

## **ЗМІНИ КІСТКОВОЇ СИСТЕМИ ПІД ДІЄЮ ВИПРОМІНЮВАННЯ**

**Б.Ю.Банул, Б.Г.Макар, О.П.Антонюк**

*Кафедра анатомії людини (зав. – проф. Б.Г.Макар) Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці*

---

**Резюме.** Аналіз літератури свідчить, що різноманітні види опромінення виявляють негативний вплив на кісткову систему, зокрема сповільнюють темпи росту кісток, змінюють їх мінеральний і хімічний склад та біомеханічні властивості.

**Ключові слова:** кісткова система, опромінення.

---

Кісткова тканина високо чутлива до різноманітних екзо- та ендогенних чинників. Актуальним є вивчення біологічних механізмів змін у кістках скелета під дією випромінювання. Кісткова тканина має велику кількість колагену, який бере участь в обмінних процесах кісток і піддається впливу опромінення, що призводить до патологічних змін у кістковій системі. Негативному впливу піддаються й дрібні судини кісток, що призводить до порушення їх живлення та розвитку дистрофічних процесів (остеопороз, остеонекроз) [1, 2].

Великогомілкову і тазову кістки та поперекові хребці нестатевозрілих щурів піддавали впливу електромагнітного випромінювання високої частоти. На початку експерименту опромінення піддослідних тварин прискорювало ріст кісток, а в подальшому призводило до сповільнення їх росту [3-5].

Вплив низькоінтенсивного магнітного випромінювання на ріст, мінеральний та хімічний склад кісток (з частотою опромінення 5 та 45 Гц, упродовж 15 хв через день) вивчався на щурах старечого віку. В результаті виявлено сповільнення темпів росту всіх кісток [6, 7].

Під впливом одноразового рентгенівського опромінення (з частотою 40 Гц) у білих щурів змінювався ріст, хімічний склад і

біомеханічні характеристики довгих трубчастих кісток. Після одноразового опромінення сповільнювалися темпи росту кісток, їх поперечні розміри відставали від контрольної групи тварин. Порушення мінерального складу більш виражені на ранніх стадіях експерименту, що в подальшому призводило до зниження міцності довгих трубчастих кісток [8, 9].

За даними О.О.Музиченка [10], зміни структури трубчастих кісток настають внаслідок інкорпорації радіонуклідів. Для експерименту використані статевозрілі щури лінії Вістар віком 4 місяці, опромінювалися стегнові кістки. В результаті спостерігалося зменшення довжини кісток, заміна кісткової тканини хрящем, сповільнювалися процеси росту кісток, знижувалася їх міцність.

Доведено, що в зоні радіоактивного забруднення при проникненні в організм радіонуклідів кісткова тканина має здатність накопичувати їх у мінеральному матриксі. У ссавців, які перебували в Чорнобильській зоні, у кістках скелета накопичується стронцій-90, цезій-134 та цезій-137. Стронцій-90 заміщує Са у мінеральному матриксі і створює джерело хронічного випромінювання. Це призводить до слабкого розвитку спонгіози в епіфізах та метафізах, посилення ре-

зорбтивних процесів у періості та ендості, острівцевого заміщення кісткової речовини фіброзною тканиною. У дефінітивних епіфізах визначаються вогнища незавершеного остеогенезу. В матриці кістки утворюються ділянки ущільнення та розрідження, змінюється архітектоніка осейнових волокон, остецити розподіляються нерівномірно. В остеогенних клітинах змінюються проліферативні властивості та інтенсивність специфічних біосинтетичних процесів. Зменшується кількість остеобластів, сповільнюється інтенсивність остеопластичних процесів у кістках, порушується диференціація остеобластів в остецити, знижується міцність кісток, які легко пошкоджуються [11-15].

В.З.Сикора, А.Н.Романюк [7] досліджували дію мікрохвильового випромінювання на кісткову систему нестатевозрілих щурів та щурів старечого віку. Опромінювали потиличну ділянку тварин з частотою 61,5 Гц тривалістю 15 хв, через день. Досліджували плечові та великогомілкові кістки. У процесі дослідження спостерігали зміни хімічного складу кісток, мінералізації та обміну кальцію. До 30-го дня експерименту кількість натрію, калію, кальцію та фосфору збільшувалася, довжина кісток зростала порівняно з тваринами контрольної групи. До 90-го дня експерименту спостерігалось зменшення всіх названих показників, знижувалася мінералізація кісток. Це призводило до зменшення міцності кісткової системи в цілому, що свідчить про негативний вплив мікрохвильового випромінювання на кісткову систему.

Поєднане (лазерне та магнітне) опромінення організму викликає різну реакцію органів і тканин. Якщо таке поєднання буде в терапевтичних дозах, то воно може давати позитивний ефект [6, 8].

Вплив лазерного випромінювання неоднаковий на різні види кісток. Відомі експерименти з вивчення змін довгих трубчастих, губчастих та плоских кісток під дією

лазерного опромінювання. В експерименті використовували нестатевозрілих білих щурів віком 1 місяць. Одну групу тварин опромінювали 0,5 мВт/см<sup>2</sup> упродовж 10 хв, 2-гу – 15 мВт/см<sup>2</sup> упродовж 2 хв. Поздовжні розміри довгих трубчастих кісток в обох групах були нижчі від контрольних, поперечні розміри у першій групі були вищі, а в другій нижчі. Поздовжні розміри плоских кісток в обох групах тварин нижчі за контрольні, а поперечні вищі. У плоских кістках як поздовжні, так і поперечні розміри відставали від контрольних. Вчені дійшли висновку, що вплив лазерного випромінювання на кістки різного виду залежить від режиму та дози опромінення, особливо негативну дію лазерне випромінювання виявляє на плоскі кістки [16-18].

О.Корж та ін. [19], Л.Михайлова та ін. [20] досліджували зміни міжхребцевого диска лабораторних щурів під впливом високоінтенсивного лазерного випромінювання різної потужності (6, 10 та 14 Вт). Установлено, що на 14-ту добу в ділянці впливу лазерного випромінювання визначалися локальні деструктивні порушення. У ділянці фіброзного кільця виявлялися вузькі деструктивні щілини та невеликі порожнини, наставала фрагментація пучків колагенових волокон, між якими визначалися вогнища хондроїду та фібробластичних проліфератів, спостерігалось порушення розташування пластин та руйнування драглистого ядра. На 30-ту добу в міжхребцевих дисках тварин деструктивні зміни прогресували. У ділянках драглистого ядра визначалися значні деструктивні порожнини, глибокі тріщини та щілини. Спостерігалися зони деструкції колагенових волокон, острівці некрозу та гіалінозу. На 60-ту добу в міжхребцевих дисках деструктивні порушення виражені ще більше. Названі зміни наставали під впливом лазерного випромінювання потужністю 10 та 14 Вт, при потужності 6 Вт переважали репаративні процеси.

Існують повідомлення [21, 22] про бу-

дову діафізів трубчастих кісток під впливом випромінювання гелій-неоновим лазером. Досліди проводили на білих щурах трьох вікових груп: нестатевозрілих, статевозрілих та старечого віку. Опромінювали тварин щодня у двох режимах: 0,5 та 15,0 мВт/см<sup>2</sup>. Показано, що в нестатевозрілих тварин до 10-го дня експерименту відзначалося звуження шарів зовнішніх і внутрішніх генеративних пластин. Дані зміни посилювалися до 90-го дня експерименту. У статевозрілих щурів до 10-го дня експерименту спостерігалося розширення остеонного шару, збільшувалися ширина ділянки зовнішніх генеративних пластин та площа діафізів. До 90-го дня зменшувалася площа поперечного перерізу діафіза, звужувалася ширина всіх ділянок діафіза, остеонного шару, зменшувався діаметр остеонів, хоча діаметр їх каналців розширився. У щурів старечого віку до 10-го дня експерименту відхи-

лень не було. До 30-го дня відбувалося підсилення опозиційного росту діафізів. Загальна площа діафізів зростала, а діаметр каналів діафізів звужувався, зменшувався діаметр остеонів. Автори доходять висновку, що на ранніх етапах експерименту (10-30 дні) в нестатевозрілих щурів знижувалися темпи опозиційного росту і, навпаки, підсилювалися у щурів статевозрілого та старечого віку. При тривалій дії лазерного випромінювання (90 днів) у всіх вікових групах тварин ширина ділянок зовнішніх і внутрішніх генеративних пластин та площа поперечного перерізу діафіза відстають від контрольних.

**Висновок.** Аналіз літератури свідчить, що різноманітні види опромінення виявляють негативний вплив на кісткову систему, зокрема сповільнюють темпи росту кісток, змінюють їх мінеральний і хімічний склад та біомеханічні властивості.

#### Література

1. Булдаков Л.А. Медицинские последствия радиационных аварий для населения / Л.А.Булдаков // Мед. радиол. и рад. безопасность. – 2002. – Т. 47, № 3. – С. 7-18.
2. Доценко В.Н. Медицинские последствия техногенного радиационного воздействия / В.Н.Доценко, Л.А.Булдаков // Мед. радиол. и рад. безопасность. – 2003. – Т. 48, № 4. – С. 38-44.
3. Ковешников В.Г. Особенности строения и химического состава позвонков поясничного отдела под влиянием экологических факторов / В.Г.Ковешников, В.В.Маврич // Матер. науч. конф.; Тернопіль, 28-30 травня 2003 р. – Тернопіль, 2003. – С. 53-54.
4. Лузин В.И. Особенности роста и строения костей скелета неполовозрелых крыс при облучении электромагнитными волнами крайне высокой частоты / В.И.Лузин // Укр. мед. альманах. – 2000. – Т. 3, № 2. – С. 137-138.
5. Маврич В.В. Исследование микроструктурных свойств губчатой кости тел поясничных позвонков человека с использованием трехмерных структурных моделей / В.В.Маврич // Укр. мед. альманах. – 2003. – Т. 6, № 3. – С. 199-201.
6. Годловський Л.С. Вплив імпульсної магнітної стимуляції та інфрачервоного лазерного випромінювання низької інтенсивності на рухову активність щурів / Л.С.Годловський, Є.В.Коболев // Одес. мед. ж. – 2003. – № 1. – С. 13-16.
7. Сикора В.З. Рост, образование и репаративный остеогенез длинных костей в условиях экологических факторов / В.З.Сикора, А.Н.Романюк // Матер. науч. конф.; Тернопіль, 28-30 травня 2003 р. – Тернопіль, 2003. – С. 128-129.
8. Маврич В.В. Некоторые особенности роста и химического состава различных костей скелета белых крыс под воздействием рентгеновского и лазерного излучения / В.В.Маврич // Морфол. – 2000. – Т. 116, № 4. – С. 57-60.
9. Маврич В.В. Особенности роста, химического состава и биомеханические характеристики длинных трубчатых костей скелета белых крыс под влиянием однократного рентгеновского облучения / В.В.Маврич // Укр. мед. альманах. – 2001. – Т. 4, № 3. – С. 7-9.
10. Музиченко О.О. Зміни в структурі трубчастих кісток у зв'язку з інкорпорацією радіонуклідів / О.О.Музиченко // Укр. мед. альманах. – 2000. – Т. 1, № 3. – С. 22-25.
11. Алексин Р.М. Радиоэкология и проблемы радиационной безопасности / Р.М.Алексин // Мед. радиол. и рад. безопасность. – 2006. – Т. 51, № 1. – С. 28-33.
12. Погорелов М.В. Гістоморфометричні показники епіфізарного хряща великогомілкової кістки під впливом малих доз іонізуючого випромінювання / М.В.Погорелов, О.С.Погорелова // Укр. мед. альманах. – 2001. – Т. 4, № 2. – С. 55-56.
13. Ставицкий Р. Анализ изменения состояния здоровья в результате облучения малыми дозами ионизирующего излучения / Р.Ставицкий, Л.Лебедев, А.Мехнеев // Мед. тех. – 2002. – Т. 34, № 2 – С. 38-43.
14. Федоренко Б. Морфологические и цитогенетические нарушения у крыс, находившихся в условиях повышенного радиационного фона на протяжении длительно времени / Б.Федоренко, А.Ершов, Н.Щербак //

Авиакосмич. и экол. мед. – 2002. – Т. 36, № 1. – С. 21-26. 15. Шамарин В. Скринирующий метод обследования населения, подверженного повышенным уровням радиационного воздействия / В.Шамарин, С.Кукушкин, Е.Макошкина // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2005. – Т. 8, № 2. – С. 9-13. 16. Баграташвили В.Н. Лазерная термопластика хрящевых тканей / В.Н.Баграташвили, А.И.Омельченко, А.П.Свиридов // Использование лазеров для диагностики и лечения заболеваний. Лазер-информ (приложение). – 2001. – Вып. 3. – С. 114-120. 17. Кару Т.И. Клеточные механизмы низкоинтенсивной лазерной терапии // Успехи современной биологии. – 2001. – Т. 121, № 1. – С. 110-120. 18. Николаева Н.Г. Экспериментальные исследования действия низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения при моделировании гемартроза и внутрисуставных переломов у крыс / Н.Г.Николаева, А.В.Карабенюк // Медицинская реабилитация, курортология, физиотерапия. – 2000. – № 3. – С. 29-31. 19. Корж О. Влияние высокоинтенсивного диодного лазера на межхребцевой диск в эксперименте / О.Корж, В.Шимон, Н.Дедух // Научный вестник Ужгородского университета, серия Медицина. – 2007. – Вып. 32. – С. 101-106. 20. Михайлова Л. Электронно-микроскопическое исследование суставного хряща и субхондральной кости после воздействия лазером в эксперименте / Л.Михайлова, О.Оганесян, С.Иванникова // Вестник травматологии и ортопедии. – 2001. – № 4. – С. 65-67. 21. Лузин В.И. Изменения ультраструктуры минерального компонента кости неполовозрелых крыс при облучении гелий-неоновым лазером // Украинский медицинский альманах. – 2000. – Т. 2, № 1. – С. 66-69. 22. Маврич В.В. Особенности будови діафізів довгих трубчастих кісток під впливом тривалого впливу випромінювання гелій-неонового лазера / В.В.Маврич // Украинский медицинский альманах. – 2000. – Т. 2, № 1. – С. 69-71.

## ИЗМЕНЕНИЯ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ

**Резюме.** Анализ литературы показал, что различные виды излучения оказывают негативное влияние на костную систему, в частности замедляются темпы роста костей, изменяются их химический и минеральный состав и биомеханические свойства.

**Ключевые слова:** костная система, излучение.

## CHANGES OF THE OSSEOUS TISSUE UNDER THE EFFECT OF RADIATION

**Abstract.** An analysis of bibliography has shown that different types of radiation exert a negative effect on the osseous tissue, in particular, they slow down the rates of the bone growth, change their mineral and chemical composition as well as the biochemical properties.

**Key words:** osseous tissue, radiation.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Надійшла 15.06.2009 р.  
Рецензент – проф. Я.І.Федонюк (Тернопіль)

© Банул Б.Ю., Макар Б.Г., Антонюк О.П.