

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОМЕТРІЇ ПРОКСИМАЛЬНОГО ВІДДІЛУ СТЕГНОВОЇ КІСТКИ ЯК НЕЗАЛЕЖНИЙ ЧИННИК РИЗИКУ ЇЇ ПЕРЕЛОМІВ (Огляд літератури)

Григор'єва Н.В.¹, Зубач О.Б.²

¹ДУ «Інститут геронтології ім. Д.Ф. Чеботарьова НАМН України», Київ

²Комунальна міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова

Резюме. У статті представлено огляд літератури щодо впливу показників геометрії верхньої третини стегнової кістки (довжини осі стегнової кістки, шийково-діафізарного кута, міжвертлюгової відстані, горизонтального офсету, товщини кортикального шару стегнової кістки тощо) у ризику її переломів. Продемонстровані можливості методик для вимірювання показників геометрії стегнової кістки, а саме традиційної рентгенографії кісток тазу, двоенергетичної рентгенівської денситометрії, комп'ютерної томографії. Показано можливий зв'язок між деякими генетичними маркерами та особливостями показників геометрії верхньої третини стегнової кістки. Також наведені результати власних досліджень щодо вікових та статевих особливостей параметрів геометрії проксимального відділу стегнової кістки в осіб без переломів, а також у хворих старших вікових груп з внутрішньо- та позасуглобовими переломами стегнової кістки.

Ключові слова. Перелом стегнової кістки, геометрія стегнової кістки, довжина осі стегнової кістки, шийково-діафізарний кут, остеопороз.

На сьогоднішній день переломи проксимального відділу стегнової кістки (ПВ СК) залишаються важливою медико-соціальною проблемою. Вони ведуть до зниження очікуваною середньої тривалості життя та пов'язані зі значними витратами суспільства на лікування та реабілітацію хворих. Переломи ПВ СК можуть бути як внутрішньо-, так і позасуглобовими й, безумовно, різні переломи відрізняються один від одного за ступенем тяжкості, больовим синдромом та прогнозом, проте обидва види переломів виникають найчастіше при падінні на бокову поверхню тазу і стегна, в основному, в осіб літнього та старечого віку, й особливо в жінок у постменопаузальному періоді. Сила травмуючого агента може бути й невеликою, важливим фактором ризику переломів є системний остеопороз.

Останнім часом все більшої уваги приділяється вивченню різних факторів ризику переломів стегнової кістки (ПСК) [1, 6]. На сьогоднішній день встановлено, що вік, стать, мінеральна щільність кісткової тканини (МЩКТ) та деякі антропометричні особливості хворих є незалежними чинниками ризику її переломів. Дослідження останніх років підтвердили, що серед факторів, які мають достовірний вплив на ризик ПСК, є деякі геометричні особливості стегнової кістки (СК).

У дослідженні *Study of Osteoporotic Fractures* продемонстровано, що такий показник як довжина осі стегнової кістки асоційований з ризиком

ПСК незалежно від віку та показників МЩКТ [1, 8]. Інші автори рекомендують використовувати в якості предикторів такі показники як шийковий кут, ширина шийки стегнової кістки, горизонтальний офсет тощо.

На сьогоднішній день існують досить великі можливості для вивчення параметрів геометрії ПВ СК. Крім того, різні дослідники в своїх спостереженнях використовують різні методологічні підходи. На даний час, крім традиційної оцінки даних за конвенційною оглядовою рентгенограмою, широко використовують вимірювання показників геометрії СК за допомогою комп'ютерної томографії та 3D моделювання, а також двофотонної рентгенівської абсорбціометрії (ДРА) [14, 24, 25, 27].

Геометричні особливості ПВ СК зазвичай обчислюють на скіаграмах тазу (включаючи обидва кульшові суглоби та проксимальні ділянки СК), які виконані в передньо-задній проекції, та відповідно калібровані відносно розмірів тіла пацієнта. При виконанні цих досліджень важливо приймати до уваги показники ротації та відведення стегна. У хворих з переломами оцінку параметрів геометрії СК доцільно проводити на контрлатеральній до перелому кінцівці. Найчастіше вимірюють наступні розміри стегнової кістки (рис. 1):

1. довжина осі стегнової кістки (АС);
2. відстань «голівка-вертлюг» (АВ);

3. відстань між вертлюгами (міжвертлюгова відстань);

4. довжина шийки (NL) (визначають відстанню між перпендикулярними лініями, які перетинають довжину осі стегнової кістки на рівні малого вертлюга (DE) і основи голівки стегнової кістки (FG));

5. шийково-діафізарний (шийковий) кут – визначають у результаті перетину двох ліній, які проходять вздовж осі проксимального відділу стегнової кістки (діафізарна вісь) та лінії, що з'єднує дві точки (I) в центрі голівки стегнової кістки і (II) в центрі шийки стегнової кістки (шийкова вісь);

6. діаметр голівки стегнової кістки – діаметр окружності голівки стегнової кістки;

7. горизонтальний офсет (зсув по горизонталі) – перпендикулярна відстань від центру голівки стегнової кістки до її осі;

8. товщина кортикальної кістки (товщина кортикальної кістки під малим вертлюгом).

Як уже зазначалось раніше, у дослідженні *Study of Osteoporotic Fractures* продемонстровано, що збільшений показник довжини осі стегнової кістки асоційований з підвищеним ризиком ПСК незалежно від віку та показників МЩКТ [8]. Проведені в подальшому дослідження підтвердили ці результати й на сьогоднішній день даний показник вважають незалежним фактором ПСК, проте на сьогоднішній день досліджень, у яких би порівнювали показники хворих в внутрішньо- та позасуглобовими переломами ПВ СК недостатньо. У дослідженнях Faulkner K.G. та Duboeuf F. зі співавт. підтверджено наявність більших показників довжини шийки СК у хворих з внутрішньосуглобовими переломами порівняно з особами з позасуглобовими перело-

мами ПВ СК, хоча в дослідженні Faulkner K.G. та співавт. не підтверджено достовірних відмінностей показника довжини стегнової кістки залежно від виду перелому (внутрішньо- чи позасуглобовий) [1].

Згідно літературних даних важливим показником геометрії ПВ СК є *шийковий (шийково-діафізарний) кут*, який враховується, зокрема й при ендопротезуванні кульшового суглобу. Згідно даних Standring S. та співавт. [27] цей показник становить 125° , за даними Roy S. та співавт. [23, 24] 131° у чоловіків та $130,37^\circ$ у жінок. За даними Ripamonti C. та співавт. [23] у чоловіків без переломів $125,3 \pm 4,9^\circ$, у хворих з переломами СК цей показник становить $127,2 \pm 6,2^\circ$, у осіб з клінічно значущими вертебральними переломами $126,4 \pm 5,3^\circ$. Вимірювання даного показника є важливим не тільки для оцінки ризику ПСК, але й при підготовці хворого до оперативного втручання після остеопоротичного перелому.

У дослідженні проведеному Kamath M.Y. та співавт. [12] також підтверджено зв'язок між величиною шийково-діафізарного кута, проте не особливостей будови вертлюгової западини в хворих з переломами ПВ СК.

Діаметр голівки стегнової кістки є ще одним важливим параметром, який враховується, зокрема, й при ендопротезуванні кульшових суглобів. У дослідженні Roy S. та співавт. [24] показник середнього діаметру голівки стегнової кістки був достовірно більшим у здорових чоловіків порівняно з відповідним показником у жінок ($46,0$ та $44,5$ мм; $p < 0,05$). При цьому не виявлено достовірних відмінностей при вимірюванні правої чи лівої кінцівки [24].

На сьогоднішній день привертають особливу увагу дослідження щодо *вікових особливостей*

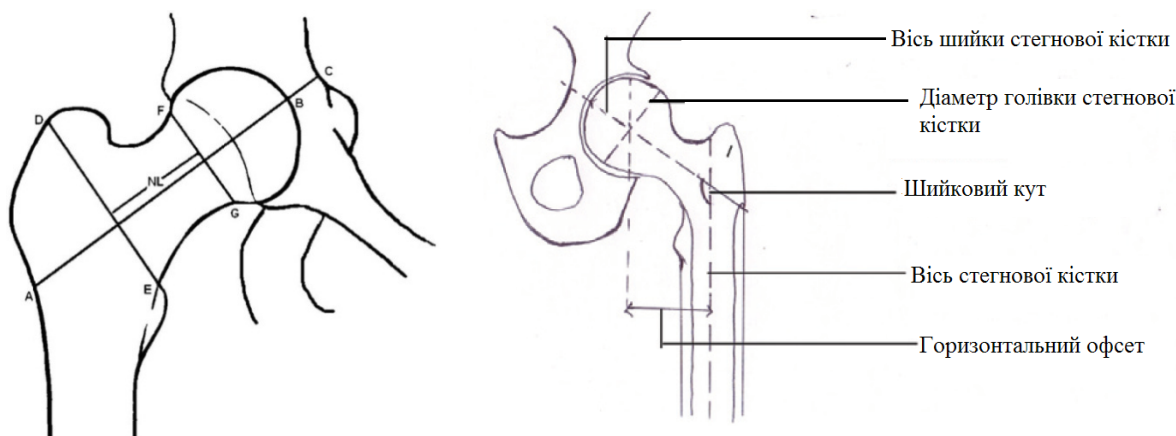


Рис. 1. Основні показники геометрії проксимального відділу стегнової кістки [1].

геометрії ПВ СК, що має важливе значення й при плануванні ендопротезування в осіб старших вікових груп [28, 31]. У дослідженні Yates L.V. та співавт. [31] при обстеженні пацієнтів двох вікових груп (72-84 та 85-96 років) продемонстровано зменшення з віком деяких морфометричних показників СК у чоловіків та жінок, що може бути значущим фактором ризику ПСК. Дані проведеного нами дослідження [1] підтверджують більш низькі показники довжини осі та довжини шийки СК, основи голівки та відстані «голівка-вертлюг» у чоловіків з внутрішньосуглобовими переломами у хворих віком 70-89 років порівняно з групою 50-69 років. У хворих в позасуглобовими переломами з віком достовірно зменшувався показник горизонтального офсету, а також товщини кортикальної кістки в чоловіків та довжини шийки СК у жінок.

Результати проведених раніше досліджень підтверджують виражені *статеві відмінності* показників геометрії ПВ СК [28]. Так, за даними Unnanuntana A. та співавт. існують незначні, проте статистично достовірні відмінності показників геометрії ПВ СК, а саме показника шийкового кута, абсолютного та вертикального офсету в здорових чоловіків та жінок. У жінок встановлено менший показник шийково-діафізарного кута, а показник горизонтального офсету був достовірно вищим у жінок порівняно з показниками в чоловіків після стандартизації хворих за показником розмірів голівки СК. Авторами не виявлено достовірних кореляційних зв'язків між показниками горизонтального та вертикального офсету, проте встановлено достовірний негативний зв'язок між показником горизонтального офсету та шийково-діафізарним кутом [30]. Крім того, у дослідженні Roy S. та співавт. [24] виявлено достовірні статеві відмінності показника горизонтального офсету (відповідно 38,5 та 35,7 мм у чоловіків та жінок відповідно).

Деякі дослідники заперечують зв'язок між особливостями геометрії ПВ СК у чоловіків. Так, у дослідженні [29], проведеному у Великобританії, авторами (Tuck S.P. та співавт.) оцінена прогностична цінність показника шийково-діафізарного кута в чоловіків з ПСК (31 пацієнт з внутрішньо- та 31 хворих із позасуглобовим ПСК), симптоматичними переломами тіл хребців (91 чоловік), дистального відділу кісток передпліччя (67 осіб) і 389 чоловіків без переломів. За даними дослідників не встановлено достовірних відмінностей показника шийково-діафізарного кута

залежно від виду перелому ПВ СК (внутрішньо- чи позасуглобового), а також з показниками групи контролю. Показник шийково-діафізарного кута був достовірно меншим порівняно з показником хворих з переломами тіл хребців ($129,2^\circ$ та 131° , $p=0,001$) та більшим порівняно з показником чоловіків з переломами дистального відділу кісток передпліччя ($129,8^\circ$ та $128,5^\circ$, $p=0,01$). Аналізуючи отримані результати автори зробили висновок, що показник шийково-діафізарного кута не є визначальним в оцінці ризику переломів ПВ СК у чоловіків Великобританії.

На даний час зростає інтерес дослідників до вивчення особливостей геометрії ПВ СК у великих епідеміологічних когортах залежно від місця проживання [7]. За думкою деяких авторів, такі показники як діаметр голівки СК, горизонтальний офсет тощо теж мають свої регіональні особливості. У різних популяціях окремі показники геометрії ПВ СК можуть суттєво відрізнятися, що створює передумови для вивчення їх регіональних особливостей [24]. Зокрема, антрополог Kate B.R., опрацювавши дані 1000 сухих препаратів стегнових кісток, отримав середній показник шийково-діафізарного кута $128,4^\circ$. Проте він констатував суттєві відмінності між різними популяціями жителів Індії. Так, серед представників популяції Formosans шийково-діафізарний кут був $125,6^\circ$, тоді як серед Andamanians – 134° [14]. В той же час Saikia повідомляє про середній показник шийково-діафізарного кута серед жителів північних регіонів Індії 139° [25]. Вищезазначене потребує подальшого дослідження й вивчення ролі регіональних особливостей будови СК у ризику ПСК.

Продовжуються дискусії щодо особливостей показників геометрії СК хворих залежно від виду ПСК (внутрішньо- чи позасуглобовий). У дослідженні Patton M.S. та співавт. не підтверджено достовірних відмінностей показників діаметра голівки, ширини шийки та відстані «голівка-трохантер» у чоловіків та жінок з внутрішньо- та позасуглобовими переломами ПВ СК. За результатами цього дослідження отримано достовірні відмінності показника довжини осі стегнової кістки в пацієнтів залежно від виду перелому (внутрішньосуглобовий чи позасуглобовий) лише у жінок, а показники довжини шийки та її ширини в осіб з внутрішньосуглобовими переломами достовірно більші порівняно з хворими з позасуглобовими переломами, як серед жінок, так і серед чоловіків [20].

Згідно отриманих нами даних показник між-вертлюгової відстані осі СК у осіб без ПСК був достовірно більшим у чоловіків ($71,56 \pm 2,19$ мм) порівняно з відповідним показником у жінок ($65,36 \pm 4,76$ мм; $p < 0,05$). Достовірно меншими в жінок були також й інші геометричні показники ПВ СК, зокрема шийковий кут. Достовірних відмінностей інших геометричних показників ПВ СК у осіб без перелому залежно від статі нами не виявлено [1].

У хворих із внутрішньосуглобовими переломами ПВ СК достовірно меншою в жінок порівняно з показниками чоловіків був лише показник довжини осі стегнової кістки, тоді як у хворих з позасуглобовими переломами достовірно меншими були показники діаметру та основи голівки стегнової кістки та показник товщини кортикальної кістки. Таким чином, дані проведеного дослідження підтверджують статеві особливості геометрії ПВ СК, у зв'язку з вищезазначеним у подальшому вивчення впливу перелому (внутрішньо- чи позасуглобового) на геометричні показники ПВ СК нами проведено окремо в групі чоловіків та жінок.

При оцінці результатів дослідження в чоловіків з внутрішньосуглобовим ПСК встановлено достовірно менші порівняно з показниками осіб без переломів показники довжини осі стегнової кістки ($p = 0,0002$), довжини її шийки ($p = 0,002$), основи ($p = 0,0004$) та діаметру голівки стегнової кістки ($p = 0,002$), міжвертлюгової відстані ($p = 0,0007$) та відстані «голівка-вертлюг»

($p = 0,001$), а також шийкового кута стегнової кістки ($p = 0,005$). На відміну від цього у хворих з позасуглобовими переломами СК ці відмінності були значно меншими. Достовірно меншими порівняно з показниками осіб без переломів були довжина стегнової кістки ($p = 0,02$), основа ($p = 0,04$) та діаметр ($p = 0,05$) голівки, а також відстань між голівкою та вертлюгом ($p = 0,003$) [1].

При аналізі показників геометрії ПВ СК залежно від виду перелому в жінок на відміну від вищезазначеного нами не виявлено достовірних відмінностей оцінюваних геометричних розмірів ПВ СК у осіб як із внутрішньосуглобовими, так і позасуглобовими ПСК. Таким чином, отримані нами результати свідчать не тільки про достовірний вплив статі на показники геометрії ПВ СК, але й її вплив на виникнення різних видів переломів ПВ СК.

На сьогоднішній день *двохфотонна рентгєнівська денситометрія* є «золотим стандартом» в оцінці показників МЦКТ. Проте сучасні можливості денситометрів не обмежуються визначенням показників МЦКТ, а й дають можливість одночасного вивчення даних геометрії ПВ СК в поєднанні із показниками МЦКТ [17, 21, 22, 23, 28], а також долучати дані оцінки 10-річного ризику остеопоротичних переломів FRAX і показники якості кісткової тканини (TBS, Trabecular bone score). Зображення шийки СК з вимірами довжини осі стегнової кістки та шийково-діафізарного кута за допомогою ДРА представлені на рис. 2.

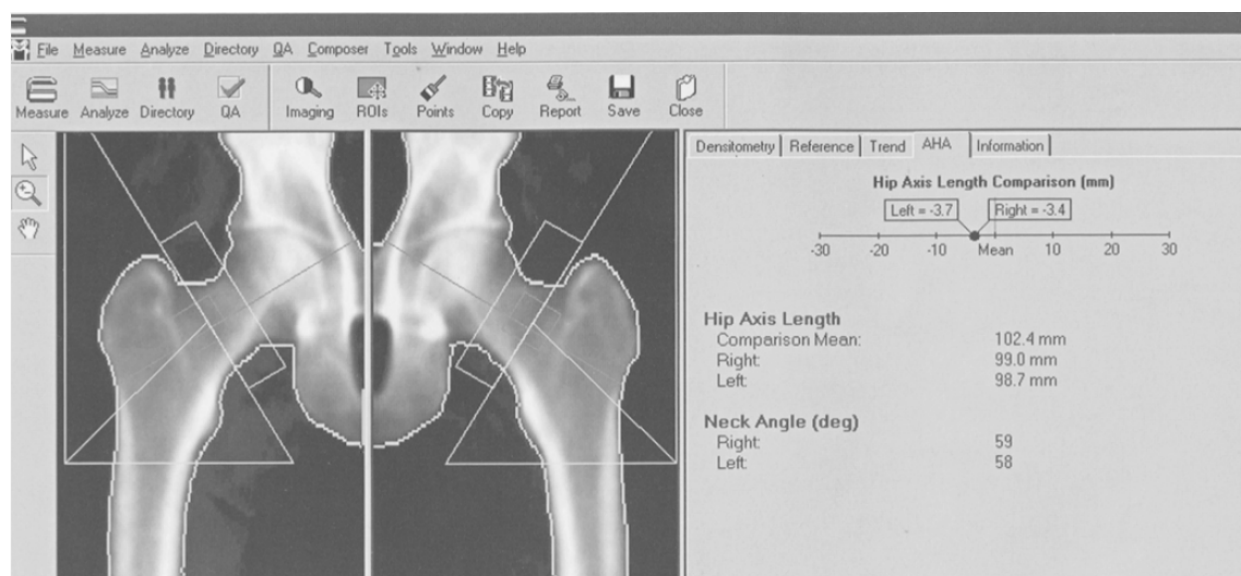


Рис. 2. Зображення при оцінці довжини осі стегнової кістки та шийково-діафізарного кута за допомогою ДРА (Lunar Prodigy Dual Femur™) [5]

Ще однією перевагою рентгенівської денситометрії є можливість проведення структурного аналізу СК [5, 10, 13], що дозволяє розрахувати міцнісні характеристики СК, які відіграють важливу роль у ризику переломів (рис. 3).

Ще в одному багатоцентровому дослідженні Study of Osteoporotic Fractures (SOF) [13] вивчено показники геометрії ПВ СК у 7474 жінок, яких спостерігали більш ніж 13 років. У 635 з них було встановлено перелом СК. У даному дослідженні використовували структурний аналіз СК на рівні її шийки, міжтрохантерної ділянки та осі.

Встановлено, що в осіб з переломами СК достовірно більшими були показники шийково-діафізарного кута, субперіостальний та ендостальний діаметри, а також відстань від зовнішнього кортикального краю до центру (бокова відстань) та більші коефіцієнти поздовжнього вигину ($p < 0,0001$ для кожного показника). Крім того, показники МЦКТ, площі поперечного перети-

ну, момент інерції поперечного перетину, модуль опору, ширина кортикального шару та горизонтальний офсет були достовірно нижчими у хворих з переломами СК ($p < 0,044$).

У дослідженні LaCroix A.Z. та співавт. [15] вивчено показники МЦКТ та геометрії ВТ СК у 10290 постменопаузальних жінок, які приймали участь у дослідженні *Women's Health Initiative*. Серед них 8843 жінки протягом подальших 11 років мали низькоенергетичні переломи, 147 з яких були ПСК. Структурний аналіз СК передбачав вимірювання площі поперечного перетину СК, зовнішнього діаметру, модуля опору, кортикальної товщини та показника втрати стійкості за допомогою ДРА в трьох регіонах – шийці СК, міжвертлюговій ділянці та в осі СК.

Авторами встановлено, що після поправки на вік, зріст, масу тіла й інші клінічні фактори ризику ПСК, показник зовнішнього діаметру на рівні міжвертлюгової ділянки та осі СК був незалежним фактором ризику ПСК (відносний ри-

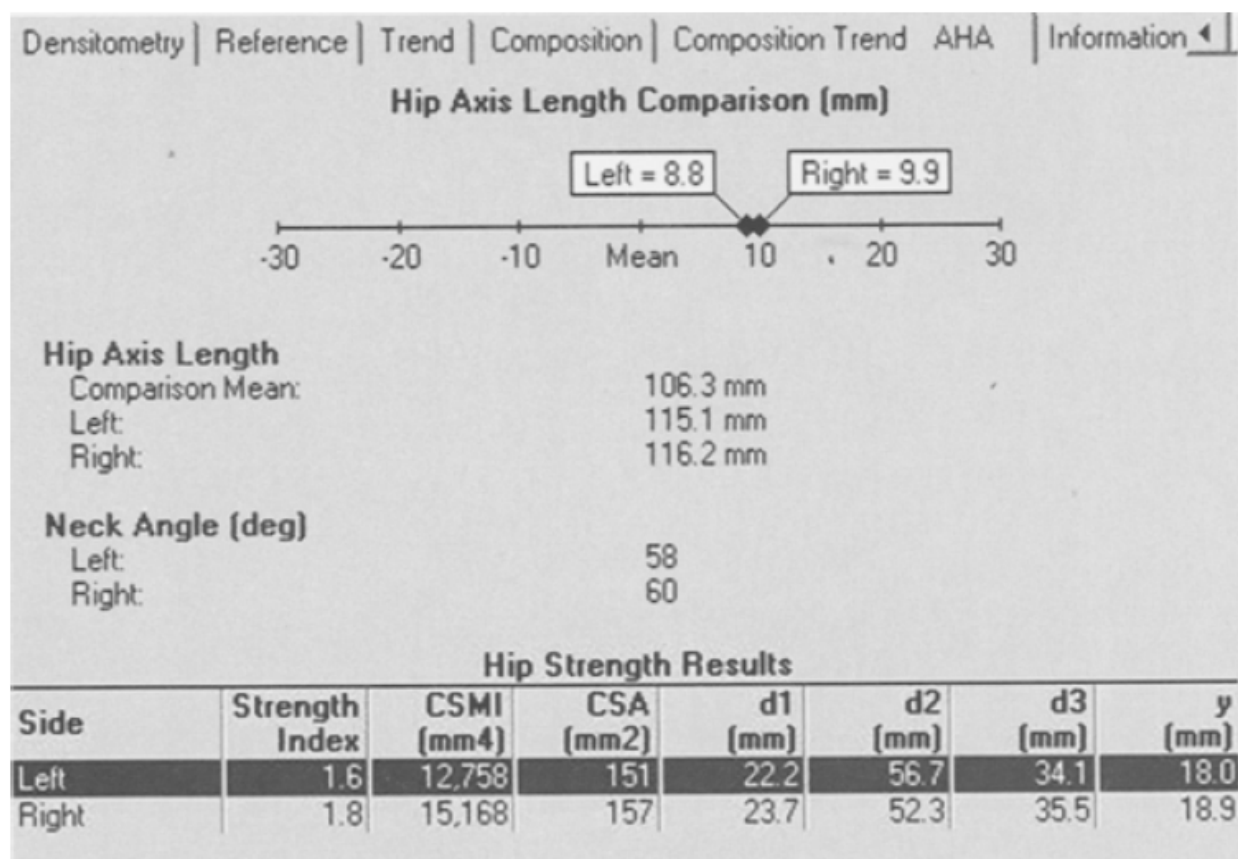


Рис. 3. Зображення результату Аналізу міцності стегнової кістки (Hip strength analysis, DualFemur™ study, GE Lunar Prodigy) [5]

Примітка. Представлені дані щодо довжини осі стегнової кістки, шийково-діафізарного кута, індексу падіння (Fall Index, FI), а також інших параметрів, які розраховують при обчисленні FI, таких як момент інерції поперечного перетину тощо.

зик для збільшення на 1 стандартне відхилення становив 1,61 (95% ДІ: 1,25-2,08) та 1,36 (95% ДІ: 1,06-1,76) відповідно). Показники коефіцієнту поздовжнього вигину (buckling ratios) на рівні міжвертлюгової ділянки та осі СК також були незалежними предикторами ризику ПСК (відносний ризик становив відповідно 1,43 (95% ДІ: 1,10-1,87) та 1,24 (95% ДІ: 1,00-1,55)). Авторами зроблено висновки, що два основні геометричні параметри СК, а саме зовнішній діаметр на рівні міжвертлюгової ділянки та показник buckling ratios є незалежними предикторами ПСК після врахування клінічних факторів ризику та показників МЦКТ.

З метою оцінки ризику ПСК у дослідженні Ripamonti С. та співавт. [23] проаналізовано показники шийково-діафізарного кута та МЦКТ у 228 здорових чоловіків та 38 хворих з переломом ПВ СК та 49 осіб з вертебральними переломами. Було продемонстровано, що показник МЦКТ стегнової кістки був достовірно нижчим ($p < 0,01$) в обох групах хворих з переломами, тоді як показники діаметру СК ($p < 0,01$) та шийково-діафізарного кута ($p = 0,05$) були достовірно нижчими лише в групі хворих з переломами ПВ СК. Достовірний негативний зв'язок ($p < 0,01$) спостерігали між показниками МЦКТ та шийково-діафізарного кута. Аналіз показників за допомогою логістичної регресії продемонстрував, що ні один з проаналізованих параметрів геометрії ПВ СК без показника МЦКТ стегнової кістки окремо не ввійшов у модель для прогнозування ризику переломів тіл хребців, тоді як шийково-діафізарний кут ($p < 0,03$) та вік ($p < 0,001$) були достовірними предикторами ризику переломів СК. За даними дослідників, тільки показник МЦКТ стегнової кістки є достовірним предиктором для прогнозування як вертебральних переломів, так і переломів стегнової кістки.

У дослідженні Gnudi S. та співавт. [9] оцінено показники геометрії ПВ СК та МЦКТ стегнової кістки в популяції 547 постменопаузальних жінок віком старше 69 років з переломами шийки СК (88 осіб), вертлюговими переломами (93 хворих) чи без них (366 пацієнток). Було продемонстровано, що показники МЦКТ у хворих з переломами були достовірно нижчі в усіх місцях, де їх вимірювали. Показники довжини осі СК та шийково-діафізарного кута були достовірно більшими у хворих з переломами ШСК.

Аналіз логістичної регресії продемонстрував, що відношення шансів (OR), корегованого за ві-

ком, для зниження МПКТ на 1 стандартне відхилення, було достовірно пов'язане з переломом ШСК для МЦКТ стегнової кістки (OR=1,9 (95% ДІ: 1,4-2,5)), вертлюга (1,6 (95% ДІ: 1,2-2,0)), МЦКТ трикутника Варда (1,7 (95% ДІ: 1,3-2,2)), а також позасуглобовими переломами ПВ СК (для МЦКТ шийки стегнової кістки – OR=2,6 (95% ДІ: 1,9-3,6)), МЦКТ вертлюга (3,0 (95% ДІ: 2,2-4,1)), МЦКТ трикутника Варда (1,8 (95% ДІ: 1,4-2,3)). Відносний ризик для збільшення на 1 стандартне відхилення з поправкою на вік щодо показника шийково-діафізарного кута склав 2,2 (95% ДІ: 1,7-2,8) та довжини осі стегнової кістки (1,3 (95% ДІ: 1,1-1,6)). Показник МЦКТ був одним з кращих предикторів для обох видів переломів ПВ СК, тоді як показник шийково-діафізарного кута був достовірним предиктором для оцінки ризику у хворих з внутрішньосуглобовими переломами шийки СК. Таким чином, автори підтверджують важливу роль параметрів геометрії проксимального відділу СК в оцінці ризику переломів.

Ще одним методом, який може надати важливу додаткову інформацію при оцінці параметрів геометрії СК є комп'ютерна томографія [4, 11], зокрема з 3D реконструкцією, яка дозволяє отримувати об'ємно-просторові зображення проксимального відділу СК.

У дослідженні Black D. та співавт. [4] проаналізовано параметри геометрії ПВ СК та показники МЦКТ за допомогою комп'ютерної томографії у 3347 чоловіків старше 65 років, які приймали участь у проспективному (у середньому 5,5 років) дослідженні Osteoporotic Fractures in Men Study (MrOS). За вищезазначений період спостереження у 42 чоловіків зареєстровано перелом СК, загальний показник інцидентності переломів склав 2,3/1000 людино-років.

Багатофакторний аналіз при оцінці результатів даного дослідження показав, що серед показників комп'ютерної томографії нижчий відсоток кортикального об'єму (відношення ризиків [HR] на 1 зниження стандартного відхилення, який склав 3,2 (95% ДІ: 2,2-4,6)), менша мінімальна площа поперечного перетину (HR=1,6 (95% ДІ: 1,2-2,1)) і нижчий показник МЦКТ (HR=1,7 (95% ДІ: 1,2-2,4)) були незалежно пов'язані з підвищеним ризиком перелому ПВ СК. Показник МЦКТ стегнової кістки також був тісно пов'язаний з ризиком переломів у чоловіків (HR=4,1 (95% ДІ: 2,7-6,4)). У багатофакторній моделі відсоток кісткового об'єму та мінімальна

площа поперечного перетину залишались достовірними предикторами ризику перелому ПВ СК після стандартизації показників щодо МЩКТ, проте додаткових переваг при включенні показників геометрії СК до даних МЩКТ авторами не отримано. Авторами зроблено висновок про наявність достовірного зв'язку між показниками структури шийки СК, об'ємної щільності кісткової тканини та ризиком переломів СК.

На сьогоднішній день продовжуються дослідження, в яких вчені намагаються оцінити зв'язок між *генетичними маркерами остеопорозу* та параметрами геометрії ПВ СК [16, 26, 18].

Вивчення зв'язку між показниками геометрії ВТ СК, обезжиреною масою тіла та наявністю певних генотипів людини вивчено в дослідженні Lu Sun та співавт. [18] з залученням даних дослідження GWAS (genome-wide association study) і використанням ~690,000 зразків однонуклеотидних поліморфізмів (Single nucleotide polymorphism, SNP) 1627 китайців (802 чоловіків і 825 жінок) і 2286 білошкірих американців. Авторами ідентифіковано 13 однонуклеотидних поліморфізмів, які мають вплив на показники геометрії ПВ СК та обезжиреної маси тіла в осіб китайської популяції. Два однонуклеотидні поліморфізми – rs681900 гену ксенокінази 2 (HK2) та rs11859916 гену уромодуліну (UMOD) були достовірно пов'язані показниками геометрії ПВ СК та обезжиреною масою тіла. У подальшому результати були відтворені при аналізі показників у білошкірих американців. Також авторами виділено групу з 11 SNPs, які достовірно пов'язані з показниками геометрії ВТ СК та обезжиреною масою тіла. Даний регіон геному містить два сусідні гени, що кодують мікроРНК, MIR873 (MicroRNA873) і MIR876 (MicroRNA876).

В іншому дослідженні Lan-Juan Zhao із співавт. оцінили показники геометрії ПВ СК у 1000 респондентів та провели генетичні дослідження у 350 осіб із переломами та 350 осіб без переломів ПВ СК, щоб оцінити зв'язок гена RTP3 з ризиком перелому ПВ СК. В результаті генотипування констатовано, що RTP3 ген може бути новітнім показником ризику переломів ШСК разом із оцінкою геометрії ПВ СК [16].

28 лютого 2015 у Чикаго (штат Іллінойс, США) відбулась щорічна конференція Міжнародного товариства по клінічній денситометрії (International Society of Clinical Densitometry, ISCD) – *6th ISCD Position Development Conference*, де були розглянуті питання, зокрема й щодо

структурного аналізу стегнової кістки та визначення показників її довжини.

У подальшому з'явилися оновлені рекомендації ISCD щодо використання ДПА для оцінки ризику переломів у дорослих, а також використання КТ для оцінки геометричних параметрів стегнової кістки та аналізу кінцевих елементів [2].

Порівняно з попередньою позицією, затвердженою на *5th ISCD Position Development Conference* в березні 2013 року, з'явилися нові положення, зокрема й щодо застосування деяких параметрів СК для оцінки ризику переломів:

- Показник довжини осі стегнової кістки (Hip axis length, HAL), виміряний за допомогою ДПА, пов'язаний з ризиком переломів стегнової кістки в жінок у постменопаузальному періоді.

- Наступні параметри геометрії СК, оцінені за допомогою ДПА, такі як площа поперечного перетину (CSA, Cross Sectional Area), зовнішній діаметр (OD, outer diameter), модуль опору (SM, section modulus), коефіцієнт позадвогнутого вигину (BR, buckling ratio), момент інерції поперечного перетину (CSMI, cross-sectional moment of inertia), шийково-діафізарний кут (NSA, neck shaft angle) не можуть використовуватись в оцінці ризику переломів стегнової кістки.

- Наступні параметри геометрії СК, оцінені за допомогою ДПА (CSA, OD, SM, BR, CSMI, NSA), не можуть бути використані для початку лікування.

- Наступні параметри геометрії СК, оцінені за допомогою ДПА (CSA, OD, SM, BR, CSMI, NSA), не можуть бути використані для моніторингу за результатами лікування.

За думкою численних дослідників, при вимірюванні геометричних параметрів ПВ СК з метою достовірної оцінки отриманих результатів із дослідження слід виключати осіб із наслідками перенесеної травми тазу чи кульшового суглобу, пухлинними та диспластичними захворюваннями, остеоартрозом кульшового суглобу. У разі гострої високоенергетичної травми, спричиненої падінням з висоти, дорожньо-транспортними пригодами пацієнти також необхідно виключати з дослідження. Крім того, якщо встановлені факти прийому лікарських засобів, що суттєво пригнічують кістковий метаболізм, доцільно утриматися від включення пацієнтів до аналізу результатів.

Під час обчислення наведених показників геометрії СК важливо приймати до уваги показники ротації та відведення стегна. При значній

ротації показники осі шийки стегнової кістки, відстань голівка-вертлюг та довжина шийки стегнової кістки будуть меншими. Також, при значному відведенні буде змінюватися довжина осі шийки стегнової кістки, важче буде встановити значення горизонтального офсету. Зокрема, Maquyama M. та співавт. встановили, що показник горизонтального офсету зростає до 3 мм, коли дослідження проводиться із внутрішньою ротацією на противагу нейтральній позиції [19].

Таки чином, аналіз даних літературних джерел щодо особливостей геометрії ПВ СК у ризику її переломів дозволяє стверджувати про те, що деякі показники СК, такі як довжина осі стегнової кістки та шийково-діафізарний кут є незалежними предикторами ризику ПСК. За думкою численних дослідників вивчення геометричних особливостей ПВ СК дає можливість глибше зрозуміти перспективи прогнозування переломів у осіб літнього й старечого віку. Такі показники, як довжина шийки стегнової кістки, діаметр голівки стегна, вісь шийки стегнової кістки, шийково-діафізарний кут та горизонтальний офсет мають свої вікові, статеві та регіональні особливості, що потребує їх подальшого вивчення для прогнозування ризику ПСК.

На сьогоднішній день існують лише поодинокі дослідження серед пацієнтів української популяції з переломами ВТ СК, малочисленими залишаються дослідження щодо вікових та статевих особливостей параметрів геометрії СК у хворих з внутрішньо- та позасуглобовими переломами СК.

Перспективними залишаються питання вивчення геометрії проксимального стегна по відношенню до анатомічної осі кінцівки та співвідношення із тазовим компонентом. Цікавим є з'ясування відповідності обчислених попередньо геометричних розмірів проксимального стегна до реальних інтраопераційних розмірів. Також важливим є врахування товщини і рентгенконтрасності суглобового хряща в підборі діаметру головки при ендопротезу ванні. Ще одним перспективним напрямком досліджень є поєднання геометрії та морфологічного (гістологічного) дослідження отриманого інтраопераційно матеріалу головок стегнової кістки.

Комбіноване використання показників двохфотонної рентгенівської денситометрії з параметрами геометрії ПВ СК дозволить підвищити їх інформативність в оцінці ризику ПСК у пацієнтів української популяції.

Література

1. Григор'єва Н.В. Зубач О.Б. Вікові та статеві особливості геометрії стегнової кістки у хворих з різними видами переломів верхньої третини стегнової кістки // Проблеми остеології. – 2014. – С. 12-21.
2. Поворознюк В.В., Григор'єва Н.В., Орлик Т.В. и др. Остеопороз в практике врача-интерниста. – К., 2014. – 198 с.
3. 2015 ISCD Official Positions. Adult / електронний доступ: <http://www.iscd.org/official-positions/2015-iscd-official-positions-adult>.
4. Black D.M., Bouxsein M.L., Marshall L.M. et al. for the Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Research Group. Proximal femoral structure and the prediction of hip fracture in men: a large prospective study using QCT // J. Bone Miner. Res. – 2008. – 23 (8). – P. 1326-1333.
5. Bonnick S.L., Lewis L.A. Bone densitometry for technologists. – New York: Springer, 2014. – 421 p.
6. Cauley J.A., Li-Yung Lui, Genant H.K. et al. for the Study of Osteoporotic Fractures Research and Group. Risk factors for severity and type of the hip fracture // J. Bone Miner. Res. – 2009. – 24 (5). – P. 943-955.
7. Danielson M.E., Beck Th.J., Lian Y. et al. Ethnic variability in bone geometry as assessed by hip structure analysis: Findings from the hip strength across the menopausal transition study // J. Bone Miner. Res. – 2013. – 28 (4). – P. 771-779.
8. Faulkner K.G., Cummings S.R., Black D. et al. Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: the study of osteoporotic fractures // J. Bone Miner. Res. – 1993. – 8. – P. 1211-1217.
9. Gnudi S., Ripamonti C., Lisi L. et al. Proximal femur geometry to detect and distinguish femoral neck fractures from trochanteric fractures in postmenopausal women // Osteoporos. Int. – 2002. – 13 (1). – P. 69-73.
10. Iolascon G., Moretti A., Cannaviello G. et al. Proximal femur geometry assessed by hip structural analysis in hip fracture in women // Aging Clin. Exp. Res. – 2015. – 27 Suppl. 1. – S. 17-21.
11. Ito M., Wakao N., Hida T. et al. Analysis of hip geometry by clinical CT for the assessment of hip fracture risk in elderly Japanese women // Bone. – 2010. – 46 (2). – P. 453-457.
12. Kamath M.Y., Coleman N.W., Belkoff S.M., Mears S.C. Anatomical variance in acetabular anteversion does not predict hip fracture patterns in the elderly: a retrospective study in 135 patients // Geriatr. Orthop. Surg. Rehabil. – 2011. – 2 (2). – P. 65-68.
13. Kaptoge S., Beck Th.J., Reeve J. et al. Prediction of incident hip fracture risk by femur geometry variables measured by hip structural analysis in the Study of Osteoporotic Fractures // J. Bone Miner. Res. – 2008 – 23 (12). – P. 1892-1904.
14. Kate B.R. The angle of femoral neck in Indians // Eastern anthropologist. – 1967. – 20. – P. 54-60.
15. LaCroix A.Z., Beck Th.J., Cauley J.A. et al. Hip structural geometry and incidence of hip fracture in postmenopausal women: what does it add to conventional bone mineral density? // Osteoporos. Int. – 2010. – 21 (6). – P. 919-929.
16. Lan-Juan Zhao, Xiao-Gang Liu, Yao-Zhong Liu et al. Genome-wide association study for femoral neck bone geometry // Journal of Bone and Mineral Research. – 2010. – 2. – P. 320-329.
17. Lee D.H., Jung K.Y., Hong A.R. et al. Femoral geometry, bone mineral density, and the risk of hip fracture in premenopausal women: a case control study // BMC Musculoskelet Disord. – 2016. – 17 (1). – P. 42. doi: 10.1186/s12891-016-0893-2.
18. Lu Sun, Li-Jun Tan, Shu-Feng Lei et al. Bivariate genome-wide association analyses of femoral neck bone geometry

- and appendicular lean mass // PLoS One. – 2011. – 6 (11). – e27325.
19. Marujama M., Feinberg Jr., Capello W. et al. Morphological features of the acetabulum and femur; anteversion angle and implant positioning // Clin Orthop Relat Res. – 2001. – 393. – P. 52-65.
20. Patton M.S., Duthie R.A., Sutherland A.G. Proximal femoral geometry and hip fractures // Acta Orthopædica Belgica. – 2006. – 72 (1). – P. 51-54.
21. Pulkkinen P., Partanen J., Jalovaara P., Jämsä T. Combination of bone mineral density and upper femur geometry improves the prediction of hip fracture // Osteoporos. Int. – 2004. – 15 (4). – P. 274-80.
22. Reider L., Beck T.J., Hochberg M.C. et al. Women with hip fracture experience greater loss of geometric strength in the contralateral hip during the year following fracture compared to age-matched controls // Osteoporos. Int. – 2010. – 21(5). – P. 741-750.
23. Ripamonti C., Lisi L., Avella M. Femoral neck shaft angle width is associated with hip-fracture risk in males but not independently of femoral neck bone density // Br. J. Radiol. May. – 2014. – 87 (1037). – P. 20130358.
24. Roy S., Kundu R., Medda S. et al. Evaluation of proximal femoral geometry in plain anterior-posterior radiograph in eastern-Indian population // J. Clin. Diagn. Res. – 2014. – 8 (9). – AC01-3.
25. Saikia K.C., Bhuyan S.K., Rongphas R. Anthropometric study of the hip joint in North-eastern region population with computed tomography scan // Indian J. Orthop. – 2008. – 42. – P. 260-66.
26. Shu Ran, Yu-Fang Pei, Yong-Jun Liu et al. Bivariate genome-wide association analyses identified genes with pleiotropic effects for femoral neck bone geometry and age at menarche // PLoS One. – 2013. – 8 (4). – e60362.
27. Strandring S., Collins P., Johnson D. et al. The anatomical basis of clinical practice / 39th Edition, Elsevier Churchill Livingstone, 2000. – 1431 p.
28. Toogood P.A., Skalak A., Cooperman D.R. Proximal femur anatomy in the normal human population // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2009. – 467. – P. 876-885.
29. Tuck S.P., Rawlings D.J., Scane A.C. et al. Femoral neck shaft angle in men with fragility fractures // J. Osteoporosis. – 2011. – 903726.
30. Unnanuntana A., Toogood P., Hart D. et al. Evaluation of proximal femoral geometry using digital photographs // Journal of orthopaedic research. – 2010. – P. 1399-1404.
31. Yates L.B., Karasik D., Beck Th.J. et al. Hip structural geometry in old and old-old age: similarities and differences between men and women // Bone. – 2007. – 41 (4). – P. 722-732.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМЕТРИИ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ КАК НЕЗАВИСИМЫЙ ФАКТОР РИСКА ЕЕ ПЕРЕЛОМОВ (Обзор литературы)

Григорьева Н.В.¹, Зубач О.Б.²

¹ ДУ «Институт геронтологии им. Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины», Киев

² Комунальна городская клиническая больница скорой медицинской помощи г. Львова

Резюме. В статье представлен обзор литературы о влиянии показателей геометрии верхней трети бедренной кости (длины оси бедренной кости, шеечно-диафизарного угла, межвертельного расстояния, горизонтального офсета, толщины кортикального слоя бедренной кости и др.) в риске ее переломов. Продемонстрированы возможности методик для измерения показателей геометрии бедренной кости, в частности, традиционной рентгенографии костей таза, двухэнергетической рентгеновской денситометрии, компьютерной томографии. Показано возможную связь между некоторыми генетическими маркерами и особенностями показателей геометрии верхней трети бедренной кости. Также представлены результаты собственных исследований о возрастных и половых особенностях параметров геометрии проксимального отдела бедренной кости у лиц без переломов, а также у больших старших возрастных групп с внутри- и внесуставными переломами бедренной кости.

Ключевые слова. Перелом бедренной кости, геометрия бедренной кости, длина оси бедренной кости, шеечно-диафизарный угол, остеопороз.

THE FEATURE OF PROXIMAL HIP GEOMETRY AS INDEPENDENT RISK FACTOR OF ITS FRACTURE (Literature review)

Grygorieva N.V.¹, Zubach O.B.²

¹ SI «Institute of Gerontology named D.F. Chebotarev NAMS of Ukraine», Kyiv

² Komunal City Hospital of Ambulance, Lviv

Summary. This article presents the literature review of the evidence of the impact of proximal femoral geometry (Hip Axis Length, Femoral neck angle, Inter-Trochanteric Length, horizontal offset, thickness of the cortical bone, etc.) in the risk of hip fractures. The article demonstrates the capabilities of techniques for measurement of proximal hip geometry (conventional X-ray of pelvis, DXA, CT). Also, it shows the authors' own results of the research of age and sex specific of proximal hip geometry parameters in patients without hip fractures and patients of older age groups with intra- and extra-articular hip fractures.

Key words. Hip fracture, hip geometry, Hip Axis Length, Femoral neck angle, osteoporosis.