



ZALECENIA DOTYCZĄCE BADAŃ PROFILAKTYCZNYCH DO CELÓW KODEKSU PRACY – MATERIAŁY DLA SŁUŻBY MEDYCYNY PRACY PRACA W NARAŻENIU NA PYŁ ZAWIERAJĄCY WOLNĄ KRystaliczną KRZEMIONKĘ

Krystaliczna krzemionka – terminologia i źródła narażenia

Mianem wolnej krystalicznej krzemionki (WKK) określa się krystaliczne odmiany dwutlenku krzemu (nieorganiczny związek o wzorze chemicznym SiO_2 , w którym krzem występuje na IV stopniu utlenienia). W środowisku naturalnym krystaliczna krzemionka występuje powszechnie jako kwarc (najpospolitszy minerał skorupy ziemskiej), trydymit i krystobalit. Wśród innych odmian kryształów krzemionki wymienia się m.in.: keatyt, koezyt, stiszowit i moganit. Niektóre z nich (np. keatyt i koezyt) można syntetyzować i wytwarzać przemysłowo.

Narażenie zawodowe na pył zawierający >1% WKK występuje w wielu gałęziach przemysłu, m.in. w kopalniach surowców skalnych, rud metali, odlewniach żelaza i metali nieżelaznych, hutach szkła, zakładach ceramiki szlachetnej, budowlano-sanitarnej, fajansu, w budownictwie, czy przemyśle elektrociepłowniczym. Szczególnie wysokie stężenia pyłu z zawartością WKK odnotowuje się przy drążeniu tuneli, podczas obróbki i przetwarzania minerałów (np. przy kruszeniu, mieleniu, piaskowaniu, szlifowaniu), zwłaszcza w niedostatecznie wentylowanych pomieszczeniach. Na skalę przemysłową zastosowanie znalazły głównie dwie odmiany WKK - kwarc oraz krystobalit.

Następstwa zdrowotne ekspozycji na pył wolnej krystalicznej krzemionki

Pył zawierający WKK należy do pyłów zwłókniających tkankę płucną. Pylica płuc krzemowa (krzemica) jest najczęstszym następstwem zdrowotnym inhalacji pyłu z WKK w warunkach ekspozycji zawodowej. Choroba rozwija się zwykle skąpoobjawowo po kilkunastoletnim narażeniu, jakkolwiek w przypadku masywnej ekspozycji (np. podczas prażenia ziemi okrzemkowej) opisywano ostry przebieg choroby z szybką progresją włóknienia tkanki płucnej i rozwojem niewydolności oddechowej. Obserwowane w przebiegu krzemicy ogniskowe kolagenowe włóknienie tkanki płucnej jest zwykle nieodwracalne i postępujące. Zmiany radiologiczne o typie zacienień okrągłych oznaczone symbolami *p*, *q*, *r* wg klasyfikacji radiogramów opracowanej przez Międzynarodową Organizację Pracy (International Labour Organization, ILO) lokalizują się najczęściej w środkowych i górnych polach płucnych. Pylica krzemowa to choroba ujęta w wykazie chorób zawodowych (pozycja 3.1), określonym w załączniku do rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie chorób zawodowych z dnia 30 czerwca 2009 r. (t.j. Dz.U. z 2013 r. poz. 1367). Jako, że proces chorobowy może rozwinąć się po wielu latach od zakończenia ekspozycji, w procesie diagnostyczno-orzeczniczym nie ustalono okresu, w którym wystąpienie udokumentowanych objawów, pomimo wcześniejszego zakończenia pracy w narażeniu zawodowym, upoważniałoby do rozpoznania tej choroby zawodowej.

Do najczęstszych powikłań pylicy krzemowej należą rozedma i przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP). Pyliczo zmieniona i gorzej wentylowana tkanka płucna predysponuje także do cięższego przebiegu klinicznego wszelkich infekcji układu oddechowego, co jest



szczególnie istotne w sezonach zwiększonego zachorowania na grypę i inne choroby wywoływane przez wirusy, w tym koronawirusowe zapalenie płuc w przebiegu COVID-19 (Coronavirus Disease-19).

W latach 80. XX wieku Międzynarodowa Agencja ds. Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer) zaliczyła krzemionkę do czynników prawdopodobnie rakotwórczych dla ludzi (wg wówczas obowiązującej klasyfikacji - grupa 2 A), ponieważ wykazano jej kancerogenne działanie w badaniach na zwierzętach. Ze względu na wieloczynnikową, złożoną etiologię raka płuc i dużą częstość jego występowania w populacji generalnej, obserwacje epidemiologiczne związku inhalacji pyłu zawierającego WKK z indukcją rozwoju raka płuc wymagały wieloletnich badań i analiz. W 1997 r. krzemionka krystaliczna w formie pyłu kwarcowego lub krystobalitowego została zakwalifikowana przez IARC do grupy 1 kancerogenów, czyli czynników o udowodnionym działaniu rakotwórczym dla ludzi. Wiarygodne dane dotyczą zachorowania na raka płuc osób z poekspozycyjnym zwłóknieniem płuc w przebiegu pylicy krzemowej. W Polsce „prace związane z narażeniem na krzemionkę krystaliczną – frakcję respirabilną powstającą w trakcie pracy” zostały w 2020 roku wpisane do „Wykazu czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym” stanowiącym załącznik do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy, na podstawie rozporządzenia zmieniającego z dnia 24 stycznia 2020 r. (Dz.U. z 2020 r. poz. 197). Dlatego dopiero od tego roku w Polsce możliwe jest rozpatrywanie raka płuca w kontekście choroby zawodowej indukowanej pyłem WKK. Dotychczas nie wykazano związku między chorobami płuc a narażeniem na pyły zawierające krzemionkę amorficzną i syntetyczną (grupa 3).

Prawna kontrola ekspozycji na pył zawierający wolną krystaliczną krzemionkę

Przy braku możliwości ustalenia jednoznacznie wartości progowych zwiększonego ryzyka nowotworzenia oraz wobec wykazanego większego prawdopodobieństwa zachorowania na raka płuc u osób z rozpoznaną krzemicą, Komitet Naukowy ds. Dopuszczalnych Norm Zawodowego Narażenia (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits, SCOEL) bezwzględnie zaleca zmniejszenie ekspozycji ludzi na pyły zawierające WKK.

W większości krajów europejskich wielkości dopuszczalne dla respirabilnej krystalicznej krzemionki nie przekraczają 0,1 mg/m³. W Polsce ustalona w 2018 roku wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) dla frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej (kwarc, krystobalit) wynosi także 0,1 mg/m³ (tabela 1).

**Tabela 1**

Wykaz wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych i pyłowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy na podstawie załącznika nr 1 do rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. z 2018 r. poz. 1286)

Lp.	Nazwa substancji chemicznej	Najwyższe dopuszczalne stężenie (w mg/m ³) w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSCh	NDSP
314	Krzemionka bezpostaciowa i syntetyczna			
	a) ziemia okrzemkowa (doatomit) niekalcynowana			
	- frakcja wdychalna	10	-	-
	- frakcja respirabilna	2	-	-
	b) ziemia okrzemkowa (diatomit) kalcynowana			
	- frakcja wdychalna	2	-	-
	- frakcja respirabilna	1	-	-
	c) krzemionka bezpostaciowa syntetyczna (strącona i żel)			
	- frakcja wdychalna	10	-	-
	- frakcja respirabilna	2	-	-
	d) krzemionka stopiona (szkło kwarcowe)			
	- frakcja wdychalna	2	-	-
	- frakcja respirabilna	1	-	-
315	Krzemionka krystaliczna – kwarc, krystobalit - frakcja respirabilna	0,1	-	-

Frakcja wdychalna – frakcja aerozolu wnikaćca przez nos i usta, która po zdeponowaniu w drogach oddechowych stwarza zagrożenie dla zdrowia, **Frakcja respirabilna** – frakcja aerozolu wnikaćca do dróg oddechowych, która stwarza zagrożenie dla zdrowia po zdeponowaniu w obszarze wymiany gazowej, **NDS**- najwyższe dopuszczalne stężenie, **NDSCh**- najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe, **NDSP**- najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe

W wyniku implementacji do prawa polskiego Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/2398 z dnia 12 grudnia 2017 r. zmieniającej dyrektywę 2004/37/WE w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagennych podczas pracy (Dz.U. UE L 345 z 27.12.2017), z dniem 22 lutego 2020 roku rozszerzono wykaz czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym stanowiący załącznik do rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy o „prace związane z



narażeniem na krzemionkę krystaliczną – frakcję respirabilną powstającą w trakcie pracy.” Zapis ten zwiększył odpowiedzialność pracodawców w zakresie nadzoru technicznego i zdrowotnego, odpowiedzialność lekarzy sprawujących profilaktyczną opiekę zdrowotną nad pracownikami zatrudnionymi w warunkach tego narażenia.

Pracodawca ma obowiązek uwzględniania w rejestrach prowadzonych w zakładzie pracy prac związanych z narażeniem na krzemionkę krystaliczną – frakcję respirabilną oraz przeprowadzać badania tego czynnika w trybie i na zasadach określonych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 02.02.2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2011 nr 33 poz. 166). Pracodawca może odstąpić od dalszego wykonywania badań i pomiarów szkodliwych dla zdrowia czynników chemicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym tylko wtedy, gdy wyniki dwóch ostatnich badań i pomiarów, wykonanych w odstępie co najmniej 6 miesięcy, nie przekroczyły 0,1 wartości NDS. Wyniki wykonywanych pomiarów pracodawca powinien udostępnić jednostce podstawowej służby medycyny pracy, której lekarze sprawują zdrowotną opiekę profilaktyczną nad pracownikami.

Opieka profilaktyczna nad pracownikiem

Zakres badań profilaktycznych osób zatrudnionych w narażeniu na pył zawierający wolną krystaliczną krzemionkę

Pyły nieorganiczne zawierające powyżej 10% wolnej krzemionki

Badanie wstępne	<ul style="list-style-type: none">- badanie ogólnolekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy- zdjęcie rtg klatki piersiowej; spirometria
Badanie okresowe	<ul style="list-style-type: none">- badanie ogólnolekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy- zdjęcie rtg klatki piersiowej; spirometria

Pyły nieorganiczne zawierające poniżej 10% wolnej krzemionki

Badanie wstępne	<ul style="list-style-type: none">- badanie ogólnolekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy- zdjęcie rtg klatki piersiowej; spirometria
Badanie okresowe	<ul style="list-style-type: none">- badanie ogólnolekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy- zdjęcie rtg klatki piersiowej; spirometria

Częstotliwość badań osób zatrudnionych w narażeniu na pył zawierający wolną krystaliczną krzemionkę

Częstotliwość badań profilaktycznych określa załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników,



zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w kodeksie pracy z dnia 30 maja 1996 r.

Pyły nieorganiczne zawierające powyżej 10% wolnej krzemionki

Badanie wstępne	Przed podjęciem pracy
Badanie okresowe	- badanie ogólnolekarskie co 2 lata; pierwsze zdjęcie rtg klatki piersiowej po 4 latach pracy, następne co 2 lata; - przy zawartości SiO ₂ powyżej 50% - po 4 latach narażenia badania okresowe co rok; u narażonych na ziemię okrzemkową i krzemionkową badania okresowe co rok, łącznie ze zdjęciem rtg klatki piersiowej

Pyły nieorganiczne zawierające poniżej 10% wolnej krzemionki

Badanie wstępne	Przed podjęciem pracy
Badanie okresowe	badanie ogólnolekarskie co 4 lata; pierwsze zdjęcie rtg klatki piersiowej po 8 latach pracy, następne co 4 lata

Krótsze terminy kolejnych badań okresowych u pracowników narażonych na pyły zwłókniające powinny być ustalane u pracowników z dłuższym stażem pracy, ponieważ większość przypadków pylicy płuc rozwija się najwcześniej po kilkunastu latach narażenia. Ze względów profilaktycznych należałoby rozważyć możliwość zmiany stanowiska pracy i przekwalifikowania zawodowego u osób zawodowo ekspozowanych na pył zwłókniający przez ponad 15 lat w celu zapobieżenia rozwojowi pylicy (Wągrowska–Koski, 2011). Ponadto częstość badań okresowych powinna być zwiększona, jeśli na stanowisku pracy wykazano istotne przekroczenia NDS dla pyłów zwłókniających.

Dla osób z wyższym ryzykiem zagrożenia rozwojem rak płuca (kalendarz badań okresowych powinien być jednak ustalony indywidualnie w zależności od:

- wielkości i rodzaju ekspozycji, w tym ekspozycji na inne niż krzemionka kancerogeny;
- oceny obciążenia genetycznego w kierunku raka płuca;
- oceny ekspozycji na dym tytoniowy, także biernej;
- współistnienia innych chorób ogólnoustrojowych, zwłaszcza w obrębie układu oddechowego;
- wyników badań dodatkowych, zwłaszcza radiologicznych, wskazujących na rozwój pylicy oraz badań czynnościowych układu oddechowego wskazujących na istnienie zaburzeń wentylacji płuc.

Ponadto wcześniejsze badanie okresowe profilaktyczne można wykonać na podstawie skierowania przez pracodawcę w przypadku wniosku pracownika o przyspieszenie terminu badania z powodu pogorszenia stanu zdrowia w związku z wykonywaną pracą.



Badanie ogólnolekarskie

Ekspozycja na pyły przemysłowe zwiększa ryzyko rozwoju przewlekłych chorób układu oddechowego, dlatego w badaniu przedmiotowym należy zwrócić szczególną uwagę na zjawiska osłuchowe nad polami płucnymi oraz cechy ew. przewlekłej niewydolności oddechowej (np. sinica, powiększenie narządów mięsaszowych jamy brzusznej, palce pałeczkowate). Jako, że rak płuca jest najczęściej występującym nowotworem złośliwym u mężczyzn i trzecim po raku piersi i raku jelita grubego nowotworem rozpoznawanym u kobiet, wobec uznania WKK za istotny kancerogen dla raka płuca, w opiece profilaktycznej nad pracownikami i byłymi pracownikami zawsze należy zwrócić uwagę na tzw. objawy alarmowe, mogące wskazywać na rozwój procesu nowotworowego (np. utrata masy ciała bez wyraźnej przyczyny, przewlekłe stany podgorączkowe lub nawracająca gorączka, osłabienie). Niepokój powinny budzić zawsze:

- przewlekły kaszel, w tym zmiana jego charakteru,
- duszność,
- ból w klatce piersiowej,
- zwiększona skłonność do zapadania na infekcje układu oddechowego,
- przewlekła chrypka,
- krwioplucie,
- zaburzenia połykania,
- asymetryczny ból barku,
- zespół Hornera wywołany uciskiem guza płuca na pień współczulny charakteryzujący się triadą objawów w obrębie jednego oka: *miosis* – zwężenie źrenicy, *ptosis*- opadnięcie powieki, *enophthalmus*- zapadnięcie gałki ocznej,
- zakrzepowe zapalenie żył lub zatorowość bez uchwytnej przyczyny (Krzakowski i wsp. 2019).

Badania czynnościowe układu oddechowego

Są to badania uzupełniające, pozwalające na wykrycie ew. zaburzeń wentylacji płuc i monitorowanie stanu zdrowia. Podstawowym badaniem tej grupy jest spirometria spoczynkowa, na podstawie której można wnioskować o istnieniu obturacji, tj. zwężenia dróg oddechowych. Fizjologicznie obserwuje się roczny spadek pierwszosekundowej natężonej objętości wydechowej (wskaźnik FEV1) od 17,7 do 46,4 ml/rok (średnio 22,4 mL/rok) (Thomas E i wsp. 2019). Spadek ten jest większy u palaczy tytoniu, ale jeśli przekracza 30 ml w skali roku, to należy przeprowadzić inne badania diagnostyczne w kierunku rozwoju POChP, albo astmy przebiegającej pod maską POChP (Lipińska-Ojrzanowska i wsp. 2020). Wynik badania spirometrycznego nie pozwala na rozpoznanie zaburzeń o typie restrykcji, ale podejrzenie istnienia ograniczenia czynnej w wymianie gazowej tkanki płucnej zawsze sugeruje konieczność poszerzenia diagnostyki o badanie bodypletyzmograficzne. W przypadku zmian pyliczych wynik spirometrii spoczynkowej może być prawidłowy. Progresa choroby związana z włóknieniem tkanki płucnej wiąże się najczęściej z rozwojem zmian restrykcyjnych, jakkolwiek w ocenie wymiany gazowej istotne znaczenie ma badanie zdolności dyfuzyjnej dla tlenu węgla (*Diffusion Lung Capacity for Carbon MonOxide*, DLCO). Badania te są wykonywane ambulatoryjnie w specjalistycznych



ośrodkach diagnostycznych, także komercyjnie na zlecenie lekarza sprawującego opiekę profilaktyczną nad pracownikami.

Inne badania uzupełniające

Przy podejrzeniu przewlekłej niewydolności oddechowej można wykonać badanie gazometryczne krwi tętniczej arterializowanej pobranej z opuszki palca, a w warunkach szpitalnych krwi tętniczej. Ambulatoryjnie istotna może być zmiana gazometryczna krwi pobranej przed i po wykonaniu wysiłku fizycznego wskazująca na retencję dwutlenku węgla (tj. hiperkapnię). W przypadku zgłaszania utraty masy ciała, osłabienia i apatii warto wykonać co najmniej morfologię krwi obwodowej, wynik wskazujący na niedokrwistość, zwłaszcza z niedoboru żelaza, zawsze wymaga dalszej diagnostyki u osób dorosłych, jeśli nie ma uchwytnej przyczyny tego zaburzenia.

Badania radiologiczne

Pełnowymiarowe zdjęcie klatki piersiowej w projekcji przednio-tylnej (*posterior-anterior, PA*) stanowi podstawę rozpoznawania zmian pyliczych w płucach osób narażonych na WKK. U wszystkich osób eksponowanych na pyły zwiókniające zaleca się ocenę radiogramów zgodnie z klasyfikacją standardową opracowaną przez Międzynarodową Organizację Pracy (ILO) w 1980 r. (ILO 2011, Muszyńska-Graca i wsp. 2016). Przy narażeniu na pył wolnej krystalicznej krzemionki w ocenie radiologicznej uwzględnia się obecność drobnoogniskowych zacienień (najczęściej umiejscowionych w górnych i środkowych polach płucnych), których gęstość wzrasta w miarę postępu choroby i włóknienia płuc, a w zaawansowanych i powikłanych stadiach choroby obecność zmian guzowatych i zwapnień węzłów chłonnych węnekowych, zmian rozedmowych, czy też odmy samoistnej i powiększonej sylwetki serca (tzw. „serca płucnego”). Osoby pracujące w narażeniu na pył przemysłowy zawierający WKK, które rozwinęły pylicę płuc, są także zagrożone większym niż populacyjne ryzykiem rozwoju raka płuca. Dlatego cyklicznie wykonywane badania radiologiczne klatki piersiowej służą nie tylko wczesnemu rozpoznawaniu zmian pyliczych, ale również są szczególnie istotne do skringingu raka płuca, jakkolwiek badaniem przesiewowym o największej wartości diagnostycznej jest dla raka płuca niskodawkowa tomografia komputerowa o wysokiej rozdzielczości (*low-dose high-resolution computer tomography, Id HRCT*) klatki piersiowej. Zastosowanie Id HRCT w skringingu raka płuca zmniejszyło o ok. 20% ryzyko zgonu z tego powodu dzięki wczesnemu wykryciu zmian, dlatego badanie jest zalecane u wszystkich osób z grupy zwiększonego ryzyka, tj. > 55 r.ż. z co najmniej 30-letnim wywiadem w kierunku palenia tytoniu (Moyer i wsp. 2014, De Koning i wsp. 2020). W Polsce zaleca się nawet wykonywanie przesiewowego Id HRCT w kierunku raka płuca u młodszych osób (>50 r.ż.), jeżeli były palaczami tytoniu powyżej 20 lat (Rzymian i wsp. 2018). Badanie to jest także zalecane u pracowników o skumulowanym narażeniu zawodowym na pył zawierający WKK > 30 lat (Steenland i wsp. 2014).

Dodatkowe uwagi do badań profilaktycznych

Pierwszy kontakt z lekarzem medycyny pracy mają uczniowie praktycznej nauki zawodów. Jest to szczególnie ważny moment, aby podczas badania wstępnego pacjentów podejmujących naukę zawodu związanego z ekspozycją na pył przemysłowy, w tym zawierający WKK, wychwycić osoby, które ze względu na określone predyspozycje



zdrowotne nie będą mogły w przyszłości podjąć lub kontynuować pracy w tym narażeniu. Tacy pacjenci powinni od lekarza otrzymać rzetelną informację, która pozwoli na wybór właściwej drogi kariery zawodowej, nieobarczonej ryzykiem pogorszenia stanu zdrowia lub też możliwości podjęcia pracy zgodnej z wykształceniem zawodowym. Są to w szczególności osoby:

- z wrodzonymi wadami klatki piersiowej, układu oddechowego i układu krążenia,
- przewlekłymi chorobami układu oddechowego także o etiologii zapalnej (np. astma oskrzelowa),
- nabytymi zaburzeniami układu oddechowego w następstwie przebytych chorób, urazów i zabiegów chirurgicznych,
- z wywiadem rodzinnym dodatnim w kierunku chorób układu oddechowego (np. samoistnego włóknienia płuc).

Ocena zdolności do pracy

Przeciwwskazania do pracy związanej z ekspozycją na pyły przemysłowe o działaniu drażniącym i zwłókniającym tkankę płucną można podzielić na czasowe i trwałe. Można orzec brak przeciwwskazań do wykonywania pracy po ustąpieniu przejściowych nieprawidłowości, jak np. aktywna infekcja dróg oddechowych (w tym czynna gruźlica).

Zaburzenia wentylacji płuc w łagodnym stopniu nasilenia nie stanowią przeciwwskazania do kontynuacji pracy pod warunkiem monitorowania stanu zdrowia i braku progresji zaburzeń. Zaleca się także coroczne monitorowanie stanu zdrowia, w tym ocenę radiologiczną u osób ze zmianami w obrazie RTG zaklasyfikowanymi do kategorii gęstości wg ILO 0/-, 0/0, 0/1. Zmiany o gęstości $\geq 1/0$ oraz duże zmiany guzowate stanowią wskazanie od odsunięcia od pracy w narażeniu na pył przemysłowy zawierający WKK celem zapobieżenia rozwojowi pylicy (Marek 2002, Lipińska-Ojrzanowska i wsp. 2020).

Przeciwwskazaniem trwałym do podjęcia lub kontynuacji pracy w narażeniu na pyły zwłókniające są także powikłania pylicy (jak rozedma, POChP), czy też rozwój przewlekłej niewydolności oddechowej oraz trwałe zaburzenia wentylacji płuc w stopniu umiarkowanym lub ciężkim.

Ze względu na ryzyko pogorszenia stanu zdrowia, pacjent z rozpoznaną pylicą płuc nie powinien podejmować także pracy:

- w ekspozycji na inne czynniki drażniące oraz alergizujące drogi oddechowe,
- wykonywanej w niekorzystnych warunkach klimatycznych (mikroklimat zimny lub gorący, albo zmienne warunki atmosferyczne),
- związanej z dużym stopniem obciążenia wysiłkiem fizycznym (Lipińska-Ojrzanowska i wsp. 2020).