

Особливості церебральної гемодинаміки у постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції із посттравматичним стресовим розладом у віддалений період

Н.А. Зданевич

Державна установа «Науковий центр радіаційної медицини НАМН України», Київ

Резюме. У статті наведено результати обстеження 241 особи, розподіленої на групи: учасники ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) із посттравматичним стресовим розладом (ПТСР), евакуйовані з 30-кілометрової зони ЧАЕС із ПТСР, учасники бойових дій в Афганістані із закритою черепно-мозковою травмою із ПТСР, а також практично здорові особи. Мета дослідження — визначити особливості комплексу інтима-медіа екстракраніальних відділів брахіоцефальних судин та церебральної гемодинаміки у постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС із ПТСР. Нейрофізіологічне дослідження проводили за допомогою ультразвукового дуплексного сканування загальної сонної та внутрішньої сонної артерії праворуч та ліворуч в екстракраніальних відділах та проведення інсонації судин головного мозку. В УЛНА на ЧАЕС виявлено гемодинамічні порушення та потовщення комплексу інтима-медіа, які є предикторами ризику розвитку судинних ускладнень.

Ключові слова: аварія на Чорнобильській АЕС, іонізуюче випромінювання, посттравматичний стресовий розлад, ультразвукова доплерографія, гемодинаміка.

Вступ

Довготривалі й несприятливі ефекти Чорнобильської катастрофи на психічне здоров'я визнані світом (Bromet E.J., Havemann J.M., 2007; Bromet E.J. et al., 2011). Водночас в учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) спостерігається зростання серцево-судинної, зокрема цереброваскулярної патології, і головною причиною смертності УЛНА є серцево-судинна патологія, що драматично зростає із плином часу після катастрофи (Терещенко В.М. та співавт., 2007).

Останні дослідження свідчать про те, що в УЛНА підвищена частота посттравматичного стресового розладу (ПТСР), який є відкладеною відповіддю на негативний вплив екстремальних подій і ситуацій, що виходять за межі повсякденного досвіду людини, а також підвищена частота депресії та головного болю. Згідно з Міжнародною класифікацією хвороб 10-го перегляду (МКХ-10) ПТСР (F43.1) діагностують протягом 6 міс стресогенної ситуації або наприкінці періоду стресу. Наслідком ПТСР можуть стати хронічні зміни особистості після переживання катастрофи (F62.0) після 2 років існування ПТСР. Відповідно до Американської психіатричної класифікації DSM-IV ПТСР (309.81) діагностують незалежно від часу після стресу. Ступінь впливу катастрофи асоційована із тяжкістю соматичних симптомів і ПТСР (Loganovsky K. et al., 2008; Bromet E.J. et al., 2011). Але причини ней-

ропсихіатричних ефектів залишаються дискусійними (Loganovsky K., 2009).

В УЛНА дослідження стану церебральної гемодинаміки методом ультразвукової доплерографії показало прискорення інволюційних процесів у судинній стінці, дифузне зниження реактивності гемодинаміки з формуванням «ригідного» кровообігу, зменшення кровообігу по екстракраніальному відділу церебральних судин. У зв'язку з цим розвивається компенсаторний вазоспазм усіх церебральних артерій. Характерною особливістю церебральних судин є підвищена звивистість артерій із дифузними стенозуючими змінами. Крім того, визначена асиметрія кровообігу по внутрішній сонній артерії (ВСА) за рахунок більш вираженого зменшення систолічного кровообігу по лівій ВСА. Зниження систолічної частоти кровообігу по лівій ВСА розцінено як маркер радіаційного ураження церебральних артерій, а сама ліва ВСА — як мішень для пошкоджувальної дії іонізуючого випромінювання (Денисюк Н.В., 2006а; б).

Дослідження функціонального стану магістральних артерій голови в екстракраніальному відділі та інтракраніальних артерій у постраждалих внаслідок радіаційних аварій, хворих на ПТСР, не було. Актуальність дослідження нейрофізіологічних змін при ПТСР драматично зросла після землетрусу, цунамі та радіаційних аварій на атомній електростанції Фукусіма в Японії у березні 2011 р. Адже ця «потрійна» катастрофа, скоріше за все, призведе до значних психологічних і нейропсихі-

атричних ефектів, які будуть не лише широко розповсюдженими, але й довготривалими (Логановский К.Н., Логановская Т.К., 2011а; б; Bromet E.J. et al., 2011).

При ПТСР, не асоційованих з аварією на ЧАЕС, проводилися поодинокі дослідження з використанням транскраніальної доплерографії, результати яких свідчать про наявність змін церебральної гемодинаміки в судинах Біллізієвого кола кровообігу (Marinko D. et al., 2001).

У постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, хворих на ПТСР, актуальним показником, який ще не досліджений, є товщина комплексу інтима-медіа (ТКІМ) екстракраніальних відділів брахіоцефальних судин, оскільки ТКІМ є незалежним предиктором ризику розвитку судинних ускладнень, зокрема транзиторних ішемічних атак та інсульту (Lorenz M.W. et al., 2006; Віничук С.М., Фартушна О.Є., 2009). Виявлено тісний взаємозв'язок між потовщенням стінки сонних артерій та ризиком кардіальних і цереброваскулярних ускладнень, причому підвищення показника ТКІМ сонних артерій навіть у пацієнтів без проявів захворювання визначає високий ризик розвитку серцево-судинних ускладнень (Favre A. et al., 2004).

Враховуючи вищезазначене, вивчення церебральної гемодинаміки із визначенням ТКІМ екстракраніальних відділів брахіоцефальних судин у постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС після дії надзвичайно потужного невидимого стресора іонізуючого випромінювання з подальшим розвитком ПТСР є надзвичайно актуальним і важливим.

Показник швидкості кровообігу, см/с	Показники гемодинаміки у екстракраніальних відділах брахіоцефальних судин (M±SD)				
	УЛНА з ГПХ (n=34)	УЛНА без ГПХ (n=81)	Евакуйовані (n=76)	Ветерани війни в Афганістані (n=28)	Практично здорові (n=22)
Права ЗСА					
Максимальна систолічна ЛШК	49,4±14,1	52,2±10,8	50,5±15,2	49,9±12,6	59,7±13,9 ^{*,**} , ^{###}
Мінімальна діастолічна ЛШК	16,8±5,2	18,0±6,3	18,3±5,5	16,7±4,5	20,5±5,1 ^{**}
Права ВСА					
Максимальна систолічна ЛШК	34,6±13,4	35,9±9,8	38,2±10,4	30,6±9,3 ^{###}	38,8±8,9
Мінімальна діастолічна ЛШК	12,4±4,9	14,1±5,2	15,5±5,0 ^{**}	12,1±4,0 ^{###}	15,2±4,6 [*]
Ліва ЗСА					
Максимальна систолічна ЛШК	46,3±13,0	52,5±11,8 ^{**}	54,1±12,6 ^{**}	52,0±10,2	57,6±11,9 ^{**}
Мінімальна діастолічна ЛШК	16,3±4,4	18,1±4,3	19,1±5,2 ^{**}	20,2±11,3	20,3±3,3 ^{***,*}
Ліва ВСА					
Максимальна систолічна ЛШК	34,5±9,6	36,6±9,6	38,9±11,2 [*]	34,8±20,8	38,0±6,7
Мінімальна діастолічна ЛШК	13,4±4,3	15,0±4,9	15,9±5,6 [*]	13,5±5,3	15,5±3,0

У таблиці та на рис. 1–6: *, **, *** достовірність різниці з рівнем статистичної значущості $p < 0,05$, $p < 0,01$ і $p < 0,001$ відповідно щодо підгрупи УЛНА з ГПХ; ^{*}, ^{**}, ^{***} достовірність різниці з рівнем статистичної значущості $p < 0,05$, $p < 0,01$ і $p < 0,001$ відповідно щодо підгрупи УЛНА; ^{###}, ^{###} достовірність різниці з рівнем статистичної значущості $p < 0,05$, $p < 0,01$ і $p < 0,001$ відповідно щодо евакуйованих.

Мета дослідження — визначити особливості церебральної гемодинаміки і ТКІМ екстракраніальних відділів брахіоцефальних судин у постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС із ПТСР.

Об'єкт і методи дослідження

До дослідження залучено 241 особу (219 пацієнтів із ПТСР): 152 (63%) чоловіки і 89 (37%) жінок, вік 36–75 років (M±SD: 52,9±7,8 року). Основну групу становили особи, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, хворі на ПТСР (n=191), розподілені таким чином:

- група УЛНА на ЧАЕС із ПТСР (n=115): А) УЛНА, які перенесли гостру променеву хворобу (ГПХ) із ПТСР (n=34), дози опромінення 0,1–7,1 Гр; Б) УЛНА без ГПХ із ПТСР (n=81) опромінені у дозах 0,003–1,0 Гр;
- евакуйовані з 30-кілометрової зони відчуження з ПТСР (n=76), опромінені у дозах 0,01–0,15 Гр;
- групу порівняння становили ветерани війни в Афганістані з ПТСР та наслідками закритої черепно-мозкової травми (n=28);
- практично здорові особи (n=22).

Здійснювали ультразвукове дуплексне сканування загальних сонних артерій (ЗСА) та ВСА в екстракраніальних відділах праворуч і ліворуч з доплерографією з метою визначення ТКІМ, вимірювання лінійної швидкості кровообігу (ЛШК), індексу резистентності судин, також здійснювали інсонацію судин головного мозку з переднього скроневого та заднього потиличного ультразвукового вікна. Дослідження виконували на апаратах Medison 9900 (Корея) та Medison 8000 (Корея). Електронні таблиці Excel 2003 (MS Windows) використано як структуру баз даних для збору і аналізу інформації. Статистичний аналіз проведено у програмі Statistica 7.0 (StatSoft) за допомогою параметричних і непараметричних критеріїв.

Результати та їх обговорення

Вимірювали ТКІМ ЗСА праворуч і ліворуч у місці найбільшого його потовщення. У групі УЛНА виявлена найбільша ($p < 0,05$) серед обстежених осіб ТКІМ ЗСА (M±SD: 1,2±0,2 мм). Комплекс інтима-медіа харак-

теризувався нерівним контуром, підвищенням ехогенності. Збільшення товщини цього показника свідчить про підвищений ризик розвитку гострих порушень мозкового кровообігу в групі УЛНА на ЧАЕС.

При визначенні ступеня зменшення просвіту судини (процент стенозу діаметру судини) екстракраніальних відділів брахіоцефальних судин, що відбувається за рахунок вираженого атеросклеротичного процесу з формуванням атеросклеротичних бляшок, виявлено переважання стенозу судинного просвіту в правій ЗСА у підгрупі УЛНА з ГПХ (18,4±22,1) порівняно з УЛНА без ГПХ (9,1±18,0; $p < 0,05$), евакуйованими (4,7±12,5; $p < 0,001$) і ветеранами війни в Афганістані (6,3±15,0; $p < 0,05$). У лівій ЗСА в УЛНА з ГПХ також виявили переважання частки стенозу (12,0±19,2) порівняно з евакуйованими (4,6±13,3; $p < 0,05$) і групою ветеранів війни в Афганістані (2,0±10,4; $p < 0,02$). УЛНА з ГПХ також показала найвищі серед усіх обстежених показники стенозу лівої ВСА (3,2±10,4). Це свідчить про значний ризик розвитку атеросклеротичного процесу в УЛНА з ГПХ.

Результати дослідження кількісних ультрасонографічних показників артеріального кровообігу, зокрема таких гемодинамічних показників, як ЛШК вздовж судини (см/с) по екстракраніальних відділах брахіоцефальних судин наведено в таблиці.

На етапі дослідження екстракраніальних брахіоцефальних судин хребцеві артерії були

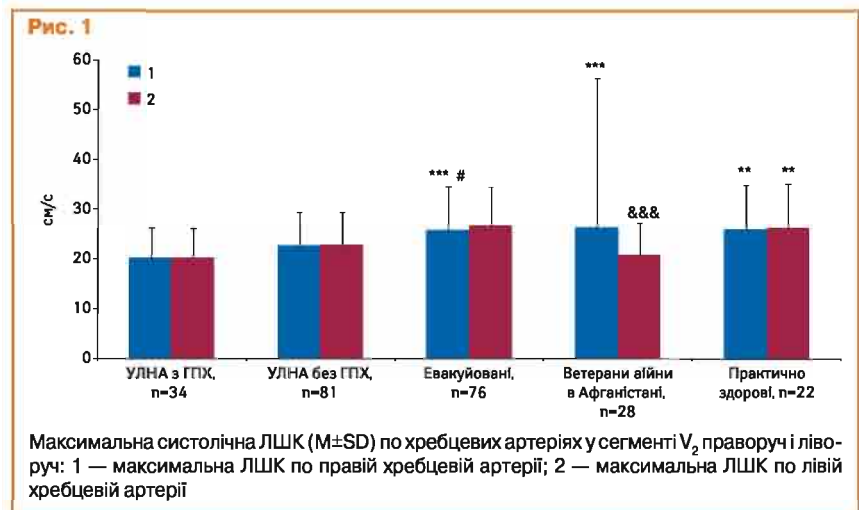
візуалізовані в екстракраніальних сегментах V₁ і V₂. Максимальна систолічна ЛШК в сегменті V₁ праворуч і ліворуч знаходилась у межах норми середньої ЛШК, однак підгрупа УЛНА з ГПХ мала нижчі швидкісні показники порівняно з підгрупою УЛНА без ГПХ, групою евакуйованих і групою практично здорових. Група ветеранів війни в Афганістані також мала невисокі показники ЛШК, особливо по правій хребцевій артерії з наявною статистичною різницею з підгрупою УЛНА без ГПХ ($p < 0,05$). За індекс резистентності різниці між групами, що обстежувалися, статистичної різниці не виявлено.

Показники мінімальної діастолічної ЛШК по правій хребцевій артерії в сегменті V₁ серед обстежених груп мали також найнижчі значення саме в підгрупі УЛНА з ГПХ порівняно з підгрупою УЛНА без ГПХ, групою евакуйованих і групою практично здорових та не відрізнялися від групи ветеранів війни в Афганістані з ПТСР.

Результати вимірювання максимальної і мінімальної ЛШК в сегменті V₂ хребцевих артерій показано на рис. 1 і 2.

За допомогою транскраніальної доплерографії виявили гемодинамічні зміни в судинах головного мозку (судинах Вільзієвого кола).

Найбільш суттєві гемодинамічні зміни у судинах головного мозку у УЛНА на ЧАЕС із ПТСР спостерігались у вигляді зниження ЛШК відносно групи практично здорових осіб по правій середньомозковій артерії,



лівій і правій хребцевих артеріях (сегмент V_4) і основній (базиллярній) артерії.

У правій середньомозковій артерії виявлено зниження пікової ЛШК у групі УЛНА відносно групи евакуйованих і групи практично здорових (рис. 3). Слід відзначити схильність групи евакуйованих до підвищення швидкісних гемодинамічних характеристик і близькість їх до показників ангіоспастичного процесу.

У ветеранів війни в Афганістані виявлено найменшу швидкість серед обстежених хво-

рих на ПТСТР, яка статистично відрізнялась від такої у групі УЛНА та групі евакуйованих.

Кровообіг по правій задньомозковій артерії характеризується переважно низькими показниками ЛШК зі значним зниженням у групі УЛНА без ГПХ відносно групи евакуйованих.

По лівій передньомозковій артерії спостерігалось зниження ЛШК у групі УЛНА без ГПХ порівняно з групою евакуйованих ($p < 0,05$). Постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС із ПТСТР мають вищі показники

ЛШК відносно групи порівняння ветеранів війни в Афганістані.

Максимальна систолічна і мінімальні діастолічна лінійна швидкість по лівій задньомозковій артерії у постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС із ПТСТР не відрізнялася від такої у групи практично здорових осіб, однак значно відрізнялася від групи ветеранів війни в Афганістані: група УЛНА і група ветеранів війни в Афганістані ($p < 0,001$); група евакуйованих і група ветеранів війни в Афганістані ($p < 0,01$). Різниця між цими групами зумовлена підвищенням лінійних швидкісних характеристик по лівій задньомозковій артерії у групи ветеранів війни в Афганістані, що досягає рівня ангіоспазму.

Кровообіг по лівій середньомозковій артерії у груп, які обстежувалися, відповідав нормі й не досягав ознак ангіоспазму. Лише за мінімальною діастолічною ЛШК група УЛНА поступалась групі евакуйованих ($p < 0,05$). Група евакуйованих показала вищі показники мінімальної діастолічної швидкості відносно групи ветеранів війни в Афганістані.

Внутрішньочерепний сегмент хребцевої артерії (сегмент V_4) починається від місця проходження судиною твердої мозкової оболонки і закінчується початком основної артерії. Група УЛНА без ГПХ відрізняється від групи евакуйованих за рахунок зниження ЛШК (як максимальної систолічної, так і мінімальної діастолічної) по правій хребцевій артерії ($p < 0,001$). Так само УЛНА без ГПХ відрізняються від практично здорових ($p < 0,001$). Група ветеранів війни в Афганістані має показники ЛШК близькі до групи УЛНА і відрізняється від групи евакуйованих ($p < 0,01$) (рис. 4).

Як показано на рис. 5, при дослідженні кровообігу по лівій хребцевій артерії в сегменті V_4 виявлено зниження ЛШК також у групі УЛНА без ГПХ, яка відрізняється від групи евакуйованих ($p < 0,01$) і групи практично здорових ($p < 0,01$).

Кровообіг по базиллярній (основній) артерії характеризується деяким зниженням максимальної систолічної та мінімальної діастолічної ЛШК у групі УЛНА, яка відрізняється лише від групи практично здорових (рис. 6).

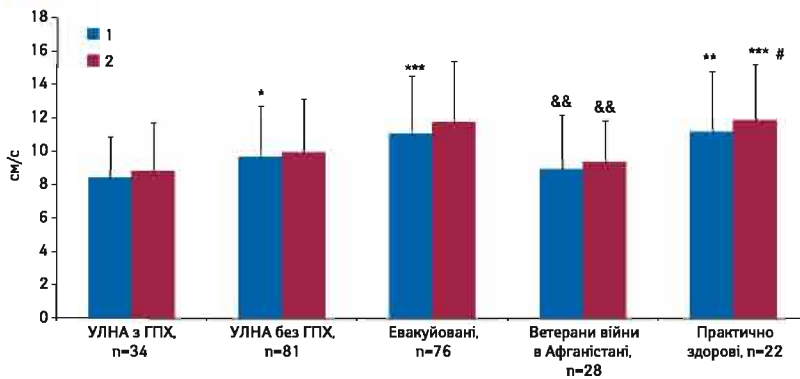
Висновки

В УЛНА на ЧАЕС із ПТСТР виявлена найбільша серед обстежених осіб ТКІМ ЗСА ($M \pm SD$: $1,2 \pm 0,2$ мм), що може свідчити про підвищений ризик виникнення гострих порушень мозкового кровообігу. В УЛНА на ЧАЕС, особливо тих, хто переніс ГПХ, зареєстровані найбільші показники стенозу ЗСА і лівої ВСА, зменшена середня ЛШК у правій середньомозковій, правій і лівій хребцевих артеріях і основній артерії відносно групи практично здорових, що свідчить про значний ризик розвитку атеросклеротичного процесу.

Література

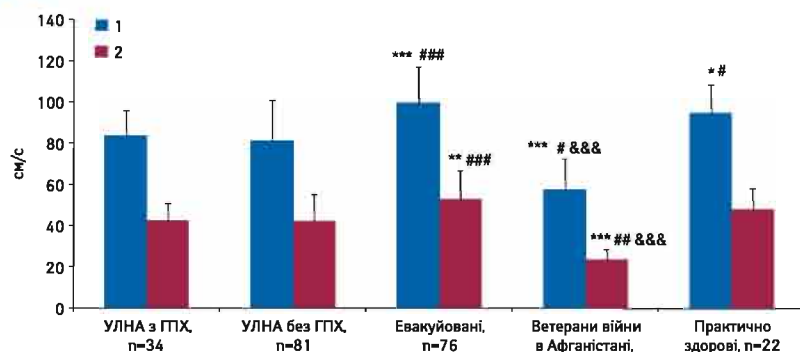
- Віничук С.М., Фартушна О.Є. (2009) Товщина комплексу інтима-медія внутрішньої сонної артерії як предиктор транзиторних ішемічних атак/інсульту. *Международ. невролог. журн.*, 7(29): 34–41.
- Денисюк Н.В. (2006а) Клініко-нейрофізіологічна характеристика хронічної цереброваскулярної патології в учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС у віддалений період після

Рис. 2



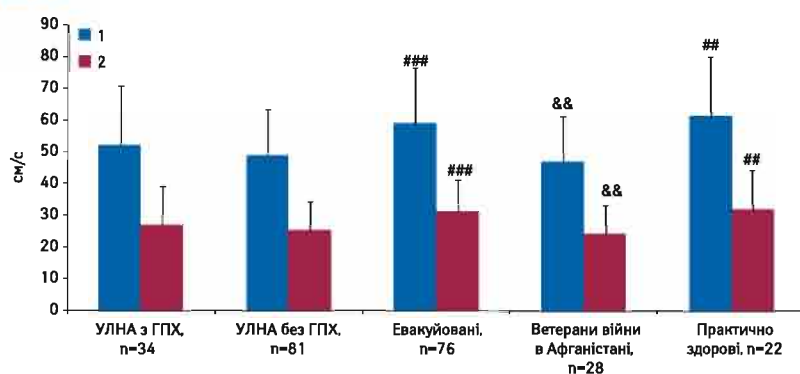
Мінімальна діастолічна лінійна швидкість кровообігу ($M \pm SD$) по хребцевих артеріях у сегменті V_2 праворуч і ліворуч: 1 — мінімальна діастолічна ЛШК по правій хребцевій артерії; 2 — мінімальна діастолічна ЛШК по лівій хребцевій артерії

Рис. 3



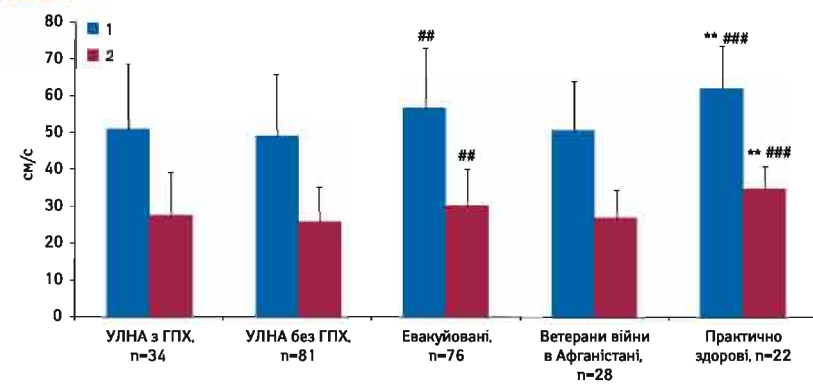
Лінійна швидкість кровообігу ($M \pm SD$) по правій середньомозковій артерії: 1 — максимальна систолічна лінійна швидкість кровообігу; 2 — мінімальна діастолічна лінійна швидкість кровообігу

Рис. 4



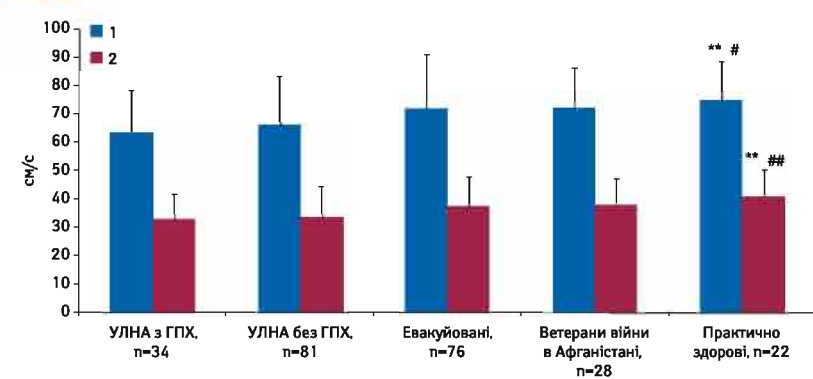
Лінійна швидкість кровообігу ($M \pm SD$) по правій хребцевій артерії сегмента V_4 : 1 — максимальна систолічна лінійна швидкість кровообігу; 2 — мінімальна діастолічна лінійна швидкість кровообігу

Рис. 5



Лінійна швидкість кровообігу ($M \pm SD$) по лівій хребцевій артерії сегмента V_4 : 1 — максимальна систолическая лінійна швидкість кровообігу; 2 — мінімальна діастолічна лінійна швидкість кровообігу

Рис. 6



Лінійна швидкість кровообігу ($M \pm SD$) по базиллярній артерії: 1 — максимальна систолическая лінійна швидкість кровообігу; 2 — мінімальна діастолічна лінійна швидкість кровообігу

на групи: учасники ліквідації наслідків аварії (УЛПА) на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЭС) з посттравматичним стресовим розстройством (ПТСР), евакуйовані з 30-кілометрової зони ЧАЭС з ПТСР, учасники бойових дій в Афганістані з закритою черепно-мозговою травмою з ПТСР, а також практично здорові особи. Мета дослідження — визначення особливостей комплексу інтима-медіа екстракраніальних відділів брахіоцефальних судин і церебральної гемодинаміки у постраждалих внаслідок аварії на ЧАЭС з ПТСР. Нейрофізіологічне дослідження проводили з допомогою ультразвукового дуплексного сканування загальної сонної і внутрішньої сонної артерії справа і зліва в екстракраніальних відділах, інсонанції судин головного мозку. У УЛПА на ЧАЭС виявлені гемодинамічні порушення і утолщення комплексу інтима-медіа, що є предиктором ризику розвитку судинних ускладнень.

Ключевые слова: аварія на Чорнобильській АЭС, іонізуюче випромінювання, посттравматичне стресове розстройство, ультразвукова доплерографія, гемодинаміка.

Peculiarities of cerebral hemodynamics in Chernobyl victims with posttraumatic stress disorder in remote period

N.A. Zdanevich

Summary. Article represents the results of the examination of 241 men and women: liquidators of the Chernobyl accident aftermaths with posttraumatic stress disorder (PTSD), evacuees from the Chernobyl exclusion zone with posttraumatic stress disorder (PTSD), veterans of Afghanistan war with PTSD and practically healthy individuals. The aim of the research was to determine peculiarities of the intima-media complex of the extracranial parts of brachiocephalic vessels and cerebral hemodynamics in Chernobyl victims with PTSD. Neurophysiological research was conducted with the help of ultrasound duplex scan of common carotid and internal carotid arteries in extracranial parts with ultrasound duplex scan and sonography of the brain blood vessels. In the Chernobyl liquidators there were discovered hemodynamic disorders and thickening of intima-media complex which are predictors of vascular complications risk.

Key words: Chernobyl accident, ionizing radiation, posttraumatic stress disorder, ultrasound duplex scan, hemodynamics.

Адреса для листування:

Зданевич Наталя Анатоліївна
04050, Київ, вул. Мельникова, 53
Державна установа «Науковий центр радіаційної медицини НАМН України»,
Інститут клінічної радіології,
відділ радіаційної психоневрології

опромінювання. Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 03.00.01. Науковий центр радіаційної медицини НАМН України, Київ, 24 с.

Денисюк Н.В. (2006) Хроническая цереброваскулярная патология у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленный период после облучения. Укр. мед. часопис, 3(53): 123–132 (<http://www.umj.com.ua/article/445>; http://www.umj.com.ua/wp-content/uploads/archive/53/pdf/227_rus.pdf).

Логановский К.Н., Логановская Т.К. (2011a) Неостребоваанные Фукусимой психологические и нейропсихиатрические уроки Чернобыля. Укр. мед. часопис, 2(82): 18–21 (<http://www.umj.com.ua/article/11295>; http://www.umj.com.ua/wp-content/uploads/2011/04/82_18-21.pdf).

Логановский К.Н., Логановская Т.К. (2011b) Фукусима — сакура цветет? Новая медицина тысячелетия, 1: 14–26.

Терещенко В.М., Бузунов В.О., Стрий Н.І. (2007) Епідеміологічні дослідження смертності від непухлинних хвороб в учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЭС. Проблеми радіаційної медицини і радіобіології. Вип. 13. ДІА, Київ, с. 292–299.

Bromet E.J., Havenaar J.M. (2007) Psychological and perceived health effects of the Chernobyl disaster: a 20-year review. Health Phys., 93(5): 516–521.

Bromet E.J., Havenaar J.M., Guey L.T. (2011) A 25 year retrospective review of the psychological consequences of the Chernobyl accident. Clin. Oncol. (R. Coll. Radiol.), 23(4): 297–305.

Favre A., Monpere C., Voyer C. et al. (2004) How to improve primary prevention in asymptomatic high risk subjects? Eur. Heart J. Suppl., 6(Suppl. J): 59–63.

Giles M.F., Rothwell P.M. (2007) Risk of stroke early after transient ischaemic attack: a systematic review and meta-analysis. Lancet Neurol., 6(12): 1063–1072.

Loganovsky K. (2009) Do low doses of ionizing radiation affect the human brain? Data Science Journal, 8: BR13–BR35.

Loganovsky K., Havenaar J.M., Tintle N.L. et al. (2008) The mental health of clean-up workers 18 years after the Chernobyl accident. Psychol. Med., 38(4): 481–488.

Lorenz M.W., von Kegler S., Steinmetz H. et al. (2006) Carotid intima-media thickening indicates a higher vascular risk across a wide age range: prospective data from the Carotid Atherosclerosis Progression Study (CAPS). Stroke, 37(1): 87–92.

Marinko D., Dragutin K., Basić-Kes V. et al. (2001) Transcranial Doppler sonography for post-traumatic stress disorder. Mil. Med., 166(11): 955–958.

Особенности церебральной гемодинамики у пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции с посттравматическим стрессовым расстройством в отдаленный период

Н.А. Зданевич

Резюме. В статье приведены результаты обследования 241 лица, распределенного