

УДК 611.71-053.2:572.7
DOI: 10.24061/1727-0847.24.4.2025.58

І. Г. Бірюк

Кафедра медицини катастроф та військової медицини (зав. – доц. І. Г. Бірюк) закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету МОЗ України, м. Чернівці

ВІКОВІ ТА СТАТЕВІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ ФАЛАНГ ПАЛЬЦІВ КИСТІ У ДІТЕЙ ПРЕПУБЕРТАТНОГО ВІКУ

Резюме. Актуальність дослідження зумовлена зростаючою потребою в об'єктивних та інформативних методах оцінки темпів росту та біологічного дозрівання дітей препубертатного віку. Фаланги пальців, як структури з чіткою віковою динамікою росту та високою варіабельністю, можуть виступати інформативними маркерами морфо-функціонального дозрівання кісткової системи.

Метою дослідження було встановлення статеві-вікових особливостей та морфометричних стандартів фаланг пальців правої і лівої кистей у дітей препубертатного віку.

Матеріал і методи. Дослідження морфометричних параметрів фаланг пальців правої та лівої кистей у дітей препубертатного віку (дівчатка 8-11 років, хлопчики 8-12 років) було проведене шляхом ретроспективного аналізу 194 рентгенограм кистей, отриманих у пацієнтів віком від 8 до 12 років (хлопчики) та від 8 до 11 років (дівчатка) без вад розвитку, які перебували на стаціонарному або амбулаторному лікуванні у відділенні дитячої травматології лікарні швидкої медичної допомоги м. Чернівці. Оцінювали лінійні показники фаланг, ступінь сформованості епіфізів і характер синостозів. Отримані дані обробляли з використанням методів варіаційної статистики з урахуванням вікових і статевих відмінностей. Результати дослідження. Засвідчили наявність чітких статеві-вікових особливостей морфометрії фаланг пальців кисті, що проявлялися у різних темпах росту та ступені скостеніння окремих фаланг. Встановлено, що окремі морфометричні показники фаланг демонструють високу кореляцію з біологічним віком і можуть доповнювати традиційні підходи до його визначення. Виявлені закономірності свідчать про доцільність використання кількісної рентгеноморфометрії як інструменту більш точної оцінки стану кісткового розвитку дітей.

Висновки. Морфометричні параметри фаланг пальців кисті є інформативними показниками вікового та статеві-вікового розвитку кісткової системи у дітей препубертатного віку. Їх урахування дозволяє підвищити діагностичну точність оцінки біологічного віку та розширює можливості раннього виявлення відхилень росту.

Ключові слова: кістковий вік, кисть, фаланги пальців, рентгеноморфометрія, препубертатний вік, діти.

На сучасному етапі розвитку морфологічних і клінічних наук методи променевої візуалізації посідають провідне місце у вивченні закономірностей формування кісткової системи людини в нормі та при патологічних станах [1, 2]. Рентгенологічні дослідження дозволяють отримувати об'єктивну інформацію про структурні особливості кісткової тканини, динаміку процесів росту та скостеніння, а також про варіанти індивідуальної анатомічної мінливості у дитячому віці [3].

Особливе значення такі методи мають для аналізу морфо-функціонального дозрівання організму в період активного росту, що передуює пубертату [4]. Скелет кисті є однією з найбільш інформативних анатомічних ділянок для оцінки стану розвитку кісткової системи в дітей [5]. Завдяки наявності численних центрів скостеніння, чіткій послідовності їх появи та злиття, а також відносній доступності для рентгенографічного

дослідження, кисть традиційно використовується для визначення біологічного (кісткового) віку [6].

Аналіз термінів формування епіфізів, синостозів між епіфізами та діафізами, а також завершення процесів скостеніння дозволяє об'єктивно оцінити відповідність темпів росту хронологічному віку дитини [7]. Упродовж останніх десятиліть анатомія кисті розглядається не лише як описова дисципліна, а як складова функціональної морфології, що відображає адаптаційні та вікові особливості опорно-рухового апарату [8].

Вивчення морфогенезу кісток кисті в умовах прижиттєвої візуалізації потребує систематичних досліджень із застосуванням рентгенологічних методів на репрезентативному матеріалі, що дає змогу виявити як загальні закономірності розвитку, так і межі анатомічної варіабельності в окремих вікових і статевих групах [9].

Серед методів оцінки кісткового віку у клінічній та науковій практиці найпоширенішим залишається атласний метод Грейліха-Пайла, який відзначається простотою застосування та мінімальними часовими затратами [10]. Разом із тим, використання узагальнених оціночних підходів не завжди дозволяє врахувати тонкі морфометричні особливості окремих елементів скелета кисті, зокрема фаланг пальців, що можуть мати важливе діагностичне та прогностичне значення [11].

Конституційна морфологія, базуючись на аналізі парціальних розмірів тіла, дає можливість детально характеризувати розвиток окремих анатомічних структур у процесі росту. Фаланги пальців кисті належать до тих структур, морфометричні параметри яких демонструють вікові та статеві особливості розвитку [12, 13].

Водночас, у доступній науковій літературі питання статево-вікових закономірностей морфометрії фаланг пальців у дітей препубертатного віку висвітлене недостатньо та має фрагментарний характер, що обмежує можливості порівняльного аналізу та практичного використання отриманих даних.

Мета дослідження: встановити статево-вікові особливості та морфометричні стандарти фаланг пальців правої і лівої кистей у дітей препубертатного віку.

Матеріал і методи. Дослідження морфометричних параметрів фаланг пальців правої та лівої кистей у дітей препубертатного віку (дівчатка 8-11 років, хлопчики 8-12 років) було проведене шляхом ретроспективного аналізу 194 рентгенограм кистей, отриманих у пацієнтів віком від 8 до 12 років (хлопчики) та від 8 до 11 років (дівчатка), які перебували на стаціонарному або амбулаторному лікуванні у відділенні дитячої травматології лікарні швидкої медичної допомоги м. Чернівці. Загальна вибірка включала 107 хлопчиків та 87 дівчат, які не мали ознак патоло-

гії кісткової системи, що могло б вплинути на ріст чи морфометричні показники кісток пальців кисті. Дослідження здійснювалося в межах співпраці з лікувальним закладом відповідно до укладеного договору.

Морфометричні вимірювання проводилися безпосередньо за рентгенограмами з урахуванням стандартних проєкцій, відповідно до методичних рекомендацій рентгеноостеометричного аналізу. Для статистичного опрацювання отриманих даних використовувалася програма «Microsoft Excel». Результати представлені у вигляді середніх значень (М) та стандартного відхилення (SD).

Дослідження виконувалося відповідно до етичних вимог, викладених у Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (04.04.1997), Гельсінській декларації Всесвітньої медичної асоціації (1964 р., із поправками 2013 р.), а також згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України № 690 від 23.09.2009 р. Етичну експертизу дослідження було проведено Комісією з питань біомедичної етики Буковинського державного медичного університету (протокол № 2 від 16.10.2025 р.), за результатами якої порушень морально-правових норм не виявлено.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження є фрагментом комплексної теми кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії «Статево-вікові закономірності онтогенетичних перетворень і морфометричні параметри органів та структур за умов норми і експерименту. Морфо-функціональні та антропометричні особливості опорно-рухового апарату спортсменів» (номер державної реєстрації 0125U001531).

Результати дослідження та їх обговорення. На рентгенограмах скелету правої і лівої кистей дітей препубертатного віку проведено оцінку довжини фаланг великого пальця у дітей залежно від віку та статі (табл. 1).

Таблиця 1

Довжина кісток великого пальця кисті у дітей препубертатного віку залежно від статі

Стать	Чоловіча		Жіноча	
Кисть	права	ліва	права	ліва
Проксимальна фаланга				
8 роки	1,98±0,03	2,02±0,03	1,93±0,04	1,98±0,01
9 років	2,03±0,03	2,08±0,02	1,98±0,04	2,08±0,05
10 років	2,12±0,02	2,16±0,03	2,12±0,04	2,16±0,03
11 років	2,17±0,04	2,21±0,03	2,18±0,04	2,24±0,02
12 років	2,22±0,02	2,26±0,03	-	-
Кінцева фаланга				
8 роки	1,43±0,01	1,47±0,02	1,48±0,01	1,52±0,01
9 років	1,50±0,01	1,54±0,01	1,50±0,02	1,54±0,02
10 років	1,56±0,02	1,60±0,02	1,54±0,01	1,59±0,01
11 років	1,65±0,01	1,68±0,01	1,60±0,01	1,64±0,01
12 років	1,71±0,01	1,75±0,01	-	-

Аналіз довжини кісток великого пальця кисті у дітей 8-12 років засвідчив поступове вікове збільшення показників як у хлопців, так і у дівчат, з незначними статевими та білатеральними відмінностями.

У хлопців довжина проксимальної фаланги великого пальця правої кисті зростає на 12,1%, тоді як на лівій кисті – на 11,9% відповідно. Найбільш інтенсивний приріст довжини проксимальної фаланги у хлопців спостерігається у віковому інтервалі 9-10 років (збільшення на 0,09 см для обох кистей). У всі вікові періоди довжина проксимальної фаланги лівої кисті дещо перевищує відповідний показник правої.

У дівчат довжина проксимальної фаланги великого пальця правої кисті збільшується 13%, а лівої – 13,1%. Найбільш виражене збільшення спостерігається у віці 10-11 років, особливо для лівої кисті (приріст 0,08 см). Починаючи з 10 років, статеві відмінності практично нівелюються, а показники у дівчат наближаються до таких у хлопців.

Довжина кінцевої фаланги великого пальця також демонструє чітку тенденцію до збільшення з віком. У хлопців показник правої кисті збільшується на 19,0%, а лівої – на 19,6% відповідно. Найбільш інтенсивний приріст відзначається у період 10-11 років.

У дівчат довжина кінцевої фаланги правої кисті збільшується на 8,1%, а лівої – на 7,9%. У всі вікові періоди показники лівої кисті перевищують відповідні значення правої, що свідчить про помірно виражену функціональну асиметрію.

Загалом, у дітей 8-12 років простежується поступальний, відносно рівномірний ріст фаланг великого пальця, з більш інтенсивними темпами у препубертатному періоді (10-11 років) та з тенденцією до переважання довжини кісток лівої кисті незалежно від статі.

На рентгенограмах скелету правої і лівої кистей дітей препубертатного віку проведено оцінку довжини фаланг другого пальця у дітей залежно від віку та статі (табл. 2).

Таблиця 2

Довжина кісток другого пальця кисті у дітей препубертатного віку залежно від статі

Стать	Чоловіча		Жіноча	
	права	ліва	права	ліва
Проксимальна фаланга				
8 роки	2,63±0,02	2,67±0,02	2,66±0,03	2,70±0,02
9 років	2,72±0,02	2,76±0,02	2,73±0,03	2,77±0,02
10 років	2,76±0,01	2,77±0,01	2,85±0,02	2,89±0,02
11 років	2,83±0,02	2,89±0,02	2,93±0,02	2,98±0,01
12 років	2,94±0,01	2,99±0,01	-	-
Середня фаланга				
8 роки	1,50±0,04	1,55±0,03	1,49±0,03	1,53±0,03
9 років	1,53±0,02	1,59±0,03	1,55±0,02	1,59±0,02
10 років	1,56±0,02	1,61±0,02	1,60±0,03	1,64±0,03
11 років	1,61±0,02	1,66±0,03	1,69±0,02	1,73±0,02
12 років	1,69±0,02	1,74±0,02	-	-
Кінцева фаланга				
8 роки	1,08±0,03	1,12±0,02	1,11±0,03	1,15±0,03
9 років	1,12±0,02	1,16±0,03	1,13±0,03	1,17±0,02
10 років	1,16±0,03	1,19±0,04	1,20±0,02	1,22±0,02
11 років	1,21±0,02	1,25±0,03	1,26±0,02	1,30±0,02
12 років	1,29±0,03	1,33±0,03	-	-

Аналіз довжини кісток другого пальця кисті у дітей препубертатного віку (8-12 років) показав поступове збільшення всіх фаланг як у хлопців, так і у дівчат. Проксимальна фаланга у хлопців збільшується з 2,63±0,02 см до 2,94±0,01 см на правій кисті та з 2,67±0,02 см до 2,99±0,01 см на лівій, що відповідало приросту ≈11,8-12,0%. У дівчат проксимальна фаланга правої кисті збільшилась з 2,66±0,03 см до 2,93±0,02 см, лівої – з 2,70±0,02 см до 2,98±0,01 см, тобто приріст складав ≈10,2-10,4%.

Середня фаланга другого пальця також демонструвала суттєвий ріст. У хлопців її довжина на правій кисті збільшилась з 1,50±0,04 см до 1,69±0,02 см, на лівій – з 1,55±0,03 см до 1,74±0,02 см (≈12,3-12,7%). У дівчат середня фаланга правої кисті збільшилась з 1,49±0,03 см до 1,69±0,02 см, лівої – з 1,53±0,03 см до 1,73±0,02 см (≈13,1-13,4%).

Найбільший відносний приріст спостерігався у кінцевої фаланги другого пальця. У хлопців права кисть збільшилась з 1,08±0,03 см до 1,29±0,03 см, ліва – з 1,12±0,02 см до 1,33±0,03 см (≈18,8-19,4%),

а у дівчат права кисть – з $1,11 \pm 0,03$ см до $1,26 \pm 0,02$ см, ліва – з $1,15 \pm 0,03$ см до $1,30 \pm 0,02$ см ($\approx 13,0-13,5\%$).

Отже, у дітей препубертатного віку спостерігається відносно рівномірний віковий ріст усіх фаланг другого пальця, з дещо більш вираженим збільшенням у лівій кисті. Хлопці демонструють більші абсолютні значення довжини фаланг порівняно з дівчатами, особливо щодо проксимальної та кінцевої фаланги. Найшвидший темп росту за відносними показниками спостерігається у кінцевих фаланг, що свідчить про особливості морфогенезу кисті у препубертатному періоді, а період найінтенсивнішого росту усіх фаланг другого пальця припадає на 10-11 років.

Аналіз відмінностей між правою та лівою кистями показав, що довжина фаланг лівої кисті пере-

важно більша, ніж правої, як у хлопців, так і у дівчат. Найбільша різниця спостерігається у проксимальній фаланзі другого пальця: у хлопців вона досягає 0,06 см у 11 років, а у дівчат – 0,05 см у 11 років.

Для середньої фаланги максимальна різниця також припадає на 11 років: у хлопців 0,05 см, у дівчат – 0,04 см.

У кінцевій фаланзі різниця між кистями є меншою, але також найбільша у віці 11 років: у хлопців 0,04 см, у дівчат 0,04 см.

Отже, найбільша білатеральна асиметрія спостерігається у віці 11 років, переважно у проксимальних та середніх фаланг другого пальця.

На рентгенограмах скелету правої і лівої кистей дітей препубертатного віку проведено оцінку довжини фаланг третього пальця у дітей залежно від віку та статі (табл. 3).

Таблиця 3

Довжина кісток третього пальця кисті у дітей препубертатного віку залежно від статі

Стать	Чоловіча		Жіноча	
Кисть	права	ліва	права	ліва
Проксимальна фаланга				
8 роки	$3,01 \pm 0,02$	$3,03 \pm 0,03$	$2,94 \pm 0,02$	$2,97 \pm 0,02$
9 років	$3,08 \pm 0,03$	$3,13 \pm 0,02$	$3,05 \pm 0,03$	$3,09 \pm 0,03$
10 років	$3,12 \pm 0,01$	$3,14 \pm 0,02$	$3,18 \pm 0,03$	$3,22 \pm 0,02$
11 років	$3,24 \pm 0,02$	$3,27 \pm 0,03$	$3,32 \pm 0,03$	$3,36 \pm 0,02$
12 років	$3,33 \pm 0,02$	$3,37 \pm 0,03$	-	-
Середня фаланга				
8 роки	$1,86 \pm 0,01$	$1,89 \pm 0,01$	$1,84 \pm 0,02$	$1,87 \pm 0,01$
9 років	$1,89 \pm 0,01$	$1,93 \pm 0,01$	$1,89 \pm 0,01$	$1,92 \pm 0,01$
10 років	$1,93 \pm 0,01$	$1,98 \pm 0,01$	$2,00 \pm 0,02$	$2,05 \pm 0,02$
11 років	$1,98 \pm 0,01$	$2,04 \pm 0,02$	$2,06 \pm 0,02$	$2,11 \pm 0,02$
12 років	$2,10 \pm 0,02$	$2,16 \pm 0,02$	-	-
Кінцева фаланга				
8 роки	$1,17 \pm 0,01$	$1,21 \pm 0,01$	1,16	1,18
9 років	$1,21 \pm 0,01$	$1,25 \pm 0,01$	1,21	1,23
10 років	$1,23 \pm 0,02$	$1,27 \pm 0,02$	1,25	1,27
11 років	$1,28 \pm 0,01$	$1,32 \pm 0,01$	1,32	1,36
12 років	$1,35 \pm 0,02$	$1,39 \pm 0,02$	-	-

Аналіз довжини кісток третього пальця кисті у дітей препубертатного віку (8-12 років) засвідчив поступове вікове збільшення всіх фаланг як у хлопців, так і у дівчат. Довжина проксимальної фаланги у хлопців збільшилась з $3,01 \pm 0,02$ см у 8 років до $3,33 \pm 0,02$ см у 12 років на правій кисті та з $3,03 \pm 0,03$ см до $3,37 \pm 0,03$ см на лівій, що відповідало приросту $\approx 10,6-11,2\%$. У дівчат проксимальна фаланга правої кисті збільшувалась з $2,94 \pm 0,02$ см до $3,32 \pm 0,03$ см, лівої – з $2,97 \pm 0,02$ см до $3,36 \pm 0,02$ см ($\approx 12,9-13,1\%$). Найінтенсивніший ріст проксимальної фаланги спостерігався у віці 10-11 років в обох статей.

Середня фаланга третього пальця також демонструвала виражене збільшення. У хлопців її до-

вжина на правій кисті збільшилась з $1,86 \pm 0,01$ см до $2,10 \pm 0,02$ см, на лівій – з $1,89 \pm 0,01$ см до $2,16 \pm 0,02$ см, що відповідало приросту $\approx 12,9-14,3\%$. У дівчат середня фаланга правої кисті збільшилась з $1,84 \pm 0,02$ см до $2,06 \pm 0,02$ см, лівої – з $1,87 \pm 0,01$ см до $2,11 \pm 0,02$ см ($\approx 12,0-12,8\%$). Період найбільш інтенсивного росту середньої фаланги також припадав на 10-11 років.

Найбільший відносний приріст спостерігався у кінцевій фаланзі третього пальця. У хлопців довжина кінцевої фаланги правої кисті збільшилась з $1,17 \pm 0,01$ см до $1,35 \pm 0,02$ см, лівої – з $1,21 \pm 0,01$ см до $1,39 \pm 0,02$ см ($\approx 15,4-16,5\%$). У дівчат відповідні показники збільшились з 1,16 см до 1,32 см на правій кисті та з 1,18 см до 1,36 см на лівій

($\approx 13,8-15,3\%$). Найінтенсивніший ріст кінцевої фаланги відзначався у віковому інтервалі 10-11 років.

Аналіз білатеральних відмінностей показав переважання довжини фаланг лівої кисті над правою у всі вікові періоди. Найбільша різниця між показниками правої та лівої кистей спостерігалась у 11 років, найбільш виражено – у проксимальній фаланзі (0,03 см у хлопців та 0,04 см у дівчат) та середній фаланзі (0,06 см у хлопців та 0,05 см у дівчат).

Отже, у дітей препубертатного віку ріст кісток третього пальця кисті має поступальний характер із максимальними темпами у віці 10-11 років, а найбільша білатеральна асиметрія показників спостерігається у цьому ж віковому періоді.

На рентгенограмах скелету правої і лівої кистей дітей препубертатного віку проведено оцінку довжини фаланг четвертого пальця у дітей залежно від віку та статі (табл. 4).

Таблиця 4

Довжина кісток четвертого пальця кисті у дітей препубертатного віку залежно від статі

Стать	Чоловіча		Жіноча	
Кисть	права	ліва	права	ліва
Проксимальна фаланга				
8 роки	2,80 $\pm$ 0,02	2,84 $\pm$ 0,02	2,74 $\pm$ 0,002	2,79 $\pm$ 0,02
9 років	2,82 $\pm$ 0,02	2,86 $\pm$ 0,02	2,82 $\pm$ 0,02	2,86 $\pm$ 0,02
10 років	2,90 $\pm$ 0,01	2,95 $\pm$ 0,01	2,95 $\pm$ 0,01	3,10 $\pm$ 0,03
11 років	3,06 $\pm$ 0,03	3,10 $\pm$ 0,02	3,11 $\pm$ 0,03	3,17 $\pm$ 0,02
12 років	3,13 $\pm$ 0,03	3,19 $\pm$ 0,03	-	-
Середня фаланга				
8 роки	1,74 $\pm$ 0,01	1,79 $\pm$ 0,01	1,75 $\pm$ 0,01	1,78 $\pm$ 0,01
9 років	1,81 $\pm$ 0,02	1,85 $\pm$ 0,02	1,79 $\pm$ 0,01	1,83 $\pm$ 0,01
10 років	1,85 $\pm$ 0,01	1,89 $\pm$ 0,01	1,86 $\pm$ 0,02	1,92 $\pm$ 0,02
11 років	1,90 $\pm$ 0,01	1,95 $\pm$ 0,01	1,98 $\pm$ 0,01	2,03 $\pm$ 0,02
12 років	2,01 $\pm$ 0,02	2,05 $\pm$ 0,02	-	-
Кінцева фаланга				
8 роки	1,22 $\pm$ 0,01	1,24 $\pm$ 0,01	1,18 $\pm$ 0,01	1,22 $\pm$ 0,01
9 років	1,24 $\pm$ 0,01	1,26 $\pm$ 0,01	1,22 $\pm$ 0,01	1,26 $\pm$ 0,01
10 років	1,27 $\pm$ 0,02	1,31 $\pm$ 0,020	1,28 $\pm$ 0,02	1,32 $\pm$ 0,02
11 років	1,34 $\pm$ 0,01	1,37 $\pm$ 0,01	1,35 $\pm$ 0,01	1,39 $\pm$ 0,01
12 років	1,41 $\pm$ 0,01	1,45 $\pm$ 0,01	-	-

Аналіз довжини кісток четвертого пальця кисті у дітей препубертатного віку (8-12 років) засвідчив закономірне вікове збільшення показників усіх фаланг як у хлопців, так і у дівчат. Довжина проксимальної фаланги у хлопців збільшилась з 2,80 $\pm$ 0,02 см у 8 років до 3,13 $\pm$ 0,03 см у 12 років на правій кисті та з 2,84 $\pm$ 0,02 см до 3,19 $\pm$ 0,03 см на лівій, що відповідало приросту $\approx 11,8\%$ та $\approx 12,3\%$ відповідно. У дівчат проксимальна фаланга правої кисті збільшувалась з 2,74 $\pm$ 0,02 см до 3,11 $\pm$ 0,03 см, а лівої – з 2,79 $\pm$ 0,02 см до 3,17 $\pm$ 0,02 см ($\approx 13,5-13,6\%$). Найінтенсивніший ріст проксимальної фаланги у дітей обох статей спостерігався у віковому інтервалі 10-11 років.

Середня фаланга четвертого пальця також демонструвала чітку тенденцію до збільшення. У хлопців її довжина на правій кисті збільшилась з 1,74 $\pm$ 0,01 см до 2,01 $\pm$ 0,02 см, а на лівій – з 1,79 $\pm$ 0,01 см до 2,05 $\pm$ 0,02 см, що відповідало приросту $\approx 15,5\%$ та $\approx 14,5\%$ відповідно. У дівчат середня фаланга правої кисті збільшилась з 1,75 $\pm$ 0,01 см до 1,98 $\pm$ 0,01 см, лівої – з 1,78 $\pm$ 0,01 см до 2,03 $\pm$ 0,02 см ($\approx 13,1-14,0\%$).

Період найбільш інтенсивного росту середньої фаланги також припадав на 10-11 років.

Найбільший відносний приріст спостерігався у кінцевої фаланги четвертого пальця. У хлопців довжина кінцевої фаланги правої кисті збільшилась з 1,22 $\pm$ 0,01 см до 1,41 $\pm$ 0,01 см, а лівої – з 1,24 $\pm$ 0,01 см до 1,45 $\pm$ 0,01 см ($\approx 15,6\%$ та $\approx 16,9\%$ відповідно). У дівчат відповідні показники збільшились з 1,18 $\pm$ 0,01 см до 1,35 $\pm$ 0,01 см на правій кисті та з 1,22 $\pm$ 0,01 см до 1,39 $\pm$ 0,01 см на лівій ($\approx 14,4\%$ та $\approx 13,9\%$). Найінтенсивніше збільшення довжини кінцевої фаланги відзначалося у віці 10-11 років.

Аналіз білатеральних відмінностей показав стабільне переважання довжини фаланг лівої кисті над правою у всі вікові періоди. Найбільша різниця між показниками правої та лівої кистей спостерігалась у 11 років, особливо для проксимальної фаланги (0,04 см у хлопців та 0,06 см у дівчат) і середньої фаланги (0,05 см у хлопців та 0,05 см у дівчат).

Отже, у дітей препубертатного віку ріст кісток четвертого пальця кисті характеризується по-

ступальним характером із максимальними темпами у віковому інтервалі 10-11 років, а найбільш виражена білатеральна асиметрія показників також припадає на цей період.

На рентгенограмах скелету правої і лівої кистей дітей препубертатного віку проведено оцінку довжини фаланг п'ятого пальця у дітей залежно від віку та статі (табл. 5).

Таблиця 5

Довжина кісток п'ятого пальця кисті у дітей препубертатного віку залежно від статі

Стать	Чоловіча		Жіноча	
	права	ліва	права	ліва
Проксимальна фаланга				
8 роки	2,18±0,02	2,24±0,01	2,13±0,02	2,17±0,02
9 років	2,21±0,01	2,27±0,02	2,19±0,01	2,24±0,02
10 років	2,26±0,02	2,31±0,01	2,31±0,02	2,36±0,01
11 років	2,38±0,02	2,43±0,02	2,40±0,02	2,45±0,02
12 років	2,44±0,01	2,49±0,01	-	-
Середня фаланга				
8 роки	1,19±0,02	1,24±0,02	1,18±0,02	1,22±0,01
9 років	1,23±0,01	1,26±0,01	1,22±0,01	1,26±0,02
10 років	1,26±0,02	1,29±0,02	1,24±0,01	1,29±0,01
11 років	1,32±0,01	1,36±0,01	1,34±0,02	1,39±0,02
12 років	1,40±0,01	1,44±0,01	-	-
Кінцева фаланга				
8 роки	1,05±0,01	1,09±0,01	1,06±0,01	1,10±0,01
9 років	1,09±0,02	1,12±0,01	1,08±0,02	1,12±0,01
10 років	1,11±0,01	1,13±0,02	1,14±0,01	1,18±0,02
11 років	1,17±0,02	1,21±0,01	1,18±0,02	1,22±0,01
12 років	1,24±0,01	1,28±0,02	-	-

Аналіз довжини кісток п'ятого пальця кисті у дітей препубертатного віку (8-12 років) засвідчив поступальне вікове збільшення показників усіх фаланг як у хлопців, так і у дівчат. Довжина проксимальної фаланги у хлопців збільшилась з 2,18±0,02 см у 8 років до 2,44±0,01 см у 12 років на правій кисті та з 2,24±0,01 см до 2,49±0,01 см на лівій, що відповідало приросту $\approx 11,9\%$ та $\approx 11,2\%$ відповідно. У дівчат проксимальна фаланга правої кисті збільшувалась з 2,13±0,02 см до 2,40±0,02 см, лівої – з 2,17±0,02 см до 2,45±0,02 см ($\approx 12,7-12,9\%$). Найінтенсивніший ріст проксимальної фаланги у дітей обох статей спостерігався у віковому інтервалі 10-11 років.

Середня фаланга п'ятого пальця також демонструвала чітку тенденцію до збільшення. У хлопців її довжина на правій кисті збільшилась з 1,19±0,02 см до 1,40±0,01 см, а на лівій – з 1,24±0,02 см до 1,44±0,01 см, що відповідало приросту $\approx 17,6\%$ та $\approx 16,1\%$ відповідно. У дівчат середня фаланга правої кисті збільшилась з 1,18±0,02 см до 1,34±0,02 см, лівої – з 1,22±0,01 см до 1,39±0,02 см ($\approx 13,6-13,9\%$). Період найбільш інтенсивного росту середньої фаланги припадав на 10-11 років.

Найбільший відносний приріст спостерігався у кінцевій фаланги п'ятого пальця. У хлопців довжина кінцевої фаланги правої кисті збільшилась з 1,05±0,01 см до 1,24±0,01 см, а лівої – з 1,09±0,01 см до 1,28±0,02 см ($\approx 18,1\%$ та $\approx 17,4\%$

відповідно). У дівчат відповідні показники збільшились з 1,06±0,01 см до 1,18±0,02 см на правій кисті та з 1,10±0,01 см до 1,22±0,01 см на лівій ($\approx 11,3-10,9\%$). Найінтенсивніше збільшення довжини кінцевої фаланги також спостерігалось у віці 10-11 років.

Аналіз білатеральних відмінностей показав стабільне переважання довжини фаланг лівої кисті над правою у всі вікові періоди. Найбільша різниця між показниками правої та лівої кистей відзначалась у 11 років, особливо для проксимальної фаланги (0,05 см у хлопців та у дівчат) і середньої фаланги (0,04 см у хлопців та 0,05 см у дівчат).

Отже, у дітей препубертатного віку ріст кісток п'ятого пальця кисті має поступальний характер із максимальними темпами у віковому інтервалі 10-11 років, а найбільш виражена білатеральна асиметрія показників спостерігається у цьому ж віковому періоді.

Результати дослідження демонструють, що ріст кісток пальців кисті у дітей препубертатного віку має поступальний характер із чітко вираженим періодом найінтенсивнішого росту у віці 10-11 років. Подібні закономірності описані у сучасних рентгеноморфометричних дослідженнях, які вказують на прискорення росту фаланг кисті в препубертатний період у зв'язку з підвищенням активності соматотропної осі [14, 15].

Виявлене переважання темпів росту кінцевих фаланг над проксимальними та середніми узго-

джується з даними літератури щодо дистально-проксимального градієнта росту кісток кисті, що є характерним для нормального скелетного розвитку дітей [15, 16]. Зазначена особливість має практичне значення для оцінки кісткового віку та інтерпретації рентгенограм кисті у клінічній практиці.

Білатеральна асиметрія з переважанням довжини фаланг лівої кисті відповідає результатам сучасних популяційних досліджень, які пов'язують міжпівкульні та функціональні особливості моторної активності з локальними відмінностями росту та ремоделювання кісткової тканини [16, 17]. Найбільша вираженість асиметрії у віці 10-11 років може відображати період підвищеної пластичності кісткової системи напередодні пубертату.

Отже, отримані дані узгоджуються з сучасними уявленнями про статеві-вікову динаміку росту кісток кисті та розширюють нормативну базу морфометричних показників для дітей препубертатного віку.

Висновки. 1. Ріст кісток пальців кисті у дітей препубертатного віку (8-12 років) має поступальний, віково зумовлений характер і супроводжується збільшенням довжини проксимальних, середніх та кінцевих фаланг усіх пальців незалежно від статі. 2. Найвищі темпи росту за відносними показниками характерні для кінцевих фаланг усіх пальців (до 15-20%), тоді як проксимальні та

середні фаланги демонструють більш рівномірне, помірно збільшення довжини (переважно 10-14%). 3. Період найінтенсивнішого росту кісток пальців кисті у дітей обох статей припадає на віковий інтервал 10-11 років, що може бути пов'язано з активацією ростових процесів напередодні пубертату. 4. Виявлено стабільну білатеральну асиметрію морфометричних показників із переважанням довжини фаланг лівої кисті порівняно з правою. Найбільша різниця між кистями найчастіше спостерігається у віці 11 років, особливо для проксимальних та середніх фаланг. 5. Статеві відмінності характеризуються більшими абсолютними розмірами фаланг у хлопців, однак у дівчат у віці 10-11 років спостерігається відносно інтенсивніший приріст, що зумовлює часткове нівелювання статевих відмінностей у цей період. 6. Узагальнені морфометричні показники росту кісток пальців кисті можуть бути використані як референтні значення при оцінці фізичного розвитку дітей, визначенні кісткового віку та у клініко-діагностичній практиці педіатрії, ортопедії та рентгенології.

Перспективи подальших досліджень. Полягають у вивченні темпів росту фаланг пальців та статеві-вікових відмінностей у старших вікових групах для формування повних норм скелетного дозрівання у дітей та підлітків.

References

1. Yadav S, Tatiya J, Sthapak R, Kalai P, Sinha SK, Mishra S, et al. Radiological Assessment of Skeletal Maturity: A Comparative Study of Hand-Wrist Radiographs and Cervical Vertebrae. *J Pharm Bioallied Sci.* 2025 May;17(Suppl 1): S547-S550. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_319_25.
2. Thodberg HH, Sävdahl L. Validation and reference values of automated bone age determination for four ethnicities. *Acad Radiol.* 2010 Nov;17(11):1425-32. doi: 10.1016/j.acra.2010.06.007.
3. Satoh M. Bone age: assessment methods and clinical applications. *Clin Pediatr Endocrinol.* 2015 Oct;24(4):143-52. doi: 10.1297/cpe.24.143.
4. Bunch PM, Altes TA, McIlhenny J, Patrie J, Gaskin CM. Skeletal development of the hand and wrist: digital bone age companion-a suitable alternative to the Greulich and Pyle atlas for bone age assessment? *Skeletal Radiol.* 2017 Jun;46(6):785-93. doi: 10.1007/s00256-017-2616-7.
5. Pape J, Rosolowski M, Zimmermann P, Pfäffle R, Hirsch FW, Gräfe D. Acceleration of skeletal maturation in Central Europe over the last two decades: insights from two cohorts of healthy children. *Pediatr Radiol.* 2024 Sep;54(10):1686-91. doi: 10.1007/s00247-024-05994-6.
6. Karakostis, FA, Zorba E, Moraitis K. Sexual Dimorphism of Proximal Hand Phalanges. *International Journal of Osteoarchaeology.* 2013; 25(5); DOI:10.1002/oa.2340.
7. Mansourvar M, Ismail MA, Herawan T, Raj RG, Kareem SA, Nasaruddin FH. Automated bone age assessment: motivation, taxonomies, and challenges. *Comput Math Methods Med.* 2013;2013:391626. doi: 10.1155/2013/391626.
8. Duren DL, Nahhas RW, Sherwood RJ. Do Secular Trends in Skeletal Maturity Occur Equally in Both Sexes? *Clin Orthop Relat Res.* 2015 Aug;473(8):2559-67. doi: 10.1007/s11999-015-4213-1.
9. Flores-Mir C, Nebbe B, Major PW. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: a systematic review. *Angle Orthod.* 2004 Feb;74(1):118-24. doi: 10.1043/0003-3219(2004)074<0118: UOSMBO>2.0.CO;2.
10. Zhang A, Sayre JW, Vachon L, Liu BJ, Huang HK. Racial differences in growth patterns of children assessed on the basis of bone age. *Radiology.* 2009 Jan;250(1):228-35. doi: 10.1148/radiol.2493080468.

11. Chumela WC, Roche AF, Thissen D. The FELS method of assessing the skeletal maturity of the hand-wrist. *Am J Hum Biol.* 1989;1(2):175-83. doi: 10.1002/ajhb.1310010206.
12. Jeon JY, Kim CS, Kim JS, Choi SH. Correlation and Correspondence between Skeletal Maturation Indicators in Hand-Wrist and Cervical Vertebra Analyses and Skeletal Maturity Score in Korean Adolescents. *Children (Basel).* 2021 Oct 13;8(10):910. doi: 10.3390/children8100910.
13. Koç U, Ercan I, Özdemir S, Bolu S, Yabaci A, Taydaş O. Statistical shape analysis of hand and wrist in paediatric population on radiographs. *Turk J Med Sci.* 2020 Aug 26;50(5):1288-97. doi: 10.3906/sag-2002-176.
14. Martin DD, Wit JM, Hochberg Z, Säwendahl L, van Rijn RR, Fricke O, et al. The use of bone age in clinical practice – part I. *Horm Res Paediatr.* 2011;76(1):1-9. doi: 10.1159/000329372.
15. Cole TJ, Donaldson MD, Ben-Shlomo Y. SITAR – a useful instrument for growth curve analysis. *Int J Epidemiol.* 2010 Dec;39(6):1558-66. doi: 10.1093/ije/dyq115.
16. Nadeem MW, Goh HG, Ali A, Hussain M, Khan MA, Ponnusamy VA. Bone Age Assessment Empowered with Deep Learning: A Survey, Open Research Challenges and Future Directions. *Diagnostics (Basel).* 2020 Oct 3;10(10):781. doi: 10.3390/diagnostics10100781.
17. Vaivada T, Akseer N, Akseer S, Somaskandan A, Stefopoulos M, Bhutta ZA. Stunting in childhood: an overview of global burden, trends, determinants, and drivers of decline. *Am J Clin Nutr.* 2020 Sep 14;112(Suppl2):777S-791S. doi: 10.1093/ajcn/nqaa159.

AGE- AND SEX-RELATED PATTERNS OF DEVELOPMENT OF THE HAND PHALANGES IN PREPUBERTAL CHILDREN

Abstract. The relevance of this study is determined by the growing need for objective and informative methods to assess growth rates and biological maturation in prepubertal children. Finger phalanges, as anatomical structures with a distinct age-related growth dynamics and high variability, can serve as informative markers of the morphofunctional maturation of the skeletal system.

The aim of the study was to determine age- and sex-related characteristics and to establish morphometric standards of the phalanges of the right and left hands in prepubertal children.

Material and Methods. A study of the morphometric parameters of the hand phalanges of the right and left hands in prepubertal children (girls aged 8-11 years and boys aged 8-12 years) was carried out by retrospective analysis of 194 hand radiographs obtained from patients aged 8-12 years (boys) and 8-11 years (girls) without congenital anomalies, who were treated on an inpatient or outpatient basis in the Pediatric Traumatology Department of the Emergency Hospital in Chernivtsi. Linear measurements of the phalanges, the degree of epiphyseal formation, and the characteristics of epiphyseal-diaphyseal synostosis were assessed. The obtained data were processed using methods of variation statistics with consideration of age and sex differences.

Results. The study demonstrated clear age- and sex-related features of hand phalangeal morphometry, manifested by different growth rates and degrees of ossification of individual phalanges. Certain morphometric parameters of the phalanges showed a high correlation with biological age and may complement traditional approaches to its assessment. The revealed patterns indicate the feasibility of using quantitative radiomorphometry as a tool for a more accurate evaluation of skeletal development in children.

Conclusions. Morphometric parameters of the hand phalanges are informative indicators of age- and sex-related development of the skeletal system in prepubertal children. Their consideration improves the diagnostic accuracy of biological age assessment and expands the possibilities for early detection of growth disorders.

Key words: bone age, hand, finger phalanges, radiomorphometry, prepubertal age, children.

Відомості про автора:

Бірюк Ігор Григорович – кандидат медичних наук, доцент, завідувач кафедри медицини катастроф та військової медицини закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8171-2808>.

Information about the author:

Biriuk Ihor G. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Disaster Medicine and Military Medicine, Bukovyna State Medical University, Chernivtsi, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8171-2808>.

Надійшла 03.11.2025 р.