

УДК 616.89-07-08(035):616-036.82:355.11:355.721
<https://doi.org/10.31612/2616-4868.3.2024.04>

ВПЛИВ АСОЦІЙОВАНИХ ЗІ СТРЕСОМ ЗАХВОРЮВАНЬ ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ НА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ОПЕРАТОРІВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Сергій М. Пашковський¹, Ігор В. Сергета², Валентин В. Кальниш³, Наталія В. Коваль^{1,2}, Григорій Л. Богуш^{1,2}, Тетяна П. Тимчишин^{1,2}, Лілія Л. Іськів³

1 – Військово-медичний клінічний центр Центрального регіону, м. Вінниця, Україна

2 – Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, м. Вінниця, Україна

3 – Українська-військово-медична академія, м. Київ, Україна

Резюме

Вступ. В умовах воєнного стану вагома роль належить сучасній військовій техніці, до якої відносяться безпілотні літальні апарати (БПЛА). Оператори БПЛА в ході виконання бойових завдань зазнають суттєвого впливу стресового фактора. Він провокує виникнення у них асоційованих зі стресом захворювань, тому вивчення особливостей впливу таких захворювань на психофізіологічний стан операторів зумовлює актуальність даного дослідження.

Мета дослідження. Встановити закономірності впливу асоційованих зі стресом захворювань органів травлення на психофізіологічний стан операторів безпілотних літальних апаратів.

Матеріали та методи. В ході проведення досліджень було обстежено 94 оператори БПЛА віком до 40 років, яких у подальшому було розподілено на групи з урахуванням їх стану здоров'я. Обстеження виконувалось за допомогою сучасних модифікованих методик, реалізованих на основі програмно-апаратного комплексу для проведення психофізіологічних досліджень «ПФИ-2».

Результати. Доведено, що асоційовані зі стресом захворювання органів травлення достовірно погіршують ($p < 0,05$) психофізіологічний стан операторів БПЛА за достатньо великою кількістю професійно важливих психофізіологічних якостей. Показано достовірний вплив фактора «стану здоров'я» на показники простої і складної зорово-моторної реакції операторів БПЛА. Аналіз кореляційних плеяд за когнітивними параметрами показав, що у здорових операторів їх спостерігається 6, у легко хворих – 2, а у важко хворих – 1, тобто система зв'язків між когнітивними функціями досить сильно ламається з розвитком асоційованих зі стресом захворювань органів травлення. Має місце закономірне зменшення кількості зв'язків в ряду «здорові (13) – легко хворі (10) – важкі хворі (5)». Показано, що стрес, який викликає хворобу, докорінним чином руйнує систему забезпечення професійної діяльності.

Висновки. Встановлено, що асоційовані зі стресом захворювання органів травлення негативно впливають на психофізіологічний стан операторів. Виявлено ступінь деградації структури кореляційних зв'язків ($r = 0,0491$) внаслідок впливу стресового фактора на операторів. Запропонована гіпотеза щодо руйнування системи зв'язків між когнітивними психофізіологічними параметрами залежно від «важкості захворювання». Констатовано необхідність у розробленні комплексу заходів стосовно попередження розвитку асоційованих зі стресом захворювань у операторів БПЛА.

Ключові слова: асоційовані зі стресом захворювання, органи травлення, оператори безпілотних літальних апаратів, психофізіологічні параметри, боєдатність, стрес

ВСТУП

Вже майже 10 років Україна виборює свій суверенітет та територіальну цілісність у збройних кон-

фліктах. В цих умовах велика роль належить військовій техніці, за допомогою якої можна виконувати бойові завдання, знаходячись на відстані та перебуваючи у відносно безпечних умовах. Сучасним пред-

ставником такої техніки є безпілотні авіаційні системи, компонентом яких є безпілотні літальні апарати (БпЛА), тобто літальні апарати, якими можна керувати дистанційно не задіюючи при цьому реального пілота за допомогою системи зв'язку та спеціального програмного забезпечення [4]. Завдяки такій техніці можна збирати розвідувальну інформацію та впливати на бойову обстановку завдаючи ударів не лише на лінії фронту, але й в тилу противника. В процесі пілотування у операторів розвивається значне розумове навантаження, яке прискорює процес розвитку втоми, а також підвищує вплив стресового фактора на їх організм [15]. Попередні дослідження [7] показали, що розумове навантаження, у поєднанні зі статичним, обумовленим тривалим перебуванням у вимушеній позі, значно підвищує рівень напруженості праці операторів БпЛА. Наукові здобутки деяких закордонних авторів [15] дійшли такого ж висновку.

В ході виконання бойових завдань операторам БпЛА належить контролювати справність системи в процесі пілотування з урахуванням змін тактичної обстановки та необхідністю відповідним чином реагувати на неї [3, 7]. Тому під час польоту іноді виникає потреба корегувати власні дії [7], що змушує операторів ризикувати, особливо в умовах виконання бойових завдань [13]. Такий факт доводить вплив стресового навантаження на організм оператора, внаслідок чого можуть виникати певні функціональні та органічні порушення, зокрема, в системі органів травлення. Причиною виникнення описаних змін є порушення бар'єрної функції відповідної системи. Окремі автори [18] вказують на те, що захисна функція слизової оболонки шлунково-кишкового тракту регулюється рядом чинників, таких як: харчова поведінка, стрес, паління, бактеріальні агенти, медикаменти тощо. Внаслідок надмірного впливу того чи іншого фактора, за відсутності компенсації, порушується проникність слизової оболонки органів травлення, що призводить до розвитку захворювань [1, 18]. Відомо, що навіть фізіологічний стрес може спричинювати ульцерогенну комбінацію ішемії та підвищення секреції соляної кислоти, яка характеризується схильністю до розвитку шлунково-кишкових кровотеч [16, 6]. Тому захворювання, які викликаються впливом стресового фактора можна вважати асоційованими зі стресом. Причому до асоційованих зі стресом захворювань органів травлення відносяться гастроєзофагеальна рефлюксна хвороба, гострі та хронічні гастрити, гострі ерозії шлунку та дванадцятипалої кишки, виразкова хвороба шлунку та дванадцятипалої кишки. Особливістю таких захворювань є те, що вони достатньо часто носять прихований характер і, відповідно, можуть бути виявлені лише під час проведення планових медичних обстежень [6]. Саме тому вивчення впливу асоційованих зі стресом захворювань органів травлення та розробка комплексу заходів щодо профілактики їх негативного впливу

на психофізіологічний стан операторів, зумовлює актуальність даного дослідження, а надто зараз, в умовах воєнного стану, де постійне нервово-психічне перенавантаження тільки сприяє зростанню кількості таких захворювань.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Встановити закономірності впливу асоційованих зі стресом захворювань органів травлення на психофізіологічний стан операторів безпілотних літальних апаратів з урахуванням їх вікових особливостей.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для досягнення поставленої мети було обстежено 94 оператори БпЛА віком до 40 років упродовж періоду проходження стаціонарної лікарсько-льотної експертизи на базі Військово-медичного клінічного центру Центрального регіону. Досліджуваних військовослужбовців в подальшому було розподілено на 3 групи з урахуванням їх стану здоров'я. Середній вік групи 1 (здорових) складав $23,86 \pm 0,64$ роки, групи 2 (легко хворих) – $25,6 \pm 0,67$ років, а групу 3 (важко хворих) – $25,43 \pm 0,7$ років. При цьому достовірної різниці за віковими характеристиками не відмічалось ($p > 0,05$).

Обстеження виконувалось за допомогою програмно-апаратного комплексу для проведення психофізіологічних досліджень «ПФИ-2» [2], зареєстрованого в реєстрі осіб, відповідальних за введення медичних виробів, активних медичних виробів, які імплантують, та медичних виробів для діагностики *in vitro* в обіг № 5850 Міністерства охорони здоров'я України.

Організація та методи обстежень були розроблені на основі теоретичних та практичних підходів [8, 11]. При цьому реєструвались наступні показники: критична частота злиття мерехтінгів (КЧЗМ) на зелений колір на праве (пКЧЗМ) та ліве (лКЧЗМ) око; латентний період простої зорово-моторної реакції (ПЗМР), середнє квадратичне відхилення ПЗМР (σ ПЗМР), помилок пропуску ПЗМР (ппПЗМР); латентний період складної зорово-моторної реакції (СЗМР), середнє квадратичне відхилення СЗМР (σ СЗМР), помилок пропуску (ппСЗМР) та помилок інструкції (піСЗМР) СЗМР; функціональна рухливість нервових процесів (ФРНП), сила нервових процесів (СНП), кількість завдань при дослідженні ФРНП (кзФРНП), динамічність нервових процесів (ДНП); швидкість реакції на рухомий об'єкт (РРО): врівноваженість нервових процесів (внпРРО) як відношення кількості випереджень до кількості запізньєнь, час випередження (чвРРО) та запізньєння (чзРРО), кількість випереджень (квРРО) та запізньєнь (кзРРО); концентрація уваги (КУ) за допомогою коректурної проби з кільцями Ландольта: кількість вірних (квКУ), помилкових (кпКУ) та пропущених (кпрКУ) відміток при виконанні завдання

на КУ, затрачений час на виконання завдання на КУ (зчКУ); орієнтація в просторі (ОП) за допомогою методики «Компаси»: час вірної (чввОП) та помилкової вказівки (чпвОП) ОП, кількість вірних (квОП) та кількість помилкових (кпОП) суджень; короткочасна пам'ять (КП) за допомогою методики «Геометричні фігури»: час вірної (чввКП) та помилкової вказівки (чпвКП) КП, кількість вірних (квКП) та помилкових (кпКП) відміток при дослідженні КП.

Статистична обробка даних була проведена методами варіаційної статистики, однофакторного дисперсійного та кореляційного (коефіцієнт кореляції Спірмена) аналізу за допомогою пакету програм STATISTICA 13.3 (ліцензія АХА9051924220FAACD-N).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У попередніх дослідженнях [12] показано, що оператор БпЛА повинен мати максимально розвинені швидкісні реакції, концентрацію уваги та оперативну пам'ять. Дійсно, це має велике значення в їх професійній діяльності, адже великою мірою саме наведені якості детермінують успішність виконання завдань за призначенням. Тому важливо встановити, які професійно важливі психофізіологічні характеристики страждають внаслідок розвитку асоційованих зі стресом захворювань, зокрема органів травлення. Швидкісні характеристики здорових та хворих на асоційовані зі стресом захворювання органів травлення операторів БпЛА наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Швидкісні характеристики здорових та хворих на асоційовані зі стресом захворювання органів травлення операторів БпЛА, (M±m)

Показники	Здорові	Хворі
пКЧЗМ, Гц	45,7±0,72	46,3±0,57
лКЧЗМ, Гц	45,87±0,	46,61±0,59
ПЗМР, мс	260,53±5,28	275,33±3,04*
σПЗМР, мс	21,80±1,38	23,59±1,91
ппПЗМР, кількість	0,61±0,2	0,84±0,31
СЗМР, мс	393,36±6,87	413,72±5,5*
σСЗМР, мс	65,95±3,25	73,03±2,89
ппСЗМР, кількість	0,72±0,26	0,48±0,19
піСЗМР, кількість	3,28±0,44	3,57±0,46
ФРНП, мс	330,83±5,9	324,09±4,74
СНП, мс	418,89±7,95	408,52±5,44
кзФРНП, кількість	204,47±4,05	202,69±2,58
ДНП, у.о.	0,0024±0,0002	0,0020±0,00015
внпРРО, у.о.	2,85±0,61	5,6±0,98*
чвРРО, мс	43,59±3,86	40,35±3,02
чзРРО, мс	67,06±18,61	56,43±3,03
квРРО, кількість	7,08±0,88	4,93±0,61*
кзРРО, кількість	11,92±0,88	14,07±0,61*

Примітки: * – достовірність різниці середніх між групами здорових та хворих операторів БпЛА за t-критерієм Стьюдента знаходиться на рівні $p < 0,05$.

Аналіз швидкісних психофізіологічних характеристик здорових та хворих операторів БпЛА показав наявність 5 інформативних параметрів (латентний період простої та складної зорово-моторної реакції, врівноваженість нервових процесів, кількість випереджень та запізньєнь при дослідженні реакції на рухомий об'єкт), рівень яких достовірно погіршився ($p < 0,05$) внаслідок захворювань. У попередніх публікаціях [12] були наведені дані стосовно впливу асоційованих зі стресом захворювань на психофізіологічний стан операторів БпЛА. В цих дослідженнях до уваги були взяті асоційовані зі стресом захворювання шлунково-кишкового тракту та серцево-судинної системи. Цікавим є той факт, що кількість показників, які суттєво погіршуються ($p < 0,05$) у хворих операторів була меншою (3, а саме: латентний період простої та складної зорово-моторної реакції, а також врівноваженість нервових процесів при дослідженні реакції на рухомий об'єкт). Це, імовірно, пов'язано

з аналізом більш широкого спектру асоційованих зі стресом захворювань та водночас наштовхує на думку, що кількісні реакції на рухомий об'єкт можуть бути специфічно пов'язані з впливом таких захворювань органів травлення. За показником середнього квадратичного відхилення СЗМР встановлена тенденція до достовірних змін ($p < 0,1$). Відомо, що даний показник віддзеркалює рівень мобілізації, тобто готовність до виконання завдань за призначенням. Таким чином, можна підтвердити той факт, що з формуванням та розвитком асоційованих зі стресом захворювань органів травлення, надійність професійної діяльності операторів знижується. Отже, існує нагальна потреба у створенні комплексу заходів, які будуть попереджувати негативний вплив асоційованих зі стресом захворювань на психофізіологічний стан операторів БпЛА.

Деякі автори [9] вказують на те, що оператори БпЛА в ході виконання службових обов'язків можуть зіштовхуватись з різноманітними факторами стре-

су, які порушують когнітивні вимоги до їх роботи. Когнітивні параметри операторів БпЛА здорових та

хворих на асоційовані зі стресом захворювання органів травлення знайшли відображення в таблиці 2.

Таблиця 2

Когнітивні параметри здорових та хворих на асоційовані зі стресом захворювання органів травлення операторів БпЛА, (M±m)

Показники	Здорові	Хворі
квКУ, кількість	23,33±0,27	23,16±0,16
кпКУ, кількість	0±0,04±0,0	0,1±0,04*
кпрКУ, кількість	1,67±0,27	1,74±0,17
зчКУ, с	325,72±12,54	324,09±9,89
чввОП, мс	9,64±0,71	12,14±0,84*
чпвОП, мс	8,5±1,47	12,76±1,62
квОП, кількість	18,33±0,22	18,5±0,16
кпОП, кількість	1,67±0,22	1,5±0,16
чввКП, мс	11,42±0,56	10,74±0,39
чпвКП, мс	13,81±2,98	10,61±1,34
квКП, кількість	15,92±0,26	15,76±0,16
кпКП, кількість	1,64±9,23	1,95±0,16

Примітки: * – достовірність різниці середніх між групами здорових та хворих операторів БпЛА за t-критерієм Стьюдента знаходиться на рівні $p < 0,05$.

Когнітивних параметрів, що достовірно погіршуються ($p < 0,05$) у хворих на асоційовані зі стресом захворювання операторів виявилось менше – всього 2 (кількість помилок при виконанні тесту на концентрацію уваги та час вірної вказівки при дослідженні орієнтації у просторі). За рештою когнітивних параметрів достовірної різниці між групами здорових та хворих операторів не констатовано, проте з таблиці видно, що всі показники більшою чи меншою мірою погіршуються з розвитком захворювань. За показником час помилкової вказівки при дослідженні просторового орієнтування є тенденція до достовірного погіршення ($p = 0,07$).

Отже, асоційовані зі стресом захворювання органів травлення погіршують психофізіологічний стан операторів БпЛА за достатньо великою кількістю професійно важливих психофізіологічних якостей. Це пояснюється тим, що асоційовані зі стресом захворювання носять системний характер. Тому такі захворювання викликають розлади не лише в місці ураження, але й позначаються на функціональному

стані організму загалом, зокрема на психофізіологічних параметрах.

Для підтвердження отриманої інформації хворих операторів в подальшому було поділено на 2 групи – «легко» хворі та «важко» хворі. Відомо, що виразкова хвороба – це дефект слизової оболонки шлунка чи дванадцятипалої кишки, який виходить за її межі, тобто у підслизовий та м'язовий шар [14]. Тому основою запропонованого поділу стала глибина ураження стінок органів травлення. Відповідно, групу легких хворих склали оператори БпЛА, які страждають на гастроезофагеальну рефлюксну хворобу, гострі та хронічні гастрити, гострі ерозії шлунка та дванадцятипалої кишки, а групу важких хворих – оператори з виразковою хворобою шлунка та дванадцятипалої кишки. Тому в подальшому обговоренні було визначення впливу фактора «стану здоров'я», складовими якого є групи здорових (1), легко хворих (2) та важко хворих (3). За допомогою однофакторного дисперсійного аналізу було оцінено вплив фактора «стану здоров'я» на психофізіологічні параметри операторів БпЛА (рис. 1).

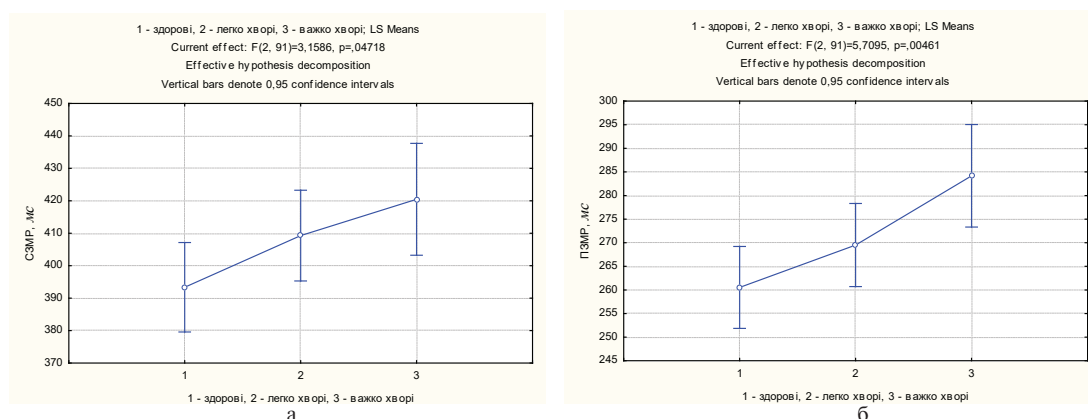


Рисунок 1. Результати дії фактора «стану здоров'я» на швидкісні психофізіологічні параметри операторів БпЛА. а – латентний період ПЗМР, мс; б – латентний період СЗМР, мс

Виявлено достовірний вплив фактора «стану здоров'я» на показники простої ($p=0,00461$) і складної ($p=0,04718$) зорово-моторної реакції операторів БпЛА. З рисунка видно, що дія вище зазначеного фактора носить чітко окреслений лінійний характер. При цьому, чим важчим є захворювання, тим гіршою є реакція у оператора. Варто зазначити, що вік всіх операторів досліджуваних груп достовірно не відрізняється, тому зниження швидкісних реакцій можна пояснити виключно впливом асоційованих зі стресом захворювань. При дослідженні когнітивної сфери дія фактора «стану здоров'я» не є вираженою.

Обмірковування отриманих даних наштовхує на формування відповідної гіпотези, яка складається з того, що існують різні механізми, котрі регулюють діяльність функціонування організму для здорових та хворих операторів з різним ступенем важкості захворювання. Для перевірки цієї гіпотези було досліджено структуру кореляційних зв'язків між швидкісними і когнітивними психофізіологічними характеристиками операторів БпЛА окремо з урахуванням їх стану здоров'я. Серед швидкісних психофізіологічних параметрів суттєвої різниці між кількістю та структурою кореляційних зв'язків не виявлено. Проте аналіз когнітивних характеристик дав достеменно інший результат (рис. 2).

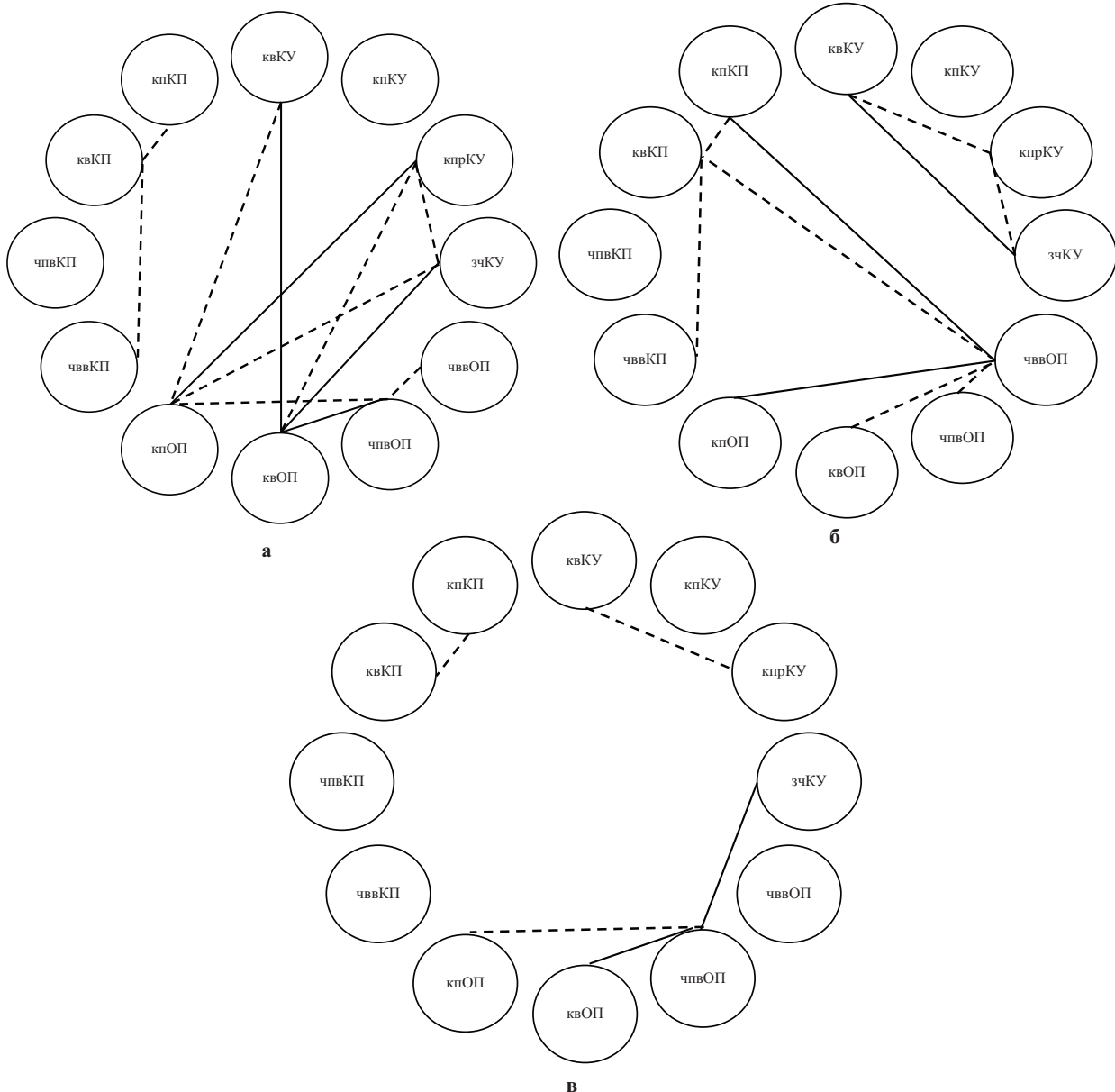


Рисунок 2. Структура кореляційних зв'язків між когнітивними психофізіологічними параметрами операторів БпЛА. а – здорові; б – легко хворі, в – важко хворі. квКУ – кількість вірних відміток при визначенні концентрації уваги; кпКУ – кількість помилкових відміток при визначенні концентрації уваги; кпрКУ – кількість пропущених відміток при визначенні концентрації уваги; зчКУ – затрачений час при виконанні тесту на концентрацію уваги; чввОП – час вірної вказівки при дослідженні орієнтації у просторі; чпвОП – час помилкової вказівки при дослідженні орієнтації у просторі; квОП – кількість вірних суджень при дослідженні орієнтації у просторі; квОП – кількість помилкових суджень при дослідженні орієнтації у просторі; чввКП – час вірної вказівки при дослідженні короткочасної пам'яті; чпвКП – час помилкової вказівки при дослідженні короткочасної пам'яті; квКП – кількість вірних відміток при дослідженні короткочасної пам'яті; кпКП – кількість помилкових відміток при дослідженні короткочасної пам'яті.

Когнітивні функції людини характеризуються тісними зв'язками між собою. Ці зв'язки формують утримання системи забезпечення діяльності. Аналіз кореляційних плеяд (такі складаються з 3 і більше зв'язків між відповідними функціями) показав, що у здорових операторів їх спостерігається 6. Центрами встановлених плеяд у здорових операторів БпЛА є: квКУ, кпрКУ, зчКУ, чпвОП, квОП та кпОП (рис. 1а). Таким чином, характеристики концентрації уваги тісно пов'язані з орієнтацією у просторі, що є цілком природним, оскільки просторове орієнтування залежить від концентрації уваги зокрема.

Якщо розглянути легко хворих операторів, то кількість центрів зв'язку функцій тут є меншою (рис. 2б). Таких центрів спостерігається лише 2 – чпвОП та квКП. Це нашоує на думку, що легкі захворювання зменшують концентрацію уваги і центр управління діяльністю в даному випадку стає більшою мірою пов'язаний з орієнтацією у просторі та короткочасною пам'яттю. Отже, система зв'язків між когнітивними функціями, навіть при легкому захворюванні різко послаблюється і змінює свою структуру.

Як і в попередньому випадку, наявність важких хвороб є причиною подальшого послаблення системи зв'язків між когнітивними функціями. Отриманий ефект змушує вважати, що стрес впливає на кількість зв'язків таким чином, що система регулювання діяльністю організму ще більше руйнується (рис. 2в). Аналіз структури кореляційних зв'язків у хворих з важкими хворобами органів травлення викликаних стресом, показує, що у таких операторів кількість кореляційних плеяд різко зменшується до 1, тобто система зв'язків між когнітивними функціями досить сильно ламається. Збережений єдиний центр, пов'язаний з характеристикою чпвОП. Ураховуючи наведене, слід констатувати, що при тяжких формах хвороби втрачається зв'язок з короткочасною пам'яттю та різко зменшується – з концентрацією уваги, що свідчить про можливе подальше руйнування системи зв'язків в залежності від важкості хвороби, викликаного стресом.

Додатково доцільно проаналізувати саме кількість достовірних зв'язків між характеристиками когнітивної сфери (рис. 3).

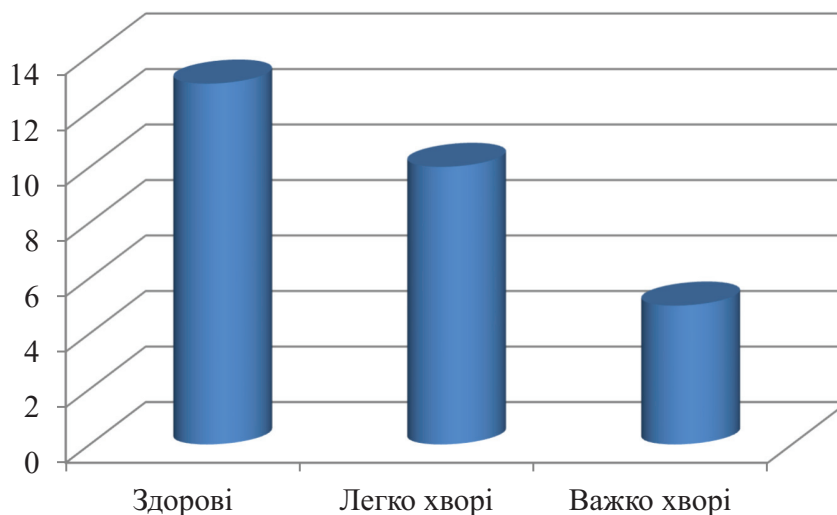


Рисунок 3. Кількість достовірних зв'язків між характеристиками когнітивної сфери операторів БпЛА з різним станом здоров'я

З рисунка видно, що має місце закономірне зменшення кількості зв'язків в ряду: «здорові – легко хворі – важко хворі». Якщо у здорових операторів система управління діяльністю представлена 13 зв'язками між когнітивними функціями і характеризує досить велику щільність цих зв'язків між її системами, то у хворих людей така система руйнується, причому це руйнування спостерігається у легко хворих з меншою інтенсивністю та більшою у важко хворих. Різниця кількості зв'язків між здоровими та важко хворими операторами БпЛА є достовірною ($p=0,0491$).

Якщо розглядати отриманий матеріал з позиції теорії аналізу систем, то потрібно констатувати, що достатньо щільна система забезпечення діяльності

поступово руйнується при переході від здорових до легко хворих і, особливо, при переході від здорових до важко хворих операторів. Як наслідок, стрес, який викликає хворобу, докорінним чином руйнує систему забезпечення діяльності, що унеможливує швидке та якісне виконання завдань за призначенням. Отримані висновки корелюють з матеріалами, отриманими при реабілітації хворих з різним ступенем хронічної втоми, де кількість зв'язків між психофізіологічними характеристиками організму найбільша у військовослужбовців з легкими появами хронічної втоми і найменша – у таких з важкими її проявами [5]. Таким чином, стрес і викликані ним захворювання органів травлення у операторів БпЛА руйнують систему за-

безпечення діяльності, що може позначатися на виконанні ними професійних обов'язків.

Винайдена закономірність руйнування кореляційних зв'язків когнітивних характеристик в залежності від «важкості хвороби» певною мірою віддзеркалюється в сучасних публікаціях. Так, окремі автори [9] показали, що при визначенні ролі стресу на професійну діяльність важливими є саме когнітивні функції. Причому природа стресора може пом'якшувати зв'язок між аналізованими функціями. Результати діяльності також можуть залежати від індивідуальних відмінностей реакцій на стрес операторів. Деякі іноземні автори [17, 10] зазначають у своїх публікаціях, що окремі психофізіологічні заходи можуть виявляти певні реакції на стрес, які людина і не усвідомлює. Натомість у відомій нам вітчизняній літературі таких даних не відображено. Практика показує, що за допомогою психофізіологічних тренувань та деяких інших заходів можна певним чином підвищити рівень стресостійкості, однак чи допомагає це попереджувати розвиток асоційованих зі стресом захворювань невідомо. Тому розробка комплексу профілактичних заходів, які будуть попереджувати розвиток асоційованих зі стресом захворювань або компенсувати їх негативний вплив на психофізіологічний стан операторів БПЛА, допоможе забезпечити високу надійність їх професійної діяльності та збільшити професійне довголіття.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що асоційовані зі стресом захворювання органів травлення негативно впливають на психофізіологічний стан операторів БПЛА за достатньо великою кількістю професійно важливих психофізіологічних якостей. До їх числа відносяться: латентний період простої та складної зорово-моторної реакції, врівноваженість нервових процесів, кількість випереджень та запізень при дослідженні реакції на рухомий об'єкт, кількість помилок при виконанні тесту на концентрацію уваги та час вірної вказівки при дослідженні орієнтації у просторі ($p < 0,05$). За показниками середнього квадратичного відхилення складної зорово-моторної реакції та часу помилкової вказівки при дослідженні просторового орієнтування спостерігається тенденція до достовірних змін ($p < 0,1$).

2. Показано достовірний вплив фактора «стану здоров'я» на психофізіологічний стан за показниками простої ($p = 0,00461$) і складної ($p = 0,04718$) зорово-моторної реакції операторів БПЛА. Разом з тим виявлено, що дія вище зазначеного фактора носить близький до лінійного характер, що віддзеркалює глибину ураження слизової оболонки травного тракту.

3. Виявлено зменшення кількості кореляційних зв'язків між психофізіологічними показниками та зміна їх структури в ланці: «здорові – легко хворі – важко хворі». Це показує, що ступінь деградації структури кореляційних зв'язків достовірно збільшується ($p = 0,0491$) в залежності від глибини ураження слизової оболонки шлунково-кишкового тракту внаслідок впливу стресового фактора.

4. Запропонована гіпотеза стосовно регулювання діяльності функціонування організму операторів БПЛА в ряду: «здорові – легко хворі – важко хворі», яка передбачає руйнування системи зв'язків між когнітивними психофізіологічними параметрами залежно від «важкості захворювання».

5. Констатовано необхідність у розробленні комплексу організаційних та медико-профілактичних заходів, які будуть попереджувати розвиток асоційованих зі стресом захворювань або компенсувати їх негативний вплив на психофізіологічний стан операторів БПЛА.

Перспективи подальших досліджень. За результатами проведених досліджень виникає потреба у виявленні психофізіологічних предикторів та побудові спеціальних розв'язувальних правил, за якими можна буде передбачати закономірну трансформацію професійно важливих психофізіологічних якостей операторів БПЛА, що сприятимуть якісному виконанню бойових завдань. Разом з тим існує потреба проаналізувати вплив більш широкого спектру асоційованих зі стресом захворювань, особливо тих, які можуть сприяти виникненню ускладнень, що можуть становити небезпеку для життя.

ФІНАНСУВАННЯ ТА КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Дослідження виконано за темою: «Розроблення критеріїв оцінювання ступеня придатності операторів безпілотних авіаційних комплексів до роботи за фахом за психофізіологічними характеристиками», № державної реєстрації 0121U109342.

ВІДПОВІДНІСТЬ ЕТИЧНИМ НОРМАМ

Наукова робота здійснювалась за письмовими згодами досліджуваних осіб. Згідно з рішенням Комітету з біоетики Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова проведені дослідження в повній мірі відповідали біоетичним і морально-правовим вимогам Гельсінської декларації, Конвенції Ради Європи про права людини і біомедицину, положенням ВООЗ, законам України та наказу МОЗ України № 281 від 1 листопада 2000 року.

REFERENCES

1. Bischoff S. C., Barbara G., Buurman W., Ockhuizen T., Schulzke J. D., Serino M., Tilg H., Watson A., Wells J. M. (2014). Intestinal permeability – a new target for disease prevention and therapy. *BMC Gastroenterology*, 14:189. doi: 10.1186/s12876-014-0189-7.
2. Firsov, A. G. (2010). Software and hardware complex for assessing the typological features of the human central nervous system. *Cybernetics and Computer Science*, 162, 28-35.
3. Haber J., Chung J. (2016). Assessment of UAV operator workload in a reconfigurable multi-touch ground control station environment. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 4(3), 203-216. <https://doi.org/10.1139/juvs-2015-0039>.
4. Haydar A. T. (2022). Important issues in unmanned aerial vehicle user education and training. *Journal of Aviation*, 6(1), 80-86. <https://doi.org/10.30518/jav.1083114>.
5. Kalnysh V. V. (2022). Consequences of emotional stress and the development of chronic fatigue during the long stay of servicemen in combat conditions. Philosophical-sociological and psychological-pedagogical problems of preparing an individual to perform tasks in special conditions (December 1, 2022). Ministry of Defense of Ukraine, National University of Defense of Ukraine. Kyiv: NUOU, 71-74.
6. Kalnysh V. V., Pashkovskiy S. M., Koval N. V., Pashkovska O. V. (2023). Indicators of changes in the level of functional reserves of the organism of operators in the development of age changes, fatigue and stress-associated diseases. *Physiological journal*, 69(4), 19-28.
7. Kalnysh V. V., Shvets A. V., Pashkovskiy S. M., Maltsev O. V., Koval N. V., Lutsenko L. I. (2023). Features of the formation of work stress in operators of unmanned aviation complexes. *Modern aspects of military medicine*, 30(1), 20-37. <https://doi.org/10.32751/2310-4910-2023-30-1-02>.
8. Makarenko, N. V. (1996). Theoretical foundations and methods of professional psycho-physiological selection of military specialists. Scientific Research Institute of Problems of Military Medicine of the Ukrainian Military Medical Academy.
9. Matthews G., Panganiban A. R., Wells A., Wohleber R. W., Reinerman-Jones L. E. (2019). Metacognition, hardiness, and grit as resilience factors in unmanned aerial systems (UAS) operations: a simulation study. *Front Psychology*, 10, 640.
10. Matthews G., and Reinerman-Jones L. (2017). *Workload Assessment: How to Diagnose Workload Issues and Enhance Performance*. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
11. Methods of examinations during medical-flight examination: a guide for medical-flight commissions / according to general ed. Doctor of Medicine, Prof. A. V. Shvetsia, Ph.D., Assoc. K. V. Humenyuk, Ph.D. V. V. Dyachenko. Vinnitsa. PP «Balyuk V. B.», 2024. 382.
12. Pashkovskiy S. M., Kalnysh V. V., Koval N. V. (2023). Comparative characteristics of professionally important psychophysiological parameters of operators of unmanned aircraft complexes, practically healthy and patients with stress-associated diseases. «Bulletin of Vinnitsia National Medical University», 27(2), 301-308. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27\(2\)-21](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27(2)-21).
13. Pashkovskiy S. M., Koval N. V., Angelska V. Yu., Kalnysh V. V., Klunko E. S. (2023). Peculiarities of the influence of stress-associated diseases on the psychophysiological state of operators of unmanned aircraft systems. Materials of the 1st scientific and practical online conference with international participation «Actual problems of education and science in conditions of war» /stop V. Shpak; edited by S. Tabachnikov. Kyiv: State Enterprise «Express-advertisement». 213-224.
14. Practical aspects of modern gastroenterology: study guide: military doctor series. 2nd edition processing and additional / edited by G. V. Saddle. K.: SPD Chalchynska N. V., 2015. 436.
15. Sakib M. N., Chaspari T., Ahn C., Behzadan A. (2020). An experimental study of wearable technology and immersive virtual reality for drone operator training. In: Proceedings of the EG-ICE Workshop on Intelligent Computing in Engineering «EG-ICE 2020 Workshop on Intelligent Computing in Engineering». 1st-4th July 2020, Online Proceedings. Berlin, Germany. 154-163. https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/247003796/EG_ICE_2020.pdf.
16. Semenyaka I. (2021). The health requirements for drone operators in the Armed Forces are the same as for Su-27 fighter pilots... [The health requirements for drone operators in the Armed Forces are the same as for Su-27 fighter pilots...] Ukrainian Military Pages <https://www.ukrmilitary.com/2021/01/pilot-uav.html>, (last accessed on March 9th, 2022).
17. Verkuil, B., Brosschot, J. F., Gebhardt, W. A., and Thayer, J. F. (2010). When worries make you sick: a review of perseverative cognition, the default stress response and somatic health. *Journal Experimental Psychopathology*, 1, 87-118. <https://doi.org/10.5127/jep.009110>.
18. Zhuravlyova V. L., Shekhovtsova Yu. O. (2021). Etiopathogenetic aspects of the formation of functional diseases of the gastrointestinal tract: emphasis on changes in intestinal permeability. *Modern gastroenterology*, 2(118), 79-86. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2024.1.290950>.

Summary

THE IMPACT OF STRESS-ASSOCIATED DISEASES OF THE DIGESTIVE ORGANS ON THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE OF OPERATORS OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

Serhii M. Pashkovskiy¹, Ihor V. Serheta², Valentyn V. Kalnysh³, Nataliia V. Koval^{1,2}, Hryhorii L. Bohush^{1,2}, Tetiana P. Tymchyshyn^{1,2}, Liliia L. Iskiv³

1 – Military Medical Clinical Center of the Central Region, Vinnytsia, Ukraine

2 – National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, Ukraine

3 – Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv, Ukraine

Introduction. In the conditions of martial law, an important role belongs to modern military equipment, which includes unmanned aircraft systems (UAS). Operators of UAS in the course of combat missions are significantly affected by the stress factor. It provokes the occurrence of stress-associated diseases in them, therefore, studying the specifics of the impact of stress-associated diseases on the psychophysiological state of operators determines the relevance of this study.

The aim of the study. To establish the patterns of influence of stress-associated diseases of the digestive organs on the psychophysiological state of the operators of unmanned aircraft systems.

Materials and methods. In the course of the research, 94 operators of UAS under the age of 40 were examined, who were then divided into groups based on their health status. The examination was carried out using modern modified methods implemented on the basis of the software and hardware complex for psychophysiological research «PFI-2».

The results. It has been proven that stress-associated diseases of the digestive organs significantly worsen ($p < 0,05$) the psychophysiological state of operators of UAS in a sufficiently large number of professionally important psychophysiological qualities. The reliable influence of the «state of health» factor on the indicators of simple and complex visual-motor reaction of operators of UAS is shown. The analysis of correlation constellations according to cognitive parameters showed that 6 of them are observed in healthy operators, 2 in mildly ill patients, and 1 in severely ill patients, that is, the system of connections between cognitive functions breaks down quite strongly with the development of stress-associated diseases of the digestive organs. There is a natural decrease in the number of connections in the series «healthy (13) mildly ill (10) severely ill (5)». It is shown that the stress that causes the disease fundamentally destroys the system of ensuring professional activity.

Conclusions. It was established that stress-associated diseases of the digestive organs negatively affect the psychophysiological state of operators. The degree of degradation of the structure of correlation relations ($p = 0,0491$) as a result of the influence of the stress factor on the operators was revealed. A hypothesis regarding the destruction of the system of connections between cognitive psychophysiological parameters depending on the «severity of the disease» is proposed. The need to develop a set of measures to prevent the development of stress-related diseases among operators of UAS has been established.

Keywords: stress-associated diseases, digestive organs, operators of unmanned aircraft systems, psychophysiological parameters, fighting capacity, stress