

radiation, etc. At the present stage of developing there are existing some gaps in prevention of occupational cancer in Ukraine, which are associated with systemic problems in the country administration, resulting from restructuring and reformation of the government bodies.

Conclusions. Due to the limited funding and a significant decrease in the science personnel potential it is important to identify applied scientific studies as priority directed at implementation of international recommendations in the sphere of occupational cancer prevention in Ukraine.

Key words: occupational cancer, prevention, research.

Відомості про автора:

Варивончик Денис Віталійович — доктор медичних наук, завідувач кафедри медицини праці, психофізіології та медичної екології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Саксаганського, 75.

УДК 613.62:616-058.3:622

НЕЙРОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЗОРОВОГО АНАЛІЗАТОРА У ПРАЦІВНИКІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Д. В. Варивончик^{1, 2)}, І. В. Благун³⁾

¹Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика, м. Київ,

²ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ,

³Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

Вступ. Шкідливі умови праці у вугільних шахтах є причиною офтальмологічної захворюваності працівників. Рання діагностика вражень зорового аналізатора у підземних працівників є запорукою збереження їх професійного здоров'я.

Мета. Визначити зміни нейрофункціонального стану зорового аналізатора у працівників вугільних шахт.

Матеріали і методи. Проведено дослідження нейрофункціонального стану зорового аналізатора в групах працівників вугільних шахт: 1) наземні працівники (60 осіб); 2) підземні працівники без ністагму (60 осіб); 3) підземні працівники з ністагмом (15 осіб).

Результати. Результати нейрофізіологічного дослідження підземних працівників вугільних шахт вказують на зниження у них функціонального потенціалу фоторецепторів сітківки (паличок і колбочок), гальмування поширення нервового імпульсу по зоровій корі (поля 17–19), порушення інтеграції центральних відділів зорової системи з

іншими відділами головного мозку (таламусом і стовбуровими структурами). Зазначені порушення більш виражені у працівників з ністагмом.

Висновок. У підземних працівників вугільних шахт відзначаються функціональні ознаки оптичної енцефалопатії, причиною якої є хронічна екзогенна і ендогенна гіпоксія, нейроінтоксикація і сенсорна (оптична) депривація. Ністагм гірників можна розцінювати як кардинальну клінічну ознаку вираженої оптичної енцефалопатії.

Ключові слова: вугільна шахта, підземні умови праці, працівники, нейрофізіологія, зоровий аналізатор, ністагм.

Вступ. Професійна захворюваність працівників вугледобувної галузі економічної діяльності України займає I місце в її структурі і має неухильне зростання. Провідними патологічними станами, які формують професійну захворюваність працівників є патологія: органів дихання (хронічний пиловий бронхіт, хронічне обструктивне захворювання легень, пневмоконіоз), нервової системи (нейропатії, вібраційна хвороба), органа слуху (сенсоневральна приглухуватість), опорно-рухової системи (артрози, дорсопатії) тощо. Зазначені патологічні стани обумовлені хронічним впливом на працівників шкідливих факторів умов праці (фіброгенного пилу, несприятливого мікроклімату, шуму, вібрації, значної важкості праці тощо) [1, 2, 10].

Крім того, внаслідок впливу на працівників комплексу несприятливих факторів умов праці — низької освітленості робочої зони (від 7 до 12 лк), впливу хімічних чинників рудничного газу (метану (CH_4) та його гомологів) — 0,5–16 %; діоксиду вуглецю (CO_2) — до 5 %; оксиду вуглецю (CO) — до 1,5 %; діоксиду азоту (NO_2) — 1–2 % тощо), низького вмісту кисню (O_2) в шахтній атмосфері (нижче 20 % об.), вугільно-породного пилу тощо, у них збільшуються ризик виникнення офтальмологічної патології, в т. ч. ністагму гірників (4,18–16,42, $p < 0,05$) [3, 4, 10].

Ністагм гірників (англ. miners' nystagmus) є одним із специфічних професійних захворювань зорового аналізатора підземних працівників шахт, яке проявляється мимовільним «маятникоподібним» тремтінням очних яблук, головним болем, слабкістю і втратою здатності бачити в темряві [4–9]. До теперішнього часу залишаються недостатньо дослідженими нейрофізіологічні зміни у працівників із зазначеною патологією, що не дозволяє розробити ранні методи діагностики та вторинної профілактики зазначеної патології. Вищезазначене визначило актуальність проведення дослідження.

Мета — визначити зміни нейрофункціонального стану зорового аналізатора у працівників вугільних шахт.

Методи та методики дослідження. Проведено дослідження нейрофункціонального стану зорового аналізатора в наступних гру-

пах працівників вугільних шахт: 1) наземні працівники (60 осіб); 2) підземні працівники, без ністагму (60 осіб); 3) підземні працівники, з ністагмом (15 осіб). Всі включені у дослідження працівники мали стаж роботи більше 10 років, та не мали клінічно встановленої патології центральної нервової системи, внутрішнього вуха, не мали патології органа зору, яка б знижувала центральну гостроту зору більш 0,7 ум. од. та мали нормальний трихоматичний тип колірсприйняття.

У всіх групах проводились наступні нейрофізіологічні дослідження зорового аналізатора:

– просторова контрастна чутливість (на частотах — «низьких» (0,5 цикл/град), «середніх» (4,0 цикл/град), «високих» (32,0 цикл/град) (за таблицями Рожкова — Токорева);

– час темної адаптації на кольори («жовтий» та «блакитний») (за таблицями Кравкова — Пуркіньє);

– час адіспаропії на кольори («червоний», «жовтий», «зелений», «синій» та «сірий») (за методичними рекомендаціями № 4052-854052-85, затвердженими головним санітарним лікарем СРСР 12.12.1985 р.);

– час відновлення центральної гостроти зору після фотостресу (за тестом Можеренкова — Чемного);

– реєстрація зорових викликаних коркових потенціалів (ЗВКП) (стимуляція — реверсивним шаховим полем з відстані 1 м., розмір стимулюючого поля паттерна — 60 кут. град., частота реверсії — 1 Гц; активні електроди — O_1 , O_2 ; індиферентний електрод — Fz; аналіз — багаторазова сумація 100 сигналів, синхронізованих зі стимулом (метод усереднення); епоха аналізу — 500 мс).

Отримані дані оброблялись шляхом усереднення результатів за двома очима, з використанням методів параметричного статистичного аналізу. Вірогідність даних оцінювалась за коефіцієнтами Стьюдента.

Результати. Дослідженням встановлено, що серед наземних працівників показники порогів *просторової контрастної чутливості (ПКЧ)* знаходились в межах фізіологічної норми. В групі підземних працівників всі показники *ПКЧ* перевищували порогові максимальної фізіологічної норми для популяції, і становили: на «низьких» частотах — $7,03 \pm 0,10$ % (норма — 4–6 %), «середніх» — $14,53 \pm 0,10$ % (9–11 %), «високих» — $45,27 \pm 0,11$ % (31–39 %). Серед підземних працівників спостерігалось достовірне підвищення порогу *ПКЧ* на всіх частотах (у порівнянні із наземними працівниками) на: «низьких» частотах — в 1,6 рази, «середніх» — в 1,6, «високих» — в 1,4 ($p < 0,05$). Серед підземних працівників з ністагмом зазначені показники знаходились на аналогічному рівні підземних працівників, які такої патології не мали ($p > 0,05$).

У наземних працівників *часу тернової адаптації (ЧТА)* відповідав фізіологічній нормі. Серед підземних працівників шахт спостерігається *ЧТА*, відносно фізіологічної норми для популяції, і становили: для «жовтого» кольору — $25,95 \pm 0,09$ с (фізіологічна норма — 18–22 с); «блакитного» — $69,40 \pm 0,11$ с (41–49 с). Серед підземних працівників спостерігалось достовірне затримання темної адаптації (у порівнянні із наземними працівниками): на «жовтий» колір — в 1,4 рази; на «блакитний» — в 1,5 рази ($p < 0,05$). Серед підземних працівників з ністагмом зазначені показники знаходились на аналогічному рівні підземних працівників, які такої патології не мали ($p > 0,05$).

Серед наземних працівників *час адіспаропії (ЧАП)* на всі кольори знаходився на рівні фізіологічної норми. В групі підземних працівників всі показники *ЧАП* знаходились в межах фізіологічної норми для популяції, і становили: на «червоний» колір — $20,48 \pm 0,11$ с (норма — 19–23 с); «жовтий» — $25,45 \pm 0,16$ с (23–26 с); «зелений» — $43,55 \pm 0,18$ с (40–43 с); «синій» — $26,66 \pm 0,15$ с (23–27 с); «сірий» — $42,14 \pm 0,18$ с (38–42 с). Не встановлено достовірної розбіжності зазначених показників між групами працюючих ($p > 0,05$) та в залежності від наявності ністагму ($p > 0,05$).

Серед наземних працівників *час відновлення центральної гостроти зору після фотостресу (ЧВЦЗ-ФС)* знаходився на рівні фізіологічної норми. Серед підземних працівників спостерігається перевищення *ЧВЦЗ-ФС*, відносно фізіологічної норми для популяції, який становив — $71,88 \pm 0,07$ с (фізіологічна норма — 45–60 с). Тобто, серед підземних працівників спостерігалось достовірне затримання *ЧВЦЗ-ФС* (у порівнянні із наземними працівниками) — в 1,3 рази ($p < 0,05$). Серед підземних працівників з ністагмом зазначені показники знаходились на аналогічному рівні підземних працівників, які такої патології не мали ($p > 0,05$).

При аналізі *зорових викликаних коркових потенціалів (ЗВКП)* у наземних працівників початок відповіді кори головного мозку на світловий подразник, амплітуда та швидкість проходження нервового імпульсу від сітківки до зорової кори, таламусу та ствольових структур мозку знаходились в межах фізіологічної норми.

У підземних працівників спостерігались нормальні показники проходження нервового імпульсу по зоровому нерву від сітківки до латерального колінчатого тіла, що відображає нормальний стан первинної відповіді головного мозку на світловий імпульс — $62,13 \pm 0,10$ мс (норма — 51–63 мс).

Пройходження нервового імпульсу по зоровому тракту від латерального колінчатого тіла до конвекційної ділянки кори поля 17 (латентність N_{75}), знаходилось у межах фізіологічної норми — $76,30 \pm 0,15$ мс (норма — 72–78 мс) і не мало відмінностей від групи назем-

них працівників. Амплітуда сигналу N_{75} була також на рівні норми — $0,97 \pm 0,01$ мкВ (норма — $0,5\text{--}2$ мкВ), однак була нижчою на $31,7\%$, в порівнянні з наземними працівниками ($p < 0,05$).

Поширення нервового імпульсу по корі полів 17–18 (латентність P_{100}) знаходилось у межах фізіологічної норми — $101,8 \pm 0,17$ мс (норма — $97\text{--}104$ мс) і не мало відмінностей від групи наземних працівників. Амплітуда сигналу P_{100} була також на рівні норми (амплітуда) — $8,36 \pm 0,10$ мкВ (норма — $6\text{--}13$ мкВ), однак була нижчою на $18,1\%$, в порівнянні з наземними працівниками ($p < 0,05$).

Поширення нервового імпульсу по корі полів 18–19 (латентність N_{145}) знаходилось у межах фізіологічної норми — $156,61 \pm 0,18$ мс (норма — $144\text{--}157$ мс) і не мала відмінностей від групи наземних працівників. Амплітуда сигналу N_{145} була також на рівні норми — $6,32 \pm 0,06$ мкВ (норма — $4\text{--}12$ мкВ), однак була нижчою на $36,3\%$, в порівнянні з наземними працівниками ($p < 0,05$).

Поширення нервового імпульсу на таламус та ствольні структури головного мозку (латентність P_{200}) перевищувало межі фізіологічної норми — $232,52 \pm 0,22$ мс (норма — $160\text{--}211$ мс) і було затримано на $17,1\%$, в порівнянні з наземними працівниками ($p < 0,05$). Амплітуда сигналу P_{200} була нижче норми — $2,12 \pm 0,08$ мкВ (норма — $3\text{--}9$ мкВ) і нижчою на $62,1\%$, в порівнянні з наземними працівниками ($p < 0,05$).

Серед підземних працівників з ністагмом, показники початкового комплексу ЗВКП (початок відповіді, латентність N_{75} та P_{100} , амплітуда N_{75}) не відрізнялись за своїми параметрами від аналогічних параметрів у підземних працівників без ністагму. Однак, латентність N_{145} та P_{200} та амплітуда P_{100} , N_{145} та P_{200} є ще більш загальмованими та зниженими ($p < 0,05$), що вказує на більш виражені патологічні зміни на рівні поширення нервового імпульсу у зоровій корі полів 17, 18, 19, а також гальмування поширення нервового імпульсу на таламус та ствольні структури головного мозку.

Тобто, результати нейрофізіологічних досліджень підземних працівників вугільних шахт вказують на порушення функціонування зорового аналізатора за рахунок: погіршення просторової контрастної чутливості, затримки темної адаптації, гальмування відновлення функціонування зорового аналізатора після фотостресу, а також затримки розповсюдження нервового імпульсу на рівні зорової кори (поля 17–19) й пригнічення інтеграції центральних відділів зорової системи з іншими відділами головного мозку (таламусом та ствольними структурами). Зазначені явища більш виражені серед працівників із наявним ністагмом (табл. 1).

Результати дослідження вказують на наявність у підземних працівників функціональних ознак оптичної енцефалопатії, причиною якої є тривала екзогенна та ендogenous гіпоксія, нейроінтоксикація

ПРОФІЛАКТИЧНА МЕДИЦИНА

сполуками рудникового газу (метану), а також сенсорна (оптична) дери-
ривація.

Таблиця 1

Комплекс нейрофізіологічних змін зорового аналізатора пра- цівників вугільних шахт, в залежності від умов праці

Функціональні тести	Відображення функціонування структур зорового аналізатора	Наземні працівники	Підземні працівники	
			Без ністагму	З ністагмом
Просторова контрастна чутливість	фоторецептори сітківки (ковбочки, палички) — кора головного мозку	↔	↓	↓
Відновлення центральної гостроти зору після фотостресу	фоторецептори сітківки (ковбочки) — кора головного мозку	↔	↓	↓
Час адіспаропії на кольори	фоторецептори сітківки (ковбочки) — кора головного мозку	↔	↔	↔
Відновлення темнавої адаптації	фоторецептори сітківки (палички) — кора головного мозку	↔	↓	↓
Зорові викликані коркові потенціали				
N ₇₅	сітківка — зоровий нерв — латеральне колінчате тіло — зоровий тракт — конвекційна ділянка кори поля 17	↔	↔	↔
P ₁₀₀	кора полів 17–18	↔	↔	↓
N ₁₄₅	кора полів 18–19	↔	↓	↓↓
P ₂₀₀	таламус та ствольні структури мозку	↔	↓	↓↓

Висновки. Таким чином, у підземних працівників вугільних шахт спостерігаються функціональні ознаки оптичної енцефалопатії, а ністагм можна розцінювати як кардинальну ознаку зазначеної патології.

Під час офтальмологічного огляду, ранні ознаки розвитку оптичної енцефалопатії можуть бути виявлені завдяки оцінці просторової

контрастної чутливості, часу відновлення центральної гостроти зору після фотостресу та часу відновлення темної адаптації. Особливої уваги під час офтальмологічного огляду потребують працівники з патологією органів дихання (хронічним бронхітом, хронічним обструктивним захворюванням легень, пневмоконіозом тощо), як такі, які мають високий ризик розвитку оптичної енцефалопатії.

З експертною метою встановлення оптичної енцефалопатії необхідно рекомендувати дослідження зорових викликаних коркових потенціалів. Ключовими діагностичними ознаками для цієї патології є: гальмування поширення нервового імпульсу в зоровій корі (поля 17–19), пригнічення розповсюдження нервового сигналу у таламус та ствольні структури головного мозку. Працівників з ознаками оптичної енцефалопатії та ністагмом необхідно своєчасно виводити із шкідливих умов праці в підземних умовах вугільних шахт, що попередить подальше прогресування зазначеної патології.

Отримані наукові дані спонукають до подальших досліджень, спрямованих на розробку заходів вторинної профілактики та лікування оптичної енцефалопатії у підземних працівників вугільних шахт, на що і будуть спрямовані подальші дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Варивончик Д. В., Благун І. В. Особливості функціонування зорового аналізатора в складних умовах освітленості вугільних шахт // Зб. наук. праць співроб. НМАПО. — 2016. — Вип. 25. — С. 98–104.
2. Варивончик Д. В., Благун І. В. Офтальмологічна захворюваність підземних працівників вугільних шахт, за результатами періодичних медичних оглядів // Зб. матер. наук.-практ. конференції «Актуальні питання діагностики, лікування та профілактики професійних захворювань в Україні»: 16 вересня 2016 р., м. Кривий Ріг. — Кривий Ріг, 2016. — С. 36–40.
3. Рудниковий газ // Мала гірнича енциклопедія: Т. 2. / За ред.: В. С. Білецького. — Донецьк: «Донбас», 2007. — С. 572.
4. Cherniack M. G. Diseases of unusual occupations: An historical perspective // *Occup. Med.* — 1992. — Vol. 7, N 3. — P. 369–384.
5. Davis T. R. Miners' nystagmus // *J. Hand. Surg. Br.* — 2001. — Vol. 26, N 5. — P. 399–400.
6. Dell'Osso L. F., Daroff R. B. Nystagmus and saccadic intrusions and oscillations // In: Glaser J. Sed. *Neuro-ophthalmology*: 3rd. — Philadelphia, Pa Lippincott Williams & Wilkins, 1999. — P. 371.
7. Fishman R. S. Dark as a dungeon: The rise and fall of coal miners' nystagmus // *Arch. Ophthalmol.* — 2006. — Vol. 124, N 11. — P. 1637–1644.
8. Miller N., Newman N. Walsh & Hoyt's *Clinical Neuro-Ophthalmology*: 6th. — Philadelphia, Pa Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
9. Ohm J. [The nature of "dissociated" nystagmus in miners] // *Klin. Monbl. Augenheilkd. Augenarztl. Fortbild.* — 1960. — N 136. — P. 491–499.
10. Varyvonchik D. V., Blagun I. V. Labor conditions and illumination as a risk factor of ophthalmic incidence of underground coal mining // *The Unity of Science (Vienna, Austria)*. — December, 2016 — January, 2017. — P. 97–100.

**Нейрофункціональне состояние зрительного
анализатора у работников угольных шахт**

Д. В. Варивончик, И. В. Благу

Национальная медицинская академия последипломного образования
имени П. Л. Шупика, г. Киев,

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев,
Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца, г.
Киев

Введение. Вредные условия труда в угольных шахтах являются причиной офтальмологической заболеваемости работников. Ранняя диагностика поражений зрительного анализатора у подземных работников является залогом сохранения их профессионального здоровья.

Цель — определить изменения нейрофункционального состояния зрительного анализатора у работников угольных шахт.

Материалы и методы. Проведено исследование нейрофункционального состояния зрительного анализатора в группах работников угольных шахт: 1) наземные работники (60 человек); 2) подземные работники без нистагма (60 человек); 3) подземные работники с нистагмом (15 человек).

Результаты. Результаты нейрофизиологического исследования подземных работников угольных шахт указывают на снижение у них функционального потенциала фоторецепторов сетчатки (палочек и колбочок), торможение распространения нервного импульса в зрительной коре (поля 17–19), нарушение интеграции центральных отделов зрительной системы с другими отделами головного мозга (таламусом и стволовыми структурами). Указанные нарушения более выражены у работников с нистагмом.

Выводы. У подземных работников угольных шахт отмечаются функциональные признаки оптической энцефалопатии, причиной которой является хроническая экзогенная и эндогенная гипоксии, нейроинтоксикация и сенсорная (оптическая) депривация. Нистагм горняков можно расценивать как кардинальный клинический признак выраженной оптической энцефалопатии.

Ключевые слова: угольная шахта, подземные условия труда, работники, нейрофизиология, зрительный анализатор, нистагм.

Neurofunctional state of the optical analyzer for workers of coal mines

D. V. Varyvonchik, I. V. Blagun

Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv,
Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine, Kyiv,
Bohomolets National Medical University, Kyiv

Introduction. Hazardous working conditions in coal mines are the cause of ophthalmic diseases of workers. Early diagnosis of lesions of the visual analyzer in underground workers is the key to maintaining their occupational health.

Purpose – is to identify changes in the neurofunctional state of the visual analyzer in workers of coal mine.

Materials and methods. A study of the neurofunctional condition of the visual analyzer has been carried out in groups of employees of coal mines as follows: 1) ground workers (60 people); 2) underground workers without nystagmus (60 people); 3) underground workers with nystagmus (15 people).

Results. The results of the neurophysiological study of underground workers in coal mines show a decrease in their functional potential of retinal photoreceptors (rods and cones), inhibition of the propagation of the nerve impulse in the visual cortex (fields 17–19), impaired integration of the central parts of the visual system to other parts of the brain (thalamus and brainstem structures). Those disorders are more pronounced in workers with nystagmus.

Conclusions. The underground workers of coal mines have functional signs of optical encephalopathy which results from exogenous and endogenous hypoxia, neurointoxication and sensory (optical) deprivation. Miner's nystagmus can be regarded as a cardinal clinical sign of pronounced optical encephalopathy.

Key words: coal mine, underground working conditions, workers, neurophysiology, visual analyzer, nystagmus.

Відомості про авторів:

Варивончик Денис Віталійович — доктор медичних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри медицини праці, психофізіології та медичної екології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Саксаганського, 75.

Благун Ірина Віталіївна — асистент кафедри офтальмології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. Адреса: м. Київ, бульвар Тараса Шевченка, 13.