

# ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТА РУЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КОРТИКАЛЬНОГО ІНДЕКСУ СТЕГНОВОЇ КІСТКИ У ДІТЕЙ РАНЬОГО ВІКУ ЗА РЕНТГЕНОЛОГІЧНИМИ ДАНИМИ

Арсенідзе Т.О.<sup>1</sup>, Аврунін О.Г.<sup>2</sup>, Авер'янова Л.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківська медична академія післядипломної освіти

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки

**РЕЗЮМЕ.** Метою дослідження було порівняння результатів автоматизованого і ручного визначення кортикального індексу (КІ) стегнової кістки у дітей раннього віку за рентгенологічними даними. Для цього були проаналізовані рентгенограми стегна у прямій проекції дітей віком до 3 років із підозрою на травму або диспластичні зміни кісток, без виявленої патології. Ручне вимірювання КІ проводилось лікарем на рентгенограмах за допомогою лінійки. Ті самі рентгенограми аналізувались за допомогою розробленого нами розрахунково-графічного забезпечення (Патент України на корисну модель № 105663 від 25.03.2016 р.). Після порівняння результатів візуального та програмного вимірювань КІ стегнової кістки у дітей раннього віку встановлено, що середні показники КІ, вимірювані візуально, більші, за ці ж показники, виміряні програмно. Таким чином, на сьогодні необхідно розробити вікову нормативну базу показників КІ для програмного розрахунково-графічного забезпечення для різних кісток у дітей, оскільки її використання дозволяє об'єктивно проводити вимірювання рентгеноморфометричних показників.

**Ключові слова:** автоматизоване визначення кортикального індексу, ручне визначення кортикального індексу, стегнова кістка, діти раннього віку.

## ВСТУП

Актуальність проблеми остеопорозу в педіатричній практиці визначається тим, що прогресивне збільшення числа хворих у популяції відбувається не тільки за рахунок "старіння" населення, а й унаслідок "омолодження" захворювання [2, 6].

Тривалий час остеопороз вважався захворюванням виключно старшої вікової групи, проте останнім часом з'являється все більше даних, які свідчать про те, що виникнення остеопорозу у дорослих нерозривно пов'язано з особливостями формування і мінералізації кісткового скелета у дітей, тому думка про те, що остеопороз — проблема, яка стосується тільки дорослих, втратила свою актуальність [1, 3, 4, 7].

Для діагностики остеопорозу широко використовують різні морфометричні індекси, найбільш поширені з них індекси Barnett — Nordin, Exton, Рохліна, «остеопоротичний індекс» та ін.

Індекс Barnett – Nordin, або метакарпальний індекс, запропонований авторами в 1960 р., розраховують за рентгенограмами кистей: на другій метакарпальній кістці лівої кисті у най-

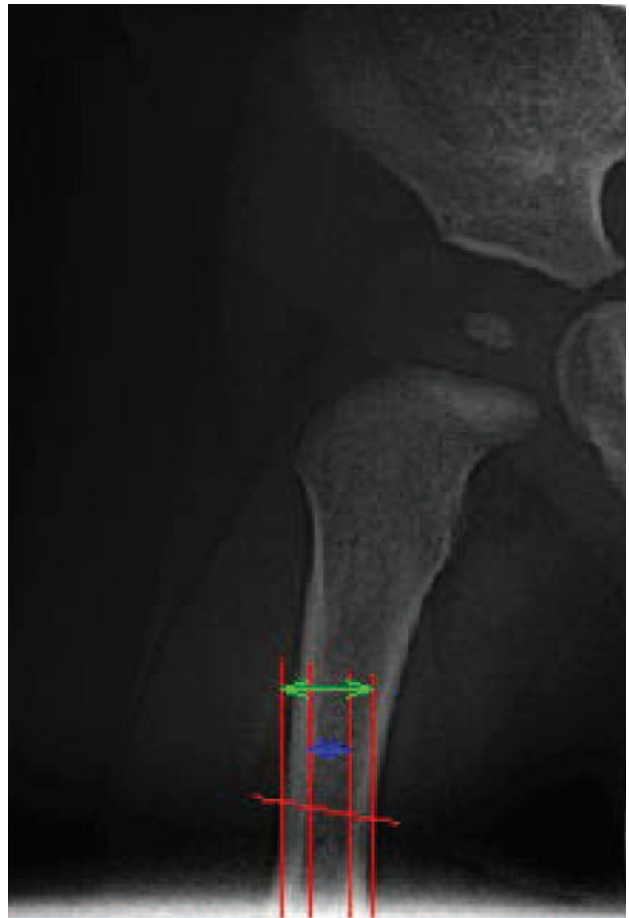
вужчому місці медулярної порожнини (або посередині кістки) вимірюють загальну ширину (діаметр) та ширину (діаметр) медулярної порожнини. Індекс обчислюють за спеціальною формулою: відношення кортикального шару до товщини кістки (індекс можна визначати або в абсолютних цифрах, або у відсотках). Подібний індекс, який зараз називають кортикальним, можна виміряти і в інших кістках. Наприклад, для стегнової кістки виміри кортикального індексу (КІ) у дорослих виконують приблизно на 10 см нижче від малого вертлюга. У здорових людей індекс п'ясткової кістки перевищує 50%, стегнової кістки — 54%.

В Україні для оцінки розвитку кісткової тканини у дітей найчастіше використовують звичайну рентгенографію (або конвенційну, або цифрову), доповнену рентгенограмметричними показниками, до яких належать абсолютні вимірювання кісток, а також розроблені на їх основі відносні показники, серед яких важливе місце посідає КІ.

**Мета** — порівняння результатів автоматизованого і ручного визначення кортикального індексу стегнової кістки у дітей раннього віку за рентгенологічними даними.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Проаналізовано рентгенограми стегна у прямій проекції дітей віком до 3 років, які виконували з підозрою на травму або диспластичні зміни кісток, без виявленої патології. КІ визначався за загальновідомою формулою: відношення сумарної товщини кортикального шару до загального діаметра діяфіза кістки на одному рівні, виражене у відсотках. Всім пацієнтам виміри проводили стандартизовано – в проксимальній частині діяфіза (у дітей до 6 міс. – на 4 см нижче проксимальної точки окостеніння шийки стегнової кістки, що відповідало середині діяфіза, у дітей, старших за 6 міс. – на 4 см нижче від підвертлюгової лінії). Крім цього, ті ж самі рентгенограми аналізувались за допомогою спеціальної комп'ютерної програми. Нами було розроблено розрахунково-графічне забезпечення (Патент України на корисну модель № 105663 від 25.03.2016 р.), яке дозволяє чітко візуалізувати перепад інтенсивності «м'які тканини — кісткові структури» шляхом проведення автоматизованого денситографічного аналізу, заснованого на автоматичній обробці характеристик профілю інтенсивності між двома точками на рентгенограмі. Завдяки цьому зменшується суб'єктивність при визначенні меж кісток та, як наслідок, підвищується точність розрахунку КІ і, таким чином, збільшується точність діагностики остеопорозу. Робота з програмним забезпеченням зводиться до завантаження відповідного зображення у цифровому форматі й інтерактивної вказівки початкової та кінцевої точок траєкторії денситограми (рис. 1). Всі подальші операції проводяться повністю в автоматичному режимі. Згідно з корисною моделлю, вимір геометричних параметрів стегнової кістки виконується за повністю автоматичним алгоритмом, що включає побудову денситограми стегнової кістки на заданому рівні (рис. 2а), усереднення її значень, чисельного розрахунку першої похідної денситограми за координатою (рис. 2б), визначення ділянок денситограми за максимальним градієнтом інтенсивності та вимір характерних розмірів стегнової кістки, таких як зовнішній та внутрішній діаметри стегнової кістки, тобто розрахунок розмірів кортикального шару і кістково-мозкової порожнини кістки, та на їх основі розрахунок КІ. Дана методика проста у виконанні, не вимагає придбання додаткового дорогого устаткування, у зв'язку з чим можливе її широке застосування в медичній практиці.



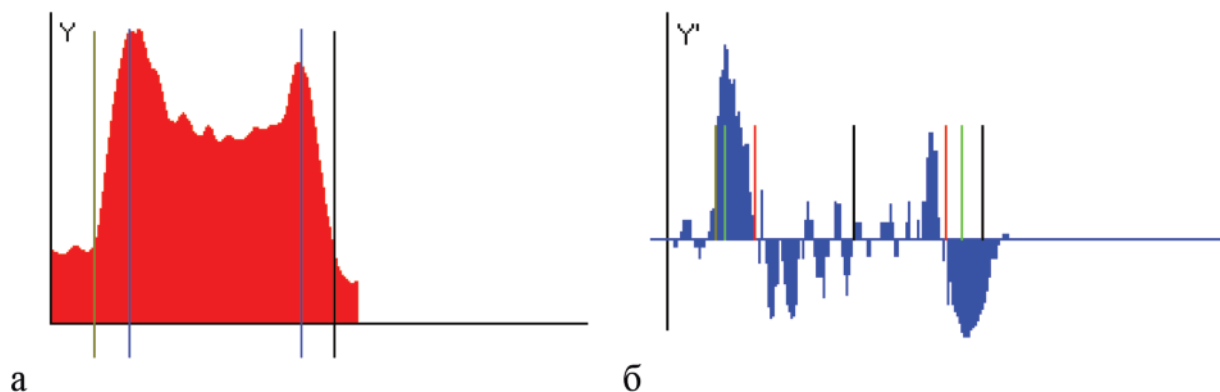
**Рис. 1.** Приклад рентгенограми стегнової кістки в прямій проекції з визначенням рівня дослідження та зовнішніх і внутрішніх меж кортикального шару кістки

Таким чином, автоматичне визначення КІ ґрунтується на знаходженні меж кісткових структур за допомогою автоматизованих детекторів кордонів, реалізованих у спеціалізованих програмних засобах, а ручне — на рентгенівському зображенні інтерактивно фахівцем за допомогою лінійки.

## РЕЗУЛЬТАТИ

Нами були визначені показники КІ стегнової кістки у дітей як візуально, так і за допомогою розрахунково-графічного забезпечення на рентгенограмах проксимального відділу стегнової кістки у прямій проекції. Середні показники КІ наведено в таблиці.

Як видно з таблиці, після порівняння результатів візуального та програмного вимірювань КІ стегнової кістки у дітей раннього віку середні показники КІ, вимірювані візуально, більші за ці ж показники, виміряні програмно. Це можна пояснити тим, що лікар визначає



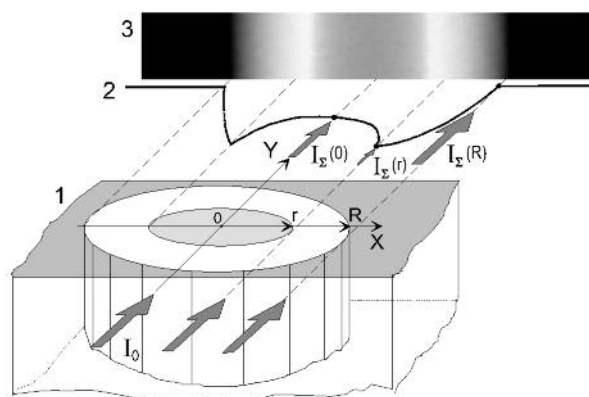
**Рис. 2.** Денситограма стегнової кістки на заданому рівні (а); відповідна похідна денситограми за координатою з визначенням ділянок денситограми за максимальним градієнтом інтенсивності, за якими вимірюються характерні геометричні розміри стегнової кістки (б)

Таблиця

Вік	n	Середні показники КІ, %	
		Візуально	За допомогою розрахунково-графічного забезпечення
до 6 міс.	8	0,59±0,02	0,5587±0,0210
до 1 року	9	0,55±0,08	0,5163±0,0114
1-3 роки	11	0,6±0,01	0,5466±0,0271

розміри кістково-мозкової порожнини як розмір найбільш затемненої ділянки (рис. 3), насправді ж цей розмір не є діаметром кістково-мозкової порожнини, якщо виходити з того, що кістка має однопорожнинну структуру [5]. Розроблене ж нами розрахунково-графічне забезпечення визначає розміри порожнини за екстремумами денситограми, які відповідають межі кортикального шару, де очікується найбільше поглинання рентгенівського випромінювання, тобто визначається справжній розмір кістково-мозкової порожнини. Хоча різниця між цими двома розрахунками існує, але правомірно використовувати як один так і другий розрахунок, необхідно лише врахувати, що зміщується діапазон норми.

Таким чином, на сьогодні нам необхідно розробити вікову нормативну базу показників КІ для програмного розрахунково-графічного забезпечення для різних кісток у дітей, оскільки її використання дозволяє об'єктивно проводити вимірювання рентгеноморфометричних показників. Необхідно пам'ятати, що кількісні



**Рис. 3.** Проходження рентгенівського випромінювання через досліджуваний об'єкт з одержанням його рентгенівського зображення: 1 – модель досліджуваного об'єкта; 2 – денситограма об'єкта; 3 – рентгенівське зображення об'єкта.

показники залежать від якості рентгенограми, тому необхідно їх перевіряти за допомогою побудови гістограми.

## ВИСНОВОК

Використання технічних засобів у процесі аналізу рентгенограм і моніторингу структурно-функціонального стану кісткової тканини, особливо в дитячому віці, значно полегшить роботу лікаря-діагноста і дозволить оптимізувати результати досліджень.

Аналіз рентгенівських зображень кісткових структур за допомогою розробленого розрахунково-графічного програмного забезпечення має бути невід'ємною частиною процесу комплексної діагностики структурного стану кісткової тканини у дітей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Богданова А.В. Оценка факторов риска снижения минеральной плотности кости у школьников г. Казани / А.В. Богданова, Н.Н. Архипова, С.В. Мальцев // Практическая медицина. — 2009. — № 7.
2. Гаприндашвили Е.Г. Факторы риска нарушения костного метаболизма у детей: дис... канд. мед. наук 14.01.08 / Е.Г. Гаприндашвили. — Томск, 2010. — 172 с.

3. Поворознюк В.В. Захворювання кістково-м'язової системи в людей різного віку (вибрані лекції, огляди, статті): У 4 т. / В.В. Поворознюк. — К., 2014.

4. Скрипникова И.А. Возможности костной рентгеновской денситометрии в клинической практике (методические рекомендации) / И.А. Скрипникова, Л.А. Щеплягина, В.Е. Но-виков // Остеопороз и остеопатии. — 2010. — № 2. — С. 26-38.

5. Шармазанова Е.П. Структурно-функциональное состояние костной ткани у детей с травматическими повреждениями опорно-двигательной системы по данным лучевых исследовательских приемов: дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.23 / Е.П. Шармазанова. — К., 2004. — 334 с.

6. Щеплягина Л.А. Костная прочность у детей: известные и неизвестные факты: учебное пособие / Л.А. Щеплягина и др. — М., 2010. — 16 с.

7. Official Positions and Pediatric Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry 2007 / Интернет-ресурс // Режим доступа: <http://www.iscd.org/Visitors/positions/OfficialPositionsText.cfm>. — Date of access: 25.05.2013.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО И РУЧНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРТИКАЛЬНОГО ИНДЕКСА БЕДРЕННОЙ КОСТИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА ПО РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Арсенидзе Т.А.<sup>1</sup>, Аврунин О.Г.<sup>2</sup>, Аверьянова Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковская медицинская академия  
последипломного образования

<sup>2</sup>Харьковский национальный  
университет радиоэлектроники

**РЕЗЮМЕ.** Целью исследования было сравнение результатов автоматизированного и ручного определения кортикального индекса (КИ) бедренной кости у детей раннего возраста по рентгенологическим данным. Для этого были проанализированы рентгенограммы бедра в прямой проекции детей до 3 лет с подозрением на травму или диспластические изменения костей, у которых костная патология не была выявлена. Ручное измерение КИ проводилось врачом на рентгенограммах с помощью линейки. Те же рентгенограммы анализировались с помощью разработанного нами расчетно-графического обеспечения (Патент Украины на полезную модель № 105663 от 25.03.2016 г.). После сравнения результатов визуального и программного измерений КИ бедренной кости у детей раннего возраста установлено, что средние показатели КИ, измеренные визуально, больше, чем эти же показатели, измеренные программно. Таким образом, на сегодняшний день необходимо разработать возрастную нормативную базу показателей КИ для программного расчетно-графического обеспечения для различных костей у детей, поскольку ее использование позволяет объективно проводить измере-

ния рентгеноморфометрических показателей.

**Ключевые слова:** автоматизированное определение кортикального индекса, ручное определение кортикального индекса, бедренная кость, дети раннего возраста.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF AUTOMATED AND MANUAL DEFINITION OF CORTICAL INDEX FOR FEMUR IN INFANTS BY X-RAY DATA

Arsenidze T.O.<sup>1</sup>, Avrunin O.G.<sup>2</sup>, Aver'yanova L.O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kharkiv Medical Academy of Postgraduate  
Education

<sup>2</sup>Kharkiv National University of Radioelectronics

**SUMMARY.** The aim of the study was to compare the results of the automated and manual definition of the cortical index (CI) of the femur in infants by the X-ray data. Hip X-rays of children under 3 years with a suspected injury or dysplastic changes in bone without identified pathology were analyzed. Manual CI measurement was conducted of doctor on the X-ray using metallic ruler. Also those X-rays were analyzed using our developed settlement and graphic software (Patent of Ukraine for utility model № 105663 from 25.03.2016). After comparing the results of visual and software measurement CI of femur in infants, was found that the average CI indicators measured visually higher than the same indicators measured by software. So, today we need to develop age-regulatory framework indicators of CI for settlement and graphic software for different bones in children, because it allows to use objective measurements of X-ray indicators.

**Keywords:** automatic definition of cortical index, manual definition of cortical index, femur, infants.