

Т.А. ШИДЛОВСЬКА, Т.В. ШИДЛОВСЬКА, Л.Г. ПЕТРУК

КОРЕЛЯЦІЙНА ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ ОСНОВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ КСВП ТА РЕОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ У ХВОРИХ З АКУТРАВМОЮ

*ДУ «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка НАМН України»
(дир. – акад. НАМН України, проф. Д.І. Заболотний)*

Сенсоневральна приглухуватість (СНП), в т.ч. шумового генезу, є однією з найбільш актуальних проблем сучасної оториноларингології [10, 11, 13, 15, 16, 17]. За даними багатьох авторів, судинний фактор є одним з основних чинників виникнення і розвитку СНП будь-якої етіології [10].

Нашими попередніми дослідженнями [4, 7-9] показано, що це твердження справедливе і по відношенню до сенсоневральних порушень, які виникають при акутравмі, в т.ч. бойовій. Нами були виявлені відхилення від норми у показниках реоенцефалографії (РЕГ), яка об'єктивно відображає стан церебральної гемодинаміки, у хворих з акутравмою. При цьому гемодинамічні порушення мозкового кровообігу у хворих з акутравмою мають місце як в каротидній системі, так і, особливо, в вертебрально-базилярній.

Акубаротравматичне ураження призводить до ушкодження структур слухової системи та значного порушення її функції [1, 2, 4, 5, 14]. При акутравмі страждають як периферичний, так і центральні – стовбуромозковий та корковий відділи слухового аналізатора [4, 8].

За даними літератури, в плані уточнення топіки ураження слухової системи дуже інформативними є часові характеристики коротколатентних слухових викликаних потенціалів (КСВП), які дозволяють виявити порушення в стовбуромозкових структурах слухового аналізатора, в тому числі і в ранні терміни [3, 10, 12]. Крім того, цей метод досить чутливий до судинних

порушень, на що вказують низка авторів [10, 18], які спостерігали зміни часових характеристик КСВП у хворих з наявністю порушень мозкового кровообігу.

Відомо, що кореляційний аналіз дозволяє виявити ступінь взаємозв'язку між явищами, оцінюючи, зокрема, взаємозалежності між певними показниками результатів інструментальних досліджень, які характеризують відповідні процеси.

Мета роботи – визначити коефіцієнти кореляції між часовими показниками КСВП та кількісними величинами даних реоенцефалографії для з'ясування взаємозв'язку (кореляційної залежності) між станом стовбуромозкових структур слухового аналізатора та мозковим кровообігом в каротидній і вертебрально-базилярній системах у хворих з акутравмою.

Матеріали і методи

Для досягнення поставленої мети нами було обстежено 71 хворого з акутравмою (142 вуха) віком від 19 до 50 років.

Проведений нами раніше аналіз понад 1000 випадків бойової акутравми дозволили виявити, що при систематизації отриманих даних всі результати обстежень слухової функції бійців з перцептивними порушеннями слуху за даними суб'єктивної аудіометрії вкладаються у декілька характерних типів [6]. Найбільш чисельну групу серед всіх обстежених нами військовослужбовців з бойовою акутравмою склали пацієнти з низхідною формою аудіометричної кривої (76,0 %) з переважним порушенням базальної та медіобазальної частини завитки. То-

му у представленій роботі нами були відібрані для аналізу випадки акутравми з двобічними переважно асиметричними сенсоневральними порушеннями, низхідним типом аудіометричної кривої, помірним ступенем зниження слухової функції. В усіх досліджуваних хворих з акутравмою мало місце зниження слуху за типом звукосприйняття, про що свідчили позитивні досліди Бінга, Федерічі, а також відсутність кістково-тканинного «розриву» на аудіометричній кривій. За даними суб'єктивної аудіометрії, найбільш виражене достовірне ($P < 0,01$) підвищення порогів слухової чутливості відносно норми у обстежених нами бійців з акутравмою на тональній пороговій аудіометричній кривій спостерігалось у області 4; 6 та 8 кГц конвенціонального та на усіх частотах досліджуваного височастотного (9-16) кГц діапазонів. Нерідко у пацієнтів спостерігався «обрив» сприйняття як в конвенціональному, так і, особливо, у розширеному діапазоні частот.

Церебральний кровообіг у хворих з акутравмою досліджувався методом реоенцефалографії за допомогою комп'ютерного реографа фірми «DX-системи» (Україна). Реоенцефалограми записували у положенні пацієнта сидячи, розслаблено. Для вивчення гемодинаміки в системі внутрішніх сонних артерій користувались фронто-мастоїдальним (ФМ), а в вертебрально-базиллярній системі – окципіто-мастоїдальним (ОМ) відведенням за методикою Х.Х. Яруліна, яке відображає стан гемодинаміки переважно в системі хребтних артерій.

Реєстрація коротколатентних слухових викликаних потенціалів проводилась за допомогою аналізуючої системи «Eclipse» фірми «Interacoustics» (Данія), в положенні пацієнта напівсидячи. Електроди розташовувалися на верхівці тімені або на чолі по краю волосяного покриву (активний позитивний), соскоподібному паростку (активний негативний) і на чолі (заземлюючий). Викликана електрична активність реєструвалась у відповідь на іпсилатеральне моноауральне подання стимулу.

КСВП реєстрували у відповідь на клання тривалістю 100 мкс з частотою слідування 21 стимул в 1 с, інтенсивністю 80 дБ

над суб'єктивним порогом чутливості. Аналізу підлягали 1024 усереднених викликаних кривих із застосуванням низькочастотного (200 Гц) і височастотного (2000 Гц) фільтрів з епохою аналізу 10 мс. При аналізі отриманих кривих приймалися до уваги латентні періоди піків (ЛПП) I, II, III, IV і V хвиль КСВП, а також міжпікові інтервали (МПП) I-III, III-V і I-V КСВП.

Для виявлення кореляційного зв'язку між станом стовбуромозкових структур слухового аналізатора та мозкового кровообігу в вертебрально-базиллярній та каротидній системах нами були вираховані коефіцієнти кореляції (r) та їх похибки (mr) між основними показниками РЕГ в каротидній та вертебрально-базиллярній системах, а також найбільш інформативними часовими показниками КСВП у хворих з акутравмою.

Результати та їх обговорення

Для підтвердження статистичними методами наявності взаємозв'язку між станом мозкового кровообігу та стовбуромозкових структур слухового аналізатора при акутравмі нами були відібрані найбільш інформативні показники відповідних методик для аналізу. З основних показників РЕГ брались до уваги найбільш інформативні – величини ДКІ та ДСІ, які відповідно характеризували тонус мозкових судин та венозний відтік, а також значення P_i , яке відображає стан пульсового кровонаповнення. Ці показники загальноприйнято вважаються такими, що дозволяють об'єктивно оцінити стан мозкового кровообігу. Крім того, саме в цих показниках нами було виявлено достовірне ($P < 0,01$; $P < 0,01$) відхилення від норми у хворих з акутравмою.

За даними низки авторів, найбільш інформативними показниками КСВП є латентний період піку V хвилі КСВП та міжпіковий інтервал I-V. Проведений нами раніше аналіз значень КСВП у хворих з акутравмою також показав, що у таких осіб найбільш виражені зміни спостерігаються саме у цих часових показниках КСВП. Причому саме ці показники відрізнялись також у наших дослідженнях при порівняльному аналізі з групою робітників «шумових» професій.

Тому у військовослужбовців з бойовою акутравмою нами був проведений ко-

реляційний аналіз між величинами ЛПП V хвили КСВП та МПІ (I-V) КСВП, а також значеннями ДКІ, ДСІ та Рі в каротидній та вертебрально-базиллярній системах.

Визначення такого зв'язку є важливим з огляду на те, що тяжкість ураження слухової системи та прогноз ефективності лікувальних заходів при акутравмі значною мірою залежить від наявності і вираженості

дисфункції саме у стовбуромозкових структурах слухового аналізатора.

Отримані дані для каротидної та вертебрально-базиллярної систем представлено в табл. 1 та 2, відповідно. В зазначених таблицях наведено коефіцієнти кореляції (r) та їх похибки (mr) у хворих з акутравмою в каротидній (табл. 1) та вертебрально-базиллярній (табл. 2) системах.

Таблиця 1

Величини коефіцієнтів кореляції (r) та їх похибка (mr) між часовими характеристиками КСВП та основними показниками РЕГ в каротидній системі у хворих з акутравмою

Показники КСВП	Показники РЕГ					
	ДКІ		ДСІ		Рі	
	г	mr	г	mr	г	mr
ЛПП V хвили	0,309	0,063	0,458	0,057	-0,185	0,047
МПІ I-V хвили	0,322	0,042	0,463	0,049	-0,212	0,041
Кореляція	слабка пряма		помірна пряма			

З представлених в табл. 1 даних видно, що в каротидній системі спостерігається слабка пряма кореляція між МПІ I-V КСВП та величиною ДКІ ($r=0,322$; $mr=0,042$), що відображає тонус мозкових судин. Таку ж закономірність, дещо менш виражену, виявлено між ЛПП V хвили КСВП та ДКІ ($r=0,309$; $mr=0,063$). Між ЛПП V хвили КСВП та ДСІ, який характеризує венозний відтік, в каротидній системі r був більшим і становив 0,458, а $mr=0,057$, а між МПІ I-V КСВП та величиною ДСІ ці показники дорівнювали: $r=0,463$; $mr=0,049$. Отже, досить

виражений (помірний) прямий кореляційний зв'язок в каротидній системі з величиною ДСІ встановлено як з латентним періодом V хвили, так і з міжпіковим інтервалом I-V КСВП.

Між зазначеними часовими показниками КСВП та величинами Рі за даними РЕГ в каротидній системі кореляційний зв'язок практично був відсутнім. Так, $r=-0,212$, а $mr=0,041$ між величиною Рі та тривалістю МПІ I-V КСВП, а між величиною ЛПП V хвили КСВП та Рі $r=0,185$, а $mr=0,047$.

Таблиця 2

Величини коефіцієнтів кореляції (r) та їх похибка (mr) між часовими характеристиками КСВП та основними показниками РЕГ в вертебрально-базиллярній системі у хворих з акутравмою

Показники КСВП	Показники РЕГ					
	ДКІ		ДСІ		Рі	
	г	mr	г	mr	г	mr
ЛПП V хвили	0,385	0,061	0,516	0,021	-0,512	0,026
МПІ I-V хвили	0,348	0,036	0,523	0,022	-0,527	0,068
Кореляційний зв'язок	слабкий прямий		значний прямий		значний зворотній	

Інша тенденція спостерігалась при кореляційному аналізі показників КСВП та РЕГ у вертебрально-базиллярному басейні (див. табл. 2). Найбільш виражений значний зворотній кореляційний зв'язок виявлено в цій системі мозкового кровопостачання між величинами МПІ (I-V) КСВП та P_i , де r становив $-0,527$, $m_r=0,068$. Менш виражений, але також значний зворотній кореляційний зв'язок спостерігався між величиною P_i в вертебрально-базиллярній системі та тривалістю ЛПП V хвилі КСВП, де r становив $-0,512$, а $m_r=0,026$.

Дещо менш виражений прямий кореляційний зв'язок в вертебрально-базиллярній системі виявлено між величинами ЛПП V хвилі КСВП і МПІ (I-V) КСВП та величиною ДСІ, який характеризує венозний відтік, відповідні величини становили: $r=0,516$; $m_r=0,021$ та $r=0,523$; $m_r=0,022$). Слабкий прямий кореляційний зв'язок виявлено також між величиною ДКІ, що характеризує тонус мозкових судин, та тривалістю ЛПП V хвилі КСВП, де $r=0,385$, а $m_r=0,061$, а також величиною МПІ (I-V), де коефіцієнт кореляції склав $r=0,348$, а $m_r=0,036$.

Більш наочно ці дані представлено на рис. 1 та 2.

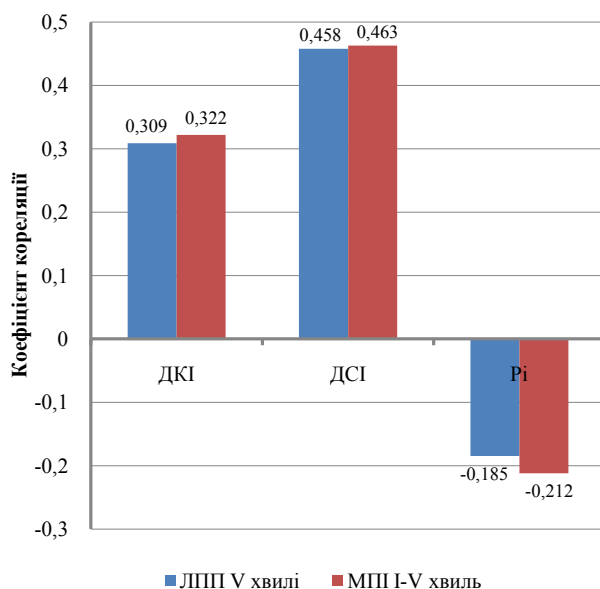


Рис. 1. Коефіцієнти кореляції (r) між часовими характеристиками КСВП та основними показниками РЕГ в каротидній системі у хворих з акутравмою.

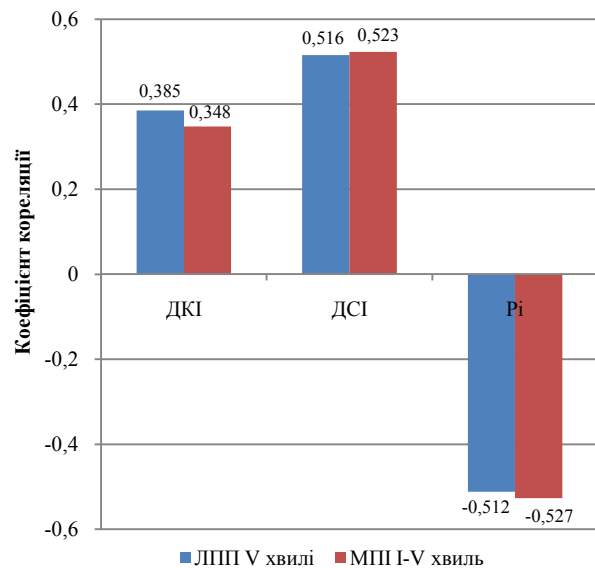


Рис. 2. Коефіцієнти кореляції (r) між часовими характеристиками КСВП та основними показниками РЕГ в вертебрально-базиллярній системі у хворих з акутравмою.

Отримані дані підтверджують вплив стану мозкового кровообігу на розвиток функціональних порушень стовбуромозкових структур головного мозку і слухового аналізатора при акутравмі. Причому спостерігається пряма кореляційна залежність у розвитку таких порушень при змінах тонусу мозкових судин, але особливо – порушень венозного відтоку. Це цілком співпадає з отриманими нами даними для великого масиву обстежуваних з бойовою акутравмою, серед яких порушення венозного відтоку виявлено майже у всіх [7-9]. Чим більші значення ДСІ, а отже – чим більш значущі розлади венозного відтоку спостерігаються у постраждалих, тим більш суттєві порушення у функціонуванні стовбуромозкового відділу слухового аналізатора мають місце. Що стосується тонусу мозкових судин, то встановлений слабкий прямий кореляційний зв'язок може бути відображенням того факту, що серед пацієнтів з акутравмою є значна частка осіб з нестійким зі схильністю до зниження, низьким тонусом, або атонічною РЕГ-кривою. Тому підвищення тонусу мозкових судин, яке і відображає підвищення значення ДКІ, спостерігається далеко не у всіх постраждалих. Що стосується пульсового кровонаповнення, відображенням ста-

ну якого є значення P_i , то воно має місце у більшості обстежуваних з бойовою акутравмою, причому у багатьох – не тільки у вертебрально-базиллярній системі, але і одночасно в каротидній. Зазначимо, що зниження P_i в каротидній системі загалом не так часто зустрічається у хворих з сенсоневральними порушеннями слуху (переважно при виражених системних змінах у серцево-судинній системі, значних порушеннях серцевої діяльності тощо), і є характерною відмінністю даного контингенту хворих з бойовою акутравмою. Нами виявлено значний зворотній зв'язок між значеннями P_i та дисфункцією стовбуромозкових структур слухової системи – чим менші значення P_i , а отже – менше кровонаповнення судин, тим більш виражені порушення спостерігаються за даними КСВП.

Наводимо дані щодо стану мозкового кровообігу у пацієнтів з бойовою акутравмою, отримані нами в попередніх дослідженнях [9]. При якісній оцінці реограм у всіх 208 обстежених нами хворих з акутравмою були виявлені порушення кровообігу головного мозку як в каротидній (FM), так і у вертебрально-базиллярній (OM) системах. Утруднення венозного відтоку у обстежених мало місце в 64,73 % випадків в каротидній системі і в 85,26 % – у вертебрально-базиллярній. Що стосується пульсового кровонаповнення, то зниження пульсового кровонаповнення було зафіксовано в 74,10 % у вертебрально-базиллярній системі та 48,66 % – у обох системах мозкового кровообігу, що ми вважаємо показовими ознаками для осіб даного контингенту. Значною серед обстежених нами бійців з акутравмою була частка пацієнтів з нестійким судинним тонусом (58,92 %), нестійким судинним тонусом з тенденцією до його зниження (43,8 %); в 6,25 % виявлялось зниження тонусу мозкових судин, а в 18,75 % – наявність атонічної кривої. Це суттєво відрізняє даний контингент від інших спостережень пацієнтів с СНП і є важливою якісною ознакою змін на РЕГ-кривих у військовослужбовців, які отримали акутравму в реальних бойових умовах. Лише у 26,80 % серед усіх обстежених бійців ми спостерігали стійке підвищення тонусу мозкових судин та явища ангіоспазму (на відміну від СНП іншого

генезу, де такі випадки складають переважну більшість).

Отже, у військовослужбовців з акутравмою, отриманою в реальних бойових умовах, порушення мозкового кровообігу в плані тонусу судин мають різноспрямовані тенденції. Частина пацієнтів має тенденцію до підвищення тонусу мозкових судин, частина – до зниження та атонії. Але незалежно від спрямованості змін тонусу мозкових судин, у пацієнтів з бойовою акутравмою спостерігаються утруднення венозного відтоку та зниження пульсового кровонаповнення, більш виражені у вертебрально-базиллярній системі.

Загалом у обстежених нами бійців, які отримали акутравму у зоні бойових дій, за даними реоенцефалографії переважали утруднення венозного відтоку, зниження пульсового кровонаповнення, нестійкий тонус мозкових судин, що підтверджено аналізом як якісних, так і кількісних показників. Причому проведений нами аналіз якісних та кількісних показників РЕГ з урахуванням ступеню порушення слухової функції (а отже, фактично, тяжкості акутравми) дозволив виявити, що зі зростанням тяжкості порушення слуху збільшується кількість випадків різкого одночасного зниження пульсового кровонаповнення в обох системах мозкового кровопостачання. В цьому плані цікаві дані отримали в експерименті Yung і Soliman [18], котрі при одній двобічній перев'язці яремних вен у 30 морських свинок виявили подовження міжпикових інтервалів I-III і I-V КСВП.

Зауважимо, що порушення у стовбуромозкових структурах слухового аналізатора також виявлені нами у більшості обстежених військовослужбовців з бойовою акутравмою [8]. Такі хворі тяжко піддаються лікуванню, сенсоневральні порушення слуху у них схильні до прогресування.

Наводимо для ілюстрації приклад клінічного спостереження бійця К., який отримав акубаротравматичне ураження слухової системи після мінно-вибухової травми в умовах реального бою (рис. 3, 4, 5). У пацієнта за даними аудіометрії виражені порушення слухової функції з обох сторін (асиметрично) з переважним ураженням в зоні високих частот 4-8 кГц, уповільненим наро-

станням розбірливості мовного тесту зліва, відносно зниженими та низькими (зліва) ДП за Люшером.

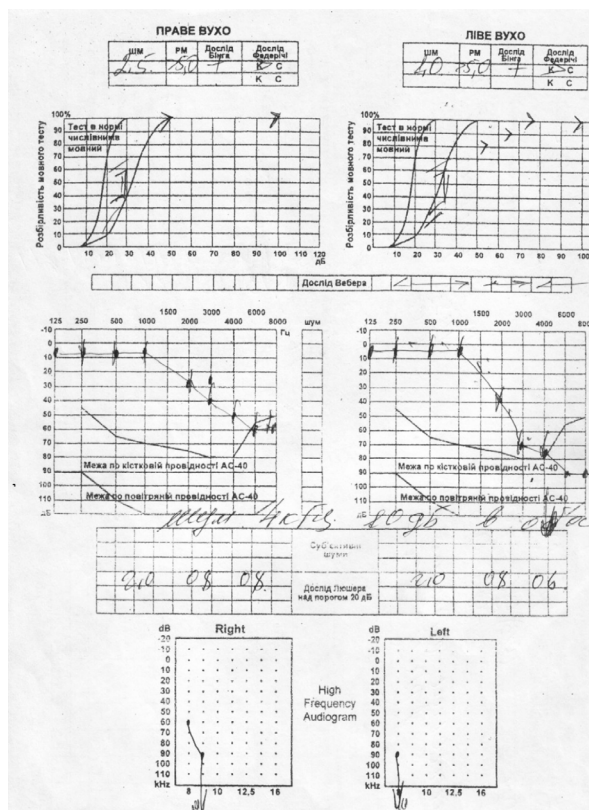


Рис. 3. Дані суб'єктивної аудіометрії військовослужбовця К. з акутравмою

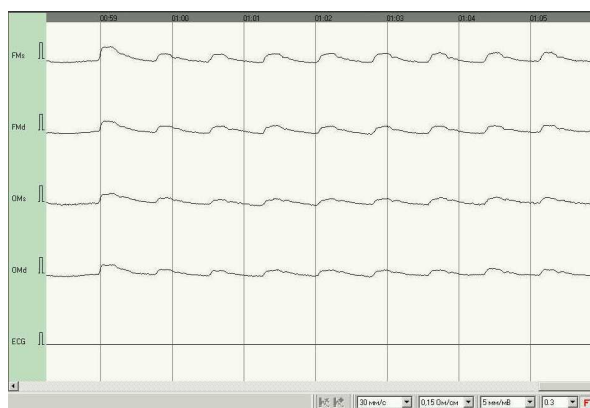


Рис. 4. Дані реоенцефалографії військовослужбовця К. з акутравмою.

У обстеженого реєструються значні розлади мозкового кровообігу – підвищення тону мозкових судин з явищами ангіоспазма, значне порушення венозного відтоку у всіх відведеннях, більш виражене у вертеб-

ально-базиллярній системі, зниження пульсового кровонаповнення, у вертебрально-базиллярному басейні – різке. За даними реєстрації стовбуромозкових (коротколатентних) слухових викликаних потенціалів у бійця має місце певна згладженість відповіді, подовження часових характеристик – ЛПП II, III і V хвиль та МПП I-III, III-V і I-V КСВП.

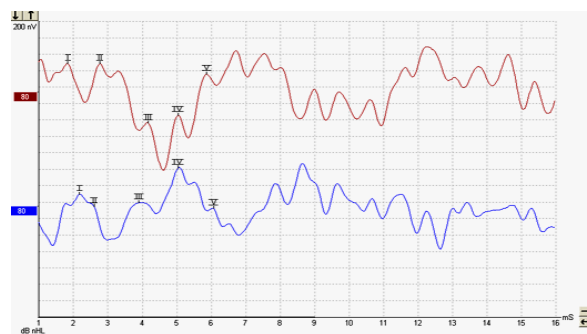


Рис. 5. Результати реєстрації КСВП у бійця К. з акутравмою.

Таким чином, кореляційний аналіз показав наявність взаємозв'язку між станом мозкового кровообігу за даними РЕГ в каротидній, і, особливо, в вертебрально-базиллярній системах та часовими показниками КСВП, зокрема, ЛПП V хвилі та МПП I-V КСВП у хворих з акутравмою, і дозволив виявити їх значний або помірно виражений кореляційний зв'язок. При цьому найбільш виражений зворотній кореляційний зв'язок ($r=-0,527$, $m=0,068$) спостерігається між величинами P_i в вертебрально-базиллярному басейні, що характеризує стан пульсового кровонаповнення, та величиною міжпикового інтервалу I-V КСВП, який інтегративно відображає функціональний стан стовбуромозкових структур слухового аналізатора. Отже, математичними методами підтверджено наявність взаємозв'язку між станом кровонаповнення вертебрально-базиллярного басейну та функціональною характеристикою стовбуромозкових структур слухового аналізатора у хворих з акутравмою. Чим менше кровонаповнення в вертебрально-базиллярній системі, тим більш глибокі зміни спостерігаються у стовбуромозкових структурах слухового аналізатора за даними КСВП у хворих з акутравмою.

Отримані дані важливі при діагностиці та лікуванні хворих з акутравмою, оскільки вони за допомогою об'єктивних методів дослідження та статистичного аналізу підтверджують взаємозалежність між станом стовбуромозкових структур слухового аналізатора та мозкового кровообігу, особливо у вертебрально-базиллярній системі. Результати проведених досліджень також відкривають перспективу розробки шляхів профілактики слухових порушень у людей, які мають ризик отримати акутравму, та шляхів корекції слухових порушень, зокрема, і відхилень від норми в стовбуромозкових структурах слухового аналізатора.

Висновки:

1. Кореляційний аналіз показав наявність взаємозв'язку між станом мозкового кровообігу за даними РЕГ як в каротидній, так і, особливо, в вертебрально-базиллярній системах, та часовими показниками КСВП у хворих з акутравмою, отриманою в реальних бойових умовах.

2. Між часовими показниками КСВП та величинами P_i за даними РЕГ, що характеризує стан пульсового кровонаповнення, в вертебрально-базиллярному басейні хворих з акутравмою виявлено значний зворотній

кореляційний зв'язок. Так, виражений зворотній кореляційний зв'язок ($r=-0,527$, $mr=0,068$) спостерігається між величинами P_i та тривалістю міжпікового інтервалу I-V КСВП, для тривалості ЛПП V хвилі r становив $-0,512$, а $mr=0,026$.

3. Між часовими характеристиками КСВП та показниками ДКІ, що відбивають стан тону мозкових судин, у досліджуваних осіб виявлено лише слабкий прямий кореляційний зв'язок як в каротидній, так і у вертебрально-базиллярній системах. Це може бути обумовленим різноспрямованістю змін тону мозкових судин (тенденція як до підвищення, так і до його зниження) у даного контингенту хворих.

4. У обстежених осіб з бойовою акутравмою існує прямий кореляційний зв'язок величини ДСІ, який характеризує венозний відтік, як з ЛПП V хвилі, так і з МПП I-V КСВП в обох системах мозкового кровопостачання. В каротидній системі між ЛПП V хвилі КСВП та ДСІ коефіцієнт кореляції дорівнював $0,458$, а $mr=0,057$, а між МПП I-V КСВП та величиною ДСІ становив $0,463$; а $mr=0,049$; в вертебрально-базиллярній системі відповідні величини склали $r=0,516$, $mr=0,021$ та $r=0,523$, $mr=0,022$.

Література

1. Гапноева ЭТ, Кирсанова ДБ. Особенности поражения слухового анализатора при минно-взрывной травме. Вестн. оториноларингологии. 2006;(1):51-4.
2. Глазников ЛА, Миронов ВГ, Паневин ПА. Повреждения слухового и вестибулярного анализаторов при минно-взрывных травмах у военнослужащих. Материалы III Петербургского Форума оториноларингологов России. СПб; 2014. С. 143-4.
3. Зенков ЛР, Ронкин МА. Функциональная диагностика нервных болезней. Москва: Медпресс-информ; 2004. 488 с.
4. Петрук ЛГ. Сенсоневральні та гемодинамічні порушення при акутравмі [дисертація]. Київ; 2014. 20 с.
5. Полякова ЕП. Патогенетические аспекты кохлеовестибулярных нарушений при ударно-взрывном и механическом воздействии на структуры головного мозга. Вестн. оториноларингологии. 2006;(3):34-7.
6. Шидловська ТА, Петрук ЛГ, Куреньова КЮ, Шевцова ТВ, Пойманова ОС, Волкова ТВ. Типи аудіометричних кривих у пацієнтів, які отримали акутравму в зоні проведення АТО. Журн. вушних, носових і горлових хвороб. 2017;(2):4-21.
7. Шидловська ТА, Козак МС, Овсяник КВ, Петрук ЛГ. Стан мозкового кровообігу у осіб, які отримали акутравму в зоні проведення антитерористичної операції. Довкілля та здоров'я. 2017;(1):34-7.
8. Шидловська ТА, Шидловська ТВ, Петрук ЛГ. Найбільш інформативні показники комплексного клініко-інструментального обстеження осіб, які отримали акутравму в зоні проведення антитерористичної операції, в плані діагностики та експертизи сенсоневральних порушень слуху. Ринологія. 2017;(1):17-45.
9. Шидловська ТА, Шидловська ТВ, Козак МС, Овсяник КВ, Петрук ЛГ. Характеристика функціонального стану кровообігу головного мозку у військовослужбовців, які отримали акутравму в реальних бойових умовах, в залежності від стану слухової функції. Журн. вушних, носових і горлових хвороб. 2018;(3):19-32.

10. Шидловська ТВ, Заболотний ДІ, Шидловська ТА. Сенсоневральна приглухуватість. Київ: Логос; 2006. 779 с.
11. Bockstael A, Keppler H. Effectiveness of hearing protector devices in impulse noise verified with transiently evoked and distortion product otoacoustic emissions. *Int J Audiol.* 2008;47(3):119-33. doi: 10.1080/14992020701704784.
12. Bullmore E, Sporns O. Complex brain networks: Graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nat Rev Neurosci.* 2009; 10(3): 186-98. doi: 10.1038/nrn2575.
13. Davoodi M. Noise-induced hearing Loss. *Int J Occup Environ Med.* 2010; 1(3): 146.
14. Michler SA, Rilling E, Laszig R. Expression of plasticity associated proteins is affected by unilateral noise trauma. *Laryngo-Rhino-Otologie.* 2000; 1 (suppl. 79):202.
15. Rosso M, Agius R, Calleja N. Development and validation of a screening questionnaire for noise-induced hearing loss. *Occup Med (Lond).* 2011;61(6):416-21. doi: 10.1093/occmed/kqr059.
16. Thurston FE. The worker's ear: a history of noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med.* 2013;56(3):367-77. doi: 10.1002/ajim.22095.
17. Zarandy MM, Rutka J. Diseases of the Inner Ear. A clinical, radiologic and pathologic atlas. Springer; 2010. P. 85-9. ISBN 9783642050572.
18. Yung M, Solyman A. Changes in the brainstem evoked responses following jugular vein ligation. *J Laryngol Otol.* 1988; 102(10): 861-4. doi: 10.1017/s0022215100106681.

References

1. Gapnueva ET, Kyrsanova DB. [Features of defeat of auditory analyzer at the mine-explosive trauma]. *Vestn Otorinolaringol.* 2006;1:51-4. [In Russian].
2. Glaznikov LA, Mironov VG, Panevin PA. [Injuries of the auditory and vestibular analyzers caused by the mine explosion injury in serviceman]. *Materials of the IIIrd St. Petersburg Forum of Otorhinolaryngologists of Russia.* SPb; 2014:143-4. [In Russian].
3. Zenkov LR, Ronkin MA. [Functional diagnosis of nervous diseases]. Moscow;2004:488 p. [In Russian].
4. Petruk LG. [Sensorineural and hemodynamic disorders in acoustic trauma] [dissertation]. Kiev; 2014:20 p. [In Ukrainian].
5. Poljakova EP. [Pathogenetic aspects of cochleovestibular disorders after stroke-explosive and mechanical effects on the brain structure]. *Vestn Otorinolaringol.* 2006;(3):34-7. [In Russian].
6. Shidlovskaya TA, Petruk L, Kureneva K, Shevtsova T, Poimanova O, Volkova T. [The types of the audiograms in patients who have been in the antiterrorist operation zone]. *Zhurnal vushnyh, nosovyh i gorlovyh hvorob.* 2017;2:4-21. [In Ukrainian].
7. Shidlovskaya TA, Kozak MS, Ovsyanik KV, Petruk LG. [State of cerebral circulation in persons who received acoustic trauma in the zone of antiterroristic operation]. *Environment & Health.* 2017;(1):34-7. [In Ukrainian].
8. Shydlovskaya TA, Shydlovskaya TV, Petruk LG. [The most informative indicators of complex clinical and instrumental examination of persons who received acoustic trauma in the zone of antiterroristic operation, in terms of diagnosis and examination of sensorineural hearing disorders]. *Rinologia.* 2017;(1):17-45. [In Ukrainian].
9. Shydlovskaya TA, Shydlovskaya TV, Kozak MS, Ovsyanik KV, Petruk LG. [Characteristics of the functional state of blood circulation of brain in servicemen that got acoustic trauma in the real battle terms in dependence to the state of auditory function]. *Zhurnal vushnyh, nosovyh i gorlovyh hvorob.* 2018;(3):19-32. [In Ukrainian].
10. Shidlovskaya TV, Zabolotniy DI, Shydlovskaya TA. [Sensorineural hearing loss]. Kiev: Logos. 2006: 779 p. [In Ukrainian].
11. Bockstael A, Keppler H. Effectiveness of hearing protector devices in impulse noise verified with transiently evoked and distortion product otoacoustic emissions. *Int J Audiol.* 2008;47(3):119-33. doi: 10.1080/14992020701704784.
12. Bullmore E, Sporns O. Complex brain networks: Graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nat Rev Neurosci.* 2009; 10(3): 186-98. doi: 10.1038/nrn2575.
13. Davoodi M. Noise-induced hearing Loss. *Int J Occup Environ Med.* 2010; 1(3): 146.
14. Michler SA, Rilling E, Laszig R. Expression of plasticity associated proteins is affected by unilateral noise trauma. *Laryngo-Rhino-Otologie.* 2000; 1 (suppl. 79):202.
15. Rosso M, Agius R, Calleja N. Development and validation of a screening questionnaire for noise-induced hearing loss. *Occup Med (Lond).* 2011;61(6):416-21. doi: 10.1093/occmed/kqr059.
16. Thurston FE. The worker's ear: a history of noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med.* 2013;56(3):367-77. doi: 10.1002/ajim.22095.
17. Zarandy MM, Rutka J. Diseases of the Inner Ear. A clinical, radiologic and pathologic atlas. Springer; 2010. P. 85-9. ISBN 9783642050572.
18. Yung M, Solyman A. Changes in the brainstem evoked responses following jugular vein ligation. *J Laryngol Otol.* 1988; 102(10): 861-4. doi: 10.1017/s0022215100106681.

Надійшла до редакції 05.11.2019

© Т.А. Шидловська, Т.В. Шидловська, Л.Г. Петрук

КОРЕЛЯЦІЙНА ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ ОСНОВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ КСВП ТА РЕОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ У ХВОРИХ З АКУТРАВМОЮ

Шидловська ТА, Шидловська ТВ, Петрук ЛГ

ДУ «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка НАМН України»; e-mail: amtc@kndio.kiev.ua

А н о т а ц і я

Актуальність: Відомо, що судинний фактор є одним з основних чинників виникнення і розвитку СНП будь-якої етіології. Наші попередні дослідження показали, що це твердження справедливе і по відношенню до сенсоневральних порушень, які виникають при акутравмі. При акутравмі страждають як периферійний, так і центральні – стовбуромозковий та корковий відділи слухового аналізатора. При цьому в плані уточнення топіки ураження слухової системи дуже інформативними є часові характеристики КСВП, які дозволяють виявити порушення в стовбуромозкових структурах слухового аналізатора, в тому числі і в ранні терміни. З іншого боку, відомо, що дуже важливим відносно характеристики взаємозв'язку між певними показниками, які характеризують відповідні процеси, є кореляційний аналіз результатів інструментальних досліджень.

Мета роботи – визначити коефіцієнти кореляції між часовими показниками КСВП та кількісними величинами даних реоенцефалографії для з'ясування взаємозв'язку (кореляційної залежності) між станом стовбуромозкових структур слухового аналізатора та мозковим кровообігом в каротидній і вертебрально-базиллярній системах у хворих з акутравмою.

Матеріали і методи: Для досягнення поставленої мети нами було обстежено 71 хворого з акутравмою віком 19-50 років, з двобічними переважно асиметричними сенсоневральними порушеннями, низхідним типом аудіометричної кривої, помірним ступенем зниження слухової функції, найбільш вираженим достовірним ($P<0,01$) підвищенням порогів слуху до тонів 4; 6 та 8 кГц на тональний пологовий аудіометричний кривий.

Церебральний кровообіг у хворих з акутравмою досліджувався методом реоенцефалографії за допомогою комп'ютерного реографа фірми «DX-системи» (Україна) за загальноприйнятою методикою. Реєстрація коротколатентних слухових викликаних потенціалів (КСВП) проводилась за допомогою аналізуючої системи «Eclipse» фірми «Interacoustics» (Данія), за загальноприйнятою методикою.

Для виявлення кореляційного зв'язку між станом стовбуромозкових структур слухового аналізатора та мозкового кровообігу в вертебрально-базиллярній та каротидній системах було вираховано коефіцієнти кореляції (r) та їх похибки (mg) між основними показниками РЕГ в каротидній та вертебрально-базиллярній системах, а також найбільш інформативними часовими показниками КСВП у хворих акутравмою.

Результати та їх обговорення: було проведено кореляційний аналіз між величинами латентного періоду піку (ЛПП) V хвилі коротколатентних слухових викликаних потенціалів (КСВП) та міжпіковими інтервалами (МПП) I-V хвиль КСВП, а також значеннями дикротичного (ДКІ), діастолічного (ДСІ) та реографічного (Рі) індексів в каротидній та вертебрально-базиллярній системах у військовослужбовців з бойовою акутравмою. Отримані дані підтверджують вплив стану мозкового кровообігу на розвиток функціональних порушень стовбуромозкових структур головного мозку і слухового аналізатора при акутравмі. Спостерігається пряма кореляційна залежність у розвитку таких порушень при змінах тону мозкових судин, але особливо – порушень венозного відтоку. В каротидній системі встановлено слабкий прямий кореляційний зв'язок між величиною ДКІ, що відображає тонус мозкових судин, та ЛПП V хвилі КСВП ($r=0,309$; $mg=0,063$), а також МПП I-V КСВП ($r=0,322$; $mg=0,042$). Слабкий прямий кореляційний зв'язок виявлено також між цими показниками в вертебрально-базиллярній системі, де відповідні коефіцієнти кореляції склали $r=0,385$, а $mg=0,061$, а також $r=0,348$, а $mg=0,036$. Між ЛПП V хвилі КСВП та ДСІ, який характеризує венозний відтік, в каротидній системі, r становив $0,458$, а $mg=0,057$, а для МПП I-V КСВП коефіцієнт склав ($r=0,463$; $mg=0,049$). Пряма кореляція між цими показниками виявлена і у вертебрально-базиллярній системі (відповідні величини становили: $r=0,516$, $mg=0,021$ та $r=0,523$, $mg=0,022$).

Виявлено значний зворотній зв'язок між значеннями Рі та дисфункцією стовбуромозкових структур слухової системи – чим менші значення Рі, а отже – менше кровонаповнення судин, тим більш виражені порушення за даними КСВП спостерігаються. Найбільш виражена значний зворотній кореляційний зв'язок виявлено в вертебрально-базиллярній системі між величинами МПП I-V хвиль КСВП та Рі, де r становив $-0,527$, $mg=0,068$. Менш виражений, але теж значний зворотній кореляційний зв'язок спостерігається у цій системі також для тривалості ЛПП V хвилі КСВП, де r становив $-0,512$, а $mg=0,026$. В каротидній системі зв'язок між зазначеними показниками практично був відсутнім.

Таким чином, кореляційний аналіз показав наявність взаємозв'язку між станом мозкового кровообігу за даними РЕГ в каротидній, і, особливо, в вертебрально-базиллярній системах та часовими показниками КСВП, зокрема, ЛПП V хвилі та МПП I-V хвиль КСВП у хворих з акутравмою, і дозволив виявити їх значну або помірно виражену кореляцію. При цьому найбільш виражена зворотна кореляція ($r=-0,527$, $mg=0,068$) спостерігається між величинами Рі в вертебрально-базиллярному басейні, що характеризує стан пульсового кровонаповнення, та тривалістю міжпікового інтервалу I-V КСВП, який інтегративно відображає функціональний стан стовбуромозкових структур слухового аналізатора.

Ключові слова: акутравма, стовбуромозкові структури слухового аналізатора, мозковий кровообіг.

CORRELATION BETWEEN THE MAIN PARAMETERS SLAEP AND RHEOENCEPHALOGRAPHY IN PATIENTS WITH ACOUSTIC TRAUMA

Shydlovska TA, Shydlovska TV, Petruk LG

State Institution «O.S. Kolomiychenko Institute of Otolaryngology of National Academy of Medical Sciences of Ukraine»; e-mail: amtc@kndio.kiev.ua

Abstract

It is known that vascular factor is one of the main factors of occurrence and development of SHL of any etiology. Our previous studies have shown that this statement is also true in relation to sensorineural disorders that occur in acoustic trauma. With acoustic trauma, both peripheral and central – the brainstem and cortical departments of the auditory analyzer suffer. At the same time, in terms of clarifying the topic of the lesion of the auditory system, the temporal characteristics of the SLAEP are very informative, which allow to identify violations in the brainstem structures of the auditory analyzer, including those in the early stages. On the other hand, it is known that the correlation analysis of the results of instrumental studies is very important in relation to the characteristics of the relationship between certain indicators that characterize the relevant processes.

The purpose of the study is to determine the correlation coefficients between the temporal indices of SLAEP and quantitative values of rheoencephalography data to clarify the relationship (correlation) between the state of the brainstem structures of the auditory analyzer and cerebral blood circulation in the carotid and vertebrobasilar systems in patients with acoustic trauma.

Materials and methods: to achieve this aim, we examined 71 patients with acoustic trauma at the age of 19-50 years, with predominantly bilateral asymmetric sensorineural disorders, a descending type of audiometric curve, a moderate degree of decrease in auditory function, the most pronounced significant ($P<0.01$) increase in hearing thresholds to tones 4, 6 and 8 kHz on the tonal threshold audiometric curve.

Cerebral blood flow in patients with acoustic trauma was studied by rheoencephalography using a computer rheograph of the company «DX-systems» (Ukraine) according to the generally accepted method. Registration of short-latency auditory evoked potentials (SLAEP) was carried out using the analyzing system «Eclipse» of the company «Interacoustics» (Denmark), according to the generally accepted method.

To identify the correlation between the brainstem structures of the auditory analyzer and cerebral circulation in the vertebrobasilar and carotid systems, we took into account the correlation coefficients (r) and their errors (mr) between the main indicators REG in the carotid and vertebrobasilar systems, as well as the most informative time indicators SLEP patients with acoustic trauma.

Results and discussion: We carried out a correlation analysis between the values of LPP V wave of SLAEP and MPI (I-V) SLAEP, as well as the values of DCI, DSI and Pi in the carotid and vertebrobasilar systems in servicemen with combat acoustic trauma. The determination of such a connection is important because the severity of the lesion of the auditory system and the prognosis of the effectiveness of therapeutic measures in acoustic trauma largely depends on the presence and severity of dysfunction in the brainstem structures of the auditory analyzer. The obtained data confirm the influence of the state of cerebral circulation on the development of functional disorders of the cerebrospinal structures of the brain and the auditory analyzer in acoustic trauma.

There is a direct correlation in the development of such disorders with changes of the tone of cerebral vessels, but especially - violations of venous outflow. According to our data, in the carotid system, there is a weak direct correlation between the value of DCI, reflecting the tone of cerebral vessels, and LPP V wave of SLAEP ($r=0.309$; $mr=0.063$), as well as MPI I-V SLEP ($r=0.322$; $mr=0.042$). A weak direct correlation was also found between these indicators in the vertebral-basilar system, where the corresponding correlation coefficients were $r=0.385$, and $mr=0.061$, and $r=0.348$, and $mr=0.036$. Between LPP V - SLAEP and DSI, which characterizes venous outflow, in the carotid system, r was 0.458 and $mr=0.057$, and for MPI I-V SLEP the coefficient was ($r=0.463$; $mr=0.049$). A direct correlation between these indicators was found in the vertebral-basilar system (the corresponding values were: $r=0.516$, $mr=0.021$ and $r=0.523$, $mr=0.022$).

Conclusion: Correlation analysis showed the presence of a relationship between the state of cerebral circulation according to REG in carotid, and, especially, in the vertebrobasilar systems and temporal indices of SLAEP in patients with acoustic trauma obtained in real combat conditions.

In patients with acoustic trauma, a significant inverse correlation was found between the temporal indices of SLAEP and the values of Ri according to REG data characterizing the state of pulse blood filling in the vertebrobasilar pool. Thus, a significant inverse correlation ($r=-0.527$, $mr=0.068$) is observed between the values Ri and the duration of the inter-peak interval I-V SLAEP, for the duration of the LPP V wave r was -0.512, and $mr=0.026$.

Only weak direct correlation in both carotid and vertebral-basilar systems was found with DCI indicators reflecting the state of cerebral vascular tone in the studied temporal characteristics of SLAEP. This may be due to the risk of changes in the tone of cerebral vessels (the tendency to both increase and decrease) in this contingent of patients.

With the value of DSI, which characterizes venous outflow, there is a direct correlation with both LPP V wave and MPI I-V SLAEP in both systems of cerebral blood supply. In the carotid system between LPP V SLAEP and DSI, r was equal to 0.458, and $mr=0.057$, and between MPI I-V SLAEP and the value of DSI was ($r=0.463$; $mr=0.049$), in the vertebrobasilar system, the corresponding values were $r=0.516$, $mr=0.021$ and $r=0.523$, $mr=0.022$.

Keywords: acut trauma, brainstem structures of the auditory analyzer, cerebral circulation.