

MEDICINE / МЕДИЦИНА

UDC: 616.728.3-007.24-06:616.72-002.16]:611.98

[https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(158\).2025.8-16](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(158).2025.8-16)

Received: July 18, 2025

Accepted: October 13, 2025

Характеристика допоміжних морфотип-специфічних морфологічних індикаторів геометрії колінного суглоба при остеоартриті

Любов Килимнюк

Медичний центр «Angels Clinic», м. Вінниця, Україна

Address for correspondence:

Liubov Kylymniuk

ortho.vnm@gmail.com

Анотація: Остеоартрит колінного суглоба є глобальною медико-соціальною проблемою. Мета охарактеризувати допоміжні морфологічні індикатори геометрії колінного суглоба при остеоартриті з урахуванням морфотипу, визначеного за власною кластерною системою. Проаналізовано результати рентгенографічного обстеження 100 випадків дегенеративно-дистрофічного захворювання колінного суглоба з переважним ураженням медіального відділу суглоба 70 пацієнтів (26 (37,14 %) чоловіків та 44 (62,86 %) жінок). Середній вік – $63,56 \pm 8,10$ років. Оцінку дегенеративних змін виконували, використовуючи стандартні рентгенограми колінних суглобів, виконані в прямій проекції при опорному навантаженні нижніх кінцівок. Серед рентгенографічних критеріїв оцінювали: MLSR (Medial-Lateral Joint Space Ratio), fICN (Femoral Intercondylar Notch Index), tICN (Tibial Intercondylar Notch Index), TIA (Tibial Intercondylar Angle), FIA (Femoral Intercondylar Angle) та FTA (Femorotibial Angle). Відповідно до власної кластерної системи серед обстежених сформовано 4 групи. Морфотип I встановлено у 21 (21,00 %) пацієнта, морфотип II – у 38 (38,00 %), морфотип III – у 29 (29,00 %), морфотип IV – у 12 (12,00 %). Статистичний аналіз цифрових даних виконували з використанням програмного засобу Statistica 13. Вірогідність безпомилкового прогнозу визначали при $p \leq 0,05$. Середній показник індексу MLSR у обстежених з морфотипом I колінного суглоба становив $0,19 \pm 0,12$, з морфотипом II – $0,34 \pm 0,24$, з морфотипом III – $0,44 \pm 0,32$, з морфотипом IV – $0,67 \pm 1,06$ ($p=0,0008$). Середнє значення показника fICN у осіб з морфотипом I становило $0,10 \pm 0,02$, з морфотипом II – $0,11 \pm 0,03$, з морфотипами III – $0,13 \pm 0,04$, IV – $0,13 \pm 0,03$ ($p=0,007$). Середнє значення індексу tICN у пацієнтів з морфотипом I становило $0,07 \pm 0,04$, з морфотипом II – $0,06 \pm 0,02$, з морфотипом III – $0,07 \pm 0,03$, з морфотипом IV – $0,07 \pm 0,02$ ($p=0,17$). Середнє значення кута TIA у осіб з морфотипом I – $163,90 \pm 5,00^\circ$, з морфотипом II – $160,21 \pm 4,19^\circ$, з морфотипом III – $161,33 \pm 4,33^\circ$, з морфотипом IV – $163,50 \pm 2,28^\circ$ ($p=0,04$). Середній показник кута FIA у осіб з морфотипом I – $201,57 \pm 2,27^\circ$, з морфотипом II – $204,37 \pm 4,13^\circ$, з морфотипом III – $203,79 \pm 5,05^\circ$, з морфотипом IV – $204,75 \pm 5,26^\circ$ ($p=0,03$). Збільшення варусної деформації у обстежених асоційовано з більшою вираженістю внутрішньосуглобовими порушеннями внаслідок перевантаження медіального відділу суглоба ($\tau=+0,28$, $p=0,00004$), а також звуженням міжвиросткової вирізки стегнової

кістки та вищим ризиком пошкодження передньої схрещеної зв'язки ($\tau=+0,21$, $p=0,002$). Зміни кутів TIA та FTA у обстежених з морфотипами II, III та IV зумовлені переважно варусним відхиленням осі нижньої кінцівки, натомість у осіб з морфотипом I – руйнуванням хрящової та кісткової тканини медіальних виростків великогомілкової та стегнової кісток відповідно. Отримані дані підкреслюють доцільність врахування індивідуальних анатомо-морфологічних характеристик для більш точної оцінки ризиків та прогнозування перебігу остеоартриту колінного суглоба.

Ключові слова: анатомія, великогомілкова кістка, деформації нижніх кінцівок, морфометрія, стегнова кістка, суглоби.

Вступ

Остеоартрит колінного суглоба є однією з найактуальніших проблем медико-соціального характеру та найбільш поширеною причиною інвалідності у глобальному масштабі.

В умовах сучасності 500-595 млн людей у світі страждають на остеоартрит, що становить 7,0-7,6 % населення планети [1, 2, 3]. Предметом підвищеного інтересу є остеоартрит колінного суглоба, який становить приблизно 83 % загального тягаря дегенеративно-дистрофічних захворювань суглобів [1, 4]. До 2040 року прогнозують зростання захворюваності на 50 %, що підкреслює необхідність подальших досліджень проблеми [1].

Патогенез дегенеративно-дистрофічних захворювань суглобів залишається до кінця невідомим. Основні фактори ризику остеоартриту включають старіння, ожиріння, травми, генетику та біомеханічні зміни [4, 5, 6]. Все частіше захворювання розглядають не як однорідний патологічний стан, а як синдром із різними фенотиповими варіантами такими, як механічний, запальний, метаболічний та інші [4, 7]. Оскільки остеоартрит колінного суглоба характеризується багатовимірними структурними, біомеханічними і функціональними змінами, що погіршують якість життя пацієнтів, зростає необхідність розробки більш точних діагностичних і лікувальних підходів. Більшість сучасних стратегій лікування спрямовані на корекцію симптомів, без урахування індивідуальних відмінностей морфології суглоба та біомеханічних особливостей. Проте концепт фенотипізації остеоартриту з ідентифікацією підгруп пацієнтів з різною прогнозованою прогресією захворю-

вання, відмінностями втрати хряща, висоти щілини та клінічних результатів набуває все більшої актуальності.

Роль анатомо-морфологічних факторів у прогнозуванні перебігу гонартрозу, а також клінічного результату лікування підтверджено результатами ряду досліджень [1, 8]. У дослідженні Van Oevelen et al. [1] продемонстровано зв'язок геометрії анатомічних сегментів нижньої кінцівки з варіабельністю моделей руйнування хряща у пацієнтів із раннім остеоартритом колінного суглоба. Доведено, що рівень задоволеності пацієнтів ортопедичним реконструктивним втручанням, зокрема ендопротезуванням колінного суглоба, значною мірою залежить від коректного балансування кісткових поверхонь, зв'язкового апарату та положення осі нижньої кінцівки [1, 8].

Таким чином, дослідження анатомо-морфологічних характеристик колінного суглоба з урахуванням особливостей перебігу остеоартриту є вкрай актуальним та необхідним для оптимізації ортопедичних технік та підвищення якості життя пацієнтів у віддаленому післяопераційному періоді.

Мета

Охарактеризувати допоміжні морфологічні індикатори геометрії колінного суглоба при остеоартриті з урахуванням морфотипу, визначеного за власною кластерною системою.

Матеріали і Методи

Проаналізовано результати рентгенографічного обстеження 100 випадків дегенеративно-дистрофічного захворювання колінного суглоба з переважним ураженням медіального відділу суглоба 70 пацієнтів, які перебували на стаціонарному лікуванні

в травматологічному відділенні КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» за період 2017-2025 років. Середній вік – $63,56 \pm 8,10$ років. До групи включено 26 (37,14 %) чоловіків та 44 (62,86 %) жінки. Ознаки одностороннього дегенеративно-дистрофічного ураження колінного суглоба встановлено у 40 (57,14 %) пацієнтів, у 30 (42,86 %) обстежених зафіксовано двосторонній характер захворювання.

Для оцінки дегенеративних змін використовували стандартні рентгенограми колінних суглобів, виконані в прямій проекції при опорному навантаженні нижніх кінцівок.

Серед рентгенографічних критеріїв оцінювали:

MLSR (Medial-Lateral Joint Space Ratio) – співвідношення висот медіальної суглобової щілини колінного суглоба до латеральної, виміряних в центральних точках між міжвиростковим підвищенням та краєм відповідного виростка великогомілкової кістки.

fICN (Femoral Intercondylar Notch Index) – співвідношення ширини міжвиросткової вирізки, виміряної у її найширшій частині, до загальної міжвиросткової ширини, визначеної як відстань між внутрішнім краєм медіального та зовнішнім краєм латерального виростків стегнової кістки.

tICN (Tibial Intercondylar Notch Index) – співвідношення ширини міжгорбикової ямки, виміряної у її найширшій частині, до загальної міжвиросткової ширини, визначеної як відстань між внутрішнім краєм медіального та зовнішнім краєм латерального виростків великогомілкової кістки.

TIA (Tibial Intercondylar Angle) – кут, утворений між лініями, дотичними до медіального та латерального плато великогомілкової кістки, які перетинаються в центральній точці міжгорбикової ямки.

FIA (Femoral Intercondylar Angle) – кут, утворений між лініями, дотичними до медіального та латерального виростків стегнової кістки, які перетинаються в центральній точці міжвиросткової вирізки.

FTA (Femorotibial Angle) – кут між анатомічними осями стегнової та великогомілкової кісток [9].

Відповідно до власної кластерної системи [10] серед обстежених сформовано 4 групи, які відповідали 4 морфологічним варіантам колінного суглоба при дегенеративно-дистрофічних захворюваннях. Морфотип I встановлено у 21 (21,00 %) пацієнта групи, морфотип II – у 38 (38,00 %) хворих, у 29 (29,00 %) обстежених зафіксовано морфотип III, ще у 12 (12,00 %) осіб – морфотип IV.

Статистичний аналіз даних виконували з використанням програмного засобу Statistica 13. Кількісні показники наведено у вигляді середнього значення $\pm$ стандартне відхилення ($M \pm SD$), категоріальні – у форматі абсолютної кількості спостережень (n) та відповідного відсоткового співвідношення (%). При порівнянні змінних незалежних груп використовували непараметричний статистичний критерій Краскела-Уолліса, функціональний зв'язок між ознаками оцінювали за допомогою коефіцієнта рангової кореляції τ -Кендала. Вірогідність безпомилкового прогнозу визначали при $p \leq 0,05$.

Результати

У обстежених хворих середній показник кута FTA становив $177,09 \pm 5,57^\circ$. У пацієнтів з морфотипом I середнє значення кута FTA складало $169,76 \pm 1,48^\circ$, що відповідало варусному відхиленню осі нижньої кінцівки. Варусне відхилення осі зафіксовано й у хворих з морфотипом II, середній показник кута FTA яких становив $175,58 \pm 1,32^\circ$. У обстежених хворих з морфотипом III середній показник кута FTA складав $180,14 \pm 1,49^\circ$ та відповідав нейтральному положенню осі нижньої кінцівки. У осіб з морфотипом IV середнє значення досліджуваного кута складало $187,33 \pm 3,75^\circ$, що відповідало вальгусному відхиленню осі. При порівнянні середніх значень кута FTA у сформованих групах доведено їх статистично значущу відмінність ($p < 0,0001$).

Аналізуючи допоміжні морфологічні індикатори геометрії колінного суглоба при остеоартриті встановлено, що середній показник індексу MLSR у обстежених становив $0,38 \pm 0,44$. Найвищі показники індексу спостерігали у осіб з морфотипом IV –

Таблиця 1. Характеристика допоміжних критеріїв оцінки дегенеративно-дистрофічного ураження колінного суглоба

Критерій	Варіанти морфотипів колінного суглоба				p
	I (n=21)	II (n=38)	III (n=29)	IV (n=12)	
MLSR	0,19±0,12	0,34±0,24	0,44±0,32	0,67±1,06	0,0008*
fCN	0,10±0,02	0,11±0,03	0,13±0,04	0,13±0,03	0,007*
tCN	0,07±0,04	0,06±0,02	0,07±0,03	0,07±0,02	0,17
TIA	163,90±5,00°	160,21±4,19°	161,33±4,33°	163,50±2,28°	0,04*
FIA	201,57±2,27°	204,37±4,13°	203,79±5,05°	204,75±5,26°	0,03*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

0,67±1,06, у осіб з морфотипом III – 0,44±0,32, 0,34±0,24 – у осіб з морфотипом II, найнижчі значення індексу зафіксовано у осіб з морфотипом колінного суглоба I – 0,19±0,12, відмінність показників статистично значуща ($p=0,0008$) (табл. 1). Між показниками індексу MLSR та значеннями кута FTA встановлено прямий слабкий кореляційний зв'язок ($\tau=+0,28$, $p=0,00004$), що свідчить про нижчі значення індексу та відповідно більш виражені внутрішньосуглобові порушення у пацієнтів зі збільшенням варусного відхилення осі нижньої кінцівки.

Середнє значення показника fCN у обстежених становило 0,12±0,03. Вищі значення індексу спостерігали у пацієнтів з морфотипами III та IV – 0,13±0,04 та 0,13±0,03 відповідно. У пацієнтів з морфотипом II середній показник індексу складав 0,11±0,03, 0,10±0,02 – у осіб з морфотипом I. При порівнянні значень індексу fCN у сформованих групах доведено статистично значущу відмінність показників ($p=0,007$). Між показниками fCN та значеннями кута FTA доведено прямий слабкий кореляційний зв'язок ($\tau=+0,21$, $p=0,002$), що свідчить про звуження міжвиросткової ямки стегнової кістки у пацієнтів зі збільшенням варусного відхилення осі нижньої кінцівки.

Оцінюючи індекс tCN, встановлено, що його середній показник у пацієнтів досліджуваної групи складав 0,07±0,03. Середнє значення індексу у обстежених з морфотипом I становило 0,07±0,04, у осіб з морфотипом II – 0,06±0,02, у пацієнтів з морфотипом III – 0,07±0,03, 0,07±0,02 – у хворих з морфотипом IV, відмінність статистично

незначуща ($p=0,17$). Достовірний кореляційний зв'язок між показниками індексу tCN та значеннями кута FTA відсутній ($\tau=+0,08$, $p=0,27$).

Середнє значення кута TIA у обстежених становило 161,71±4,45°. Найвищі значення кута зафіксовано у осіб з морфотипом I – 163,90±5,00°, найнижчі – у пацієнтів з морфотипом II – 160,21±4,19°. Середній показник TIA у осіб з морфотипом III становив 161,33±4,33°, 163,50±2,28° – у хворих з морфотипом IV, відмінність результатів статистично значуща ($p=0,04$) (рис. 1 а). Проте, між показниками кутів TIA та FTA достовірний кореляційний зв'язок відсутній ($\tau=+0,03$, $p=0,66$).

Аналізуючи показники кута FIA, його середнє значення у хворих досліджуваної групи складало 203,66±4,36°. У пацієнтів з морфотипом II середній показник кута FIA становив 204,37±4,13°, у хворих з морфотипом III – 203,79±5,05°, у обстежених з морфотипом IV – 204,75±5,26°, найнижчі значення досліджуваного кута зафіксовано у осіб з морфотипом I – 201,57±2,27°, відмінність показників статистично значуща ($p=0,03$) (рис. 1 б).

Обговорення

З метою комплексної оцінки дегенеративно-дистрофічних змін колінного суглоба проаналізовано роль допоміжних морфологічних критеріїв у визначенні особливостей перебігу остеоартриту з урахуванням індивідуального морфотипу суглоба.

Аналізуючи показники індексу MLSR, встановлено його найнижчі значення у пацієнтів з морфотипом I (0,19±0,12), що свідчить про виражене звуження медіальної щі-

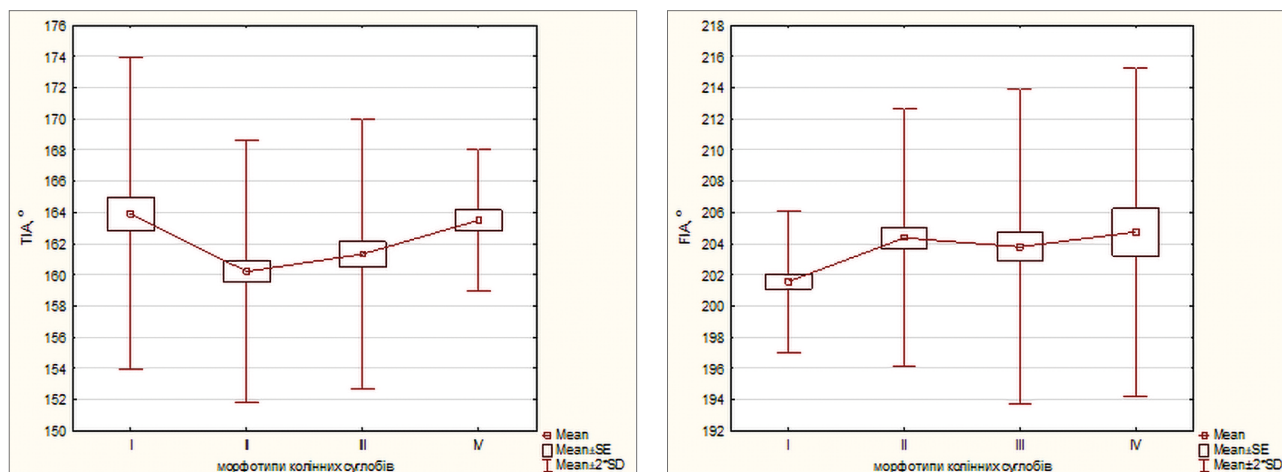


Рис. 1. Діаграма розмаху значень кутів а) ТІА, б) FIA з урахуванням морфотипу колінного суглоба при дегенеративно-дистрофічних захворюваннях

лини та, відповідно, більш значуще ураження медіального відділу суглоба. Натомість, найвищі показники індексу спостерігали у пацієнтів з морфотипом IV ($0,67 \pm 1,06$), що обумовлено меншим ступенем навантаження на медіальний відділ суглоба. Окрім того, доведено прямий слабкий кореляційний зв'язок між значеннями індексу MLSR та кутом FTA ($\tau=+0,28$; $p=0,00004$), що додатково підтверджує вищий ризик внутрішньосуглобових деформацій з переважним ураженням медіального компартменту при збільшенні варусного відхилення осі нижньої кінцівки.

Встановлені дані узгоджуються з результатами дослідження Graichen et al. [8], які аналізуючи результати обстеження 1000 пацієнтів з остеоартритом колінного суглоба, оцінювали вплив ступеня варусної деформації на зміну висоти суглобової щілини. «Стандартне» варусне коліно дослідники визначали за наявності наступних критеріїв: латеральна суглобова щілина, визначена в положенні розгинання, більша за медіальну; латеральна суглобова щілина, визначена в положенні згинання, більша за медіальну; висота суглобової щілини в положенні згинання більша за висоту, визначену при розгинанні. Згідно результатів аналізу усі 3 критерії варусного колінного суглоба встановлено у 444 із 680 (65 %) пацієнтів. Дослідники відзначили, що висота латеральної суглобової щілини (4,1 мм) була значущо більшою, ніж медіальної (0,6 мм) у 657 (97 %) пацієнтів,

а також довели статистично значущий сильний кореляційний зв'язок між показником відношення суглобових висот та величиною варусної деформації ($r^2=0,62$). Автори праці встановили високу міжіндивідуальну варіабельність параметрів суглобових щілин при остеоартриті колінного суглоба з варусною деформацією.

У дослідженні Nelson et al. [4], шляхом бікласифікації даних великої когорти пацієнтів з остеоартритом колінного суглоба ідентифіковано шість фенотипів, відмінних за симптоматикою та структурним прогресуванням, зокрема ступенем звуження медіальної суглобової щілини. Дослідниками представлено дані 3330 осіб (середній вік – 61 рік) та 6461 випадків остеоартриту. Авторами праці визначено бікластери з кращим (№ 1), подібним (№ 2, 3, 6) і гіршим (№ 4, 5) прогнозом, порівняно із загальною когортою. У бікласифікації № 4 і 5 встановлено інтенсивне прогресування захворювання з вираженим зменшенням висоти медіальної суглобової щілини, приблизно на 20 %. На відміну від цього, в бікласифікації № 1 доведено зменшення висоти медіальної щілини до 10 %, а також меншу частку випадків прогресування захворювання та меншу інтенсивність больового синдрому. Як відмітили дослідники, подібний підхід до стратифікації пацієнтів є перспективним для більш точного прогнозування перебігу захворювання та визначення показань до ортопедичного втручання.

Оцінюючи значення індексу tICN, у визначених морфотипах доведено його значущі відмінності: вищі значення спостерігали у пацієнтів з морфотипами III та IV ($0,13 \pm 0,04$ та $0,13 \pm 0,03$ відповідно), найнижчі – у пацієнтів з морфотипом I ($0,10 \pm 0,02$). Окрім того, збільшення варусного відхилення осі нижньої кінцівки асоційовано зі зниженням ширини міжвиросткової вирізки стегнової кістки ($\tau = +0,21$; $p = 0,002$), що вказує зменшення простору для передньої схрещеної зв'язки та вищий ризик її ушкодження.

Отримані результати узгоджуються з відомими літературними даними щодо зв'язку між звуженням міжвиросткової щілини та вищим ризиком розвитку нестабільності в колінному суглобі та пошкодження передньої схрещеної зв'язки. Зокрема у дослідженні Barnum et al. [11] встановлено, що збільшення кута α та наявність вузької міжвиросткової вирізки стегнової кістки типу A є незалежними факторами ризику безконтактного ушкодження передньої схрещеної зв'язки. Кут α вимірювали як кут, утворений між повздовжньою віссю стегнової кістки і лінією, дотичною до лінії Блюментала. Тип вирізки стегнової кістки оцінювали на аксіальних зображеннях та характеризували як A, U або W-профіль. Дослідники встановили, що у жінок травма передньої схрещеної зв'язки достовірно пов'язана зі збільшенням показників кута α (відношення шансів (OR) = 1,82; $p = 0,001$), нахилу плато великогомілкової кістки (OR = 1,25; $p = 0,022$) та товщини передньо-медіального виступу міжвиросткової вирізки стегнової кістки (OR = 3,36; $p = 0,027$). Окрім того, збільшення кута α було найбільш значущим предиктором пошкодження передньої схрещеної зв'язки і у чоловіків (OR = 2,19; $p = 0,010$). Автори праці відзначили простоту вимірювання кута α та доцільність його застосування як скринінгового інструменту у клінічній практиці.

Значущої відмінності індексу tICN між морфотипами не доведено ($p = 0,17$), що свідчить про відносну стабільність досліджуваних параметрів великогомілкової кістки незалежно від ступеня деформації або перебігу дегенеративного процесу. Відсутність значу-

щого кореляційного зв'язку між значеннями tICN та FTA ($\tau = +0,08$; $p = 0,27$) додатково підтверджує його меншу клінічну чутливість.

Аналізуючи зміни кута TIA у сформованих групах, варто відмітити тенденцію до поступового зниження значень кута зі збільшенням варусного відхилення осі нижньої кінцівки у обстежених з морфотипами IV, III та II ($163,50 \pm 2,28^\circ$, $161,33 \pm 4,33^\circ$ та $160,21 \pm 4,19^\circ$ відповідно) та збільшення показника у осіб з морфотипом I ($163,90 \pm 5,00^\circ$). Збільшення значень кута TIA у пацієнтів з морфотипом I, очевидно, обумовлено руйнуванням хрящової та кісткової тканини опорного виростка великогомілкової кістки на додачу до варусного відхилення осі нижньої кінцівки.

Зміни показника кута FIA у обстежених подібні до тих, які спостерігали у великогомілковій кістці. Суттєве зниження показника кута FIA у обстежених з морфотипом I вказує на руйнування хрящової та кісткової тканини опорного виростка стегнової кістки. Таким чином, у пацієнтів з морфотипом I структурні зміни опорного виростка стегнової кістки аналогічні до тих, які виникають у великогомілковій, що свідчить про системне залучення обох компонентів медіального компартменту суглоба в патологічний процес.

Отримані результати узгоджуються з даними відомих досліджень, підтверджуючи значення індивідуального підходу в оцінці морфології колінного суглоба. Особливості геометрії колінного суглоба суттєво варіюють між індивідуумами та мають потенційний вплив як на розподіл навантаження, так і на стан зв'язкового апарату. Морфотип-специфічна оцінка індексів є перспективним напрямом для уточнення клінічної діагностики, прогнозування ризику прогресування остеоартриту колінного суглоба та формування індивідуалізованих стратегій лікування.

Висновки

Таким чином, доведено значущу варіативність допоміжних морфологічних індикаторів геометрії колінного суглоба при остеоартриті з урахуванням морфотипу, визначеного за власною кластерною системою. Дегенеративно-дистрофічні зміни колінного суглоба у обстежених з морфотипами II, III та IV зумов-

лені переважно варусним відхиленням осі нижньої кінцівки, натомість у осіб з морфотипом I – переважно руйнуванням хрящової та кісткової тканини опорних виростків стегнової та великогомілкової кістки. Збільшення варусної деформації у обстежених асоційовано з більш вираженими внутрішньосуглобовими порушеннями внаслідок перевантаження медіального відділу суглоба, а також звуженням міжвиросткової вирізки стегнової кістки та вищим ризиком пошкодження передньої схрещеної зв'язки.

Отримані дані свідчать про доцільність використання морфологічних індикаторів геометрії колінного суглоба для оцінки ризику прогресування остеоартриту та планування індивідуалізованих підходів до лікування. Включення морфотипування у комплексну оцінку пацієнтів з остеоартритом сприятиме більш точній стратифікації ризиків і вдосконаленню ортопедичних втручання з дотриманням принципів персоналізації.

Фінансування

Дане дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів

Авторка декларує відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Дослідження виконували з дотриманням етичних принципів Гельсінкської декларації Всесвітньої медичної асоціації – Етичні принципи медичних досліджень за участю людини (Сьомий перегляд, жовтень 2013 року),

Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (4 квітня 1997 року), чинних національних етичних стандартів України і затверджено Комітетом з біоетики Медичного центру «Angels Clinic», м. Вінниця (Протокол № 5 від 17.07.2025 р.). Усі учасники були поінформовані щодо участі у дослідженні, що засвідчено письмовими інформованими згодами. Для забезпечення конфіденційності персональні дані обстежених хворих були знеособлені.

Використання III

Під час підготовки цього рукопису III-інструменти не використовувалися.

Внесок авторів

Author Contributions (CRediT taxonomy)

1. Conceptualization: Liubov Kylymniuk (ORCID: [0000-0003-0170-8708](https://orcid.org/0000-0003-0170-8708));
2. Methodology: Liubov Kylymniuk;
3. Software: Liubov Kylymniuk;
4. Validation: Liubov Kylymniuk;
5. Formal Analysis: Liubov Kylymniuk;
6. Investigation: Liubov Kylymniuk;
7. Resources: Liubov Kylymniuk;
8. Data Curation: Liubov Kylymniuk;
9. Writing – Original Draft Preparation: Liubov Kylymniuk;
10. Writing – Review & Editing: Liubov Kylymniuk;
11. Visualization: Liubov Kylymniuk;
12. Supervision: Liubov Kylymniuk;
13. Project Administration: Liubov Kylymniuk;
14. Funding Acquisition: Liubov Kylymniuk.

ЛІТЕРАТУРА

1. Van Oevelen A, Van den Borre I, Duquesne K, Pizurica A, Victor J, Nauwelaers N, et al. Wear patterns in knee OA correlate with native limb geometry. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022;10:1042441. doi:10.3389/fbioe.2022.1042441.
2. Hunter DJ, March L, Chew M. Osteoarthritis in 2020 and beyond: A lancet commission. *Lancet.* 2020;396:1711–2. doi:10.1016/s0140-6736(20)32230-3.
3. Boer CG, Hatzikotoulas K, Southam L, Stefánsdóttir L, Zhang Y, Coutinho de Almeida R, et al. Deciphering osteoarthritis genetics across 826,690 individuals from 9 populations. *Cell.* 2021;184(18):6003–5.e17. doi:10.1016/j.cell.2021.11.003.
4. Nelson AE, Keefe TH, Schwartz TA, Callahan LF, Loeser RF, Golightly YM, et al. Biclustering reveals potential knee OA phenotypes in exploratory analyses: Data from the Osteoarthritis Initiative. *PLoS One.* 2022;17(5):e0266964. doi:10.1371/journal.pone.0266964.
5. Altamirano S, Jansen MP, Oberski DL, Eijkemans MJC, Mastbergen SC, Lafeber FPJG, et al. Identifying multivariate disease trajectories and potential phenotypes of early knee osteoarthritis in the CHECK cohort. *PLoS One.* 2023;18(7):e0283717. doi:10.1371/journal.pone.0283717.

6. Vongsirinavarat M, Nilmart P, Somprasong S, Apinonkul B. Identification of knee osteoarthritis disability phenotypes regarding activity limitation: a cluster analysis. BMC Musculoskelet Disord. 2020;21(1):237. doi:10.1186/s12891-020-03260-y.
7. Roemer FW, Jarraya M, Collins JE, Kwoh CK, Hayashi D, Hunter DJ, et al. Structural phenotypes of knee osteoarthritis: potential clinical and research relevance. Skeletal Radiol. 2023;52(11):2021–30. doi:10.1007/s00256-022-04191-6.
8. Graichen H, Lekkresuwana K, Eller K, Grau T, Hirschmann MT, Scior W. A single type of varus knee does not exist: morphotyping and gap analysis in varus OA. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2022;30(8):2600–8. doi:10.1007/s00167-021-06688-4.
9. Cassar-Pullicino VN, Davies AM, editors. Measurements in musculoskeletal radiology. Berlin: Springer; 2020. 860 p. doi:10.1007/978-3-540-68897-6.
10. Kylymniuk LO, Matsipura MM, Iaremyn SIu. Clustering of knee joint types affected by the degenerative-dystrophic process. Ukr Med J. 2025;168(2):117–22. doi:10.32471/umj.1680-3051.264438.
11. Barnum MS, Boyd ED, Vacek P, Slauterbeck JR, Beynon BD. Association of geometric characteristics of knee anatomy (Alpha Angle and Intercondylar Notch Type) with noncontact ACL injury. Am J Sports Med. 2021;49(10):2624–30. doi:10.1177/03635465211023750.

Characteristics of Auxiliary Morphotype-Specific Morphological Indicators of Knee Joint Geometry in Osteoarthritis

Liubov Kylymniuk

Medical Center “Angels Clinic”, Vinnytsia, Ukraine

Address for correspondence:

Liubov Kylymniuk

ortho.vnm@gmail.com

Abstract: Knee osteoarthritis represents a significant global medical and social challenge. **Objective:** To characterize auxiliary morphological indicators of knee joint geometry in osteoarthritis, with consideration of morphotypes identified using a proprietary clustering system. Radiographic data from 100 cases of medial knee degenerative-dystrophic disease were analyzed. The study included 70 patients (26 (37.14 %) men and 44 (62.86 %) women) with a mean age of 63.56±8.10 years. Degenerative changes were assessed on standard weight-bearing anteroposterior radiographs of the knees. The following radiographic parameters were evaluated: MLSR (Medial-Lateral Joint Space Ratio), fICN (Femoral Intercondylar Notch Index), tICN (Tibial Intercondylar Notch Index), TIA (Tibial Intercondylar Angle), FIA (Femoral Intercondylar Angle), and FTA (Femorotibial Angle). According to the clustering system, four morphotype groups were identified: morphotype I in 21 patients (21.00 %), morphotype II – 38 (38.00 %), morphotype III – 29 (29.00 %), and morphotype IV – 12 (12.00 %). Statistical analysis was conducted using Statistica 13, with significance set at $p \leq 0.05$. The average MLSR index for morphotype I was 0.19 ± 0.12 , for morphotype II – 0.34 ± 0.24 , for morphotype III – 0.44 ± 0.32 , and for morphotype IV – 0.67 ± 1.06 ($p = 0.0008$). The mean fICN value was 0.10 ± 0.02 in morphotype I, 0.11 ± 0.03 in morphotype II, 0.13 ± 0.04 in morphotype III, and 0.13 ± 0.03 in morphotype IV ($p = 0.007$). The mean tICN was 0.07 ± 0.04 in morphotype I, 0.06 ± 0.02 in morphotype II, 0.07 ± 0.03 in morphotype III, and 0.07 ± 0.02 in morphotype IV ($p = 0.17$). TIA values were $163.90 \pm 5.00^\circ$ for morphotype I, $160.21 \pm 4.19^\circ$ for morphotype II, $161.33 \pm 4.33^\circ$ for morphotype III, and $163.50 \pm 2.28^\circ$ for morphotype IV ($p = 0.04$). FIA values were $201.57 \pm 2.27^\circ$ in morphotype I, $204.37 \pm 4.13^\circ$ in morphotype II, $203.79 \pm 5.05^\circ$ in morphotype III, and $204.75 \pm 5.26^\circ$ in morphotype IV ($p = 0.03$). An increase in varus deformity was associated with more pronounced intra-articular alterations due to medial compartment overload ($\tau = +0.28$, $p = 0.00004$), as well as narrowing of the femoral intercondylar notch and a higher risk of anterior cruciate ligament injury ($\tau = +0.21$, $p = 0.002$).

Changes in TIA and FTA observed in morphotypes II, III, and IV were primarily due to varus alignment of the limb axis, while in morphotype I, they were mainly attributed to degradation of the cartilage and subchondral bone of the femoral and tibial condyles. These findings emphasize the importance of considering individual anatomic and morphologic characteristics for a more accurate assessment of risks and prediction of knee osteoarthritis progression.

Keywords: [Anatomy](#), [Tibia](#), [Osteoarthritis](#), [Femur](#), [Joints](#), Lower Extremity Deformities, Morphometrics.



Copyright: © 2025 by the authors; licensee USMYJ, Kyiv, Ukraine.
This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).