УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ”, МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ, СКОПЈЕ
ШКОЛА ЗА ДОКТОРСКИ СТУДИИ

Студиска програма: Клиничка медицина

ХРОНИЧНА ОПСТРУКТИВНА БЕЛОДРОБНА БОЛЕСТ, СИЛИКОЗА И ХРОНИЧНА ОПСТРУКТИВНА БЕЛОДРОБНА БОЛЕСТ СО СИЛИКОЗА КАЈ РУДАРИ ОД ПОДЗЕМЕН КОП

Кандидат:

Сања Латкоска

Ментор:

Проф. д-р Јордан Минов

Скопје, 2026

СОДРЖИНА:

АПСТРАКТ **3**
ABSTRACT **6**
1. ВОВЕД **9**
2. ЦЕЛИ И ХИПОТЕЗА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО **16**
3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ **18**
4. РЕЗУЛТАТИ **25**
4.1. Демографски карактеристики **26**
4.1.1. Возраст 26
4.1.2. Степен на образование 27
4.2. Хронични вонбелодробни болести (коморбидитети) **28**
4.3. БМИ **31**
4.4. Работен стаж и кумулативна експозиција **33**
4.4.1. Должина на работен стаж 33
4.4.2. Кумулативна експозиција 38
4.5. Пушачки статус **42**
4.5.1. Класификација на пушачкиот статус 44
4.6. Респираторни симптоми **46**
4.6.1. Поврзаност на респираторните симптоми со должината на стажот и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид 51
4.6.2. Поврзаност на респираторните симптоми со селектирани параметри од интерес 54
4.7. Спирометриски параметри **61**
4.7.1. Поврзаност на спирометриски параметри со должината на стажот и кумулативната експозиција 66
4.7.2. Поврзаност на спирометриските параметри со селектирани параметри од интерес 69
4.8. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза **74**
4.8.1. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза/ работен стаж 74
4.8.2. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза/ кумулативна експозиција 78
4.8.3. Поврзаност на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза со должината на работен стаж и кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид 81
4.8.4. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза/коморбидитети 84
4.8.5. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза/испушени кутии цигари годишно 85
4.8.6. Поврзаност на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза со хронична вонбелодробна болест и испушени кутии цигари годишно 89
4.8.7. Предиктивна улога на селектирани параметри за ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза 91
5. ДИСКУСИЈА **100**
6. ЗАКЛУЧОЦИ **116**
7. ПРЕДЛОГ МЕРКИ И ПРЕПОРАКИ **120**
ЛИТЕРАТУРА: **122**
ПРИЛОГ 1 ..... **136**

АПСТРАКТ

Вовед. Слободниот силициум диоксид од минералната прашина е потентна професионална штетност која што кај изложените работници може да предизвика иритативни, токсични, имуномодулаторни и канцерогени ефекти, односно настанување на хронична опструктивна белодробна болест (ХОББ), силикоза, Капланов синдром (силикоза со ревматоиден артрит) или канцер на белите дробови. Ризични работни места за појава на овие ентитети, изолирани или во комбинација, се: рударството, градежништвото и производството на градежни материјали, производството на стакло, керамика и порцелан, земјоделството, леарството и др.

Цел. Цел на истражувањето е да се одредат зачестеноста и карактеристиките на ХОББ, силикозата и ХОББ со силикоза кај рударите во подземен коп врз основа на што ќе се препорачаат предлог мерки и активности за заштита на респираторното здравје на изложените работници.

Материјал и методи. Истражувањето од типот на аналитичка студија на пресек е изведено во ПЗУ Поликлиника Медика, Скопје, овластена здравствена установа од областа на медицина на трудот, во рамки на периодичните превентивни медицински прегледи на работниците во рудник за олово и цинк во периодот јуни 2024 – јуни 2025 год. Примерокот на истражувањето се состои од 320 испитаници од машки пол со просечна возраст 40,39±9,31 години вработени како рудари во рудник со подземен коп со просечен работен стаж од 14,55±7,25 години. Испитаниците се поделени во две групи според должината на нивниот работен стаж на актуелното работно место на испитаници со работен стаж помал или еднаков на 15 години и работен стаж поголем од 15 години (140, односно 180 испитаници). Методологијата на истражувањето се состои од: мерења на концентрацијата на респирабилна прашина и слободен силициум диоксид во подземниот коп и пресметување на кумулативната изложеност на работниците на овој агенс, пополнување на прашалник за демографските карактеристики, работната анамнеза, пушачкиот статус и респираторните симптоми во последните 12 месеци (кашлица, кашлица со искашлување, диспнеа, визинг и стегање во градите) на изложените работници, нативна спирометрија со бронходилататорен тест по индикации и нативна радиографија на градниот кош. Трите ентитети, хронична опструктивна белодробна болест (ХОББ), силикоза и ХОББ со силикоза, се детектирани врз база на податоците добени од прашалникот и функционалните и радиолошките испитувања, а

нивната поврзаност со кумулативната изложеност на слободен силициум диксид и други варијабли од интерес е проценета со соодветни статистички методи.

Резултати. Просечната кумулативна изложеност на слободен силициум диоксид кај рударите со работен стаж еднаков или помал од 15 години изнесува 0,06±0,03 mg/m³, а кај рударите со работен стаж поголем од 15 години 0,15±0,04 mg/m³ (p=0,00001). Зачестеноста на вкупните респираторни симптоми во целиот примерок изнесува 27,27% и таа е статистички значајно повисока кај испитаниците со работен стаж поголем од 15 години во споредба со испитаниците со помал работен стаж (36.11% *vs.* 15,83%, p=0,00001). Регистрирана е статистички значајна поврзаност на вкупните респираторни симптоми со должината на работниот стаж (p=0,00001) и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид (p=0,00001). Зачестеноста на сите одделни респираторни симптоми е повисока кај испитаниците со работен стаж поголем од 15 години, но разликата не е статистички значајна. Просечните вредности на форсираниот витален капацитет (FVC) и форсираниот експираторен волумен во првата секунда (FEV1) кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години се статистички значајно пониски во споредба со нивните просечни вредности кај испитаниците со помал работен стаж, додека просечните вредности на односот FEV1/ FVC кај испитаниците од двете групи се слични. Пребронходилататорни вредности на односот FEV1/ FVC пониски од 0,70 се регистрирани кај 9,37% од испитаниците од целиот примерок. Регистрирана е статистички значајна негативна корелација помеѓу вредностите на сите основни спирометриски параметри и должината на работниот стаж на актуелното работно место, кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид, активното пушење и годишниот број испушени кутии цигари. Зачестеноста на испитаници со детектирана ХОББ во целиот примерок изнесува 8,12%. Зачестеноста на болеста кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголема од 15 години е околу пет пати повисока во споредба со нејзината зачестеност кај испитаниците со помал работен стаж. Сите регистрирани случаи на ХОББ во двете групи според степенот на тежина се класифицирани како лесна ХОББ. Регистрирана е статистички значајна поврзаност на ХОББ со должината на работниот стаж, степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид, годишниот број на испушени кутии цигари и присуството на хронични вонбелодробни болести. Како независни статистички значајни предиктори за појавата на ХОББ регистрирани се степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид (p=0,032) и годишниот број на

испушени кутии цигари (p=0,00001). Зачестеноста на испитаници со детектирана силикоза во целиот примерок изнесува 4,37% и таа е околу шест пати повисока кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголема од 15 години. Сите регистрирани случаи на силикоза во двете групи според степенот на тежина се класифицирани како силикоза 1/1, p/p. Просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана силикоза е повисока во споредба со просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со ХОББ (0,20 mg/m³, односно 0,16 mg/m³). Регистрирана е статистички значајна поврзаност на силикозата со должината на работниот стаж и степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид. Како независен статистички значаен предиктор за појавата на силикоза регистриран е степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид (p=0,00001). Зачестеноста на испитаници кај кои што е детектирана здружена појава на ХОББ и силикоза изнесува 1,25%. Сите случаи на здружена појава на ХОББ и силикоза се регистрирани во групата испитаници со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години со просечна кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид од 0,22 mg/m³. Регистрирана е статистички значајна поврзаност на здружената појава на ХОББ и силикоза со должината на работниот стаж, степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид и присуството на хронична вонбелодробна болест. Како независни статистички значаен предиктор за здружената појава на ХОББ и силикоза регистриран е степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид (p=0,015).

Заклучок. Во истражување од типот на студија на пресек со рудари од подземен коп изложени на ниски концентрации на слободен силициум диоксид највисока зачестеност е регистрирана за ХОББ по што следат силикзата и здружената ХОББ со силикоза. За сите три ентитета регистрирана е статистички значајна поврзаност со должината на работниот стаж и степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид при што кај рударите со ХОББ регистрирана е и статистички значајна поврзаност со степенот на изложеност на тутунски чад и присуството на хронична вонбелодробна болест. Добиените резултати укажуваат на потребата од подобрување на превентивните мерки и активности за заштита на респираторното здравје на изложените работници.

Клучни зборови: прашалник, рендгенграфија на градниот кош, рудари од подземен коп, силикоза, слободен силициум диоксид, спирометрија, тутунски чад, хронична опструктивна белодробна болест.

ABSTRACT

CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE, SILICOSIS AND COMBINED CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE WITH SILICOSIS IN UNDERGROUND MINERS

INTRODUCTION. Free crystalline silica from mineral dust is a potent occupational hazard with known toxic, iritative, imunomodulatory, and cancerogenic effects., i.e. occupational hazard that may cause chronic obstructive pulmonary disease (COPD), silicosis, Caplan syndrome or lung cancer in exposed workers. High risk occupations for the development of these entities include mining, construction, manufacture of construction materials, manufacture of glass, ceramics and porcelain, agriculture, foundry, etc.

OBJECTIVE. To assess frequency and characteristics of COPD, silicosis and combined COPD with silicosis in underground miners and to recommend preventive measures and activities for improvement of respiratory health in these workers.

MATERIAL AND METHODS. Analytic cross-sectional study was conducted in the PHI Policlinic Medika, Skopje, licensed health institution in the field of occupational health, within the regular periodic health check-ups of the workers employed in the mine of lead and zinc in the period June 2024 – June 2025. Study population included 320 male underground miners, mean age 40,39±9,31 years and their mean working expirience in the underground mine was 14.55±7.25 years. By duration of their working rxperience in the underground mine the study subjects were divided in two groups, i.e. subjects with working experience at the actual workplace less or equal than 15 years and more than 15 years (140 and 180 subjects, respectively). Methodology of the study was based on the actual recommendations for such type of studies including measurements at the workplace of respirable dust and free crystalline silica concentration and calculation of cumulative exposure, completion of a questionnaire on demographics, work history, smoking status and respiratory symptoms in the last 12 months (cough, phlegm dyspnea, wheezing and chest tightness), pre-bronchodilator spirometry and post-bronchodilator spirometry by indication, and chest X-ray. COPD, silicosis and combined COPD with silicosis were detected by data obtained from the questionnaire, lung functional tests and radiological examination and their association with cumulative exposure to free crystalline silica and other variables was assessed by appropriate statistical methods.

RESULTS. Mean estimated cumulative exposure to silica dust in the underground miners with working experience equal or less than 15 years was 0.06±0.03 mg/m^3, whereas mean estimated cumulative exposure to silica dust in the underground miners with working experience longer than 15 years was 0.15±0.04 mg/m^3 (p=0.00001). Frequency of respiratory symptoms in the last 12 months was significantly higher in miners with working experience longer than 15 years (36.11% *vs.* 15.83%, p=0.00001). Frequency of overall respiratory symptoms in the last 12 months was 27.27% being significantly higher in the miners with working experience longer than 15 years (36.11% *vs.* 15.83%, p=0.00001). There was significant association between overall respiratory symptoms with working experience duration (p=0.00001) and cumulative exposure to free silica (p=0.00001). Frequency of all particular respiratory symptoms in the last 12 months was higher in the miners with working experience longer than 15 years than in the miners with shorter working experience but significant difference was not registered. Mean values of forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in 1 second (FEV1) were lower in the miners with working experience longer than 15 years while mean values of the FEV1/FVC ratio in the miners of two groups were similar. Pre-bronchodilator FEV1 value lower than 0.70 was detected in 9.37% of the study sample. A significant negative linear correlation was registered between mean values of all spirometric parameters and working experience duration, cumulative exposure to free silica, active smoking and pack-years smoked. COPD was detected in 8.12% of study population being five-hold higher in the miners with working experience longer than 15 years than in the miners with shorter working experience. According to the level of severity, all detected cases had characteristics of mild COPD. There was significant association between COPD with duration of working experience, cumulative exposure to free silica, pack-years smoked and accompanied chronic extra-pulmonary disease. The level of cumulative exposure to free silica and pack-years smoked were registered as independent significant predictors for COPD (p=0.032 and p=0.00001, respectively). Silicosis was detected in 4.37% of study population being six-fold higher in miners with working experience longer than 15 years. According to the level of severity, all cases were classified as silicosis 1/1, p/p. The mean value of cumulative exposure to free silica in the miners with detected silicosis was higher as compared to the mean value of cumulative exposure to free silica in the miners with detected COPD (0.20 mg/m^3 and 0.16 mg/m^3, respectively). There was significant association between silicosis with duration of working experience and cumulative exposure to free silica. The level of cumulative exposure to free silica was registered as an independent significant predictor for silicosis (p=0.00001).

Combined COPD and silicosis was detected in 1.25% of the study sample. All cases of combined COPD and silicosis were detected in the miners with working experience longer than 15 years with mean cumulative exposure to free silica of 0.22 mg/m^3. There was significant association between COPD with duration of working experience, cumulative exposure to free silica and accompanied chronic extra-pulmonary disease. The level of cumulative exposure to free silica was registered as an independent significant predictor for combined COPD and silicosis (p=0.015).

CONCLUSION. In a cross-sectional study including underground miners exposed to low concentration of free silica the highest frequency was found for COPD followed by silicosis and combined COPD and silicosis. The findings obtained indicated significant association between COPD, silicosis and combined COPD and silicosis with duration of working experience and cumulative exposure to free silica. In miners with COPD significant association was also find with level of exposure to tobacco smoke and presence of accompanied chronic extra-pulmonary diseases. These findings suggested a need of improvement of preventive measures and activities in order to protect respiratory health of exposed workers.

KEY WORDS: chest X-ray, chronic obstructive pulmonary disease, free crystalline silica, questionnaire, spirometry, silicosis, underground miners.

1. ВОВЕД

Силициумот после кислородот е најзастапен елемент во составот на Земјината кора, а силициум диоксидот е неговото најчесто соединение. Силициум диоксидот се создава од силициумот и кислородот во услови на висока топлина и притисок, може да биде природен и синтетски, а во природата се сретнува во кристална и аморфна форма.

Кварцот, кристобалитот и тридимитот се форми на кристалниот силициум диоксид кои можат да се сретнат во природата, а најчеста од нив е кварцот. Најважни индустриски материјали кои содржат кварц се песокот, чакалот и гранитот. Гранитот содржи околу 30% чист силициум диоксид, чакалот околу 40%, а песокот е скоро чист силициум диоксид. Синтетски форми на кристалниот силициум диоксид се: кеатит, силициум диоксид W, порозил и др. Слободниот силициум диоксид што се наоѓа во прашината што се ослободува при користење на материјалите што содржат кристален силициум диоксид може да има изразено штетно дејство врз белите дробови. Прашината што се ослободува од формите на аморфниот силициум диоксид што се сретнуваат во природата (диатомит, стаклен силициум диоксид, фибри од силициум диоксид и др.), како и формите на синтетскиот аморфен силициум диоксид (колоиден силициум диоксид, силициум диоксид гел и др.), има помалку изразено токсично дејство врз белите дробови поради пониските концентрации на слободен силициум диоксид..

Професионалната изложеност на прашина што содржи слободен силициум диоксид е примарен егзоген фактор во настанувањето на одредени белодробни болести поради неговото токсично, иритативно, канцерогено и имуномодулаторно дејство. Концентрацијата на слободниот силициум диоксид во прашината што се инхалира во тек на работата, како и карактеристиките на инхалираната прашина и времетраењето на изложеноста се во корелација со зачестеноста и степенот на тежина на белодробното оштетување. Од друга страна, во настанувањето на белодробното оштетување голема улога имаат и индивидуалните (ендогените) карактеристики на изложените работници, какви што се: вродените и стекнатите абнормалности на мукоцилијарниот клиренс во дишните патишта, претходните респираторни инфекции и др.

Милиони работници во светот, како и илјадници работници кај нас, на своите работни места се изложени на прашина што содржи слободен силициум диоксид. Највисок ризик за нарушувања на респираторното здравје поради изложеноста на прашината што содржи слободен силициум диоксид има кај рударите во рудниците за

јаглен и метали, градежните работници и работниците во производството на градежни материјали, работниците во изградба на патишта и тунели, работниците во производство на керамика, порцелан и стакло, земјоделците, леарските работници и др. (1-4).

Инхалацијата на прашина што содржи слободен силициум диоксид во доволно големи количини, што се јавува во услови на професионална изложеност, кај изложените работници може да доведе до настанување на силикоза, хронична опструктивна белодробна болест (ХОББ) и белодробн карцином или некоја комбинација од овие болести. Сите овие болести се наоѓаат на Листата на пофесионални болести на Меѓународната организација на трудот – МОТ (International Labour Organization – ILO), како и во националните листи на професионални болести. Дополнително, професионалната изложеност на слободен силициум диоксид е поврзана и со зголемен ризик за настанување на системски автоимуни болести, како на пример ревматоиден артрит, системски лупус, прогресивна системска склероза и др. (5, 6).

Силикозата е фиброгена пневмокониоза предизвикана од токсичното дејство на слободниот силициум диоксид што се карактеризира со инфламација и нодуларна фиброза во белодробниот паренхим и интерстициум. Силикозата била најчестата професионална болест на белите дробови ширум светот во втората половина од XIX и првата половина од XX век со висока стапка на онеспособеност и смртност, особено кај рударите од рудниците за јаглен и метали. Со спроведувањето на адекватни превентивни мерки и активности (законска регулација на нивото на изложеност на прашина што содржи слободен силициум диоксид, примена на лични заштитни средства, редовни периодични прегледи на изложените работници и др.) зачестеноста на силикозата, како и нејзиниот степен на тежина, се значајно намалени во земјите во Европа и Северна Америка, но оваа болест сè уште има големо значење во другите делови од светот (Кина, Индија, Јужна Африка, Турција и др.).

Силикотичното јазолче (нодулус) е основна патохистолошка промена кај силикозата. Инхалираните честички од слободен силициум диоксид пенетрираат длабоко во алвеоларните дуктуси и сакуси и тешко се елиминираат преку мукусот со кашлање. Клучен елемент во генезата на силикозата е интеракцијата меѓу депонираните честички и алвеоларните макрофаги. Алвеоларните макрофаги ги ингестираат депонираните честички и предизвикуваат инфламаторен одговор преку ослободување на

цитокини. Цитокините ги стимулираат фибробластите да пролиферираат и да продуцираат колаген околу честичките од слободен силициум диоксид, што резултира со фиброза и формирање нодуларни лезии во белите дробови.

Силикозата може да се јави во акутна, акцелерирана и хронична форма. Акутната форма се јавува при изложеност на многу високи концентрации на слободен силициум диоксид во траење од неколку месеци, а акцелерираната форма при изложеност на високи концемтрации на слободен силициум диоксид во траење од неколку години. Овие две форми во последниве децении не се сретнуваат во развиените земји и кај нас што се должи на спроведувањето на адекватни превентивни мерки.

Хроничната форма на силикоза е нејзината најчеста форма што се јавува при професионална изложеност на средно високи и ниски концентрации на слободен силициум диоксид во траење подолго од една деценија. Таа може да се јави како класична или едноставна силикоза или како прогресивна масивна фиброза (ПМФ), односно тешка форма на хронична силикоза што се карактеризира со конфлуирање на силикотичните промени и изразена фиброза на белите дробови. Хроничната едноставна силикоза е често асимптоматска и се детектира според радиолошкиот наод на периодичните здравствени прегледи, додека хроничната силикоза со ПМФ се карактеризира со тешко оштетување на морфологијата и функцијата на белите дробови што прогредира кон хронична белодробна инсуфициенција (ХРИ) (7-11).

Намалувањето на нивото на изложеност на прашина што содржи слободен силициум диоксид во развиените земји во последниот век резултира со значајно намалување на морбидитетот и морталитетот од силикоза. Од друга страна, професионалната изложеност на прашина што содржи слободен силициум диоксид и понатаму претставува голем проблем за професионалната патологија со оглед на нејзината улога во настанувањето на ХОББ и белодробниот карцином, едни од најчестите хронични незаразни болести и најважните јавноздравствени проблеми на современиот свет.

Резултатите од бројни истражувања укажуваат дека долготрајната професионална изложеност на слободен силициум диоксид може да доведе до развој на хроничен бронхит, емфизем и/или болести на малите дишни патишта во отсуство на радиолошки потврдена силикоза, односно дека настанувањето на ХОББ можат да го предизвикаат концентрации на слободен силициум диоксид што не доведуваат до појава на силикоза

(silica-induced chronic obstructive pulmonary disease – silica-induced COPD). Дополнително, чадот од цигарите го потенцира ефектот на слободниот силициум диоксид врз дишното стебло, како и онеспособеноста и смртноста од ХОББ.

Според резултатите од постојните истражувања на анимален модел, механизмот на настанувањето на ХОББ кај работниците изложени на слободен силициум диоксид не се разликува од механизмот на настанување на ХОББ кај пушачите (tobacco smoke-induced COPD), а се состои во нарушувањето на балансот на протеиназите и антипротеиназите во белодробното ткиво во корист на протеиназите. Промените на белите дробови се најизразени во периферните дишни патишта (мали бронхи и бронхиоли), белодробниот паренхим (респираторни бронхиоли, алвеоларни дуктуси и сакуси) и белодробни крвни садови. Промените се иницирани од иритативните ефекти на слободниот силициум диоксид во дишните патишта и белодробниот паренхим предизвикани со ослободување на медијатори кои ја стимулираат продукцијата на цитокини, хемокини, еластаза и фиброгени фактори. Настанувањето на ХОББ кај работниците изложени на слободен силициум диоксид зависи од интензитетот и времетраењето на изложеноста, како и од нивните индивидуални карактеристики (генетски фактори, изложеност на тутунски чад, претходни респираторни инфекции и др.). Во поглед на интензитетот на изложеноста, резултатите од истражувањата укажуваат дека кумулативната изложеност на слободен силициум диоксид во просечни концентрации од 0,1 до 0,2 mg/m^3 може да доведе до појава на ХОББ без настанување на придружна силикоза, односно за небезбедна граница во однос на настанувањето на ХОББ се смета професионалнат изложеност на слободен силициум диоксид во концентрации повисоки од 0,1 mg/m^3. Во поглед на времетраењето на изложеноста, не постои одредена временска рамка, но според повеќе експерти од оваа област настанувањето на ХОББ кај работниците изложени на слободен силициум диоксид се поврзува со кумулативна изложеност во наведените концентрации во период што не е пократок од 15 години (12-19).

Имуномодулаторното дејство на слободниот силициум диоксид, односно неговиот потенцијал да го стимулира созцавањето на автоантитела со појава на системска болест на сврзното ткиво е познат од педесеттите години на минатиот век. Caplan-овиот синдром или ревматоидната пневмокониоза е здружена појава на ревматоиден артрит и пневмокониоза, обично силикоза, иако во некои случаи може да се

работи за антракоза или азбестоза. Синдромот се манифестира со симптомите и знаците на ревматоиден артрит со респираторни симптоми и карактеристичен радиолошки наод на силикоза, различен од наодот што се сретнува кај некои пациенти со ревматоиден артрит со засегање на белите дробови. Механизмот на имуномодулаторниот ефект на слободниот силициум диоксид, односно на стимулацијата на создавање на ревматоиден фактор и други автоантитела се уште не е доволно познат (20).

Карциномот на белите дробови е најчеста малигна неоплазма кај машкиот и една од најчестите малигни неоплазми кај женсиот пол во последниве децении. Тераписките можности сè уште се скромни, па петгодишно преживување се сретнува кај мал процент од болните со дијагностициран белодробен карцином. Фактори на ризик за настанување на карцином на белите дробови се изложеноста на тутунски чад, радон, азбест, полициклични јаглеводороди и др. Според извештаите на Меѓународната агенција за истражување на ракот (International Agency for Research of Cancer - IARC), слободниот силициум диоксид (кварц) е докажан хуман канцероген за рак на белите дробови согласно резултатите од клиничко-епидемиолошките и експерименталните истражувања на анимален модел, додека за канцерогените ефекти на природниот и синтетскиот аморфен силициум диоксид нема убедливи докази.

Карциномот на белите дробови кај работниците изложени на слободен силициум диоксид (силикокарцином) може да настане кај работници со силикоза и/или ХОББ, но може да се јави и кај претходно интактни бели дробови. По своите хистолошки карактеристики, клинички манифестации и терапевтски можности силикокарциномот не се разликува од белодробниот карцином со друга етиологија (21-24).

Болестите предизвикани од професионалнаа изложеност на слободен силициум диоксид, како и другите професионални блести, се потенцијално превентабилни доколку се спроведуваат адекватни превентивни мерки за заштита на здравјето на изложените работници. Превенцијата базирана врз инженерска контрола на изложеноста на слободен силициум диоксид на работното место, примена на заштитна респираторна опрема, изведување на редовните периодични медицински прегледи и законска регулација имаат примарна важност во намалувањето на морбидитетот, инвалидноста и морталитетот предизвикани од болестите поврзани со изложеност на слободен силициум диоксид.

Примарната превенција има клучно значење за елиминација или редукција на здравствените ризици кај работниците изложени на прашина што содржи слободен силициум диоксид. Мерките за колективна заштита овозможуваат одржување на концентрацијата на слободниот силициум диоксид во атмосферата во работната средина на ниво што се смета за безбедно согласно законската регулатива, додека пак личните заштитни средства ја минимизираат количината на инхалираниот слободен силициум диоксид. Секундарната превенција преку редовните периодични прегледи на работниците овозможува рана детекција на болестите предизвикани од инхалација на прашината што содржи слободен силициум диоксид и рана интервенција во нивниот тек. Терцијарната превенција е насочена кон третман и рехабилитација на работниците со клинички манифестна болест (25-27).

Рударството е една од најважните стопански дејности, а рударите значаен сегмент од вкупната работничка популација во многу земји во светот. Во тек на своите работни актвности рударите се изложени на повеќе професионални штетности и опасности при што една од најважните од нив е изложеноста на минерална прашина што содржи слободен силициум диоксид, потентен агенс што може да доведе до различни нарушувања на здравјето кај изложените работници.

Силикозата долг период била најчестата професионална болест на белите дробови кај рударите во целиот свет. Примената на адекватни превентивни мерки и активности (техничко-технолошки, медицински и административни) во рударството во втората половина од XX век доведува до редукција на професионалната изложеност на прашина што содржи слободен силициум диоксид и до значаен пад на зачестеноста и степенот на тежина на силикозата во многу земји во светот, но болеста се уште има важно место во професионалната белодробна патолгија. Најчеста клиничка форма на силикозата во последниве неколку децении е лесната форма на хроничната силикоза што настанува како резултат на кумулативна изложеност на прашина што содржи ниски концентрации слободен силициум диоксид, а нејзината тешка форма, како и акутната и акцелерираната силикоза, се сретнуваат ретко или воопшто не се сретнуваат во многу земји од светот. Од друга страна, резултатите од истражувањата во последниве три децении не укажуваат на намалена зачестеност на ХОББ кај работниците во рударството, болест што во минатото се сметала за придружна болест на силикозата. Ова укажува на можноста слободниот силициум диоксид да предизвикува промени во белите

дробови карактеристични за ХОББ во концентрации што не доведуваат до појава на силикоза. Во секој случај, овие две болести што одат изолирано или здружено се уште претставуваат едни од најчестите професионални болести на белите дробови кај работниците во рударскиот сектор.

Нарушувањата на здравјето кај работниците во рударството не се многу истражувани во нашата држава. Податоците за зачестеноста и карактеристиките на овие ентитети се оскудни, а тие се неопходни за подобрување на мерките и активностите за заштита на респираторното здравје на работниците во рударскиот сектор. Сите претходно наведени елементи, како и повеќегодишната работа на докторантката на превентивните прегледи на овие работници, го дефинираат мотивот за актуелното истражување и неговите научни, стручни и апликативни аспекти.

2. ЦЕЛИ И ХИПОТЕЗА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Главна цел на истражувањето е да се одредат и споредат зачестеноста и карактеристиките на ХОББ, силикозата и ХОББ со силикоза кај рудари од подземен коп со стаж на актуелното работно место помал и поголем од 15 години.

Специфични цели на истражувањето се:

- Да се одреди зачестеноста на респираторните симптоми и на нарушувањата на оснвните спирометриски параметри кај двете групи испитаници и нивната поврзаност со степенот и траењето на изложеноста (должината на работниот стаж и кумулативната изложеност на слободен силициум диоксид) и други варијабли од интерес (возраст, пушачки статус, степен на изложеност на тутунскиот чад, индекс на телесна маса и придружни болести).

- Да се одредат зачестеноста и степенот на тежина на ХОББ, силикозата и ХОББ со силикоза кај двете групи испитаници и нивната поврзаност со степенот и траењето на изложеноста (должината на работниот стаж и кумулативната изложеност на слободен силициум диоксид) и други варијабли од интерес.

- Да се спореди зачестеноста на вонбелодробните коморбидитети кај двете групи испитаници со ХОББ, силикоза и ХОББ со силикоза и нивната поврзаност со степенот и траењето на изложеноста (должината на работниот стаж и кумулативната изложеност на слободен силициум диоксид).

- Да се одреди предиктивната улога на варијаблите од интерес за настанување на ХОББ, силикоза и ХОББ со силикоза кај рударите од подземниот коп.

- Да се предложат мерки и препораки за одржување на респираторното здравје кај рударите од подземниот коп.

Истражувањето ја има следнава хипотеза: зачестеноста на ХОББ е повисока од зачестеноста на силикозата во двете групи испитаници, а болеста е статистички значајно

поврзана со должината на работниот стаж, кумулативаната изложеност, пушењето и степенот на изложеност на тутунски чад.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ

Научноистражувачкиот проект од типот на аналитичка студија на пресек е изведен во ПЗУ Поликлиника "Медика", Скопје, овластена здравствена установа од областа на медицина на трудот, во рамки на периодичните превентивни медицински прегледи на работниците во рудник за олово и цинк во периодот јуни 2024 - јуни 2025 год. Согласно Правилникот за видот, начинот и обемот на здравствените прегледи на вработените од 2010 год., односно Уредбата за видот, начинот, обемот и ценовникот на здравствените прегледи на вработените од 2013 год., кај овие работници се изведува периодичен превентивен медицински преглед на 12 месеци (3.4.1. Гасови, пареи и аеросоли со иритативно, токсично и сензибилизирачко дејство) (28, 29).

Етички аспекти

Учеството во студијата е доброволно, со потпишување на информирана согласност. Сите испитаници се информирани на јасен и разбирлив јазик за начинот и целта на истражувањето, кој е главниот истражувач, каде ќе се спроведува истражувањето, каде ќе се презентираат резултатите, како и кој е бенефитот за нив наспроти ризикот. На испитаниците им е јасно посочена можноста да го напуштат истражувањето во било кој момент без било каква последица по нивниот понатамошен однос со лекарот.

Примерок на истражувањето

Примерокот на истражувањето се состои од 320 рудари (ракувачи со електрохидраулични дупчалки) од машки пол од рудник за олово и цинк со подземен коп. Во истражувањето се вклучени сите рудари од подземниот коп со работен стаж поголем од една година, поделени во две групи: испитаници со работен стаж на актуелното работно место помал или поголем од 15 години. Во подземниот коп освен рударите работат и работници на други работни места, какви што се: багеристи, возачи на локомотива, ракувачи со дизел утоварувачи, палители на мини, електричари, механичари, тесари, бункераши и др. Работните активности на рударите се состојат од дупчење со мобилна електрохидраулична дупчалка (ЕХД) според инструкциите на рударскиот инженер - раководител на подземниот коп. Откако ќе се направат бушотини

во нив рударите поставуваат експлозив. Експлозивот се поврзува со тенки жици и од безбедно растојание се врши минирање. Во периодот на минирање, како и во периодот на отпрашување во кој со системот за вентилација се отстранува големата количина прашина што се создава при минирањето, рударите не се во рудникот. По завршување на процесот на отпрашување багеристите со багери ја собираат рудата и ја товарат во транспортни возила (дампери) со габарит од 15-25 тони. Со дамперите рудата се изнесува од подземниот коп за понатамошна преработка, односно дробење, флотирање и правење концентрат. Работните активности во рудникот се извршуваат во три 8-часовни смени, односно рударите работат по два дена во прва, втора и трета смена по што следуваат два дена одмор. Во тек на работата тие користат лични заштитни средства, односно средства за заштита на телото и екстремитетите, главата, очите, шаките, стапалата и респираторниот систем, кои редовно се контролираат и обновуваат. Според актуеланата легислатива, работниците во подземниот коп имаат задолжителни периодични превентивни здравствени прегледи на 12 месеци.

Вклучувачки критериуми за влез во актуелното истражување се: рудари во подземниот коп на рудникот со стаж на актуелното работно место поголем од една година и непостоење контраиндикации за изведување спирометрија и бронходилататорен тест.

Исклучувачки критериуми за влез во студијата се: работа надвор од подземниот коп, работници од други работни места во подземниот коп, рудари со стаж на актуелното работно место помал од една година и контраиндикации за изведување спирометрија и бронходилататорен тест (хемоптизи, вредности на крвниот притисок повисоки од 180/100 mm Hg, нестабилен кардиоваскуларен статус, ингвинални и вентрална херниј, акутна инфективна болест и др.).

Методологија на истражувањето

Во истражувањето се применети актуелните препораки на Националниот водич на Австралија за докторите кои што ги проценуваат работниците изложени на прашина што содржи слободен силициум диоксид, како и на Европското респираторно здружение (European Respiratory Society - ERS) за изведување на епидемиолошки истражувања за ХОББ и Референтната група за силикоза на Торакалното здружение на Австралија и Нов Зеланд (30-32).

Истражувањето се состои од мерења на концентрациите на респирабилна прашина и слободен силициум диоксид во воздухот од работната средина на испитаниците и од пополнување прашалник, спирометрија и нативна радиографија на градниот кош врз основа на што се поставува дијагноза на ХОББ, силикоза и ХОББ со силикоза.

Мерења во работната средина. Мерењата во подземниот коп се извршени од Лабораторијата АМБИКОН од Факултетот за природни и технички науки при Универзитет "Гоце Делчев" – Штип. Вршени се мерења на просечната 8-часовна изложеност на респирабилна прашина во mg/m^3 и на содржината на слободен силициум диоксид mg/m^3 на 10 мерни места во подземниот коп. Примероците се земани со пумпа SKC со константен проток со циклон за респирабилна прашина и примена на општа гравиметриска анализа (33). Според Правилникот за минимални барања за безбедност и здравје при работа на вработени при ризици од хемиски супстанци од 2010 год., граничните вредности на просечната 8-часовна изложеност на респирабилна прашина во воздухот во работната средина изнесуваат 0,45 mg/m^3 за респирабилната прашина, односно 0,1 mg/m^3 за слободниот силициум диоксид (34).

Проценката на кумулативната изложеност на слободен силициум диоксид во mg/m^3 е пресметана во според формулата (35):

Кумулативна изложеност на слободен силициум диоксид =
(фракција на респирабилната прашина во mg/m^3) x
(фракција на слободен силициум диоксид во mg/m^3) x (број на години на изложеност)

Прашалник за карактеристиките на испитаниците. Прашалникот за карактеристиките на испитаниците е направен според моделот на стандардизираните прашалници за детекција на ХОББ и силикоза применети во неколку слични истражувања од оваа област, а се состои од 31 прашање поделени во четири дела (32, 36, 37) (Прилог 1).

Првиот дел се состои од прашања за возраста на испитаниците, местото на живеење, нивните телесни карактеристики и присуството на хронични болести дијагностицирани од доктор кај нив и кај нивните роднини од прво колено.

Во вториот дел од прашалникот се прашањата поврзани со работата и работното место на испитаниците, односно за нивната работна позиција во подземниот коп и организацијата на работата, вкупниот работен стаж, работниот стаж на актуелното работно место, примената на лични заштитни средства во тек на работата и изведувањето на превентивните медицински прегледи.

Третиот дел од прашалникот содржи прашања за пушачкиот статус на испитаниците. Класификацијата на пушачкиот статус (активен пушач, поранешен пушач, непушач и пасивен пушач) е направена врз база на препораките на СЗО за дефинирање на пушачкиот статус. Кај активните и поранешните пушачи барани се податоци за должината на пушачкиот стаж и дневниот број испушени кутии цигари од чиј производ е пресметан годишниот број испушени кутии цигари (pack-years smoked). Врз основа на овој параметар активните и поранешните пушачи се класифицирани во три категории: слаб пушач (0,1-20 испушени кутии цигари во тек на годината), умерен пушач (21-40) и тежок пушач (повеќе од 40 испушени цигари во тек на годината) (36, 37).

Во четвртиот дел од прашалникот се прашањата за постоењето на респираторни симптоми во последните 12 месеци: кашлица, кашлица со искашлување, недостаток на воздух (диспнеа), свирење во градите и стегање во градите. Диспнеата е класифицирана во четири стадиуми според класификацијата на Модифицираната скала за диспнеа на Британскиот медицински истражувачки совет (British Medical Research Council – mMRC) (38 - 40).

Спирометрија. Спирометриските испитувања се изведени во ПЗУ Поликлиника "Медика", Скопје, а вклучуваат мерење на форсираниот експираторен волумен во првата секунда (forcrd expiratory volume in 1 second - FEV1) и форсираниот витален капацитет (forced vital capacity - FVC) со одредување на односот FEV1/FVC. Спирометриските мерења се изведени на спирометар Ganshorn SanoScope LF8 (Ganshorn Medizin Electronic GmbH, Germany) според актуелните препораки на American Thoracic Society (ATS) и ERS со три нативни мерења при што вредностите на спирометриските параметри при најмалку две мерења не треба да се разликуваат повеќе од 5%, а во анализата се користени нивните највисоки вредности со корекција со Z скорот каде што е потребно. При уреден спирометриски наод вредностите на FEV1 и FVC се повисоки од 80% од нивните вредности предвидени за испитуваното лице, вредноста на односот FEV1/FVC е

повисока од 0,70 (70%), а кривата проток/волумен има облик на правоаголен тираголник чија хипотенуза има линеарен или благо конкавен облик.

Бронходилататорниот тест (БДТ) е изведен кај испитаниците кај кои на нативниот (пребронходилататорниот) спирограм е регистрирана вредност на односот FEV1/FVC пониска од 0,70 со инхалирање четири пафа салбутамол (4x100 microgr) и повторна спирометрија 30 минути после неговата инхалација. Според актуелните препораки на ATS и ERS, постбронходилататорната вредност на односот FEV1/FVC пониска од 0,70 укажува на перзистентно ограничување на воздушниот проток низ дишните патишта, односно упатува на постоење на ХОББ. Изведувањето на БДТ е контраиндицирано во сите случаи во кои е контраиндицирано и изведувањето на спирометријата (41-43).

Нативен рендгенграм на градниот кош. Нативен постеро-антериорен рендгенграм на градниот кош е направен кај сите испитаници во ЈЗУ Општа болница Кочани. Секој технички прифатлив рендгенграм е независно анализиран од двајца специјалисти по медицина на трудот од стручниот тим на ПЗУ Поликлиника "Медика", Скопје, со утврдување на комплементарноста на нивните наоди. Анализата и споредувањето на наодите од рендгенграмите со рендгенграмите од стандардниот дигитален сет на МОТ (скала од 12 супкатегории) се изведени според препораките на Водичот за примена на МОТ-овата меѓународна радиолошка класификација на пневмокониозите од 2022 год. Анализата на рендгенграмите се состои од детекција и опис на паренхимните абнормалности (опацитети или засенчувања), плевралните абнормалности и вонбелодробните промени.

Карактеристичниот радиолошки наод кај хроничната лесна (некомплицирана) силикоза се состои од наод на опацитети (силикотични јазолчиња или нодули) со пречник од 1 до 10 мм во горните партии на белите дробови што постепено се шират надолу. Опацитетите генерално се униформни и регуларни според нивниот облик, големина и густина, а во некои случаи можат да бидат калцифицирани. Според големината, опацитетите се класифицираат на p, q и r форма, односно опацитети со пречник до 1,5 mm; 1,5 до 3 mm и 3 до 10 mm. Според густината (профузијата), односно нивната концентрација во зафатените зони на белите дробови, опацитетите се класифицирани на скала од 4 основни категории (0 до 3), а секоја од основните категории е поделена на три супкатегории со што се добива скала од 12 степени, од 0/- до 3/+ каде што 3/+ ја означува најголемата концентрација на опацитетите во

белодробниот паренхим. Хиларните и медијастиналните лимфни жлезди можат да бидат зголемени, а калцификати со облик на лушпа од јајце во нив можат да се видат во случаите на калцифицирани опацитети во белодробниот паренхим.

Промени со поголеми димензии се сретнуваат при тешката форма на хронична силикоза (комплицирана силикоза), односно при прогресивната масивна фиброза (ПМФ). Се работи за округли или овални јазли (нодуси) со пречник поголем од 10 mm (A, B и C) најчесто локализирани во горните партии на белите дробови, обично придружени со помали опацитети. Освен паренхимните абнормалности, на нативните графии можат да се видат промени на плеврата (плеврални плаки, облитериран костофреничен агол и дифузно задебелување на плеврата), како и вонбелодробни промени (атеросклеротични промени на аортата, хронично белодробно срце и др.) (44-49).

Дефиниција и класификација на ХОББ. Дијагнозата на ХОББ е утврдена според присуството на симптоми кај испитаниците кај кои што спирометриски е докажано перзистентно намалување на воздушниот проток низ дишните патишта, односно кај кои што постбронходилататорна вредност на односот FEV1/FVC е пониска од 0,7. Според степенот на тежина на спирометриското нарушување, испитаниците со ХОББ се класифицирани во четири групи: лесна ХОББ или GOLD 1 (вредност на FEV1 еднаква или повисока од 80% од предвидената вредност за испитуваното лице), средно тешка ХОББ или GOLD 2 (вредност на FEV1 од 50 до 80% од предвидената вредност), тешка ХОББ или GOLD 3 (вредност на FEV1 од 30 до 50% од предвидената вредност) и многу тешка ХОББ или GOLD 4 (вредност на FEV1 пониска од 30% од предвидената вредност) (19, 50).

Дефиниција и класификација на силикозата. Дијагнозата на силикозата е утврдена според присуството на карактеристичните радиолошки промени независно од тоа дали испитаникот имал или немал респираторни симптоми во последните 12 месеци. Класификацијата на лесната и тешката форма на хроничната силикоза е направена врз база на критериумите наведени во претходниот текст (35, 46).

Дефиниција и класификација на ХОББ со силикоза. Дијагнозата на ХОББ со силикоза е утврдена според критериумите за дијагноза и класификација на двата одделни ентитети (19, 35, 46, 50, 51).

Статистичка анализа

За анализа на добиените податоци од истражувањето е користен SPSS software package, version 26.0 for Windows (SPSS, Chicago, IL, USA). Квалитативните варијабли се обработени со коефициент на односи, пропорции и стапки, а квантитативните со мерките на централна тенденција. Pearson Chi square test и Fisher Feeman Halton exact test се користени за утврдување на поврзаноста меѓу одредени атрибутивни дихотомни белези. Факторите на ризик се квантифицирани преку користење на однос на веројатности (Odd ratio – OR) и интервалите на доверба - confidence interval (CI).

Правилноста на дистрибуцијата на квантитативните серии е утврдувана со Shapiro-Wilk W тестот. Параметарска (Pearson correlation coefficient) односно непараметарска корелационата анализа (Spearman Rank correlation) е користена за утврдување на поврзаноста помеѓу нумеричките варијабли. За меѓугрупна споредба на два или повеќе нумерички параметри со правилна дистрибуција е користен Independent t-test / One Way ANOVA test, а кај неправилна дистрибуција Mann Whitney U test/ Kruskal-Wallis H test. Логистичка регресиона анализа е применета за утврдување на независните значајни предиктори за настанување на ХОББ, силикоза и ХОББ со силикоза. За утврдување на статистичка значајност се користи ниво на сигнификантност од $p<0,05$.

4. РЕЗУЛТАТИ

Научноистражувачкиот проект е проспективна аналитичка студија на пресек (cross sectional study) спроведена во периодот јуни 2024/ јуни 2025 година во ПЗУ Поликлиника "Медика", Скопје во рамки на периодичните превентивни медицински прегледи на работници во рудник за олово и цинк. Истражувањето е одобрено од Етичката комисија на Универзитетот "Св. Кирил и Методиј", Медицинскиот факултет, Скопје.

Согласно поставените инклузиони и ексклузиони критериуми примерокот на истражувањето го сочинуваат 320 (100%) рудари од подземен коп од рудник за олово и цинк. Сите испитаници од примерокот се од машки пол поделени во две групи според стажот на актуелното работно место (< / ≥ 15 години). За секој од испитаниците во истражувањето пополнет е стандардизиран анкетен прашалник (генерални карактеристики, прашања поврзани со работата/ работното место, пушачкиот статус и респираторни симптоми во последните 12 месеци). Дополнително направена е спирометрија и нативен рендгенграм на граден кош врз база на што се поставува дијагноза на ХОББ, силикоза и ХОББ со силикоза (Слика 1).



Слика 1. Алгоритам на истражувањето

4.1. Демографски карактеристики

Истражувањето опфатени вкупно 320 (100%) работници во рудник за олово и цинк со подземен коп сите од машки пол. Анализата според демографските карактеристики на испитаниците во примерокот (работници во рудник со подземен коп) се однесув на возраста и степенот на образование. Анализата е направена поединечно за секој од двата демографски параметри (Табела 1 – 2 и График 1-2).

4.1.1. Возраст

Во примерокот на истражувањето направена е анализа на возраста (години) на испитаниците при што е утврдена неправилна дистрибуција на добиените фреквенции за возраст (години) за Shapiro-Wilk W=0,9747; p=0,00002 (График 1). Согласно утврдената дистрибуција, во понатамошната анализа користени се соодветни тестови.

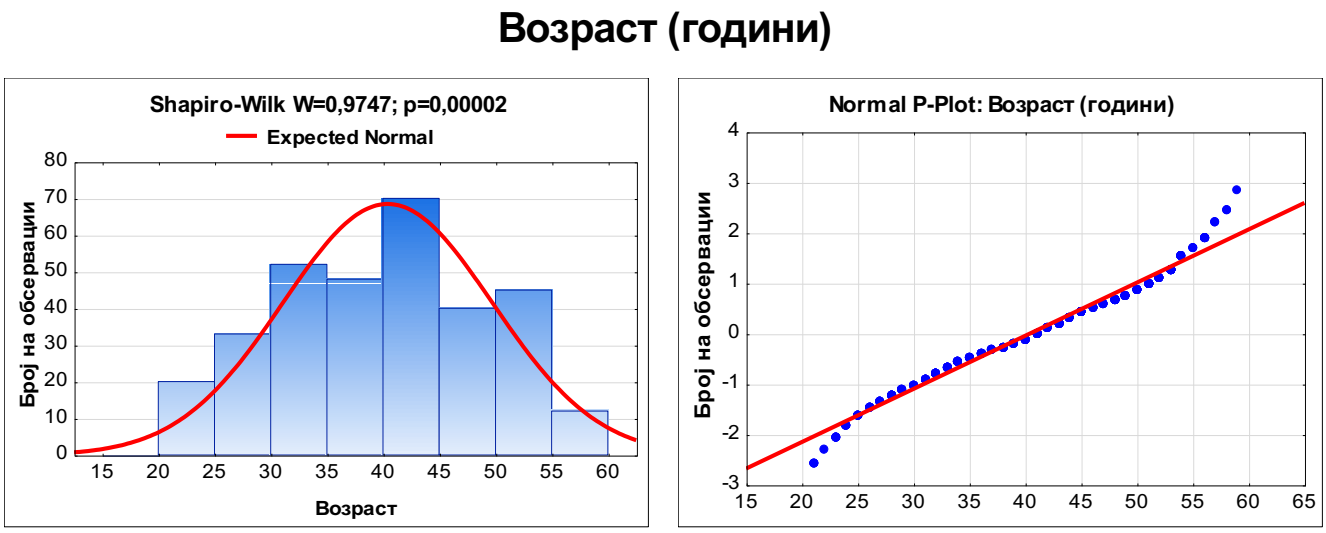


График 1. Дистрибуција на фреквенциите на возраст (години) на испитаници

Примерок/ возраст - просечната возраст на испитаниците во целиот примерок изнесува 40,39±9,31 години со мин/ мак возраст од 21 до 59 години. Вкупно 50% од работниците во рудник за олово и цинк со подземен вкучени во истражувањето се на возраст ≤41 години за Median IQR= 41 (33-48). На возраст >48 години се 25% од испитаниците (Табела 1 и График 2).

Табела 1. Анализа на примерок според возраст (години)

Параметри	Статистика					
	N	Mean ± SD	Min/Max	Percentiles		
				25th	50th (Median)	75th
Возраст (години)						
Вкупно	320	40,39±9,31	21/ 59	33	41	48

Mean = Просек; SD = Стандардна девијација; Median = Медијана; Min/ Max=Мин/Мак; IQR = Перцентили; Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05

Графичкиот приказ на возраста (години) на испитаниците од целиот примерок е даден на График 2.

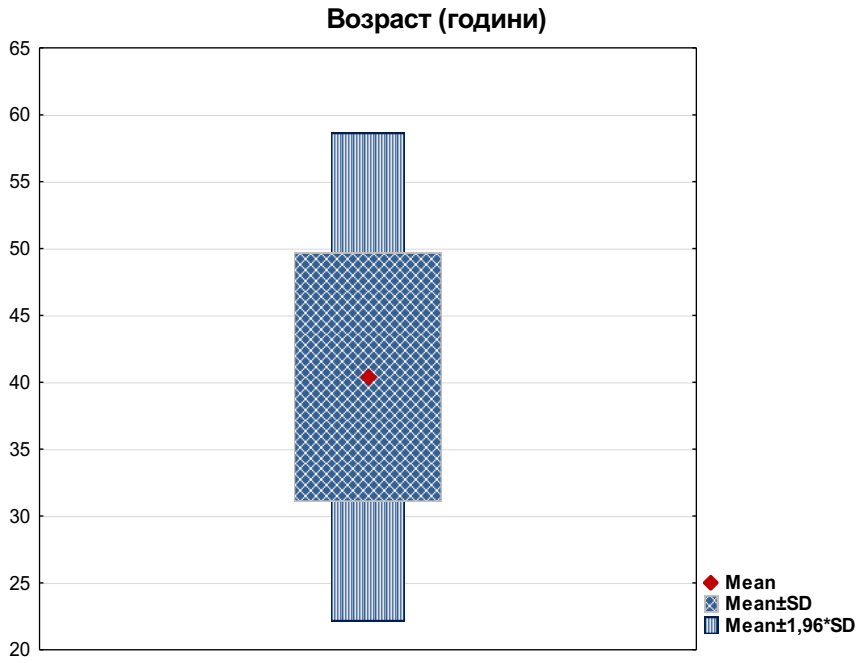


График 2. Просечна вредност на возраст (години) на испитаници во примерок

4.1.2. Степен на образование

Испитаниците во примерокот се анализирани според степенот на образование. Согледано е дека 94 (29,37%) од работниците во рудник имаат основно образование, а мнозинството од 226 (70,62%) имаат средно образовани (Табела 2 и График 3)

Табела 2. Анализа на примерок според степен на образование

Параметри	N (%)	p
Степен на образование		
Основно	94 (29,37%)	p=0,00001*
Средно	226 (70,62%)	
Вкупно	320 (100%)	
Difference test;	*сигнификантно за p<0,05	

Утврдена е сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на работниците од подземен коп со основно и средно образование во прилог на сигнификантно поголема застапеност на оние со средно образование за Difference 41,32% [(32,57-49,11) CI 95%; p=0,00001] (Табела 2 и График 3);

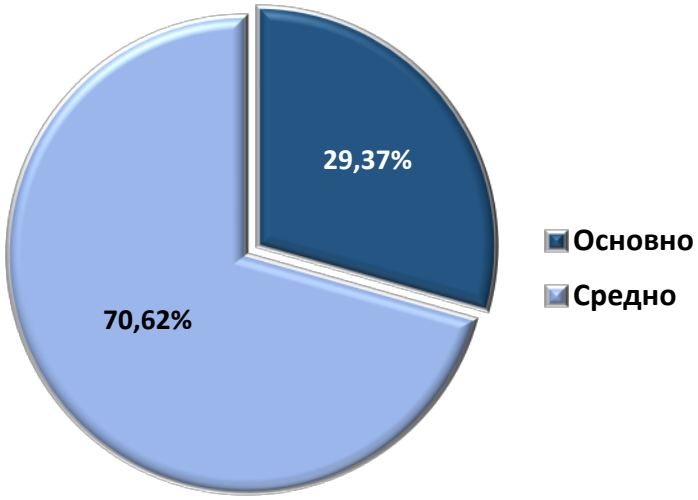


График 3. Дистрибуција на испитаници според степен на образование

4.2. Хронични вонбелодробни болести (коморбидитети)

Анализата на присуство на коморбидитети е направена од повеќе аспекти, и тоа: вкупни хронични вонбелодробни болести, хипертензија, дијабетес мелитус, лумбален синдром и други болести (Табела 3 и График 4).

Табела 3. Анализа на коморбидитети во примерокот

Параметри		Присуство на коморбидитет		
		Не N (%)	Да N (%)	p
Коморбидитети				
Хронична болест	**N=320**	247 (77,19%)	73 (22,81%)	p=0,0001*
Хипертензија	**N=320**	294 (91,88%)	26 (8,12%)	p=0,0001*
Дијабетес мелитус	**N=319**	308 (96,25%)	11 (3,44%)	p=0,0001*
Лумбален синдром	**N=319**	285 (89,06%)	34 (10,94%)	p=0,0001*
Други болести	**N=318**	303 (95,28%)	15 (4,72%)	
Difference test;		*сигнификантно за p<0,05		

Вкупни хронични вонбелодробна болести – Во целиот примерок на рудари во подземен коп за олово и цинк утврдено е дека хронична вонбелодробна болест има околу една четвртина од испитаниците - 73 (22,81%). Има сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на рудари во поземен коп со/ без хронична болест во прилог на сигнификантно поголема застапеност на оние кај кои не е утврдено присуство на хронична болест за Difference 54,38% [(47,45-60,40) CI 95%; p=0,0001] (Табела 3 и График 4);

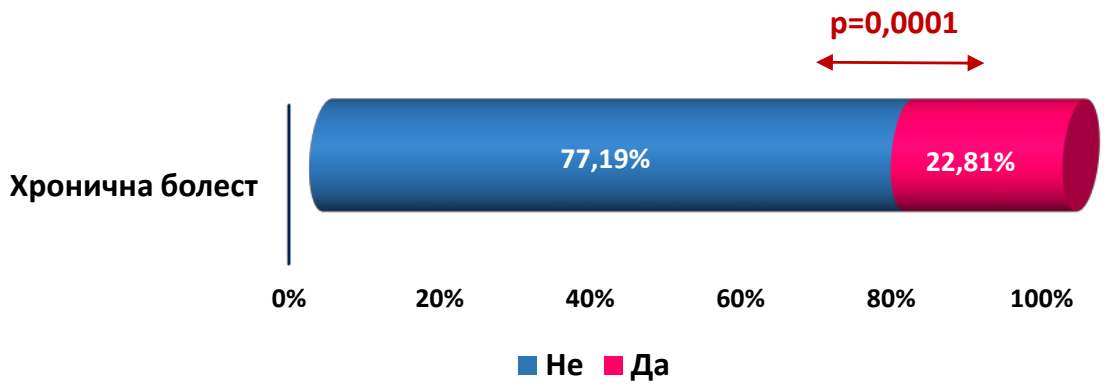


График 4. Дистрибуција на хронична болест во примерокот

Хипертензија – Во целиот примерок на рудари во подземен коп на олово и цинк, хипертензија како коморбидитет е пријавена од 26 испитаници (8,12%). Утврдена е сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на рудари со/ без хипертензија во прилог на сигнификантно поголема застапеност на оние без ова заболување за Difference 83,76% [(78,79-87,32) CI 95%; p=0,0001] (Табела 3 и График 5);

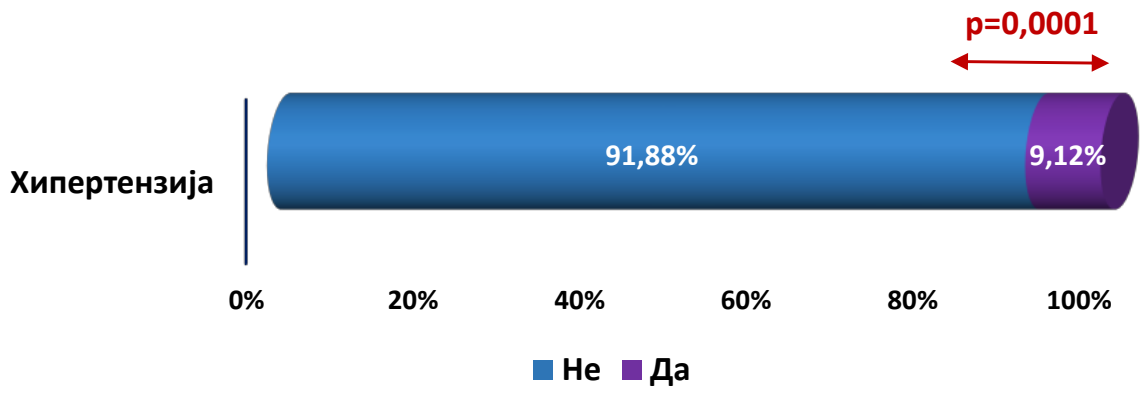


График 5. Дистрибуција на хипертензија во примерокот

Дијабетес мелитус – Дијабет е пријавен од 11 (3,44%) од рударите во подземен коп на олово и цинк. Утврдена е сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на рудари со/ без дијабетес мелитус во прилог на сигнификантно поголема застапеност на оние без ова заболување за Difference 92,81% [(89,05-95,00) CI 95%; p=0,0001] (Табела 3 и График 6);

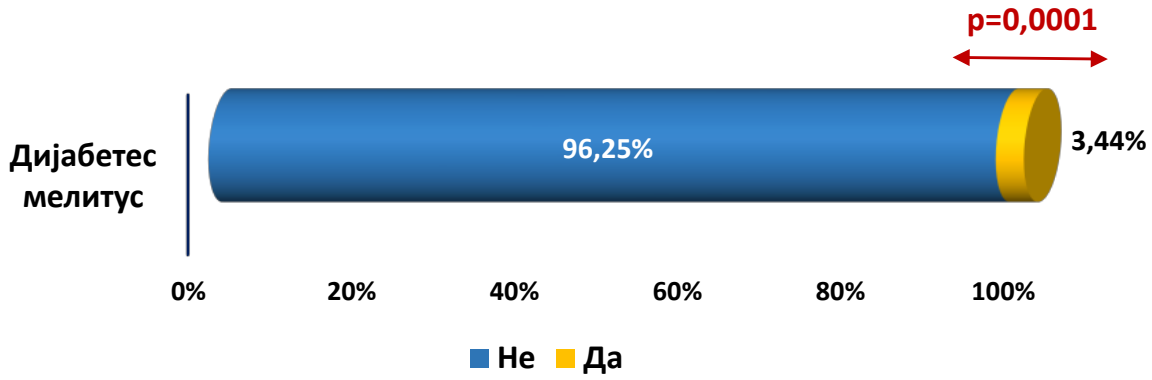


График 6. Дистрибуција на дијабетес мелитус во примерокот

Лумбален синдром – Присуство на лумбален синдром е пријавено од 34 (10,94%) од рударите во подземен коп на олово и цинк. Утврдена е сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на рудари со/ без лумбален синдром во прилог на сигнификантно поголема застапеност на оние без ова заболување за Difference 78,12% [(72,60-82,32) CI 95%; p=0,0001] (Табела 3 и График 7);

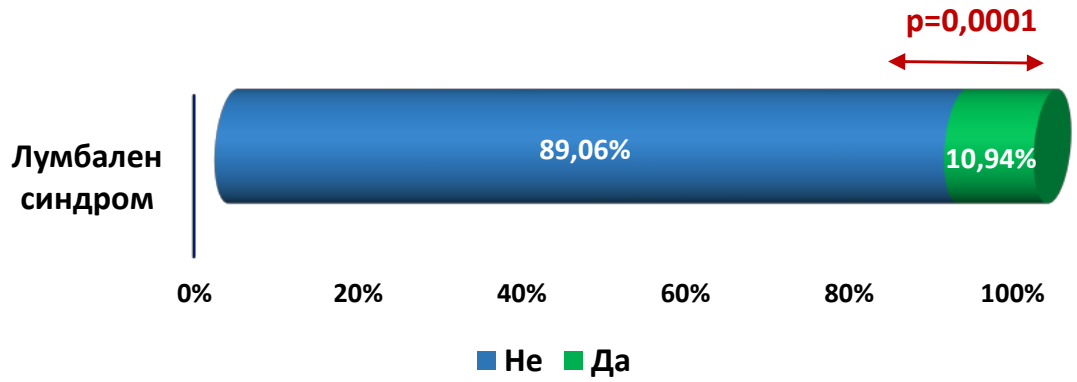


График 6. Дистрибуција на лумбален синдром во примерокот

Други болести – Присуство на други болести е пријавено од 15 (4,72%) од испитуваните рудари кои работеа во подземен коп на олово и цинк. Утврдена е сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на рудари со/ без лумбален синдром во прилог на сигнификантно поголема застапеност на оние без ова заболување за Difference 78,12% [(72,60-82,32) CI 95%; p=0,0001] (Табела 3 и График 7);

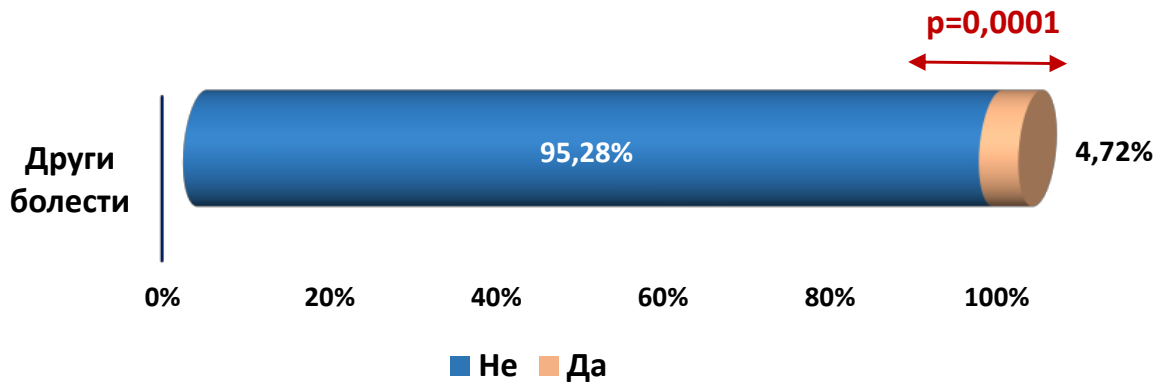


График 7. Дистрибуција на други болести во примерокот

4.3. БМИ

Кај сите испитаници во примерокот направена е анализа на вредностите на БМИ во kg/m^2. Утврдена е неправилна дистрибуција на добиените фреквенции за возраст (години) за Shapiro-Wilk W=0,9899; p=0,0267. Согласно утврдената дистрибуција, во понатамошната анализа користени се соодветни тестови (Табела 4 и График 8).

Табела 4. Анализа на примерок според БМИ

Параметри	Статистика					
	N	Mean ± SD	Min/Max	Percentiles		
				25th	50th (Median)	75th
БМИ (kg/ m^2)						
Вкупно	318	29,00±4,69	18,7/ 43,3	25,6	28,6	32,1

Mean = Просек; SD = Стандардна девијација; Median = Медијана; Min/ Max=Мин/Мак; IQR = Перцентили; Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05

Просечната вредност на БМИ на испитаниците во целиот примерок изнесува 29,00±4,69 kg/ m^2 со мин/ мак вредност од 18,7/ 43,3 kg/ m^2. Вкупно 50% од рударите во подземен коп вкучени во истражувањето имаат вредност на БМИ ≤28,6 kg/ m^2 за Median IQR= 28,6 (25,6 -32,1). Со БМИ >28,6 kg/ m^2 се 25% од испитаниците рудари во истражувањето (Табела 4 и График 8).

Графичкиот приказ на дистрибуцијата на очекуваните фреквенции како и просечната вредност на БМИ kg/ m^2 на испитаниците од целиот примерок е дадена на График 8.

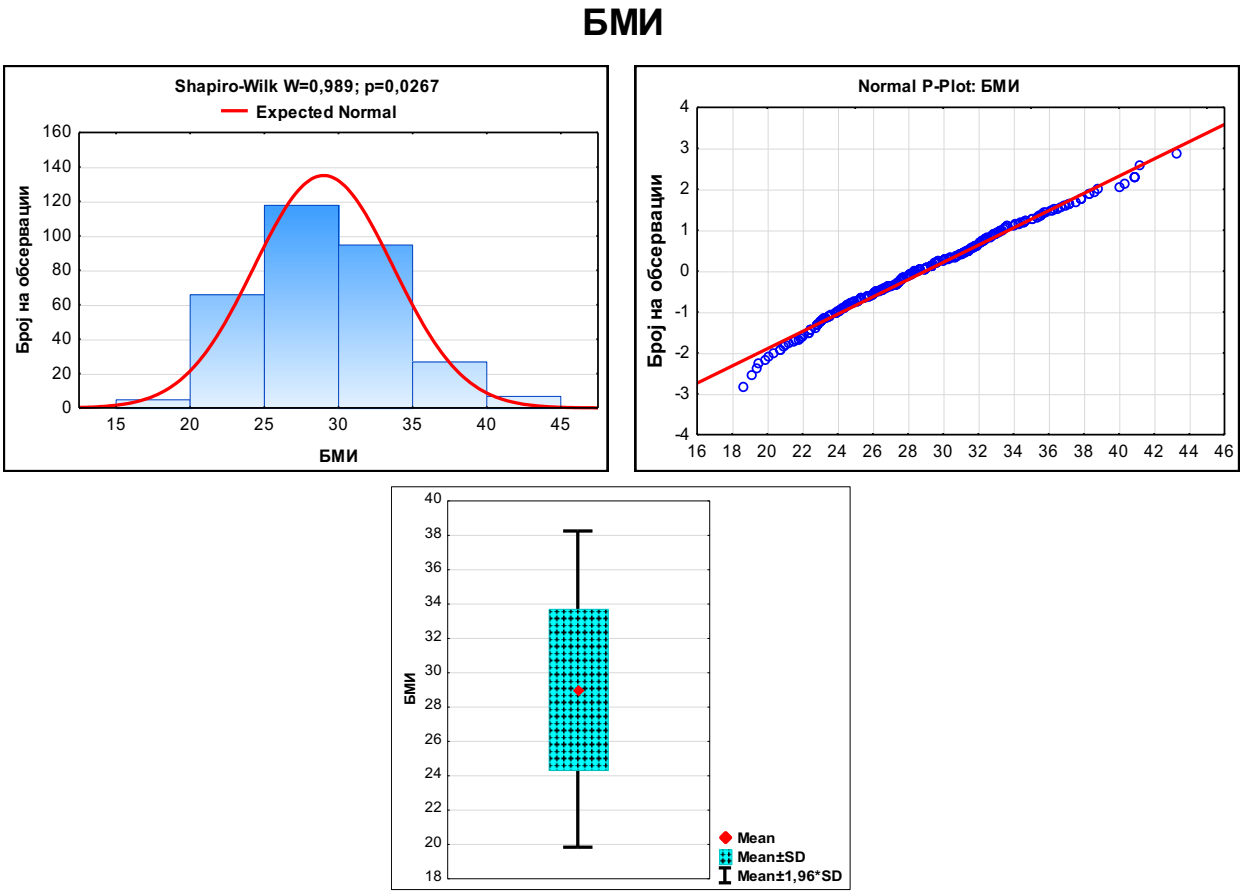


График 8. Дистрибуција на фреквенции и просечната вредност на БМИ

4.4. Работен стаж и кумулативна експозиција

Испитаниците се анализирани во однос на должината на работниот стаж (години) како и на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 (Табела 5 - 6 и График 9-13).

4.4.1. Должина на работен стаж

Должината на работниот стаж е анализирана од аспект на должина на работа во подземниот коп за олово и цинк, како и на вкупниот работен стаж. Должината на работниот стаж во подземен коп е обработена за целиот примерок на испитаници како и во однос на две групи ≤ 15 / > 15 години (Табела 5 и График 9 - 10).

Табела 5. Должина на работен стаж во подземен коп според групи (≤ 15 / > 15 години) и вкупен работен стаж (години)

Параметри	Статистика					
	N	Mean ± SD	Min/Max	Percentiles		
				25th	50th (Median)	75th
Работен стаж во подземен коп (години)						
≤ 15 години	139	7,57±4,29	1 /19	4	8	11
>15 години	180	19,95±3,45	13/ 30	17	20	22
Вкупно	319	14,55±7,25	1/ 30	8	16	21
p	Z=15,028; p=0,00001*					
Вкупен работен стаж (години)						
Вкупно	320	17,54±8,15	1/ 38	11	18	24

Mean = Просек; SD = Стандардна девијација; Median = Медијана; Min/ Max=Мин/Мак; IQR = Перцентили; Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05

Должина на работен стаж во подземен коп - Утврдена е неправилна дистрибуција на добиените фреквенции за должина на работен стаж во подземен коп (години) за Shapiro-Wilk W=0,9535; p=0,00001. Согласно утврдената дистрибуција, во понатамошната анализа користени се соодветни тестови (График 9).

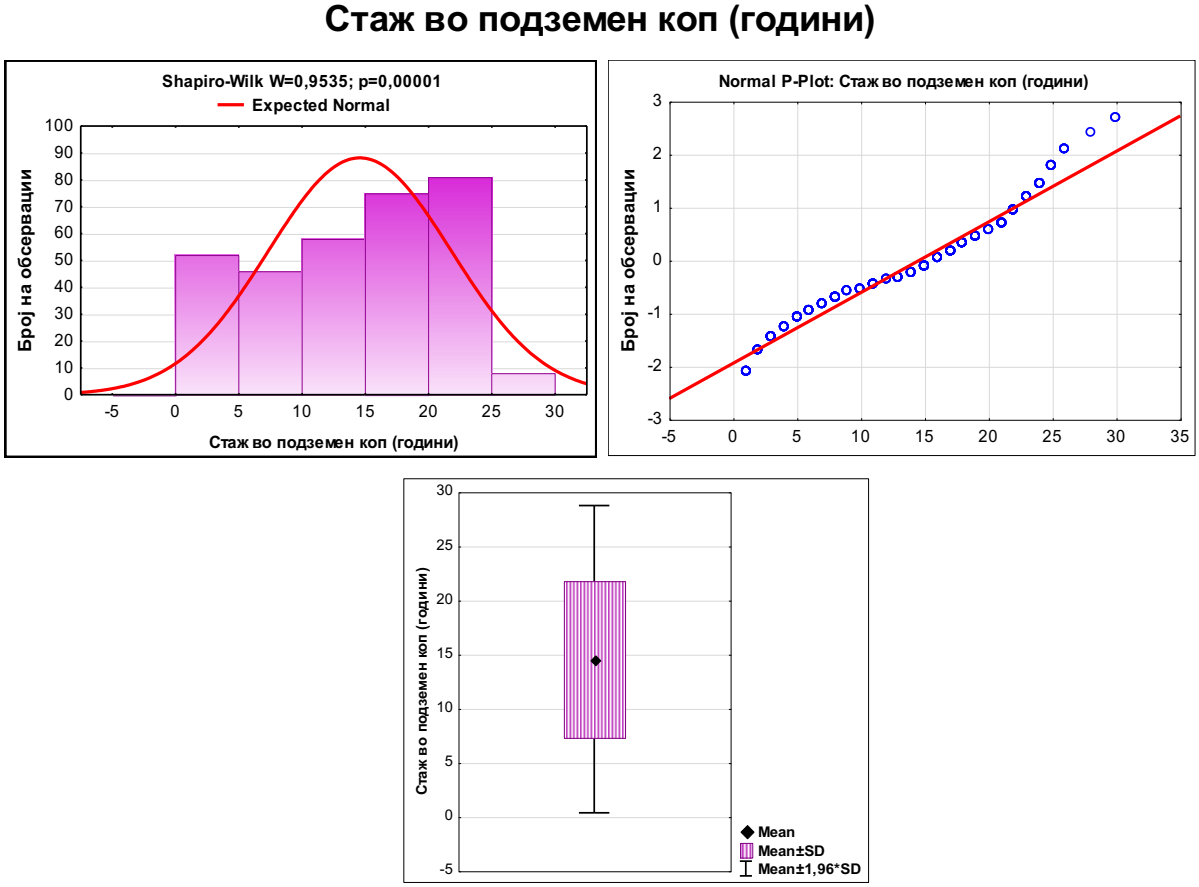


График 9. Дистрибуција на фреквенции и просечна вредност на должина на работен стаж во подземен коп (години)

Вкупно / должина на работен стаж во подземен коп – просечната должина на работен стаж во подземен коп за целиот примерок на испитаници изнесува 14,55±7,25 години со мин/ мак вредност од 1/30 години. Кај 50% од рударите вкучени во истражувањето должината на работен стаж во подземен коп е ≥16 години за Median IQR= 16 (8 - 21). Должина на работен стаж во подземен коп >21 година е утврдена кај 25% од испитаниците рудари во истражувањето (Табела 5 и График 9).

≤ 15 години / должина на работен стаж во подземен коп – должина на работен стаж во подземен коп ≤ 15 години имаат 139 (43,57%) од рударите опфатени со истражувањето. Просечната должина на работен стаж во подземен коп кај рударите од групата ≤ 15 години изнесува 7,57±4,29 години со мин/ мак вредност од 1/ 15 години и 50% од нив со работен стаж ≤8 години за Median IQR= 8 (4 - 11). Должина на работен стаж во подземен коп ≤ 4 година е утврдена кај 25% од испитаниците рудари од оваа група (Табела 5 и График 10).

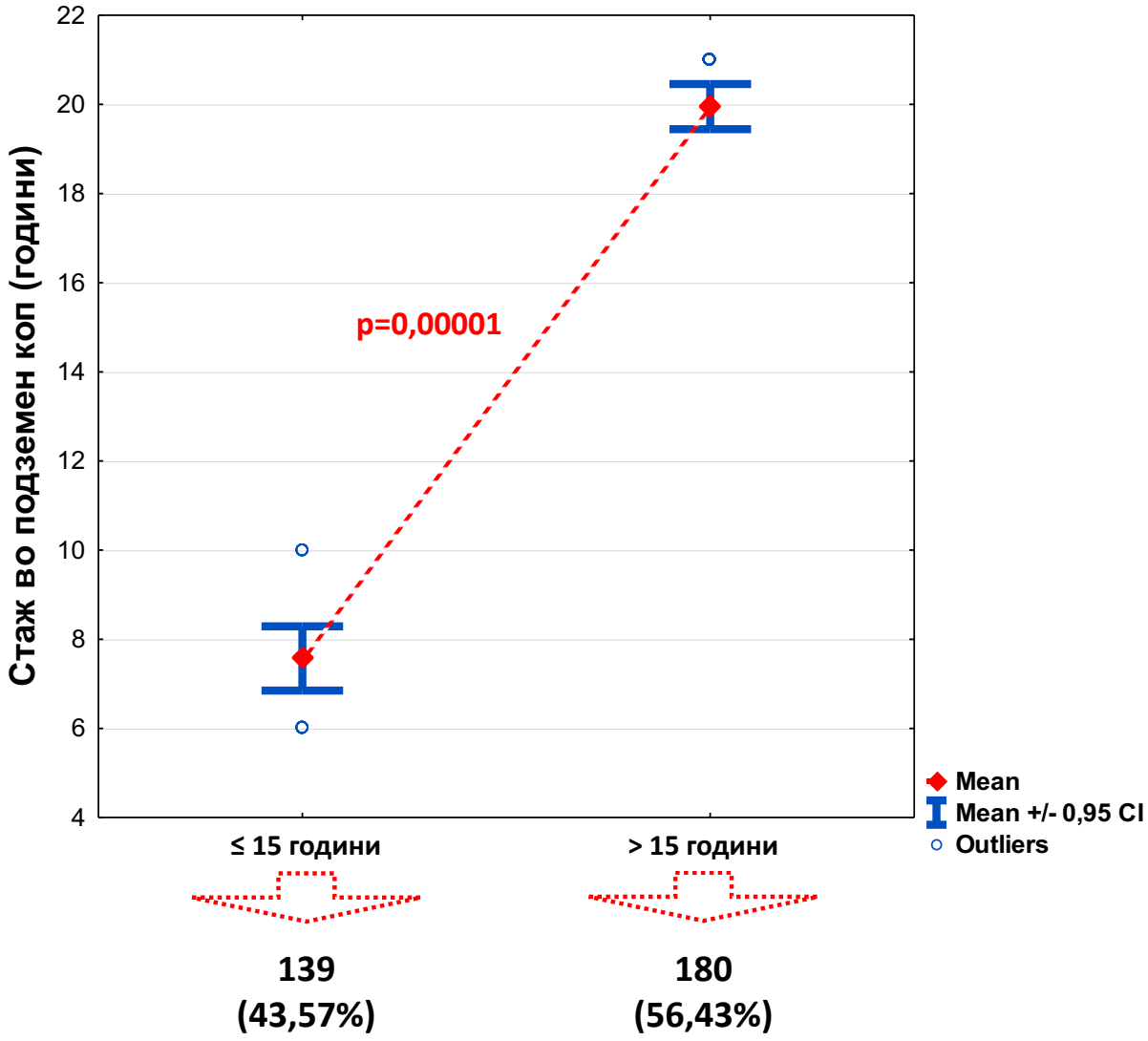


График 10. Просечни вредности на должина на работен стаж во подземен коп (години) според групи ≤ 15 / > 15 години

>15 години / должина на работен стаж во подземен коп – должина на работен стаж во подземен коп >15 години имаат 180 (56,43%) од рударите во истражувањето. Просечната должина на работен стаж во подземен коп кај рударите од групата >15 години изнесува 19,95±3,45 години со мин/ мак вредност од 16/30 години и 50% од нив со работен стаж ≤20 години за Median IQR= 20 (17 - 22). Должина на работен стаж во подземен коп >22 години е утврдена кај 25% од испитаниците рудари од оваа група (Табела 5 и График 10).

Утврдена е сигнификантна разлика помеѓу двете групи ≤ 15 / > 15 години во однос на должина на работниот стаж во подземен коп за Mann-Whitney U Test: Z=15,028; p=0,00001 во прилог на сигнификантно поголема должина на работен стаж кај испитаниците од групата > 15 години (Табела 5 и График 10).

Должина на вкупен работен стаж - Вкупниот работен стаж во години е обработен за целиот примерок на испитани рудари во истражувањето (Табела 5 и График 11).

Утврдена е неправилна дистрибуција на добиените фреквенции за должина на вкупен работен стаж (години) за Shapiro-Wilk W=0,9577; p=0,00001. Согласно утврдената дистрибуција, во понатамошната анализа користени се соодветни статистички тестови (График 11)

Просечната должина на вкупниот работен стаж за целиот примерок на испитаници во истражувањето изнесува 17,54±8,15 години со мин/ мак вредност од 1/ 38 години. Кај 50% од рударите опфатени со истражувањето должината на вкупниот работен стаж е ≥18 години за Median IQR= 18 (11 - 24). Должина на работен стаж >24 година е утврдена кај 25% од рударите во истражувањето (Табела 5 и График 11).

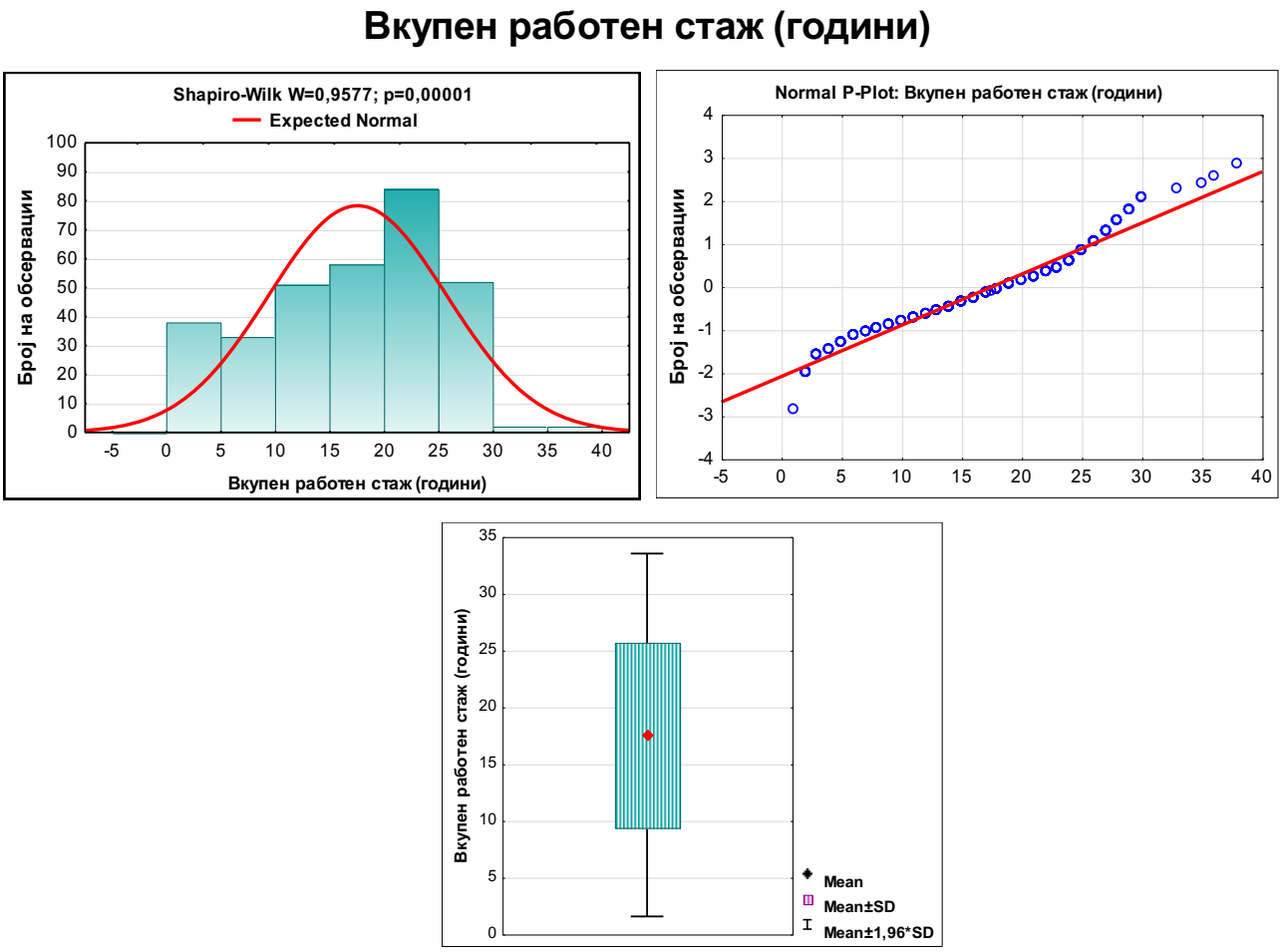


График 11. Дистрибуција на фреквенциите и просечна вредност на должина на вкупен работен стаж (години)

4.4.2. Кумулативна експозиција

Кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид на рударите од подземниот коп, е пресметана со формулата прикажана во поглавјето 3. Материјал и методи, според измерените вредности на просечната 8-часовна изложеност на респирабилната прашина и на слободен силициум диоксид и времетраењето на изложеноста. Вредностите на мерењата на просечната 8-часовна изложеност на респирабилна прашина на мерните места во подземниот коп се движат од 0,88 mg/m^3 до 1,67 mg/m^3, а просечната вредност изнесува 1,26 mg/m^3. Вредностите на мерењата на содржината на слободниот силициум диоксид во респирабилната прашина се движат од 0,005 mg/m^3 до 0,042 mg/m^3, а просечната вредност изнесува 0,019 mg/m^3.

Пресметаната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 кај рударите од подземен коп опфатени со истражувањето е обработена за целиот примерок на испитаници, како и во однос на двете групи со должина на работен стаж во подземен коп на олово и цинк ≤ 15 / > 15 години (Табела 6 и График 12 - 13).

Табела 6. Кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид во подземен коп според групи (≤ 15 / > 15 години)

Параметри	Кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3					
	N	Mean ± SD	Min/Max	Percentiles		
				25th	50th (Median)	75th
Работен стаж во подземен коп (години)						
≤ 15 години	139	0,06±0,03	0,01/ 0,17	0,03	0,07	0,09
>15 години	180	0,15±0,04	0,08/ 0,27	0,10	0,14	0,19
Вкупно	319	0,11±0,06	0,01/ 0,27	0,07	0,10	0,15
p	Z=13,421; p=0,00001*					

Mean = Просек; SD = Стандардна девијација; Median = Медијана; Min/ Max=Мин/Мак; IQR = Перцентили; Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05

Анализата на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 укажува на неправилна дистрибуција на добиените фреквенции за Shapiro-Wilk W=0,9752; p=0,00003. Согласно утврдената дистрибуција, во понатамошната анализа користени се соодветни статистички тестови (График 12).

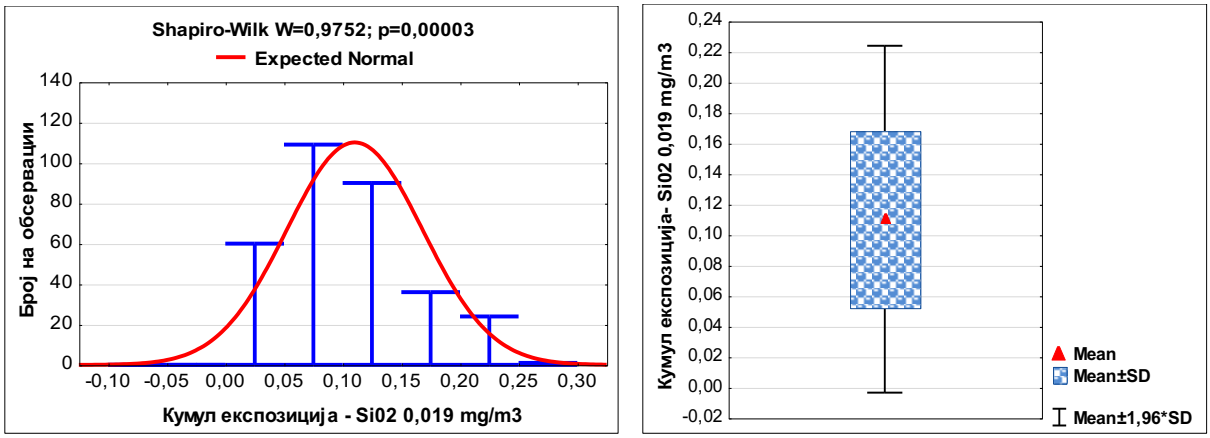


График 12. Дистрибуција на фреквенциите и просечна вредност на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3

Вкупно / кумулативна експозиција – Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид на испитаниците од целиот примерок изнесува 0,11±0,06 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 со мин/ мак 0,01 до 0,27 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од рударите вкучени во истражувањето кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 е ≤0,10 за Median IQR= 0,10 (0,07 – 0,15). Кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид во подземен коп > 0,15 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 е утврдена кај 25% од рударите во истражувањето (Табела 6 и График 12).

≤ 15 години / кумулативна експозиција – Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид на испитаниците со работен стаж ≤15 години изнесува 0,06±0,03 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 со мин/ мак 0,01 до 0,17 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од рударите со работен стаж ≤15 години кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 е ≤0,07 за Median IQR= 0,10 (0,07 – 0,15). Кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид во подземен коп >0,09 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 е утврдена кај 25% од рударите во истражувањето (Табела 6 и График 13).

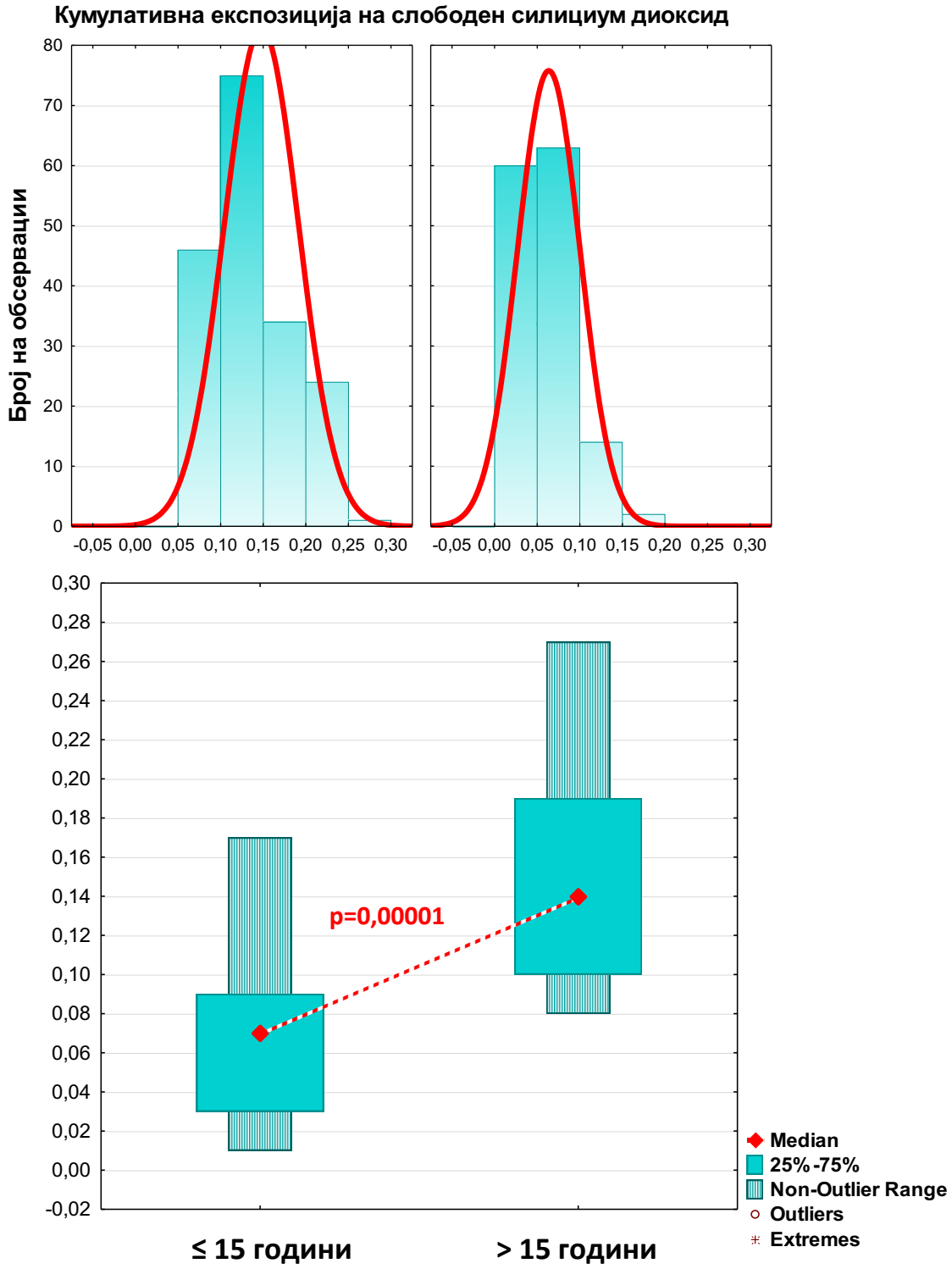


График 13. Просечни вредности на кумулативната експозиција според групи ≤ 15 / > 15 години

> 15 години / кумулативна експозиција – Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид на испитаниците со работен стаж >15 години изнесува

0,15±0,04 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 со мин/ мак 0,08 до 0,27 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од рударите со работен стаж >15 години кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 е ≤0,14 за Median IQR= 0,14 (0,10 – 0,19). Кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид со вредност >0,19 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 има кај 25% рудари (Табела 6 и График 13).

Утврдена е сигнификантна разлика помеѓу двете групи ≤ 15 / > 15 години во однос на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 за Mann-Whitney U Test: Z=13,421; p=0,00001 во прилог на сигнификантно поголема кумулативна експозиција кај испитаниците од групата со работен стаж > 15 години (Табела 5 и График 10).

4.5. Пушачки статус

Испитаниците се анализирани во однос на нивниот пушачкиот статус, а класификацијата на пушачкиот статус во четири категории (активен пушач, поранешен пушач, непушач и пасивен пушач) е направена врз база на препораките на СЗО за дефинирање на пушачкиот статус.

Табела 7. Пушачки статус според должина на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

Параметри		Должина на работен стаж во подземен коп			
		≤ 15 години	>15 години	Вкупно	p
Пушачки статус					
Пушач	**N**	64	22	86	X^2=45,669; df=2; p=0,00001*
	%	46,04%	12,22%	26,96%	
Поранешен пушач	**N**	51	111	162	
	%	36,69%	61,67%	50,78%	
Непушач	**N**	24	47	71	
	%	17,27%	26,11%	22,26%	
Пасивен пушач	**N**	-	-	-	
	%	-	-	-	
Вкупно	**N**	139	180	319	
	%	43,57%	56,43%	100,00%	
Pearson Chi-square test		*сигнификантно за p<0,05			

Во целиот примерок на истражувањето мнозинството испитаници се поранешни пушачи и тоа 50,78%, додека активните пушачи се застапени со 86 (26,96%), а непушачите со 71 (22,26%) (Табела 7).

Во групата испитаници со работен стаж ≤ 15 години најголема е пропорцијата пушачи застапена со 64 (46,04%), следено со поранешни пушачи кај 51 (36,69%). Статус на непушачи имаат 24 (17,27%) од испитаниците од оваа група (Табела 7 и График 14).

Мнозинството на рудари со работен стаж во подземен коп >15 години изјавуваат дека се поранешни пушачи, и тоа 162 (50,78%), следено оние кои изјавуваат дека се пушачи, и тоа 86 (26,96%), односно непушачи 71 (22,26%) (Табела 7 и График 14).

Ниту еден од рударите од двете групи (≤ 15 / > 15 години работен стаж во подземен коп) не изјавува дека е пасивен пушач (Табела 7).

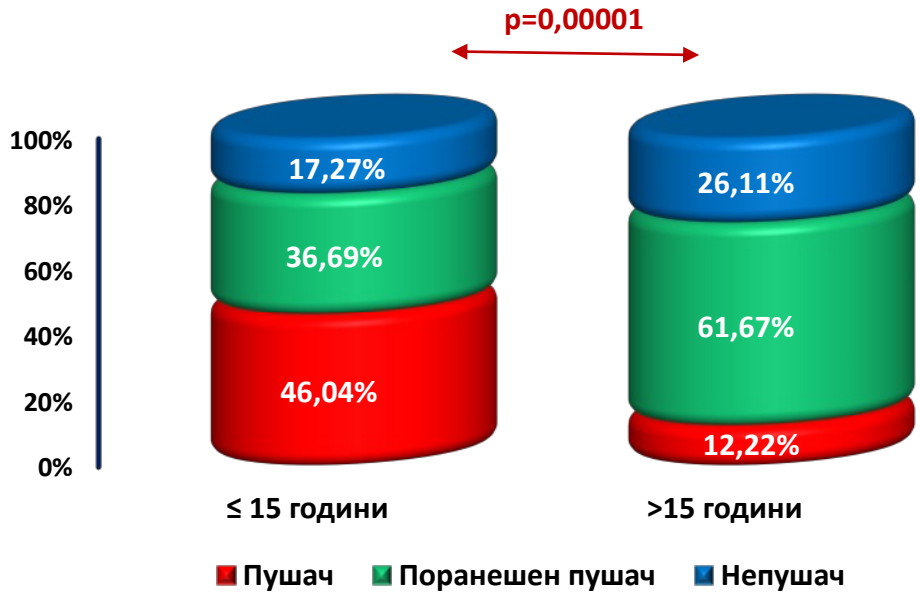


График 14. Пушачки статус според должина на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

Утврдена е сигнификантна асоцијација на пушачкиот статус и групата на која и припаѓаат испитаниците (≤ 15 / > 15 години работен стаж во подземен коп) за Pearson Chi-square test=45,669; df=1; p=0,00001. Рударите со работен стаж во подземен коп ≤15 години се сигнификантно почесто пушачи во однос на оние со работен стаж во подземен коп >15 години (Табела 7 и График 14).

4.5.1. Класификација на пушачкиот статус

Дополнително, направена е анализа на испитаниците кои што се активни и поранешни пушачи од целиот примерок, како и поединечно на двете групи со должина на работен стаж во подземен коп ≤15/ >15 години во однос на класификација на пушачки статус базирана врз пушачки стаж и број на испушени кутии на цигари годишно. Класификацијата се однесува на три категории пушачи, и тоа: а) слаб пушач; б) умерен пушач; и в) тежок пушач (Табела 8 и График 15).

Табела 8. Класификација на пушачки статус според должина на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

Параметри		Должина на работен стаж во подземен коп			
		≤ 15 години	>15 години	Вкупно	p
Класификација на пушачки статус[1]					
Слаб пушач	**N**	61	48	109	X^2=53,561; df=2; p=0,00001*
	%	81,33%	30,38%	46,78%	
Умерен пушач	**N**	9	85	94	
	%	12%	53,80%	40,34%	
Тежок пушач	**N**	5	25	30	
	%	6,67%	15,82%	12,88%	
Вкупно	**N**	75	158	233	
	%	32,19%	67,81%	100%	
Кутии цигари годишно					
Mean ± SD		17,27±10,55	28,34±13,46	24,78±13,60	Z=6,671; p=0,00001*
Min / Max		5/ 52	10,74	5/74	
Median IQR		14 (10-18)	27 (18-34)	23 (14-31)	

[1]Класификација според број на испушени кутии цигари годишно
Pearson Chi-square test; Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05

Во целиот примерок на рудари во подземен коп во категоријата на слаби пушачи припаѓаат 109 (46,78%), умерени пушачи 94 (40,34%), а тешки пушачи 30 (12,88%). Во групата на рудари со работен стаж во подземен коп ≤15/ >15 години, слаби пушачи се консеквентно 61 (81,33%) *vs.* 48 (30,38%), умерени пушачи се 9 (12%) *vs.* 85 (53,80%) и тешки пушачи беа 5 (6,67%) *vs*. 25 (15,82%) (Табела 8 и График 15).

Утврдена е сигнификантна асоцијација на класификацијата на пушачкиот статус и групата на која и припаѓаат испитаниците (≤ 15 / > 15 години работен стаж во подземен коп) во прилог на сигнификантно повеќе умерени односно тешки пушачи во

групата со работен стаж > 15 години споредено со онаа ≤ 15 за Pearson Chi-square test=53,561; df=1; p=0,00001.

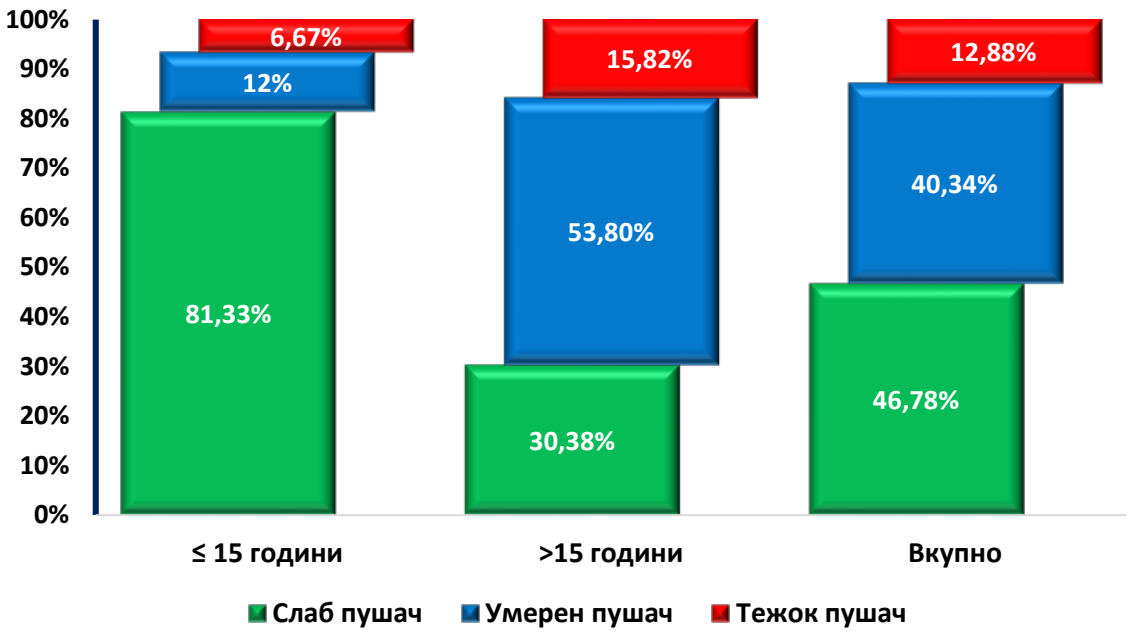


График 15. Класификација на пушачки статус според должина на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

Просечниот број испушени кутии цигари годишно изнесува 17,27±10,55 во групата со работен стаж во подземен коп ≤15 години и 28,34±13,46 во групата со работен стаж >15 години. Постои сигнификантна разлика помеѓу двете групи во однос на бројот на испушени кутии цигари годишно во прилог на сигнификатно поголема вредност во групата со работен стаж >15 години за Mann-Whitney U Test: Z=6,671; p=0,00001 (Табела 8).

4.6. Респираторни симптоми

Во рамките на истражувањето направена е анализа во однос на респираторните симптоми, и тоа: вкупни респираторни симптоми, кашлица, кашлица со искашлување, диспнеа, степен на диспнеа, визинг и стегање во градите. Анализата е направена за целиот примерок на истражувањето, како и поединечно за двете групи на рудари со работен стаж во подземен коп ≤15/ >15 години.

Вкупни респираторни симптоми – Утврдено е присуство на вкупните респираторни симптоми кај 87 (27,27%) од рударите во целиот примерок, и тоа кај 22 (15,83%) од оние со должина на работен стаж во подземен коп ≤15 години и кај 65 (36,11%) од оние со работен стаж >15 години. Согледана е сигнификантна асоцијацијација на должината на работниот стаж и постоењето на респираторни симптоми (Pearson Chi-square test=16,269; df=1; p=0,00001). Работниците во рудник со работен стаж >15 години имаат за 3,01 пати повисоко присуство на респираторни симптоми споредено со оние со работен стаж ≤15 години за OR=3,01 [95% CI (1,74-5,20)] (Табела 9 и График 16).

Кашлица – Присуство на кашлица има кај 28 (31,82%) од испитаниците во целиот примерок, и тоа кај 10 (45,45%) од оние со должина на работен стаж во подземен коп ≤15 години и кај 18 (27,27%) од оние со работен стаж >15 години. Анализата не укажува на сигнификантна асоцијацијација на должината на работниот стаж во подземен коп на олово и цинк (≤ 15 / > 15 години) и постоењето на кашлица (Pearson Chi-square test=2,514; df=1; p=0,1128) (Табела 9 и График 16).

Кашлица со искашлување – Вкупно 56 (63,64%) од рударските работници во целиот примерок изјавуваат дека имаат кашлица со искашлување. Кај рударите со работен стаж во подземен коп ≤15 години присуство на кашлица со искашлување пријавуваат 12 (54,55%), а кај оние со стаж >15 години овој симптом го имаат 44 (66,67%). Нема сигнификантна асоцијацијација на должината на работниот стаж во подземен коп на олово и цинк (≤15 / >15 години) и постоењето на симптомот кашлица со искашлување (Pearson Chi-square test=1,047; df=1; p=0,3060) (Табела 9 и График 16).

Табела 9. Респираторни симптоми според групи на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

Параметри		Должина на работен стаж			p
		≤ 15 години	>15 години	Вкупно	
Вкупни респираторни симптоми					
Не	**N**	117	115	232	X^2=16,269; df=1; p=0,00001*
	%	84,17%	63,89%	72,73%	
Да	**N**	22	65	87	
	%	15,83%	36,11%	27,27%	
Кашлица					
Не	**N**	12	48	60	X^2=2,514; df=1; p=0,1128
	%	54,55%	72,73%	68,18%	
Да	**N**	10	18	28	
	%	45,45%	27,27%	31,82%	
Кашлица со искашлување					
Не	**N**	10	22	32	X^2=1,047; df=1; p=0,3060
	%	45,45%	33,33%	36,36%	
Да	**N**	12	44	56	
	%	54,55%	66,67%	63,64%	
Диспнеа					
Не	**N**	11	43	54	X^2=1,598; df=1; p=0,2062
	%	50%	65,15%	61,36%	
Да	**N**	11	23	34	
	%	50%	34,85%	38,64%	
Степен на диспнеа					
Нема диспнеа	**N**	11	43	54	X^2=1,598; df=1; p=0,2062
	%	50%	65,15%	61,36%	
Лесна диспнеа	**N**	11	23	34	
	%	50%	34,85%	38,64%	
Визинг					
Не	**N**	13	46	59	X^2=0,840; df=1; p=0,3594
	%	59,09%	69,70%	67,05%	
Да	**N**	9	20	29	
	%	40,91%	30,30%	32,95%	
Стегање во градите					
Не	**N**	16	52	68	X^2=0,345; df=1; p=0,5569
	%	72,73%	78,79%	77,27%	
Да	**N**	6	14	20	
	%	27,27%	21,21%	22,73%	
Pearson Chi-square test			*сигнификантно за p<0,05		

Диспнеа – Присуство на диспнеа има кај 34 (38,64%) од испитаниците од целиот примерок, и тоа кај 11 (50%) од оние со должина на работен стаж во подземен коп ≤15 години и кај 23 (34,85%) од оние со работен стаж >15 години. Анализата не укажува на сигнификантна асоцијацијација на должината на работниот стаж во подземен коп на олово и цинк (≤15 / >15 години) и постоењето на диспнеа (Pearson Chi-square test=1,598; df=1; p=0,2062) (Табела 9 и График 16).

Степен на диспнеа – Вкупно 34 (38,64%) од рударите, односно сите испитаници со диспнеа, 11 (50%) од оние со должина на работен стаж во подземен коп ≤15 години и 23 (34,85%) од оние со работен стаж >15 години, имаат лесна диспнеа согласно mMRC скалата за процена на степенот на тежина на диспнеата. Анализата не укажува на сигнификантна асоцијацијација на должината на работниот стаж на рударите во подземен коп на олово и цинк (≤15 / >15 години) и степенот на диспнеа (Pearson Chi-square test=1,598; df=1; p=0,2062) (Табела 9 и График 16).

Визинг – Присуство на визинг има кај 29 (32,95%) од рударите во примерокот, и тоа кај 9 (40,91%) од оние со должина на работен стаж во подземен коп ≤15 години и кај 20 (30,30%) од оние со работен стаж >15 години. Нема сигнификантна асоцијацијација на должината на работниот стаж на рударите во подземен коп (≤15 / >15 години) и постоењето на визинг (Pearson Chi-square test=0,840; df=1; p=0,3594) (Табела 9 и График 16).

Стегање во градите – Присуство на стегање во градите има кај 20 (22,73%) од рударите во примерокот, и тоа кај 6 (27,27%) од оние со должина на работен стаж во подземен коп ≤15 години и кај 14 (21,21%) од оние со работен стаж >15 години. Анализата не укажува на сигнификантна асоцијацијација на должината на работниот стаж во подземен коп на олово и цинк (≤15 / >15 години) и постоењето на симптомот стегање во гради (Pearson Chi-square test=0,345; df=1; p=0,5569) (Табела 9 и График 16).

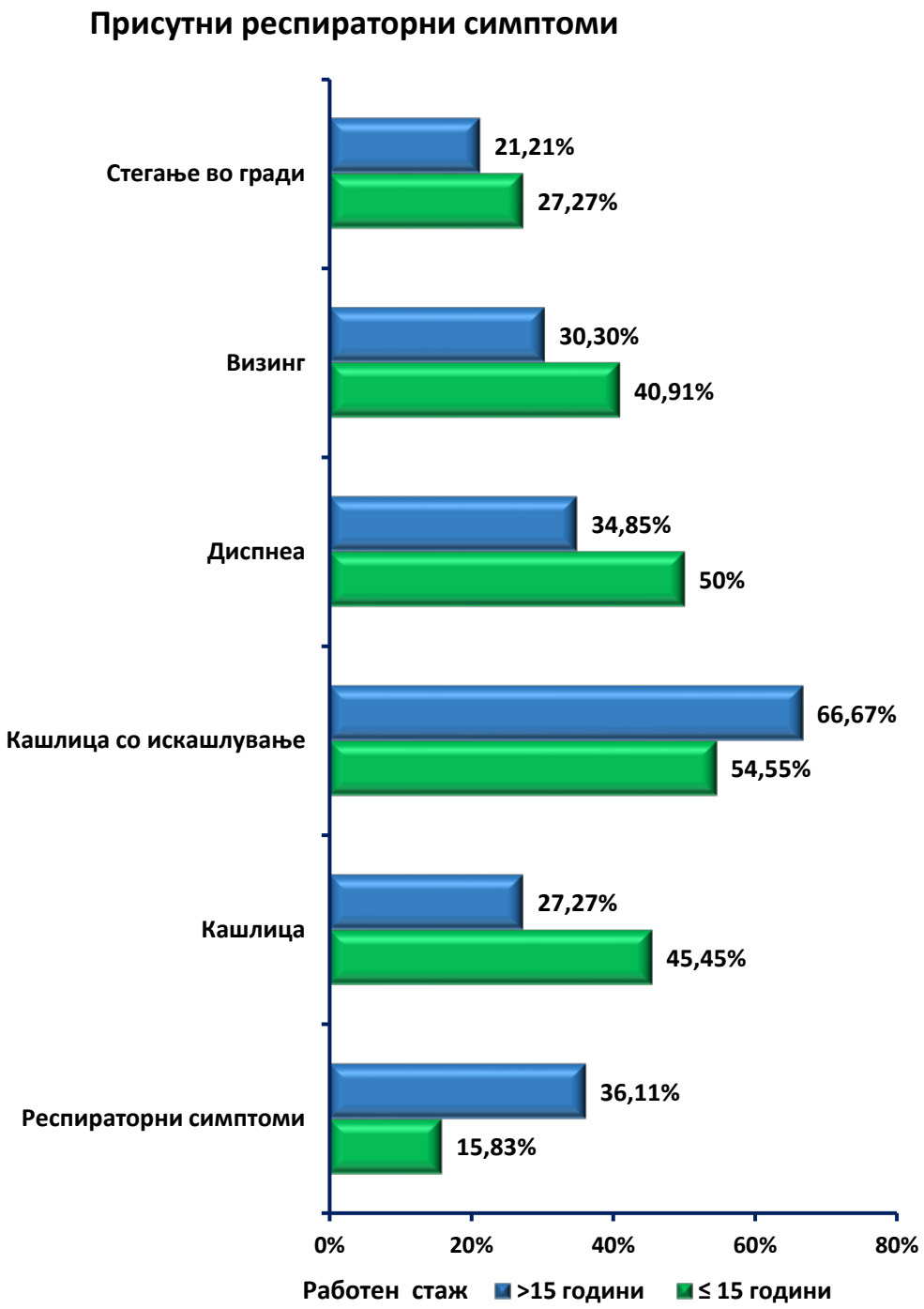


График 16. Селектирани респираторни параметри според групи на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

4.6.1. Поврзаност на респираторните симптоми со должината на стажот и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид

Дополнително, во рамките на истражувањето со непараметарска корелација направена е анализа на правецот и степенот на поврзаноста на присуството на седумте селектирани респираторни симптоми со должината на работен стаж во подземен коп како и со кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 (Табела 10 и График 17).

Табела 10. Корелација на респираторните симптоми со работен стаж и кумулативна експозиција

Респираторни симптоми (не → да)	Spearman Rang Order correlation - R	
	Должина на стаж[1]	Кумулативна експозиција[2]
Вкупни респираторни симптоми	$R_{(320)}$=0,316; p=0,00001*	$R_{(320)}$=0,292; p=0,00001*
Кашлица	$R_{(88)}$=(-0,147; p=0,1723	$R_{(88)}$=(-0,010; p=0,9255
Кашлица со искашлување	$R_{(88)}$=0,121; p=0,2626	$R_{(88)}$=0,046; p=0,6693
Диспнеа	$R_{(88)}$=(-0,041; p=0,7047	$R_{(88)}$=0,100; p=0,3519
Степен на диспнеа	$R_{(88)}$=(-0,018; p=0,8665	$R_{(88)}$=0,111; p=0,3013
Визинг	$R_{(88)}$=(-0,004; p=0,9683	$R_{(88)}$=0,061; p=0,5749
Стегање во гради	$R_{(88)}$=0,031; p=0,7704	$R_{(88)}$=0,224; p=0,0361*

[1] Должина на работен стаж (години); [2] Кумулативна експозиција ($Si0_2$ 0,019 mg/m^3); *сигнификантно за p<0,05

- **Поврзаност на вкупните респираторни симптоми и должината на стажот –** помеѓу присуство на респираторни симптоми и должина на работен стаж во подземен коп утврдена е сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,316; p=0,00001 - со растењето на должина на работен стаж во поземен коп (години) сигнификантно се зголемува присуството на респираторни симптоми (Табела 10 и График 17);

- **Поврзаност на вкупните респираторни симптоми и кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 –** помеѓу присуство на вкупните респираторни симптоми и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 утврдена е сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,292; p=0,00001 - со растењето на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид сигнификантно се зголемува присуството на респираторни симптоми (Табела 10 и График 17);

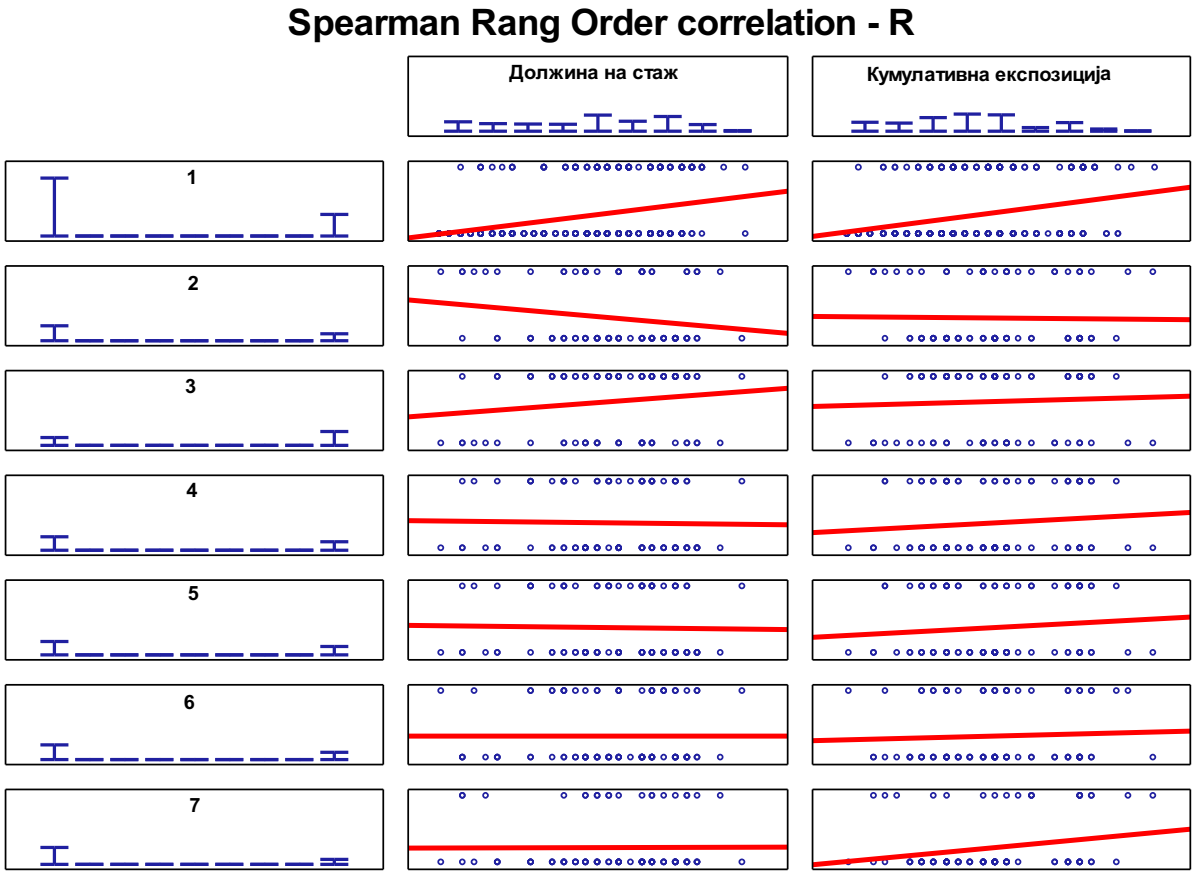
- **Поврзаност на кашлица и должината на стажот –** помеѓу присуство на кашлица и должина на работен стаж во поземен коп (години) утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=(-0,147; p=0,1723 (Табела 10 и График 17);

- **Поврзаност на кашлица и кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 –** помеѓу присуство на кашлица и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=(-0,010; p=0,9255 (Табела 10 и График 17);

- **Поврзаност на кашлица со искашлување и должина на стажот –** помеѓу присуството на кашлица со искашлување и должината на работен стаж во подземен коп (години) утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=0,121; p=0,2626 (Табела 10 и График 17);

- **Поврзаност на кашлица со искашлување и кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 –** помеѓу присуство на кашлица со искашлување и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=0,046; p=0,6693 (Табела 10 и График 17);

- **Поврзаност на диспнеа и должината на стаж –** помеѓу присуство на диспнеа и должина на работен стаж во поземен коп (години) утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=(-0,041; p=0,7047 (Табела 10 и График 17);



1 – респираторни симптоми; 2- кашлица; 3 - кашлица со искашлување; 4 – диспнеа; 5 – степен на диспнеа; 6 – визинг; 7 - стегање во гради

График 17. Корелација на селектираните респираторни симптоми со работен стаж во подземен коп/ кумулативна експозиција

- **Поврзаност на диспнеата и кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 –** помеѓу присуство на диспнеа и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=0,100; p=0,3519;

- **Поврзаност на степенот на диспнеа и должината на стажот –** помеѓу степенот на диспнеа и должината на работниот стаж во подземен коп (години) утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=(-0,018; p=0,8665 (Табела 10 и График 17);
- **Поврзаност на степенот на диспнеа и кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 –** помеѓу степенот на диспнеа и кумулативната експозиција на слободен

силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=0,111; p=0,3013;

- **Поврзаност на визингот и должината на стажот –** помеѓу постоењето на визинг и должината на работниот стаж во подземен коп (години) утврдена е несигнификантна линеарна корелација за $R_{(88)}$=(-0,004; p=0,9683 (Табела 10 и График 17);

- **Поврзаност на визингот и кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 –** помеѓу визингот и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 утврдена е несигнификантна линеарна корелација - $R_{(88)}$=0,061; p=0,5749 (Табела 10 и График 17);

- **Поврзаност на стегањето во градите и должината на стажот –** помеѓу постоење на симптом на стегање во градите и должина на работен стаж во подземен коп (години) утврдена е несигнификантна линеарна корелација - $R_{(88)}$=0,031; p=0,7704 (Табела 10 и График 17);

- **Поврзаност на стегањето во градите и кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 –** помеѓу стегањето во градите и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 утврдена е сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација ($R_{(88)}$=0,224; p=0,0361) - со растењето на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид сигнификантно се зголемува и присуството на симптомот на стегање во градите (Табела 10 и График 17);

4.6.2. Поврзаност на респираторните симптоми со селектирани параметри од интерес

Со непараметарска корелација направена е анализа на правецот и јачината на поврзаноста на присуството на респираторните симптоми со присуството на селектирани параметри од интерес и тоа (Табела 11-12 и График 17-18):

а) хронична вонбелодробна болест/ возраст/ БМИ;

б) пушачки статус/ класификација на пушачкиот статус.

Поврзаност на респираторните параметри со хронична вонбелодробна болест/ возраст/ БМИ – Направена е непараметарската корелациона анализа на меѓусебната поврзаност на респиратирните параметри со присуството на хронична вонбелодробна болест, возраста на испитаниците и нивниот БМИ (Табела 11 и График 17).

Табела 11. Корелација на селектирани респираторните симптоми со хронична вонбелодробна болест, возраст и БМИ

Респираторни симптоми (не → да)	Spearman Rang Order correlation - R		
	Хронична болест [1]	Возраст [2]	БМИ[3]
Вкупни респираторни симптоми	$R_{(320)}$=0,153; p=0,0061*	$R_{(320)}$=0,291; p=0,00001*	$R_{(320)}$=0,259; p=0,00003*
Кашлица	$R_{(88)}$=(-0,013; p=0,2237	$R_{(88)}$=0,221; p=0,0396*	$R_{(87)}$=(-0,044; p=0,6884
Кашлица со искашлување	$R_{(88)}$=0,045; p=0,6751	$R_{(88)}$=0,158; p=0,1419	$R_{(87)}$=(-0,046; p=0,6887
Диспнеа	$R_{(88)}$=0,069; p=0,5207	$R_{(88)}$=(-0,141; p=0,1908	$R_{(87)}$=0,030; p=0,7825
Степен на диспнеа	$R_{(88)}$=0,069; p=0,5207	$R_{(88)}$=(-0,141; p=0,1908	$R_{(87)}$=0,033; p=0,7821
Визинг	$R_{(88)}$=0,005; p=0,9573	$R_{(88)}$=(-0,019; p=0,8566	$R_{(87)}$=0,009; p=0,9289
Стегање во гради	$R_{(88)}$=0,068; p=0,5314	$R_{(88)}$=(-0,073; p=0,5009	$R_{(87)}$=0,083; p=0,4434

[1] Хронична болест **(не → да)**; [2] Возраст (години); [3] БМИ (kg/ m^2);
*сигнификантно за p<0,05

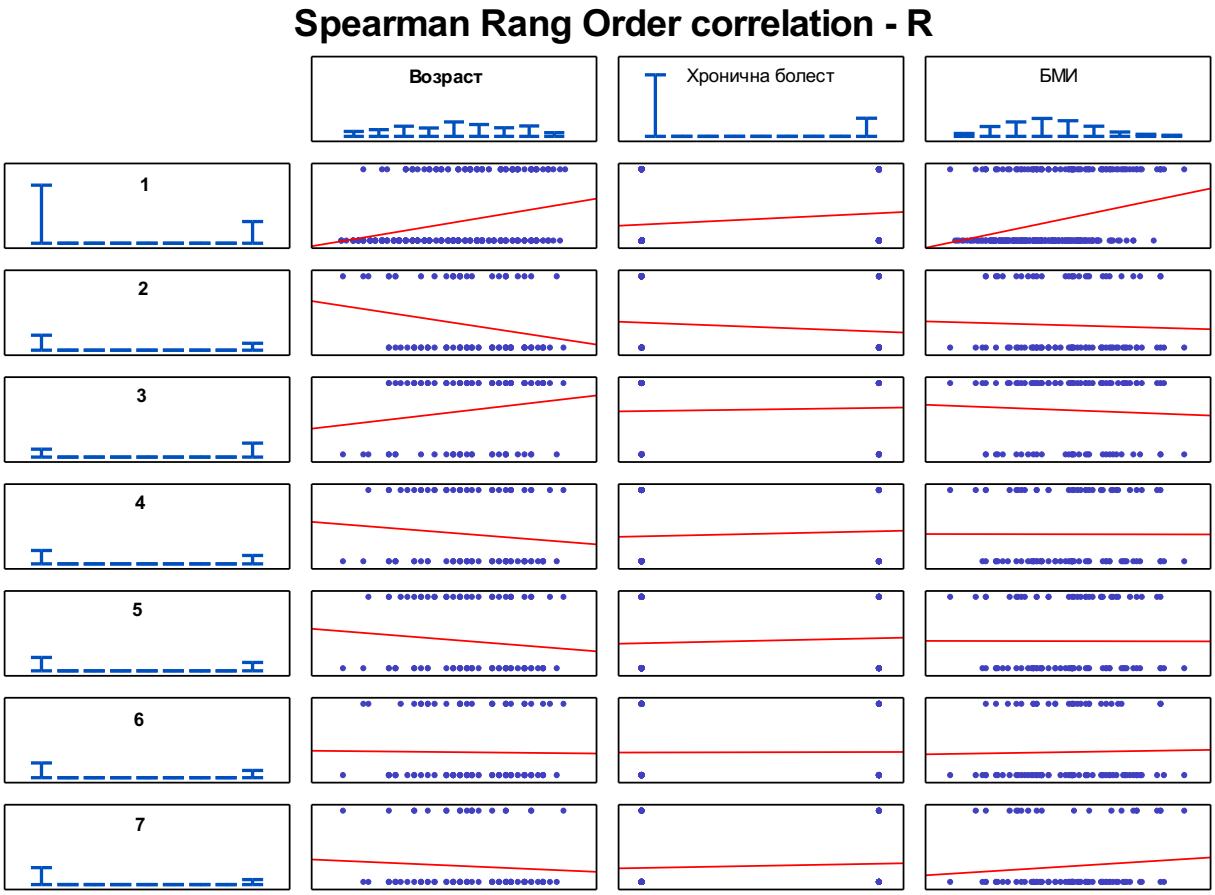
- **Поврзаност на вкупните респираторни симптоми и хронична вонбелодробна болест / возраст/ БМИ –** утврдена е: а) сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација помеѓу присуство на вкупните респираторни симптоми и присуството на хронична вонбелодробна болест за $R_{(320)}$=0,153; p=0,0061 - со присуството на хронична вонбелодробна болест сигнификантно се зголемува и присуството на вкупни респираторни симптоми; б) сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација помеѓу присуство на вкупните респираторни симптоми и возраста за $R_{(320)}$=0,291; p=0,00001 - со растење на возраста сигнификантно се зголемува и присуството на вкупни респираторни симптоми; и в) - сигнификантна линеарна

позитивна слаба корелација помеѓу присуство на вкупните респираторни симптоми и БМИ за $R_{(320)}$=0,259; p=0,00003 - со растење на БМИ сигнификантно се зголемуваше и присуството на вкупни респираторни симптоми (Табела 10 и График 18);

- **Поврзаност на кашлица и хронична вонбелодробна болест/ возраст/ БМИ –** утврдена е: а) несигнификантна линеарна корелација помеѓу симптомот кашлица и присуството на хронична вонбелодробна болест за $R_{(88)}$=(-0,013; p=0,2237; б) сигнификантна линеарна корелација помеѓу симптомот кашлица и возраста за $R_{(88)}$=0,221; p=0,0396 – со растење на возраста сигнификантно се зголемуваше и присуството на кашлица; и в) несигнификатна линеарна корелација помеѓу присуството на кашлица и вредноста на БМИ за $R_{(87)}$=(-0,044; p=0,6884 (Табела 10 и График 18).

- **Поврзаност на кашлица со искашлување и хронична вонбелодробна болест/ возраст/ БМИ –** утврдена беше несигнификантна линеарна корелација помеѓу симптом на кашлица со искашлување и: а) присуството на хронична вонбелодробна болест за $R_{(88)}$=0,045; p=0,6751; б) возраст на рударите за $R_{(88)}$=0,158; p=0,1419; и в) вредноста на БМИ за $R_{(87)}$=(-0,046; p=0,6887 (Табела 10 и График 18).

- **Поврзаност на диспнеа и хронична вонбелодробна болест/ возраст/ БМИ –** утврдена беше несигнификантна линеарна корелација помеѓу симптом на диспнеа и: а) присуството на хронична вонбелодробна болест за $R_{(88)}$=0,069; p=0,5207; б) возраст на рударите за $R_{(88)}$=(-0,141; p=0,1908; и в) вредноста на БМИ за $R_{(87)}$=0,030; p=0,7825 (Табела 10 и График 18).



1 – респираторни симптоми; 2- кашлица; 3 - кашлица со искашлување; 4 – диспнеа; 5 – степен на диспнеа; 6 – визинг; 7 - стегање во гради

График 18. Корелација на селектираните респираторни симптоми со хронична вонбелодробна болест, возраст и БМИ

- **Поврзаност на визинг и хронична вонбелодробна болест/ возраст/ БМИ** – утврдена беше несигнификантна линеарна корелација помеѓу симптомот визинг и: а) присуството на хронична вонбелодробна болест за $R_{(88)}$=0,005; p=0,9573, ; б) возраст на рударите за $R_{(88)}$=(-0,019; p=0,8566; и в) вредноста на БМИ за $R_{(87)}$=0,009; p=0,9289 (Табела 10 и График 18).

- **Поврзаност на стегање во градите и хронична вонбелодробна болест/ возраст/ БМИ** – утврдена беше несигнификантна линеарна корелација помеѓу симптомот стегање во градите и: а) присуството на хронична вонбелодробна болест за

$R_{(88)}$=0,068; p=0,5314; б) возраст за $R_{(88)}$=(-0,073; p=0,5009; и в) вредноста на БМИ за $R_{(87)}$=0,083; p=0,4434 (Табела 10 и График 18).

Поврзаност на респираторните симптоми со пушачкиот статус и класификацијата на пушачкиот статус – Направена е непараметарската корелациона анализа на меѓусебната поврзаност на респиратирните симптоми со пушачкиот статус и класификацијата на пушачкиот статус (Табела 12 и График 19).

Табела 12. Корелација на селектираните респираторни симптоми со пушачкиот статус и класификацијата на пушачкиот статус

Респираторни симптоми (не → да)	Spearman Rang Order correlation - R	
	Пушачки статус [1]	Класификација пушачки стаус [2]
Вкупни респираторни симптоми	$R_{(320)}$=0,107; p=0,0555	$R_{(320)}$=0,355; p=0,00001*
Кашлица	$R_{(75)}$=0,049; p=0,6507	$R_{(75)}$=(-0,258; p=0,0256*
Кашлица со искашлување	$R_{(75)}$=(-0,078; p=0,4677	$R_{(75)}$=(-0,327; p=0,0041*
Диспнеа	$R_{(75)}$=0,027; p=0,7997	$R_{(75)}$=0,118; p=0,3137
Степен на диспнеа	$R_{(75)}$=0,028; p=0,7998	$R_{(75)}$=0,119; p=0,3136
Визинг	$R_{(75)}$=(-0,122; p=0,2573	$R_{(75)}$=0,166; p=0,1540
Стегање во гради	$R_{(75)}$=0,163; p=0,1288	$R_{(75)}$=(-0,185; p=0,1118

[4]Пушачки статус (пушач → поранешен пушач → непушач);
[5]Класификација според број на испушени кутии цигари годишно (лесен → умерен → тежок);
*сигнификантно за p<0,05

- **Поврзаност на вкупните респираторни симптоми и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус –** утврдена е: а) несигнификантна линеарна корелација помеѓу присуството на вкупни респираторни симптоми и пушачкиот статус за $R_{(320)}$=0,107; p=0,0555; б) сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација помеѓу присуството на вкупни респираторни симптоми и класификацијата

на пушачкиот статус за $R_{(320)}$=0,355; p=0,00001 - со зголемувањето на бројот на испушени кутии цигари годишно сигнификантно се зголемува и присуството на вкупни респираторни симптоми (Табела 12 и График 19);

- **Поврзаност на кашлицата и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус –** утврдена е: а) несигнификантна линеарна корелација помеѓу присуството на кашлица и пушачкиот статус за $R_{(75)}$=0,049; p=0,6507; б) сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација помеѓу присуството на кашлица и класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(75)}$=(-0,258; p=0,0256 - со зголемувањето на бројот на испушени кутии цигари годишно сигнификантно се зголемува и присуството на кашлица (Табела 12 и График 19);

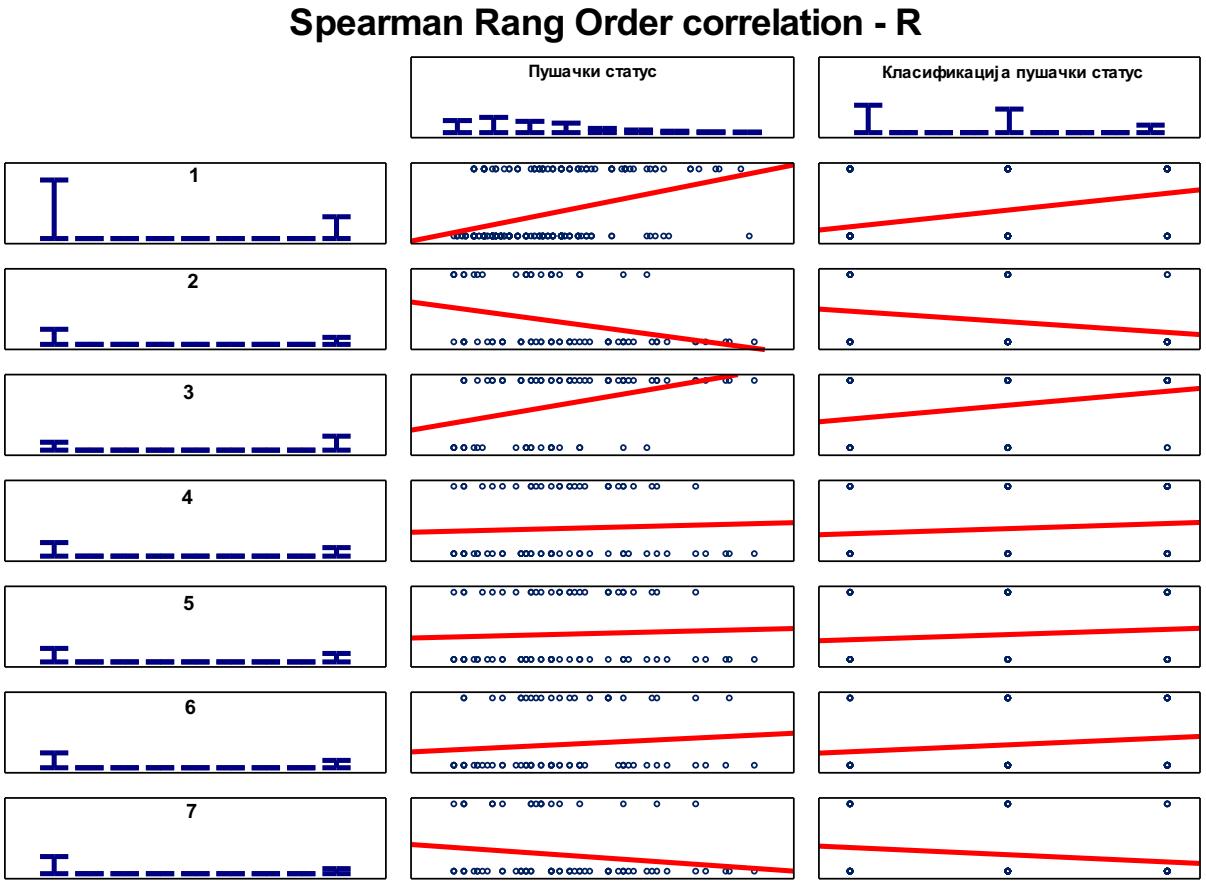
- **Поврзаност на кашлицата со искашлување и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус –** утврдена е: а) несигнификантна линеарна корелација помеѓу симптомот кашлица со искашлување и пушачкиот статус за $R_{(75)}$=(-0,078; p=0,4677; и б) сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација помеѓу присуство на кашлица со искашлување и класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(75)}$=(-0,327; p=0,0041 - со зголемувањето на бројот на испушени кутии цигари годишно сигнификантно се зголемува и присуството на кашлица со искашлување (Табела 12 и График 19);

- **Поврзаност на диспнеата и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус –** утврдена е несигнификантна линеарна корелација помеѓу симптомот на диспнеа и: а) пушачкиот статус за $R_{(75)}$=0,027; p=0,7997; и б) класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(75)}$=0,118; p=0,3137 (Табела 12 и График 19).

- **Поврзаност на степенот на диспнеа и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус –** утврдена е несигнификантна линеарна корелација помеѓу степенот на диспнеа и: а) пушачкиот статус за $R_{(75)}$=0,028; p=0,7998; и б) класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(75)}$=0,119; p=0,3136 (Табела 12 и График 19).

- **Поврзаност на визингот и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус –** утврдена е несигнификантна линеарна корелација помеѓу постоењето на визинг и: а) пушачкиот статус за $R_{(75)}$=(-0,122; p=0,2573; и б) класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(75)}$=0,166; p=0,1540 (Табела 12 и График 19).

- **Поврзаност на стегањето во градите и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус –** утврдена е несигнификантна линеарна корелација помеѓу стегањето во градите и: а) пушачкиот статус за $R_{(75)}$=0,163; p=0,1288; и б) класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(75)}$=(-0,185; p=0,1118 (Табела 12 и График 19).



1 – респираторни симптоми; 2- кашлица; 3 - кашлица со искашлување; 4 – диспнеа; 5 – степен на диспнеа; 6 – визинг; 7 - стегање во гради

График 19. Корелација на селектираните респираторни симптоми со пушачкиот статус и класификацијата на пушачкиот статус

4.7. Спирометриски параметри

Направена е анализа во однос на вредностите на четири селектирани спирометриски параметри, и тоа: форсиран витален капацитет – FVC (%), форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%), однос FEV1 / FVC (%) и постбронходилататорен FEV1 (%) кај испитаниците кај кои што вредноста на односот FEV1 / FVC регистрирана со нативната (пребронходилататорна) спирометрија е понизок од 0,70 (70%). Анализата е направена за целиот примерок на истражувањето како и поединечно за двете групи испитаници со работен стаж во подземен коп ≤15/ >15 години.

Утврдена е неправилна дистрибуција на добиените фреквенции за секој од четирите анализирани спирометриски параметри и тоа: а) форсирани витален капацитет – FVC (%) за Shapiro-Wilk W=0,9951; p=0,0461; б) форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%) за Shapiro-Wilk W=0,9817; p=0,0004; в) однос FEV1 / FVC (%) за Shapiro-Wilk W=0,8375; p=0,0001; и г) постбронходилататорен FEV1 (%) за Shapiro-Wilk W=0,6014; p=0,00001. Согласно утврдената дистрибуција во понатамошната анализа користени се соодветни тестови за анализа (График 20).

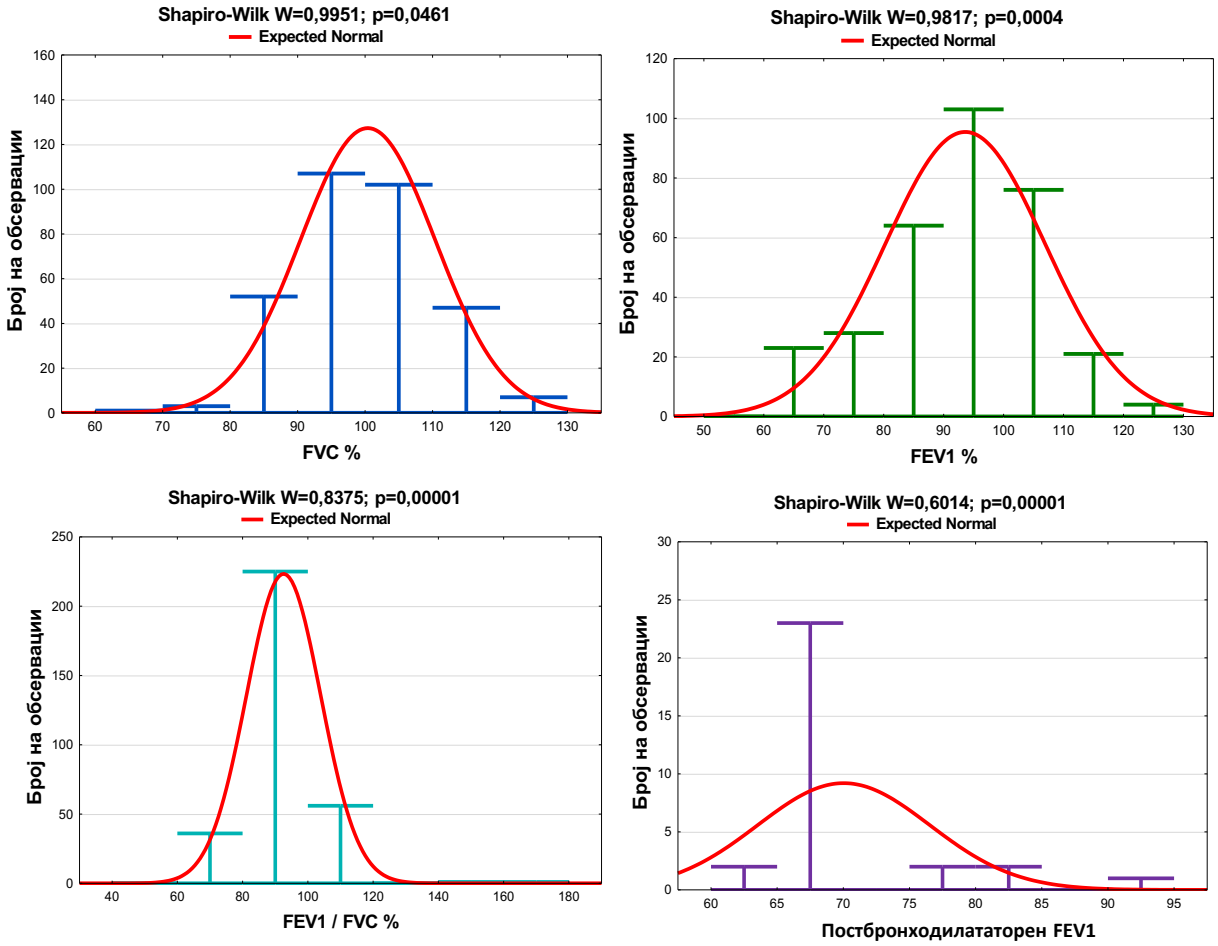


График 20. Дистрибуција на фреквенциите на селектирани спирометриски параметри

Форсирани витален капацитет – FVC (%) – Просечната вредност на форсираниот витален капацитет - FVC (%) во целиот примерок испитаници изнесува 100,32±9,90% со мин/мак вредност од 68/124%. Кај 50% од испитаниците од целиот примерок вредност на FVC е ≥103%, а 25% од нив имаат вредност на FVC >107% за Median IQR = 100 (94 – 107). Кај испитаниците со должина на работен стаж во подземен коп ≤15/ >15 години просечната вредност на FVC (%) изнесува консеквентно 103,35±9,01% vs 97,97±9,94 %. Утврдена е сигнификантна разлика помеѓу вредноста на FVC (%) кај испитаниците со работен стаж во подземен коп ≤15 / >15 години во прилог на сигнификантно повисока вредност на форсиран витален капацитет - FVC (%) кај рударите со работен стаж ≤15 години за Mann-Whitney U Test: Z=(-4,874; p=0,00001 (Табела 13 и График 21).

Форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%) – Просечната вредност на форсираниот експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%) во целиот примерок испитаници изнесува 93,56±13,34% со мин/мак вредност од 62/ 130%. Кај 50% од рударите од целиот примерок вредност на FEV1 е ≥95%, а 25% од нив имаат вредност на FEV1 >95% за Median IQR = 95 (86– 103). Кај испитаниците со должина на работен стаж во подземен коп ≤15/ >15 години, просечната вредност на FEV1 (%) изнесува консеквентно 97,06±11,32% vs 90,84±14,15%. Утврдена е сигнификантно повисока вредност на FEV1 кај испитаниците со работен стаж во подземен коп ≤15 споредено со оние >15 години за Mann-Whitney U Test: Z=(-4,119; p=0,00003 (Табела 13 и График 21).

Однос FEV1 / FVC (%) – Просечната вредност на односот FEV1 / FVC (%) во целиот примерок испитаници изнесува 92,56±11,41% со мин/мак вредност од 63/ 165%. Кај 50% од испитаниците од целиот примерок вредност на FEV1 / FVC (%) **е** ≥94%, а 25% од нив имаат вредност на FEV1 / FVC >94% за Median IQR = 94 (89 – 100). Кај испитаниците со должина на работен стаж во подземен коп ≤15/ >15 години просечната вредност на FEV1 / FVC (%) изнесува консеквентно 93,60±8,12% vs 91,75±13,95%. Нема сигнификантно разлика во односот FEV1 / FVC (%) кај испитаниците со работен стаж во подземен коп ≤15 споредено со оние >15 години за Mann-Whitney U Test: Z=(-1,101; p=0,2708 (Табела 13 и График 21). Вредности на односот FEV1/ FVC пониски од 0,70 (70%) се регистрирани кај 9,37% од испитаниците од целиот примерок, а негова вредност пониска од 0,70 по апликација на бронходилататор кај 8,15% од испитаниците од целиот примерок.

Табела 13. Селектирани спирометриски параметри според групи на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

Параметри	Спирометриски параметри						p
	N	Mean±SD	Min/Max	Percentiles			
				25th	50th (Median)	75th	
Форсирани витален капацитет – FVC (%)							
≤ 15 години	139	103,35±9,01	81/ 124	96	103	110	Z=(-4,874; p=0,00001*
>15 години	180	97,97±9,94	68/ 124	91	98	105	
Вкупно	320	100,32±9,90	68/ 124	94	100	107	
Форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%)							
≤ 15 години	139	97,06±11,32	64/ 121	91	97	106	Z=(-4,119; p=0,00003*
>15 години	179	90,84±14,15	62/ 130	82	91	102	
Вкупно	318	93,56±13,34	62/ 130	86	95	103	
Однос FEV1 / FVC (%)							
≤ 15 години	139	93,60±8,12	64/ 106	91	94	99	Z=(-1,101; p=0,2708
>15 години	179	91,75±13,95	63/ 165	86	93	100	
Вкупно	318	92,56±11,41	63/ 165	89	94	100	
Постбронходилататорен FEV1 (%)							
≤ 15 години	8	73,62±6,95	67/ 84	67,5	72	79,5	Z=(-1,618; p=0,1057
>15 години	22	66,73±5,97	65/ 95	67	68	68	
Вкупно	30	70,03±6,50	65/ 95	67	68	69	

Mean = Просек; SD = Стандардна девијација; Median = Медијана; Min/Max=Мин/Мак; Percentiles=Перцентили; Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05

Постбронходилататорен FEV1 (%) – Просечната вредност на постбронходилататорниот FEV1 / FVC (%) во целиот примерок испитаници изнесува 70,03±6,50% со мин/мак вредност од 65/95%. Кај 50% од испитаниците од целиот примерок вредноста на постбронходилататорниот FEV1 / FVC (%) е ≥68%, а кај 25% од нив BDT (%) има вредност >69% за Median IQR = 68 (67 – 69). Кај испитаниците со должина на работен стаж во подземен коп ≤15/ >15 години просечната вредност на постбронходилататорниот FEV1 / FVC (%) изнесува консеквентно 73,62±6,95% vs 66,73±5,97%. Нема сигнификантна разлика помеѓу двете групи испитаници со работен стаж ≤15 / >15 години во однос на вредноста на постбронходилататорниот FEV1 / FVC (%) за Mann-Whitney U Test: Z=(-1,618; p=0,1057 (Табела 13 и График 21).

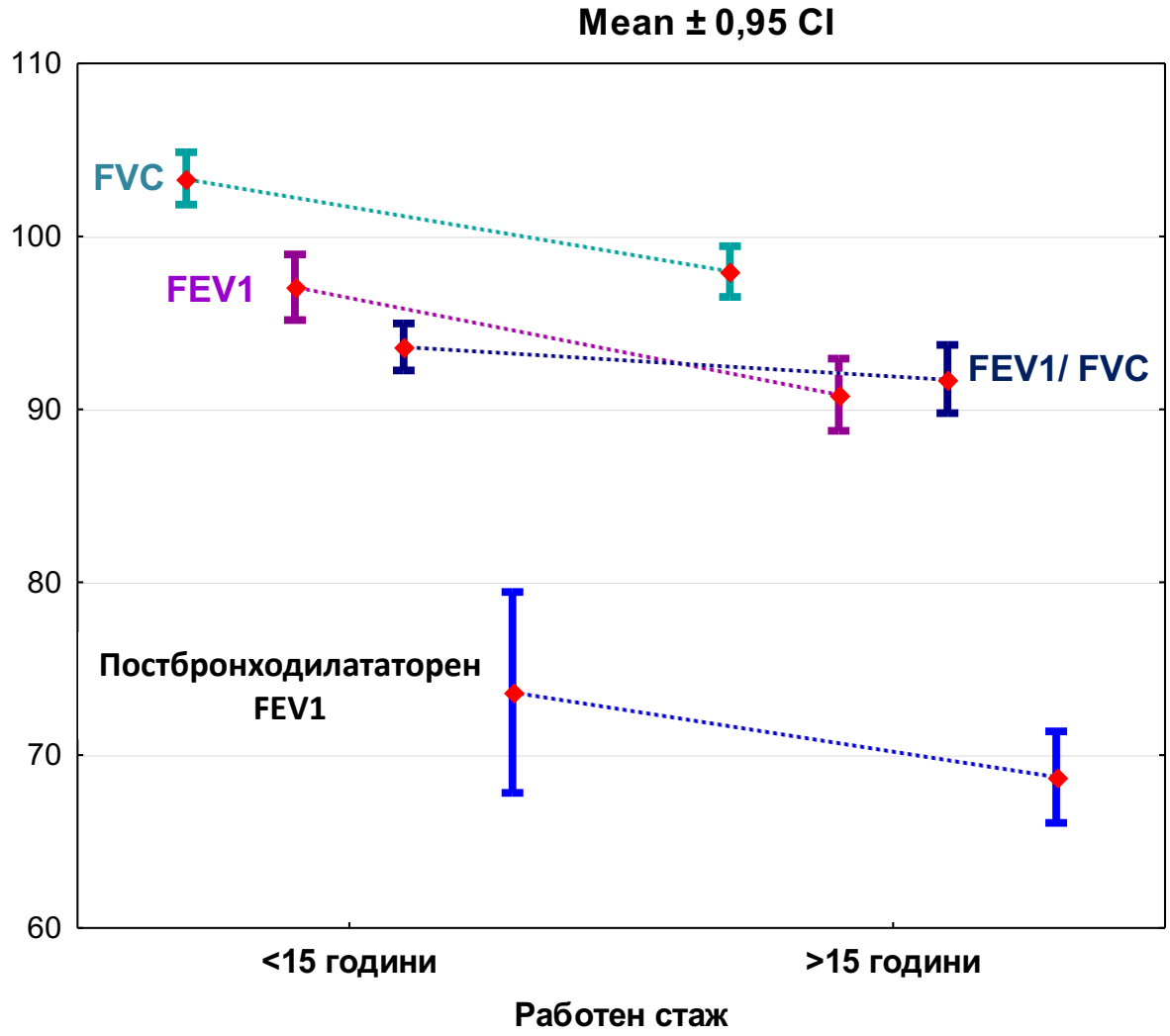


График 21. Селектирани спирометриски параметри според групи на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

4.7.1. Поврзаност на спирометриски параметри со должината на стажот и кумулативната експозиција

Во рамките на истражувањето со непараметарска корелација направена е анализа на правецот и јачината на поврзаноста на присуството на селектираните спирометриски параметри, и тоа: форсирани витален капацитет – FVC (%), форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%), однос FEV1 / FVC (%) и постбронходилататорен FEV1 (%) со должината на работен стаж во подземен коп, како и со кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 (Табела 14 и График 22).

Табела 14. Корелација на селектирани спирометриски параметри со работен стаж и со кумулативна експозиција

Спирометриски параметри (не → да)	Spearman Rang Order correlation - R	
	Должина на стаж[1]	Кумулативна експозиција[2]
Форсиран витален капацитет – FVC (%)	$R_{(319)}$=(-0,252; p=0,00001*	$R_{(319)}$=(-0,229; p=0,00003*
Форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%)	$R_{(319)}$=(-0,257; p=0,00001*	$R_{(319)}$=(-0,269; p=0,00001*
Однос FEV1 / FVC (%)	$R_{(319)}$=(-0,110; p=0,0485	$R_{(319)}$=(-0,143; p=0,0104*
Постбронходилататорен FEV1 (%)	$R_{(30)}$=(-0,437; p=0,0158*	$R_{(30)}$=(-0,562; p=0,0012*

[1] Должина на работен стаж (години); [2] Кумулативна експозиција ($Si0_2$ 0,019 mg/m^3); *сигнификантно за p<0,05

- **Поврзаност на форсиран витален капацитет – FVC (%) и должина на работен стаж:** утврдена е сигнификантна линеарна негативна слаба корелација за $R_{(319)}$=(-0,252; p=0,00001 - со растењето на должина на работен стаж во подземен коп (години) сигнификантно се намалува вредноста на форсиран витален капацитет – FVC (%) (Табела 14 и График 22);

- **Поврзаност на форсиран витален капацитет – FVC (%) и кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3:** утврдена е сигнификантна линеарна негативна слаба корелација за $R_{(319)}$=(-0,229; p=0,00003 - со растењето на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид сигнификантно се намалува вредноста FVC (%) (Табела 14 и График 22);

- **Поврзаност на форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%) и должина на работен стаж:** утврдена е сигнификантна линеарна негативна слаба корелација за $R_{(319)}$=(-0,257; p=0,00001 - со растењето на должина на работен стаж во поземен коп (години) сигнификантно се намалува вредноста на форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%) (Табела 14 и График 22);

- **Поврзаност на форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%) и кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3:** утврдена е сигнификантна линеарна негативна слаба корелација за $R_{(319)}$=(-0,269; p=0,00001 - со растењето на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид сигнификантно се намалува вредноста FEV1 (%) (Табела 14 и График 22);

- **Поврзаност на односот FEV1 / FVC (%) и должина на работен стаж:** утврдена е сигнификантна линеарна негативна слаба корелација за $R_{(319)}$=(-0,110; p=0,0485 - со растењето на должина на работен стаж во подземен коп за олово и цинк (години) сигнификантно се намалува вредноста на односот FEV1 / FVC (%) (Табела 14 и График 22);

- **Поврзаност на односот FEV1 / FVC (%) и кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3:** утврдена е сигнификантна линеарна негативна слаба корелација за $R_{(319)}$=(-0,143; p=0,0104 - со растењето на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид сигнификантно се намалува вредноста односнот FEV1 / FVC (%) (Табела 14 и График 22);

- **Поврзаност на постбронходилаторниот FEV1 (%) и должина на работен стаж:** утврдена е сигнификантна линеарна негативна слаба корелација за $R_{(30)}$=(-0,437; p=0,0158 - со растењето на должина на работниот стаж во подземен коп (години) сигнификантно се намалува вредноста на постбронходилататорниот FEV1 (%) (Табела 14 и График 22);

- **Поврзаност на постбронходилаторниот FEV1 (%) и кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3:** утврдена е сигнификантна линеарна негативна слаба корелација за $R_{(30)}$=(-0,562; p=0,0012 - со растењето на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид сигнификантно се намалува вредноста на постбронходилататорниот FEV1 (%) (Табела 14 и График 22);

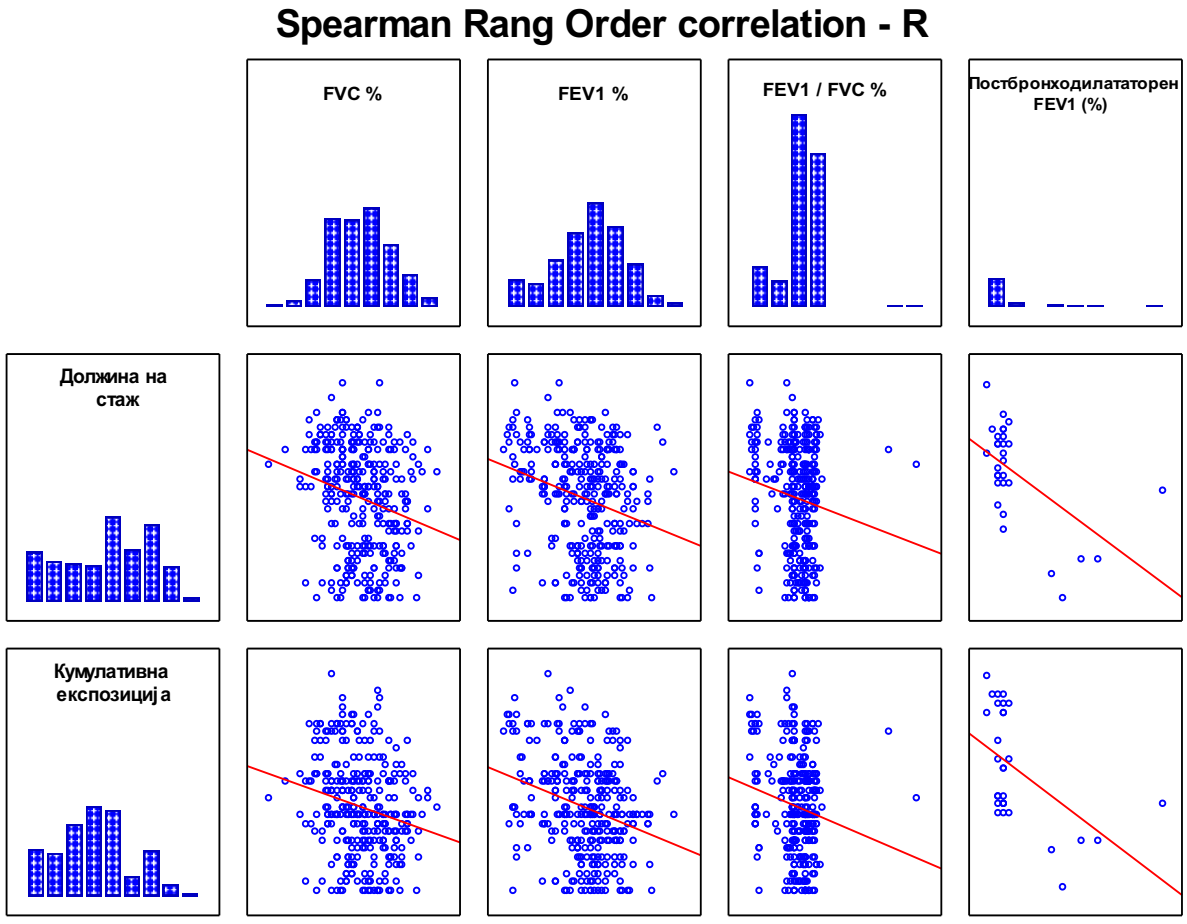


График 22. Корелација на селектирани спирометриски параметри со работен стаж и со кумулативна експозиција

4.7.2. Поврзаност на спирометриските параметри со селектирани параметри од интерес

Со непараметарска корелација направена е анализа на правецот и јачината на поврзаноста на присуството на четирите спирометриски параметри и тоа форсирани витален капацитет – FVC (%), форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%), однос FEV1 / FVC (%) и постбронходилататорниот FEV1 (%) со присуството на селектирани параметри од интерес и тоа (Табела 15-16 и График 23-24):

а) хронична вонбелодробна болест/ возраст/ БМИ;

б) пушачки статус / класификација на пушачки статус.

Поврзаност на спрометриските параметри со хроничната вонбелодробна болест / возраст / БМИ – Направена е непараметарската корелациона анализа на меѓусебната поврзаност на четирите спирометарски параметри со присуството на хронична вонбелодробна болест, возраст на испитаниците и нивниот БМИ (Табела 15 и График 23).

Табела 15. Корелација на селектираните спирометриски параметри со хронична вонбелодробна болест, возраст и БМИ

Спирометриски параметри	Spearman Rang Order correlation - R		
	Возраст [1]	Хронична вонбелодробна болест [2]	БМИ[3]
Форсиран витален капацитет – FVC (%)	$R_{(319)}$=(-0,224; p=0,00005*	$R_{(319)}$=(-0,053; p=0,3454	$R_{(317)}$=(-0,104; p=0,0654
Форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%)	$R_{(319)}$=(-0,222; p=0,00006*	$R_{(319)}$=(-0,121; p=0,0308*	$R_{(317)}$=(-0,082; p=0,1429
Однос FEV1 / FVC (%)	$R_{(319)}$=(-0,059; p=0,2938	$R_{(319)}$=0,004; p=0,9375	$R_{(317)}$=0,026; p=0,6439
Постбронходилататорен FEV1 (%)	$R_{(30)}$=(-0,228; p=0,2257	$R_{(30)}$=(-0,472; p=0,0084*	$R_{(29)}$=0,048; p=0,8059
[1] Возраст (години); [2] Хронична болест (не → да); [3] БМИ (kg/ m^2); *сигнификантно за p<0,05			

- **Поврзаност на форсирани витален капацитет – FVC (%) и возраст/ хронична белодробна болест/ БМИ –** утврдена е: а) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу вредноста на форсираниот витален капацитет – FVC (%) и возраста на испитаниците за $R_{(319)}$=(-0,224; p=0,00005 - со растење на возраста сигнификантно се намалува вредноста на FVC (%); б) несигнификантна линеарна корелација помеѓу FVC (%) и присуство на хронична вонбелодробна болест за $R_{(319)}$=(-0,053; p=0,3454; и в) - несигнификантна линеарна корелација помеѓу FVC (%) и БМИ за $R_{(317)}$=(-0,104; p=0,0654 (Табела 15 и График 23);

- **Поврзаност на форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%) и возраст/ хронична вонбелодробна болест/ БМИ –** утврдена е: а) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу FEV1 (%) и возраста за $R_{(319)}$=(-0,222; p=0,00006 - со растење на возраста на испитаниците сигнификантно се намалува вредноста на FEV1 (%); б) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу FEV1 (%) и присуство на хронична вонбелодробна болест – присуството на хронична вонбелодробна болест сигнификантно ја намалува вредноста на FEV1 (%) за $R_{(319)}$=(-0,121; p=0,0308; p=0,3454; и в) несигнификантна линеарна корелација помеѓу БМИ и FEV1 (%) за $R_{(317)}$=(-0,082; p=0,1429 (Табела 15 и График 23);

- **Поврзаност на односот FEV1 / FVC (%) и возраст/ хронична вонбелодробна болест/ БМИ –** утврдена е: а) несигнификантна линеарна корелација помеѓу односот FEV1 / FVC (%) и возраста за $R_{(319)}$=(-0,059; p=0,2938; б) несигнификантна линеарна корелација помеѓу односот FEV1 / FVC (%) и присуство на хронична вонбелодробна болест за $R_{(319)}$=0,004; p=0,9375; и в) несигнификантна линеарна корелација помеѓу БМИ и односот FEV1 / FVC (%) за $R_{(317)}$=0,026; p=0,6439 (Табела 15 и График 23);

- **Поврзаност на постбронходилататорниот FEV1 (%) и возраст/ хронична вонбелодробна болест/ БМИ –** утврдена е: а) несигнификантна линеарна корелација помеѓу постбронходилататорниот FEV1 (%) и возраста за $R_{(30)}$=(-0,228; p=0,2257; б) сигнификантна линеарна умерена негативна корелација помеѓу постбронходилататорниот FEV1 (%) и присуство на хронична вонбелодробна болест

– присуството на хронична вонбелодробна болест сигнификантно ја намалува вредноста на постбронходилататорниот FEV1 (%) за $R_{(30)}$=(-0,472; p=0,0084; и в) несигнификантна линеарна корелација помеѓу БМИ и вредноста на постбронходилататорниот FEV1 (%) за $R_{(29)}$=0,048; p=0,8059 (Табела 15 и График 23);

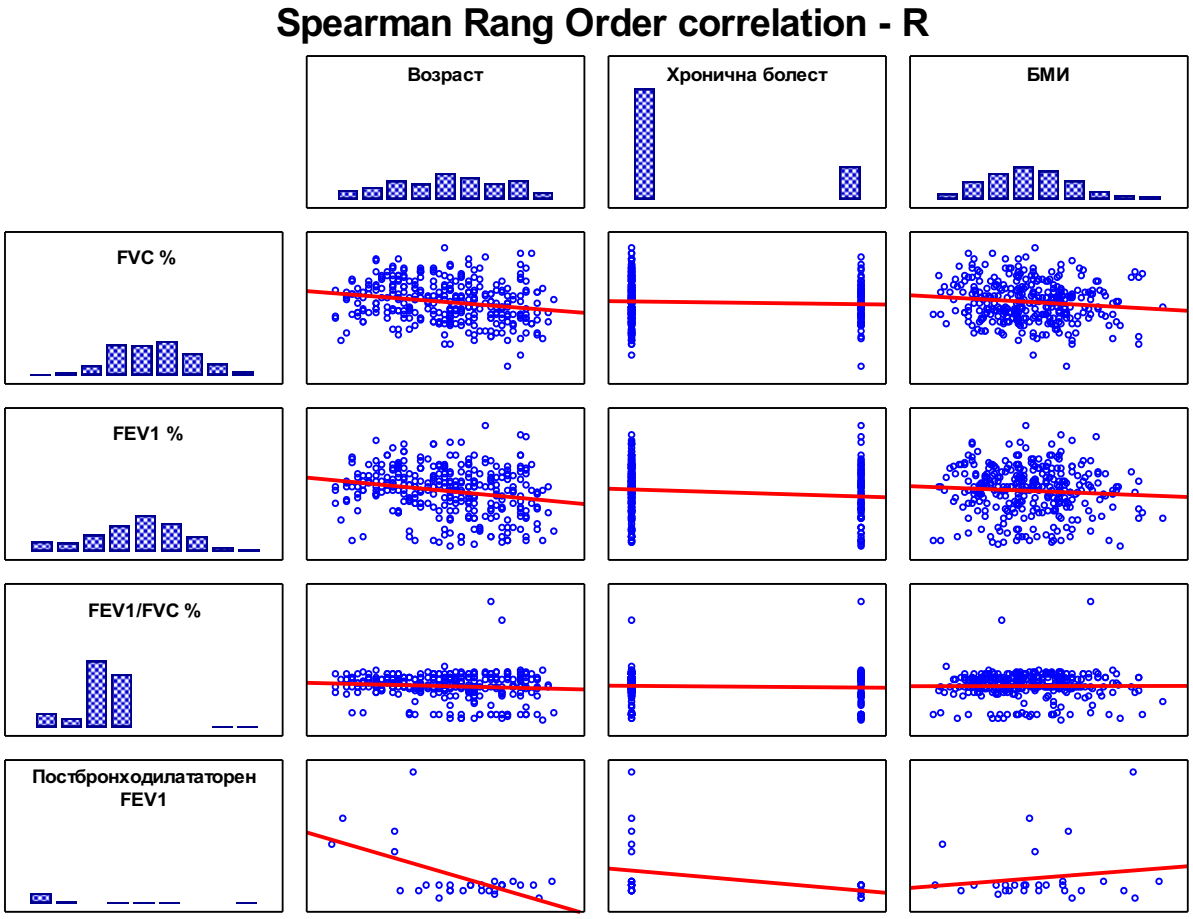


График 23. Корелација на селектирани спирометриски параметри со возраст / хронична вонбелодробна болест / БМИ

Поврзаност на спирометриски параметри и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус – Направена е непараметарската корелациона анализа на меѓусебната поврзаност на спирометриски параметри со пушачкиот статус и класификацијата на пушачкиот статус (Табела 16 и График 24).

Табела 16. Корелација на селектирани спирометриски параметри со пушачкиот статус / класификацијата на пушачкиот статус

Респираторни симптоми (не → да)	Spearman Rang Order correlation - R	
	Пушачки статус [1]	Класификација пушачки стаус [2]
Форсиран витален капацитет – FVC (%)	$R_{(319)}$=(-0,189; p=0,0006*	$R_{(232)}$=(-0,262; p=0,00005*
Форсиран експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%)	$R_{(319)}$=(-0,153; p=0,0061*	$R_{(232)}$=(-0,324; p=0,00001*
Однос FEV1 / FVC (%)	$R_{(319)}$=(-0,034; p=0,5469	$R_{(232)}$=(-0,171; p=0,0090*
Постбронходилататорен FEV1 (%)	$R_{(30)}$=(-0,041; p=0,8301	$R_{(23)}$=(-0,408; p=0,0529

[4]Пушачки статус (пушач → поранешен пушач → непушач);
[5]Класификација според број на испушени кутии цигари годишно (лесен → умерен → тежок);
*сигнификантно за p<0,05

- **Поврзаност на форсираниот витален капацитет – FVC (%) и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус** – утврдена е: а) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу пушачкиот статус и вредноста на FVC (%) – со активен пушачки статус се намалува вредноста на FVC (%) за $R_{(319)}$=(-0,189; p=0,0006; б) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу FVC (%) и класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(232)}$=(-0,262; p=0,00005 - со зголемувањето на бројот на испушени кутии цигари годишно сигнификантно се намалува вредноста на FVC (%) (Табела 16 и График 24);

- **Поврзаност на форсираниот експираторен волумен во прва секунда - FEV1 (%) и пушачкиот статус/ класификацијате на пушачкиот статус** – утврдена е: а) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу пушачкиот статус и вредноста на FEV1 (%) – со активен пушачки статус се намалува FEV1 (%) за $R_{(319)}$=(-0,153; p=0,0061; б) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу FEV1 (%) и класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(232)}$=(-0,324; p=0,00001 - со зголемувањето на бројот на испушени кутии цигари годишно сигнификантно се намалува вредноста на FEV1 (%) (Табела 16 и График 24);

- **Поврзаност на односот FEV1 / FVC (%) и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус** – утврдена е: а) несигнификантна линеарна корелација помеѓу пушачкиот статус и вредноста на однсот FEV1 / FVC (%) за $R_{(319)}$=(-0,034; p=0,5469; б) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу FEV1 (%)FEV1 / FVC (%) и класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(232)}$=(-0,171; p=0,0090 - со зголемувањето на бројот на испушени кутии цигари годишно сигнификантно се намалува вредноста на односот FEV1 / FVC (%) (Табела 16 и График 24);

- **Поврзаност на постбронходилататорниот FEV1 (%) и пушачкиот статус/ класификацијата на пушачкиот статус** – утврдена е: а) несигнификантна линеарна корелација помеѓу пушачкиот статус и вредноста на постбронходилататорниот FEV1 (%) за $R_{(30)}$=(-0,041; p=0,8301; б) сигнификантна линеарна негативна слаба корелација помеѓу постбронходилататорниот FEV1 (%) и класификацијата на пушачкиот статус за $R_{(23)}$=(-0,408; p=0,0529 - со зголемувањето на бројот на испушени кутии цигари годишно сигнификантно се намалува вредноста на постбронходилататорниот FEV1 (%) (Табела 16 и График 24);

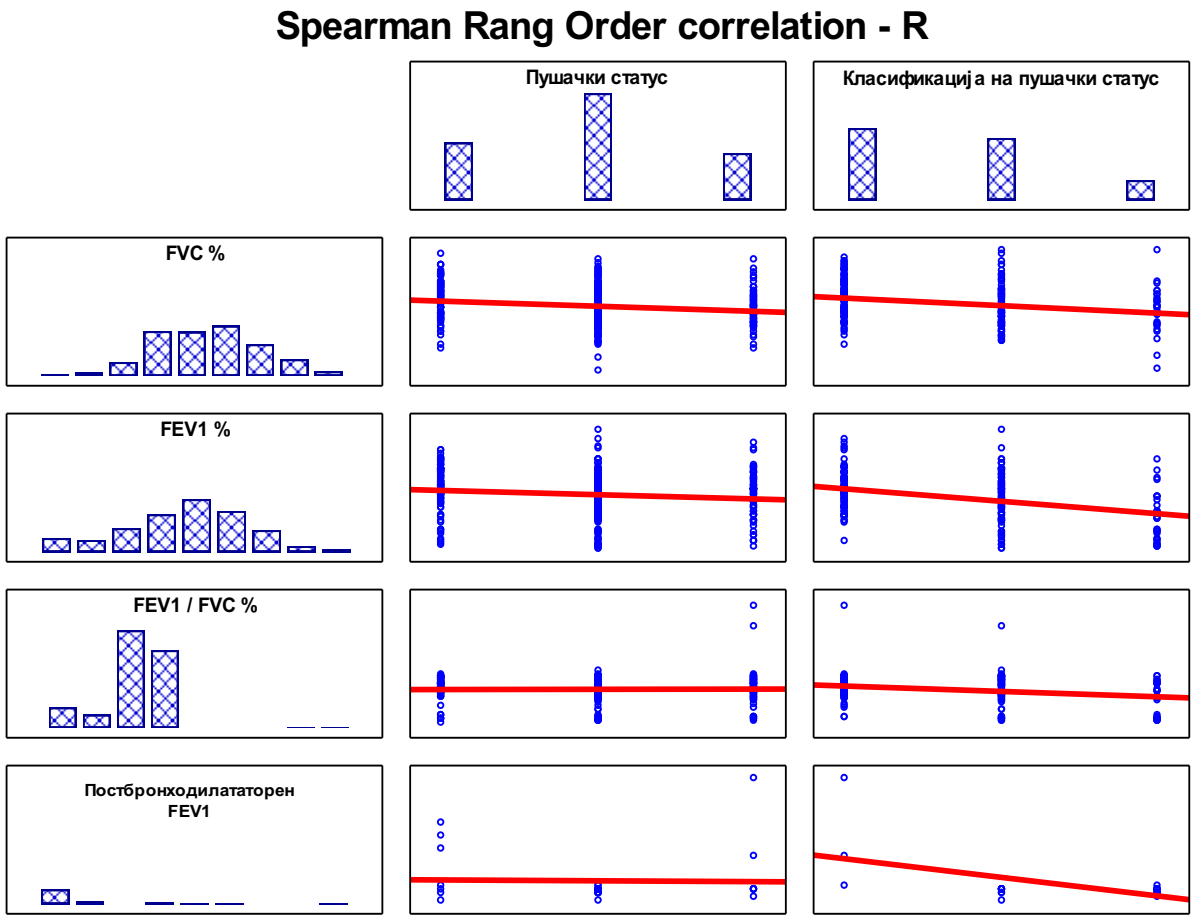


График 24. Корелација на селектирани спирометриски параметри со пушачки статус и класификација на пушачки статус

4.8. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза

Испитаниците во истражувањето се анализирани во однос на присуство на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза. Анализата на присуството на овие болести е направена во однос на должината на работен стаж во подземен коп (≤ / > 15 години) како и во однос на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 (Табела 17-18 и График 25-30).

4.8.1. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза/ работен стаж

Анализирано е присуството на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза во однос на должина на работен стаж во подземен коп (≤/ > 15 години) (Табела 17 и График 25-27).

Табела 17. ХОББ, Силикоза и ХОББ & Силикоза според групи на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

Параметри		Должина на работен стаж			p
		≤ 15 години	>15 години	Вкупно	
ХОББ					
Не	**N**	135	158	293	p=0,0025*
	%	46,08%	53,92%	91,85%	
Да	**N**	4	22	26	
	%	15,38%	84,62%	8,15%	
Силикоза					
Не	**N**	137	168	305	p=0,0024*
	%	44,92%	55,08%	95,61%	
Да	**N**	2	12	14	
	%	14,29%	85,71%	4,39%	
ХОББ & Силикоза					
Не	**N**	139	176	315	-
	%	44,13%	55,87%	98,75%	
Да	**N**	0	4	4	
	%	0%	100%	1,25%	
Fisher exact test;		Pearson Chi-square test		*сигнификантно за p<0,05	

ХОББ / работен стаж – Во целиот примерок испитаници детектирани се 26 испитаници со ХОББ (8,12%). Регистрирана е сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на рударите во подземен коп со/без ХООБ во прилог на сигнификантно поголема застапеност на оние кај кои не е утврдено присуство на болеста за Difference 83,75% [(78,78-87,31) CI 95%; p=0,0001]. Мнозинството од испитаниците со детектирана ХОББ имаат работен стаж >15 години, и тоа 22 (84,62%), додека со работен стаж ≤15 години се четири испитаници (15,38%). Утврдена е сигнификантна асоцираност на должината на работниот стаж (≤/ > 15 години) и присуството на ХОББ во прилог на сигнификатна асоцираност на ХОББ со должина на работен стаж >15 години за Fisher exact test: p=0,0025 (Табела 17 и График 25). Сите регистрирани случаи на ХОББ во двете испитувани групи според актуелната класификација на болеста според степенот на тежина се класифицирани како лесна ХОББ.

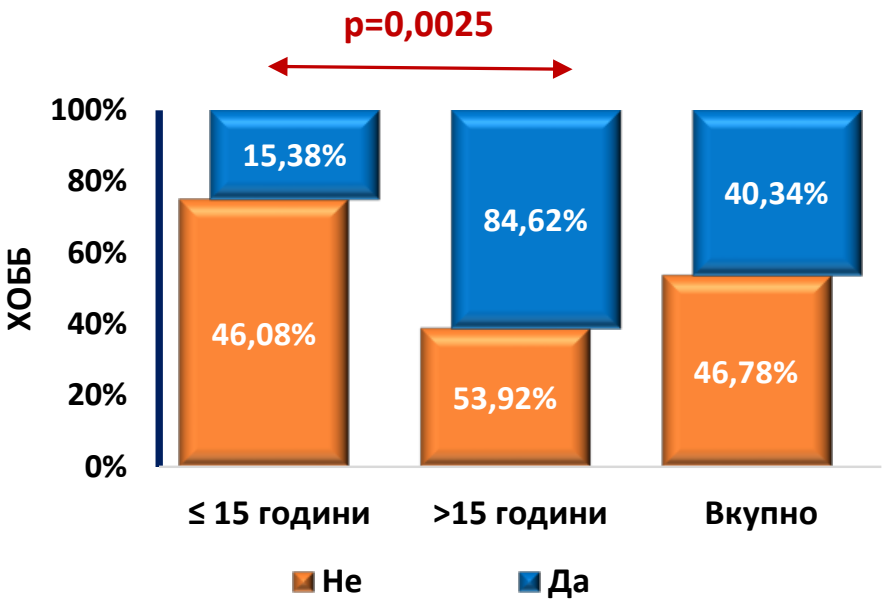


График 25. ХОББ според групи на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

Силикоза / работен стаж – Во целиот примерок испитаници силикоза е детектирана кај 14 испитаници (4,37%). Регистрирана е сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на испитаници со/без силикоза во прилог на сигнификантно поголема застапеност на оние кај кои не е детектирана болеста за Difference 91,25% [(87,24-93,73) CI 95%; p=0,0001]. Најголем дел од испитаниците со детектирана силикоза имаат работен стаж >15 години, и тоа 12 (85,71%), додека со работен стаж ≤15 години се само два испитаника (14,29%). Утврдена е сигнификантна асоцираност на должината на работниот стаж (≤/ > 15 години) и присуството на силикоза во прилог на сигнификатна асоцираност на силикозата со должина на работен стаж >15 години за Fisher exact test: p=0,0024 (Табела 17 и График 26). Сите регистрирани случаи на силикоза во двете испитувани групи според актуелната класификација на болеста се класифицирани како силикоза 1/1 p/p.

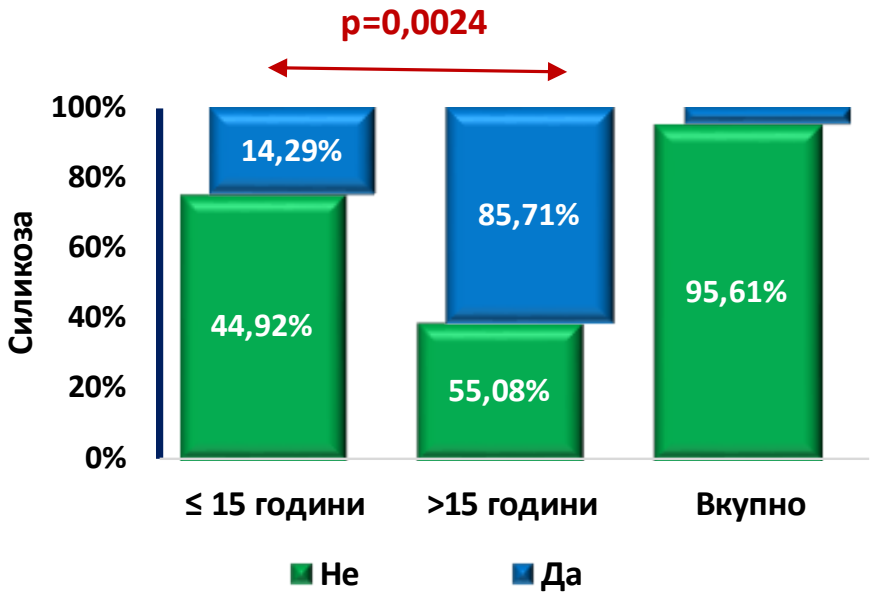


График 26. Силикоза според групи на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

ХОББ & Силикоза / работен стаж – Во примерокот на испитуваните рудари со здружена појава на ХОББ & Силикоза е детектирана кај четири испитаници (1,25%). Сите рудари со детектирана ХОББ & Силикоза имаат работен стаж во подземен коп >15 години (Табела 17 и График 27).

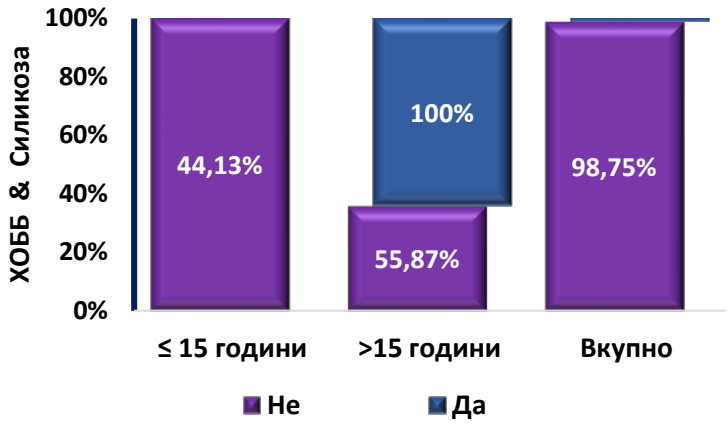


График 27. ХОББ & Силикоза според групи на работен стаж во подземен коп ≤ 15 / > 15 години

4.8.2. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза/ кумулативна експозиција

Направена е анализа на присуство/отсуство на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза во однос на должината на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 (Табела 18 и График 28-30).

Табела 18. ХОББ, Силикоза и ХОББ & Силикоза според кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид во подземен коп

Параметри	Кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3					
	N	Mean ± SD	Min/Max	Percentiles		
				25th	50th (Median)	75th
ХОББ						
Не	294	0,11±0,06	0,01/ 0,27	0,07	0,10	0,14
Да	26	0,16±0,05	0,09/ 0,24	0,10	0,15	0,21
Вкупно	320	0,11±0,06	0,01/ 0,27	0,07	0,10	0,15
p	Z=(-4,058; p=0,00005*					
Силикоза						
Не	306	0,10±0,05	0,01/ 0,25	0,07	0,10	0,14
Да	14	0,20±0,05	0,09/ 0,27	0,20	0,21	0,22
Вкупно	320	0,11±0,06	0,01/ 0,27	0,07	0,10	0,15
p	Z=(-5,094; p=0,00001*					
ХОББ & Силикоза						
Не	316	0,11±0,06	0,01/ 0,27	0,07	0,01	0,14
Да	4	0,22±0,01	0,21/ 0,24	0,21	0,22	0,23
Вкупно	320	0,11±0,06	0,01/ 0,27	0,07	0,10	0,15
p	Z=(-3,266; p=0,0011*					

Mean = Просек; SD = Стандардна девијација; Median = Медијана; Min/ Max=Мин/Мак; IQR = Перцентили; Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05

ХОББ / кумулативна експозиција – Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид на испитаниците кај кои што не е детектирана ХОББ

изнесува 0,11±0,06 со мин/ мак вредност од 0,01/ 0,27 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од овие испитаници кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 изнасува ≤0,10 за Median IQR= 0,10 (0,07 – 0,14).

Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид кај испитаниците кај кои што е детектирана ХОББ изнесува 0,16±0,05 со мин/ мак 0,09/ 0,24 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од овие испитаници кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 изнесува ≥0,15 за Median IQR= 0,15 (0,10 – 0,21). Утврдена е сигнификантно повисока кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид кај испитаниците со детектирана ХОББ споредено со оние кај кои што не е детектирана ХОББ за Mann-Whitney U Test: Z=(-4,058; p=0,00005 (Табела 18 и График 28).

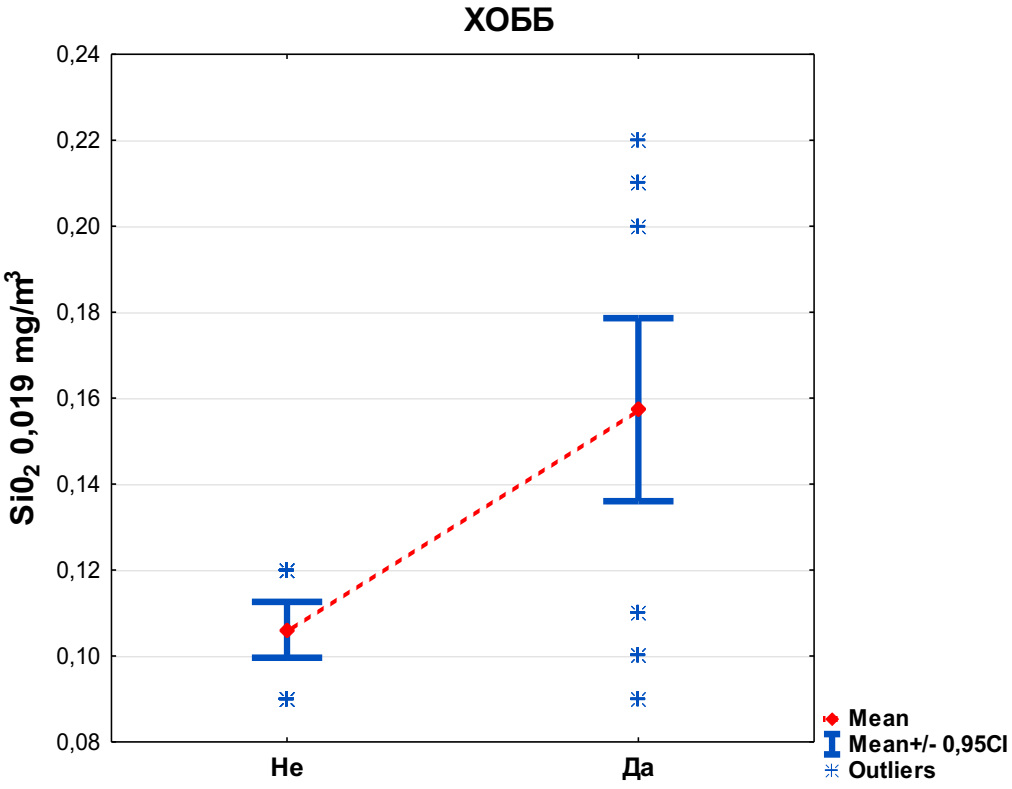


График 28. ХОББ според кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3

Силикоза / кумулативна експозиција – Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид кај испитаниците кај кои што не е детектирана силикоза изнесува 0,10±0,05 со мин/ мак вредност од 0,01/ 0,25 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од овие рудари кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 изнесува ≤0,10 за Median IQR= 0,10 (0,07 – 0,14).

Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид кај испитаниците со детектирана силикоза изнесува 0,20±0,05 со мин/ мак 0,09/ 0,27 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од овие рудари кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 изнесува ≥0,21 за Median IQR= 0,21 (0,20 – 0,22). Утврдена е сигнификантно повисока кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид кај испитаниците со детектирана силикоза споредено со оние кај кои што не е детектирана силикоза за Mann-Whitney U Test: Z=(-5,094; p=0,00001 (Табела 18 и График 29).

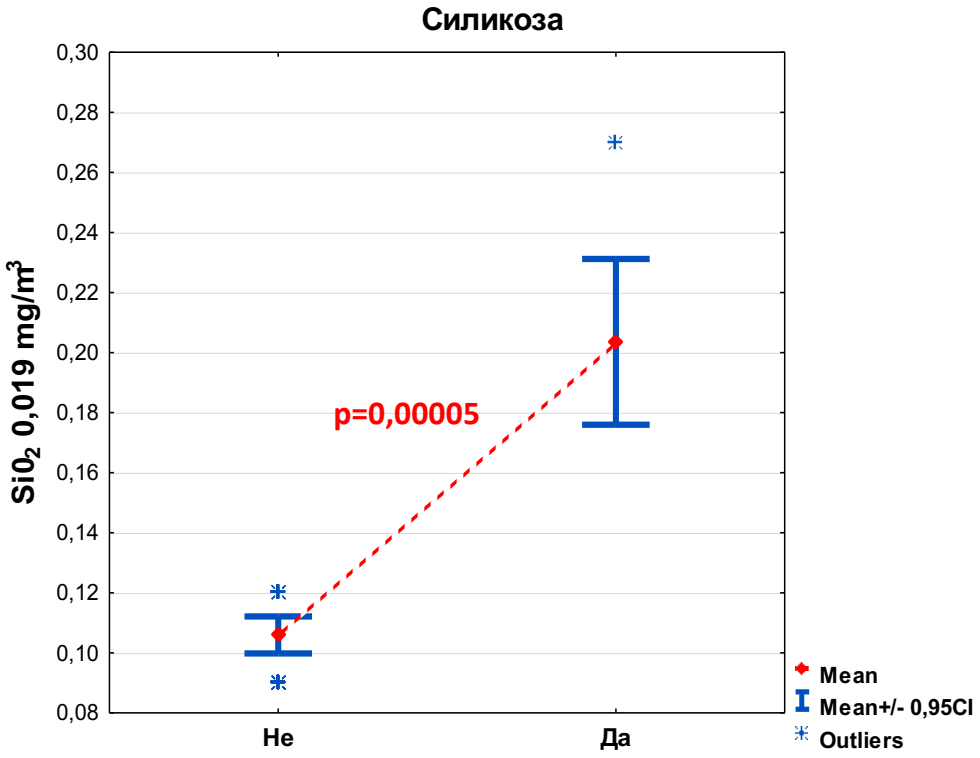


График 29. Силикоза според кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3

ХОББ & Силикоза / кумулативна експозиција – Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид на испитаниците кај кои што не е детектирана ХООБ **&** Силикоза изнесува 0,10±0,06 со мин/ мак вредност од 0,01/ 0,27

$Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од овие испитаници кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 изнесува ≤0,10 за Median IQR= 0,01 (0,07 – 0,14).

Просечната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид кај испитаниците кај кои што е детектирана ХОББ **&** Силикоза изнесува 0,22±0,01 со мин/ мак 0,21/ 0,24 $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Кај 50% од овие испитаници кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 изнесува ≥0,22 за Median IQR= 0,22 (0,21 – 0,23). Утврдена е сигнификантно повисока кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид кај испитаниците со детектирана ХОББ **&** Силикоза споредено со оние кај кои што не е детектирана ХОББ **&** Силикоза за Mann-Whitney U Test: Z=(-3,266; p=0,0011 (Табела 18 и График 30).

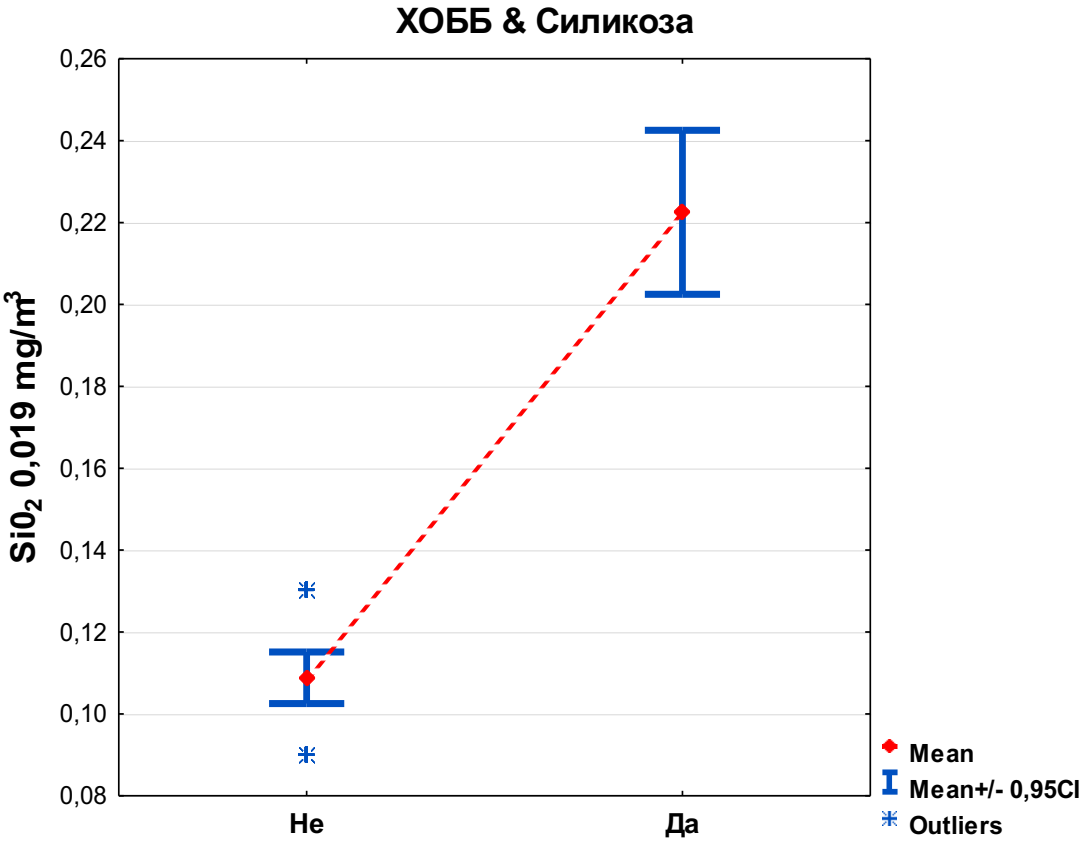


График 30. ХОББ & Силикоза според кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3

4.8.3. Поврзаност на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза со должината на работен стаж и кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид

Со непараметарска корелација направена е анализа на правецот и јачината на поврзаноста на присуство/отсуство на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза со должината на работен стаж во подземен коп и со кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 (Табела 19 и График 31).

Табела 19. Корелација на ХОББ, Силикоза и ХОББ & Силикоза со работен стаж и кумулативна експозиција

Болест	Spearman Rang Order correlation - R	
	Должина на стаж[1]	Кумулативна експозиција[2]
ХОББ	$R_{(320)}$=0,253; p=0,00004*	$R_{(320)}$=0,229; p=0,00003*
Силикоза	$R_{(320)}$=0,254; p=0,00004*	$R_{(320)}$=0,286; p=0,00001*
ХОББ & Силикоза	$R_{(320)}$=0,173; p=0,0019*	$R_{(320)}$=0,183; p=0,0009*
[1] Должина на работен стаж (години); [2] Кумулативна експозиција ($Si0_2$ 0,019 mg/m^3); *сигнификантно за p<0,05		

- **Поврзаност на ХОББ и должината на стажот / кумулативна експозиција –** утврдено е дека: а) помеѓу присуство на ХОББ и должината на работен стаж во поземен коп постои сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,253; p=0,00004 - со растењето на должината на работен стаж во поземен коп (години) сигнификантно се зголемува присуството на ХОББ; и б) помеѓу присуството на ХОББ и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 постои линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,229; p=0,00003 - со зголемувањето на кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 сигнификантно се зголемува присуството на ХОББ (Табела 19 и График 31);

- **Поврзаност на силикозата и должината на стажот / кумулативна експозиција –** утврдено е дека: а) помеѓу присуство на силикоза и должината на работниот стаж во подземен коп постои сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,254; p=0,00004 - со растењето на должината на работен стаж во подземен коп (години) сигнификантно се зголемува присуството на силикоза; и б) помеѓу присуството на силикоза и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид

$Si0_2$ 0,019 mg/m^3 постои линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,286; p=0,00001 - со зголемувањето на кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 сигнификантно се зголемува присуството на Силикоза (Табела 19 и График 31);

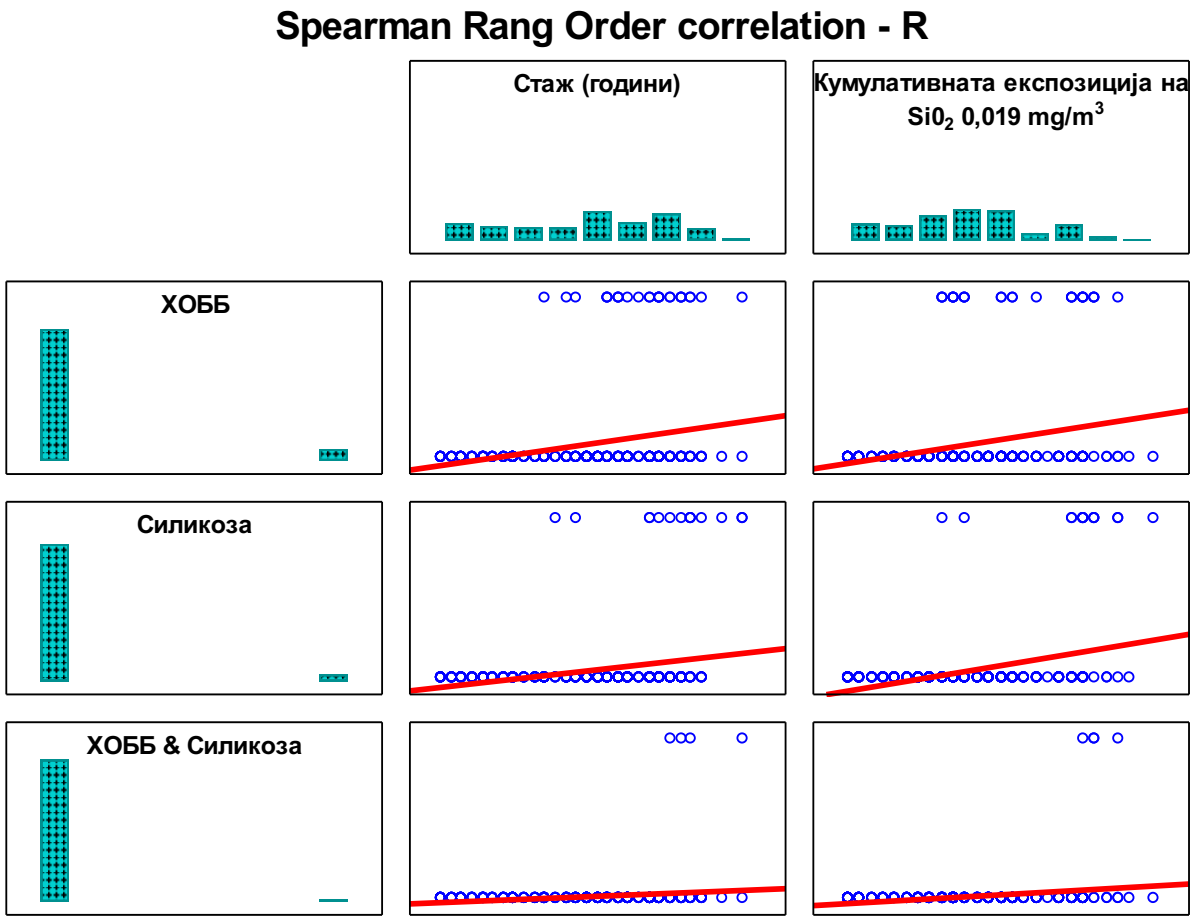


График 31. Корелација на ХОББ, Силикоза и ХОББ & Силикоза со работен стаж и кумулативна експозиција

- **Поврзаност на ХОББ & Силикоза и должина на стаж/ кумулативна експозиција** – утврдено е дека: а) помеѓу присуство на ХОББ & Силикоза и должина на работен стаж во поземен коп постои сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,173; p=0,0019 - со растењето на должината на работен стаж во поземен коп (години) сигнификантно се зголемува присуството на ХОББ & Силикоза; и б) помеѓу присуството на ХОББ & Силикоза и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 постои линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,183; p=0,0009 - со зголемувањето на кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019

mg/m^3 сигнификантно се зголемува присуството на ХОББ & Силикоза (Табела 19 и График 31);

4.8.4. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза/коморбидитети

Анализирано е присуството на еден или повеќе вонбелодробли коморбидитети (вкупно хронични болести, хипертензија, дијабетес мелитус, лумбален синдром итн.) кај испитаниците со детектирана ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза (Табела 20 и График 32).

Табела 20. ХОББ, Силикоза и ХОББ & Силикоза според присуство на коморбидитети

Параметри		Коморбидитети			p
		Не	Да	Вкупно	
ХОББ					
Не	**N**	233	61	294	X^2=8,765; df=1; p=0,0031*
	%	79,25%	20,75%	91,88%	
Да	**N**	14	12	26	
	%	53,85%	46,15%	8,13%	
Силикоза					
Не	**N**	238	68	306	X^2=1,384; df=1; p=0,2394
	%	77,78%	22,22%	95,63%	
Да	**N**	9	5	14	
	%	64,29%	35,71%	4,38%	
ХОББ & Силикоза					
Не	**N**	247	69	316	-
	%	78,16%	21,84%	98,75%	
Да	**N**	0	4	4	
	%	0%	100%	1,25%	
Pearson Chi-square test		*сигнификантно за p<0,05			

ХОББ / коморбидитети – Во целиот примерок испитаници утврдено е дека кај рударите со детектирана ХОББ присуство на коморбидитети има кај 12 (46,15%). Утврдена е сигнификатнта асоцијација на постоењето на ХОББ со присуство на коморбидитети за Pearson Chi-square test: X^2=8,765; df=1; p=0,0031. Испитаниците со ХОББ имаат за 3,27 пати сигнификантно почесто присуство на коморбиидтети споредено со оние без ХОББ за OR=3,27 [95% CI (1,44-7,44)] (Табела 20 и График 32).

Силикоза / коморбидитети – Кај рударите од подземен коп за олово и цинк со детектирана силикоза, присуство на коморбидитети има кај 5 (35,71%). Нема сигнификатнта асоцијација на силикозата и присуството на коморбидитети за Pearson Chi-square test: X^2=1,384; df=1; p=0,2394 (Табела 20 и График 32).

ХООБ & Силикоза / коморбидитети – Кај сите рудари од подземен коп за олово и цинк со дијагноза за ХООБ & Силикоза потврдено е присуство на коморбидитети и тоа кај 4 (100%) (Табела 20 и График 32).

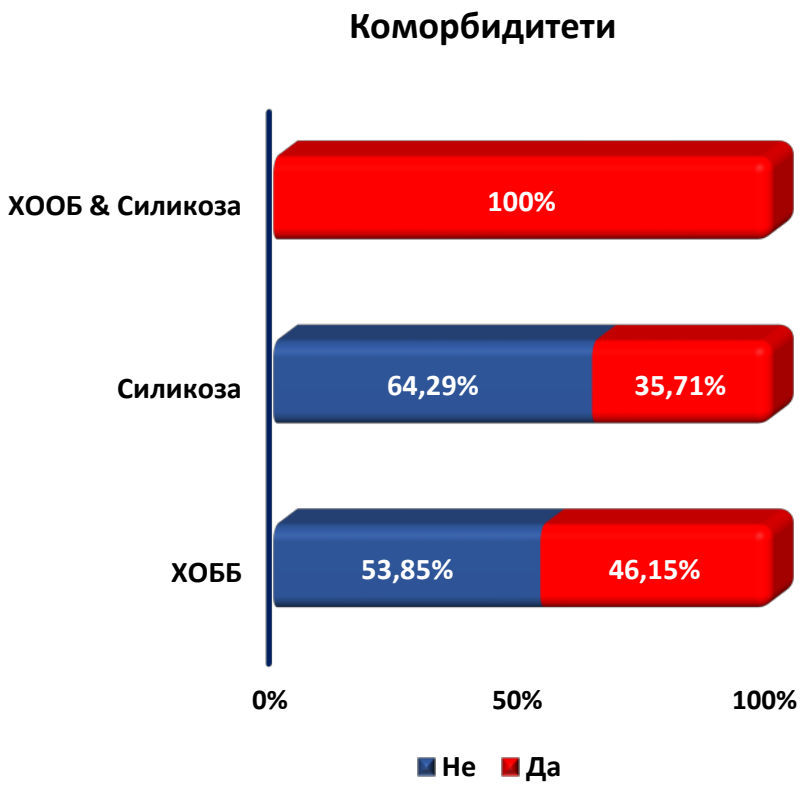


График 32. Присуство на коморбидитети кај рудари со ХОББ, Силикоза и ХОББ & Силикоза

4.8.5. ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза/испушени кутии цигари годишно

Направена е анализа на присуство/ отсуство на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза кај испитаниците во однос на бројот испушени кутии цигари годишно (Табела 21 и График 33-35).

Табела 21. ХООБ, Силикоза и ХОББ & Силикоза според број на испишени кутии цигари годишно

Параметри	Испушени кутии цигари годишно			
	N	Mean ± SD	Min/Max	Median IQR
ХОББ				
Не	211	23,22±12,81	5/ 74	20 (14 – 30)
Да	22	39,73±11,94	17/ 67	42 (32 – 45)
Вкупно	233	24,78±13,60	5/ 74	23 (14 – 31)
p	Z=(-5,273; p=0,00001*			
Силикоза				
Не	220	24,52±13,74	5/ 74	22 (14 – 31)
Да	13	29,08±10,46	15/ 50	28 (22 – 36)
Вкупно	233	24,78±13,60	5/ 74	23 (14 – 31)
p	Z=(-1,721; p=0,0852			
ХОББ & Силикоза				
Не	230	24,66±13,62	5/ 74	22 (14 – 31)
Да	3	33,33±10,11	27/ 45	28 (27 – 45)
Вкупно	233	24,78±13,60	5/ 74	23 (14 – 31)
p	Z=(-1,319; p=0,1872			

Mean = Просек; SD = Стандардна девијација; Median = Медијана; Min/ Max=Мин/Мак; IQR = Перцентили; Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05

ХОББ / испушени кутии цигари годишно – Просечниот број испушени кутии цигари годишно кај испитаниците без/со дијагноза на ХОББ изнесува консеквентно 23,22±12,81 *vs.* 39,73±11,94 кутии. Кај 50% испитаници без ХОББ бројот испушени кутии цигари годишно е ≥20 за Median IQR= 20 (14 – 30), а кај оние со ХОББ овој број е ≥42 за Median IQR= 42 (32 – 45). Утврдена е сигнификантно поголем број испушени кутии цираги годишно кај испитаниците со ХОББ споредено со оние без ХОББ за Mann-Whitney U Test: Z=(-5,273; p=0,00001 (Табела 21 и График 33).

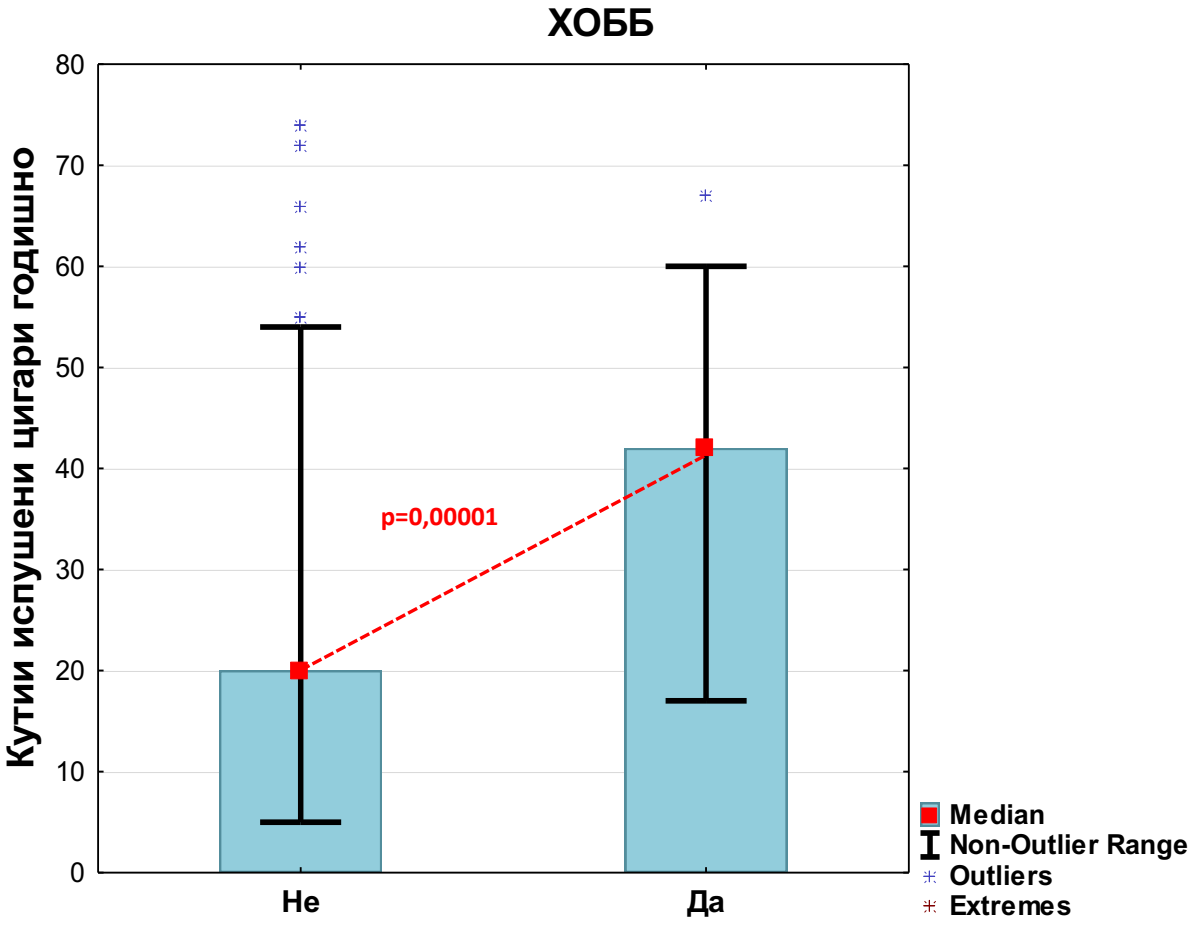


График 33. ХОББ според број испушени кутии цигари годишно

Силикоза / испушени кутии цигари годишно – Просечниот број испушени кутии цигари годишно кај испитаниците без/со силикоза изнесува консеквентно 24,52±13,74 *vs.* 29,08±10,46 кутии. Кај 50% испитаници без силикоза бројот испушени

кутии цигари годишно е ≥22 за Median IQR= 22 (14 – 31), а кај оние со силикоза овој број е ≥28 за Median IQR= 28 (22 – 36). Бројот испушени кутии цираги годишно е несигнификатно повисок кај испитаниците со силикоза споредено со оние без Силикоза за Mann-Whitney U Test: Z=(-1,721; p=0,0852 (Табела 21 и График 34).

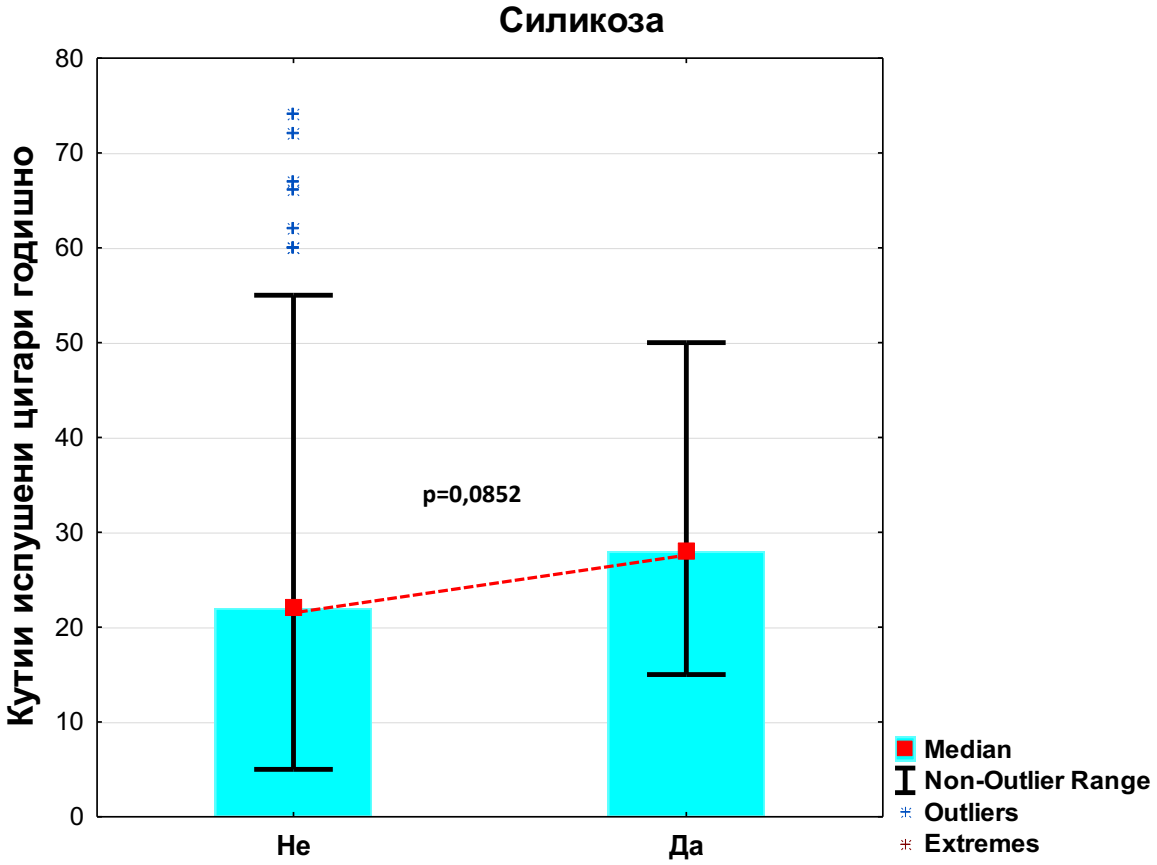


График 34. Силикоза според бројот испушени кутии цигари годишно

ХОББ & Силикоза / испушени кутии цигари годишно – Просечниот број испушени кутии цигари годишно кај испитаниците без/со ХОББ & Силикоза изнесува консеквентно 24,66±13,62 *vs.* 33,33±10,11 кутии. Кај 50% испитаници без ХОББ & Силикоза бројот испушени кутии цигари годишно е ≥22 за Median IQR= 22 (14 – 31), а кај оние со ХОББ & Силикоза овој број е ≥28 за Median IQR= 28 (22 – 36). Бројот испушени кутии цираги годишно е несигнификатно повисок кај испитаниците со ХОББ & Силикоза споредено со оние без ХООБ & Силикоза за Mann-Whitney U Test: Z=(-1,319; p=0,1872 (Табела 21 и График 35).

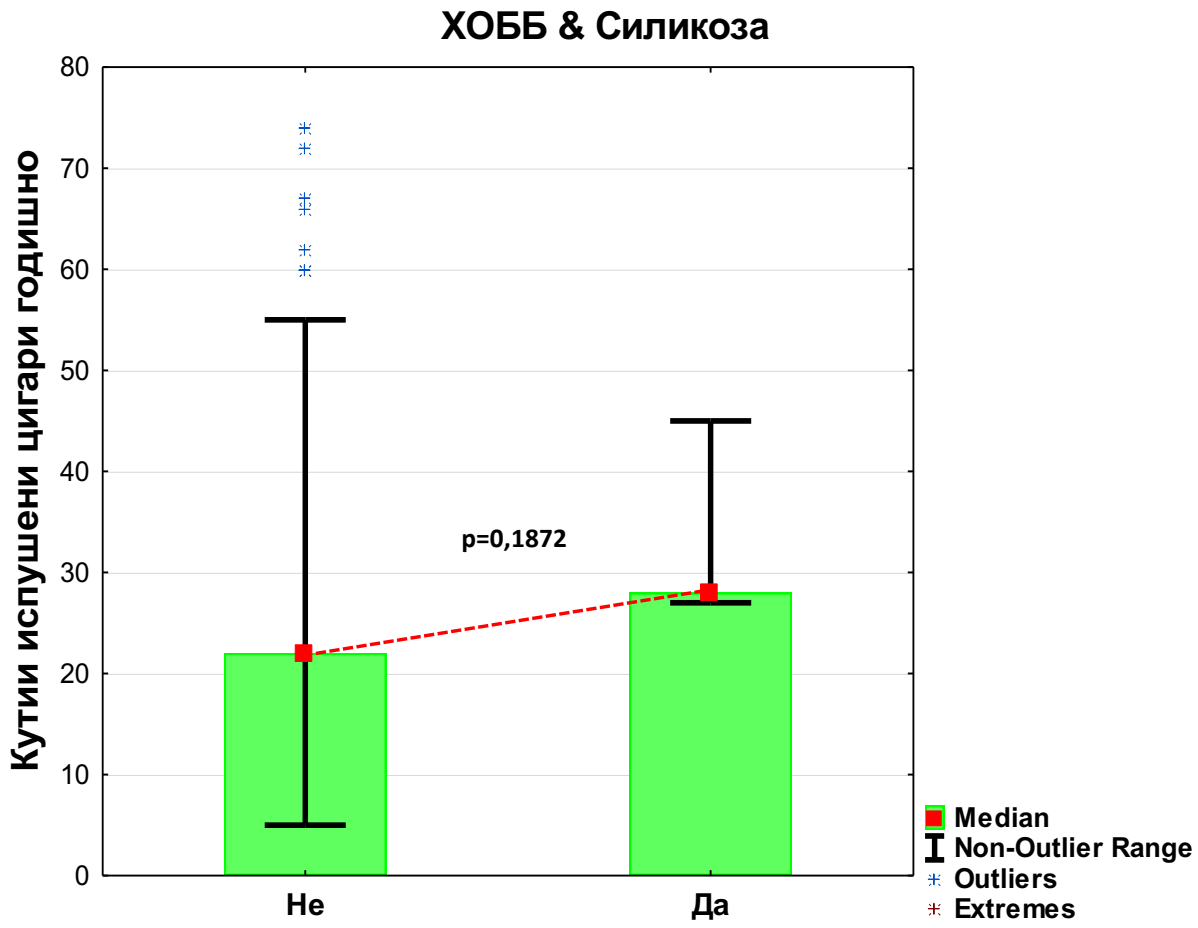


График 34. ХОББ & Силикоза според бројот испушени кутии цигари годишно

4.8.6. Поврзаност на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза со хронична вонбелодробна болест и испушени кутии цигари годишно

Во рамките на истражувањето со непараметарска корелација направена е анализа на правецот и јачината на поврзаноста на присуство/ отсуство на ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза со отсуство/присуство на хронична вонбелодробна болест, како и на бројот кутии испушени цигари годишно (Табела 22 и График 35).

Табела 22. Корелација на ХООБ, Силикоза и ХООБ & Силикоза со коморбидитет и кутии испушени цигари годишно

Респираторни симптоми (не → да)	Spearman Rang Order correlation - R	
	Коморбидитет[1]	Кутии цигари годишно[2]
ХОББ	$R_{(320)}$=0,165; p=0,0029*	$R_{(320)}$=0,348; p=0,00001*
Силикоза	$R_{(320)}$=0,065; p=0,2407	$R_{(320)}$=0,113; p=0,0844
ХОББ & Силикоза	$R_{(320)}$=0,207; p=0,0002*	$R_{(320)}$=0,087; p=0,1858

[1] Коморбидитети (Не → **Да**); [2] Испушени кутии цигари годишно
*сигнификантно за p<0,05

- **Поврзаност на ХОББ и коморбидитети/испушени кутии цигари годишно –** утврдено е дека: а) помеѓу ХОББ и коморбидитетите постои сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,165; p=0,0029 - со присуството на коморбидитети сигнификантно се зголемува зачестеноста на ХОББ; и б) помеѓу ХОББ и бројот испушени кутии цигари годишно постои линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,348; p=0,00001 - со зголемувањето на бројот испушени кутии цигари годишно сигнификантно се зголемува и зачестеноста на ХОББ (Табела 22 и График 35);

- **Поврзаност на силикозата и коморбидитети/испушени кутии цигари годишно –** утврдено е дека: а) помеѓу силикозата и коморбидитетите нема сигнификантна линеарна корелација за $R_{(320)}$=0,065; p=0,2407; и б) помеѓу силикоза и бројот испушени кутии цигари годишно нема линеарна корелација за $R_{(320)}$=0,113; p=0,0844 (Табела 22 и График 35);

- **Поврзаност на ХОББ & Силикоза и коморбидитети/испушени кутии цигари годишно –** утврдено е дека: а) помеѓу ХОББ & Силикоза и коморбидитетите постои сигнификантна линеарна позитивна слаба корелација за $R_{(320)}$=0,207; p=0,0002 - со присуството на коморбидитети сигнификантно се зголемува зачестеноста на ХОББ & Силикоза; и б) помеѓу ХОББ & Силикоза и бројот испушени кутии цигари годишно не е утврдена линеарна корелација за $R_{(320)}$=0,087; p=0,1858 (Табела 22 и График 35);

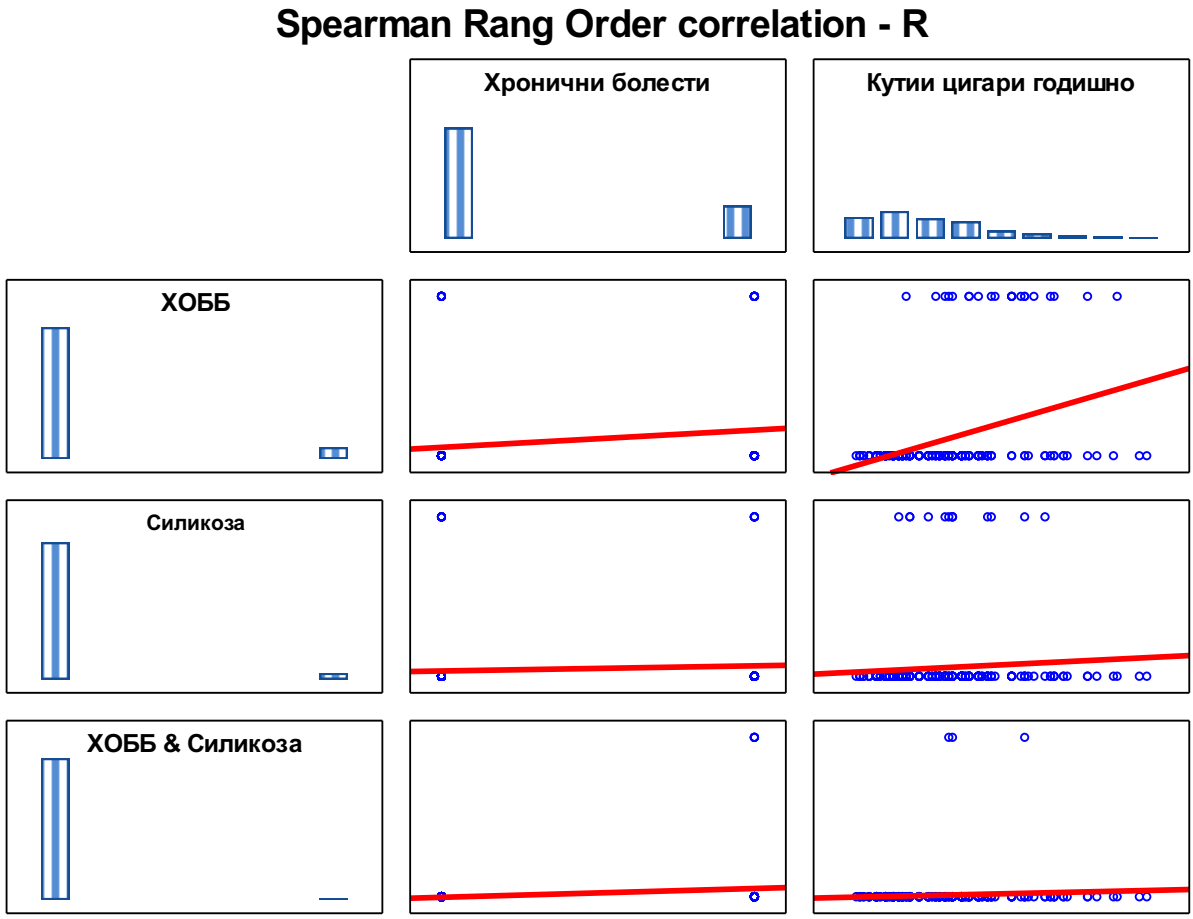


График 35. Корелација на ХОББ, силикоза и ХОББ & Силикоза со коморбидитети и кутии испушени цигари годишно

4.8.7. Предиктивна улога на селектирани параметри за ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза

Направена е анализа на предиктивната улога на селектирани параметри за ХОББ, Силикоза, ХОББ & Силикоза. Анализирана е предикцијата на шест параметри, и тоа: возраст, должина на работен стаж ≤ / > 15 години во подземен коп, кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3, кутии испушени цигари годишно, коморбидитети и БМИ (Табела 23-25 и График 36-38).

Табела 23. Униваријантна логистичка регресија за предиктивната улога на селектирани параметри за ХОББ

ХОББ	OR	95% CI		p
		lower	upper	
Возраст (години)				
возраст	1,117	1,057	1,181	0,0001*
Должина на стаж – ref. / ≤ 15 години				
>15 години	4,699	1,580	13,975	0,005*
Кумулативна експозиција				
$Si0_2$ 0,019 mg/m^3	5,990	3,351	10,711	0,0001*
Кутии испушени цигари годишно				
кутии	1,076	1,043	1,109	0,0001*
Коморбидитети – ref. / не				
да	3,274	1,441	7,441	0,005*
БМИ (кг/м^2)				
БМИ	1,014	0,930	1,106	0,764

Зависна варијабла: ХОББ
OR: Odds ratio; CI: Confidece interval *сигнификантно за p<0,05

Предиктори за ХОББ - Резултатите од униваријантната логистичка регресиона анализа за предиктивната улога на селектирани параметри за појава на ХОББ како сигнификантни ги посочува возраста, должината на работен стаж во подземен коп ≤ / > 15 години, кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3, кутиите испушени цигари годишно и коморбидитетите. Како несигнификантен предиктор за ХОББ униваријантната логистичка регресиона анализа го посочува БМИ (Табела 23 и График 36).

Со униваријантната логистичка регресиона анализа согледано е дека (Табела 23 и График 36):

- возраста сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на ХОББ за 1,117 пати [OR=1,117 (1,06-1,18) 95% CI; p=0,0001];
- должината на работниот стаж во подземен коп >15 години сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на ХОББ за 4,699 пати [OR=4,699 (1,58-13,9) 95% CI; p=0,005];

- кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на ХОББ за 5,990 пати [OR=5,990 (3,35-10,71) 95% CI; p=0,0001];
- бројот испушени кутии цигари годишно сигнификантно ја зголемуваа веројатноста за појава на ХОББ за 1,076 пати [OR=1,076 (1,04-1,11) 95% CI; p=0,0001];
- постоењето на коморбидитети сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на ХОББ за 3,274 пати [OR=3,274 (1,44-7,44) 95% CI; p=0,005];
- вредноста на БМИ не асоцира сигнификантно со појавата на ХОББ [OR=1,014 (1,10-0,76) 95% CI; p=0,764];



График 36. Универијантна логистичка регресија – сигнификантни предиктори за ХОББ

Сите параметри кои со универијантната логистичка регресиона анализа се потврдени како сигнификантни предиктори за ХОББ ставени се во методот на мултипла логистичка регресиона анализа (Табела 24). Како независни значајни предиктори за ХОББ, мултиплата логистичка регресиона анализа ги потврдува само кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 и бројот кутии испушени цигари годишно - сигнификантно ја зголемуваат веројатноста за појава на ХООБ за консеквентно 9,933 пати [OR=9,933 (3,48-10,37) 95% CI; p=0,032] vs 1,095 пати [OR=1,095 (1,04-1,14) 95% CI; p=0,0001] (Табела 24).

Табела 24. Мултипла логистичка регресија за предиктивната улога на селектирани параметри за ХОББ

ХОББ	OR	95% CI		p
		lower	upper	
Возраст	0,889	0,795	1,016	0,088
Стаж >15 години	0,684	0,138	3,382	0,642
Експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3	9,933	3,482	10,377	0,032*
Кутии испушени цигари годишно	1,095	1,046	1,146	0,0001*
Коморбидитети	2,700	0,944	7,725	0,061

Зависна варијабла: ХОББ
OR: Odds ratio; CI: Confidece interval *сигнификантно за p<0,05

Предиктори за силикоза - Резултатите од униваријантната логистичка регресиона анализа за предиктивната улога на селектирани параметри за појавата на силикоза како сигнификантни ги посочува возраста, должината на работен стаж во подземен коп ≤ / > 15 години и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Како несигнификантен предиктор за силикоза униваријантната логистичка регресиона анализа ги посочува бројот кутии испушени цигари годишно, коморбидитетите и вредноста на БМИ (Табела 25 и График 37).

Табела 25. Униваријантна логистичка регресија за предиктивната улога на селектирани параметри за силикоза

Силикоза	OR	95% CI		p
		lower	upper	
Возраст (години)				
возраст	1,164	1,068	1,270	0,001*
Должина на стаж во подземен коп – ref. <15 години				
>15 години	4,893	1,077	22,234	0,040*
Кумулативна експозиција				
$Si0_2$ 0,019 mg/m^3	3,643	2,973	6,403	0,0001*
Кутии испушени цигари годишно				
кутии	1,022	0,985	1,060	0,244
Коморбидитети - референтна категорија/ не				
да	1,944	0,631	5,995	0,247
БМИ (кг/м^2)				
БМИ	1,005	0,897	1,126	0,930
Зависна варијабла: Силикоза OR: Odds ratio; CI: Confidece			*сигнификантно за p<0,05	

Со униваријантната логистичка регресиона анализа согледано е дека (Табела 25 и График 37):

- возраста сигнификантно ја зголемуваше веројатноста за појава на силикоза за 1,164 пати [OR=1,164 (1,68-1,27) 95% CI; p=0,001];
- должината на работен стаж во подземен коп >15 години сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на силикоза за 4,893 пати [OR=4,893 (1,07-22,23) 95% CI; p=0,040];
- кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на силикоза за 3,643 пати [OR=3,643 (2,97-6,40) 95% CI; p=0,0001];
- бројот кутии испушени цигари годишно не асоцира сигнификантно со појавата на силикоза [OR=1,022 (0,98-1,06) 95% CI; p=0,244];

- постоењето на коморбидитети не асоцира сигнификантно со појавата на силикоза [OR=1,944 (0,63-5,99) 95% CI; p=0,247];
- вредноста на БМИ не асоцира сигнификантно со појавата на силикоза [OR=1,005 (0.89-1,12) 95% CI; p=0,930];

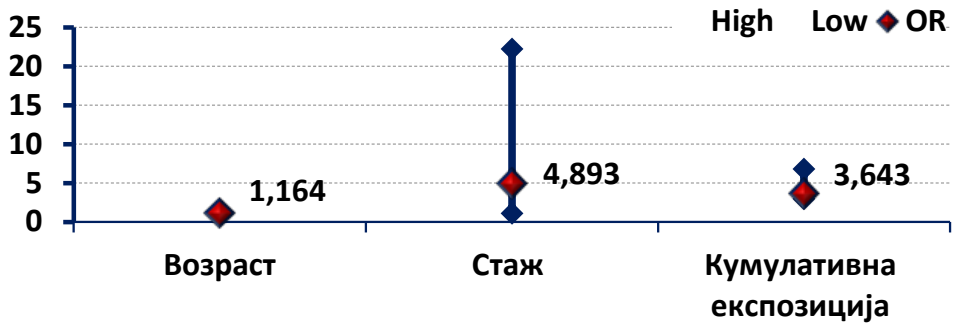


График 37. Униваријантна логистичка регресија – сигнификантни предиктори за појава на силикоза

Сите параметри кои со униваријантната логистичка регресиона анализа се потврдени како сигнификантни предиктори за силикоза ставени се во методот на мултипла логистичка регресиона анализа. Како независен значаен предиктор за појава на силикоза, мултиплата логистичка регресиона анализа ја потврдни само кумулативна експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 која сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на силикоза за 7,339 пати [OR=7,339 (5,47-9,85) 95% CI; p=0,0001] (Табела 26).

Табела 26. Мултипла логистичка регресија за предиктивната улога на селектирани параметри за појава на силикоза

Силикоза	OR	95% CI		p
		lower	upper	
Возраст	1,050	0,919	1,200	0,476
Стаж >15 години	1,050	0,919	1,200	0,118
Експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3	7,339	5,467	9,852	0,0001*

Зависна варијабла: Силикоза
OR: Odds ratio; CI: Confidece interval
*сигнификантно за p<0,05

Предиктори за ХОББ & Силикоза - Резултатите од униваријантната логистичка регресиона анализа за предиктивната улога на селектирани параметри за појава на ХОББ & Силикоза како сигнификантни ги посочуваат: возраста и кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3. Како несигнификантни предиктори за ХОББ & Силикоза униваријантната логистичка регресиона анализа го посочува: должината на стажот, кутиите испушени цигари годишно, коморбидитетите и вредноста на БМИ (Табела 27 и График 38).

Табела 27. Униваријантна логистичка регресија за предиктивната улога на селектирани параметри за ХОББ & Силикоза

ХОББ & Силикоза	OR	95% CI		p
		lower	upper	
Возраст (години)				
возраст	1,217	1,009	1,467	0,040*
Должина на стаж во подземен коп – ref. <15 години				
>15 години	3,671	0,117	2,384	0,996
Кумулативна експозиција				
$Si0_2$ 0,019 мг/м^3	4,752	1,722	5,311	0,006*
Кутии испушени цигари годишно				
кутии	1,037	0,970	1,109	0,284
Коморбидитети - референтна категорија/ не				
да	1,720	0,255	1,022	0,994
БМИ (кг/м^2)				
БМИ	0,985	0,796	1,218	0,889
Зависна варијабла: ХОББ & Силикоза OR: Odds ratio; CI: Confidece			*сигнификантно за p<0,05	

Со униваријантната логистичка регресиона анализа согледано е дека (Табела 27 и График 38):

- возраста сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на ХОББ & Силикоза за 1,217 пати [OR=1,217 (1,09-1,46) 95% CI; p=0,040];
- должината на работниот стаж во подземен коп >15 години не асоцира сигнификантно со појавата на ХОББ & Силикоза [OR=3,671 (0,11-2,38) 95% CI; p=0,996];

- кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на ХОББ & Силикоза за 4,752 пати [OR=4,752 (1,72-5,31) 95% CI; p=0,006];
- бројот на кутии испушени цигари годишно не асоцира сигнификантно со појавата на ХОББ & Силикоза [OR=1,037 (0,97-1,10) 95% CI; p=0,284];
- постоењето на коморбидитети не асоцира сигнификантно со појавата на ХОББ & Силикоза [OR=1,720 (0,25-1,02) 95% CI; p=0,994];
- вредноста на БМИ не асоцира сигнификантно со појавата на ХОББ & Силикоза [OR=0,985 (0,79-1,21) 95% CI; p=0,889];

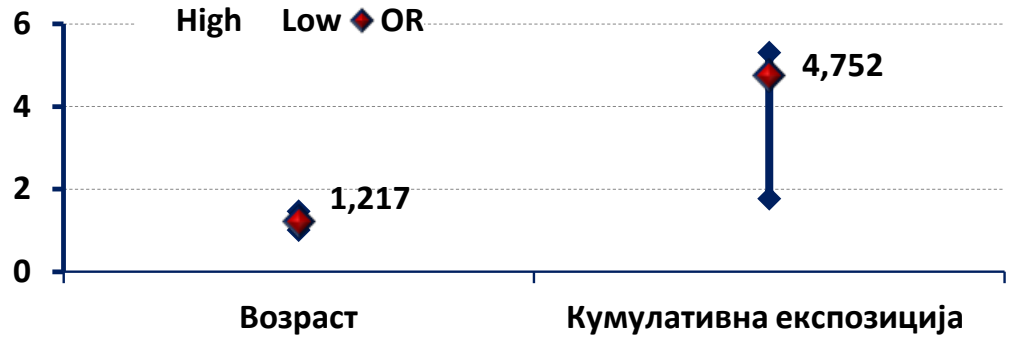


График 38 Униваријантна логистичка регресија – сигнификантни предиктори за појава на ХОББ & Силикоза

Сите параметри кои со униваријантната логистичка регресиона анализа се потврдени како сигнификантни предиктори за ХООБ & Силикоза ставени се во методот на мултипла логистичка регресиона анализа. Како независен значаен предиктор за ХОББ & Силикоза, мултиплата логистичка регресиона анализа ја потврдува само кумулативната експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3 која сигнификантно ја зголемува веројатноста за појава на ХООБ & Силикоза за 5,218 пати [OR=5,218 (1,04-6,06) 95% CI; p=0,015] (Табела 28).

Табела 28. Мултипла логистичка регресија за предиктивната улога на селектирани параметри за ХОББ & Силикоза

ХОбБ & Силикоза	OR	95% CI		p
		lower	upper	
Возраст	1,038	0,805	1,335	0,779
Експозиција на $Si0_2$ 0,019 mg/m^3	5,218	1,044	6,066	0,015*

Зависна варијабла: ХОББ & Силикоза
OR: Odds ratio; CI: Confidece interval
*сигнификантно за p<0,05

5. ДИСКУСИЈА

Резултатите од повеќе истражувања укажуваат дека долготрајната изложеност на неорганска или органска прашина на работното место може да ја наруши функцијата и структурата на белите дробови (52). Во изминатите децении од тимот на Институтот за медицина на трудот на РС Македонија, Скопје, спроведени се повеќе студии за респираторните ефекти на различни видови минерална и органска прашина кај работници од т.н. прашливи занимања (работници во производство на растителни и овошни чаеви, работници во рафинерии на нафта, пекари, работници изложени на житна прашина и др.) во кои е регистриран висока зачестеност на респираторни симптоми и нарушувања на белодробната функција (53-56).

Рударството, дефинирано како екстракција на метали, минерали и други материјали од Земјината кора, претставува една од најважните гранки и двигател на националните економии, а рудните богатства на една земја се едни од нејзините најважни природни ресурси. Потребите од конвенционалните материјали што се добиваат од рудниците се уште се големи, а со развојот на новите технологии потребите од одделни метали и минерали се зголемуваат. Од друга страна, во рударството се присутни бројни професионални штетности и опасности што претставуваат ризик за здравјето на изложените работници. Покрај другите професионални штетности и опасности, работата во рударството, особено во рудниците со подземен коп, се карактеризира со изложеност на минерална прашина поради што за да го опишат нарушувањето на белодробната функција и структура кај рударите од подземен коп предизвикано од долготрајна изложеност на прашина што содржи слободен силициум диоксид и/или јагленова прашина, дизел честички, издолжени минерални честички и токсични гасови во литературата се користат термините „бели дробови на подземните рудари“ (*Underground Miners Lungs*) и „болест на белите дробови кај рударите“ (*Mine Dust Lung Disease - MLDL*). Болестите на белите дробови кај рударите вклучуваат повеќе клинички ентитети (пневмокониози, ХОББ, малигни неоплазми и др.), како и нивни различни комбинации (*Multiple MLDL*) поради што вкупниот број на болести е поголем од бројот на заболените рудари. Од друга страна, постоечките превентивни мерки и активности овозможуваат значајна редукција на степенот на изложеност на прашина во рудниците, но професионалните оштетувања на белите дробови остануваат важен елемент од професионалната патологија во рударството (57-60).

Актуелното истражување претставува аналитичка студија на пресек во која се вклучени рудари од подземен коп во рудник за олово и цинк, а изведена е во ПЗУ Поликлиника "Медика", Скопје во периодот јуни 2024 - јуни 2025 год. Цел на истражувањето е да се одреди зачестеноста на ХОББ, силикозата и здружената појава на ХОББ со силикоза кај рударите од подземен коп и нивните карактеристики, кави што се: поврзаноста со трасњето и степенот на експозицијата на прашина што содржи слободен силициум диоксид (работен стаж на актуелното работно место и кумулативна изложеност на слободен силициум диоксид) и други варијабли од интерес (возраст, пушачки статус со степенот на експозиција на тутунскиот чад, придружни хронични вонбелодробни болести и др.). Во истражувањето е користена методологија применета во слични истражувања од овој домен, а се состои од мерења на концентрацијата на респирабилна прашина и слободен силициум диоксид во подземниот коп и пресметување на кумулативната изложеност на работниците на овој агенс, пополнување на прашалник за демографските карактеристики, работната анамнеза, пушачкиот статус и респираторните симптоми во последните 12 месеци (кашлица, кашлица со искашлување, диспнеа, визинг и стегање во градите) на изложените работници, нативна спирометрија со бронходилататорен тест по индикации и нативна радиографија на градниот кош. Трите ентитети, хронична опструктивна белодробна болест (ХОББ), силикоза и ХОББ со силикоза, се детектирани врз база на податоците добени од прашалникот и функционалните и радиолошките испитувања.

Во истражувањето се вклучени 320 рудари од подземен коп од машки пол со просечна возраст од 40 години, ранг 21-59 години. Околу две третини од испитаниците имаат средно образование, а нешто помалку од една третина основно образование. Испитаниците се поделени во две групи во зависност од должината на нивниот работен стаж на актуелното работно место, односно на испитаници со работен стаж еднаков или помал од 15 години (140 испитаници) и испитаници со работен стаж поголем од 15 години (180 испитаници). Во неколку истражувања во САД со рудари регистриран е намален вкупен број на рударите и повисока просечна возраст (46 години) што веројатно се должи на потешките услови за работа и понсиката заработувачка кај овие работници во споредба со другите професии (61). Кај околу 70% од испитаниците од целиот примерок работното место во рудникот е нивно прво работно место, односно просечниот работен стаж на испитаниците од целиот примерок изнесува 17,5 години, а просечниот работен стаж на актуелното работно место 14,5 години.

Просечната вредност на индексот на телесна маса кај испитаниците од целиот примерок изнесува околу 29, што укажува на состојба на натхранетост. Повисоки просечни вредности на БМИ од неговите уредни вредности се регистрирани и во други истражувања во нашата земја во примероци од работници од одделни професии, на пр. сидари (25,7), предачки на памук (25,8), заварувачи (25,9), административни работници (26,1) и др. (13, 62, 63). Исто така, вредности на БМИ повисоки од уредните вредности се регистрирани и во истражувањето со рудари од подземен коп спроведено во Турција (25,7). Повисоките вредности на БМИ се поврзани со зголеме ризик од појава на хронични метаболни и кардиоваскуларни болести, како и од појава на топлотна исцрпеност кај рударите, што укажува на потребата од едукација на овие работници на значењето на здравиот животен стил за нивната здравствена состојба (64, 65).

Зачестеноста на активните пушачи, поранешните пушачи и непушачите во целиот примерок изнесува околу 27%, 50%, и 22%, односно, со други зборови, околу 80% од испитаниците од целиот притисок некогаш пушеле или се уште пушат. Зачестеноста на активните пушачи е статистички значајно повисока кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место еднаков или помал од 15 години, додека зачестеноста на поранешнте пушачи и непушачи е статистички значајно повисока кај испитаниците со работен стаж поголем од 15 години. Просечниот годишен број на испушени цигари кај активните и поранешните пушачи во целиот примерок изнесува 24,78 и тој е статистички значајно повисок кај активните и поранешните пушачи од групата испитаници со работен стаж поголем од 15 години. Висока зачестеност на активни пушачи (37,8%) е регистрирана во истражувањето изведено во нашата земја во 2021 год. со испитаници од општата возрасна популација (66). Тутунскиот чад е еден од најважните фактори за оштетување на функцијата и структурата на белите дробови и високата зачестеност на пушењето кај нас укажува на ниска ефикасност на применетите антипушачки стратегии кај нас и потребата од нивно подобрување. Од друга страна, висока зачестеност на активни и поранешни пушачи е регистрирана и кај рударите од подземен коп во истражувања изведени во други земји, на пр. околу 60% кај рудари од подземен коп во Кина, околу 66% кај копачи на јаглен во САД и др. (67, 68).

Зачестеноста на испитаниците со хронична вонбелодробна болест дијагностицирана од доктор во целиот примерок изнесува 22,81% и таа е статистички значајно почеста кај испитаниците со работен стаж поголем од 15 години. Најчести регистрирани хронични вонбелодробни болести се лумбалниот синдром (10,94%), артериската хипертенизија (8,12%), дијабет тип 2 (3,44%) и други болести (4,72%). Слична зачестеност на хроничните вонбелодробни болести е регистрирана и во други истражувања изведени кај нас со испитаници од одделни занимања, на пр. ѕидари, предачки на памук, заварувачи, административни работници и др. (13, 62, 63).

Поради напреднатата инженерска контрола, користењето на соодветни лични заштитни средства и спроведените административни мерки, изложеноста на слободен силициум диоксид во рудниците во Европа, Северна Америка и Австралија во последниве децении се движи од ниски до умерени граници (69, 70, 71). Вредностите добиени од мерењата на 8-часовната изложеност на респирабилна прашина на неколку мерни места во подземниот коп и просечната вредност на 8-часовната изложеност на респирабилна прашина ги надминуваат дозволените вредности според актуелниот Правилник за минимални барања за безбедност и здравје при работа на вработени при ризици од хемиски супстанци. Вредностите на мерењата на 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид од сите мерни места се пониски од 0,1 mg/m^3 што според истиот подзаконски акт на нашата актуелна легислатива претставува максимална граница за 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид на работното место (34). Граничната вредност за 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид препорачана од Администрацијата за безбедност и здравје при работа при Владата на САД (Occupational Safety and Health at Work Administration - OSHA) е пониска и изнесува 0,05 mg/m^3 (50 microgr/m^3) следејќи ги препораките за прифатлив ризик за изложеност на слободен силициум диоскид, односно за концентрации на слободен силициум диоксид во воздухот од работната средина кај кои силикоза се јавува кај 5% од изложените работници. Дополнително, според актуелните препораки на OSHA, при измерени вредности на 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид повисоки од 0,025 mg/m^3 (25 microgr/m^3) потребни се дополнителни инженерски контроли во рудниците и здравствен надзор над изложените работници (72, 73). Актуелната препорака на Европската Комисија (ЕК), прифатена од нашата легислатива, донесена после екстензивни консултации со социјалните партнери е граничната

вредност за 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид да изнесува 0,1 mg/m^3 (74). Од друга страна, резултатите од неколку истражувања укажуваат дека граничните вредности на 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид ниту од 0,05 mg/m^3, ниту од 0,1 mg/m^3, не обезбедуваат задовилителна заштита од белодробно оштетување на изложените работници, односно дека не постои граница што се смета за безбедна, па секоја редукција на експозицијата го намалува ризикот за нарушување на респираторното здравје. Резултатите од некои истражувања укажуваат дека, освен концентрацијата на слободен силициум диоксид во пошвата од одреден терен, големо влијание врз степенот на експозиција имаат карактеристиките на работниот процес и работното место, како и спроведените превентивни мерки и активности. Респирабилната прашина што содржи сув, тукушто ослободен слободен силициум диоксид, на пр. при минирање карпи или кршење камен, може да доведе до акутна или акцелерирана форма на силикоза. Исто така, индивидуалната осетливост на изложените работници игра голема улога, па кај некои од нив белодробно оштетување можат да предизвикаат ниски дози од слободен силициум диоксид, додека други можат да толерираат висок степен на експозиција без нарушување на респираторното здравје (75-78). Пресметаната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид кај испитаниците од целиот примерок се движи од 0,11 mg/m^3 до 0,27 mg/m^3. Просечната вредност на пресметаната кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид изнесува 0,11 mg/m^3 и таа е околу два и пол пати поголема кај испитаниците со должина на работниот стаж поголема од 15 години (0,15 mg/m^3) во споредба со испитаниците со помал работен стаж (0,06 mg/m^3).

Наодите од повеќе студии за респираторните ефекти од професионалната изложеност на минерална и органска прашина спроведени во светот и кај нас укажуваат на зголемена зачестеност на респираторни симптоми кај изложените работници (79-81). Вкупни респираторни симптоми во последните 12 месеци во актуелното истражување се регистрирани кај околу една третина од испитаниците од целиот примерок на истражување (27,27%), а најчест симптом е кашлицата со искашлување (63,64% од испитаниците со респираторни симптоми), следена од диспнеа (38,64%), визинг (32,95%), кашлица (31,82%) и стегање во градите (22,73%). Според актуелната класификација на степент на тежина на диспнеата, кај сите испитаници таа е од прв степен. Зачестеноста на вкупните респираторни симптоми во последните 12 месеци е

околу два и пол пати повисока кај испитаниците со работен стаж поголем од 15 години (36,11%) во споредба со таа кај испитаниците со помал работен стаж (15,83%), односно регистрирана е статистички значајна поврзаност на вкупните респираторни симптоми во последните 12 месеци со должината на работниот стаж и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид. Исто така, регистрирана е статистички значајна поврзаност на вкупните респираторни симптоми со возраста, годишниот број испушени кутии цигари и присуството на хронична вонбелодробна болест. Зачестеноста на сите одделни респираторни симптоми е повисока кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години во споредба со нивната зачестеност кај испитаниците со помал работен стаж, но разликата не е статистички значајна. Резултатите од други истражувања ја потврдуваат високата зачестеност на респираторни симптоми кај работници професионално изложени на прашина што содржи слободен силициум диоксид. Во студијата за негативните респираторни ефекти на професионалната експозиција кај ѕидари, Минов и сор. регистрираат повисока зачестеност на вкупните респираторни симптоми (44,7%) од нивната зачестеност регистрирана во актуелното истражување, што веројатно се должи на подолгиот просечен работен стаж кај таа испитуваните ѕидари (околу 21 година) (13). Во неколку истражувања, исто така, регистрирана е статистички значајна доза-одговор релација на професионалната експозиција на прашина што содржи слободен силициум диоксид и респираторните симптоми кај изложените работници (78, 82-84).

Просечните вредности на основните спирометриски парамтери (FVC, FEV1 и односот FEV1/FVC) кај сите испитаници се во рамки на нивните референтни вредности (100,32%, 93,56%, односно 92,56%). Просечните вредности на FVC и FEV1 кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години (97,97%, односно 90,84%) се статистички значајно пониски во споредба со нивните просечни вредности кај испитаниците со помал работен стаж (103,35%, односно 97,06%), додека просечните вредности на односот FEV1/FVC кај испитаниците од двете групи се слични (93,60%, односно 91,75%). Регистрирана е статистички значајна негативна корелација помеѓу вредностите на основните спирометриски параметри и должината на работниот стаж на актуелното работно место и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид. Исто така, регистрирана е статистички значајна негативна корелација помеѓу вредностите на основните спирометриски параметри и активното пушење и годишниот број испушени кутии цигари. Во претходно спомнатата

студија за респираторните ефекти од професионалната експозиција на прашина што содржи слободен силициум диоксид кај непушачи ѕидари, утврдени се значајно пониски вредности на FVC, FEV1 и FEV1/FVC во споредба со нивните вредности кај контролната група, односно кај работници што не се експонирани на прашина што содржи слободен силициум диоксид (административни работници). Врската помеѓу кумулативната експозиција на минерални прашини и нарушувањата на белодробната функција е документирана во повеќе студии, најчесто во студии со рудари изложени на јагленова прашина. Во студија со 3.380 британски јагленокопачи без документирана пневмокониоза, регистрирана е статистички значајна поврзаност на пушењето и експозицијата на јагленова прашина со намалувањето на вредноста на FEV1 (65%) (34). Во лонгитудинални студии кај британски и американски јагленокопачи добиени се слични резултати, односно регистрирана е статистички значајна поврзаност на проценетата експозиции на јагленова прашина со стапките на опаѓање на вредноста на FEV1. Кај група од 904 млади рудари на лигнит изложени на релативно ниски концентрации на јагленова прашина во рудник на Сардинија, исто така, регистрирана е статистички значајна поврзаност на кумулативната експозиција со стапките на лонгитудинално опаѓање на FVC и FEV1 (85-89).

Вредности на односот FEV1/FVC пониски од 0,70 (70%) се регистрирани кај 9,37% од испитаниците од целиот примерок, статистички значајно почесто кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години (12,2%) во споредба со испитаниците со помал работен стаж (6,67%). Вредности на односот FEV1/ FVC пониски од 0,70 по апликација на бронходилататор што укажува на перзистентна опструкција на протокот на воздух низ дишното стебло кај 8,15% од испитаниците од целиот примерок. Просечната вредности на постбронходилататорниот FEV1 кај испитаниците кај кои спирометриски е регистриран вредност на односот FEV1/ FVC пониска од 0,70 кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години е повисока од неговата просечна вредност кај работниците со помал работен стаж (73,62%, односно 66,73%), но разликата не е статистички значајна.

И покрај убедливите резултати добиени од повеќе истражувања, професионалната експозиција на миенрална и органска прашина, гасови, пареи и чадови се уште претставува потценет фактор на ризик за настанување на ХОББ. Улогата на професионалните агенси во настанувањето на ХОББ е позната одамна, односно во

европските земји болест со карактеристики на ХОББ е опишувана кај работници од повеќе занимања, на пр. кај рударите во Холандија во втората половина од XVII век, кај работници од повеќе т.н. прашливи занимања (dusty trades) во Англија во XVIII и почетокот на XIX век и др., односно во периоди во кои пушењето не било често во овој дел од светот. Тутунскиот чад е најважниот и најдобро проучениот фактор на ризик за настанување на ХОББ, но резултатите од повеќе експериментални и клиничко-епидемиолошки истражувања укажуваат на улогата на некои професионални агенси, какви што се: јагленовата прашина, прашината што содржи слободен силициум диоксид, чадот од заварување, дрвената прашина, памучната прашина, дизел честичките и др., во настанувањето на болеста. За професии со висок ризик за настанување на ХОББ се сметаат: рударството, градежништвото, металургијата (заварување), производството на текстил, прерабоктата на дрво, земјоделството и др. Според резултатите на Националната студија за здравје и исхрана – трета фаза (National Health and Nutrition Examination Survey III – NHANES III) , популациона студија изведена во САД во која биле вклучени 10.000 адулти на возраст од 30 до 75 години, атрибуталната фракција за ХОББ предизвикана од професионалните агенси изнесува 19,2% за целиот примерок на истражување, односно 31,1% за непушачите (90-95).

Зачестеноста на ХОББ детектирана според актуелните препораки за детекција на болеста во клиничко-епидемиолошки иатражувања во целиот примерок на истражување изнесува 8,15%. Сите случаи на детектирана ХОББ според актуелните препораки на GOLD припаѓаат на категоријата лесна ХОББ, односно GOLD 1 (вредност на FEV1 еднаква или повисока од 80% од предвидената вредност за испитаникот) (19, 50). Зачестеноста на болеста во актуелното истражување е нешто пониска од нејзината зачестеност регистрирана во истражувањата во нашата земја во последнава деценија кај работници од т.н. прашливи професии, односно кај ѕидари (14,9%), текстилни работници (11,4%), работници во стоваришта за жито и мелничари (10,8%), заварувачи (15,2%) и сточари (кравари) (10,7%) (16). Ниту еден од детектираните случаи на ХОББ од актуелното истражување не ги задоволува условите и критериумите за професионална болест наведени во поглавјето 3 (*Заболувања предизвикани од инхалација на супстанции и агенси кои не се вклучени под други заглавија*) под точка 307. (*Хроничен опструктивен бронхитис или емфизем кај рудари кои работат во подземни рудници за јаглен*) во актуелниот Правилник за Листата на професионални болести на Република Северна Македонија од 2020 год. Како услов за признавање на професионалниот карактер на

болеста во наведениот подзаконски акт се наведува само работата во услови на изложеност на јагленова прашина, а како критериуми се наведуваат: клиничка слика на опструктивен бронхитис и/или емфизем, нарушување на белодробната вентилација од среден или тежок степен, нормален спирометриски наод пред вработувањето, радиографски промени за бронхитис или емфизем, доказ за прогресија на оштетувањето на белодробната функција во текот на работата и доказ дека заболениот од секогаш бил непушач (6). Како што е наведено во Поглавјето 1, резултатите од експерименталните и клиничко-епидемиолошките истражувања укажуваат дека професионална изложеност на слободен силициум диоксид може да доведе до развој на хроничен бронхит, емфизем и/или болести на малите дишни патишта во отсуство на радиолошки потврдена силикоза, односно дека настанувањето на ХОББ можат да го предизвикаат концентрации на слободен силициум диоксид што не доведуваат до појава на силикоза, поради што за оваа форма на болеста се користи терминот ХОББ предизвикан од слободен силициум диоксид (silica-induced chronic obstructive pulmonary disease – silica-induced COPD) (12, 14, 15). Професионалната ХОББ во литературата е дефинирана како форма на болеста во целост или делумно предизвикана од професионални агенси. Со оваа дефиниција од настанувањето на болеста не се елиминира ефектот на тутунскиот чад, односно ХОББ се смета за професионална болест и кај работниците кои што пушат, а во тек на работата се или биле експонирани на професионалните агенси што се нејзини докажани причинители (96-98). На овој начин дефинираната професионална ХОББ е вклучена во Листата на професионални болести на Меѓународната организација на трудот првпат во 2002 год. и во нејзината последна ревизија од 2010 год. во поглавјето *2.1. Респираторни болести (2.1. Respiratory diseases*) како *2.1.9. Хронична опструктивна белодробна болест предизвикана од инхалација на јагленова прашина, прашина што се ослободува од работа со камења и песок, дрвна прашина, житна прашина и прашина што се ослободува при активностите во земјоделството и стошарството, текстилна прашина и хартиена прашина, поврзано со професионалните активности на болниот* (*2.1.9. Chronic obstructive pulmonary disease caused by inhalation of coal dust, dust from stone quarries, wood dust, dust from cereals and agricultural work, dust in animal stables, dust from textiles, and paper dust, arising from work activities*) (5).

Во актуелното истражување статистички значајна поврзаност на ХОББ е регистрирана со должината на работниот стаж, степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид, годишниот број на испушени кутии цигари и присуството

на хронични вонбелодробни болести (коморбидитети). Како статистички значајни предиктори за појавата на ХОББ добиени со униваријантната логистичка регресија се возраста, должината на работниот стаж, кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид, кумулативната експозиција на тутунски чад (годишниот број на испушени кутии цигари) и присуството на хронична вонбелодробна болест/болести, додека статистички значајни независни предиктори за појава на ХОББ добиени со мултипната логистичка регресија се кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид и годишниот бројот испушени кутии цигари.

Зачестеноста на ХОББ кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години (12,22%) е статистички значајно повисока во споредба со нејзината зачестеност кај испитаниците со помал работен стаж (3,33%), односно регистрирана е статистички значајна линеарна позитивна корелација помеѓу кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид и присутноста на ХОББ. Јасна доза-одговор релација е регистрирана во истражувања со експериментални животни, како и во клиничко-епидемиолошки и *post mortem* истражувања кај работници со ХОББ изложени на прашина што содржи слободен силициум диоксид. Според резултатите од експерименталните истражувања со стаорци изложени на прашина што содржи слободен силициум диоксид, емфизематозни промени во белите дробови се јавуваат при пониски дози на слободен силициум диоксид во однос на појавата на промените во малите дишни патишта и на раните силикотични нодули. Овој наод сугерира дека емфиземот веројатно претходи на силикозата кај работниците изложени на прашина што содржи слободен силициум диоксид, како и дека во случаите на тешки форми на силикоза предизвикани од изложеност на високи концентрации на слободен силициум диоксид рестриктивните промени во белите дробови го отежнуваат детектирањето на перзистентната опструкција на дишните патишта предизвикана од слободниот силициум диоксид (99, 100). Статистички значајно перзистентно намалување на воздушниот проток низ дишните патишта во функција на кумулативната експозиција е регистрирано кај работници во преработка на гранит кај кои што не е детектирана силикоза во шведската студија со 12-годишен период на следење (101). Во норвешката студија, исто така со работници во преработка на гранит, регистрирана е статистички значајна доза-одговор релација помеѓу кумулативната експозиција на слободен силициум диоскид и ХОББ без придружна силикоза. Во истата студија е пресметано намалување на вредноста на FEV1 од 4,3 ml за секоја година изложеност на

прашина што содржи слободен силициум диоксид, а релацијата доза-одговор била слична кај работниците со ХОББ кои што биле непушачи, поранешни пушачи или активни пушачи (102). Статистички значајна доза-одговор релација помеѓу ХОББ и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид е регистрирана и во случаите на ХОББ со придружна силикоза во истражувањата кај рудари во рудници за злато во Јужна Африка, рудари во рудници за молибден во САД, работници во каменоломи во Канада и др. (103-105). Резултатите од *post mortem* истражувањата, исто така, укажуваат на релевантна доза-одговор релација помеѓу кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид и степенот на тежина на емфизематозните промени и на промените во малите дишни патишта кај работници изложени на слободен силициум со ХОББ без или со придружна силикоза (106-108).

Тутунскиот чад како фактор на ризик за настанување и прогресија на ХОББ (tobacco-induced COPD) со јасна доза-одговор релација е потврден во бројни епидемиолошко-клинички истражувања, како и во експериментални истражувања на лабораториски животни (109-111). Од друга страна, резултатите од повеќе истражувања укажуваат дека во настанувањето на ХОББ здруженото дејство на тутунскиот чад и професионални агенси за кои што е докажано дека можат да ја предизвикаат болеста не е адтивно, туку мултипликативно (112-114). Во актуелното истражување регистрирана е статистички значајна поврзаност на ХОББ со пушењето, односно статистички значајна линеарна позитивна корелација помеѓу присуството на ХОББ и годишниот број на испушени кутии цигари кај активните и поранешните пушачи. Резултатите од неколку истражувања укажуваат дека тутунскиот чад го потенцира влијанието на слободниот силициум диоксид во настанувањето на ХОББ. Според резултатите добиени од истражувањето кај рудари од рудници за злато во Јужна Африка, атрибуталната фракција за настанување на тешка опструкција на дишните патишта само за изложеност на слободен силициум диоксид изнесува 8%, за тутунскиот чад 42%, за здруженото дејство на слободниот силициум диоксид и тутунскиот чад 40% и за непознати фактори 10%. Врз база на овие резултати проценето е дека со елиминација на изложеноста на слободен силициум диоксид би се превенирале 48%, а со елиминација на изложеноста на слободен силициум диоксид и тутунскиот чад 82% од случаите на ХОББ кај рударите (115). Во *post mortem* анализата, исто така кај рудари од рудниците за злато во Јужна Африка, утврдено е дека атрибуталната фракција за морталитет од ХОББ само за изложеноста на слободен силициум диоксид изнесува 5%, само за тутунскиот чад 34%,

за здруженото дејство на слободниот силициум диоксид и тутунскиот чад 59% и за непознати фактори 2%. Врз база на овие резултати проценето е дека во отсуство на изложеност на слободен силициум диоксид би можеле да се превенираат 64% од смртните случаи од ХОББ, а во отсуство на здружена изложеност на слободен силициум диоскид и тутунски чад 93% од смртните случаи од ХОББ кај рударите (116).

Кај пациентите со ХОББ често се присутни други белодробни и вонбелодробни болести (коморбидитети) што ги влошуваат текот и прогнозата на болеста. Коморбидитетите кај ХОББ често се превидуваат и не се лекуваат поради што тие треба да бидат активно барани кај секој пациент со ХОББ. Најчести белодробни коморбидитети се: бронхиектазиите, белодробниот канцер, оструктивната ноќна апнеа и др., а најчести вонбелодробни коморбидитети се: кардиоваскуларните болести (артериска хипертензија, исхемична болест на срцето, атријален фибрилофлатер, срцева слабост и др.), метаболните болести (гојазност, метаболен синдром, дијабетес мелитус тип II и др.), остеомускулните нарушувања, менталните нарушувања и др. (117-120). Во актуелното истражување е регистрирана статистички значајна поврзаност помеѓу ХОББ и присуството на хронична вонбелодробна болсет дијагностицирана од доктор. Една или повеќе хронични вонбелодробни болести се присутни кај скоро половина (46,15%) од испитаниците со детектирана ХОББ., а најчест коморбидитет е артериската хипертензија. Појавата на коморбидитети кај ХОББ се должи на повеќе етиопатогенетски механизми, какви што се: нискостепената системска инфламација, ефектот на тутунскиот чад врз повеќе органи и системи, оксидативниот стрес, нарушувањата на неврохуморалните регулаторни механизми, нарушената гасна размена што доведува до хипоксија, ефектот на забрзано стареење и др. (121-123).

Како што е наведено во поглавјето 1. Вовед, во втората половина од XIX и првата половина од XX век силикозата била најчестата професионална болест на белите дробови во целиот свет поради неконтролираната или слабо контролирана експозиција на слободен силициум диоксид и по интензитет и по времетраење. Со подобрување на превентивните мерки и активности (мерки на инженерска контрола, примена на лични заштитни средства, медицински надзор над изложените работници и административни мерки со кои што се ограничени степенот и времетраењето на експозицијата) во земјите од Европа, Северна Америка и Австралија морбидитетот, онеспособеноста и морталитетот од силикоза се значајно намалени, но болеста се уште претставува значаен

дел од професионалната белодробна патологија кај рударите во рудниците за јаглен, метали и минерали, градежните работници, работниците во производството на цемент, стакло, керамика и порцелан и другите работници кои што во текот на работата се изложени на прашина што содржи слободен силициум диоксид. Од друга страна, во земјите во кои што професионалните стандарди за контрола на професионалната експозиција на прашина што содржи слободен силициум диоксид зачестеноста на силикозата е висока, со појава на акутната, акцелерираната и тешките форми на хроничната силикоза, кои што денес многу ретко се сретнуваат во земјите од Европа, Северна Америка и Австралија (124- 126).

Во актуелното истражување во целиот примерок на истражување регистрирана е зачестеност на силикозата од 4,39%. Според клиничките и радиолошките карактеристики кај сите детектирани случаи се работи за хронична силикоза класифицирана како силикоза 1/1 p/p, односно регистрирани се мали правилни паренхимски засенчувања со дијаметар до 1,5 mm (p/p) со густина (профузија) 1, класифицирана во централната супкатегорија (1/1) (45, 46). Ниту еден од детектираните случаи на силикоза од актуелното истражување не ги задоволува критериумите за професионална болест наведени во поглавјето 3 (*Заболувања предизвикани од инхалација на супстанции и агенси кои не се вклучени под други заглавија*) под точка 301.11 (*Силикоза – Pneumoconiosis silicotica*) во актуелниот Правилник за Листата на професионални болести на Република Северна Македонија од 2020 год. Како критериуми за признавање на професионалниот карактер на болеста се наведуваат: 1) Радиографски промени за фиброза на белите дробови со профузија 2/1 и повеќе тип p, q, r или 2) Радиографски промени за фиброза на белите дробови со профузија 1/1 и повеќе тип p, q или r и пореметување на вентилацијата на белите дробови од среден или тежок степен (радиографијата на белите дробови мора да биде направена според препораките на ILO) (6). Според резултатите од истражувањето спроведено во нашата земја кај група од 315 тунелски работници следени во периодот 1963-1995 год. зачестеноста на силикозата изнесувала 10,5% (127). Слични резултати се добиени и во истражувањата изведени во САД и Западна Европа во истиот период, односно зачестеноста на хроничната силикоза е проценета на 5-10% од работниците со професионална експозиција на слободен силициум диоксид, а зачестеноста на хроничната силикоза со прогресивна масивна фиброза на околу 1% од изложените работници. Во земјите на Европската Унија во 1995 год. регистрирани се 4.381 случаи на силикоза со стапка на

инциденција 29/1.000.000 работници, а околу 60% од регистрираните работници биле рудари во рудници за јаглен и метали. Според податоците од САД, морталитетот од силикоза во општата популација во 1968 год. изнесувал 12/1.000.000 лица, а во 1991 год. 2/1.000.000 лица (128-131).

Во актуелното истражување регистрирана е статистички значајна поврзаност на силикозата со должината на работниот стаж и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид. Статистички значајна поврзаност со пушењето и другите варијабли од интерес не е регистрирана. Како статистички значајни предиктори за појавата на силикоза добиени со униваријантната логистичка регресија се возраста, должината на работниот стаж и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид, додека како статистички значаен независен предиктор за појавата на силикоза со мултипната логистичка регресија добиена е само кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид.

Зачестеност на силикозата е статистички значајно повисока кај рударите со стаж на актуелното работно место поголем од 15 години (6,67%) во споредба со нејзината зачестеност кај рударите со помал работен стаж (1,67%), односно регистрирана е статистички значајна линеарна позитивна корелација што укажува дека со порастот на вредноста на кумулативната експозиција се зголемува зачестеноста на силикоза. Просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана силикоза е повисока во споредба со просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана ХОББ (0,20 mg/m^3, односно 0,16 mg/m^3). Резултатите од систематскиот преглед и мета-анализата на релацијата доза-одговор на Howlett и сор. на осум релевантни студии што ја истражувале поврзаноста на силикозата со кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид со вклучени 8.792 испитаници од 2024 год. укажуваат на статистички значајно влијание на кумулативната експозиција врз зачестеноста на силикозата, а истото било многу поизразено кај работниците во рудници во споредба со работниците изложени на слободен силициум диоксид на други работни места. Од тие причини, авторите предлагаат намалување на граничната вредност на 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид на работното место од 0,1 mg/m^3 (гранична вредност препорачана од ЕК) на 0,05 mg/m^3 (132). Како што е претходно наведено, граничната вредност за 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид препорачана од Администрацијата за безбедност и здравје при работа при Владата на САД (Occupational Safety and Health at Work Administration - OSHA) изнесува

0,05 mg/m^3, а донесена е врз база на резултатите од неколку истражувањата за влијанието на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид врз инциденцијата на силикоза кај изложените работници. Според резултатите од истраувањето на Finkelstein ризикот за појава на силикоза при 30-годишна експозиција на 8-часовната изложеност на слободен силициум диоксид од 0,1 mg/m^3 изнесува околу 25%, додека со редукција на 8-часовната изложеност на 0,05 mg/m^3 ризикот за појава на силикоза се намалува на помалку од 5%. Резултатите од истражувањето на Mannetje и сор. укажуваат дека кај рударите намалувањето на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид од 4 mg/m^3 на 2 mg/m^3 доведува до намалување на кумулативниот ризик од силикоза за 77%, додека резултатите од истражувањето на Buchanan и сор. укажуваат дека кај работниците изложени на слободен силициум диоксид кои што не работат во рудници (non-miners) намалувањето на кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид од 4 mg/m^3 на 2 mg/m^3 доведува до помало намалување на кумулативниот ризик од силикоза (45%) (73, 74, 133-137).

Професионалната изложеност на слободен силициум диоксид кај некои изложени работници преку различни патогенетски механизми може да доведе до појава на повеќе од една болест на белите дробови (ХОББ и силикоза, ХОББ и белодробен карцином, силикоза и белодробен карцином или ХОББ, силикоза и белодробен карцином). Здружената појава на ХОББ и силикоза во актуелното истражување е регистрирана кај 1,25% од испитаниците. Како и во случаите на изолирана ХОББ и изолирана силикоза кај овие испитаници се регистрирани лесни форми на двете болести, односно степенот на тежина на ХОББ одговара на класата GOLD 1, додека детектираната силикоза одговара на класата 1/1 p/p. Ниту еден од детектираните случаи на здружени ХОББ и силикоза не ги задоволува критериумите на актуелниот Правилник за Листата на професионални болести од 2020 год. за признавање на професионалниот карактер на болеста. Во поглед на работоспособноста, како и во случаите на изолирана ХОББ или изолирана силикоза, со оглед на тоа што се работи за лесни форми на болестите, како и според актуелните препораки за одржувањето на работната способност како многу важна цел од вкупното менаџирање на болеста и актуелната легислатива од оваа област во нашата земја, овие испитаници можат да продолжат да работат на нивните работни места со внимателно следење на динамиката на болеста со редовните периодични прегледи и потребните дополнителни испитувања и евентуална интервенција во поглед

на нивната понатамошна работа (намалување или прилагодување на обемот на работата или работното време или промена на работното место) (138-142).

Сите случаи на здружени ХОББ и силикоза се детектирани кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години. Регистрирана е статистички значајна поврзаност на здружените ХОББ и силикоза со должината на работниот стаж, кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид и присуството на хронични вонбелодробни болести (коморбидитети). Статистички значајна поврзаност со пушењето и другите варијабли од интерес не е регистрирана. Просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана здружена ХОББ со силикоза (0,22 mg/m^3) е повисока во споредба со просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана изолирана ХОББ (0,16 mg/m^3) и изолирана силикоза (0,20 mg/m^3). Како статистички значајни предиктори за здружената појава на ХОББ и силикоза добиени со униваријантната логистичка регресија се возраста и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид, додека како статистички значаен независен предиктор за здружената појава на двата ентитета со мултипната логистичка регресија добиена е само кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид.

Резултатите од истражувањата укажуваат дека здружените ХОББ и силикоза, односно комбинацијата на опструирани дишни патишта и оштетен белодробен паренхим, се јавува кај околу 30% од работниците со силикоза, што одговара на резултатот добиен од актуелното истражување, најчесто кај рударите и градежните работници. Слично на резултатите од актуелното истражување резултатите од неколку истражувања укажуваат на статистички значајна поврзаност на здружената ХОББ и силикоза со кумулативната експозиција на слободен силциум диоксид. Од друга страна, резултатите од овие истражувања укажуваат на статистички значајна поврзаност на здружените ХОББ и силикоза и со активното пушење и степенот на изложеност на тутунскиот чад што во актуелното истражување не е регистиранао, а веројатно се должи на поголемиот број испитаници вклучени во тие истражувања и следствено повисоката зачестеност на комбинацијата од двата ентитета, како и различните карактеристики на испитаниците во однос на нивните карактеристики од актуелното истражување. Кај повеќе од 80% од испитаниците со здружени ХОББ и силикоза е регистрирана лесна ограниченост на воздушниот проток низ дишните патишта што е слично со резултатите добиени од актуелното истражување. Резутатите од истражувањата укажуваат на потежок тек на болеста кај испитаниците со здружени ХОББ и силикоза во споредба со

текот на болеста кај изолираната ХОББ и изолираната силикоза што ја нагласува потребата од адекватни превентивни мерки и активности и внимателно следење на здравствената состојба на изложените работници (143-147).

6. ЗАКЛУЧОЦИ

Според резултатите добиени со истражувањето, можат да се донесат следниве заклучоци:

- Сите испитаници се од машки пол со просечната возраст околу 40 год. и просечен работен стаж на актуелното работно место околу 14,5 години, при што нешто повеќе од половина од иситаниците имаат работен стаж поголем од 15 години.
- Пресметаната просечна кумулативна експозиција укажува на експозиција на ниски концентрации на слободен силициум диоксид и таа кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години е два и пол пати повисока во споредба со просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со помал работен стаж.
- Околу една петтина од испитаниците има една или повеќе хронични вонбелодробни болести, најчесто лумбален синдром и артериска хипертензија, а просечната вредност на БМИ на испитаниците укажува на натхранетост.
- Околу половина од испитаниците се поранешни пушачи, околу една четвртина се активни пушачи, а само една петтина се непушачи. Зачестеноста на поранешни пушачи и непушачи е статистички значајно повисока, а зачестеноста на активни пушачи статистички значајно пониска кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години во споредба со испитаниците со помал работен стаж.

Просечниот годишен број испушени кутии цигари изнесува околу 25 и тој е статистички значајно повисок кај активните и поранешните пушачи со работен стаж поголем од 15 години.

- Еден или повеќе респираторни симптоми (кашлица, кашлица со искашлување, диспнеа, визинг и стегање во градите), односно вкупни респираторни симптоми, се регистрирани кај околу 30% од сите испитаници. Најчести респираторни симптоми се кашлицата со искашлување и диспнеата, регистрирани кај околу 60%, односно 40% од испитаниците со респираторни симптоми.
- Зачестеноста на испитаниците со еден или повеќе респираторни симптоми е статистички значајно повисока кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години во споредба со нивната зачестеност кај испитаниците со помал работен стаж. Зачестеноста на сите одделни респираторни симптоми е повисока кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години во споредба со нивната зачестеност кај испитаниците со помал работен стаж, но разликата не е статистички значајна.
- Регистрирана е статистички значајна поврзаност на испитаниците со еден или повеќе респираторни симптоми со должината на работниот стаж и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид.
- Просечните вредности на основните спирометриски парамтери (FVC, FEV1 и односот FEV1/ FVC) кај сите испитаници се во рамки на нивните референтни вредности. Просечните вредности на FVC и FEV1 кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години се статистички значајно пониски во споредба со нивните просечни вредности кај испитаниците со помал работен стаж, додека просечните вредности на односот FEV1/ FVC кај испитаниците од двете групи се слични.
- Регистрирана е статистички значајна негативна корелација помеѓу вредностите на основните спирометриски параметри и должината на работниот стаж на актуелното работно место и кумулативната експозиција на слободен силициум диоксид. Исто така, регистрирана е статистички значајна негативна корелација помеѓу вредностите на основните спирометриски параметри и активното пушење и годишниот број испушени кутии цигари.

- Вредности на односот FEV1/ FVC пониски од 0,70 (70%) се регистрирани кај околу 10% од испитаниците од целиот примерок. Вредности на односот FEV1/ FVC пониски од 0,70 по апликација на бронходилататор што укажува на перзистентна опструкција на протокот на воздух низ дишното стебло кај околу 8% од испитаниците од целиот примерок.
- Просечната вредности на постбронходилататорниот FEV1 кај испитаниците кај кои спирометриски е регистрирана вредност на односот FEV1/ FVC пониска од 0,70 кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години е повисока од неговата просечна вредност кај работниците со помал работен стаж, но разликата не е статистички значајна.
- Зачестеноста на испитаници со детектирана ХОББ во целиот примерок изнесува околу 8%. Зачестеноста на болеста кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголема од 15 години е околу пет пати повисока во споредба со нејзината зачестеноста кај испитаниците со помал работен стаж. Сите регистрирани случаи на ХОББ во двете групи според степенот на тежина се класифицирани како лесна ХОББ.
- Регистрирана е статистички значајна поврзаност на ХОББ со должината на работниот стаж, степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид, годишниот број испушени кутии цигари и присуството на коморбидитети (хронични вонбелодробни болести).
- Зачестеноста на испитаници со детектирана силикоза во целиот примерок изнесува околу 4%, односно таа е околу два пати пониска од зачестеноста на испитаници со ХОББ. Зачестеноста на болеста кај испитаниците со работен стаж на актуелното работно место поголема од 15 години е околу шест пати повисока во споредба со нејзината зачестеноста кај испитаниците со помал работен стаж. Сите регистрирани случаи на силикоза во двете групи според степенот на тежина се класифицирани како силикоза 1/1, p/p.
- Регистрирана е статистички значајна поврзаност на силикозата со должината на работниот стаж и степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид.
- Зачестеноста на испитаници кај кои што е детектирана здружена појава на ХОББ и силикоза изнесува околу 1%. Сите случаи на здружена појава на ХОББ и силикоза се регистрирани во групата испитаници со работен стаж на актуелното работно место поголем од 15 години.

- Регистрирана е статистички значајна поврзаност на здружената појава на ХОББ и силикоза со должината на работниот стаж, степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид и присуството на коморбидитети.
- Просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана здружена ХОББ со силикоза е повисока во споредба со просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана изолирана ХОББ и изолирана силикоза, а просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана изолирана силикоза е повисока во споредба со просечната кумулативна експозиција кај испитаниците со детектирана изолирана ХОББ.
- Како статистички значајни предиктивни параметри за појавата на ХОББ регистрирани се: возраста, должината на работниот стаж, степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид, годишниот број на испушени кутии цигари и присуството на коморбидитети. Како независни статистички значајни предиктори за појавата на ХОББ регистрирани се степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид и годишниот број на испушени кутии цигари.
- Како статистички значајни параметри за појавата на силикоза регистрирани се: возраста, должината на работниот стаж и степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид. Како независен статистички значаен предиктор за појавата на силикоза регистриран е степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид.
- Како статистички значајни параметри за здружената појава на ХОББ и силикоза регистрирани се: возраста и степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид. Како независни статистички значаен предиктор за здружената појава на ХОББ и силикоза регистриран е степенот на кумулативна експозиција на слободен силициум диоксид.
- Добиените резултати ја потврдуваат работната хипотеза на истражувањето, како и наодите од други истражувања од оваа област.
- Добиените резултати, исто така, укажуваат на негативнитете ефекти на професионалната изложеност на прашина што содржи слободен силициум диоксид врз респираторното здравје на изложените работници и на потребата од подобрување на превентивните мерки и активности за негова заштита.

7. ПРЕДЛОГ МЕРКИ И ПРЕПОРАКИ

Врз основа на резултатите добиени од истражувањето можат да се донесат следниве предлог-мерки и препораки за заштита на респираторното здравје на рударите од одземен коп:

- Целосно спроведување на постоечките мерки на колективна заштита (автоматизација, вентилација, временска и просторна сегрегација и др.), одржување и контрола на ефикасноста на системите за колективна заштита (на пр. системот за вентилација) и воведување на дополнителни инженерски мерки во согласност со новите технологии во оваа област за да се одржи концентрацијата на слободен силициум диоксид во воздухот од работната средина на најниско можно ниво
- Редовно користење на личните заштитни средства, редовна контрола на нивната состојба и едукација на рударите за нивното користење
- Редовен мониторинг на концентрациите на респирабилна прашина и слободен силициум диоксид во воздухот од работната средина, нивно одржување во границите предвидени со актуелната законска регулатива од оваа област и информирање на работниците за резултатите од мониторингот
- Едукација на рударите за потенцијалните штетни ефекти од нивната професионална изложеност и можностите за нивно минимизирање
- Следење на здравствената состојба и работната способност на рударите со регуларно спроведување на превентивните здравствени прегледи во согласност со одредбите на актуелната законска регулатива од оваа област
- Дополнителни испитувања кај рударите кај кои што при превентивните здравствени прегледи се регистрирани отстапувања од вредностите на параметрите од интерес и донесување адекватна одлука за нивната здравствена состојба и работна способност според резултатите добиени од овие испитувања
- Едукација на рударите за штетните ефекти од пушењето и комбинираниот ефект на тутунскиот чад и изложеноста на слободен силициум диоксид и спроведување на кампањи за прекин на пушењето на рударите кои што се активни пушачи

- Едукација на рударите за штетните ефекти од пасивното пушење и стриктно почитување на одредбите на Законот за пушење за забрана на пушењето на работното место
- Едукација на рударите за бенефитите од здравиот начин на живот, односно од здравите навики во исхраната, одржувањето на телесната тежина во нормални граници и потребата од редовна физичка активност во слободното време во согласност со возраста и здравствената состојба
- Спроведување, подобрување и контрола на ефикасноста на сите превентивни мерки и активности со заедничко дејство на работодавачот, претставниците на рударите, стручните лица за заштита при работа во компанијата и специјалистите по медицина на трудот кои што ги спроведуваат превентивните здравствени прегледи кај овие работници
- Модификација на критериумите со зголемување на бројот на занимањата со висок ризик за настанување на ХОББ и модификација на условите за признавање на професионалната етиологија на ХОББ во Правилникот за Листата на професионални болести на Република Северна Македонија од 2020 год. во согласност со резултатите од актуелните истражувања од оваа област и со препораките од Листата на професионални болести на Меѓународната организација на трудот од 2010 год.
- Понатамошни истражувања за ефектите на професионалната експозиција на слободен силциум диоксид врз респираторното здравје на изложените работници со евентуална корекција на граничната вредност на просечната 8-часовна изложеност на слободен силициум диоксид на работното место.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Silica, Crystalline. Safety and Health Administration. United States Department of Labor. Достапно на: *www.osha.gov/silica-crystalline* (Пристапено 14.04.2026).

2. Jalloul AS, Banks DE. The health effects of silica exposure. In: Rom WN (ed). Environmental and occupational health, 4th ed. Boston: Lippincot Williams&Wilkins 2007, p. 366-383.

3. Deslauriers J, Redlich C. Silica exposure, Silicosis and New Occupational Safety and Health Administration Silica Standard. Annals American Thoracic Society. 2018; 15(12):1391-1392.

4. Requena-Mullor M, Alarcon-Rodriguez R, Parron-Carreno T, et al. Association between Crystalline Silica Dust Exposure and Silicosis Development in Artificial Stone Workers. Int J Environ Res Public Health 2021; 18: 5625.

5. International Labour Organization. ILO List of Occupational Diseases (revised 2010). Достапно на: *www. ilo.org/wcmsp/groups/public* (Пристапено 14.04.2026).

6. Правилник за Листата на професионалните болести на Република Северна Македонија. Сл. весник на РСМ бр. 118/20.

7. Rees D, Swanepoel C, Murrey A. Action on silica, silicosis and tuberculosis. African Newsletter on Occupational Health and Safety. Достапно на: *https://www.ttl.fi/* (Пристапено 17.04.2026).

8. Scarselli A, Binazzi A, Forastiere F, et al. Industry and job-specific mortality after occupational exposure to silica dust. Occupational Medicine. 2011; 6 (61): 422-429.

9. Koller M, Scholz S, Pletscher C, Miedinger D. Silicosis in Switzerland. Int J Occup Med Environ Health. 2018; 31(5): 659-676.

10. Fan Y, Xu W, Wang Y, et al. Association of occupational dust exposure with combined chronic obstructive pulmonary disease and pneumoconiosis: a cross-sectional study in China. BMJ Open 2020; 10: e038874.

11. Blanc PD, Annesi-Maesano I, Balmes JR, et al. The Occupational Burden of Nonmalignant Respiratory Diseases. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Statement. Am J Respir Crit Care Med 2019; 199: 1312-1334.

12. Hnizdo E, Vallyathan. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. Occup Environ Med 2003; 60: 237-243.

13. Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Vasilevska K, et al. Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Never-Smoking Bricklayers. Maced J Med Sci 2013; 6(4): 397-403.

14. Omland O, Wurtz ET, Aasen TB, et al. Occupational chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. Scand J Occup Environ Health 2014; 40 (1): 19-35.

15. Cho Y, Lee J, Choi M et al. Work-related COPD after years of occupational exposure. Ann Occup Environ Med 2015; 27:6.

16. Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Vasilevska K, et al. Chronic obstructive pulmonary disease and occupational exposures: epidemiological evidence from R. Macedonia. Arch Pulmonol Respir Care 2016; 2 (1): 032-036.

17. Syamlal G, Doney B, Mazurek JM. Chronic Obstructive Pulmonary Disease Prevalence Among Adults Who Have Never Smoked, by Industry and Occupation – United States, 2013-2017. MMWR 2019; 68 (13): 303-307.

18. Minov J. Occupational chronic pulmonary disorder: prevalence and prevention. Expert Review of Respiratory Medicine 2021, DOI: 10.1080/17476348.20212011722.

19. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2026 Report. Достапно на: *htpps://goldcopd.org/* (Пристапено 18.04.2026).

20. Nemakayala DR, Surmachevska N, Vaqar S, Ramphul K. Caplan Syndrome. Достапно на: *www.ncbi.nlm.nih.gov/* (Пристапено 18.04.2026).

21. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 68: Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils, 1997. Достапно на: *www.monographs.iarc.who.int/* (Пристапено 21.04.2026).

22. Honma K, Chiyotani K, Kimura K. Silicosis, mixed dust pneumoconiosis and lung cancer. Am J Ind Med 1997; 32: 595-599.

23. Steenland K, Ward E. Silica: A lung cancerogen. CA Cancer J Clin 2014; 64: 63-69.

24. Sato T, Shimosato T, Klinkman DM. Silicosis and lung cancer: current perspectives. Lung Cancer 2018; 9: 91-101.

25. Preventing Silicosis and Deaths in Construction Workers. Centers for Diseases Control and Prevention 2019. Достапно на: *www.cdc.gov/niosh/docs/* (Пристапено 21.03.2025).

26. Barnes H, Goh NSL, Leong TL, Hoy R. Silica-associated lung disease: An old-world exposure in modern industries. Respirology 2019; 24 (12): 1165-1175.

27. OSHA's Fact Sheet. Respirable Crystalline Silica Standard for General Industry and Maritime. Достапно на: *www.osha.gov/sites* (Пристапено 14.04.2026).

28. Правилник за видот, начинот и обемот на здравствените прегледи кај вработените. Сл. весник на РМ бр.171/10.

29. Уредба за видот, начинот, обемот и ценовникот на здравствените прегледи на вработените. Сл. весник на РМ бр. 60/13.

30. National Guidance for doctors assessing workers exposed to respirable crystalline silica dust. Australian Government. Department of Health. Достапно на: *www.health.gov.au/* (Пристапено 26.04.2026).

31. Bakke PS, Ronmark E, Eagan T, et al. Recommendations for epidemiological studies on COPD. Eur Respir J 2011; 39: 1261-1277.

32. Guideline for assessing engineered stone workers exposed to silica. Достапно на: www.worksafe.qld.gov.au/ (Пристапено 28.04.2026).

33. Лабораторија АМБИКОН-Кампус 2. Универзитет "Гоце Делчев" – Штип. Факултет за природни и технички науки. Извештај за персонална изложеност на суспендирани цврсти честички. Бр. 16-518/1 од 10.07.2024 год.

34. Правилник за минимални барања за безбедност и здравје при работа на вработени при ризици од хемиски супстанци. Сл. весник на РМ бр. 46/10.

35. Alvarez RF, Gonzalez CM, Martinez AQ, et al. Guidelines for Diagnosis and Monitoring of Silicosis. Recommendations of SEPAR. Arch Bronconeumolog 2015; 51(2): 86-93.

36. WHO Report on the Global Tobacco Epidemic, 2019, Geneva: World Health Organization, 2019.

37. Pack-years smoked. Достапно на: *https//www.mdcalc.com.* (Пристапено 26.03.2025).

38. Calverley PM, Nordyke RJ, Halbert RJ, et al. Development of a population-based screening questionnaire for COPD. COPD 2005; 2 (2): 225-232.

39. Price DB, Tinkelman DG, Halbert RJ, et al. Symptom-based questionnaire for identifying COPD in smokers. Respiration 2006; 73: 285-295.

40. Fletcher CM. Standardised questionnaire on respiratory symptoms: a statement prepared and approved by the MRC Committee on the Aetiology of Chronic Bronchitis (MRC breathlessness score). BMJ 1960; 2: 1665.

41. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, ет ал. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J 2005; 26(5): 948-968.

42. Culver BH, Graham BL, Coates AL, et al. Recommendations for Standardized Pulmonary Function Report. An Official American Thoracic Society Technical Statement. Am J Respir Crit Care Med 2017; 196 (11): 1463-1472.

43. Townsend MC. The American Thoracic Society / European Respiratory Society 2019 Spirometry Statement and Occupational Spirometry Testing in the United States. Am J Respir Crit Care Med 2020; 201 (8): 1010-1011.

44. Aziz ZA, Hansell DM. Occupational and environmental lung disease: the role of imaging. In: Gevenois PA, de Vuyst P, eds. Imaging of Occupational and Environmental Disorders of the Chest. Berlin: Springer, 2006.

45. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). The radiological features of silicosis. Достапно на: *www.niosh.ac.za/* (Пристапено 22.04.2026).

46. Guidelines for the use of the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. Revised Edition 2022. International Labour Organization, Geneve, 2022.

47. Hering KG, Jacobsen M, Bosch-Galetke E, et al. Further development of the International Pneumoconiosis Classification--from ILO 1980 to ILO 2000 and to ILO 2000/German Federal Republic version. Pneumologie 57 (10); 2003: 576-584.

48. Leung CC, Yu ITS, Chen W. Silicosis. Lancet 2012; 379: 2008–2018.

49. Li T, Yang X, Xu H, Liu H. Early identification, accurate diagnosis and treatment of silicosis. Canadian Respiratory Journal 2022. Достапно на: https://doi.org/10.1155/20223769134 (Пристапено 28.03.2025).

50. Bakke PS, Ronmark E, Eagan T, et al. Recommendations for epidemiological studies on COPD. Eur Respir J 2011; 39: 1261-1277.

51. Meijer E, Kromhout H, Heederik A. Respiratory effects of exposure to low levels of concrete dust containing crystalline silica. Am J Ind Med 2001; 40:133–140.

52. Dimich-Ward H, Kennedy SM, Chen-Young M. Occupational exposures and chronic airflow limitation. Can Respir J 1996; 3: 133-140.

53. Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Vasilevska K, et al. Occupational asthma in subjects occupationally exposed to herbal and fruit tea dust. Arh Hig Rada Toksikol 2007; 58: 211-221.

54. Minov J**,** Karadzinska-Bislimovska J, Vasilevska K, et al. Respiratory and nasal symptoms, immunological changes and lung function among petroleum refinery workers. Med Lav 2010; 101 (5): 364-374.

55. Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Vasilevska K, et al. Exercise-related respiratory symptoms and exercise-induced bronchoconstriction in industrial bakers. Arch Environ Occup Health 2013; 68 (4): 235-242.

56. Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Tutkun E, et al. Chronic obstructive pulmonary disease in never-smoking male workers exposed to grain dust. TURJOEM 2015; 1(3): 9-21.

57. Jones O. Underground Miners Lungs and related Occupational Health Issues in Australia. Достапно на: *www.documents.parliament.qld.gov.au/* (Пристапено 30.04.2026).

58. Aziz N, Cram K, Hewitt A. Mine Dust and Dust Suppression, Australasian Coal Mining Practice, Monograph 12, Third Edition, 2009.

59. Mining and Other Respiratory Hazards. Достапно на: *www.cdc.gov/.niosh/mining/topicsrespiratory-hazards.html* (Пристапено 30.04.2026).

60. Mine Dust Lung Disease. Достапно на: *www.busines.qld.gov.aul* (Пристапено 30.04.2026).

61. Milewski A. The mining industry is running out of miners. Достапно на: *https://oregongroup.com/* (Пристапено 26.04.2026).

62. Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Tutkun E, et al. Chronic obstructive pulmonary disease in never-smoking female workers exposed to cotton dust. Maced J Med Sci. *http://dx.doi.org/10 3889/MJMS.1857-5773.2014.0386*.

63. Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Vasilevska K, et al. Chronic obstructive pulmonary disease in never-smoking welders. Eur Respir J 2015; 46 (59): PA 1172.

64. Bilici S, Saglam F, Beyhan Y, et al. Energy expenditure and nutritional status in coal miners: A cross-sectional study. Arch Environ Occup Health 2016; 71(5): 293-299.

65. Donoghue AM, Gates GP. The risk of heat exhaustion at a deep underground metalliferious mine in relation to body mass index and predicted VO2 max. Occup Med 2000; 50(4): 259-263.

66. Minov J, Stoleski S, Stikova E, et al. COPD in a sample of general adult population in the Skopje region. Acad Med J 2022; 2(1): 47-58.

67. Wang D, Yang M, Liu Y, et al. Association of silica dust exposure and cigarette smoking with mortality among mine and pottery workers in China. JAMA Network Open 2020, 3(4): e202787.

68. Sangani RG, Ghio AJ, Deepak V, et al. Impact of coal dust exposure and cigarette smoking on lung disease in Appalachian coalminers. Respiratory Research 2025; 26: 184.

69. Escobedo GP. What are the symptoms of silica dust exposure? Available at: *georgeescobedo.com/* (Accessed 22.04.2026).

70. Shekarian Y, Rahimi E, Rezaee M, Su W, et al. Respirable coalmine dust: a review of respiratory deposition, regulations, and characterization. Minerals 2021; 11:696.

71. Wippich C, Rissler J, Koppisch D, Dietmar B (2020) Estimating respirable dust exposure from inhalable dust exposure. Ann Work Expo Health 2020; 64(4): 430–444.

72. Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica 29 C.F.R.§ 1910.1053. Достапно на: *osha.gov/silica-crystalline/* (Пристапено 25.04.2026).

73. Mine Safety and Health Administration (MSHA), Department of Labor. Lowering Miners' Exposure to Respirable Crystalline Silica and Improving Respiratory Protection. Federal Register 2024; 89 (76).

74. European Commission (EC). Directive 2017/2398/EU amending Directive 2004/37/EC. Достапно на: *eur-lex.europa.eu/* (Пристапено 25.04.2026).

75. Greaves IA. Not so simple silicosis: a case for public health action. Am J Ind Med 2000;37:245–51.

76. Chen W, Hnizdo E, Chen JQ, et al. Risk of silicosis in cohorts of Chinese tin and tungsten miners and pottery workers: an epidemiological study. Am J Ind Med. 2005;48:1–9.

77. Katsnelson BA, Polzik EV, Privalova LI. Some aspects of the problem of individual predisposition to silicosis. Environ Health Perspect. 1986; 68:175–85.

78. Xiao P, Li Y. Dose-response assessment of silica exposure and poisoning of construction workers. Environmental Pollutants and Bioavailability 2023; 35 (1): 2190489.

79. Mamuya SHD, Bratweit M, Mashalla Y, Moen BE. High prevalence of respiratory symptoms among workers in the development section of a manually operated coal mine in developing country: A cross-sectional study. Available at: https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/ (Accessed 22.04.2026).

80. Laney AS, Weissman DN. Respiratory diseases caused by coal mine dust. J Occup Environ Med 2014; 56: S18-S22.

81. Rumchev K, Hoang DV, Lee AH. Exposure to dust and respiratory health among Australian miners. Int Arch Occup Environ Health 2023; 96: 355-363.

82. McDonald MC. Silica, silicosis and lung cancer. Am J Ind Med 1989; 46: 289-291.

83. Walton WH, DodgsonJ Hadden G, Jacobsen M. The effect of quartz and other non-coal dusts in coal workers pneumoconiosis. Inhaled Particles IV part 2. Pergamon Press, UK, 1997.

84. Yeheyis M, Aguilar G, Hewage K, Sadiq R. Exposure to crystalline silica inhalation among construction workers: A probabilistic risk analysis. Human and Ecological Risk Assessment 2012; 18: 1036-1050.

85. Attfield MD, Hodous TK. Pulmonary function of U.S. coal miners related to dust exposure estimates. Am Rev Respir Dis 1992; 145:605–609.

86. Beeckman L-AF, Wang M-L, Petsonk EL, Wagner GR. Rapid decline in FEV1 and subsequent respiratory symptoms, illnesses, and mortality in coal miners in the United States. Am J Respir Crit Care Med 2001; 163: 633-639.
87. Marine WM, Gurr D, Jacobsen M. Clinically important respiratory effects of dust exposure and smoking in British coal miners. Am Rev Respir Dis 1988; 137:106–112.
88. Love RG, Miller BG. Longitudinal study of lung function in coal-miners. Thorax 1982; 37:193–197.
89. Carta P, Aru G, Barbier MT, et al. Dust exposure, respiratory symptoms, and longitudinal decline of lung function in young coal miners. Occup Environ Med 1996; 53:312–319.
90. Paulin LM, Diette GB, Blanc PD, et al. Occupational exposures are associated with worse morbidity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2015; 191(5): 557-565.
91. Eisner MD, Anthonisen N, Coultas D, et al. An official American Thoracic Society public policy statement: Novel risk factors and the global burden of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2010; 182(5): 693-718..
92. Lytras T, Kogevinas M, Kromhout H, et al. Occupational exposures and 20-year incidence of COPD: the European Community Respiratory Health Survey. Thorax 2018; 73(11): 1008-1015.
93. Faruque MO, Boezen HM, Kromhout H, ет ал. Airborne occupational exposures and the risk of developing respiratory symptoms and airway obstruction in the Lifelines Cohort Study. Thorax 2021; 76(8): 790-797.
94. Hnizdo E, Sullivan PA, Bang KM, Wagner G. Association between chronic obstructive pulmonary disease and employment by industry and occupation in the US population: a study of data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. Am J Epidemiol 2002; 156(8): 738-746.
95. Marchetti N, Garshick E, Kinney GL, et al. Association between occupational exposure and lung function, respiratory symptoms, and high-resolution computed tomography imaging in COPDGene. Am J Respir Crit Care Med 2014; 190(7): 756-762.
96. Cullinan P. Occupation and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). British Medical Bulletin 2012; 104: 143-161.
97. Fishwick D, Sen D, Barber C, et al. Occupational chronic obstructive pulmonary disease: a standard of care. Occup Med 2015; 65: 270-282.

98. De Mateis S, Jarvis D, Darnton A, et al. The occupations at increased risk of COPD: Analysis of lifetime job-histories in the population-based UK Biobank Cohort. Eur Respir J 2019; 54: 1900186.

99. Wright JL, Harrison N, Wiggs B, et al. Quartz but not iron oxide cause air-flow obstruction, emphysema, and small airways lesions in the rat. Am Rev Respir Dis 1988;138:129–135.

100. Becher R, Hetland RB, Refsnes M, et al. Rat lung inflammatory responses after in vivo and in vitro exposure to various stone particles. Inhalation Toxicology 2001; 13: 789–805.

101. Malmberg P, Hedenstrom H, Sundblad B-M. Changes in lung function of granite crushers exposed to moderate highly silica concentrations: a 12 year follow up. Br J Ind Med 1993; 50:726–731.

102. Humerfelt S, Eide GE, Gulsvik A. Association of years of occupational quartz exposure with spirometric airflow limitation in Norwegian men aged 30–46 years. Thorax 1998; 53:649–655.

103. Kreiss K, Greenberg LM, Kogut SJH, et al. Hard-rock mining exposure affects smokers and non-smokers differently. Am Rev Respir Dis 1989;139: 1487–1493.

104. Cowie RL, Mabena SK. Silicosis, chronic airflow limitation, and chronic bronchitis in South African gold miners. Am Rev Respir Dis 1991; 143:80–84.

105. Meijer E, Kromhout H, Heederik A. Respiratory effects of exposure to low levels of concrete dust containing crystalline silica. Am J Ind Med 2001; 40:133–140.

106. Reid PJ, Sluis-Cremer GK. Mortality of white South African gold miners. Occup Environ Med 1996; 53: 11–16.

107. Steenland K, Brown D. Mortality study of gold miners exposed to silica and nonasbestiform amphibole minerals: an update with 14 more years of follow-up. Am J Ind Med 1995; 27:217–229.

108. McDonald AD, McDonald JC, Rando RJ, et al. Cohort mortality study of North American industrial sand workers. I. Mortality from lung cancer, silicosis and other causes. Ann Occup Hyg 2001; 45:193–199.

109. Allinson JP, Hardy R, Donaldson GC, et al. Combined impact of smoking and early-life infections on adult lung function trajectories. Am J Respir Crit Care Med 2017; 196 (8): 1021-1030.

110. Anthonisen NR, Connett JL, Murray RP. Smoking and lung function of Lung Health Study participants after 11 years. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166: 675-679.

111. Bhatt SP, Kim YI, Harrington KF, et al. Smoking duration alone provides stronger risk estimates of chronic obstructive pulmonary disease than pack-years. Thorax 2018; 73: 414-421.

112. Hnizdo E. Loss of lung function associated with exposure to silica dust and with smoking and its relation to disability and mortality in South African gold miners. Br J Ind Med 1992;49:472–9.

113. Pride NB, Soriano JB. Chronic obstructive pulmonary disease in the United Kingdom: trends in mortality, morbidity and smoking. Curr Opin Pulm Med 2002;8:95-101.

114. Rai KK, Adab P, Ayres JG, Jordan RE. Systematic review: chronic obstructive pulmonary disease and work-related outcomes. Occup Med 2018; 68(2): 99–108.

115. Hnizdo E, Baskind E, Sluis-Cremer GK. Combined effect of silica dust exposure and tobacco smoking on the prevalence of respiratory impairments among gold miners. Scand J Work Environ Health 1990; 16:411–422.

116. Hnizdo E. Combined effect of silica dust and tobacco smoking on mortality from chronic obstructive lung disease in gold miners. Br J Ind Med 1990; 47:656–664.

117. Fabbri LM, Luppi F, Beghe B, Rabe KF. Complex chronic comorbidities of COPD. Eur Respir J 2008; 31(1): 204-212.

118. Divo M, Cote C, de Torres JP, et al. Comorbidities and risk of mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2012; 186(2): 155-161.

119. Divo MJ, Casanova C, Marin JM, et al. COPD comorbidities network. Eur Respir J 2015; 46(3): 640-650.

120. Barnes PJ. Senescence in COPD and its comorbidities. Ann Rev Physiol 2017; 79:517-539.

121. Cha E, Scharf S. Chronic obstructive pulmonary disease as an independent risk factor for cardiovascular morbidity. Int J COPD 2009; 4: 337 – 349.

122. Chen SJ, Liao WC, Huang KH, et al. Chronic obstructive pulmonary disease and allied conditions is a strong independent risk factor for osteoporosis and pathologic fractures: a population-based cohort study. QJM. 2015; 108(8): 633–640.

123. Chen W, Thomas J, Sadatsafavi M, GitzGerald JM. Risk of cardiovascular comorbidity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. Lancet Respir Med 2015; 3(8): 631-639.

124. Parkes WR. Pneumoconiosis associated with coal and other carbonaceous materials. In: Parkes WR, ed. Occupational Lung Disorders, 3rd ed. London: Butterworths 1994.125. De

Vuyst P, Camus P. The past and present of pneumoconioses. Curr Opin Pulm Med 2000; 6: 151-156.

126. Mahdevari S, Shahriar K. A Framework for Mitigating Respiratory Diseases in Underground Coal Mining by Emphasizing on Precautionary Measures. Occup Med Health Aff 2016; 4 (3): 1000239.127. Мијалков Б, Минов Ј. Некои специфичности и епидемиолошки аспекти на силикозата кај тунелските работници порано и денес. Ревија рада 2003; 84-86.

128. Brichet A, Salez F, Lamblin, et al. Coal workers' pneumoconiosis and silicosis. Eur Respir Mon 1999; 4 (11): 136-152.

129. Rosenman KD, Reilly MJ, Kalinowski DJ. 2004 Annual Report on Silicosis in Michigan. East lansing/Lansing: Michigan State University/Michigan Occupational Safety and Health Administration; 2004.

130. Chen W, Hnizdo E, Chen J-Q, et al. Risk of silicosis in cohorts of Chinese tin and tungsten miners, and pottery workers (I): an epidemiological study. Am J Ind Med 2005; 48:1–9.

131. Chen S, Liu M, Xie F. Global and national burden and trends of mortality and disability-adjusted life years for silicosis from 1990 to 2019: results from the Global Burden of Disease study 2019. BMC Pulm Med 2022; 22:240.

132. Howlett P,Gan J,Lesosky M, Feary J. Relationship between cumulative silica exposure and silicosis: a systematic review and dose-response meta-analysis. Thorax 2024; 79: 934–942.

133. Finkelstein MM. Silica, silicosis, and lung cancer: a risk assessment. Am J Ind Med 2000; 38: 8–18.

134. Mannetje A, Steenland K, Attfield M, et al. Exposure-response analysis and risk assessment for silica and silicosis mortality in a pooled analysis of six cohorts. Occup Environ Med 2002; 59:723–728.

135. Buchanan D, Miller BG, Soutar CA. Quantitative relations between exposure to respirable quartz and risk of silicosis. Occup Environ Med 2003; 60:159–164.

136. Akgun M, Araz O, Ucar EY, et al. Silicosis appears inevitable among former denim Sandblasters. Chest 2015;148:647–654.

137. Anlimah F, Gopaldasani V, MacPhail C, et al. A systematic review of the effectiveness of dust control measures adopted to reduce workplace exposure. Environ Sci Pollut Res Int 2023;30: 54407–54428.

138. Ilmarinen J, Tuomi K. Past, present and future of work ability. In: Ilmarinen J, Lehtinen S. Past, present and future of work ability. People and work – Research Reports 65, Finnish Institute of Occupational Health, 2004; ISBN 951-802-581-9.

139. Okiljević Z, Jovančević Drvenica M, et al. The algorithm for the assessment of functional work capacity of railway workers with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Praxis Medica 2014;43(2): 55-59.

140. Rai KK, Adab P, Ayres JG, Jordan RE. Systematic review: chronic obstructive pulmonary disease and work-related outcomes. Occup Med 2018;68: 99–108.

141. Правилник за организацијата, составот и начинот на работата на Комисијата за оцена на работната способност. Сл. в. на РМ бр. 197/14.

142. Правилник за организацијата, составот и начинот на работата на Комисијата за ревизија на наод, оцена и мислење за утврдување на инвалидност, односно неспособност за работа. Сл. в. на РМ бр. 2/13.

143. McElvenny D, Sleeuwenhoek A, Copsey H, et al. Silica and COPD report: Research into Malignant and Non-malignant Respiratory Disease Prescriptions. Достапно на: *https://www.gov.uk/* (Пристапено 04.05.2026).

144. The danger of Silica Dust. Достапно на: *https://www.lung.org/* (Пристапено 04.05.2026).

145. Peng Y, Li X, Cai S, et al. Prevalence and characteristics of COPD among pneumoconiosis patients at an occupational disease prevention Institute: a cross-sectional study. BMC Pulm Med 2018; 18: 22.

146. Hoy RF, Chambers DC. Silica-related diseases in the modern world. Allergy 2020; 75 (11): 2805-2817.

147. Fan Y, Xu W, Wang Y, Wang Y, et al. Association of occupational dust exposure with combined chronic obstructive pulmonary disease and pneumoconiosis: a cross-sectional study in China. BMJ Open 2020; 10: e038874.

ПРИЛОГ 1.

Прашалник за карактеристиките на испитаниците

Број:_____
Датум на пополнување:_____

I. Демографски карактеристики

1. Иницијали:

2. Возраст:

3. Националност:

4. Религија:

5. Образование:
а) ОСС б) ССС в) ВСС

6. Место на живеење:
а) град б) село

7. Начин на греење во домот:
а) централно (парно) греење б) ел. Струја в) дрва и јаглен г) друго_____

8. Тежина, височина и индекс на телесна маса:

9. Дали имате некоја хронична болест дијагностицирана од доктор (висок крвен притисок, срцева болест, шекерна болест, чир на желудникот и др.)?
а) да_____ б) не

10. Дали роднините од прво колено (татко, мајка и брат/сестра) имаат некоја хронична болест на белите дробови (хроничен бронхит, силикоза, туберкулоза и др.)?
а) да б) не в) не знам

II. Работна анамнеза

11. Актуелно работно место:

12 Работен стаж на актуелното работно место:

13. Вкупен работен стаж:

14. Претходни работни места:

15. Дали во тек на работата редовно ги користите препорачаните лични заштитни средства:
а) да б) не

16. Дали редовно ги спроведувате превентивните здравствени прегледи:
а) да б) не

III. Пушачки статус

17. Дали пушите барем една цигара дневно (освен во периодот на религиските постови)?
а) да б) не

18. Колку години пушите:

18. Просечен број цигари во тек на денот:

20. Дали некогаш сте биле пушач, па сте престанале со пушењето?
а) да б) не

21. Колку години пушевте пред да престанете:

22. Дали сте изложени на пушачки стаж од други пушачи?
а) да б) не

23. Каде сте изложени на тутунски чад од други пушачи?
а) дома б) на работа в) дома и на работа

24. Колку време во тек на денот сте изложени на тутунски чад од други пушачи:
а) помалку од 4 саати б) повеќе од 4 саати

IV. Респираторни симптоми во последните 12 месеци

25. Дали во последните 12 месеци сте имале периоди на сува кашлица?
а) да б) не

26. Дали во последните 12 месеци сте имале периоди на кашлица со искашлок (шлаем)?
а) да б) не

27. Дали кашлате со искашлок (шлаем) во тек на најмалку 3 месеци во последните три години?
а) да б) не

28. Дали во последните 12 месеци сте почувствувале недостаток на воздух (гушење)?
а) да б) не

29. Кога се јавувал недостатокот на воздух?
а) само при поголем физички напор
б) при брзо одење на рамно и одење на високо
в) одам на рамно побавно од другите луѓе на моја возраст или повремено морам да застанам
г) кога одам на рамно морам да застанам по неколку минути одење да земам воздух
д) чувствувам толкав недостаток на воздух што не излегувам од дома или се задишувам дури се облекувам

30. Дали во последните 12 месеци сте имале свирење во градите?
а) да б) не

31. Дали во последните 12 месеци сте почувствувале стегање во градите?
а) да б) не