

КОНТРОЛЬ СТАНУ ДОЗОВОЇ НАГРУЗКИ НА ПАЦІЄНТІВ ЗА РАХУНОК МЕДИЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ

¹Запорізький державний медичний університет (м. Запоріжжя)

²ДУ «Запорізький обласний лабораторний Центр МОЗ України» (м. Запоріжжя)

alla758@ukr.net

Дана робота є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри загальної гігієни та екології ЗДМУ «Комплексна оцінка і управління ризиками для здоров'я в умовах Запорізької області» (№ державної реєстрації 0112U005646) шифр (Ін. 14.02.01.11).

Вступ. Середньосвітова річна ефективна доза опромінення на душу населення за рахунок медичного опромінення досягла 0,4 мЗв, що складає 7,7% сумарної дози опромінення населення [9,10]. В Україні, за даними ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», доза опромінення від медичної діагностики складає 0,5 мЗв·рік⁻¹, що дорівнює 7% від усієї дози опромінення населення [4].

Слід відмітити, що за останні роки спостерігається ріст опромінення населення, що здійснюється в медичних цілях, і зараз створює найбільш істотне антропогенне джерело радіаційного опромінення. За даними Міжнародної Комісії з радіологічного захисту з 80-х років ХХ століття у всьому світі щорічна ефективна доза опромінення на душу населення за рахунок медичного опромінення, збільшилась на 35%, а колективна – на 50%, в той же час населення світу збільшилось всього на 10% [5].

У США в 2006 році за рахунок медичних процедур населення отримало дозу опромінення 3,1 мЗв, яка в 7 разів перевищила дозу, отриману на початку 1980-х років [8]. У зв'язку з цим медичне опромінення в 2006 році склало біля половини від загальної дози опромінення населення США від усіх джерел опромінення. Дослідники пояснюють це збільшенням кількості високодозних рентгенологічних процедур, зокрема, комп'ютерної томографії (КТ). Підраховано, що в результаті КТ-досліджень, які проведені в 2007 році у США, може виникнути додатково біля 29 тисяч злоякісних пухлин, що значно збільшує загальний ризик від медичного опромінення [7].

Тенденція збільшення рентгенологічних досліджень простежується і в Україні. Враховуючи це, очевидно, що зменшення дозової навантаженості населення за рахунок рентгенодіагностики в нинішній час є вкрай актуальною проблемою.

Мета дослідження. Вивчити та проаналізувати в рамках радіаційно-гігієнічного моніторингу дозову навантаженість населення Запорізької області за рахунок рентгенодіагностичних процедур.

Об'єкт і методи досліджень. Об'єктом дослідження є медичне опромінення при використанні джерел іонізуючого випромінювання з діагностичною метою. При проведенні роботи використовували

лише аналітичні, статистичні та розрахункові методи дослідження.

Дози опромінення пацієнтів за рахунок рентгенодіагностики розраховувались з використанням інструкції Міністерства охорони здоров'я України [6]. Визначення ефективної дози опромінення пацієнтів при рентгенологічних дослідженнях ґрунтується на використанні одного з двох інструментальних методів: вимірювання добутку дози на площу або вимірювання радіаційного виходу рентгенівського випромінювача.

В зв'язку з відсутністю у вітчизняних рентген-апаратах вмонтованих вимірювачів добутку дози на площу, в даному випадку, використовувались результати вимірювання радіаційного виходу, оскільки цей параметр згідно [1] з 2008 року визначає Запорізький обласний науково-виробничий Центр метрології, стандартизації та сертифікації.

Вимірювання здійснювалось за правилами, що викладені в методичних рекомендаціях «Контроль дозоформуєчих параметрів рентгенодіагностичних апаратів» (2006 р.) [2].

Розрахунок ефективної дози (Е) здійснювався за формулою:

$$E = R \cdot i \cdot t \cdot K_e, \text{ мкЗв, де}$$

R – радіаційний вихід рентгенівського випромінювача (мГр·м²) / (мАс);

i – величина струму рентгенівської трубки, мА;

t – час проведення дослідження, с;

K_e – коефіцієнт переходу від значення радіаційного виходу рентгенівського випромінювача до ефективної дози опромінення пацієнта даного віку з урахуванням конкретного дослідження, проекції, розмірів поля опромінення, фокусної відстані і анодної напруги на трубці, (мкЗв) / (мГр·м²).

Коефіцієнти переходу до ефективної дози наведені в таблицях методичних вказівок «Контроль ефективних доз опромінення пацієнтів при проведенні медичних рентгенологічних досліджень» [3].

Результати досліджень та їх обговорення. Радіаційно-гігієнічний моніторинг (РГМ) розглядається як система контролю за радіаційною складовою середовища життєдіяльності людини з оцінкою доз опромінення і наступним визначенням можливих віддалених наслідків для здоров'я населення. В той же час, слід зазначити, що для отримання достовірної інформації про стан радіаційної безпеки населення і визначення заходів оптимізації, існуюча система РГМ потребує значного удосконалення.

Базуючись на результатах роботи і у зв'язку з відсутністю методичних документів зі здійснення радіаційно-гігієнічного моніторингу, фахівці Запорізького обласного лабораторного центру Держсанепідслужби України разом з вченими ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеева НАМН України» та Запорізького державного медичного університету розробили і в березні 2014 р. направили в Міністерство охорони здоров'я на затвердження проект методичних рекомендацій «Здійснення радіаційно-гігієнічного моніторингу установами Державної санітарно-епідеміологічної служби України», який було заслухано на засіданні Проблемної комісії «Гігієна охорони навколишнього середовища» (Київ, 2014 р.) та направлено на затвердження в МОЗ України.

Документом передбачається, що разом з основними радіаційними параметрами, які характеризують радіаційну безпеку населення і радіаційне забруднення навколишнього середовища, пропонується взяти під контроль, зокрема, дози опромінення пацієнтів при рентгенологічних і радіологічних процедурах.

З цією метою було проаналізовано кількість проведених рентгенологічних досліджень населення Запорізької області за період 2012-2016 рр., отриманих з медичної статистичної форми «Звіт лікувально-профілактичного закладу» (ф. 20).

Кількість рентгенологічних досліджень населення за період 2012-2016 рр. приведено в **таблиці 1**.

Визначено частоту рентгенодіагностичних процедур та розраховано дози опромінення населення Запорізької області в 2012-2016 рр. (**табл. 2**).

Результати аналізу медичної статистичної форми за період 2012-2016 рр. «Звіт лікувально-профілактичного закладу» (ф. 20) свідчать про те, що кількість рентгенологічних процедур за останні роки зменшилась, зменшилась і частота досліджень на одну людину з 1,33 в 2012 році до 1,29 в 2016 році, але з врахуванням зменшення населення, частота досліджень на одну людину з 2013 року по 2016 рік залишається на одному рівні (1,29).

Вивчення частоти окремих досліджень показує, що найбільшу частоту складає найменш радіаційно-небезпечний метод – рентгенографія (0,63-0,67)

Таблиця 1.

Кількість рентгенодіагностичних досліджень населення Запорізької області за період 2012-2016 рр.

Роки	Кількість досліджень
2012	2405646
2013	2334378
2014	2290974
2015	2234378
2016	2190974
Всього	11456350

на одну людину; на другому місці – флюорографія (0,43-0,48), а найбільш радіаційно-небезпечне традиційне дослідження – рентгеноскопія займає третє місце (0,03-0,04). Слід зазначити, що в області з 2007 року з'явився новий прогресивний, але в той же час високодозний метод рентгенодіагностики – рентгеновська комп'ютерна томографія, частота якої в 2015 році досягла 0,022 на одну людину.

Аналіз дозових нагрузок пацієнтів свідчить про те, що річна доза опромінення населення області за рахунок рентгенологічних досліджень за період 2012-2016 рр. коливається в межах (0,95–0,97) мЗв/рік на людину. При цьому основну долю в сумарній дозі медичного опромінення складає рентгенографія 0,49-0,47 мЗв, на другому місці флюорографія 0,24-0,21 мЗв, на третьому – комп'ютерна томографія 0,12-0,14 мЗв. Незважаючи на невелику частоту проведення рентгеновської комп'ютерної томографії, дози опромінення пацієнтів за її рахунок за період 2012-2016 рр. досягли величини 0,14 мЗв на одну людину, і вийшли на третє місце по дозовій нарузці.

Аналізуючи динаміку зміни структури різних видів променевої діагностики за період 2012-2016 рр. необхідно відмітити, що рентгенографічні дослідження поступово збільшуються, флюорографічні дослідження і вклад рентгеноскопії залишається на одному рівні, а доля високодозних сучасних досліджень

Таблиця 2.

Частота рентгенодіагностичних досліджень та дози опромінення населення Запорізької області за період 2012-2016 рр.

Роки	Кількість досліджень на одну людину на рік						Ефективна доза (мЗв)					
	всього	рентгено-скопія	рентгено-графія	флюоро-графія	комп'ютерна томо-графія	ангіо-графія	всього	рентгено-скопія	рентгено-графія	флюоро-графія	комп'ютерна томо-графія	ангіо-графія
2012	1,33	0,03	0,67	0,48	0,018	0,002	0,95	0,04	0,49	0,24	0,12	0,058
2013	1,29	0,03	0,59	0,46	0,014	0,002	0,86	0,04	0,44	0,23	0,09	0,060
2014	1,29	0,03	0,60	0,43	0,018	0,002	0,97	0,04	0,45	0,21	0,21	0,064
2015	1,29	0,04	0,61	0,42	0,022	0,002	0,95	0,04	0,46	0,21	0,14	0,051
2016	1,29	0,03	0,63	0,43	0,016	0,003	0,97	0,04	0,47	0,21	0,12	0,080
В серед-ньому	1,29	0,03	0,62	0,40	0,019	0,002	0,94	0,04	0,46	0,22	0,14	0,062

Дози,
мЗв

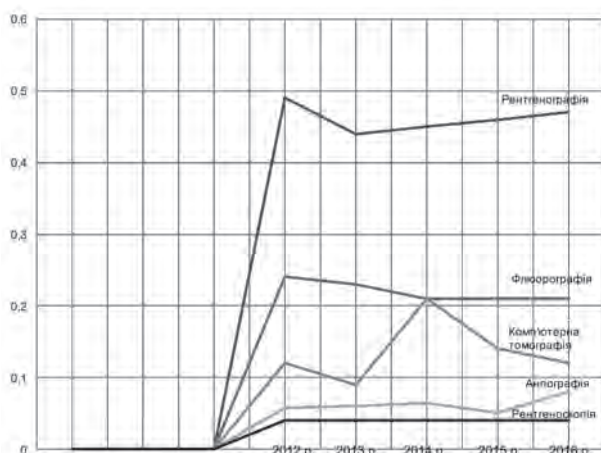


Рис. Динаміка внеску різних видів променевої діагностики в дозу медичного опромінення населення Запорізької області в 2012-2016 рр.

– комп'ютерної томографії з 2014 року зменшується, ангіографії поступово збільшується (**рис.**).

Підсумовуючи отримані результати, слід зауважити, що доза опромінення населення Запорізької області за рахунок рентгенодіагностичних процедур за досліджуваний період в середньому склала 0,94 мЗв·рік⁻¹, що майже на 50% більше за середньоукраїнський показник і перевищує середньосвітовий в 2 рази. Майже 50% цієї дози населення отримує за рахунок рентгенографічного методу дослідження.

Висновки

1. Визначено, що кількість рентгенологічних процедур за період 2012-2016 рр. зменшується, зменшилась і частота досліджень на одну людину з 1,33 в 2012 році до 1,29 в 2016 році, але з урахуванням зменшення населення, частота досліджень на одну людину залишається стабільною (1,29).

Встановлено, що найбільшу частоту складає рентгенографія (0,63-0,67), на другому місці флюорографія (0,43-0,48), третє місце займає рентгеноскопія (0,03-0,04). Слід зазначити, що в Запорізькій області з 2007 року з'явився новий прогресивний, але в той же час високодозний метод рентгенодіагностики – рентгеновська комп'ютерна томографія, частота якої в 2015 році досягла 0,022 на одну людину.

2. Визначено, що річна доза опромінення населення коливається в межах 0,86-0,97 мЗв·рік⁻¹. При цьому основну частку в сумарній дозі опромінення складає рентгенографія – 0,44-0,49 мЗв, далі йде флюорографія – 0,21-0,24 мЗв, на третьому місці – комп'ютерна томографія – 0,09-0,14 мЗв.

Усереднена доза опромінення населення Запорізької області за рахунок медичного опромінення склала 0,94 мЗв·рік⁻¹, що майже на 50% більше за середньоукраїнський показник і перевищує середньосвітовий в 2 рази.

3. Встановлено, що динаміка внеску різних видів променевої діагностики в дозу медичного опромінення населення свідчить про поступове збільшення рентгенографічних досліджень, флюорографія і рентгеноскопія залишається на одному рівні, а доля високодозних сучасних досліджень – комп'ютерної томографії з 2014 року зменшується, ангіографії поступово збільшується.

4. Визначено структуру, частоту та дози опромінення за рахунок рентгенологічних процедур, запропоновано заходи, спрямовані на вдосконалення сучасної вітчизняної системи захисту пацієнтів при рентгенодіагностиці.

Перспективи подальших досліджень. Проаналізувавши стан дозового навантаження населення за рахунок рентгенодіагностичних процедур за період 2012-2016 рр., з метою мінімізації рівнів опромінення, були визначені заходи щодо оптимізації радіаційного захисту населення при медичному опроміненні з урахуванням сучасних міжнародних вимог:

1. Розробити програми по забезпеченню гарантії якості і контролю якості діагностичних досліджень, що проводяться з використанням ДІВ.

2. Для контролю доз опромінення пацієнтів необхідно передбачити у нормативних документах вимоги про обов'язкове обладнання рентген-апаратів дозиметрами вимірювання рентгенівського випромінювання типу ДРК-1.

3. Розробити методичне керівництво з визначення доз опромінення пацієнтів з використанням параметру радіаційного виходу.

4. Встановити референтні рівні опромінення пацієнтів для основних видів рентгенодіагностики, розробити керівництво з їх застосування.

5. Спільно з медичним співтовариством і відповідними фахівцями розробити стандарти (протоколи) проведення рентгенодіагностичних досліджень.

6. Викласти у нормативних документах вимоги з регулярного контролю якості рентгенівської апаратури.

7. Розробити систему контролю та обліку індивідуальних доз опромінення пацієнтів при медичному опроміненні.

8. Удосконалити систему навчання лікарів усіх медичних спеціальностей питанням радіаційної безпеки.

9. Переробити основні нормативні документи з радіаційної безпеки у галузі медицини з урахуванням останніх рекомендацій міжнародних організацій.

Література

1. Hiihiyenchni vymohy do vlashtuvannya ta ekspluatatsiyi rentheniv's'kykh kabinetiv i provedennya renthenolohichnykh protsedur. DSanPiN 6.6.3.-150-2007. Kyiv. 2007. – 80 s.
2. Kontrol' dozoformuyuychykh parametriv renthendiahnostychnykh aparativ. M.R. Kyiv. – 2006.
3. Kontrol' effektivnykh doz oblucheniya patsiyentov pri provedenii meditsynskikh rentgenologicheskikh issledovaniy. M.U. 2.6.1.2944-11. M. 2011.
4. Problemy s'ohodennya ta shlyakhy yikh podolannya. Hiihiyenchna nauka ta praktyka na rubezhi stolit' / A.M. Serdyuk, I.P. Los' // Materialy XIV z'yizdu hiihiyenistiv Ukrainy. – Dnipropetrov's'k, 2004. – T. II. – S. 303-305.

5. Radiatsionnaya zashchita v meditsine / Publikatsiya 105 MKRZ. – S-Peterburg, 2011. – 66 s.
6. Rozrakhunok ta oblik individual'noyi efektyvnoyi dozy oprominennya patsiyentiv vid renthenodiahnostychnykh protsedur: Vidomcha instruktsiya / MOZ Ukrainy. – Kharkiv, 1995. – 8 s.
7. Barrington de Gonzales A. Projected Cancer Risks From Performed in the United States in 2007 / A. Barrington de Gonzales, M. Mahesh, K.-P. Kim [et al.] // Archives internal medicine. – 2009. – V. 169 (22). – P. 2071-2077.
8. Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States: NCRP № 160. National Council of Radiation and Measurements, Bethesda, USA. – 2008. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://radsafe.ru/>
9. UNSCEAR 2000. Effects of Radiation on the Environment; Report to the General Assembly with Scientists Annex / United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. – New York: UN, 2000. – 842 p.
10. UNSCEAR 2006. Effects of Ionizing Radiation: Report to the General Assembly with Scientific Annexes / United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. – New York: UN, 2008. – 334 p.

КОНТРОЛЬ СТАНУ ДОЗОВОЇ НАГРУЗКИ НА ПАЦІЄНТІВ ЗА РАХУНОК МЕДИЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ

Куцак А. В., Севальнев А. І., Костенецький М. І., Прожуган Т. О., Кривсун К. В.

Резюме. Стаття присвячена вивченню стану дозової навантаження пацієнтів за рахунок рентгенодіагностики. З цієї метою було проаналізовано звіти про кількість проведених досліджень населення Запорізької області за період 2012-2016 рр., «Звіт лікувально-профілактичного закладу» (Ф. 20).

Дози опромінення пацієнтів за рахунок рентгенодіагностики розраховувались з використанням інструкції Міністерства охорони здоров'я України, а також вимірювались за допомогою дозиметрів, якими оснащені рентгеновські комп'ютерні томографи і ангиографи.

Визначено, що найбільшу частоту складає рентгенографія (0,63-0,67) на одну людину, на другому місці – флюорографія (0,43-0,48), рентгеноскопія займає третє місце (0,03-0,04). Встановлено, що доза опромінення населення Запорізької області за рахунок рентгенодіагностичних процедур за період 2012-2016 рр. в середньому склала 0,94 мЗв рік⁻¹, що майже на 50% більше за середньоукраїнський показник і перевищує середньосвітовий в 2 рази.

Визначено пріоритетні задачі, спрямовані на вдосконалення сучасної вітчизняної системи захисту пацієнтів при рентгенодіагностиці.

Ключові слова: рентгенодіагностичні процедури, контроль дозової навантаження на пацієнтів.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ НА ПАЦИЕНТОВ ЗА СЧЕТ МЕДИЦИНСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Куцак А. В., Севальнев А. И., Костенецкий М. И., Прожуган Т. О.,

Кривсун К. В.

Резюме. Статья посвящена изучению состояния дозовой нагрузки на пациентов за счет рентгенодиагностики. С этой целью были проанализированы отчеты о количестве проведенных исследований населения Запорожской области за период 2012-2016 гг., которые получены по медицинской статистической форме «Отчет лечебно-профилактического учреждения» (Ф. 20).

Дозы облучения пациентов за счет рентгенодиагностики рассчитывались с использованием инструкции Министерства здравоохранения Украины, а также измерялись с помощью дозиметров, которыми оснащены рентгеновские компьютерные томографы и ангиографы. Определено, что наибольшую частоту составляет рентгенография (0,63-0,67) на одного человека; на втором месте – флюорография (0,43-0,48), рентгеноскопия занимает третье место (0,03-0,04). Установлено, что доза облучения населения Запорожской области за счет рентгенодиагностических процедур за исследуемый период в среднем составила 0,94 мЗв • год⁻¹, что почти на 50% больше за среднеукраинский показатель и превышает среднемировой в 2 раза.

Определены приоритетные задачи, направленные на уменьшение дозовой нагрузки пациентов за счет рентгенодиагностики.

Ключевые слова: рентгенодиагностические процедуры, контроль дозовой нагрузки на пациентов.

CONTROL OF THE STATE OF DOSE LOADING ON PATIENTS FOR ACCOUNT OF MEDICAL IRRADIATION

Kutsak A. V., Sevalnev A. I., Kostenetsky M. I., Prozhugan T. O.,

Krivsun K. V.

Abstract. In recent years, there has been an increase of the radiation exposure on people for medical purposes, and now it is the most significant anthropogenic source of radiation exposure. The tendency of increasing X-ray investigation is also takes place in Ukraine. Given this, it is obvious that reducing the dose load on people due to X-ray diagnostics at present is a very actual problem.

The aim of the study. To investigate and analyze in the framework of radiation-hygienic monitoring the dose load on population of Zaporizhzhya region due to X-ray diagnostic procedures.

The object and methods of research. The object of the research is medical radiation exposure when using ionizing radiation sources for diagnostic purposes. During the work analytical, statistical and calculated methods of research were used.

Doses of radiation on patients due to X-ray diagnostics were calculated using the instructions of the Ministry of Health of Ukraine. The determination of the effective radiation dose on patients in X-ray investigation is based on the use of one of two instrumental methods: measuring the dose product on the area, or measuring the radiation output of the X-ray emitter. Because of the absence in the native x-ray machines of the installed meters of the dose of the

area, in this case, the results of measurement of the radiation output were used, since this parameter, according to 2008, is determined by the Zaporizhzhya Regional Scientific and Production Center for Metrology, Standardization and Certification.

Research results and their discussion. It has been determined that the number of X-ray procedures for the period of 2012-2016 is decreasing, and the frequency of investigation per one person from 1.33 in 2012 to 1.29 in 2016 decreased, but given the decrease in population, the rate of research per one person remains stable (1.29).

It was found that the highest frequency is X-ray (0.63-0.67), fluorography (0.43-0.48) is the second place, the third place is X-ray (0.03-0.04). It should be noted that in Zaporozhye region since 2007, a new progressive, but at the same time high-dose method of X-ray diagnosis appeared – X-ray computer tomography, which frequency in 2015 reached 0.022 per person.

It is determined that the annual radiation dose on people fluctuates within the range of 0,86-0,97 mSv year⁻¹. In this case, the main part in the total dose of irradiation is X-ray – 0.44-0.49 mSv, followed by fluorography – 0.21-0.24 mSv, on the third place – computed tomography – 0.09-0.14 mSv.

The average dose of irradiation on people of Zaporizhzhya region at the expense of medical exposure was 0.94 mSv year⁻¹, which is almost 50% more than the average Ukrainian indicator and exceeds the average world by 2 times. Measures aimed at improving the modern domestic system of patient protection during X-ray diagnosis were scientifically substantiated.

It was established that the dynamics of the contribution of various types of radiation diagnosis to the dose of medical radiation on people indicates a gradual increase in radiographic studies, fluorography and X-ray remains at one level, and the fate of high-density modern research – computed tomography from 2014 decreases, the angiography is gradually increasing.

The priority tasks aimed at improving the modern native system of patient protection during X-ray diagnostics are determined.

Keywords: X-ray diagnostic procedures, dose control on patients.

Рецензент – проф. Почерняєва В. Ф.

Стаття надійшла 30.10.2017 року

DOI 10.29254/2077-4214-2017-4-3-141-158-163

УДК: 616-092

Могильницька Л. А.

КОНЦЕНТРАЦІЯ ВАСКУЛОЕНДОТЕЛІАЛЬНОГО ФАКТОРУ РОСТУ В СИРОВАТЦІ КРОВІ ХВОРИХ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ, ЩО СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2-ГО ТИПУ, ОЖИРІННЯМ

Хмельницька обласна лікарня (м. Хмельницький)

mogylnytska@gmail.com

Робота є фрагментом НДР «Оцінка взаємозв'язку імунологічних, генетичних, гормональних механізмів розвитку вторинних системних васкулітів та поліімунопатії за умов системних захворювань сполучної тканини та оцінка ефективності та безпеки застосування терапії супроводу біофлавоноїдів та біогеноїдів», № державної реєстрації 0112U000166.

Вступ. В основі розвитку серцево-судинних захворювань лежить ендотеліальна дисфункція, яка призводить до запалення, порушення коагуляції та фібринолізу [1], а також зміни експресії численних проангіогенних факторів, що призводить до дисрегуляції ангиогенезу [2]. Васкулоендотеліальний фактор росту (VEGF) – цитокін, що виділяється під впливом гіпоксії, справляє потужний мітогенний вплив на ендотеліальні клітини в процесі ангиогенезу [12].

З іншого боку, ендотеліальна дисфункція – спільна ознака артеріальної гіпертензії, цукрового діабету та ожиріння. Як відомо, поєднання цукрового

діабету та артеріальної гіпертензії суттєво впливає на прогноз стосовно серцево-судинної патології, здатність досягти цільових рівнів компенсації вуглеводного обміну та артеріального тиску, сприяє прогресуванню артеріальної гіпертензії із-за ушкодження серця, судин та нирок, що призводить в подальшому до розвитку серцево-судинних катастроф [13]. Численні епідеміологічні дослідження виявили, що більшість хворих з артеріальною гіпертензією мають надлишкову масу тіла [5]. В той же час, ожиріння пов'язане з високою розповсюдженістю артеріальної гіпертензії [6].

Гіперглікемія, інсулінорезистентність, гіпертензія, дисліпідемія, центральне ожиріння призводять до порушення синтезу оксиду азоту, спричиняють тканинну гіпоксію та викликають посилення ангиогенезу через експресію VEGF, який, в свою чергу, сприяє розвитку серцево-судинної патології [11].