostre

W piśmiennictwie nie znaleziono opisu klinicznego zatrucia ostrego *p*-benzochinonem.

W przypadku narażenia na działanie *p*-benzochinonu narządami krytycznymi są: oczy i skóra (HSDB, 1995).

Na skutek miejscowego działania *p*-benzochinonu obserwuje się zmiany skórne: odbarwienia, rumień, obrzęk, grudki i pęcherze. Przedłużający się kontakt może być przyczyną powstawania martwicy skóry (Deichmann, Keplinger, 1981). Narażenie na pary *p*-benzochinonu powoduje zaburzenia widzenia. Obserwuje się przemieszczające się złogi brązowego barwnika w rogówce. W przypadku narażenia na duże stężenia, przez krótki czas lub w przypadku narażenia powtarzanego stwierdzono owrzodzenie rogówki (Deichmann, Keplinger, 1981; HSDB, 1995).

U osób narażonych na *p*-benzochinon nie stwierdzono zmian układowych ani zmian w obrazie krwi i moczu (Deichmann, Keplinger, 1981; Gleason i in., 1963; HSDB, 1995).

Przypadków zatrucia *p*-benzochininem drogą pokarmową nie zanotowano.

Obserwacje kliniczne. Zatrucia przewlekłe

W kilku przypadkach chronicznego narażenia na działanie *p*-benzochinonu obserwowano zaburzenia widzenia: astygmatyzm, zmiany rogówki i przebarwienia. Po przerwaniu narażenia ustępowały tylko przebarwienia rogówki.

U wielu pracowników narażanych chronicznie na *p*-benzochinon zmiany oczne nie były poprzedzone zmianami ostrymi (Deichmann, Keplinger, 1981). Procesy chorobowe w rogówce mogą się rozwijać również po przerwaniu narażenia.

Według Jurgena intensywność i rozległość zmian patologicznych w oku zależy od czasu i wielkości narażenia (1967).

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono informacji ani o czasie narażenia pracowników, ani o wielkości narażenia.

Badania epidemiologiczne

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono danych na ten temat.

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA ZWIERZĘTA

Toksyczność ostra

Wartości DL_{50} *p*-benzochinonu dla szczurów wynoszą 130 i 25 mg/kg po podaniu doustnym lub dożylnym (Spector, 1956).

Podanie drogą pokarmową lub podskórnie dużych dawek *p*-benzochinonu powodowało miejscowe podrażnienia, drgawki kloniczne, zaburzenia oddychania, spadek ciśnienia krwi i śmierć zwierząt spowodowaną paraliżem. Asfiksja odgrywa ważną rolę w obrazie zatrucia *p*-benzochinonem, na skutek uszkodzenia płuc i pewnego (nie określonego) wpływu tego związku na hemoglobinę. U kilku zwierząt zanotowano obecność krwi i białka w moczu (Liu, 1928). Autorzy nie podali gatunku zwierząt narażanych.

Narażenie królików na duże stężenia par *p*-benzochinonu lub bezpośredni kontakt z substancją, a także ze stężonymi roztworami *p*-benzochinonu powodowało ostrą reakcję: obrzęk rogówki i zmiany nekrotyczne w obrębie oka. Natychmiast po zakończeniu narażenia na powierzchni oka występowały brązowe przebarwienia (HSDB, 1995).

Alarie (1981a,b) badał działanie drażniące różnych związków, w tym również *p*-benzochinonu drogą inhalacyjną. Za efekt działania drażniącego przyjęto zmniejszenie częstości oddychania (RD). Badania przeprowadzono na myszach, a narażenie inhalacyjne trwało 10 min. Wartość RD_{50} (stężenie substancji powodujące zmniejszenie częstości oddychania o 50%) dla *p*-benzochinonu wyznaczono na 5 ppm, tj. 22 mg/m³. W przeciwieństwie do innych związków o działaniu drażniącym, zmniejszenie częstości oddychania obserwowane po narażeniu na izocyjaniany i *p*-benzochinon było skutkiem długotrwałym (Alarie, 1981b). *p*-Benzochinon powodował trwałe skutki już po 30-minutowym narażeniu, a powtórzenie narażenia (3÷5-krotne) na stężenie równe 0,1 RD_{50} powodowało zmniejszenie częstości oddychania o ok. 80%.

Badania nad wpływem *p*-benzochinonu na centralny układ nerwowy przeprowadzano na karaluchach (Chambers, Rowan, 1982; Rowan, Chambers, 1982). Badania prowadzono na wyizolowanym zwoju brzuszynym. *p*-Benzochinon powodował zależną od dawki depolaryzację błon postsynaptycznych. W badaniach histopatologicznych stwierdzano uszkodzenie mitochondriów.

Toksyczność przewlekła

Nie znaleziono informacji dotyczących badań toksyczności przewlekłej. Jedyną informację o chronicznym narażeniu królików na *p*-benzochinon zamieszczono w bazie HSDB (1995): u królików narażonych na małe stężenia par *p*-benzochinonu, nie wywołujące skutków ostrych, nie stwierdzono zmian w oku.

ODLEGŁE EFEKTY DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Działanie mutagenne i klastogenne

Zdolność *p*-benzochinonu do wywoływania mutacji badano na szczepach TA1535, TA98, TA1537, TA100 *Salmonelli typhimurium*. Badany związek nie wykazywał działania mutagennego (HSDB, 1995).

p-Benzochinon podawany dootrzewnowo w dawce jednorazowej samcom myszy (6,25 mg/kg) nie wywoływał dominujących mutacji letalnych (IARC, 1977).

Ciranni i in. (1988a) badali toksyczność benzenu i jego metabolitów (w tym również *p*-benzochinonu) dla ciężarnych myszy i ich potomstwa. Myszom podawano dożołądkowo

benzochinon w dawce 20 mg/kg m.c. (liczba dawek nie była określona). W czasie od 0 ÷ 40 h od podania oznaczano w komórkach szpiku kostnego liczbę polichromatycznych (PCE) i normochromatycznych erytrocytów (NCE). Stosunek PCE/NCE przyjęto za miarę toksyczności badanych związków. W PCE oznaczano także liczbę komórek z mikrojądrami (MN). U dorosłych ciężarnych myszy *p*-benzochinon powodował wzrost liczby MN w czasie od 15 ÷ 36 h od podania; w komórkach płodu nie obserwowano takich zmian. U myszy dorosłych stosunek PCE/NCE ulegał statystycznie znamiennej obniżeniu tylko po 18 i 36 h, natomiast w komórkach płodu zmniejszenie tego stosunku występowało przez cały okres obserwacji.

W drugiej części badań *Ciranni* i in. (1988b) badali wpływ drogi podania na cyto- i genotoksyczność *p*-benzochinonu. Związek ten podawano myszom dożołądkowo lub do otrzewnowo odpowiednio w dawkach 20 lub 5 mg/kg m.c. Wzrost liczby MN obserwowano tylko po dożołądkowym podaniu *p*-benzochinonu. Natomiast stosunek PCE/NCE ulegał statystycznie znamiennej obniżeniu po podaniu związku obu drogami. Z powyższych danych wynika, że *p*-benzochinon nie jest mutagenem, natomiast wywołuje umiarkowane zmiany klastogenne.

Działanie rakotwórcze

Podanie związku na skórę

Badania przeprowadzono na myszach, którym наносzono na skórę 0,25-procentowy roztwór benzenowy *p*-benzochinonu, codziennie lub co drugi dzień. 44 myszy przeżyły więcej niż 200 dni, u 3 zwierząt stwierdzono brodawczaki skóry, u jednego – raka skóry i u 5 zwierząt – gruczolakoraki płuc. Po narażeniu na działanie 0,1-procentowego roztworu benzenowego *p*-benzochinonu 41 zwierząt przeżyło dłużej niż 200 dni. U tych zwierząt stwierdzono: 6 przypadków brodawczaków skóry, 2 raka skóry i 10 gruczolakoraka płuc. Grupę kontrolną stanowiły zwierzęta narażane na działanie benzenu. Eksperyment przeżyło 46 zwierząt, u których stwierdzono jeden przypadek brodawczaka skóry i 2 gruczolakoraki płuc (*Takizawa*, 1940). Grupa Robocza IARC, analizująca wyniki doświadczeń *Takizawy*, stwierdziła, że w pracy brak było informacji o płci i szczepie zwierząt, a także o czasie trwania doświadczeń (IARC, 1977).

Narażenie inahalacyjne

Do badań użyto 25 myszy, które narażano na 5 mg *p*-benzochinonu (w komorze o pojemności 130 l)¹⁾ przez 1 h, przez 6 dni w tygodniu.

Powyżej 100 dni przeżyło 11 zwierząt, u których wykryto 2 przypadki raka płuc. W grupie kontrolnej (12 zwierząt) także wykryto 2 gruczolakoraki płuc. W innym eksperymencie, przeprowadzonym w tych samych warunkach, u 25 myszy stwierdzono 2 przypadki gruczolakoraka płuc. W grupie kontrolnej (25 zwierząt) wykryto 1 przypadek gruczolaka płuc (*Kishizawa*, 1954, 1955, 1956).

¹⁾ Przyjmujemy, że chodzi o wytwarzane w sposób statystyczny stężenie *p*-benzochinonu w powietrzu rzędu 40 mg/m³.

Podanie podskórne

Eksperyment przeprowadzono w grupie 24 szczurów, którym podawano podskórnie roztwór *p*-benzochinonu w glikolu propylenowym (jedna iniekcja tygodniowo). Początkowo przez 53 dni podawano 1-procentowy roztwór, następnie roztwór 0,2-procentowy (między 54 ÷ 173 dniem) i roztwór 0,4-procentowy od 174 dnia do końca doświadczenia. 17 szczurów przeżyło 394 dni, otrzymując łącznie 32 iniekcje (81 mg *p*-benzochinonu, 16,5 ml glikolu propylenowego). U 2 szczurów w miejscu podania stwierdzono mięsaki (Umeda, 1957).

Wyniki uzyskane w badaniach na zwierzętach są niewystarczające do uznania *p*-benzochinonu za związek kancerogeny. Brak jest danych o działaniu rakotwórczym tego związku na ludzi. IARC (1987) zakwalifikował *p*-benzochinon do grupy 3.

DZIAŁANIE EMBRIOTOKSYCZNE, TERATOGENNE ORAZ WPŁYW NA ROZRODCZOŚĆ

Brak jest danych na temat embriotoksycznego i teratogennego działania *p*-benzochinonu oraz jego wpływu na rozrodczość, z wyjątkiem informacji zamieszczonych wcześniej.

TOKSYKOKINETYKA

Wchłanianie

p-Benzochinon dobrze wchłania się z przewodu pokarmowego i tkanki podskórnej zwierząt doświadczalnych (autorzy pracy nie podali gatunku zwierząt), (IARC, 1977).

Rozmieszczenie w organizmie

Autorzy opracowania nie znaleźli informacji na temat rozmieszczenia *p*-benzochinonu w organizmie.

Metabolizm

U świni *p*-benzochinon jest metabolizowany do *p*-benzosemichinonu i hydrochinonu (HSDB, 1995). Może ulegać sprzęganiu z 6-węglowymi aldehydokarboksy kwasami, dając kwas heksuronowy, z kwasem siarkowym i innymi kwasami (Deichmann, Keplinger, 1981).

Wydalenie

p-Benzochinon jest częściowo wydalany w postaci niezmienionej, w postaci hydrochinonu, kwasu heksuronowego i w postaci sprzężonej z kwasem siarkowym lub innymi kwasami (HSBD, 1995).

MECHANIZM DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

p-Benzochinon działa bezpośrednio na szpik kostny i zdolność hemoglobiny do przenoszenia tlenu (*Deichmann, Keplinger, 1981*)²⁾.

Działanie *p*-benzochinonu na centralny układ nerwowy może być spowodowane zahamowaniem aktywnego transportu kationów (*Chambers, Rowan, 1982*).

DZIAŁANIE ŁĄCZNE

W dostępnym piśmiennictwie brak danych na ten temat.

ZALEŻNOŚĆ EFEKTU TOKSYCZNEGO OD POZIOMU NARAŻENIA

W dostępnym piśmiennictwie brak danych na ten temat.

NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIE (NDS) W POWIETRZU ŚRODOWISKA PRACY ORAZ DOPUSZCZALNE STĘŻENIE W MATERIALE BIOLOGICZNYM (DSB)

Istniejące wartości NDS

W Polsce nie ustalono dotychczas dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego na *p*-benzochinonu. Odpowiedniki wartości NDS i NDSch zalecane w niektórych państwach podano w tabeli 1. (ACGIH, 1996; *Rowan, Chambers, 1982*; RTECS, 1995; *Dangerous...*, 1989). Podstawy merytoryczne tych norm nie są znane.

Tabela 1.

Wartości normatywów higienicznych *p*-benzochinonu ustalone w różnych państwach

Państwo	TWA		STEL	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Australia	0,1	0,4	—	—
Austria	0,1	0,4	—	—
Belgia	0,1	0,44	—	—
Dania	0,1	0,4	—	—
Egipt	0,1	0,4	—	—
Filipiny	5,0	15,0	—	—
Finlandia	0,1	0,4	0,3 (S)	—
Francja	0,1	0,4	0,3	1,5
Holandia	0,1	0,4	—	—
Niemcy	0,1	0,4	—	—
Rosja	—	—	—	0,05
Szwecja	0,1	0,4	0,3	1,3
Szwajcaria	0,1	0,4	0,2	0,8
Turcja	0,1	0,4	—	—
USA (ACGIH)	0,1	0,44	—	—
Wielka Brytania	0,1	0,4	0,3	—

²⁾ Mechanizm unieczynniania hemoglobiny mógłby być oparty na powstawaniu methemoglobiny i/lub tworzeniu adduktów hemoglobiny z metabolitem *p*-benzochinonu.

Podstawy proponowanej wartości NDS

Dane dotyczące toksyczności *p*-benzochinonu są fragmentaryczne. Dane uzyskane na podstawie wyników badań na zwierzętach nie mogą być przyjęte za podstawę obliczeń wartości NDS z uwagi na to, że są to badania niekompletne i przeprowadzane 30 ÷ 70 lat temu. W pracach tych nie znaleziono dowodów na ewentualne działania układowe *p*-benzochinonu. Jednak w pracach z lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych zwraca się uwagę na możliwość działania *p*-benzochinonu (toksycznego metabolitu benzenu) na komórki szpiku (Chambers, Rowan, 1982; Ciranii i in., 1988).

Nie znaleziono danych świadczących o tym, że *p*-benzochinon jest odpowiedzialny za odległe następstwa narażenia.

Podstawą proponowanej wartości NDS są właściwości drażniące *p*-benzochinonu.

Przybliżoną wartość NDS dla *p*-benzochinonu można wywieść z badań Alariego (1981a,b). Autor ten przebadał znaczną liczbę substancji wywierających efekt drażniący w eksperymencie inhalacyjnym i za miarę siły tego działania drażniącego przyjął wartość RD_{50} . Alarie wykazał, że istnieje ścisła korelacja między wartością RD_{50} , a liczbowymi wartościami NDS tych samych substancji (rys. 1). Na podstawie tej korelacji obliczył, że wartością w przybliżeniu odpowiadającą wartości NDS jest wartość $0,03 RD_{50}$.

Na tej samej koncepcji oparli swoje badania Steinhagen i Barrow (1984), którzy skoncentrowali się na wyznaczeniu współczynników RD_{50} dla różnych aldehydów. Autorzy niniejszej pracy przyjęli, że wartość TLV powinna znajdować się między wartościami $0,01 RD_{50}$ (stężenie nie wywołujące lub wywołujące minimalne działania drażniące) a wartością $0,1 RD_{50}$ (stężenie wywołujące słabe, lecz tolerowane działanie drażniące).

Według Alariego (1981b) wartość RD_{50} dla *p*-benzochinonu wynosi 5,0 ppm, tj. 22 mg/m^3 , wartość $0,03 RD_{50}$ równa się $0,15 \text{ ppm}$, tj. $0,66 \text{ mg/m}^3$. W większości państw (tab. 1) wartość NDS wynosi $0,1 \text{ ppm}$, tj. $0,4 \text{ mg/m}^3$.

Są dwa powody, dla których wartości NDS nie można jedynie ustalić na podstawie odpowiedniego ułamka (3%) RD_{50} :

1) *p*-benzochinon, podobnie jak niektóre izocyjaniany, które tym się różnią od większości substancji drażniących, że efekt obniżenia częstości oddychania jest względnie trwały i dodatkowo, powtarzane narażenie na *p*-benzochinon o stężeniach równych $0,1 RD_{50}$ powoduje kumulację skutków już po 3÷5-krotnym powtórzeniu,

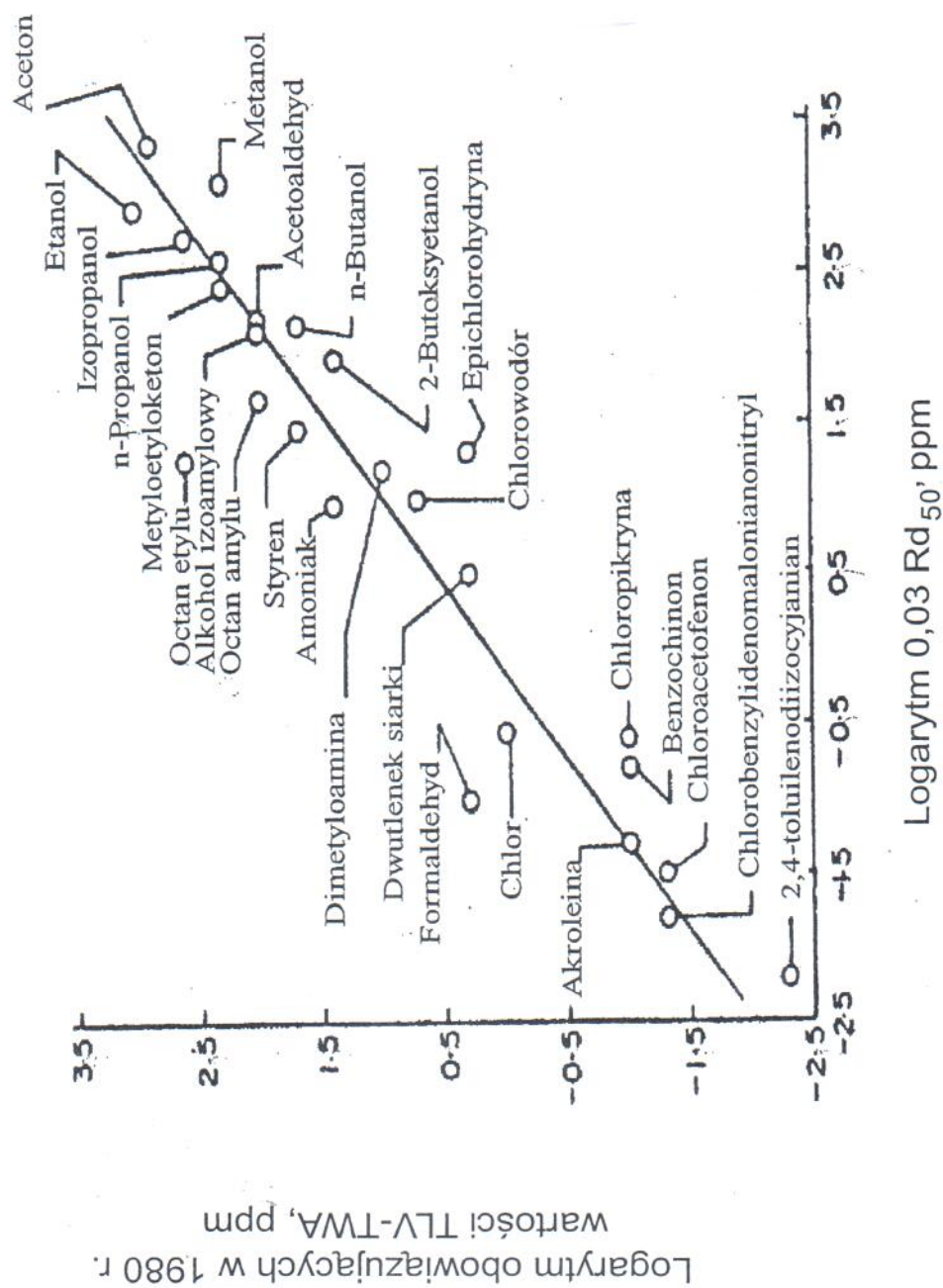
2) nie ma danych doświadczalnych na temat działania układowego *p*-benzochinonu. Działania takiego można by się spodziewać na podstawie badań krwi i układu krwiotwórczego, zwłaszcza z uwagi na nowsze dane dotyczące toksyczności metabolitów benzenu.

Z tego względu autorzy opracowania proponują, aby do wartości NDS obliczonej wg koncepcji Alariego (1981a,b) wprowadzić dwa współczynniki niepewności:

- współczynnik związany z różnicami wrażliwości osobniczej u ludzi, A
 - współczynnik modyfikujący (dotyczący oceny eksperta o kompletności danych), E.
- Wartość NDS obliczamy na podstawie wzoru:

$$NDS = \frac{0,03 RD_{50}}{A \cdot E} = \frac{0,66}{2 \cdot 3} = 0,1 \text{ mg/m}^3$$

Na podstawie wartości RD_{50} dla *p*-benzochinonu proponujemy przyjęcie wartości NDS na poziomie $0,1 \text{ mg/m}^3$, a wartości NDSch na poziomie $0,4 \text{ mg/m}^3$.



Rys. 1. Zależność między logarytmem obowiązków w 1980 r. wartości TLV-TWA a logarytmem 0,03 Rd₅₀ (Alarie, 1981)

Równanie regresji: $y = 0,12b + 0,865x$

POTRZEBY BADAWCZE

Nie ma potrzeb badawczych.

ZAKRES BADAŃ WSTĘPNYCH I OKRESOWYCH, NARZĄDY (UKŁADY) KRYTYCZNE ORAZ PRZECIWWSKAZANIA DO ZATRUDNIENIA

dr med. JANUSZ IŻYCKI
Instytut Medycyny Pracy
90-950 Łódź
ul. św. Teresy 8

Zakres badania wstępnego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na skórę i narząd wzroku.

Zakres badań okresowych

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na skórę.
Częstotliwość badań okresowych: co 3 ÷ 4 lata.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie. Badanie okulistyczne i dermatologiczne w zależności od wskazań.

U w a g a

Lekarz przeprowadzający badanie profilaktyczne może poszerzyć jego zakres o dodatkowe specjalistyczne badania oraz badania dodatkowe, a także wyznaczyć krótszy termin następnego badania, jeżeli stwierdzi, że jest to niezbędne do prawidłowej oceny stanu zdrowia pracownika i osoby przyjmowanej do pracy.

Narządy (układy) krytyczne

Narząd wzroku (rogówka) i skóra.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Choroby rogówki, stany zapalne spojówek i stany zapalne skóry.

U w a g a

Wymienione przeciwwskazania dotyczą kandydatów do pracy. O przeciwwskazaniach w przebiegu trwania zatrudnienia powinien decydować lekarz przeprowadzający badania

okresowe, biorąc pod uwagę wielkość i okres trwania narażenia zawodowego oraz stopień zaawansowania i dynamikę zmian chorobowych.

PIŚMIENNICTWO

- ACGIH (1996) Threshold limit values (TLVs) for chemical substances and physical agents and biological exposure indices (BEIs) 1995-1996.
- Alarie Y. (1981a) Dose-response analysis in animal studies: prediction of human responses. *Environ. Hlth. Persp.*, 42, 9-13.
- Alarie Y. (1981b) Bioassay for evaluating the potency of airborne sensory irritants and predicting acceptable levels of exposure in man. *Fd. Cosmet. Toxicol.*, 19, 623-626.
- Chambers P.L., Rowan M.J. (1982) The toxicity of *p*-benzoquinone on the central nervous system of the cockroach. *Arch. Toxicol. Suppl.*, 5, 107-11.
- Ciranni R. i in. (1988a) Benzene and the genotoxicity of its metabolites. I. Transplacental activity in mouse fetuses and in their dams. *Mutation Res.*, 208, 61-67.
- Ciranni R. i in. (1988b) Benzene and the genotoxicity of its metabolites. II. The effect of the route of administration on the micronuclei and bone marrow depression in mouse bone cells. *Mutation Res.*, 209, 23-28.
- Dangerous properties of industrial materials (1989) [Red.] Sax N.I., Lewis R.J., 397-398.
- Deichmann W.B., Keplinger M.L.: Quinone (1981) W: Patty's industrial hygiene and toxicology. [Red] G.D. Clayton, F.E. Clayton, A. Wiley. Vol. 24 Toxicology. New York, Interscience Publication, Wiley, 2592-2594.
- Gleason M.N., Gosselin R.E., Hode H.C. (1963) Chemical toxicology of commercial-products. Baltimore, The Williams and Wilkins Co., 102.
- HSDB, Hazardous substances data bank (1995) Bethesda, Maryland, National Library of Medicine.
- IARC, International Agency for Research on Cancer (1977) Monographs of the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man. Geneva, WHO, 15, 258-261.
- IARC, International Agency for Research on Cancer (1987) Monographs of the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man. Geneva, WHO, S7, 71.
- Jurgen M.H. (1967) Eye lesions caused by benzoquinone. *Med. Monatsschr.*, 21, 15-16.
- Kishizawa F. (1954) Carcinogenic action of *para*-benzoquinone on the lung of mice by the experimental inhalation (1). *Gann*, 45, 389-391. Cyt. za IARC 1977, 15.
- Kishizawa F. (1955) Carcinogenic action of benzoquinone on the lung of mice by the experimental inhalation (report 2). *Gann*, 46, 359-361. Cyt. za IARC 1977, 15.
- Kishizawa F. (1956) Carcinogenic action of *para*-benzoquinone on the lung of mice by the experimental inhalation (report 3). *Gann*, 47, 601-603. Cyt. za IARC 1977, 15.
- Liu S., *Biochem. Z.* (1928) 195, 248. Cyt. za Deichmannem i Keplingerem, 1981.
- Merck Index (1983) Wyd. 10. Merck and Co Inc. Rahway W.I.
- Poradnik fizyko-chemiczny. Praca zbiorowa (1974) Warszawa, WNT.
- Rowan M.J., Chambers P.L. (1982) Ultrastructural changes induced by *p*-benzoquinone in the terminal abdominal ganglion of the cockroach. *Arch. Toxicol. Suppl.*, 5, 291-294.

RTECS, Registry of toxic effects of chemical substances (1995) Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health.

Spector W.S. (1956) Handbook of toxicology. Vol. 1. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 258-259.

Steinhagen W.H., Barrow C.S. (1984) Sensory irritation structure-activity study of inhaled aldehydes in B6C3F1 and Swiss-Webster Mice. Toxicol. Appl. Pharmacol., 72, 495-503.

Takizawa N. (1940) Über die experimentelle Erzeugung der Haut- und Lungenkrebe bei der Maus durch Bepinselung mit Chinone. Gann, 34, 158-160. Cyt. za IARC 15, 1977.

Umeda M. (1957) Production of rat sarcoma by injections of propylene glycol solution of *p*-quinone. Gann, 48, 139-144. Cyt. za IARC 15, 1977.

JERZY K. PIOTROWSKI, JADWIGA SZYMAŃSKA

p-Benzochinon

S u m m a r y

p-Benzochinon is a yellow crystalline solid with a penetrating, irritating odour resembling chlorine. It is used principally as an intermediate in the manufacture of hydroquinone. It is also used as an intermediate in the production of dyes and fungicides, as an oxidising agent, and as a photographic chemical.

p-Benzochinon produced characteristic ocular injuries in workmen. Local cutaneous dermal effects of exposure to *p*-benzochinone include discoloration, severe irritation, erythema, swelling, and the formation of papules and vesicles. Prolonged contact can lead to necrosis. Vapour condensing on the eyes can produce serious disturbances in vision. All layers of the cornea are involved. According to Alarie's studies the RD₅₀ concentration (the concentration which produces a 50% reduction in breath rate in mice exposed for 10 minutes) was 20 mg/m³. Considering these data, the MAC of 0,1 mg/m³ is recommended and the STEL is 0,4 mg/m³ according to its irritative effect on the respiratory system (notation I).

Metodę oznaczania stężenia *p*-benzochinonu w powietrzu na stanowiskach pracy opublikowano w 17. zeszycie „Podstaw i Metod Oceny Środowiska Pracy”.