

Ukr Neurosurg J. 2022;28(4):26-30  
doi: 10.25305/unj.260798

## Віковий аспект нейрофізіологічної діагностики посткомоційного синдрому у потерпілих з легкою вибуховою черепно-мозковою травмою

Чеботарьова Л.Л.<sup>1</sup>, Завалій Ю.В.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Відділення функціональної діагностики, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Відділення нейроtraвми, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

<sup>3</sup> Нейрохірургічне відділення, Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь», Київ, Україна

Надійшла до редакції 09.07.2022

Прийнята до публікації 14.11.2022

### Адреса для листування:

Завалій Юрій Васильович,  
Відділення нейроtraвми,  
Інститут нейрохірургії ім. акад.  
А.П. Ромоданова, вул. Платона  
Майбороди, 32, Київ, 04050,  
Україна, e-mail: zavaliiyurii@ukr.net

Загальноприйнятим є уявлення про вплив віку на результати нейропсихологічного і нейрофізіологічного досліджень, що зумовлено погіршенням пам'яті та уваги в старших вікових групах при захворюваннях і пошкодженнях центральної нервової системи різного походження. Це слід урахувати при роботі з пацієнтами, які зазнали легкої вибухової черепно-мозкової травми (ЛВЧМТ), і орієнтуватися на нормативні показники з урахуванням вікового чинника.

**Мета:** дослідити вплив вікового чинника на показники когнітивних викликаних потенціалів (КВП) у пацієнтів з посткомоційним синдромом (ПКС) у віддалений період ЛВЧМТ.

**Матеріали і методи.** У дослідження було залучено 41 пацієнта з ПКС віком від 18 до 45 років (основна група) та 30 здорових осіб (контрольна група). Пацієнти перебували у віддалений період травми (від 6 міс до 3 років). Розподіл пацієнтів основної групи за віком був таким: до 30 років – 6 осіб, 31–40 років – 18, понад 40 років – 17. Проводили нейропсихологічне тестування за Монреальською шкалою когнітивної оцінки. Кількісну електроенцефалографію здійснювали за стандартними параметрами (чутливість – 70 мкВ/см, часова константа – 0,1 с, фільтр – 40 Гц).

**Результати.** У постраждалих з ПКС унаслідок ЛВЧМТ у віддалений період пошкодження за наявності когнітивних порушень нейрофізіологічне тестування з використанням методу КВП Р300 дає змогу верифікувати дисфункцію мозкової діяльності у вигляді порушень уваги та пам'яті. Перевищення верхньої межі вікової норми латентності Р2 і Р3 компонентів КВП Р300 статистично значущо пов'язане з наявністю когнітивних порушень у пацієнтів з ПКС.

**Висновки.** Метод КВП Р300 можна рекомендувати для використання у комплексній діагностиці когнітивних розладів у пацієнтів з ПКС у проміжний та віддалений період травми. При клінічній інтерпретації показників латентності компонентів КВП Р300 слід орієнтуватися на нормативні показники з урахуванням вікового чинника.

**Ключові слова:** легка вибухова черепно-мозкова травма; посткомоційний синдром; когнітивні порушення; кількісна електроенцефалографія

### Вступ

Вибухова травма залишається маркерним пошкодженням військовослужбовців у сучасних війнах. Російсько-українська війна, що триває з 2014 р., характеризується широким застосуванням ствольної та реактивної артилерії, що призвело до великої кількості потерпілих з осколковими та вибуховими пошкодженнями [1].

У нашому дослідженні [2] визначено нейрофізіологічні критерії, які дають змогу об'єктивізувати наявність та виразність післятравматичних когнітивних порушень уваги та пам'яті у пацієнтів з посткомоційним синдромом (ПКС) унаслідок легкої вибухової черепно-мозкової травми (ЛВЧМТ), запропоновано виділення трьох варіантів ПКС на основі переважання виразних та значних когнітивних порушень і ступеня тяжкості клінічних виявів. Доведено, що у постраждалих

від вибухового ураження у віддалений період легкої черепно-мозкової травми нейрофізіологічне тестування методом когнітивних викликаних потенціалів (КВП Р300) дає змогу верифікувати дисфункцію мозкової діяльності та ступінь когнітивних порушень, уточнити варіант клінічного перебігу ПКС. Обґрунтовано доцільність додавання методу КВП Р300 до діагностичного комплексу у пацієнтів з ПКС для об'єктивізації наявності та виразності когнітивних порушень.

Загальноприйнятим є уявлення про вплив віку на результати нейропсихологічного і нейрофізіологічного досліджень, що зумовлено погіршенням пам'яті та уваги в старших вікових групах при захворюваннях і пошкодженнях центральної нервової системи різного походження [3–5]. Це слід урахувати при роботі з пацієнтами, які зазнали ЛВЧМТ, і орієнтуватися



на нормативні показники з урахуванням вікового чинника.

**Мета:** дослідити вплив вікового чинника на показники когнітивних викликаних потенціалів у пацієнтів з посткомоційним синдромом у віддалений період легкої вибухової черепно-мозкової травми.

### **Матеріали і методи**

#### **Учасники дослідження**

У дослідження було залучено 41 пацієнта з ПКС (основна група) та 30 здорових осіб (контрольна група). Діагноз ПКС після перенесеної ЛВЧМТ (2014–2017) установлений спеціальною військовою медичною комісією Української військово-медичної академії на підставі анамнестичних та клінічних даних і супровідної медичної документації. Усі пацієнти були чоловіками та перебували у віддалений період травми (від 6 міс до 3 років). Розподіл пацієнтів основної групи за віком був таким: до 30 років – 6 осіб, 31–40 років – 18, понад 40 років – 17. Нейропсихологічні та нейрофізіологічні дослідження проводили в Інституті нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України. Усі особи основної та контрольної груп надали письмову згоду на проведення дослідження та обробку отриманої інформації.

Дослідження виконували відповідно до вимог Гельсінської декларації 1975 року і редакцій 1996–2013 рр. Залучення учасників та обробку даних проводили після письмової інформованої згоди.

Проведення дослідження схвалене Комісією з етики та біоетики Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України (протокол №1 від 16 січня 2018 р.).

#### **Критерії залучення**

Критеріями залучення в дослідження були: участь у бойових діях, наявність легкої черепно-мозкової травми (ЧМТ) унаслідок мінно-вибухового ураження, вік 18–45 років, відсутність в анамнезі раніше перенесених ЧМТ, порушень мозкового кровообігу, оперативних втручань на центральній нервовій системі.

**Критерії вилучення з дослідження:** перенесені раніше ЧМТ, будь-які порушення мозкового кровообігу, зловживання алкоголем, прийом наркотичних речовин, спостереження у психіатра.

#### **Дизайн дослідження**

Усім учасникам дослідження проводили нейропсихологічне тестування за Монреальською шкалою когнітивної оцінки (MoCA) та реєстрацію кіркових «викликаних потенціалів (ВП), пов'язаних з подією» (КВП Р300).

Шкала MoCA є швидким інструментом для визначення когнітивного дефіциту. Вона дає змогу оцінити порушення уваги, концентрації, виконавчих функцій, пам'яті, мовлення, зорово-конструктивних навичок, абстрактного мислення, рахування та орієнтації [6]. Досліджувані виконують тести на: 1) альтернативний взаємозв'язок (малювання лінії, що йде від цифри до літери у висхідному порядку), 2) зорово-конструктивні навички (копіювання малюнка куба), 3) зорово-конструктивні навички (малювання годинника), 4) назви (оцінюють правильність назв намальованих тварин), 5) пам'ять (запам'ятовування переліку із п'яти слів), 6) увагу (повторення слів у прямому та зворотному порядку), 7) пильність (реакція ударом долонею

по столу на літеру А при зачитуванні переліку літер), 8) послідовне рахування (віднімання 7 від 100, далі 7 від відповіді, доки не зупинить екзаменатор), 9) повторення фрази, 10) вербальну швидкість (називання максимальної кількості слів, що починаються з певної літери, впродовж хвилини), 11) абстракцію (пояснення спільного між словами), 12) пам'ять (повторення раніше названих слів), 13) орієнтацію (назвати рік, місяць, точну дату і день тижня, місце перебування, назву міста). Виконання кожного завдання оцінюють у балах (є шкала оцінок для кожного тесту). Додається 1 бал, якщо тривалість освіти становить <12 років, та 2 бали, якщо її тривалість <10 років. Максимально можливий результат – 30 балів. Результат  $\geq 26$  балів вважають нормою. Результат <26 балів за шкалою MoCA розцінюють як ознаку наявності когнітивних порушень. Час виконання тесту становить близько 10 хв.

Реєстрацію КВП Р300 здійснювали за стандартною методикою [7, 8] на 4-канальному міографічному приладі «Нейро-МВП-4» («Спектрмед», Україна).

Подача у випадковій послідовності «odd-ball paradigm» серії з двох видів стимулів (клацання): значущих (з частотою 2000 Гц, вірогідністю подачі 30 %) та незначущих (з частотою 1000 Гц, вірогідністю подачі 70 %), тривалість стимулу 30–50 мс, інтенсивність 75–85 дБ, період між стимулами – 1 с, стимуляція бінауральна крізь навушники, частота 0,5–50,0 Гц. Пацієнт перебував у звукоізольованій та світлоізольованій кімнаті, сидячи у спеціальному кріслі із заплученими очима. Скальпові електроди розміщували за координатами С3 та С4 згідно з Міжнародною системою «10–20%», референтний електрод – на мочку іпсилатерального вуха, заземлювальний – на Frz. Пацієнт натискав кнопку джойстика доміантною рукою, як тільки чув значущий (target) стимул. Епоха аналізу 500–700 мс, число усереднень – 30–70, окремо для значущих та незначущих стимулів.

Розрахунок параметрів КВП передбачав визначення латенції і амплітуди комплексів P1-N1-P2 та наступного N2-P3-N3, урахування зміни форми когнітивної відповіді та міжпівкульну асиметрію показників. Збільшення латентності КВП Р300 порівняно із віковою нормою трактували як ознаку порушення процесів розпізнавання та диференціювання сигналу (подібно до випадків виявлення деменції, синдрому дефіциту уваги тощо), зниження амплітуди Р300 – як зменшення обсягу оперативної пам'яті [7, 8].

#### **Статистичний аналіз**

Математичну обробку отриманих результатів проводили шляхом порівняння груп з використанням критерію Манна-Уїтні (U) (розподіл показників у групах не відповідав закону нормального розподілу). Для порівняння розподілу частоти змінних застосовували таблицю спряженості з розрахунком критерію  $\chi^2$ -квадрат Пірсона і сили зв'язку ( $\phi$  або  $v$ ). У разі вікової залежності показників як «вікову норму» використовували верхню межу 95 % інтервалу показника для здорових осіб, розраховану за рівнянням регресії. Для опису груп застосовували частоту, помилку репрезентативності, 95% довірчий інтервал (ДІ), розмах, медіану, міжквартильний розмах. Критичний рівень значущості ( $p$ ) для

перевірки статистичних гіпотез при порівнянні груп становив  $<0,05$ .

### Результати та їх обговорення

У пацієнтів з ПКС у нашому дослідженні найбільше зниження когнітивних функцій виявлено в домені уваги. Це були переважно помірні порушення, що характеризуються більшим часом, ніж раніше, для виконання розумового завдання, потребою в постійній перевірці виконаної роботи, складністю в осмисленні за наявності інтерферентних чинників (телевізор, радіо, телефонний дзвінок, керування автомобілем). Значне зниження виявлено також у домені пам'яті. Для нього були характерними труднощі із пригадуванням деталей поточних подій, часте використання записника чи календаря, періодичне перерахування для стеження за сюжетом книги, повторна сплата рахунків. Змінами в домені планування та виконання були складності у виконанні багатоступінчатих завдань, поновлення діяльності після перерви з якої-небудь причини, наприклад, через телефонний дзвінок. Результати нейропсихологічного тестування наших пацієнтів порівняно з контрольною групою детально викладено в попередній публікації [9].

На **Рис. 1** наведено запис КВП Р300 здорової особи.

Як видно з **Рис. 1**, у відповідях на виконання інструкції відповідати на значущі стимули чітко диференціюються піки КВП N2 і P3, пов'язані з процесами впізнавання та ухвалення рішення.

Отримані результати дослідження КВП Р300 проаналізовано за незалежними компонентами (**Табл. 1**).

Для оцінки діагностичної цінності відхилення від норми показників КВП Р300 щодо когнітивних розладів у пацієнтів з ПКС використали метод бінарної логістичної регресії. Досліджували можливий зв'язок нейрофізіологічних даних з показниками нейропсихологічного тестування за шкалою МоСА. Методика бінарної логістичної регресії дає змогу прогнозувати ймовірність настання певної бінарної події. Бінарною є подія, яка набуває одного з двох можливих значень (0 або 1). У дослідженого контингенту пацієнтів з ПКС унаслідок ЛВЧМТ як бінарну подію ми розглядали наявність ( $<26$  балів за шкалою МоСА) або відсутність ( $\geq 26$  балів за шкалою МоСА) когнітивних порушень.

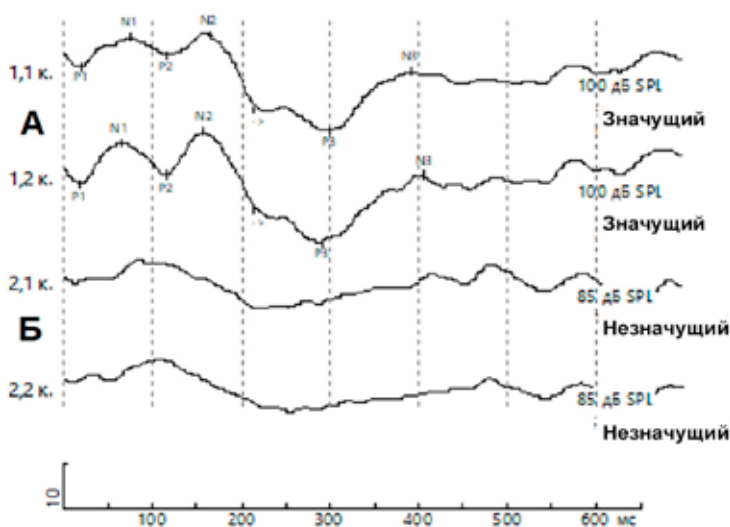
Аналіз результатів дослідження методом бінарної логістичної регресії показав, що статистично значущо вищий ризик виявлення когнітивних порушень мали особи зі змінами (порівняно з віковою нормою) показників КВП Р300, а саме зі зниженням амплітуди піка P3 та збільшенням латентності КВП Р300 (**Табл. 2**).

Для оцінки впливу чинника віку на результати нейрофізіологічного дослідження використано основні показники КВП: латентність і амплітуду піка Р300 (**Табл. 3**).

Значення критерія Фішера (F) є меншим за критичне значення при заданій кількості спостережень. Щоб визначити вікові норми латентності КВП Р300 проаналізували працю [10], автори якої вказують на наявність вузького діапазону крутизни нахилу лінії регресії латентності Р300 залежно від віку – від 1,07 до 1,8 мс/рік. У разі контрольної групи рівняння регресії набуває такого вигляду:  $LP300 = 277 + (1,07 \cdot \text{Вік пацієнта})$  ( $p=0,05$ , 95 % СІb: 252–302, 95 % СІr300: 0,04–2,1), у групі пацієнтів з ПКС:  $LP300 = 311 + (1,4 \cdot \text{Вік пацієнта})$  ( $p=0,005$ , 95 % СІb: 276–346, 95 % СІr300: 0,4–2,3). Отже, спостерігається збільшення швидкості росту показника латентності в 1,3 разу (процес «когнітивного старіння» відбувається на 30% швидше), а також збільшення константи на 11 %, або в перерахунку на роки при зміні латентності на 1,4 мс/рік «когнітивне старіння» в результаті травми пришвидшується на 24 роки. З огляду на це, розрахували верхню межу норми показників латентності компонентів КВП Р300 у пацієнтів з ПКС, використовуючи рівняння регресії для верхньої межі 95 % довірчого інтервалу групи контролю ( $\text{const}=302$ ,  $b=2,1$ ). За цих умов у 31 обстеженого пацієнта з ПКС віком 18–45 років показник латентності Р 300 перевищував значення вікової норми.

Виявлено, що перевищення верхньої межі вікової норми латентності Р300 статистично значущо пов'язане з наявністю когнітивних порушень за даними шкали МоСА ( $\chi^2=6,4$ ,  $\phi=0,2$ ,  $p=0,01$ ).

Одним з основних завдань клінічної нейрофізіології є об'єктивна оцінка дисфункції мозкової діяльності. Тому для об'єктивізації наявності та виразності типових для ПКС когнітивних порушень у доменах уваги та пам'яті обрали обстеження методом Р300. З фізіологічного погляду, увага асоціюється з посиленням обробки релевантної (важливої,



**Рис. 1.** КВП Р300 у здорового 30-річного чоловіка. Вісь абсцис – інтервал часу від моменту подачі слухового стимулу. Негативні піки позначені N1, N2, N3, позитивні – P1, P2, P3. А – дві відповіді з натисканням кнопки на значущий стимул (рідкісний). Б – дві відповіді на незначущий стимул (частий)

**Таблиця 1.** Латентність і амплітуда компонентів КВП Р300 у пацієнтів з посткомоційним синдромом та у контрольній групі

Латентність, мс	Основна група, n=41		Контрольна група, n=30	
	Справа	Зліва	Справа	Зліва
P1				
Me	79	79	38	37
Range	29-149	31-152	18-63	24-63
IQR	54-100	55-101	34-54	34-56
N1				
Me	122	117	94	95
Range	60-202	67-202	42-129	44-137
IQR	103-148	101-148	77-108	76-119
P2				
Me	183	182	175	172
Range	115-268	124-279	110-213	111-229
IQR	159-204	157-204	156-185	161-188
N2				
Me	251	249	226	239
Range	190-347	21-354	151-281	152-282
IQR	222-282	225-285	210-254	212-254
P3				
Me	354	350	303	305
Range	249-469	147-469	249-339	254-337
IQR	335-379	334-378	295-308	292-308
N3				
Me	424	419	385	386
Range	303-538	303-548	344-451	335-449
IQR	396-458	396-461	373-397	372-397
Амплітуда N2/P3, мкВ				
Me	4,3	4,6	11,1	10,8
Range	1,6-51,0	1,6-52,0	4,1-17,5	3,9-18,5
IQR	3,2-6,5	3,3-7,0	9,3-14,4	9,2-14,6

*Примітки.* Негативні піки позначені N1, N2, N3, позитивні – P1, P2, P3; Range – розмах від мінімального до максимального значення; Me – медіана; IQR – міжквартильний розмах.

**Таблиця 2.** Результати регресійного аналізу\* даних КВП Р300 щодо наявності когнітивних порушень у військовослужбовців з посткомоційним синдромом унаслідок легкої вибухової черепно-мозкової травми

Нейрофізіологічні показники	Відношення шансів	95 % довірчий інтервал		Рівень статистичної значущості (p)
		НМ	ВМ	
Зниження амплітуди піка P3	2,6	1,14	5,9	0,003
Збільшення латентності КВП Р300	1,07	1,03	1,12	0,002

*Примітки:* \* – бінарна логістична регресія (мультиваріантна регресійна модель); НМ – нижня межа; ВМ – верхня межа.

суттєвої) сенсорної інформації та пригнічення нерелевантної. Ці операції посилення/пригнічення є «операціями вибору» («селективні операції») [10, 11]. Дослідження КВП свідчать про існування ранніх та пізніх (пізніше 200 мс з моменту появи стимулу) етапів обробки інформації, які по-різному модулюються процесами уваги. Ранні етапи характеризуються «негативностями» вибору, а пізні – позитивними компонентами КВП (P3a та P3b).

Найбільш поширене у клінічних дослідженнях використання слухових стимулів клацання, які відрізняються за тоном. Викликані потенціали мозку розглядають як індикатори електричних процесів у роботі мозку, пов'язані з механізмами сприйняття інформації та її обробки. Параметри КВП певною

мірою відображують вищі кіркові функції мозку: розпізнавання стимулів, запам'ятовування та розумові процеси, пов'язані з ухваленням рішення [10,11]. Нами обрано основні числові параметри для аналізу КВП Р300: латентність N2 (мс), амплітуда N2 як міжпікова амплітуда P2/N2 (мкВ), латентність P3(300) (мс), амплітуда P3(300) як міжпікова амплітуда N2/P3 (мкВ) і амплітуда P3/N3 (мкВ), міжпіковий інтервал N2–P3 (мс), тривалість хвилі P3 як міжпіковий інтервал N2–N3 (мс). У слуховій модальності, де традиційно використовують oddball-парадигму, феномен негативності неузгодженості є результатом детекції неузгодженості між девіантним стимулом і слідом пам'яті, який сформувався повторними стандартними слуховими стимулами.

**Таблиця 3.** Латентність та амплітуда КВП Р300 у вікових групах

Показник	До 30 років n=6	31-40 років n=18	Понад 40 років, n=17	Усього, n=41	Порівняння груп*
Латентність Р3 справа, мс					
Me	345,33	360,5	354,41	355,76	F=0,27
σ	55,56	43,02	42,35	43,78	p=0,76
Латентність Р3 зліва, мс					
Me	354,17	362,67	355,24	358,34	F=0,16
σ	53,77	43,29	40,55	42,78	p=0,85
Амплітуда N2 справа, мкВ					
Me	3,77	5,80	7,19	6,08	F=2,02
σ	1,70	3,08	4,59	3,76	p=0,15
Амплітуда N2 зліва, мкВ					
Me	4,01	5,84	6,94	6,03	F=1,54
σ	1,82	3,03	4,41	3,61	p=0,23

\* – При порівнянні використано однофакторний дисперсійний аналіз.

Перший компонент відповіді (N1) генерується в ділянці первинної слухової кори з латентністю піка близько 100 мс, фактично це компонент однаковий для стандартного (незначущого) і для девіантного (значущого) стимулів. Другий компонент генерується в асоціативних ділянках кори з амплітудою для девіантного стимулу вдвічі більшою за амплітуду стандартного стимулу. Нарешті, Р300 (Р3а та Р3b) генеруються в інтервалі 250–400 мс на пред'явлення значущих стимулів [11]. Саме потенціал Р300 (компоненти Р3а та Р3b, які відображують активність системи уваги) має важливе значення в діагностиці розладів когнітивних функцій.

### Висновки

У постраждалих з ПКС унаслідок ЛВЧМТ у віддалений період пошкодження за наявності когнітивних порушень нейрофізіологічне тестування з використанням методу КВП Р300 дає змогу верифікувати дисфункцію мозкової діяльності у вигляді порушень уваги та пам'яті.

Перевищення верхньої межі вікової норми латентності Р2 і Р3 компонентів КВП Р300 статистично значучо пов'язане з наявністю когнітивних порушень у пацієнтів з ПКС.

Метод КВП Р300 можна рекомендувати для використання у комплексній діагностиці когнітивних розладів у пацієнтів з ПКС у проміжний та віддалений період травми. При клінічній інтерпретації показників латентності компонентів КВП Р300 слід орієнтуватися на нормативні показники з урахуванням вікового чинника.

### Розкриття інформації

#### Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

#### Етичні норми

Усі процедури, виконані пацієнтам під час дослідження, відповідають етичним стандартам інституційного та національного комітетів з етики і Гельсінської декларації 1964 року та її пізнішим поправкам або аналогічним етичним стандартам.

#### Інформована згода

Від кожного із пацієнтів отримано інформовану згоду.

### Фінансування

Дослідження не мало спонсорської підтримки.

### Список літератури

- Sirko A, Pilipenko G, Romanukha D, Skrypnik A. Mortality and Functional Outcome Predictors in Combat-Related Penetrating Brain Injury Treatment in a Specialty Civilian Medical Facility. *Mil Med.* 2020 Jun 8;185(5-6):e774-e780. doi: 10.1093/milmed/usz431
- Завалій ЮВ, Солонович ОС, Білошицький ВВ, Третьякова АІ, Чеботарьова ЛЛ, Сулій ЛМ. Когнітивні викликані потенціали в діагностиці посткомоційного синдрому внаслідок легкої вибухової черепно-мозкової травми. *Ukrainian Neurosurgical Journal.* 2021;27(4):3–9. doi: 10.25305/unj.236138
- Gamage R, Wagnon I, Rossetti I, Childs R, Niedermayer G, Chesworth R, Gyengesi E. Cholinergic Modulation of Glial Function During Aging and Chronic Neuroinflammation. *Front Cell Neurosci.* 2020 Oct 15;14:577912. doi: 10.3389/fncel.2020.577912
- Wood RL, Worthington A. Neurobehavioral Abnormalities Associated with Executive Dysfunction after Traumatic Brain Injury. *Front Behav Neurosci.* 2017 Oct 26;11:195. doi: 10.3389/fnbeh.2017.00195
- Young JS, Hobbs JG, Bailes JE. The Impact of Traumatic Brain Injury on the Aging Brain. *Curr Psychiatry Rep.* 2016 Sep;18(9):81. doi: 10.1007/s11920-016-0719-9
- Thompson JM, Scott KC, Dubinsky L. Battlefield brain: unexplained symptoms and blast-related mild traumatic brain injury. *Can Fam Physician.* 2008 Nov;54(11):1549-51.
- Кропотов ЮД, Количественная ЭЭГ. когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия. Донецк: Изд. Заславский АЮ. 2010.
- Helfrich RF, Knight RT. Cognitive neurophysiology: Event-related potentials. *Handb Clin Neurol.* 2019;160:543-558. doi: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00036-9
- Завалій ЮВ. Неврологічні та нейропсихологічні характеристики посткомоційного синдрому після легкої вибухової черепно-мозкової травми. *Ukrainian Neurosurgical Journal.* 2022;28(1):39–46. doi: 10.25305/unj.250714
- Гнездицький ВВ, Корепина ОС, Чацкая АВ, Клочкова ОИ. Память, когнитивность и эндогенные вызванные потенциалы мозга: оценка нарушения когнитивных функций и объема оперативной памяти без психологического тестирования. *Успехи физиологических наук.* 2017;48(1):3-23.
- de Tommaso M, Betti V, Bocci T, Bolognini N, et al. Pearls and pitfalls in brain functional analysis by event-related potentials: a narrative review by the Italian Psychophysiology and Cognitive Neuroscience Society on methodological limits and clinical reliability-part I. *Neurol Sci.* 2020 Oct;41(10):2711-2735. doi: 10.1007/s10072-020-04420-7