

УДК 617.58-089.22-073.5:004

## Методика оцінки геометричних параметрів нижніх кінцівок хворих на деформівний артроз за допомогою комп'ютерної оптичної системи під час ортезування

**М. Т. Ковалько, В. С. Качер, О. В. Гадяцький, Л. К. Роман, І. М. Василенко, Р. О. Бобошко**

Український НДІ протезування, протезобудування та відновлення працездатності, Харків  
ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

*The use of the optical computer system, designed at the Ukrainian Research Institute of Prosthetics, Prosthesis Making and Working Capacity Restoration for estimation of geometric parameters of the lower extremities by their photo, makes it possible to objectively assess results of using orthoses of the lower extremities with a high accuracy.*

*Применение разработанной в УкрНИИ протезирования компьютерной оптической системы для оценки геометрических параметров нижних конечностей по фотоизображению позволяет с большой точностью объективно оценить результаты ортезирования нижних конечностей.*

**Ключові слова:** нижня кінцівка, біомеханічні визначення осі, ортезування, оптична комп'ютерна система

### Вступ

Згідно зі стандартом ISO 8551 [1] ортез повинен запобігати розвитку таких негативних змін нижньої кінцівки, як відхилення її від анатомічної осі, порушення опорної функції, патологічних змін у суглобах та можливо скорегувати й усунути патологічні зміни нижніх кінцівок, які виникли. Тому для ефективності ортезування на різних стадіях лікарю необхідно отримати інформацію про зміни лінійних і кутових параметрів нижніх кінцівок. Оцінюючи результати ортезування, лікар і технік покладаються, головним чином, на клінічне візуальне обстеження та суб'єктивну думку пацієнта, що є важливим, але аж ніяк не достатнім фактором для об'єктивної оцінки ефективності дії ортезу.

*Метою роботи* було створення методик визначення геометричних параметрів нижньої кінцівки і об'єктивне оцінювання результатів ортезування нижніх кінцівок за допомогою комп'ютерної оптичної системи.

### Матеріал та методи

Обстежено 88 хворих (48 чоловіків та 40 жінок) з одностороннім артрозом колінних суглобів. Серед них у віці від 40 до 60 років було 64 особи, а від 61 до 80 — 24. У клініці інституту хворим виготовили залежно від захворювання необхідні ортези на ниж-

ні кінцівки та провели біомеханічні дослідження без ортеза та в ньому за допомогою розробленої оптичної системи оцінювання геометричних параметрів нижніх кінцівок. Система пройшла метрологічну атестацію і має статус засобу вимірювальної техніки [2].

До складу цієї системи входить оптичний аналізатор, який дозволяє одержувати оптичне зображення пацієнта в різних ракурсах, і базометр [3], що використовують для вимірювання величини і координат базового вектора реакції опори кожної кінцівки окремо і загального вектора реакції опори.

Функціональна схема оптичної системи оцінювання геометричних параметрів нижніх кінцівок наведена на рис. 1.

Базометр (1) підключають до персонального комп'ютера (3), використовуючи послідовний інтерфейс RS-232. Цифрову фотокамеру (2) встановлюють на штативі на відстані приблизно 210–260 см від центру базометричної платформи. Висоту встановлення фотокамери обирають таким чином, щоб базометрична платформа знаходилася в нижній частині кадру близько до його нижнього краю.

Позиції встановлення камери позначені на рис. 1 літерами А, В, С і D. Оптичне зображення пацієнта забезпечує цифрова фотокамера «Panasonic DMC-FZ30», яка підключена до комп'ютера. Зображення

пацієнта фіксують спереду та збоку у момент запису параметрів базометрії для синхронізації положення тіла в просторі і характеристик опори. Далі зображення передається в комп'ютер для обробки.

Для дослідження геометричних параметрів нижніх кінцівок ми розробили дві методики. Перша методика дозволила визначити зміни біомеханічної осі кінцівки з використанням під час дослідження оптичних маркерів. Їх прикріплюють безпосередньо на тіло пацієнта в загальноприйнятих в ортопедичній практиці місцях (розпізнавальних точках) вздовж нижньої кінцівки пацієнта відповідно до розташування центрів кульшових, колінних, надп'яtkово-гомількових суглобів у фронтальній площині (рис. 2) [4, 5].

Ця методика трудомістка, особливо в тих випадках, коли маркери потрібно наклеювати на тіло пацієнтів з вираженим ожирінням. Тому ми і розробили комп'ютерну оптичну систему для визначення геометричних параметрів нижньої кінцівки та методику, яка відрізняється від попередньої тим, що маркери ставлять на розпізнавальні точки згідно з отриманим фотозображенням пацієнта (табл. 1) за допомогою комп'ютерної програми.

**Результати та їх обговорення**

Ми провели порівняльні дослідження геометричних параметрів нижніх кінцівок хворих на деформівний артроз колінних суглобів за допомогою першої і другої методик, коли для визначення геометричних параметрів нижньої кінцівки використовували розроблену комп'ютерну оптичну систему.

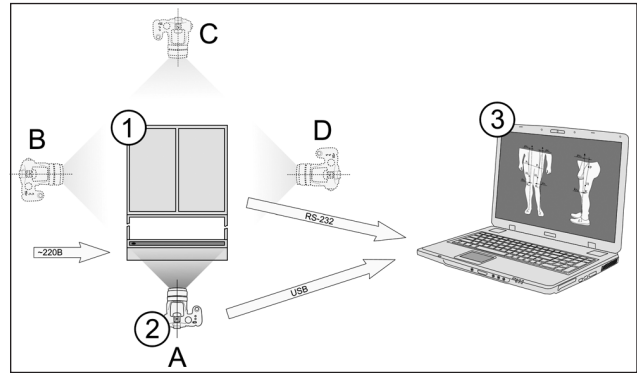


Рис. 1. Функціональна схема оптичної системи оцінювання геометричних параметрів нижніх кінцівок

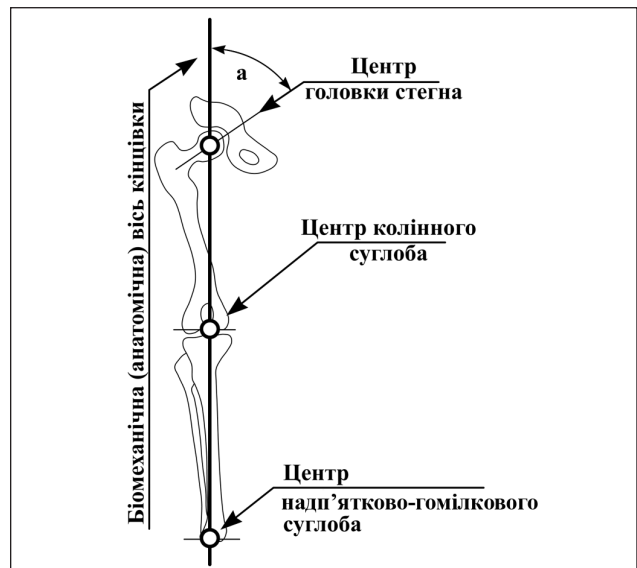


Рис. 2. Біомеханічна вісь нижньої кінцівки

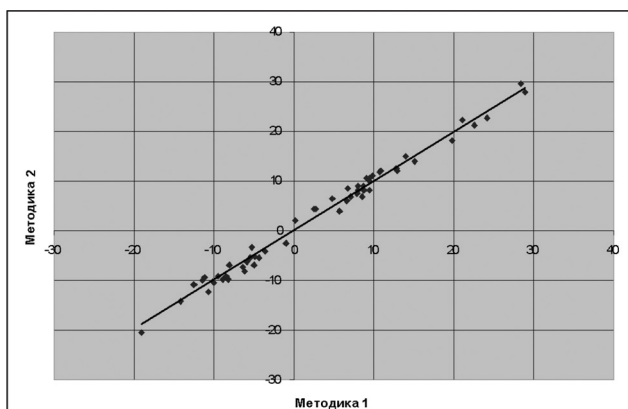
Таблиця 1. Перелік розпізнавальних точок, на які ставлять маркери згідно з фотозображенням

Розпізнавальні точки на тілі людини (фронтальна площина)	
	<p>Викривлення на рівні колінного суглоба: вимірюють як кут між анатомічними осями стегна і гомілки (лініями НК і КА) для лівої і правої кінцівок. Точка Н* — центр горизонтального відрізка, який поєднує контури м'яких тканин кінцівки на рівні межі середньої і нижньої третини стегна. Точка К — центр колінного суглоба. Коли колінна чашка добре контурується, центр визначають по медіальному та нижньому краю колінної чашки (точка К<sub>L</sub>). В інших випадках центр визначають як середину відрізка між самими виступаючими контурами присереднього і бічного виростків (точка К<sub>R</sub>). Точку А відмічають у зоні центру надп'ятково-гомількового суглоба</p>
	<p>Зміщення центру колінного суглоба щодо центру ваги (ЦВ) кінцівки, <math>kx_L</math> і <math>kx_R</math> — це відстань у фронтальній площині між центрами колінних суглобів (точками К<sub>L</sub> і К<sub>R</sub>) і відповідною лінією реакції опори <math>f_L</math> або <math>f_R</math> кінцівки. Зміщення центру кульшового суглоба від ЦВ кінцівки визначають відстанню у фронтальній площині між центрами лівого (P<sub>L</sub>) і правого (P<sub>R</sub>) кульшового суглоба і лініями реакції опори <math>f</math> кожної кінцівки. Центр кульшового суглоба Р відмічають на місці перетину вісі стегна і лінії між лівим і правим контурами великих вертлюгів</p>

Примітка. Точки Н відмічають відповідно до методики клінічного обстеження ортопедичних хворих [5], де лікар під час вимірювання викривлення на рівні колінного суглоба звичайним кутоміром розташовує верхню гілку вздовж середини стегна

**Таблиця 2.** Результати дослідження геометричних параметрів нижніх кінцівок хворих на деформівний артроз колінних суглобів, отриманих за допомогою комп'ютерної оптичної системи

Контингент хворих, n = 88	Умови проведення дослідження	Величина кута відхилення від біомеханічної осі нижньої кінцівки $M \pm m$ , град			
		Методика 1		Методика 2	
		Ушкоджена кінцівка	Здорова кінцівка	Ушкоджена кінцівка	Здорова кінцівка
Пацієнти на деформівний однобічний артроз колінного суглоба	Без ортеза	15,9 ± 0,81	2,1 ± 0,32	15,1 ± 0,52	1,8 ± 0,56
	В ортезі	8,7 ± 0,54	1,8 ± 0,27	8,9 ± 0,42	1,1 ± 0,45



**Рис. 3.** Діаграма розсіювання величини кута викривлення осі ушкодженої кінцівки на рівні колінного суглоба для хворих на деформівний артроз за розробленими методиками

Результати дослідження наведено в табл. 2, де  $M$  — середнє арифметичне,  $m$  — похибка середнього арифметичного.

Результати, які наведено в табл. 2, свідчать, що показники вимірювань біомеханічної осі кінцівок, отримані із застосуванням першої методики, коли оптичні маркери наклеюють безпосередньо на тіло пацієнта, і другої методики, коли маркери розставляють на розпізнавальні точки згідно з фотозображенням, близькі за своїми значеннями. Здебільшого показники вимірювань за двома методиками від-

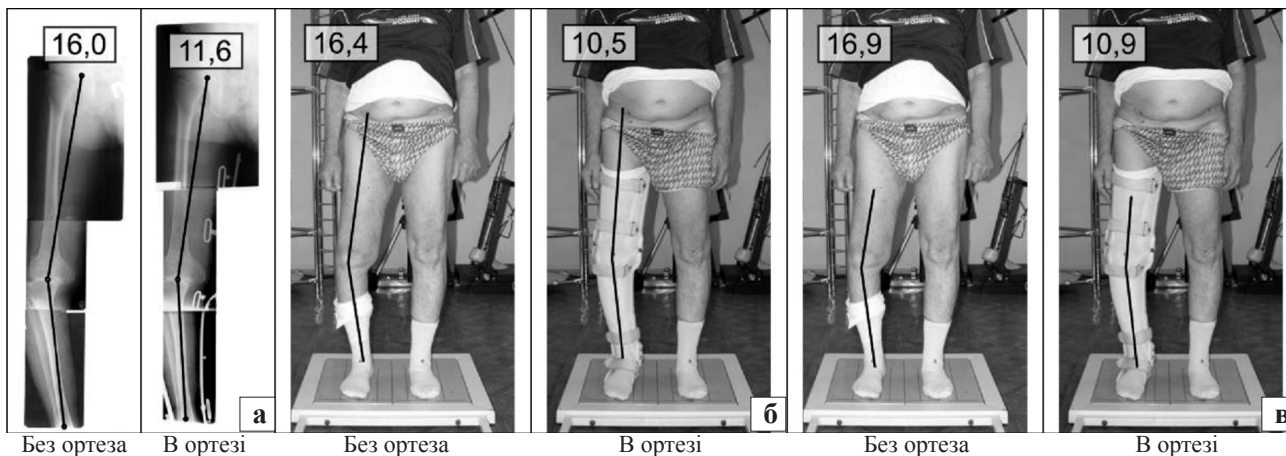
різняються незначно, розбіжність складає від 0,5 до 1,0°. Статистична обробка отриманих даних показала високий коефіцієнт кореляції результатів досліджень за обома методиками, який дорівнює 0,99431 (рис. 3).

Для ілюстрації можливостей різних методів вимірювань викривлення нижньої кінцівки подаємо фотографії та рентгенограми пацієнта С. з деформівним артрозом правого колінного суглоба (рис. 4).

Похибка вимірювання зміни кутів викривлення колінних суглобів за допомогою рентгенографії першої та другої методик незначна. Але, враховуючи негативний вплив променевого навантаження під час рентгенодіагностики та зазначені складнощі з наклеюванням маркерів безпосередньо на тіло пацієнта (за першою методикою), доцільніше під час ортезування хворих на деформівний артроз колінних суглобів застосовувати методику оцінки геометричних параметрів нижніх кінцівок за фотозображенням.

## Висновки

Використання розробленої комп'ютерної оптичної системи та методики оцінки геометричних параметрів нижніх кінцівок за фотозображенням дає можливість отримати лікарю і техніку-протезисту об'єктивну інформацію про зміни лінійних і кутів



**Рис. 4.** Визначення кутів викривлення нижньої кінцівки пацієнта С. з правобічним деформівним варусним артрозом колінного суглоба за допомогою: рентгенографії (а), маркерів на тілі пацієнта (б), по фотозображенню (в)

вих параметрів нижніх кінцівок під час ортезування хворих на деформівний артроз та визначити ефективність застосування технічного засобу реабілітації. Методика характеризується точністю та простотою виконання.

### Список літератури

1. ISO 8551. Протезирование и ортезирования. Функциональные недостатки. Описание человека, которого лечат с помощью ортеза, клинические цели лечения и функциональные требования к ортезу. — Введ. 2003-08-15. — С. 10.
2. Свідоцтво про державну метрологічну атестацію № 03-0169 від 29 листопада 2010 р. «Оптична система оцінки геометричних параметрів нижніх кінцівок», ХК 001, 2010 р.
3. Пат. № 54139 А, Україна, МПК А61В5/103. Пристрій для оцінки стійкості і опороздатності людини / Салеева А. Д., Качер В. С., Гадяцький О. В. та ін.; заявник і патентовласник Науково-дослідний інститут протезування, протезобудування та відновлення працездатності. — № 2002054224; Заявл. 23.05.02; Опубл. 11.02.2003. — Бюл. № 2.
4. Руководство ортопеда-техника / Под ред. Зеп Хайм. — Эмборн.: Общество по техническому сотрудничеству Германии. — Даг-Хаммерскайелд, 1991. — 324 с.
5. Маркс В. О. Ортопедическая диагностика / В. О. Маркс. — Практическое руководство. — Прогресс, 2001. — 512 с.

Стаття надійшла до редакції 30.05.2012

## ДО УВАГИ СПЕЦІАЛІСТІВ

**ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» проводить післядипломну підготовку лікарів-іноземців у клінічній ординатурі та у формі стажування за спеціальністю «Ортопедія і травматологія», на курсах інформації та стажування з актуальних питань ортопедії та травматології (ліцензія Міністерства освіти і науки України від 01.11.2010 р. №529881)**

### Курси інформації та стажування для лікарів-спеціалістів

№	Назва курсів	Керівник курсів
1	Хірургічні та консервативні методи лікування хворих з патологією суглобів	Проф. В.А. Філіпенко
2	Ендопротезування великих суглобів	Проф. В.А. Філіпенко
3	Хірургічні та консервативні методи лікування дітей з ортопедичною патологією	Д.м.н. С.О. Хмизов
4	Сколіотична хвороба, хірургічні та консервативні методи лікування	Д.м.н. С.О. Хмизов
5	Хірургічні та консервативні методи лікування хворих з патологією хребта	Проф. В.О. Радченко
6	Мануальна терапія в комплексному лікуванні хворих з патологією хребта	Проф. В.О. Радченко
7	Хірургічні та консервативні методи лікування травматичних ушкоджень кістково-м'язової системи	Проф. М.О. Корж
8	Реконструктивно-відновлювальна хірургія опорно-рухової системи в разі наслідків травм та ортопедичних захворювань	Проф. М.О. Корж
9	Лабораторні методи дослідження в ортопедії та травматології (клініко-діагностичні, біохімічні, морфологічні, імунологічні)	Проф. Н.В. Дедух К.б.н. Ф.С. Леонтєва
10	Патологія стопи, її профілактика, лікування та протезно-ортопедичне забезпечення	Проф. Д.О. Яременко
11	Немедикаментозні методи лікування в ортопедії та травматології	Проф. В.І. Маколінець
12	Лікувально-профілактичне експрес-ортезування та експрес-протезування опорно-рухової системи	Доц. О.А. Диннік І.Б. Тимченко
13	Артроскопічна діагностика та лікування патології великих суглобів	К.м.н. П.В. Болховітін
14	Хірургічні та консервативні методи лікування дітей з патологією кульшового суглоба	К.м.н. О.І. Корольков
15	Післяізотрична релаксація і масаж в ортопедії та травматології	К.м.н. В.А. Стауде