

УДК 004.9:612.822(045)

**П.В. Білошицький**, д.мед.н., проф.  
**О.М. Ключко**, к.б.н., доц.  
**Ю.М. Онопчук**, д.ф.-м.н., проф.  
**А.З. Колчинська**, д.мед.н., проф. (Росія)

## РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УКРАЇНСЬКИМИ ВЧЕНИМИ В ПРИЕЛЬБРУССІ

*Наведено результати дослідження вищої нервової діяльності в умовах гір, впливу на неї гіпоксії. Розроблено на їх основі методи професійного відбору. Подано математичну модель оцінювання розвитку гіпоксії мозку внаслідок утворення гліому.*

*Some results of central nervous system investigation and hypoxia influence in mountain conditions are given as well as methods for professional selection developed on this base. Mathematic model for the estimation of brain hypoxia due to glioma development is suggested.*

**адаптація, високогір'я, вища нервова діяльність, гіпоксія, психофізіологічний професійний відбір**

### Вступ

Вивчення функціонування вищої нервової діяльності (ВНД), на Ельбруській медико-біологічній станції (ЕМБС) Національної академії наук України сприяють розумінню функціонування мозку людини у критичних умовах, на значних висотах, у стресових ситуаціях, у разі переохолодження, нестачі кисню, перевантаженнях, мають важливе значення для підготовки та організації роботи льотчиків, космонавтів, операторів, альпіністів, рятівників, представників інших спецконтингентів.

Спектр досліджень на ЕМБС змін у ВНД людини у таких умовах був надзвичайно широким – від удосконалення методів професійного відбору та дослідження надійності функціонування нервової системи на висотах до розшифрування зміненого мовлення льотчиків в аварійних умовах або лікування пацієнтів із деякими формами шизофренії [1–6].

Одним з основних способів вдосконалювання системи підготовки розподілу й розміщення кадрів у різних галузях народного господарства є розроблення нових методів і критеріїв оцінювання успішності професійної діяльності людини, а також системи професійного відбору, яка і проводилася на ЕМБС.

**Постановка завдання** – навести результати дослідження змін ВНД людини, які відбуваються на високогір'ї, впливу на неї гіпоксії, розроблених на цій основі методів професійного відбору, а також математичну модель оцінювання розвитку гіпоксії при гліомах мозку.

### Вища нервова діяльність в умовах гір та вплив на неї гіпоксії

Центральна нервова система (ЦНС) найбільш чутлива до нестачі кисню, особливо вищі відділи головного мозку. Вплив гіпоксії різного походження на ВНД викликає порушення у функціях ЦНС, що виявляється у змінах тонкої гістологічної структури нервової тканини [7], діяльності окремих нейронів [8; 9], змінах електроенцефалограм (ЕЕГ) [10–14], у реакціях ВНД, порушеннях психіки людини [15–19].

Дослідженням впливу гіпоксії на нервову систему присвячено численні роботи вітчизняних і зарубіжних авторів [20–22].

Загальноприйнятою є думка, що у процесі розвитку гострої гіпоксії виникають фазові зміни функціонального стану ЦНС. Рівень спостережуваних змін ВНД визначається ступенем кисневого голодування. Так, у випадку гіпоксисбарії, що виникає під час підйому в гори або штучно створюється у барокамері на невеликих висотах (2000–3000 м над рівнем моря), зареєстровано:

- порушення диференціювань;
- збільшення позитивних умовних рефлексів;
- скорочення латентних періодів рухових реакцій;
- прискорення рішення задач на міцність умовних реакцій, але вповільнене виконання таких самих завдань на гальмування, підвищення загальної рухової та мовної активності.

Відмічені явища можуть свідчити про те, що у разі невеликої нестачі кисню передусім порушується внутрішнє гальмування [23].

Процес збудження страждає ймовірно у меншій мірі, внаслідок чого виникає деяка його перевага.

Про це ж свідчать реєстрації змін ЕЕГ у першу фазу розвитку гіпоксії. В ЕЕГ посилюються високочастотні коливання  $\beta$ -ритму, обумовлені впливом на кору великих півкуль, ретикулярної формації, що активуються, у свою чергу, стимуляцією хеморецепторів синокаротидної зони.

У разі посилення гіпоксії умовні рефлекси стають непостійними, зменшуються. Латентний період рухових реакцій помітно збільшується. Темп корегувальної роботи різко уповільнюється, порушуються силові відносини між подразниками, відзначається поява зрівняльної й парадоксальної фаз, знижується рухова активність, з'являється млявість, сонливість.

Характер описуваних реакцій свідчить про те, що зі значним дефіцитом кисню ускладнюється й збуджувальний процес, тобто порушеними виявляються обидва основні нервові процеси. У разі посилення дії нестачі кисню прогресують гальмівні процеси [24–26].

На ЕЕГ у процесі розвитку гіпоксії (2 та 3 фази гіпоксії) спочатку домінують повільні коливання ( $\theta$ - і  $\Delta$ -ритми), які поступово стають епізодичними, а потім зникають під час розвитку вкрай важких гіпоксичних станів [13; 14].

Багато авторів відзначають [20; 24], що хоча загальний характер змін ВНД у різних людей на кисневу недостатність однаковий, ступінь прояву цих змін на тих самих висотах у різних людей виявляється різний.

Знижений вміст кисню легше переносять люди й тварини з сильними, рухливими, урівноваженими нервовими процесами [20; 24; 26]. Гірше переносять умови гіпоксії обстежувані зі слабкими нервовими процесами. У них же вміст кисню в артеріальній крові зі зниженням його парціального тиску у вдихуваному повітрі знижувався значніше, ніж у інших випробовувачів.

Різний характер реагування на кисневу недостатність пояснюється авторами генетично детермінованою індивідуальною чутливістю організму до нестачі кисню, обумовленою біохімічною індивідуальністю організму, особливостями вегетативного регулювання, іншими факторами.

Фазовий характер змін умовнорефлекторної діяльності у процесі розвитку гострої гіпоксії більшість дослідників пов'язували з безпосередньою дією різного ступеня гіпоксії на кору великих півкуль [24]. Однак деякі автори надають істотного значення функціональним зрушенням, що відбуваються у разі гіпоксії в гіпоталамусі за наявності тісної взаємодії його з ретикулярною формацією [27].

Результати численних досліджень вказують на те, що зміни, які виникають в організмі під дією гіпоксії гір, зникають при подальшій адаптації до високогір'я [20; 28].

Реакції, які відбуваються в організмі у процесі адаптації до гірських висот, можуть бути досить корисними для організму.

Адаптація до високогірного клімату тренує діяльність усіх систем організму, зокрема нервову, підвищує резистентність організму до нестачі кисню [3; 8].

На основі цих результатів було обгрунтовано методи підвищення надійності функціонування організму в різних екстремальних ситуаціях, метод адаптації до гірського клімату для лікування багатьох хвороб, пов'язаних з гіпоксією (хвороби крові, бронхіальна астма, шизофренія). Було встановлено, що найоптимальнішим варіантом висотного тренування є метод активної ступінчастої високогірної адаптації. Цей метод виявився корисним як масовий засіб для зміцнення здоров'я, підвищення продуктивності праці, для поліпшення спортивних показників, лікування деяких захворювань [28; 29].

### **Основні методи дослідження вищої нервової діяльності**

Проблема подібності й розходження між окремими індивідуумами вже давно цікавила дослідників. Але тільки після відкриття І.П. Павловим [23] індивідуально-типологічних властивостей їх ВНД (сила, рухливість і врівноваженість нервових процесів), почалося справжнє наукове дослідження психофізіологічних особливостей ссавців і людини.

Протягом багатьох років ведуться роботи з вивчення індивідуально-типологічних особливостей нервової системи й значення їх у трудовому, спортивному, навчальному та інших видах діяльності людини в умовах різних факторів впливу середовища на організм шляхом дослідження параметрів нейродинамічного рівня.

Одним із розроблених приладів для діагностики нейродинамічних особливостей людини є ПНН-3, за допомогою якого за 6–7 хв можна отримати кількісні показники функціональної рухливості нервових процесів і працездатності головного мозку (сила нервових процесів).

В основу визначення цих типологічних особливостей закладено принцип обліку максимальної швидкості диференціювання позитивних і гальмівних подразників, що задають у режимі

"зворотний зв'язок", і максимальної кількості переробки інформації в заданий час. Крім того, за допомогою цього приладу можна визначити сенсомоторні реакції прості й реакції вибору одного із трьох і двох із трьох світлових сигналів.

Для отримання кількісної оцінки двох основних властивостей ВНД опишемо розрахунки результатів тестування. Для визначення властивості функціональної рухливості нервових процесів випробувачу пред'являється 120 сигналів червоної, жовтої й зеленої квіток (чотири серії по 30 подразників). Під час виконання завдання трирозрядний лічильник приладу реєструє (з точністю до 0,01 с) поточне значення експозиції подразників, а однорозрядний лічильник (з точністю до 0,1 с) фіксує їх мінімальну експозицію.

У процесі виконання тесту кожні 15 с експериментатор реєструє поточні та мінімальні значення експозиції, а наприкінці роботи – загальний час виконання завдання в секундах. Отримані результати заносять до протоколу дослідження, для розрахунку показника рівня функціональної рухливості нервових процесів.

Для визначення працездатності головного мозку випробувачу пропонується завдання, аналогічне завданню у випадку визначення попереднього показника, проте кількість пропонованих сигналів не фіксується, а нормується тривалість виконання завдання.

### **Проблема психофізіологічного професійного відбору**

Психофізіологічний відбір як складова частина професійного відбору спрямований на виявлення осіб, які за професійними здібностями та індивідуальними психофізіологічними якостями відповідають вимогам конкретних спеціальностей. Такі люди найбільш придатні до навчання у встановлений термін і до наступної успішної професійної діяльності [30]. Багато професій поєднані не тільки з виконанням набору специфічних робочих операцій, але й з режимом праці і відпочинком (змінною працею з нічною зайнятістю, чергуванням за пультом керування тощо), з особливостями навколишнього середовища (роботою в умовах шуму, вібрацією, прискоренням, гіпоксією, лімітом часу тощо), з екстремальними факторами (нервово-емоційним перевантаженням). Такі професії обрали льотчики, космонавти, водії, машиністи-оператори блокового обладнання, особи, трудова діяльність яких відбувається в умовах розширення зони обслуговування, збільшення потужності агрегатів, двигунів тощо.

Ґрунтуючись на результатах досліджень на ЕМБС можна констатувати, що використання на операторських посадах осіб, що не мають належного рівня розвитку професійно важливих психофізіологічних якостей призводить не тільки до появи браку в роботі, виникнення аварійних ситуацій, але й несприятливо позначається на стані їх здоров'я. У таких працівників значно частіше розвиваються захворювання центральної нервової й серцево-судинної систем.

Багаторічні дослідження Ю.Л. Майдікова, М.В. Макаренко, А.О. Наватікяна, В.А. Бузунова, А.В. Карпенко, В.В. Калниша [12] переконують у тому, що із практичної точки зору проблема прогнозування успішності професійної діяльності зводиться до двох основних аспектів:

- визначення вимог, пропонованих людині тією або іншою діяльністю;
- оцінювання стану її відповідних здібностей, що лімітують цю діяльність.

Успіх професійної психодіагностики значною мірою залежить від вибору методичних принципів і методик, адекватних цілям і завданням дослідження.

На ЕМБС було обстежено більше 300 осіб – випробувачів, альпіністів, кандидатів у космонавти, водіїв, операторів енергоблоків, які переважно здійснюють контроль за ходом технологічного процесу, дистанційно визначають та усувають порушення у режимі роботи устаткування.

В основу створення діагностичного комплексу було включено вже відомі й деякі нові методичні прийоми, що дають змогу характеризувати рівень розвитку й стану професійно значимих психофізіологічних особливостей людини:

- функціональну рухливість нервових процесів і працездатність головного мозку, які визначали за методикою М.В. Макаренко, Н.В. Кольченко, Ю.Л. Майдікова;
- короткочасну пам'ять, яку визначали за кількістю запам'ятованих геометричних фігур;
- здатність до концентрації й перемикання уваги – за таблицями Шульте-Платонова;
- здатність до переробки зорової інформації за таблицями А.О. Наватікяна, З.В. Крижановської;
- рухові реакції на світловий сигнал;
- здатність до оперативного, до технічного мислення й просторового уявлення;
- м'язову силу й витривалість до статичного зусилля;
- особливостей, діагностованих за допомогою адаптованих особистісних схем опитування [12].

### Математична модель оцінювання розвитку гіпоксії при гліомах мозку

Стан гіпоксії у тканинах (зокрема мозку) може наступати не тільки в умовах нестачі кисню на високогір'ї, але й унаслідок захворювань, метаболічних розладів тощо [2]. Розвиток пухлин мозку – гліом – призводить до виникнення гіпоксичних явищ.

Дослідженню цих явищ присвячено роботи, виконані у співдружності з м.н.с. Н.В. Гужавською (Інститут нейрохірургії НАН України, Київ).

Під час оцінювання ступеня впливу пухлини на організм виникає ряд проблем, які намагаються розв'язати за допомогою аналізу клінічних і лабораторних даних, отриманих у процесі обстеження хворого. На підставі цих даних клініцист і нейрофізіолог повинні визначити, як і наскільки впливає початкове навантаження, спричинене пухлиною, на тривалість життя хворого в катамнезі, як спрогнозувати можливий термін виникнення рецидивів пухлини, можливість ускладнень як під час операції, так і в ранньому післяопераційному періоді.

Процес розвитку пухлини в організмі розглядається як випадковий, хоча йому часто передують функціональні зміни в організмі, спричинені впливом несприятливих та екстремальних зовнішніх умов середовища, за яких здійснюється життєдіяльність організму. Для оцінювання навантаження пухлини на організм і ступеня ризику для здоров'я хворого використовуються методи теорії надійності складних систем. При цьому відмовлення системи функціонувати пов'язується з досягненням функцією навантаження  $S(t)$ , що відображає ступінь впливу пухлини на організм, якогось граничного рівня  $S(t)$ .

Ефективність консервативного або оперативного лікування можна оцінити за шкалою  $[0, S(t)]$ .

Насамперед розглянемо моделі клінічних даних хворих із гліомою головного мозку. У стаціонарі для лікування хворого беруть ряд клінічних показників його стану. Серед найбільш важливих виділяють:

- ступінь злоякісності пухлини  $f_1^{**}$ ;
- локалізацію пухлини  $f_2^{**}$ ;
- наявність зсуву серединних структур мозку  $f_3^{**}$ ;
- наявність перифокального набряку  $f_4^{**}$ ;
- щільність пухлини  $f_5^{**}$ ;
- наявність кистоутворення  $f_6^{**}$ ;
- тип перебігу захворювання  $f_7^{**}$ ;
- виразність загальномоозкової симптоматики  $f_8^{**}$ ;

- виразність осередкової симптоматики  $f_9^{**}$ ;
  - виразність застою на очному дні  $f_{10}^{**}$ ;
  - консистенція пухлини  $f_{11}^{**}$ ;
  - зв'язок пухлини з магістральними судинами  $f_{12}^{**}$ .
- Більшість із цих показників визначається в результаті томографічних, лабораторних та екслюзивних досліджень.

Значення кожної з цих функцій ( $f_i^{**}$ ,  $i=1,12$ ), які істотно впливають на стан хворого з гліомами мозку різного ступеня злоякісності та визначають функціональні можливості організму у здійсненні життєдіяльності, можна задати дискретною множиною. Ці значення дорівнюють:

$M(f_1^{**}) = 1$ , якщо виявлені гліоми I ступеня;

$M(f_1^{**}) = 2$ , якщо гліома II ступеня,

$M(f_1^{**}) = 3$ , якщо епендимоми, гліоми III ступеня,

$M(f_1^{**}) = 4$ , якщо гліоми IV ступеня.

Важливе також місце розташування пухлини, тому оцінимо  $M(f_2^{**})$  у такий спосіб:

$M(f_2^{**}) = 1$  конвекситальна локалізація, чоло, тім'я, скроня;

$M(f_2^{**}) = 3$  – враження медіальних структур;

$M(f_2^{**}) = 4$  – підкоркова локалізація.

Томографічні дослідження дають можливість оцінити область значень  $M(f_3^{**})$ :

$M(f_3^{**}) = 0$  – немає зсувів;

$M(f_3^{**}) = 1$  – наявність зсуву серединних структур мозку, до 4 мм;

$M(f_3^{**}) = 2$  – зсув серединних структур мозку від 4 до 7 мм;

$M(f_3^{**}) = 3$  – зсув серединних структур від 7 до 10 мм;

$M(f_3^{**}) = 4$  – зсув понад 10 мм.

У такий же спосіб оцінюють область значень функції  $M(f_4^{**})$  і  $M(f_5^{**})$ :

0 – якщо перифокальний набряк мозку 1–1,5 см або його немає;

1 – діаметр перифокального набряку становить 1,5–2 см;

$M(f_4^{**}) = 2$  – перифокальний набряк величиною до 2–3 см;

3 – набряк у 3–4 см;

1 – щільність пухлини 15–20 у. од.;

$M(f_5^{**}) = 2$  – щільності пухлини 20–25 у. од.;

3 – щільність пухлини понад 25 у. од.

Важливими для оцінювання навантаження пухлини мозку на організм є показники функцій  $f_{6й}-f_{11}^{**}$ , значення яких клініцисти визначають у такий спосіб:

0 – кисти немає;

$M(f_6^{**}) = 1$  – наявність завапнякування;

2 – наявність некрозу, кист;

1 – консистенція пухлини м'яка;

М  $f_{7}^{**} = 2$  – консистенція пухлини щільна,

3 – завапнякована пухлина.

Ряд показників, які використовуються для оцінювання кількісного значення навантаження пухлини, визначає лікар побічно, ексклюзивно, у процесі огляду пацієнта. Прийнято, що функції  $f_{8}^{**}$ ,  $f_{9}^{**}$  і  $f_{10}^{**}$  можуть мати два значення: "0" або "1":

М ( $f_{8}^{**}$ ) = 0 – загальноомозкової симптоматики немає;

М ( $f_{8}^{**}$ ) = 1 – симптоматика є;

М ( $f_{9}^{**}$ ) = 0 – осередкової симптоматики не спостерігається;

М ( $f_{9}^{**}$ ) = 1 – симптоматика є;

М ( $f_{10}^{**}$ ) = 0 – застою на очному дні немає або спостерігається помірний застій;

М ( $f_{10}^{**}$ ) = 1 – застій на очному дні явно виражений.

Показники  $f_{7}^{**}$  і  $f_{12}^{**}$  пов'язані з можливим впливом на функціональні зміни цілісного організму:

1 – тип перебігу захворювання епілептоподібний;

М ( $f_{11}^{**}$ ) = 2 – тип перебігу захворювання гіпертензивний;

М ( $f_{11}^{**}$ ) = 3 – тип перебігу захворювання судинний.

М ( $f_{11}^{**}$ ) = 0 – судини вмуровані у пухлину;

М ( $f_{12}^{**}$ ) = 1 – магістральні судини не належать пухлині;

М ( $f_{12}^{**}$ ) = 3 – магістральні судини рихло спаяні.

Вплив пухлини на організм людини, з огляду на тільки клінічні показники, можна оцінити лінійно зваженою функцією:

$$F^{кл} = \sum \delta_i f_i,$$

де  $\delta_i$  – коефіцієнти важливості окремих показників у системі оцінювання стану організму, що можуть бути визначені в результаті факторного аналізу даних.

Загалом,  $\delta_i$  якоюсь мірою враховані в побудові множин М ( $f_i$ ,  $i = 1,12$ ) і тому в найпростішому випадку можна вважати, що

$$F^{кл} = \sum f_i^{кл}.$$

### Моделі лабораторних даних хворих із гліомою мозку

Розвиток злоякісної пухлини різної нозології вимагає посилення функцій системи кровообігу у місцях локалізації пухлини, що постачає клітинам мозку кисень, ферменти й інші потрібні для життєдіяльності речовини. Тому для оцінювання ступеня впливу пухлини на системні стани організму слід враховувати показники лабораторних обстежень хворих.

У практиці нейрохірургічної клініки серед найбільш важливих лабораторних показників виділяють:

$f_1^*$  – виразність порушень умісту в крові гемоглобіну;

$f_2^*$  – виразність порушень умісту лейкоцитів у крові;

$f_3^*$  – виразність порушень умісту цукру в крові;

$f_4^*$  – порушення рівня протромбінового індексу;

$f_5^*$  – порушення умісту фібриногену.

Вагомість цих порушень оцінюють бальною системою, що формує значення функцій  $f_i$ ,  $i = 1,5$ :

М ( $f_1^*$ ) = 1, якщо  $Hb \leq 130$  г/л;

М ( $f_1^*$ ) = 2, якщо  $Hb > 130$  г/л;

М ( $f_2^*$ ) = 1, якщо  $0 \leq \text{лейкоцити} \leq 4 (*10^9 / \text{л})$ ;

М ( $f_2^*$ ) = 2, якщо лейкоцити  $> 4 (*10^9 / \text{л})$ ;

М ( $f_3^*$ ) = 1, якщо  $0 < \text{цукор} \leq 4$  ммоль /л;

М ( $f_3^*$ ) = 2, якщо цукор  $\geq 6,6$  ммоль /л.

Позначимо протромбіновий індекс через ПІ:

М ( $f_4^*$ ) = 1, якщо ПІ  $\leq 80$  %;

М ( $f_4^*$ ) = 2, якщо  $80 \leq \text{ПІ} \leq 100$ ;

М ( $f_4^*$ ) = 3, якщо ПІ  $> 100$ .

Позначимо фібриноген через F:

М ( $f_5^{**}$ ) = 1, якщо  $F \leq 3$  г/л;

М ( $f_5^{**}$ ) = 2, якщо  $3 \leq F \leq 4$  г/л;

М ( $f_5^{**}$ ) = 3, якщо  $F > 4$  г/л.

Дані лабораторних обстежень пацієнта використовуються для оцінювання впливу пухлини на стан організму за лабораторними показниками:

$$F^л = \sum f_i^л$$

і комплексного впливу клінічних і лабораторних показників:

$$F = F^{кл} + F^л = \sum f_i^{кл} + \sum f_i^л. \quad (1)$$

Таким чином, під час встановлення граничного значення навантаження пухлини на організм людини за допомогою рівняння лінійної регресії (1) використовували клінічні і лабораторні дані пацієнтів нейрохірургічної клініки. Проведений аналіз оцінок навантаження показує, що в разі досягнення граничного значення S, що дорівнює 18 балам, 421 особа (58 %) мали тривалість життя в катамнезі близько трьох років. 300 осіб прожили менше трьох років – навантаження їх пухлин за оцінкою спостережень становило менше 18 балів. Статистичний аналіз показує, що отримані дані достовірні ( $p < 0,01$ ). Для людей, які жили в катамнезі до 15 міс., середнє навантаження пухлини становило  $18,03 \pm 0,05$  бала, від 15 міс. до 3 рр. –  $18,15 \pm 0,12$  бала, від 3 до 5 рр. –  $17,07 \pm 0,03$  бала, а понад 5 рр. –  $16,04 \pm 0,02$  бала.

Отже, встановлена істотна кореляція навантаження пухлини під час стаціонарного лікування з тривалістю життя в катамнезі (рис. 1).

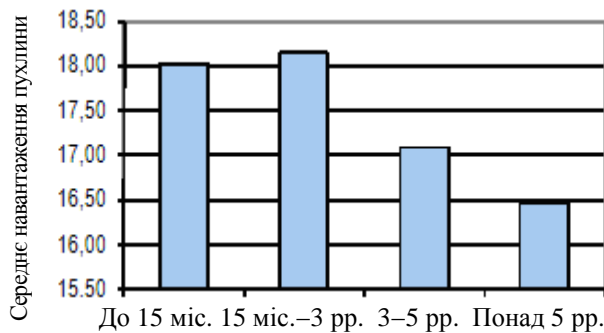


Рис. 1. Тривалість життя в катамнезі залежно від навантаження пухлини

Для хворих, що мали рецидиви хвороби у катамнезі до 15 міс., середнє навантаження пухлини встановлювалося на рівні  $18,18 \pm 0,1$  бала (IV), від 15 міс. до 3 рр. –  $18,17 \pm 0,06$  бала (III), від 3 до 5 рр. –  $16,17 \pm 0,3$  бала, понад 5 рр. –  $17,6 \pm 0,42$  бала. Для хворих, що мали рецидиви хвороби, у катамнезі 179 осіб (56 %) мали навантаження понад 18 балів, 139 осіб (44 %) – нижче 18 балів. Відмінності виявилися статистично достовірними ( $p < 0,05$ ). Таким чином, навантаження пухлини на організм, встановлене за клінічними і лабораторними даними хворого під час лікування у стаціонарі, істотно впливає на можливість виникнення рецидиву пухлини.

Розрахунок навантаження пухлини на організм показує, що хворі з навантаженням у  $19,48 \pm 0,2$  бали мали ускладнення під час хірургічної операції; навантаження хворих, що не мали операційних ускладнень, становило  $16,86 \pm 0,43$  бала.

Клінічні і лабораторні дані обстеження хворих у ранній післяопераційний період дають можливість установити, що ускладнення в цей період мали хворі, навантаження яких у доопераційний період становило  $18,74 \pm 0,06$  бала тоді, як для хворих без ускладнень –  $17,35 \pm 0,04$  бала. Серед хворих, що мали навантаження понад 18 балів, 39 % хворих не мали ускладнень у післяопераційний період. Середнє навантаження пухлини на організм залежно від групи гліоми показує, що для I стадії злоякісності середнє навантаження встановлене на рівні 14,9 бали, II ступеня – 16,14 бали, III ступеня – 18,75 бали і для IV ступеня – 19,08 бали (рис. 2).

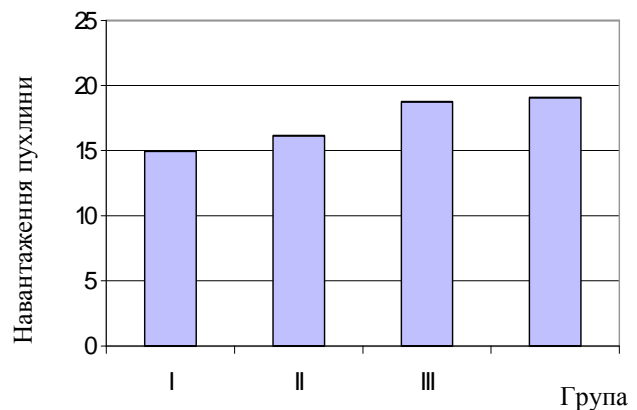


Рис. 2. Середнє навантаження пухлини на організм залежно від групи гліоми

Аналіз отриманих за методом лінійної регресії даних про навантаження пухлини на організм вказує на високу кореляцію з індексом Карновського, який використовують для оцінки важкості захворювання (див. таблицю).

#### Навантаження пухлини

До операції	Після операції
17,9	18,15
18,15	18,09
7,23	17,87
15,28	17,15
15,3	16,7

Отже, використання методу лінійної регресії для оброблення клінічних і лабораторних даних хворих із гліомами мозку дало можливість встановити граничне значення (18 балів) навантаження пухлини на організм і в кожному конкретному випадку захворювання планувати індивідуальну стратегію лікування хворого.

#### Висновки

Важливість проблем, пов'язаних із функціональним станом, рівнем здоров'я експлуатаційного персоналу, операторів різноманітних енергомістких високонебезпечних комплексів очевидна, адже помилка людини-оператора може коштувати життя не тільки йому. Тому подібні види робіт вимагають зібраності, витривалості, позбавляють права на помилку.

З метою ефективного оцінювання ступеня працездатності операторів було запропоновано комплексні методи, що включають оцінювання:

– якості здоров'я;

- спеціальних операторських можливостей на певний момент;
- працездатності в екстремальних умовах середовища;
- відновлення після стомлення;
- прихованих функціональних резервів;
- здатності адаптуватися до нових умов і підвищених навантажень тощо.

Для оцінювання психофізіологічного стану випробувачів використовували різні функціональні проби, фізичні навантаження, визначаючи при цьому індивідуально-типологічні властивості ВНД, функціональну рухливість нервової системи, працездатність головного мозку, функціональний стан вегетативної, кардіореспіраторної, кровотворної, імунологічної, гормональної систем. Дослідження у процесі адаптації до гіпоксії давали можливість не тільки об'єктивно оцінити стан здоров'я, працездатність випробувача, але й одночасно підвищити його функціональні можливості та стійкість до різних шкідливих впливів. Під час обстеження виявили, що контингент операторів являв собою людей із різними психофізіологічними особливостями. Якщо враховувати вік, стать, тип нервової діяльності, стан вегетативної нервової системи, особливості кардіодинаміки, дихання й оксидотичних процесів у цілому, то необхідний спеціальний індивідуальний підхід до вирішення проблеми обліку типологічних особливостей, сенсомоторних і вегетативних характеристик, адаптивності й адаптованості організму, здатності відновлюватися. Отже, для оцінювання надійності функціонування системи "оператор-машина" потрібне мультипараметричне дослідження організму в різних умовах з наступним математичним моделюванням.

В основі надійності й успішності професійної діяльності людини-оператора є комплекс фізіологічних, психофізіологічних систем, які організують функціональну систему, спрямовану на отримання кінцевого результату. Успішність діяльності операторів багато в чому визначається індивідуально-типологічними особливостями ВНД, функцією уваги, пам'яті, сприйняття, оперативного мислення, особливостями нейродинамічного апарату й вегетативної сфери, особистісними характеристиками людини. Усі ці функції мають безпосередньо стосуються формування й використання навичок професійної діяльності оперативного персоналу сучасних підприємств.

Велику увагу було приділено застосовуванню у психофізіології, фізіології праці й спорту, фізіології ВНД людини методів дослідження індивідуальних особливостей. У ній подані експериментально підтверджені критерії їх оцінювання, проведені розробка й інтерпретація оцінних шкал показників нейродинамічних і нейропсихічних функцій, а також характеристик особистісних особливостей, що в результаті математичного аналізу дало можливість скласти ряд рівнянь множинної регресії, за допомогою яких можна прогнозувати інтегральну оцінку успішності роботи людини як оператора з урахуванням критеріїв досліджуваних функцій.

Було встановлено, що адаптація до умов гірського клімату підвищує розумову й фізичну працездатність операторів, збільшує ефективність і надійність їх праці після перевтоми, різних стресових станів. Унаслідок цього кліматотерапію в умовах гір відносимо до інформаційних методів лікування, профілактики, реабілітації, підвищення працездатності, поліпшення спортивних результатів і надійності функціонування організму в екстремальних умовах.

Під час виконання математичного моделювання для випадку гліоми мозку було встановлено, що використання методу лінійної регресії для оброблення клінічних і лабораторних даних пацієнтів дало можливість установити граничне значення (18 балів) навантаження пухлини на організм і в кожному конкретному випадку захворювання планувати індивідуальну стратегію лікування. Крім того, було сформовано моделі даних про клінічні та лабораторні показники обстеження хворих з гліомами мозку різної нозології та запропоновано метод оцінювання ступеня навантаження пухлини на організм за допомогою лінійної регресії. Проведений аналіз результатів моделювання свідчить про високий ступінь кореляції розрахованого рівня навантаження з індексом Карновського. Подібний методологічний підхід може бути застосований як для визначення адаптивності, адаптованості, працездатності, так і для оцінювання патологічних станів.

#### Література

1. Білошицький П.В. Результати деяких медико-біологічних досліджень українських вчених на Ельбрусі / П.В. Білошицький, О.М. Ключко, Ю.М. Онопчук // Вісник НАУ. – 2007. – № 2. – С. 10–16.
2. Білошицький П.В. Вивчення проблем гіпоксії українськими вченими в районі Ельбрусу / П.В. Білошицький, О.М. Ключко, Ю.М. Онопчук // Вісник НАУ. – 2007. – № 3. – С. 44–50.

3. Білошицький П.В. Результати дослідження проблем адаптації українськими вченими в Приельбруссі / П.В. Білошицький, О.М. Ключко, Ю.М. Онопчук // Вісник НАУ. – 2008. – № 1. – С. 102–108.
4. Онопчук Ю.М. Створення математичних моделей за результатами досліджень українських вчених на Ельбрусі / Ю.М. Онопчук, О.М. Ключко, П.В. Білошицький // Вісник НАУ. – 2008. – № 3. – С. 146–156.
5. Білошицький П.В. Результати досліджень українськими вченими в Приельбруссі впливу факторів високогір'я на здоров'я та довголіття / П.В. Білошицький, О.М. Ключко, Ю.М. Онопчук // Вісник НАУ. – 2008. – № 4. – С. 108–117.
6. Динабург А.Д. До патології головного мозку при гіпоксії / А.Д. Динабург, А.З. Колчинська // Мед. журн. АН УССР. – 1951. – Т. 20. Вип. 6. – С. 35–45.
7. Сиротинин Н.Н. Некоторые результаты научно-исследовательской деятельности на Эльбрусской медико-биологической станции / Н.Н. Сиротинин, П.В. Белошицкий // Горы и здоровье. – К: Наук. думка, 1979. – С. 4–7.
8. Соколов Е.Н. Активность нейронов головного мозга кролика при «подъеме» и «спуске» в барокамере / Е.Н. Соколов, Г.П. Стеклова // Журн. высшей нервной деятельности. – 1974. – Т. 24, № 3. – С. 606–610.
9. Алтухов Г.В. Биоэлектрическая активность мозга и насыщение крови кислородом при острой гипоксии / Г.В. Алтухов, И.С. Белаховский, В.Б. Малкин // Военно-мед. журн. – 1954. – № 11. – С. 30.
10. Василенко М.Г. Изменения высотной устойчивости при барокамерной тренировке / М.Г. Василенко // Функции организма в условиях измененной газовой среды. Ч. 2. – К.: АН УССР, 1958. – С. 137.
11. Макаренко Н.В. Методика оценки основных свойств высшей нервной деятельности человека / Н.В. Макаренко, В.В. Сиротский, В.А. Трошкин // Нейробионика и проблема биоэлектрической активности. – К.: Институт кибернетики, 1975. – С. 41–49.
12. Малкин В.Б. Энцефалограмма при острой гипоксической гипоксии / В.Б. Малкин // Авиационная и космическая медицина. – М.: АМН СССР, 1963. – С. 348.
13. Асмолова Н.М. Опыт использования электроэнцефалографического метода при проведении различных гипоксических функциональных проб: автореф. дис.... канд. биол. наук / Н.М. Асмолова – М., 1969. – 12 с.
14. Попов Ю.Н. Исследование состояния психики на высотах Эльбруса / Ю.Н. Попов // Сб. работ Казанского мед. ин-та. – Казань: КМИ, 1931. – Вып.1. – С. 105–112.
15. Орбели Л.А. Влияние пониженного барометрического давления на центральную нервную систему / Л.А. Орбели // Сб. докл. на Всесоюзном совещ. по авиационной медицине. – М.: БИ, 1938. – С. 11.
16. Сиротинин М.М. Життя на висотах і хвороба висоти / М.М. Сиротинин. – К: Вид. АН УРСР, 1939. – 225 с.
17. Сиротинин Н.Н. Высшая нервная деятельность при кислородном голодании / Н.Н. Сиротинин // Высшая нервная деятельность и кортиковисцеральные взаимоотношения в норме и патологии. – К.: АН УССР. – С. 38–46.
18. Белошицкий П.В. Первый опыт создания лаборатории на Восточной вершине Эльбруса / П.В. Белошицкий, В.И. Данилейко // Горы и здоровье. – К.: Наук. думка, 1974. – С. 7–10.
19. Колчинская А.З. Недостаток кислорода и возраст / А.З. Колчинская. – К.: Наук. думка, 1964. – 336 с.
20. Лир Э.В. Гипоксия / Э.В. Лир, К. Стикней. – М.: Медицина, 1967. – 368 с.
21. Малкин В.Б. Проблемы космической биохимии / В.Б. Малкин, Е.Б. Гиппенрейтер // Острая и хроническая гипоксия. Т. 35. – М.: Наука, 1977 – 320 с.
22. Павлов И.П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности животных / И.П. Павлов // Полн. собр. соч. Т. 3, Кн. 1. – М.–Л.: АН СССР, 1951. – 311 с.
23. Заворыкин В.Н. Влияние разреженного воздуха на высшую нервную деятельность: дис....канд. биол. наук. В.Н. Заворыкин. – Л.: ВМА, 1951. – 146 с.
24. Колчинская А.З. О влиянии недостатка кислорода на высшую нервную деятельность человека / А.З. Колчинская // Кислородная терапия и кислородная недостаточность. – К.: АН УССР, 1952. – С. 21–28.
25. Колчинская А.З. Влияние кислородной недостаточности на высшую нервную деятельность: автореф. дис. / А.З. Колчинская. – Одесса, 1954. – 15 с.
26. Калюжный А. В. Нейрофизиологический анализ роли гипоталамуса в условнорефлекторной деятельности и в ее нарушениях при воздействии гипоксии и гипероксии: дис....д-ра мед. наук / А.В. Калюжный. – М., 1969. – 186 с.
27. Влияние ступенчатой акклиматизации к высокогорному климату на подвижность нервных процессов, работоспособность и внешнее дыхание больных астено-вегетативным синдромом / С.И. Молдавская, Н.В. Кольченко, А.Н. Красюк и др. // Горы и здоровье. – К.: Наук. думка. – 1974. – С. 84–92.
28. Колчинская А.З. Опыт лечения высокогорным климатом больных со вторичной анемией. Специальная и клиническая физиология гипоксических состояний / А.З. Колчинская, Ю.А. Крупко-Большова, В.А. Антакова. Т. 1. – К.: Наук. думка. – 1979. – С. 14–22.
29. Белошицкий П.В. Разработка средств и методов отбора и реабилитации операторов / П.В. Белошицкий // Здоров'я та довголіття. – К.: Наук.-вироб. п-во «Пава», 2007. – С. 80.