

Григор'єва Н.В.¹, Власенко Р.О.², Зубач О.Б.³, Поворознюк В.В.¹

¹ДУ «Інститут геронтології імені Д.Ф. Чеботарьова НАМН України», м. Київ, Україна

²Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова МОЗ України, м. Вінниця, Україна

³Комунальна міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги, м. Львів, Україна

Мінеральна щільність кісткової тканини та рівень вітаміну D в осіб різного віку з переломами кісток нижніх кінцівок (огляд літератури та результати власних досліджень)

Резюме. У статті подані сучасні уявлення про зв'язок між показниками мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ), рівнем вітаміну D та переломами кісток нижньої кінцівки (ПКНК) різної локалізації (стегнової кістки, кісток гомілки та ступні). Показано, що найбільша кількість літературних досліджень присвячена вивченню ролі зниженої МЩКТ у виникненні переломів проксимального відділу стегнової кістки, проте низькі показники МЩКТ досить часто реєструються при ПКНК іншої локалізації. Майже всі типи переломів у жінок асоційовані з низькими показниками МЩКТ, більшою мірою — на рівні стегнової кістки, ніж на рівні хребта чи периферичного скелета, проте частка переломів, пов'язаних з остеопорозом, є невеликою та коливається від 10 до 44 %. Продемонстровано, що гіповітаміноз D є досить поширеним станом у пацієнтів з ортопедичною патологією, зокрема після ПКНК. Рівень вітаміну D корелює з функціональним результатом після хірургічного лікування, хоча його роль у прогнозі для пацієнтів із ПКНК залишається маловивченою. Результати власних досліджень авторів підтвердили низькі показники МЩКТ у жінок з переломами стегнової кістки, проте не в осіб із переломами кісток гомілки та ступні. При вивченні рівня вітаміну D у хворих із ПКНК нами не встановлено нормальних його показників у хворих із переломом стегнової кістки (у 81,2 % виявлявся дефіцит вітаміну D, у 18,8 % — недостатність). У пацієнтів з переломами кісток гомілки дефіцит вітаміну D виявлено в 72,5 %, недостатність — у 10 %, нормальний рівень вітаміну D — у 17,5 %. Низькі показники МЩКТ та рівня вітаміну D є доволі поширеними у хворих із ПКНК різної локалізації, найбільше вони вивчені в осіб із переломами стегнової кістки, пов'язані з функціональним результатом після лікування й потребують подальшого вивчення.

Ключові слова: перелом кісток нижньої кінцівки; перелом стегнової кістки; перелом кісток гомілки; перелом кісток ступні; мінеральна щільність кісткової тканини; вітамін D

На сьогодні в численних дослідженнях продемонстрований зв'язок між показниками мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) та ризиком вертебральних переломів [3, 4, 38, 41, 45]. Подібний зв'язок показаний і для переломів проксимального відділу стегнової кістки (ПВСК) та інших остеопоротичних переломів, зокрема переломів плечової кістки, кісток передпліччя та зап'ястя [4, 37, 50, 53, 54, 58, 60, 67]. Проте зазвичай при проведенні подібних досліджень МЩКТ

вимірюється в одному-двох місцях і відсутні дані щодо впливу зменшених показників МЩКТ на ризик інших переломів, зокрема переломів кісток нижньої кінцівки (ПКНК), тому порівняння показників МЩКТ при різній локалізації переломів і використанні різних методів діагностики остеопорозу часто є утрудненим.

Традиційно переломи стегнової кістки (СК), хребців, кісток передпліччя, плечової кістки, ребер, гомілки й кісток тазу вважаються потенційними остео-

поротичними переломами, тоді як переломи кісток гомілково-ступневого суглоба, кистей, ступні, черепа, обличчя й надколінка не відносять до цієї категорії [54, 64, 67]. Незважаючи на те, що в деяких дослідженнях надколінок використовується як місце для проведення ультразвукової денситометрії у хворих з остеопорозом [66], його переломи не оцінюються більшістю авторами як остеопоротичні. У дослідженні А. Sontag та J.H. Krege [64] переломи надколінка становили всього 0,3 % переломів у жінок з остеопорозом.

У популяційному дослідженні за участю 3222 жінок [35] віком 48–58 років проаналізовано зв'язок між переломами в анамнезі та показниками МЩКТ, визначеними за допомогою двофотонної рентгенівської денситометрії (ДРА) стегнової кістки та її шийки. У 702 жінок були зареєстровані переломи, найчастіше це були переломи кісток зап'ястка та гомілково-ступневого суглоба.

Перелом в анамнезі збільшував ризик низьких показників МЩКТ хребта (більш ніж на 1 SD нижче від середнього рівня), показник відношення шансів (OR) становив 1,75 (95% довірчий інтервал (ДІ): 1,41–2,18). Чутливість та специфічність показника (перелом в анамнезі) для встановлення низьких параметрів МЩКТ хребта становили 31 і 80 % відповідно [35].

Зниження на 1 SD МЩКТ хребта й стегнової кістки відповідало загальним ризикам переломів: скореговані значення OR становили 1,36 (95% ДІ: 1,24–1,50) і 1,38 (95 % ДІ: 1,25–1,51). Переломи кісток гомілково-ступневого суглоба та ребер були пов'язані лише з МЩКТ хребта — 1,21 (95% ДІ: 1,00–1,46) і 1,45 (95% ДІ: 1,12–1,87) відповідно, а переломи кісток гомілки (ПКГ) та ступні (ПКС) — лише з МЩКТ на рівні стегнової кістки — 2,04 (95% ДІ: 1,37–3,04) і 2,20 (95% ДІ: 1,42–3,41) відповідно.

Показники МЩКТ більшою мірою були пов'язані з переломами внаслідок падіння і переломами, пов'язаними з поєднаними травмами. Як зазначають автори, перелом в анамнезі є малоінформативним показником для скринінгу низьких показників МЩКТ в перименопаузі, а взаємозв'язок між ними й показниками МЩКТ значно різниться залежно від виду перелому [35].

Для визначення факторів ризику, зокрема показників МЩКТ, для переломів гомілково-ступневого суглоба й кісток ступні D.G. Seeley [61] аналізували дані 9704 жінок віком 65 років і старше в чотирьох регіонах США. Анкетування обстежених передбачало оцінку факторів способу життя (фізична активність, дієта та куріння) та наявності функціональних порушень (історія переломів, падіння та інші захворювання). Крім того, проводились оцінка показника МЩКТ та нейром'язові тести. Протягом 5,9 року спостереження в 191 жінки діагностовано перелом кісток гомілково-ступневого суглоба та в 204 жінок — перелом кісток ступні.

Відносний ризик (ВР) переломів був пов'язаний з одним чи більше падінням протягом останнього року (ВР = 1,5, 95 % ДІ: 1,1–2,1), більшою фізичною активністю (2 рази на тиждень — 1,2 (95 % ДІ: 1,1–1,3)),

збільшенням маси тіла з віку 25 років (на 20 %, ВР = 1,4, 95% ДІ: 1,2–1,5), наявністю остеоартриту (на думку опитуваного (ВР = 0,5; 95% ДІ: 0,3–0,8)), сімейним анамнезом ПСК у віці понад 50 років (ВР = 1,7; 95 % ДІ: 1,0–3,0), перебуванням не вдома (менше або один раз на тиждень, ВР = 3,0; 95% ДІ: 1,4–6,6) та низькими показниками МЩКТ на рівні кісток передпліччя (на $-0,1$ г/см², ВР = 1,2; 95 % ДІ: 1,0–1,4).

Фактори, пов'язані з переломами кісток ступні, включали наявність інсулінозалежного цукрового діабету (ВР = 2,9; 95 % ДІ: 1,2–7,2); застосування протисудомних препаратів (ВР = 2,3; 95% ДІ: 1,0–5,7) або бензодіазепінів (ВР = 1,5; 95% ДІ: 1,1–2,2); наявність гіпертиреозу (ВР = 0,5; 95% ДІ: 0,3–1,0), порушення когнітивних функцій (ВР = 0,7; 95% ДІ: 0,5–1,0) та низькі показники МЩКТ на рівні кісток передпліччя ($-0,1$ г/см²; ВР = 1,3; 95% ДІ: 1,1–1,5). Як зазначають автори, ці переломи мають різні профілі факторів ризику, що значною мірою не залежать від низьких показників МЩКТ [61].

У багаточисловому дослідженні Study of Osteoporotic Fractures (SOF) [61] вивчено зв'язок різних підходів до кісткової денситометрії (центральна чи периферична) з оцінкою ризику переломів різної локалізації в 9704 європейських жінок віком 65 років і старше із середнім періодом спостереження 10,4 та 8,5 року відповідно. Переломи, спричинені такими травмами, як аварії на автотранспортних засобах, були виключені з аналізу.

Показники МЩКТ периферичного скелета були вірогідно пов'язані з усіма типами переломів, що аналізувались, крім переломів кісток обличчя. Вірогідні оцінки ВР для переломів і периферичної МЩКТ варіювали від низьких (1,15 (95% ДІ: 1,02–1,30) на 1 SD зниження МЩКТ п'яtkової кістки для перелому кісток гомілково-ступневого суглоба) (табл. 1) до високих (2,44 (95% ДІ: 1,94–3,08) на 1 SD зниження МЩКТ для дистального відділу кісток передпліччя й перелому кісток гомілки).

Результати щодо показників МЩКТ інших ділянок стегнової кістки (трохантер, міжтрохантерна область, трикутник Варда) були подібними до вищезазначених.

15 із 18 проаналізованих авторами типів переломів були вірогідно ($p < 0,05$) пов'язані з усіма показниками центральної денситометрії, за винятком переломів кісток ступні та гомілково-ступневого суглоба, які не були вірогідно асоційовані з будь-яким із центральних вимірювань МЩКТ [61].

Незважаючи на те, що низький рівень МЩКТ стегнової кістки й хребта був предиктором перелому п'яtkової кістки, ця асоціація досягала статистичної значущості лише у випадку МЩКТ стегнової кістки.

Загалом вірогідні оцінки ВР коливалися від низьких — ВР = 1,20 (95% ДІ: 1,04–1,39) на 1 SD зниження МЩКТ (для МЩКТ хребта в прогнозуванні перелому кісток ступні) до високих — ВР = 2,50 (95 % ДІ: 1,82–3,44) на 1 SD зниження МЩКТ (для МЩКТ стегнової кістки й ризику перелому надколінка).

При використанні традиційного критерію для встановлення остеопорозу, а саме показника $T \leq -2,5$ SD,

на рівні стегнової кістки популяційний атрибутивний ризик (ПАР) для перелому шийки СК становив 28 % (95% ДІ: 22–33 %, табл. 2), що означає: 28 % ризику перелому шийки СК зумовлено остеопорозом [61].

При використанні критерію $T \leq -2,5 SD$ на рівні хребта показник ПАР становив для перелому ПВСК 21 % (95% ДІ: 14–28 %). При загальній оцінці показника ПАР встановлено, що він варіював залежно від виду перелому при оцінці МЩКТ хребта та стегнової кістки — від низького (0–8 % для переломів гомілково-ступневого суглоба) до 39–44 % (для переломів ключиці).

Аналіз вікових особливостей показника ПАР з урахуванням стандартного визначення ВООЗ остеопорозу (критерій $T \leq -2,5 SD$) у двох групах (65–74 років і 75 років і старше) не виявив вірогідних відмінностей для переломів ПВСК, кісток зап'ястя, хребта та ребер. На відміну від цього при переломах плечової кістки та кісток таза показники ПАР були вірогідно вищими в літніх жінок (для переломів кісток таза: ПАР = 19 % (95% ДІ: 6–37 %) для жінок у віці 65–74 років та 40 % (95% ДІ: 24–56 %)) для осіб у віці 75 років і старше, що може свідчити про те, що вік асоціюється зі зростанням частки певних типів переломів, зумовлених, зокрема, й погіршенням показників МЩКТ.

Згідно з існуючими літературними даними [3, 4] про те, що переломи, зокрема ПКНК, можуть виникати на тлі нормальних показників МЩКТ чи остеопенії,

у подальшому авторами розраховані показники ПАР на основі критерію $T \leq -1,5 SD$. Очевидно, що оцінки ПАР при такому розрахунку були дещо вищими, ніж попередні (табл. 2), варіюючи від 12 до 53 % при використанні показника МЩКТ стегнової кістки та від 6 до 51 % — на основі показника МЩКТ хребта.

Отримані авторами результати продемонстрували, що майже всі типи переломів у жінок асоційовані з низькими показниками МЩКТ. Проте МЩКТ стегнової кістки все ж більшою мірою пов'язана з більшістю досліджуваних типів перелому, ніж вимірювання МЩКТ на рівні хребта або периферичного скелета (променева чи п'яткова кістка). Тим не менше, частка переломів, пов'язаних з остеопорозом (на основі стандартного визначення остеопорозу ($T \leq -2,5 SD$)), є невеликою та коливається від 10 до 44 % [61].

Отже, аналіз літературних джерел щодо зв'язку між показниками МЩКТ та ПКНК різної локалізації продемонстрував різний ступінь цього зв'язку (від сильного для перелому стегнової кістки до слабкого для перелому кісток ступні). Більшість ПКНК пов'язано зі зниженими показниками МЩКТ, проте сам по собі ПКНК (за винятком перелому ПВСК) в анамнезі є малоінформативним показником для скринінгу низьких показників МЩКТ.

Останнім часом у літературних джерелах з'являються дані щодо зв'язку рівня вітаміну D та переломів. Найбільша кількість робіт присвячена вивченню рівня ві-

Таблиця 1. Показники периферичної та центральної денситометрії й ризик переломів різної локалізації (з поправкою на вік, Relative Hazard модель) [61]

Перелом	Периферична денситометрія			Центральна денситометрія		
	Дистальний відділ кісток передпліччя	Проксимальний відділ кісток передпліччя	П'яткова кістка	Хребет	Усе стегно	Шийка стегнової кістки
Шийка стегнової кістки	1,54 (1,41–1,68)	1,40 (1,29–1,52)	1,71 (1,57–1,86)	1,49 (1,34–1,65)	2,22 (2,00–2,47)	2,37 (2,12–2,66)
Стегнова кістка	1,77 (1,32–2,38)	1,66 (1,25–2,20)	2,16 (1,59–2,94)	1,61 (1,12–2,32)	2,13 (1,50–3,02)	1,99 (1,38–2,88)
Таз	1,63 (1,38–1,93)	1,41 (1,20–1,66)	1,95 (1,64–2,32)	1,74 (1,41–2,15)	2,05 (1,66–2,52)	1,82 (1,46–2,27)
Гомілка	2,44 (1,94–3,08)	2,01 (1,64–2,47)	2,00 (1,59–2,51)	1,60 (1,21–2,11)	1,88 (1,42–2,48)	1,81 (1,35–2,43)
Надколінок	1,63 (1,30–2,05)	1,41 (1,14–1,75)	1,95 (1,54–2,47)	1,42 (1,23–1,64)	1,63 (1,41–1,89)	1,56 (1,34–1,82)
Гомілково-ступневий суглоб	1,28 (1,13–1,44)	1,18 (1,05–1,33)	1,15 (1,02–1,30)	1,67 (1,23–2,27)	2,49 (1,85–3,35)	2,50 (1,82–3,44)
П'ятка	1,80 (1,22–2,64)	1,58 (1,11–2,26)	2,17 (1,46–3,23)	1,10 (0,95–1,27)	1,07 (0,92–1,25)	1,06 (0,92–1,23)
Ступня	1,43 (1,27–1,61)	1,22 (1,09–1,37)	1,32 (1,17–1,49)	1,20 (1,04–1,39)	1,22 (1,05–1,42)	1,21 (1,04–1,41)
Пальці ступні	1,50 (1,28–1,76)	1,24 (1,06–1,44)	1,34 (1,14–1,57)	1,28 (1,04–1,58)	1,24 (1,01–1,53)	1,27 (1,03–1,57)
Будь-який невертебральний, нетравматичний перелом	1,39 (1,33–1,45)	1,28 (1,23–1,33)	1,39 (1,33–1,44)	1,33 (1,27–1,40)	1,46 (1,39–1,53)	1,44 (1,37–1,52)

таміну D у хворих із ПСК [6, 21, 27, 36, 39, 49, 52, 55]. Більшість досліджень проведено в осіб літнього віку в країнах Заходу, де є сезонні коливання й менша кількість світлових годин у зимовий період [7, 13, 14, 42, 47]. Менша кількість досліджень проведена в південних країнах із переважно тропічним кліматом [58].

Дефіцит вітаміну D пов'язаний з підвищеною м'язовою слабкістю та болем, що призводить до зниження сили, рівноваги та функції нижньої кінцівки [29, 31]; збільшенням темпів кісткового ремоделювання [2, 21, 22, 57, 65], підвищенням ризиком падінь [12, 43], переломів стегнової кістки [1, 33] та загальної смертності [9, 10, 24, 25, 32, 34] у пацієнтів старших вікових груп. Особи літнього й старечого віку мають підвищений ризик дефіциту вітаміну D унаслідок багатьох факторів, таких як субоптимальний вплив сонячного світла та зниження шкірного синтезу вітаміну D; зменшення споживання D₂ (ергокальциферолу) і D₃ (холекальциферолу) з їжею [2, 25]; порушення кишкової абсорбції та його гідроксилювання в печінці та нирках [11, 34, 51].

У дослідженні, проведеному [58] у Сінгапурі, проспективно вивчали поширеність дефіциту вітаміну D та факторів ризику, пов'язаних з ним, у 485 госпіталізованих літніх хворих із ПСК протягом 1 року, при цьому з дослідження були виключені хворі з високотравматичними переломами й молодші від 60 років. Дефіцит вітаміну D був встановлений у 57,5 % (n = 237) пацієнтів. Поширеність недостатності вітаміну D становила 34,5 %, причому лише 8 % пацієнтів мали нормальні показники рівня вітаміну D. Проведений аналіз встановив зв'язок з дефіцитом вітаміну D етнічних особливостей (малайська раса) та деяких функціональних факторів (хворі, які перебували вдома; особи, які вимагали сторонньої допомоги в обслуговуванні, зокрема в купанні й одяганні).

У дослідженні M.S. LeBoff та співавт. [43, 44] у пацієнтів із ПСК було продемонстровано, що дефіцит вітаміну D (визначений як рівень 25(OH)D \leq 32 нг/мл) був наявний у 96 % жінок, у 38 % встановлено виражений дефіцит (\leq 9 нг/мл). Після 1 року спостереження жінки з рівнем 25(OH)D > 9 нг/мл порівняно з хворими, у яких рівень 25(OH)D був \leq 9 нг/мл, мали кращі показники анкети LEGS (p < 0,0001) та менший ризик падіння без вірогідних відмінностей показників динамометрії та статичного балансування.

У дослідженні, проведеному T. Veringet та співавт. [8], у пацієнтів із ПСК, які знаходились на стаціонарному лікуванні, 95,3 % з яких були жінками (середній вік на момент перелому — 78,3 року, 95,3 % пацієнтів були віком 60 років і старше, 69,8 % — віком 75 років і старше), було встановлено, що середній рівень вітаміну D у сироватці крові становив 36,1 нмоль/л (14,5 нг/мл, SD = 24,8 (9,9)). У 90,7 % пацієнтів рівень вітаміну D був меншим за 80 нмоль/л, у 88,4 % — меншим за 70 нмоль/л (приблизно 28 нг/мл) та в 88,4 % — меншим за 50 нмоль/л (приблизно 20 нг/мл). Результати даного дослідження підтвердили значну поширеність дефіциту та недостатності вітаміну D в осіб із ПСК [8].

У дослідженні, проведеному T. Atli та співавт. [5], продемонстровано, що пацієнти, які живуть у будинках для осіб літнього віку, мають більш високий ризик розвитку дефіциту вітаміну D, ніж ті, які живуть у власних будинках. Автори також виявили, що шкідливі звички та недостатній рівень сонячної інсоляції вірогідно пов'язані з підвищенням ризиком дефіциту вітаміну D [5].

У дослідженні S. Maier та співавт. [49], у якому обстежувались 1090 хворих із переломом ПБСК (середній вік 85 років, 78 % жінок, 59 % проживають у громаді), було продемонстровано, що 18,9 % із них отримували вітамін D у вигляді монотерапії чи комбінованого прийому

Таблиця 2. Показники периферичної і центральної денситометрії та ризик переломів різної локалізації (з поправкою на вік, Relative Hazard модель) [61]

Перелом	МЦКТ, показник T –2,5 SD		МЦКТ, показник T –1,5 SD	
	Стегнова кістка	Шийка стегнової кістки	Стегнова кістка	Шийка стегнової кістки
Шийка стегнової кістки	0,21 (0,14–0,28)	0,28 (0,22–0,33)	0,31 (0,20–0,40)	0,51 (0,42–0,58)
Стегнова кістка	0,17 (0–0,41)	0,38 (0,19–0,57)	0,51 (0,14–0,75)	0,33 (0,27–0,44)
Таз	0,30 (0,16–0,43)	0,28 (0,18–0,40)	0,45 (0,25–0,61)	0,38 (0,21–0,53)
Гомілка	0,30 (0,12–0,48)	0,20 (0,06–0,36)	0,20 (0–0,45)	0,44 (0,21–0,63)
Надколінок	0,30 (0,10–0,49)	0,37 (0,20–0,53)	0,37 (0,06–0,60)	0,53 (0,31–0,71)
Гомілково-ступневий суглоб	0,08 (0–0,19)	0 (0–0,09)	0,08 (0–0,19)	0,13 (0–0,26)
П'ятка	0,13 (0–0,45)	0,10 (0–0,40)	0,10 (0–0,51)	0,43 (0,03–0,72)
Ступня	0,09 (0–0,19)	0,06 (0–0,15)	0,12 (0–0,27)	0,12 (0–0,25)
Пальці ступні	0,18 (0,04–0,33)	0,04 (0–0,16)	0,24 (0,01–0,44)	0,30 (0,11–0,46)
Будь-який невертебральний нетравматичний перелом	0,15 (0,12–0,19)	0,13 (0,10–0,15)	0,23 (0,18–0,28)	0,25 (0,21–0,29)

перед тим, як у них трапився перелом ПВСК, 26,5 % отримували додатково вітамін D при виписці із закладу швидкої медичної допомоги, 21,5 % — через 6 міс. після перелому й 20,7 % — через 12 міс. після перелому ПВСК. На момент перелому ПВСК у 45 % обстежених встановлено рівень 25(ОН)D нижче від 10 нг/мл, у 81 % хворих — нижче від 20 нг/мл та в 96 % — нижче від 30 нг/мл. Автори зазначають, що рівні 25(ОН)D вірогідно не відрізнялись залежно від сезону та статі, проте були вірогідно вищими у хворих із ППВСК, які приймали додатково вітамін D, порівняно з особами, які його не приймали (19,9 нг/мл проти 10,8 нг/мл; $p < 0,0001$).

Серед обстежених 81,1 % пацієнтів не отримували вітамін D у будь-якому вигляді перед тим, як у них трапився перелом ПВСК, 73,5 % не вживали додатково вітамін D на момент виписки із закладу швидкої медичної допомоги, 78,5 % — через 6 міс. після перелому й 79,3 % — через 12 міс. після перелому ПВСК, що свідчить про низьку комплаєнтність до даного виду терапії навіть у таких тяжких хворих, як пацієнти з переломом ПВСК.

Препарати кальцію та вітаміну D отримували перед тим, як у них трапився перелом ПВСК, 14,8 % хворих, на момент виписки із закладу швидкої медичної допомоги — 20,4 %, через 6 міс. після перелому — 17,4 % обстежених та через 12 міс. після перелому ПВСК — 15,8 % пацієнтів. Крім того, лише 0,2 % пацієнтів отримували вітамін D із бісфосфонатами перед тим, як у них трапився перелом ПВСК, 0,3 % — на момент виписки із закладу швидкої медичної допомоги, 0 % — через 6 міс. після перелому й 0,4 % — через 12 міс. після перелому ПВСК.

З іншого боку, крім вірогідного негативного впливу дефіциту й недостатності вітаміну D на рівень переломів різної локалізації, пов'язаного з недостатнім вживанням продуктів харчування чи лікарських засобів, які містять вітамін D, у літературних джерелах продовжує обговорюватись вплив фактору сезонності, який також пов'язаний з насиченістю вітаміном D організму. Так, в аналізі даних популяційного дослідження, отриманого з веб-сайту US National Oceanic and Atmospheric Administration (<http://www.noaa.gov>) [15, 19], проаналізовано частоту ПСК, кісток дистального відділу передпліччя, проксимального відділу плечової кістки й кісток гомілково-ступневого суглоба (з розрахунком показників відносного ризику (RR) на моделі регресії Пуассона) в осіб віком 65 років і старше.

У даному дослідженні було продемонстровано, що частота всіх вищезазначених переломів була найвищою взимку й найменшою влітку ($p < 0,05$ для усіх переломів). Зимовий пік переломів був більш вираженим в умовах теплого клімату, у чоловіків і в осіб, молодших за 80 років. Взимку показник загального снігопаду був пов'язаний зі зменшенням ризику ПСК (–5 % на 20 дюймів), але підвищенням ризиком інших переломів (6–12 %; $p < 0,05$ для усіх локалізацій). Улітку ризик ПСК, як правило, був нижчим у сонячну погоду (–3 % на 2 тижні сонячних днів; $p = 0,13$), тоді як частота

інших переломів була вірогідно збільшена (15–20 %; $p < 0,05$) у сонячну погоду. Відносний ризик ПСК у зимовий період порівняно з літнім вірогідно збільшувався (кількість переломів $n = 35007$; RR = 1,08; 95% ДІ: 1,05–1,12). Відповідний показник для перелому кісток гомілково-ступневого суглоба становив 1,22 (95% ДІ: 1,15–1,29, кількість переломів $n = 8520$).

Авторами зроблено висновок про те, що в зимовий період переломи різної локалізації пов'язані зі збільшенням показника загальної захворюваності в осіб літнього віку. Вік (молодше від 65 років і 80 років і старше), проживання в теплих штатах США та чоловіча стать є незалежними чинниками ризику збільшення захворюваності внаслідок переломів. Погодні умови впливають на ризик ПСК іншою мірою, ніж на решту проаналізованих переломів, зокрема переломи дистального відділу передпліччя, проксимального відділу плечової кістки й кісток гомілково-ступневого суглоба.

Показник RR (зима/літо) у пацієнтів з переломами ПВСК був вірогідно вищим у чоловіків — 1,15 (95 % ДІ: 1,08–1,23) порівняно з відповідним у жінок (1,07; 95 % ДІ: 1,03–1,10; $p < 0,05$). Відповідні показники для перелому кісток гомілково-ступневого суглоба вірогідно не відрізнялись залежно від статі й становили в чоловіків 1,25 (95% ДІ: 1,10–1,42), у жінок — 1,21 (95% ДІ: 1,13–1,29) [15].

У даному дослідженні також не встановлено вірогідних відмінностей ризику як ПСК, так і кісток гомілково-ступневого суглоба залежно від віку хворих. Так, у чоловіків із переломами ПВСК, молодших за 65 років, показник RR (зима/літо) становив 1,10 (95 % ДІ: 1,05–1,15), в осіб, старших за 80 років, — 1,08 (95% ДІ: 1,04–1,12). Відповідні показники в осіб із переломами кісток гомілково-ступневого суглоба становили 1,23 (95 % ДІ: 1,15–1,31) у пацієнтів, молодших за 65 років, і 1,18 (95 % ДІ: 1,04–1,34) — у хворих, старших за 80 років [15].

Авторами не встановлено вірогідних відмінностей ризику як ПСК, так і кісток гомілково-ступневого суглоба залежно від раси хворих. Так, для осіб європеїдної раси з переломами ПВСК показник RR (зима/літо) становив 1,08 (95 % ДІ: 1,05–1,12), в осіб негроїдної раси — 1,21 (95 % ДІ: 1,03–1,42). Відповідні показники в осіб з переломами кісток гомілково-ступневого суглоба становили 1,22 (95 % ДІ: 1,14–1,29) для осіб європеїдної раси та 1,30 (95 % ДІ: 1,01–1,68) — для хворих негроїдної раси [15].

На думку багатьох авторів [20, 26, 27, 28, 48, 55, 62, 68, 70], гіповітаміноз D є досить поширеним станом у пацієнтів з ортопедичною патологією після травм та переломів. Хоча попередні дослідження показали, що рівень вітаміну D корелює з функціональним результатом після хірургічного втручання в пацієнтів з ПСК, значення вітаміну D для прогнозу після інших оперативних втручань у пацієнтів з ортопедичною травмою залишається маловивченим.

Незважаючи на те, що визначення рівня вітаміну D не є рутинною процедурою, особливо при моніторингу пацієнтів із ПКНК в амбулаторних умовах, на-

явність перелому в пацієнтів з дефіцитом вітаміну D може бути клінічно важливою через потенційну роль вітаміну D у лікуванні перелому.

На думку деяких авторів [18], вимірювання концентрації $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові без оцінки рівня $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ є недостатнім для інтерпретації отриманих результатів, оскільки в експериментальних моделях було продемонстровано пік концентрації $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ сироватки крові на 10-й день після перелому та його нормалізацію в подальшому. Крім того, для інтерпретації результатів надзвичайно важливим є дослідження рівня білка, що зв'язує вітамін D (DBP), та альбумінів, які зв'язують метаболіти вітаміну D у сироватці крові та змінюють рівні біодоступних метаболітів, що чинять вірогідний вплив на процеси репаративної регенерації.

Встановлено, що концентрація цих білків коливається після травм і оперативних втручань [23], тому фізіологічно значущі рівні вільних і біодоступних метаболітів вітаміну D можуть змінюватись навіть при сталих показниках загальної концентрації вітаміну D після перелому.

Для визначення кінетики змін загального, вільного та біодоступного дигідроксильованих метаболітів вітаміну D та їх основного метаболіту вітаміну D — $25\text{-гидрокси}(\text{OH})\text{D}$ проведено дослідження A.D. Briggs та співавт. [18] відразу після настання перелому та через 1 і 6 тижнів спостереження. Авторами обстежено 28 пацієнтів з переломами діафізів довгих кісток, старших від 16 років, у гострому переломному періоді (не більше ніж 48 годин після травми). Критеріями виключення з дослідження були вживання ліків, що впливають на метаболізм вітаміну D (карбамазепін, фенобарбітал, фенітоїн або примідон); прийом понад 20 мг/д додатково вітаміну D; супутнє ушкодження органів черевної порожнини, плевральна травма, крім пневмотораксу, пошкодження спинного мозку або кома при надходженні в лікарню, хвороба Педжета, остеопетроз, метастатичний або первинний рак кісток. Концентрацію $25(\text{OH})\text{D}$, $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$, $1,25(\text{OH})_2\text{D}$, рівень білка, що зв'язує вітамін D, альбуміну та кальцію визначали протягом 48 годин після перелому й через 1 і 6 тижнів з подальшим розрахунком за допомогою стандартних формул концентрації вільних та біодоступних метаболітів вітаміну D.

Авторами не встановлено вірогідних відмінностей середніх концентрацій $25(\text{OH})\text{D}$ чи $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові протягом усього періоду спостереження порівняно з вихідним рівнем. На відміну від цього середня концентрація $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові вірогідно знижувалась (на 21 %) протягом дослідження — з 68,5 пмоль/л на початку до 54,1 пмоль/л за 6 тижнів після переломів ($p < 0,05$). Це зменшення було пов'язано зі збільшенням середньої концентрації кальцію сироватки з 2,32 ммоль/л на початку до 2,40 ммоль/л на 1-му тижні ($p < 0,001$), що зберігалось і через 6 тижнів. У даному дослідженні не виявлено жодних змін концентрації досліджуваних вільного чи біодоступного метаболітів вітаміну D і зроблено висновок

про те, що концентрація $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові знижується після перелому довгих кісток у хворих, проте концентрація $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові не змінюється [18]. Дане твердження суперечить попереднім експериментальним дослідженням, що свідчать про збільшення концентрації $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові після перелому діафізів довгих кісток.

За даними експериментальних досліджень [40, 62, 65], рецептори до $1,25\text{-дигидрокси}(\text{OH})_2\text{D}$ ($1,25(\text{OH})_2\text{D}$) і $24\text{R},25\text{-дигидрокси}(\text{OH})_2\text{D}$ ($24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$) присутні в кістковій тканині місця консолидації перелому, а комбіноване введення $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ і $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ після перелому покращує механічні властивості кістки. У курчат, які не отримували додатково вищезазначені метаболіти вітаміну D, вони накопичувались у місці консолидації перелому. Автори стверджують, що ці особливості пов'язані зі зменшенням концентрації $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові, яке виникає внаслідок його акумуляції в місці перелому й раннім (на 10-й день після перелому) збільшенням концентрації $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові, пов'язаним з посиленням активності 24-гидроксилази вітаміну D у нирках [40, 62, 65]. Аналогічні зміни концентрації $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ та $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові були виявлені в шурів та собак після переломів довгих кісток. На відміну від численних результатів експериментальних досліджень у різних тварин із використанням моделі перелому результати клінічних досліджень є недостатніми й суперечливими. Ще в ранніх дослідженнях (Meller Y. та співавт., 1984) вивчено концентрацію $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ у плазмі в 13 молодих пацієнтів із переломом довгих кісток протягом 6 тижнів після перелому. Показано, що концентрація $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ плазми збільшується на 41 % протягом періоду спостереження. В іншому дослідженні, проведеному тією ж групою авторів (1985), концентрацію $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ вивчали в 41 пацієнта літнього віку з переломами довгих кісток протягом 8 тижнів після перелому. Встановлено, що концентрація $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ у сироватці крові зменшувалась на 17 % протягом періоду спостереження, а рівень $24\text{R},25(\text{OH})_2\text{D}$ не змінювався. Третє, і найбільше, дослідження [71] вивчало концентрацію $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ у 205 європеїдних жінок віком старше 65 років з переломом ПВСК відразу після перелому й згодом через 10, 60, 180 і 360 днів. Встановлено, що концентрація $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ знижувалась на 10-й і 60-й день після перелому й відновлювалась до базового рівня на 360-й день.

У дослідженні S.J. Warner та співавт. [70] визначали зв'язок між рівнем вітаміну D та результатами лікування 98 хворих із переломом кісток гомілково-ступневого суглоба. У проспективному 12-місячному спостереженні за пацієнтами, які перенесли оперативне лікування переломів гомілково-ступневого суглоба з 2003 по 2012 роки, вимірювали передопераційний сироватковий рівень $25\text{-гидрокси}(\text{OH})\text{D}$ ($25(\text{OH})\text{D}$). Первинні та вторинні результати лікування включали оцінку стану ступні та гомілково-ступневого суглоба за шкалою FAOS і діапазон рухів гомілково-ступневого суглоба.

Були проаналізовані дані щодо супутніх захворювань, суглобових порушень та ускладнень безпо-

середньо з боку поверхні рани. З 98 пацієнтів у 37 % встановлено дефіцит вітаміну D (< 20 нг/мл) та в 32 % — недостатність вітаміну D (< 30 нг/мл, ≥ 20 нг/мл). За показниками віку, статі та супутніх захворювань хворі з дефіцитом вітаміну D не відрізнялись від осіб з рівнем вітаміну D ≥ 20 нг/мл, проте вони мали вірогідно гірші показники шкали FAOS щодо симптомів ($p = 0,02$) та якості життя ($p = 0,04$), ніж пацієнти з рівнем вітаміну D ≥ 20 нг/мл. Багатофакторний регресійний аналіз показав, що дефіцит вітаміну D є фактором, який вірогідно погіршує FAOS, з огляду на симптоми, повсякденно діяльність та якість життя, у зв'язку з чим авторами зроблено висновок про те, що передопераційний дефіцит вітаміну D корелює з гіршими клінічними результатами у хворих з перенесеними переломами кісток гомілково-ступневого суглоба протягом щонайменше 1 року спостереження, що призводить до погіршення результатів лікування хворих з ортопедичною травмою даної локалізації, у яких проведено остеосинтез.

У дослідженні E.A. Gorter та співавт. [28] проаналізовано поширеність та фактори ризику дефіциту вітаміну D у дорослих пацієнтів із переломом, який лікували консервативно. Рівні вітаміну D визначали в одномоментному дослідженні дорослих осіб, які були ліковані без оперативних втручань після перелому верхньої або нижньої кінцівки в амбулаторній клініці протягом одного календарного року.

Аналіз проводили за допомогою мультифакторного регресійного аналізу. В аналіз були включені результати дослідження 208 чоловіків та 319 жінок віком $49,7 \pm 19,9$ року. З них у 71 % виявлено рівень сироваткового кальцидіолу < 75 нмоль/л, у 40 % встановлено дефіцит вітаміну D (рівень сироваткового кальцидіолу < 50 нмоль/л) і в 11 % виявлено виражений дефіцит вітаміну D (рівень сироваткового кальцидіолу < 25 нмоль/л).

Куріння та сезонність (зима й весна) були незалежними факторами ризику дефіциту вітаміну D. Збільшення віку, неєвропеїдна раса, зимовий період та куріння були визначені як незалежні фактори ризику дефіциту вітаміну D. Використання вітаміну D, вживання алкоголю та більш високий середній добовий рівень інсоляції, на думку авторів, є незалежними захисними факторами проти тяжкого дефіциту вітаміну D. Тому, зважаючи на важливу роль вітаміну D у процесах репаративної регенерації та консолідації переломів зокрема, важливою є інформація щодо рівня вітаміну D у хворого з переломом, особливо взимку, у пацієнта, який палить і є особою неєвропеїдної раси, хоча лише подальші дослідження цього питання можуть запропонувати режими динамічного спостереження чи використання добавок вітаміну D у даній категорії хворих [28].

Як зазначалось вище, переломи надколінка часто не вважаються типовими остеопоротичними переломами, проте актуальним залишається питання про роль вітаміну D у прогнозі його консолідації й відновлення функціональних можливостей хворих. У дослідженні K.R. Reinhardt та співавт. [59] вивчено рівень 25-гід-

роксивітаміну D у осіб після оперативного лікування переломів надколінка залежно від віку та статі за 2003–2009 роки.

У дане дослідження були відібрані 78 пацієнтів (25 чоловіків, 53 жінки, середній вік 58 років (віковий діапазон 22–89 років, більшість обстежених були жінками віком понад 50 років, які отримали низькоенергетичний перелом надколінка при падінні з висоти власного зросту чи нижче)). Для 68 пацієнтів (87 %) перелом надколінка був першим у житті переломом. Серед обстежених 80 % мали недостатність чи дефіцит вітаміну D на момент травми, проте пацієнти з відомими факторами ризику остеопорозу не мали більш високих показників недостатності/дефіциту вітаміну D.

У дослідженні J.T. Smith та співавт. [63] визначали поширеність дефіциту вітаміну D у пацієнтів із низькоенергетичними переломами кісток ступні чи гомілково-ступневого суглоба. У 6-місячному дослідженні порівнювали результати рівня 25-ОН вітаміну D у сироватці хворих із низькоенергетичними переломами кісток гомілково-ступневого суглоба та переломів 5-ї метатарзальної кістки, стресовими переломами кісток ступні чи гомілково-ступневого суглоба порівняно з показниками осіб, які мали розтягнення зв'язок у ділянці гомілково-ступневого суглоба без наявності переломів. Обстежено 75 пацієнтів (середній вік — 52 роки з діапазоном 16–80 років), з них 21 — з переломом кісток гомілково-ступневого суглоба, 23 — із переломами 5-ї метатарзальної кістки, 31 — зі стрес-переломами. Серед обстежених 47 % мали недостатній рівень вітаміну D (нижче від 30 нг/мл), 13 % — дефіцит вітаміну D (< 20 нг/мл). Рівень вітаміну D був вірогідно нижчим у тих, хто мав переломи, порівняно з відповідним рівнем у пацієнтів, які мали розтягнення зв'язок ($p = 0,02$). За результатами мультифакторного аналізу в пацієнтах із переломами кісток гомілково-ступневого суглоба та ступні факторами, що вірогідно асоціювалися з недостатністю вітаміну D, були куріння ($p = 0,03$), ожиріння ($p = 0,003$) та інші медичні фактори ($p = 0,03$).

В іншому дослідженні, проведеному L. Voganovic та співавт. [16], при аналізі рівня вітаміну D у пацієнтів ортопедичного стаціонару встановлено, що 34 % хворих, які перенесли хірургічне втручання на кістках ступні чи гомілково-ступневого суглоба, мали недостатній рівень вітаміну D. З них 32 % мали виражений дефіцит. Жінки мали на 52 % менший рівень вітаміну D порівняно з чоловіками ($p = 0,02$). Старші пацієнти (віком понад 50 років) також частіше мали нижчий рівень вітаміну D ($p = 0,04$). Порівняно з пацієнтами з нормальним ІМТ ($18,5$ – $29,9$ кг/м²) пацієнти з ожирінням (ІМТ ≥ 30 кг/м²) мали в чотири рази більші шанси на неадекватний рівень вітаміну D.

В одномоментному клінічному дослідженні, проведеному на базі відділу клінічної фізіології та патології опорно-рухового апарату ДУ «Інститут геронтології імені Д.Ф. Чеботарьова НАМН України», з метою вивчення показників МЩКТ та рівня вітаміну D у сироватці крові нами обстежено 157 жінок віком 45 років і старше в постменопаузальному періоді. Шістьдесят

жінок без будь-яких переломів в анамнезі становили контрольну групу. Основну групу становили 97 жінок, серед яких 32 хворих — з переломами стегнової кістки, 28 осіб — із переломами кісток гомілки та 37 пацієнток — із переломами кісток ступні.

При аналізі анамнестичних показників (вік менархе, вік менопаузи та тривалість постменопаузального періоду) вірогідних відмінностей між групами не виявлено. При аналізі антропометричних показників обстежених жінок нами встановлено, що вони не відрізнялись за показниками віку та зросту, проте в жінок із ПСК показники маси тіла й, відповідно, індексу маси тіла були вірогідно нижчими порівняно з відповідними показниками контрольної групи, а також жінок з іншими ПКНК.

Для оцінки показників МЩКТ усім обстеженим виконували двоенергетичну рентгенівську денситометрію (прилад Prodigy, General Electric). Визначення рівня вітаміну D у сироватці крові проводили в лабораторії відділу клінічної фізіології та патології опорно-рухового апарату ДУ «Інститут геронтології імені Д.Ф. Чеботарьова НАМН України» електрохемілюмінесцентним методом на приладі Elecsys тест-системами Cobas. При використанні даної методики коефіцієнт варіабельності всередині системи становить менше ніж 3 %, між системами — менше від 10 %.

Аналіз отриманих результатів підтвердив вірогідно нижчі показники МЩКТ і показника T стегнової кістки у хворих з ПСК в анамнезі порівняно з відповідними показниками жінок без будь-яких переломів в анамнезі ($0,65 \pm 0,08$ г/см² і $0,79 \pm 0,16$ г/см² відповідно; $t = 2,75$; $p = 0,008$ та $-2,63 \pm 0,97$ ум.од. і $-0,86 \pm 1,32$ ум.од.; $t = 4,04$; $p = 0,0001$). Проте вірогідних відмінностей показника T на рівні поперекового відділу хребта у хворих з ПСК порівняно з відповідним показником жінок без переломів нами не отримано ($t = 1,35$, $p = 0,18$).

Відсутність вірогідних відмінностей показника МЩКТ, а також показників T на рівні стегнової кістки та поперекового відділу хребта підтверджено також у хворих із ПКС в анамнезі порівняно з відповідними показниками осіб без будь-яких переломів в анамнезі ($t = 0,48$; $p = 0,63$; $t = 1,67$; $p = 0,10$ та $t = 1,20$; $p = 0,23$ відповідно).

При аналізі показників МЩКТ стегнової кістки у хворих у групах залежно від локалізації ПКНК встановлено, що даний показник у хворих із ПСК був вірогідно нижчим не тільки від відповідного показника жінок без переломів в анамнезі, але й від показника жінок із переломами кісток гомілки ($t = 3,02$; $p = 0,005$ відповідно) та кісток ступні ($t = 2,70$; $p = 0,01$ відповідно), проте у хворих з ПКГ та ПКС він вірогідно не відрізнявся між групами ($t = 0,90$; $p = 0,37$).

При оцінці частоти остеопорозу за показником T на рівні шийки стегнової кістки в постменопаузальних жінок залежно від наявності та виду ПКНК встановлено, що цей показник був вірогідно вищим (58,3 %) у хворих із ПСК порівняно з відповідними показниками групи контролю 13,3 % (без будь-яких переломів в анамнезі) та жінок із ПКГ (7,1 %) та ПКС (8,1 %).

Середній рівень вітаміну D у хворих з ПКГ та ПСК становив у жінок $16,5 \pm 14,4$ нг/мл та $10,4 \pm 8,3$ нг/мл відповідно, був вірогідно пов'язаний з показниками маси тіла й індексу маси тіла ($p = 0,002$ та $p = 0,003$ відповідно) лише в осіб із ПСК.

Нами не встановлено нормальних показників рівня вітаміну D у хворих із ПСК (у 81,2 виявлявся дефіцит вітаміну D, у 18,8 % — недостатність). У пацієнтів з ПКГ дефіцит вітаміну D виявлено в 72,5 %, недостатність — у 10 %, нормальний рівень вітаміну D — у 17,5 %.

Отже, аналіз літературних джерел та результати власних досліджень дозволили зробити висновок про те, що низькі показники МЩКТ і рівня вітаміну D є доволі поширеними у хворих із ПКНК різної локалізації, найбільше вони вивчені в осіб із переломами стегнової кістки. На сьогодні встановлено, що вони вірогідно пов'язані з функціональним результатом після лікування, проте нечисленні, тому потребують подальшого вивчення.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Григор'єва Н.В., Зубач О.Б. Фактори ризику переломів проксимального відділу стегнової кістки у хворих старших вікових груп // *Травма*. — 2016. — 17(6). — 53-61.
2. Дефицит и недостаточность витамина D: эпидемиология, диагностика, профилактика и лечение: Монография / Под ред. В.В. Поворознюка, П. Плудовськи, Н.И. Балацкой и др. — Донецьк, 2015. — 262 с.
3. Орлик Т.В., Григор'єва Н.В., Поворознюк В.В. Особенности вертебрального болевого синдрома у женщин старших возрастных групп в зависимости от продолжительности периода постменопаузы и показателей минеральной плотности костной ткани // *Успехи геронтології*. — 2017. — 30(2). — 298-305.
4. Поворознюк В.В., Григор'єва Н.В., Орлик Т.В. и др. Остеопороз в практике врача-интерниста. — К., 2014. — 198 с.
5. Atili T., Gullu S., Uysal A.R., Erdogan G. The prevalence of Vitamin D deficiency and effects of ultraviolet light on vitamin D levels in elderly Turkish population // *Arch. Gerontol. Geriatr.* — 2005. — 40(1). — 53-60.
6. Bakhtiyarova S., Lesnyak O., Kyznesova N. et al. Vitamin D status among patients with hip fracture and elderly control subjects in Yekaterinburg, Russia // *Osteoporos Int.* — 2006. — 17(3). — 441-446.
7. Bee C.R., Sheerin D.V., Wuest T.K., Fitzpatrick D.C. Serum vitamin D levels in orthopaedic trauma patients living in the northwestern United States // *J. Orthop. Trauma.* — 2013. — 27. — e103-e106. doi:10.1097/BOT.0b013e31825cf8fb
8. Beringer T., Heyburn G., Finch M. et al. Prevalence of vitamin D inadequacy in Belfast following fragility fracture // *Curr. Med. Res Opin.* — 2006. — 22(1). — 101-105.
9. Bibuld D. Health disparities and vitamin D // *Clin. Rev. Bone Miner. Metab.* — 2009. — 7(1). — P. 63-76.
10. Bikle D. Nonclassic actions of vitamin D // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 2009. — 94. — 26-34.

11. Binkley N., Novotny R., Krueger D. et al. Low vitamin D status despite abundant sun exposure // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 2007. — 92. — 2130-2135.
12. Bischoff-Ferrari H.A., Dawson-Hughes B., Willett W.C. et al. Effect of vitamin D on falls: A meta-analysis // *JAMA.* — 2004. — 291(16). — 1999-2006.
13. Bischoff-Ferrari H.A., Dawson-Hughes B., Staehelin H.B. et al. Fall prevention with supplemental and alpha-hydroxylated vitamin D: a meta-analysis of randomized controlled trial // *Br. Med. J.* — 2009. — 339. — b3692. doi:10.1136/bmj.b3692
14. Bischoff-Ferrari H.A., Orav E.J., Willett W.C. et al. A pooled analysis of vitamin D dose requirements for fracture prevention // *N. Engl. J. Med.* — 2012. — 367(1). — 40-9.
15. Bischoff-Ferrari H.A., Orav J.E., Barrett J.A., Baron J.A. Effect of seasonality and weather on fracture risk in individuals 65 years and older // *Osteoporos Int.* — 2007. — 18(9). — 1225-1233.
16. Bogunovic L., Kim A.D., Beamer B.S. et al. Hypovitaminosis D in patients scheduled to undergo orthopaedic surgery: a single-center analysis // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 2010. — 92. — 2300-2304. doi:10.2106/JBJS.I.01231
17. Bremner D., Bookstaver B., Cairns M. et al. Impact of Body Mass Index and Bacterial Resistance in Osteomyelitis after Antibiotic Prophylaxis of Open Lower-Extremity Fractures // *Surg. Infect. (Larchmt).* — 2017 Apr. — 18(3). — 368-373. doi: 10.1089/sur.2016.219.
18. Briggs A.D., Kuan V., Greiller C.L. et al. Longitudinal study of vitamin D metabolites after long bone fracture // *J. Bone Miner. Res.* — 2013. — 28. — 1301-7.
19. Bulajic-Kopjar M. Seasonal variations in incidence of fractures among elderly people // *Inj. Prev.* — 2000. — 6(1). — 16-19.
20. Carpintero P., Garcia-Lazaro M., Montero M. et al. Relationship between 1,25-dihydroxycholecalciferol levels and functional outcome after hip fracture in elderly patients // *Joint Bone Spine.* — 2006. — 73. — 729-732. doi:10.1016/j.jbspin.2006.01.029
21. Cauley J.A., LaCroix A.Z., Wu L. Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations and Risk for Hip Fractures // *Ann. Intern. Med.* — 2008. — 149(4). — 242-250.
22. Chan R., Chan C.C., Woo J. et al. Serum 25-hydroxyvitamin D, bone mineral density, and nonvertebral fracture risk in community-dwelling older men: results from Mr. Os, Hong Kong // *Arch. Osteoporos.* — 2011. — 6(1-2). — 21-30.
23. Dahl B., Schiodt F.V., Rudolph S. et al. Trauma stimulates the synthesis of Gc-globulin // *Intensive Care Med.* — 2001. — 27(2). — 394-9.
24. Dawson-Hughes B., Mithal A., Bonjour J.P. et al. IOF position statement: vitamin D recommendations for older adults // *Osteoporos Int.* — 2010. — 21(7). — 1151-1154.
25. De Boer I.H., Levin G., Robinson-Cohen C. et al. Serum 25-hydroxyvitamin D concentration and risk for major clinical disease events in a community-based population of older adults: a cohort study // *Ann. Intern. Med.* — 2012. — 156. — 627-634. doi:10.7326/0003-4819-156-9-201205010-00004
26. Di Monaco M., Vallero F., Di Monaco R. et al. 25-hydroxyvitamin D, parathyroid hormone, and functional recovery after hip fracture in elderly patients // *J. Bone Miner. Metab.* — 2006. — 24. — 42-47. doi:10.1007/s00774-005-0644-1
27. Di Monaco M., Vallero F., Di Monaco R. et al. Serum levels of 25-Hydroxyvitamin D and functional recovery after hip fracture // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* — 2005. — 86. — 64-68. doi:10.1016/j.apmr.2004.02.013
28. Gorter E.A., Krijnen P., Schipper I.B. Vitamin D deficiency in adult fracture patients: prevalence and risk factors // *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* — 2016. — 42. — 369-378. doi: 10.1007/s00068-015-0550-8.
29. Heaney R.P. Functional indices of vitamin D status and ramifications of vitamin D deficiency // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2004. — 80 (suppl.). — 1706S-1709S.
30. Hoffmann U., Sieber C.C. Is Age a Comorbidity? // *Dtsch Med. Wochenschr.* — 2017 Jul. — 142(14). — 1030-1036. doi: 10.1055/s-0042-109861
31. Holick M.F. Vitamin D: the other steroid hormone for muscle function and strength // *Menopause.* — 2009. — 16(6). — 1077-1078.
32. Holick M.F., Chen T.C. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2008. — Vol. 87, № 4. — P. 1080-1086.
33. Holick M.F., Binkley N.C., Bischoff-Ferrari H.A. et al. Evolution, treatment and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline // *J. Clin. Endocrin. and metab.* — 2011. — 96(7). — 1911-1930.
34. Holick M.F. Vitamin D and health: Evolution, biologic functions and recommended dietary intakes for vitamin D // *Clin. Rev. Bone Miner. Metab.* — 2009. — 7. — 2-19.
35. Honkanen R., Kröger H., Tuppurainen M., Alhava E., Saarikoski S. Fractures and low axial bone density in perimenopausal women // *J. Clin. Epidemiol.* — 1995 Jul. — 48(7). — 881-8.
36. Inderjeeth C.A., Barrett T., Al-Lahham Y. et al. Seasonal variation, hip fracture, and vitamin D levels in southern Tasmania // *N. Z. Med. J.* — 2002. — 115(1152). — 183-185.
37. Jaglal S.B., Weller I., Mamdani M. et al. Population trends in BMD testing, treatment, and hip and wrist fracture rates: are the hip fracture projections wrong? // *J. Bone Miner. Res.* — 2005. — 20. — 898-905.
38. Johansson L., Sundh D., Zoulakis M. et al. The prevalence of vertebral fractures is associated with reduced hip bone density and inferior peripheral appendicular volumetric bone density and structure in older women // *J. Bone Miner. Res.* — 2017 Sep 19. doi: 10.1002/jbmr.3297.
39. Johnson A.L., Smith J.J., Smith J.M., Sanzone A.G. Vitamin D insufficiency in patients with acute hip fractures of all ages and both sexes in a sunny climate // *J. Orthop. Trauma.* — 2013. — 27. — e275-e280. doi:10.1097/BOT.0b013e318291f263
40. Kato A., Bishop J.E., Norman A.W. Evidence for a 1 alpha,25-dihydroxyvitamin D3 receptor/binding protein in a membrane fraction isolated from a chick tibial fracture-healing callus // *Biochem. Biophys. Res Commun.* — 1998 Mar. — 244(3). — 724-7.
41. Kaze A.D., Rosen H.N., Paik J.M. A meta-analysis of the association between body mass index and risk of vertebral fracture // *Osteoporos Int.* — 2017 Nov 3. doi: 10.1007/s00198-017-4294-7.
42. Lavernia C.J., Villa J.M., Iacobelli D.A., Rossi M.D. Vitamin D insufficiency in patients with THA: prevalence and ef-

- fects on outcome // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2014. — 472. — 681-686. doi:10.1007/s11999-013-3172-7
43. LeBoff M.S., Hawkes W.G., Glowacki J., et al. Vitamin D-deficiency and post-fracture changes in lower extremity function and falls in women with hip fractures // *Osteoporos Int.* — 2008. — 19(9). — 1283-1290. doi:10.1007/s00198-008-0582-6
44. LeBoff M.S., Kohlmeier L., Hurwitz S. et al. Occult vitamin D deficiency in postmenopausal US women with acute hip fractures // *JAMA.* — 1999. — 281(16). — 1505-1511.
45. Lee J.E., Kim K.M., Kim L.K., Kim K.Y., Oh T.J., Moon J.H., Choi S.H., Lim S., Kim S.W., Shin C.S., Jang H.C. Comparisons of TBS and lumbar spine BMD in the associations with vertebral fractures according to the T-scores: A cross-sectional observation // *Bone.* — 2017 Dec. — 105. — 269-275. doi: 10.1016/j.bone.2017.09.017.
46. Leslie W.D., O'Donnell S., Jean S. et al. Trends in hip fracture rates in Canada // *JAMA.* — 2009. — 302. — 883-889.
47. Leung R.Y., Cheung B.M., Nguyen U.S. et al. Optimal vitamin D status and its relationship with bone and mineral metabolism in Hong Kong Chinese // *Bone.* — 2017. — 97. — 293-298. doi: 10.1016/j.bone.2017.01.030.
48. Maier G.S., Jakobs P., Roth K.E. et al. Is there an epidemic vitamin D deficiency in German orthopaedic patients? // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2013. — 471. — 3029-3035. doi:10.1007/s11999-013-2996-5
49. Maier S., Sidelnikov E., Dawson-Hughes B. et al. Before and after hip fracture, vitamin D deficiency may not be treated sufficiently // *Osteoporosis International.* — 2013. — 24(11). — 2765-2773.
50. Mazidi M., Shivappa N., Wirth M.D. et al. The association between dietary inflammatory properties and bone mineral density and risk of fracture in US adults // *Eur. J. Clin. Nutr.* — 2017 Nov. — 71(11). — 1273-1277. doi: 10.1038/ejcn.2017.133.
51. Nagpal S., Na S., Rathnachalam R. Noncalcemic actions of vitamin D receptor ligands // *Endocr. Rev.* — 2005. — 26. — 662-87.
52. Nurmi I., Kaukonen J.P., Luthje P. et al. Half of the patients with an acute hip fracture suffer from hypovitaminosis D: a prospective study in southeastern Finland // *Osteoporos Int.* — 2005. — 16(12). — 2018-2024.
53. O'Brien P.J., Meek R.N., Blachut P.A., Broekhuysen H.M. Fractures of the distal femur. Rocwood and Green's Fractures in Adults. — New York, 2001. — 282 p.
54. Oyen J., Brudvik C., Gjesdal C.G. et al. Osteoporosis as a risk factor for distal radial fractures: a case-control study // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 2011. — 93(4). — 348-356.
55. Patton C.M., Powell A.P., Patel A.A. Vitamin D in orthopaedics // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* — 2012. — 20. — 123-129. doi:10.5435/JAAOS-20-03-123.
56. Ponzer S., Nasell H., Tomkvist H. Functional outcome and quality of life in patients with Type B ankle fractures: a two-year follow-up study // *Orthop. Trauma.* — 1999. — 13(5). — 363-368.
57. Powe C.E., Ricciardi C., Berg A.H. et al. Vitamin D-binding protein modifies the vitamin D-bone mineral density relationship // *J. Bone Miner Res.* — 2011 Jul. — 26(7). — 1609-16.
58. Ramason R., Selvaganapathi N., Ismail N.H.B. et al. Prevalence of Vitamin D Deficiency in Patients With Hip Fracture Seen in an Orthogeriatric Service in Sunny Singapore // *Geriatr. Orthop. Surg. Rehabil.* — 2014. — 5(2). — 82-86. doi: 10.1177/2151458514528952.
59. Reinhardt K.R., Lazaro L.E., Umunna B.P. et al. Plasma 25-hydroxyvitamin D levels in operative patella fractures // *HSS J.* — 2013. — 9. — 17-20. doi:10.1007/s11420-012-9324-6
60. Rozental T.D., Johannesdottir F., Kempland K.C., Bouxsein M.L. Characterization of trabecular bone microstructure in premenopausal women with distal radius fractures // *Osteoporos Int.* — 2017 Nov 3. doi: 10.1007/s00198-017-4293-8.
61. Seeley D.G., Kelsey J., Jergas M., Nevitt MC. Predictors of ankle and foot fractures in older women. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group // *J. Bone Miner. Res.* — 1996. — 11(9). — 1347-55.
62. Seo E.G., Norman A.W. Three-fold induction of renal 25-hydroxyvitamin D3-24-hydroxylase activity and increased serum 24,25-dihydroxyvitamin D3 levels are correlated with the healing process after chick tibial fracture // *J. Bone Miner. Res.* — 1997. — 12(4). — 598-606.
63. Smith J.T., Halim K., Palms D.A. et al. Prevalence of vitamin D deficiency in patients with foot and ankle injuries // *Foot Ankle Int.* — 2013. — 35(1). — 8-13.
64. Sontag A., Kregel J.H. First fractures among postmenopausal women with osteoporosis // *J. Bone Miner. Metab.* — 2010. — 28(4). — 485-488.
65. St-Arnaud R., Naja R.P. Vitamin D metabolism, cartilage and bone fracture repair // *Mol. Cell Endocrinol.* — 2011 Dec. — 347(1-2). — 48-54.
66. Stegman M.R., Davies K.M., Heaney R.P. et al. The association of patellar ultrasound transmissions and forearm densitometry with vertebral fracture, number and severity: the Saunders County Bone Quality Study // *Osteoporos Int.* — 1996. — 6(2). — 130-135.
67. Stone K.L., Seeley D.G., Lui L.Y. et al. BMD at Multiple Sites and Risk of Fracture of Multiple Types: Long-Term Results From the Study of Osteoporotic Fractures // *J. Bone Miner. Res.* — 2003 Nov. — 18(11). — 1947-54.
68. Unnanuntana A., Saleh A., Nguyen J.T. et al. Low vitamin D status does not adversely affect short-term functional outcome after total hip arthroplasty // *J. Arthroplast.* — 2013. — 28(315-322). — e2. doi:10.1016/j.arth.2012.04.027
69. van Stoo T.P., Leufkens H.G.M., Cooper C. Utility of medical and drug history in fracture risk prediction among men and women // *Bone.* — 2002. — 31. — 508-514.
70. Warner S.J., Garner M.R., Nguyen J.T., Lorich D.G. Perioperative vitamin D levels correlate with clinical outcomes after ankle fracture fixation // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery.* — 2016. — 136(3). — 339-344.
71. Yu-Yahiro J.A., Michael R.H., Dubin N.H. et al. Serum and urine markers of bone metabolism during the year after hip fracture // *J. Am. Geriatr. Soc.* — 2001 Jul. — 49(7). — 877-83.

Отримано 12.10.2017 ■

Григорьева Н.В.¹, Власенко Р.О.², Зубач О.Б.³, Поворознюк В.В.¹

¹ГУ «Институт геронтологии имени Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины», г. Киев, Украина

²Винницкий национальный медицинский университет имени Н.И. Пирогова МЗ Украины, г. Винница, Украина

³Коммунальна городская клиническая больница скорой медицинской помощи, г. Львов, Украина

Минеральная плотность костной ткани и уровень витамина D у лиц различного возраста с переломами костей нижних конечностей (обзор литературы и результаты собственных исследований)

Резюме. В статье показаны современные представления о связи между показателями минеральной плотности костной ткани (МПКТ), уровня витамина D и переломами костей нижней конечности (ПКНК) различной локализации (бедренной кости, костей голени и ступни). Показано, что наибольшее количество литературных исследований посвящено изучению роли сниженной МПКТ в развитии переломов проксимального отдела бедренной кости, однако низкие показатели МПКТ достаточно часто регистрируются и при ПКНК другой локализации. Почти все типы переломов у женщин ассоциированы с низкими показателями МПКТ, в большей степени — на уровне бедренной кости, чем на уровне позвоночника или периферического скелета, однако доля переломов, связанных с остеопорозом, невелика и колеблется от 10 до 44 %. Промонстрировано, что гиповитаминоз D является довольно распространенным состоянием у пациентов с ортопедической патологией, в частности после ПКНК. Уровень витамина D коррелирует с функциональным результатом после хирургического лечения, хотя его роль в прогнозе для пациентов с ПКНК

остается малоизученной. Результаты собственных исследований авторов подтвердили низкие показатели МПКТ у женщин с переломами бедренной кости, однако не у лиц с переломами костей голени и ступни. При изучении уровня витамина D у больных с ПКНК нами не выявлено нормальных показателей уровня витамина D у больных с переломом бедренной кости (у 81,2 % регистрировали дефицит витамина D, у 18,8 % — недостаточность). У пациентов с переломами костей голени дефицит витамина D обнаружен у 72,5 %, недостаточность — у 10 %, нормальный уровень витамина D — у 17,5 %. Низкие показатели МПКТ и уровня витамина D довольно распространены у больных с ПКНК различной локализации, в наибольшей степени изучены у лиц с переломами бедренной кости, связаны с функциональным результатом после лечения и требуют дальнейшего изучения.

Ключевые слова: перелом костей нижней конечности; перелом бедренной кости; перелом костей голени; перелом костей ступни; минеральная плотность костной ткани; витамин D

N.V. Grygorieva¹, R.O. Vlasenko², O.B. Zubach³, V.V. Povoroznyuk¹

¹State Institution "D.F. Chebotarev Institute of Gerontology of the NAMS Ukraine", Kyiv, Ukraine

²M.I. Pirogov Vinnytsia National Medical University, Vinnytsia, Ukraine

³Municipal City Clinical Emergency Hospital, Lviv, Ukraine

Bone mineral density and vitamin D level in persons of different age with lower limb fractures (literature review and results of own researches)

Abstract. The article presents modern data about the relationship between bone mineral density (BMD), vitamin D levels and lower limb fractures (LLFs) of different localization (femoral, tibial and foot). It is shown that the largest number of literary researches on the role of reduced BMD in patients with hip fractures, but low BMD is often detected in LLFs of other localization. Almost all types of fractures in women are associated with low BMD, most often — at the level of the femoral neck than at the level of the spine or peripheral skeleton, but part of fractures associated with osteoporosis is small and ranges from 10 to 44 %. It has been shown that hypovitaminosis D is common in patients with orthopedic pathology and, in particular, after LLFs. Vitamin D levels correlate with a functional outcome after surgery, although its role in LLFs prediction remains poorly un-

derstood. The results of authors' own studies confirmed the low BMD indices in women with femoral fractures, but not in individuals with tibial and foot fractures. We did not registered the normal vitamin D levels in patients with femoral fractures (81.2 % of them had vitamin D deficiency, 18.8 % — insufficiency). In tibial fractures, vitamin D deficiency was found in 72.5 %, insufficiency — in 10 %, vitamin D level was normal in 17.5 % of patients. The low BMD and vitamin D levels are quite common in patients with different LLFs, most of which have been studied in patients with femoral fractures associated with functional outcomes after treatment, and need the further study.

Keywords: lower limb fracture; femoral fracture; tibial fracture; foot fracture; bone mineral density; vitamin D