

## **ВПЛИВ ГРАВІТАЦІЙНИХ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД КІСТОК**

**Б.Г.Макар, Б.Ю.Банул**

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

---

**Резюме.** Аналіз літератури свідчить, що вираженість змін хімічного складу кісток під впливом гравітаційних перевантажень залежить від віку, виду кісткової тканини та тривалості експерименту.

**Ключові слова:** кістка, гравітаційні перевантаження.

---

Проблема впливу гравітаційних перевантажень на організм є актуальна для спеціалістів багатьох галузей, зокрема з авіаційної та космічної медицини. Існують відомості [1-3] про хімічний склад хребців за умов дії гравітаційних перевантажень в експерименті. З'ясовано, що на 10-й день експерименту у статевозрілих самок щурів спостерігаються зміни хімічного складу у всіх хребцях, особливо в грудних, що виражається гіпогідратацією, зниженням вмісту органічних речовин і підвищенням вмісту мінеральних. Зростання вмісту кальцію спостерігається у тілах грудних та поперекових хребців. Кількість натрію знижується у тілах шийних, грудних і поперекових хребців, вміст магнію і фосфору зростає у шийних і грудних хребцях, але знижується у поперекових. На 30-й день експерименту розвиваються більш виражені зміни, зокрема у шийних і поперекових хребцях знижується вміст органічних речовин більше, ніж у грудних; кількість мінеральних речовин зростає у всіх хребцях.

При дослідженні впливу гравітаційних перевантажень на епіфізарні хрящі та діафізи великогомілкових кісток [4] встановлено, що в остеocyтах діафізів відзначалися підсилена внутрішньоклітинна регенерація та перебудова компактно́ї речовини кістки: по-

товщення цієї речовини, розширення зон зовнішніх генеральних пластинок, остеонного шару та зростання діаметра остеонів.

Деякі вчені [5, 6] досліджували вплив гравітаційних перевантажень на стегнові кістки щурів, які перебували впродовж двох тижнів на борту біосупутника. Виявлено, що в губчастій речовині кісток відбувається резорбція за участю остеобластів, які утворюють нетипові гігантські клітини з декількома ядрами. Відбувається деструкція остеогенних клітин.

Окремі дослідження [7-9] присвячені вивченню впливу гравітаційних перевантажень на плечові та великогомілкові кістки щурів. Виявлено прискорення росту поперечних розмірів довгих трубчастих кісток, зростання ширини і довжини діафізів та проксимальних і дистальних епіфізів. Зростали ширина хряща з розширенням всіх його зон та збільшенням кількості хондроцитів, мінеральна насиченість кісток, зокрема натрієм, калієм, кальцієм, магнієм та фосфором. На 10-й день експерименту у щурів спостерігається зниження натрію та магнію. На 30-й день у нестатевозрілих щурів вміст всіх мінеральних речовин не змінюється, у статевозрілих знижується кількість кальцію та натрію, а в старих істотно знижується вміст кальцію та магнію. Гіпогід-

ратація та зниження міцності характерні для кісток всіх трьох вікових груп. На 30-й день відбувається адаптація до впливу гравітації – нормалізується мінеральний гомеостаз, особливо у нестатевозрілих та статевозрілих щурів. Тривала дія гравітаційних перевантажень призводить до значного зростання поперечних розмірів кісток. Розширюється метаепіфізарна пластинка внаслідок затримки первинного остеогенезу, особливо у нестатевозрілих та статевозрілих щурів. У нестатевозрілих і старих щурів зростає міцність кісток, проте знижується еластичність. Плечові кістки статевозрілих щурів реагують на перевантаження зниженням міцності та зростанням еластичності.

Чимало досліджень [10-12] присвячено вивченню впливу гравітаційних перевантажень, крім плечових і великогомілкових, ще й на тазові кістки. На 10-й день експерименту у нестатевозрілих щурів у кістках зростає вміст мінерального компоненту і знижується вміст органічного. Кількість калію, натрію, кальцію і фосфору зростає тільки у великогомілкових кістках. На 30-й день мінеральний компонент зростає у всіх трьох кістках, а органічний знижується у плечовій та великогомілковій. У статевозрілих щурів на 10-й день експерименту підвищується вміст мінерального компоненту. Органічний компонент зростає в тазовій кістці, а в плечовій та великогомілковій знижується. На 30-й день кількість органічних речовин зростає у всіх трьох кістках. Мінеральний компонент зростає тільки в тазовій кістці, в інших двох – знижується. Кількість макроелементів у всіх трьох кістках змінюється по-різному: калій, натрій, фосфор – зростають, а кальцій – знижується. У старих щурів на 10-й день у всіх трьох кістках спостерігається зниження

органічного компоненту і зростання мінерального. Кількість макроелементів не змінюється тільки у великогомілкових кістках, а в інших зростає. На 30-й день експерименту у всіх трьох кістках мінеральний компонент зростає, органічний – знижується. З макроелементів знижується вміст кальцію і зростає вміст натрію, калію та фосфору. Можна вважати, що внаслідок дії гравітаційних перевантажень хімічний склад і склад макроелементів різних кісток суттєво змінюється у щурів всіх вікових груп. Прояв змін залежить від віку, тривалості експерименту, виду кісткової тканини. У кістках нестатевозрілих щурів зростає мінеральний компонент і знижується органічний, у кістках статевозрілих хімічні зміни виражені слабко, у старих щурів зростає мінеральний компонент.

Результати досліджень В.П.Яценка и др. [13] свідчать, що під впливом гравітаційних перевантажень спостерігається зниження маси зародків, зростання скелетних аномалій, сповільнення скостеніння в крижових хребцях та в ручці груднини. У стегнових кістках спостерігаються ознаки утворення як періосту, так і хряща, особливо в ділянці середини діафіза. Зміни відбуваються на стадії утворення енхондральної кістки, що виражається зменшенням загальної площі кісткоутворення, зміною конфігурації лінії новоутворення кісткової тканини, зменшенням кількості остеобластів. Тобто, в період закладки, розвитку, диференціювання та активного росту скелета спостерігається пригнічення процесів осифікації трубчастих кісток білих щурів.

**Висновок.** Аналіз літератури свідчить, що вираженість змін хімічного складу кісток залежить від віку, виду кісткової тканини та тривалості гравітаційних перевантажень.

### Література

1. Калкан В.В. Исследование минеральной насыщенности костной ткани поясничных позвонков в процессе систематического воздействия перегрузок / В.В.Калкан, И.В.Бухтияров // *Авиакосмич. экол. медицина.* – 1996. – Т. 30, № 5. – С. 9-13.
2. Верченко И.А. Минеральная насыщенность и химический состав позвонков при воздействии гипергравитации в эксперименте / И.А.Верченко // *Клін. анатом. та опер. хірург.* – 2006. – № 2. – С. 21.
3. Верченко И.А. Влияние гипергравитации на макроэлементный состав позвонков полово-

зрелых крыс / И.А.Верченко // Матер. наук.-прак. конф., 12-13 жов., 2006 р. – Тернопіль, 2006. – С. 21-22. 4. Чернов А.Т. Структурные изменения большеберцовых костей под влиянием гипергравитации в эксперименте / А.Т.Чернов // Клін. анат. та опер. хірург. – 2006. – № 2. – С. 21. 5. Родионова Н.В. Резорбтивні процеси в кістковій тканині в умовах мікрогравітації / Н.В.Родионова, О.В.Полковенко // Акт. пит. морфології: наукові праці III Національного конгресу АГЕТ України, 21-23 жов., 2002 р. – Тернопіль, 2002. – С. 253. 6. Ступаков Г.П. Костная система и невесомость / Г.П.Ступаков, А.И.Волошин // Пробл. косм. биологии. – М.: Наука, 1989. – Т. 63. – С. 184. 7. Колесова Н.А. Особливості морфогенезу трубчастих кісток білих щурів за умов гравітаційних перевантажень / Н.А.Колесова, В.І.Литвиненко // Акт. пит. морфології: наукові праці III Національного конгресу АГЕТ України, 21-23 жов., 2002 р. – Тернопіль, 2002. – С. 151-152. 8. Пикалюк В.С. Возрастные особенности длинных трубчатых костей крыс при воздействии гравитационных перегрузок и при использовании физического метода защиты / В.С.Пикалюк, А.Т.Чернов, С.А.Кутя // Вісн. морфол. – 2006. – Т. 12, № 2. – С. 177. 9. Gordon K. Experimental changes in mineral content of juvenile mouse femora / K.Gordon, P.Burns, G.Keller // Calcified Tissue Int. – 1992. – Vol. 51, № 3. – P. 229-232. 10. Кутя С.А. Хімічний склад кісток за умов захисту від перевантаження в експерименті / С.А.Кутя // Клін. анатом. та опер. хірург. – 2006. – № 2. – С. 40. 11. Пикалюк В.С. Изменение химического состава трубчатых костей скелета крыс при воздействии гипергравитации / В.С.Пикалюк, А.Т.Чернов // Матер. наук.-прак. конф. з міжнар. уч., присв. 200-річчю заснування Харків. держ. мед. ун-ту, 17-18 січня, 2005 р. – Харків, 2005. – С. 48. 12. Чернов А.Т. Изменение химического состава скелета крыс разных возрастных групп под воздействием гипергравитации и в условиях защиты от нее / А.Т.Чернов // Таврич. мед-биол. вест. – 2005. – № 8. – С. 136-142. 13. Яценко В.П. Влияние гравитационных перегрузок, вибрации, шума и гипокинезии на эмбриональное развитие белых крыс / В.П.Яценко, И.Г.Анисимов, Л.П.Запривода // Акт. пит. морфології: фахове видання наук. праць II Національного конгр. АГЕТ України, 16-19 вер., 1998 р. – Луганськ, 1998. – С. 282-283.

## ВЛИЯНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПЕРЕГРУЗОК НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОСТЕЙ

**Резюме.** Анализ литературы свидетельствует, что выраженность изменений химического состава костей под влиянием гравитационных перегрузок зависит от возраста, вида костной ткани и продолжительности эксперимента.

**Ключевые слова:** кость, гравитационные перегрузки.

## THE INFLUENCE OF GRAVITATIONAL OVERLOADING ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE BONES

**Abstract.** A bibliographical analysis evidences that the marked character of the chemical composition of the bones under the influence of gravitational overloadings depends on age, the kind of the osseous tissue and the duration of the experiment.

**Key words:** bone, gravitational overloadings.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Надійшла 28.04.2008 р.

Рецензент – проф.Я.І.Федонюк (Тернопіль)