

УДК 681.3.06.

**Й. Й. Білинський; д. т. н., проф.; А. О. Мельничук; О. В. Мельничук**  
**ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ**  
**ВІЗУАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ПАТОЛОГІЇ КУЛЬШОВОГО**  
**СУГЛОБА ДІТЕЙ**

*Розглянуто найбільш розповсюджені методи діагностування патологій кульшового суглоба у дітей – рентгенографічне та ультразвукове дослідження. Проаналізовано типові діагностичні зображення, виявлено основні недоліки, серед яких обмежений діапазон відтворюваних рівнів яскравості, низький рівень контрастності й різкості зображення, а також наявність високого рівня шумів.*

**Ключові слова:** кульшовий суглоб, рентгенографічне зображення, УЗД-зображення, різкість, контрастність, шум, спекл-шум.

### **Вступ**

Кількість аномалій розвитку та захворювань кульшових суглобів у дітей, таких як: вроджені вивихи, підвивихи, дисплазії, а також паталогії «соха vara», «соха valga» та інші – залишається досить значною. Згідно з даними різних джерел, кількість дисплазій на 1000 дітей складає близько 15, кількість вроджених вивихів стегна на 1000 дітей – 5 – 7 [1, 2]. Постановка правильного й своєчасного діагнозу з подальшим ефективним лікуванням, окрім клінічного обстеження пацієнта, залежить від достовірної інформації, отриманої за допомогою методів візуального спостереження. На ранніх етапах розвитку хвороби проводити лікування значно простіше, це дозволяє в переважній більшості випадків досягнути повного одужання без ускладнень. Відсутність відповідного діагнозу й належного лікування призводить з часом до розвитку тяжких ускладнень, а іноді й до інвалідності. Тому розробка нових діагностичних методик і пристроїв є актуальним завданням ранньої діагностики патологій кульшових суглобів. При цьому витрати на розробку діагностичних методів і засобів значно менші за витрати на тривале лікування й державні дотації з інвалідності.

### **Аналіз попередніх джерел**

Серед наявних методів діагностики найрозповсюдженіші – рентгенографія та ультразвукова (УЗ) діагностика. Інші типи обстеження – магнітно-резонансна томографія й комп'ютерна томографія – занадто дорогі й важкодоступні, тому майже не використовуються для діагностування вищезгаданих патологій у дітей [1 – 3].

На сьогодні в лікувальних закладах України обстеження часто проводиться на застарілому обладнанні, що надзвичайно ускладнює процес постановки коректного діагнозу. Позитивним є досвід організації ортопедо-травматологічних служб країн Західної Європи та США, де проводиться обов'язкове скринінг-обстеження всіх дітей віком до 3 місяців, який полягає у використанні ультразвукових діагностичних апаратів.

Рентгенографічне обстеження є основним і обов'язковим методом діагностики дисплазій, підвивихів, вродженого вивиху стегна й інших захворювань кульшових суглобів у дітей. Принцип обстеження полягає в отриманні зображення проекції суглобів на горизонтальну площину для подальшого аналізу. Існує велика кількість схем для визначення за рентгенограмами правильного розташування кісток, що формують кульшовий суглоб. Найбільш розповсюджені – схема Хільгенрайнера – Ерлахера та схема Омбредана – Перкінса, мета яких – визначення довжин ліній і кутів між ними, проведених через характерні точки. Важливою ознакою дисплазії на зображенні є пізня поява ядер окостеніння голівок стегнових кісток. За отриманими даними встановлюється діагноз і

призначається лікування [3].

### Мета роботи

Метою роботи є огляд методів візуального діагностування патології кульшового суглоба дітей, які найширше використовуються на практиці, і аналіз їхньої інформативності.

### Матеріали та методи досліджень

Рентгенографічний метод обстеження використовується як засіб контролю адекватності лікувальних заходів. Достовірність даних залежить від правильної техніки рентгенографії – правильного положення таза під час зйомки й напрямку центрального променя. Під час оцінки правильності ходу центрального променя й правильності положення таза використовують метод побудови контрольних паралелей і метод побудови контрольної дуги замикаючого отвору. Під час рентгено-анатомічної оцінки кульшових суглобів необхідно враховувати всі неточності проекції [4].

Беззаперечною перевагою рентгенографічного аналізу є висока точність у порівнянні з УЗ дослідженням. Проте разом із тим це діагностування має також суттєвий недолік – високий ступінь опромінення шкідливими рентген-променями, що ускладнює використання цього методу для діагностування дітей віком до 1 місяця, а також унеможливує повторне обстеження в разі необхідності, оскільки одне рентгенографічне обстеження кульшових суглобів у дітей проводиться при променевому навантаженні 0,4 мЗв, а допустима річна доза променевого навантаження складає 1 мЗв. Тобто лікар-ортопед має можливість провести рентгенографічне обстеження не більше двох разів, що інколи недостатньо, а враховуючи те, що можливі інші захворювання внутрішніх органів і переломи кісток теж потребують термінового рентгенографічного обстеження, кількість обстежень може бути ще меншою. У випадку використання плівкового рентген-апарата, внаслідок чутливості плівки до дії різних механічних сил, можлива поява дефектів, що ускладнює інтерпретацію зображення [5]. Отже, отримання максимально можливої кількості інформації з одного знімка є пріоритетним завданням.

*Ультразвукове дослідження* кульшових суглобів проводиться з використанням лінійного сенсора з частотою роботи 5,0 чи 7,5 МГц. Оптимально інформативне зображення отримується під час встановлення площини сканування паралельно до поперекового відділу хребта й розміщення сенсора якомога ближче до середньої лінії суглоба в проекції великого вертела. При цьому виконують щонайменше дві якісних сканограми кожного суглоба для подальшого порівняння [6]. На отриманому зображенні через характерні точки відкладаються лінії та вимірюються кути, за якими робиться висновок про наявність чи відсутність патології.

У порівнянні з рентгенографічним обстеженням УЗД є нешкідливим методом, тому УЗ обстеження рекомендується проводити навіть дітям віком 4 – 6 тижнів. УЗ діагностування дозволяє оцінити патології суглоба, але разом з тим не дає змоги визначити точні геометричні параметри.

Ультразвукове дослідження дає обмежену інформацію про взаємне розташування суглобів, тому його діагностична цінність досить обмежена. Цей вид діагностики вимагає високої кваліфікації лікаря, оскільки невдале розміщення сенсора (недотримання вимог розміщення пацієнта, неправильна фіксація тощо) може призвести до значної похибки. Крім того під час вимірювання характерних кутів суглоба може бути допущена значна похибка, що зумовлено людським фактором і в цілому низькою чіткістю зображення [7]. Але при цьому УЗ діагностування може багаторазово використовуватися для контролю за ходом лікування.

Для аналізу обрано типові зображення, отримані з апарата УЗД та рентген-апарата, які використовуються в міській дитячій поліклініці № 1 м. Вінниці.

Рентгенографічне зображення кульшового суглоба, отримане з плівкового

рентгенографічного апарата, наведене на рис. 1а. Гістограма яскравості чітко показує обмежений діапазон відтворюваних яскравостей, що пов'язано з недосконалістю самого методу дослідження (див. рис. 1б). Це спричиняє низький рівень контрасту – найрозповсюдженіший дефект рентгенограм, що утруднює попередню обробку такого зображення й визначення геометричних параметрів досліджуваних об'єктів. Для зручного сприйняття на гістограмі яскравості зображення повинні бути два піки – власне об'єкт і фон, причому різниця значень яскравостей має бути значною. На досліджуваних зразках помітно високу щільність інтенсивностей в області високих градацій сірого, водночас, низькі градації сірого майже відсутні, також не проглядаються характерні піки щільності інтенсивностей об'єкта й фону, тому деталі зображення зливаються з фоном, що суттєво ускладнює виявлення контурів об'єктів. Наведено переріз інтенсивності зображення, на якому чітко проглядається адитивний шум, що також ускладнює інтерпретацію зображення (див. рис. 1 в).

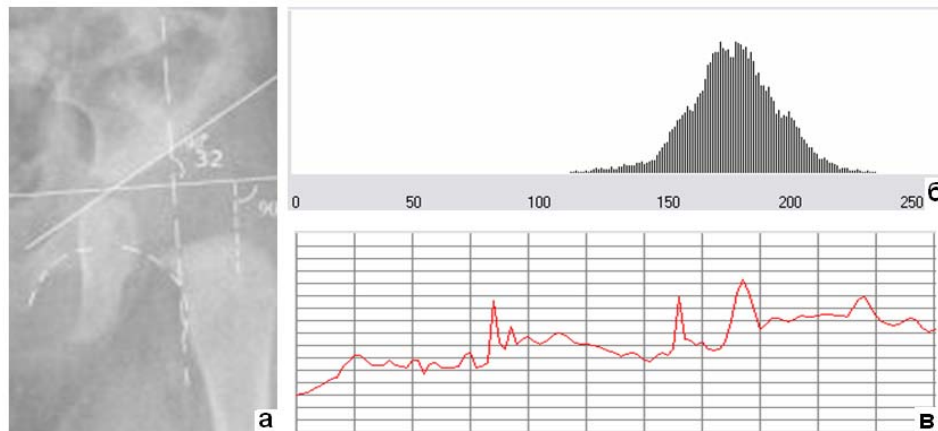


Рис. 1. Дослідження кульшового суглоба на аналоговому рентгенографічному апараті:  
а) типове зображення; б) гістограма яскравості;  
в) переріз з інтенсивності зображення, отриманого від рентген-апарата

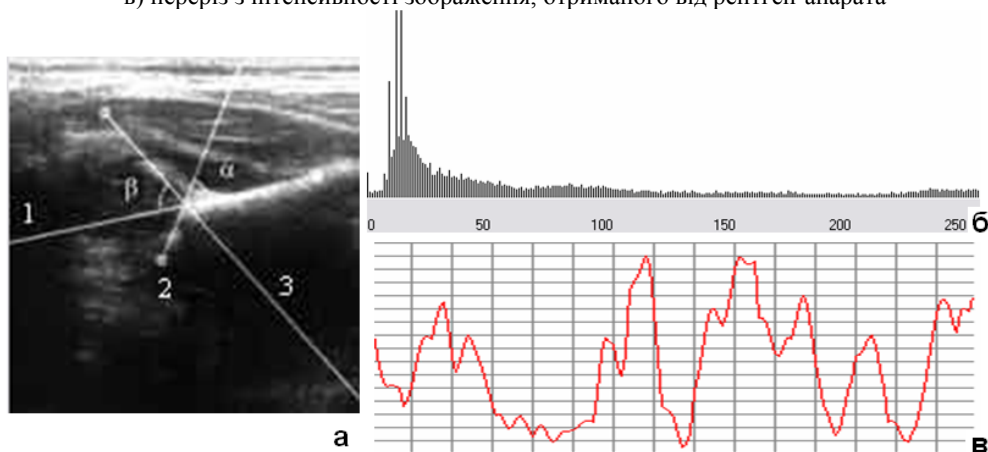


Рис. 2. Дослідження кульшового суглоба на УЗ апараті:  
а) типове зображення; б) гістограма яскравості зображення;  
в) переріз з інтенсивності зображення, отриманого від УЗД апарата

На рис. 2 наведено зображення кульшового суглоба, отримане УЗД апаратом. Гістограма яскравості такого зображення має помітний зсув у бік низьких значень градацій сірого, що ускладнює локалізацію об'єкта на темних ділянках (див. рис. 2 б). Пік щільності інтенсивностей фону простежується досить чітко, водночас пік щільності інтенсивностей об'єкта на гістограмі майже непомітний. Також приведено переріз інтенсивності зображення кульшового суглоба (див. рис. 2 в). Варто зазначити наявність характерного спекл-шуму, що призводить до візуальної «зернистості» такого зображення. Наявність цього шуму зумовлена

особливостями відбивання ультразвукових хвиль від досліджуваних об'єктів. Крім того простежується загальний низький рівень різкості, що зумовлює ефект розмитості контурів. Загалом можна зробити висновок про розмитість такого діагностичного зображення. Останній недолік є найсуттєвішим, оскільки для визначення геометричних параметрів (кути  $\alpha$  і  $\beta$ ) необхідно позначити характерні точки, які знаходяться на контурах.

Внаслідок того, що дитина під час обстеження постійно рухається, а зафіксувати її повністю неможливо, зображення може бути «змазаним», нечітким.

В ультразвуковому зображенні представлений весь спектр відтінків сірого, на відміну від рентгеновського зображення, яке характеризується обмеженим набором частот. Разом з тим, ультразвукове зображення має набагато вищий рівень шумів, ніж рентгенографічне, також слід відзначити нижчу чіткість контурних ліній, у порівнянні з рентгенографічним зображенням. Загалом рентгенографічне зображення має кращу якість і вищу діагностичну цінність, але шкідливість дії рентгеновських променів на організм людини суттєво обмежує сферу застосування рентгенографії. У той же час, УЗД не має шкідливого впливу на організм, що дає змогу використовувати цей метод для широкого спектру завдань. Отже, слід відзначити суттєві недоліки наявних ультразвукових діагностичних зображень, у порівнянні з рентгенографічними, а також перспективність цифрових методів обробки УЗД-зображень, з метою підвищення їх якості та інформативності.

### Висновки

Існують недоліки, які стосуються і рентгенографічного дослідження, і УЗД, – це низька контрастність і різкість вихідного зображення, а також наявність шумів. Оскільки для постановки коректного діагнозу похибка вимірювання кутів не повинна перевищувати  $1^\circ$ , а похибка вимірювання відстаней на зображенні – не більша за 1 мм, то підвищення точності визначення цих параметрів є пріоритетним завданням розвитку діагностичного обладнання. Використання методів підвищення різкості й контрастності цифрового зображення дозволить суттєво підвищити точність вимірювання інформативних параметрів без значних затрат на модернізацію обладнання і як наслідок підвищить достовірність діагностичних методів, що надалі буде запорукою встановлення коректного діагнозу. Оскільки УЗ діагностування менш шкідливе, ніж рентгенографічне обстеження, і може використовуватися багаторазово з різною метою, то створення методів придушення шуму, без суттєвого розмиття деталей, а також методів підвищення різкості й контрастності УЗД-зображення, які дозволять отримати мінімальний перепад яскравості фону й об'єкта, є пріоритетними задачами.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. В. Ф. Трубников. Травматология и ортопедия. – К.: Вища школа, 1986. – С. 402 – 414.
2. Т. Н. Хабарова. Опыт применения ультразвукового метода исследования для выявления патологии тазобедренных суставов / Т. Н. Хабарова, А. В. Поморцев, А. А. Данильченков, М. И. Каракай // Визуализация в медицине. – 1999. – №7. – С.21 – 24.
3. А. И. Алешкевич. Ацетабулярная дисплазия // Новости лучевой диагностики. – 1998. – №2. – С. 15 – 17.
4. А. Н. Михайлов. Возможности и ограничения методов визуализации // Материалы научно-практической конференции «Новые технологии в медицине: диагностика, лечение, реабилитация». – 2002. – т.2. – С. 34 – 42.
5. Ю. Ф. Полойко. Артефакты рентгенограм // Новости лучевой диагностики. – 1999. – №1. – С. 10 – 12.
6. И. Г. Зелинчок. Ультразвуковая диагностика дисплазии тазобедренного сустава у детей первого года жизни // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2008. – т. 11 – С. 162 – 164.
7. О. В. Савинова. Проблемы и источники ошибок при УЗИ тазобедренных суставов // Новости лучевой диагностики. – 2002. – №1 – С. 62 – 67.

**Білинський Йосип Йосипович** – д. т. н., професор, завідувач кафедри електроніки.

**Мельничук Андрій Олександрович** – аспірант кафедри електроніки.  
Вінницький національний технічний університет.

**Мельничук Олександрович Васильович** – лікар, дитячий хірург.  
Вінницька міська дитяча поліклініка № 1.