

КЛІНІЧНА АНАТОМІЯ ТА ОПЕРАТИВНА ХІРУРГІЯ

Том 17, № 4 (66)
2018

Науково-практичний медичний журнал
Видається 4 рази на рік
Заснований в квітні 2002 року

Головний редактор
Слободян О.М.

Почесний головний редактор
Ахтемійчук Ю.Т.

**Перший заступник
головного редактора**
Іващук О.І.

**Заступники головного
редактора**
Чайковський Ю.Б.
Проняєв Д.В.

Відповідальний секретар
Товкач Ю.В.

Секретар
Наварчук Н.М.

Редакційна колегія

Білоокий В.В.

Боднар Б.М.

Булик Р.Є.

Власов В.В.

Давиденко І.С.

Іфтодій А.Г.

Кривецький В.В.

Макар Б.Г.

Олійник І.Ю.

Полянський І.Ю.

Федорук О.С.

Хмара Т.В.

Засновник і видавець: ВДНЗ України "Буковинський державний медичний університет"
Адреса редакції: 58002, пл. Театральна, 2, Чернівці, Україна

URL: <http://kaos.bsmu.edu.ua/>;
E-mail: cas@bsmu.edu.ua

Бібліотека
БДМУ

РЕДАКЦІЙНА РАДА

Андергубер Ф. (Грац, Австрія), Білаш С.М. (Полтава), Вовк Ю.М. (Рубіжне), Вовк О.Ю. (Харків), Волков К.С. (Тернопіль), Гнатюк М.С. (Тернопіль), Головацький А.С. (Ужгород), Гумінський Ю.Й. (Вінниця), Гунас І.В. (Вінниця), Дуденко В.Г. (Харків), Катеренюк І.М. (Кишинів, Молдова), Костюк Г.Я. (Вінниця), Кошарний В.В. (Дніпро), Кривко Ю.Я. (Львів), Лук'янцева Г.В. (Київ), Масна З.З. (Львів), Матешук-Вацеба Л.Р. (Львів), Небесна З.М. (Тернопіль), Неделку А. (Яси, Румунія), Околокулак Є.С. (Гродно, Білорусь), Пастухова В.А. (Київ), Півторак В.І. (Вінниця), Пикалюк В.С. (Луцьк), Попадинець О.Г. (Івано-Франківськ), Попов О.Г. (Одеса), Попович Ю.І. (Івано-Франківськ), Ромаєв С.М. (Харків), Россі П. (Рим, Італія), Савва А. (Яси, Румунія), Сікора В.З. (Суми), Суман С.П. (Кишинів, Молдова), Топор Б.М. (Кишинів, Молдова), Федонюк Л.Я. (Тернопіль), Філіпоу Ф. (Бухарест, Румунія), Черкасов В.Г. (Київ), Черно В.С. (Миколаїв), Шепітько В.І. (Полтава), Шкодівський М.І. (Сімферополь)

EDITORIAL COUNCIL

Friedrich Anderhuber (Graz, Austria), Anca Sava (Yassy, Romania), Alin Nedelcu (Yassy, Romania), Florin Filipoiu (Bucureshti, Romania), Pellegrino Rossi (Roma, Italy), Suman Serghei (Kishinev, Moldova), Bilash S.M (Poltava), Vovk Yu.M. (Rubizhne), Vovk O.Yu. (Kharkiv), Volkov K.S. (Ternopil), Gnatyuk MS (Ternopil), Golovatsky A.C. (Uzhgorod), Guminsky Yu.Y. (Vinnitsa), Gunas I.V. (Vinnytsya), Dudenko V.G. (Kharkiv), Kateryenyuk I.M. (Kishinev, Moldova), Kostyuk G.Ya. (Vinnytsia), Kosharnyi V.V. (Dnipro), Krivko Yu.Ya. (Lviv), Lukyantseva G.V. (Kiev), Masna Z.Z. (Lviv), Mateshuk-Vatseba L.R. (Lviv), Nebesna Z.M. (Ternopil), Okolokulak E.S. (Grodno, Belarus), Pastukhova V.A. (Kiev), Pivtorak V.I. (Vinnytsia), Pikalyuk V.S. (Lutsk), Popadynets O.H. (Ivano-Frankivsk), Popov O.G. (Odessa), Popovich Yu.I. (Ivano-Frankivsk), Romany S.M. (Kharkiv), Sikora V.Z. (Sumy), Topor B.M. (Chisinau, Moldova), Fedonyuk L.Ya. (Ternopil), Cherkasov V.G. (Kiev), Chernov V.C. (Nikolaev), Shepitko V.I. (Poltava), Shkodivskyj M.I. (Simferopol)

**Свідоцтво про державну реєстрацію –
серія КВ № 6031 від 05.04.2002 р.**

Журнал включений до баз даних:

ВІНІТІ Російської академії наук, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Index Copernicus International, Scientific Indexing Services, Infobase Index, Bielefeld Academic Search Engine, International Committee of Medical Journal Editors, Open Access Infrastructure for Research in Europe, WorldCat, Наукова періодика України

**Журнал "Клінічна анатомія та оперативна хірургія" –
наукове фахове видання України**

**(Постанова президії ВАК України від 14.10.2009 р., № 1-05/4), перереєстровано наказом
Міністерства освіти і науки України від 29 грудня 2014 року № 1528 щодо включення
до переліку наукових фахових видань України**

**Рекомендовано вченою радою ВДНЗ України
"Буковинський державний медичний університет
(протокол № 4 від 22.11.2018 року)**

ISSN 1727-0847
Klinična anatomija ta operativna hirurgija (Print)
Clinical anatomy and operative surgery

ISSN 1993-5897
Klinična anatomija ta operativna hirurgija (Online)
Kliničeskaâ anatomija i operativnaâ hirurgija

© Клінічна анатомія та оперативна хірургія, 2018

УДК 611.976.013.018

DOI: 10.24061/1727-0847.17.4.2018.18

В.Д. Гузак, О.М. Слободян

Кафедра анатомії, топографічної анатомії та оперативної хірургії (зав. – проф. О.М. Слободян) Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці

СУЧАСНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОЗВИТОК ТА СТАНОВЛЕННЯ БУДОВИ КІСТОК КИСТІ

Резюме. Якщо в анатомії ноги панує принцип з'єднання окремих частин, зміцнення їх зв'язків, то в руці кожна її складова прагне стати вільною, кожен суглоб намагається позбутися своїх кайданів, а кожна ланка – отримати індивідуальну відточену форму. У статті пропонується короткий огляд основних механізмів розвитку та становлення будови кісток кисті. У процесі еволюції із трьох ланок руки (плече, передпліччя і кисть) особливого значення набувала її кінцева (дистальна) частина – кисть. Вона стає не тільки виконавицею волі, але і творцем, вихователем мозку. Територія проекції кисті і особливо великого пальця в передній і задній центральних звивинах кори великих півкуль мозку має майже таку ж довжину, як усе інше тіло.

Ключові слова: кисть; кістка; сухожилок; ембріогенез; анатомія.

Коли багато тисяч років тому людина встала на ноги й оволоділа прямою ходою, руки її стали вільними. Спочатку руки і ноги однаково брали участь в лазанні, стрибках, хапанні предметів, поступово ноги ставали опорою, а руки, не обтяжені жодною вагою, отримали можливість стати надзвичайно складним інструментом [1-3].

Функція кисті складається з трьох елементів. Витягнута вперед рука, відкрита, з прямими пальцями служить лопатою, совком; зігнуті пальці – гачком, щипцями; більш складна функція – хапання. При його виконанні людина залежно від мети руху, від характеру об'єкта (розмір, вага, форма, консистенція) утворює з кисті кожен раз новий механізм. В основі різноманітних рухів кисті лежать шість видів хапання: клочковий, міжпальцевий, площинний, шипковий, циліндричний, кульовий [4-6].

Хапання і утримання предметів – складний руховий акт. Його точність, міцність і надійність забезпечуються не тільки всіма відділами кисті – пальцями, п'ястком, зап'ястям, але значною мірою залежать від функції надпліччя, плеча, ліктя, передпліччя [7, 8].

Скелет кисті утворений скелетними ткани-

нами, до яких належить хрящова тканина (ХТ) та кісткова тканина (КТ), які мають єдине джерело розвитку – мезенхіму. ХТ розвивається з мезенхіми. В ембріона в період 5-6 тижнів у мезенхімі формуються хондрогенні ділянки, які визначаються більшою щільністю розташування мезенхімних клітин, значною мітотичною активністю та відсутністю кровоносних судин. При гістогенезі ХТ відбувається послідовне диференціювання клітин і утворення міжклітинної речовини [9-11]. Гістогенетичний ряд клітин ХТ послідовно представлений такими клітинними популяціями: мезенхімні клітини → стовбурові (хондрогенні) клітини → напівстовбурові клітини (прехондробласти) → ХБ → ХЦ [12, 13].

Остеогістогенез (ОГГ) кісток, у тому числі кісток кисті, починається в перший місяць ембріонального розвитку. Диферони клітин кісткової тканини представлені такими рядами диференціювання клітинних форм:

1. Стовбурова остеогенна мезенхімна клітина → напівстовбурова стромальна клітина (преостеобласт) → остеобласт (ОБ) → остеоцит (ОЦ).

2. Стовбурова клітина крові → напівстовбу-

рова клітина (попередниця мієлопоезу) → уніпотентна колонісуювальна моноцитарна клітина → монобласт → промоноцит → моноцит → остеокласт.

Розрізняють ембріональний і постембріональний ОГГ. Перший відбувається двома способами: прямий ОГГ (розвиток кістки безпосередньо з мезенхіми) і непрямий ОГГ (розвиток кістки на місці хрящової моделі майбутньої кістки) [14]. У прямому ОГГ розрізняють 4 етапи:

1. Утворення остеогенного зачатка (розмноження мезенхімних клітин і вrostання кровоносних капілярів).

2. Утворення остеїда (диференціювання клітин мезенхіми в преостеобласти, потім в остеобласти (ОБ)).

3. Мінералізація остеїда й утворення грубоволокнистої (ретиколофіброзної) КТ (диференціювання ОБ в остецити (ОЦ), тіла яких замуруються в кісткових лакунах, а їх відростки – у кісткових каналцях).

4. Перебудова грубоволокнистої КТ у пластинчасту відбувається за рахунок резорбції первинної кісткової тканини й новоутворення вторинної.

Непрямий ОГГ описує розвиток кістки як органа і характеризується тим, що спочатку утворюється модель майбутньої кістки з гіалінової ХТ, яка надалі руйнується і замінюється на кісткову [15-17].

У цього виду ОГГ розрізняють такі етапи:

1. Формування перетинчастої основи.

2. Формування хрящової моделі майбутньої кістки.

3. Перихондральне окостеніння (виникнення первинної точки скостеніння у ділянці діафізу, з утворенням кісткової манжетки) – посилення васкуляризації надхрящниці, синтез ОБ міжклітинної речовини, диференціювання ОБ в ОЦ, формування кісткових балок, що складаються з грубоволокнистої КТ [18].

4. Енхондральне скостеніння – порушення живлення ХТ унаслідок дифузії; альтерація та деструкція ХЦ; імпрегнація хряща солями вапна у ділянці діафізу; проникнення всередину хрящової моделі кровоносних судин й остеогенних клітин із подальшим їх диференціюванням в ОБ; вихід із судин моноцитів і диференціювання їх в ОК, руйнування ними ХТ; утворення ОБ грубоволокнистої КТ; руйнування остеокластами енхондральної кістки й утворення кістково-мозкової порожнини; утворення ОБ концентричних кісткових пластинок навколо кровоносних судин (формування остеонів), а також зовнішніх і внутрішніх

генеральних пластинок та формування компактної речовини діафізу кістки [19, 20, 21].

5. Виникнення епіфізарного центру скостеніння – в епіфізах після народження відбуваються ті ж процеси, що і при енхондральному скостенінні в діафізі.

6. Формування епіфізарного хряща – між епіфізом і діафізом формується хрящова пластинка, за рахунок якої відбувається ріст кістки в довжину.

Процеси остео- і хондрогенезу знаходяться в певній залежності від вуглеводного і ліпідного обміну, зокрема від повного і послідовного синтезу вуглеводно-білкових комплексів – глікозаміногліканів, протеогліканів, колагену та їх взаємодії між собою. Порушення в цих процесах призводять до проблем кісткоутворення, а отже, до формування дефектів хрящів та кісток [22-24].

Локальну регуляцію здійснює мікрооточення за допомогою цитокинів, міжклітинних контактів. Системна регуляція здійснюється гормонами і речовинами з гормоноподібною дією, а саме за допомогою:

- гормону росту, опосередковано через соматомедина (здійснюють стимулюючий вплив на анаболізм ОБ, особливо в період остеогістогенезу);

- АКТГ (його вплив протилежний дії гормону росту);

- тиреоїдних гормонів (внаслідок посилення обмінних процесів у клітинах вони стимулюють проліферацію ХЦ епіфізарного хряща і здійснення ОГГ, а також звапніння і васкуляризацію КТ);

- кальцитоніну і катакальціну (стимулюють проліферацію і функціональну активність ОБ, стимулюють остеогенез і мінералізацію КТ, сприяють зменшенню кількості ОК, знижують їх активність і резорбцію кістки);

- паратгормону (пригнічує функцію ОБ, зменшує в них синтез РНК, колагену тощо; підвищує метаболічну активність ОЦ із посиленням остеокитарного остеолізу, збільшує кількість ОК із посиленням синтезу протеолітичних ферментів та резорбції кісткового матриксу) [25-27].

Відмінною особливістю 3-го року життя є виникнення центру осифікації ще однієї кістки зап'ястя – тригранної, у віці 4 років розпочинається процес енхондрального кісткоутворення напівмісячної кістки зап'ястя. У другій половині 4-го року видно кісткові ядра всіх пальців і в кінці 4-го року – початок скостеніння *os capitatum*, *hamatum* і *triquetrum*; відсутні *os multangulum majus et minus*, *naviculare*, *lunatum* (*semilunare*) і

pisiforme [28, 29].

Здебільшого спостерігається певна послідовність появи центрів осифікації: спочатку центр осифікації кістки трапеції, потім човноподібної кістки і, в останню чергу, – трапецієподібної. Водночас з цим до кінця цього вікового періоду закінчується окостеніння хрящових моделей епіфізів п'ясткових кісток і фаланг пальців, також відбувається оформлення архітекτονіки кісткової структури епіметафізу коротких трубчастих кісток кисті [30, 31].

На 7-му році всі кістки кисті, окрім осіформе, осифіковані або знаходяться в процесі окостеніння. Для віку 8-9 років характерне збільшення ступеня осифікації кісток зап'ястя. Окостеніння завершується до кінця наведеного вікового періоду практично повністю. Хрящову будову зберігають лише горохоподібна кістка, сесамоподібна кістка, невелика кістка І п'ястно-фалангового суглоба та метаепіфізарні паросткові зони коротких трубчастих кісток кисті [32, 33].

Віковий термін появи центру осифікації горохоподібної кістки зап'ястя – 10 років. Періоду 12-14 років відповідає завершення стадії постнатального формування скелета кисті. Показником настання цієї стадії слугують окостеніння сесамоподібної кістки п'ястково-фалангового суглоба І пальця і формування синостозу метаепіфізарної ростової зони І п'ясної кістки.

Компактна речовина знаходиться на поверхні всіх кісток: вона сягає значної товщини в діафізах довгих кісток, тонша у пластинках плоских, і зовсім тонким шаром вкриває короткі трубчасті кістки. Кожна система складається з більшої або меншої кількості пластинок, які щільно прилягають одна до одної. Вони утворені колагеновими волокнами, що орієнтовані у різних площинах. Між пластинками розташовані кісткові клітини, відростки яких пронизують пластинки і з'єдну-

ються з відростками інших клітин, внаслідок чого вся система пронизана сітчастою мережею [34, 35].

Губчаста КТ формує метаепіфізарні частини трубчастих кісток та складається з трабекулярних пакетів, які утворюють паралельно розміщені кісткові пластинки, у проміжках між якими знаходяться ОЦ. Трабекули розташовані під кутом з формуванням характерної специфічної просторово-організованої пористої конструкції. При цьому утворюється сітка, всередині якої знаходяться ретикулярна і жирова тканини, кровеносні судини.

Розрізняють два види КТ: пластинчасту і ретикулофіброзну. Остання спостерігається, головним чином, в ембріональному, плодовому та ранньому постнатальному періодах розвитку. Пластинчаста КТ складається з кісткових пластинок (лаemel), утворених впорядковано розташованими в неорганічному матриксі колагеновими волокнами, і є основою компактною і губчастою речовини. Крім зв'язаної міжклітинної речовини, КТ містить клітини, диференційовані за специфічною структурою та функцією.

Висновок. Отже, постнатальне формування кісткових компонентів кисті має ряд особливостей порівняно із формуванням інших сегментів кінцівок. У зв'язку з відсутністю у дистальних відділів кісток (передпліччя і кісток кисті) апофізів, а також істотною відмінністю вікових термінів початку осифікації, в процесі енхондрального кісткоутворення цього відділу кістково-суглобової системи можуть бути виділені три достатньою мірою визначених періоди: період до появи точок окостеніння анатомічних утворень, які до моменту народження мають хрящову будову; період окостеніння дистальних епіфізів трубчастих кісток передпліччя і кісток зап'ястя; завершальний період синостозування метаепіфізарних росткових зон.

Список використаної літератури:

1. Алексеева ЛН, Кинзерский АЮ. Эхографическая визуализация ядер окостенения кисти и запястья для определения костного возраста у детей. *Современные проблемы науки и образования*. 2012;3.
2. Алексина ЛА. Динамика продольных размеров костей кисти в постнатальном онтогенезе. *Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на различных этапах онтогенеза*. 1999:36-42.
3. Алексина ЛА, Хайруллина ТП. Сроки и динамика окостенения костей запястья. *Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на различных этапах онтогенеза*. 1990:59-63.
4. Асфандияров РИ, Лазько АЕ. Гликозаминогликаны на ранних стадиях онтогенеза длинных трубчатых костей человека. *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии*. 1989;1:85-9.
5. Балаба ТЯ, Фурцева ЛН, Нефедьева НН. Обмен коллагена при несовершенном остеогенезе. *Вопросы медицинской химии*. 1974;20(5):471-5.
6. Баранов АА, Щеплягина ЛА. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и

клинические вопросы): в 2 т. М. 2006; 874 с.

7. Ганонг ВФ. Фізіологія людини. Львів: БАК, 2002; 786 с.

8. Горяинов ОП. К вопросу о возрастных изменениях костной ткани: (по данным литературы). *Вопр. антроп.* 1988;4:25-8.

9. Григанов МВ, Акишкіна ЕП. Использование ультразвукового исследования для определения ядер окостенения костей запястья. *Вестник ВолГМУ.* 2006;17:1-4.

10. Дедух НВ. Костная ткань: структурно-функциональные особенности и старение. *Проблемы остеологии.* 2007;10(3-4):9-16.

11. Ермолишко АС. Анатомическая изменчивость трубчатых костей кисти человека по данным рентгеноостеометрии; автореферат диссертации; Саратов. 2009.

12. Зубарев АР, Неменова НА. Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата у взрослых и детей: пособие для врачей. М.: Видар-М. 2006; 136 с.

13. Аврунин АС, Тихилов РМ, Шубняков ИИ. Иерархия спиральной организации структур скелета. Взаимосвязь строения и функции. *Морфология.* 2010;138(6):69-75.

14. Каинова ЗА, Адылов ОА, Гиясов ЗА. Определение возраста по костям скелета рентгенологическим методом исследования. *Судебн. мед. эксперт.* 1991;34(3):21-3.

15. Ковешников ВГ, Абакаров МХ, Лузин ВИ. Скелетные ткани: хрящевая ткань, костная ткань. Луганск: Изд-во Луганского госмедуниверситета. 2000; 154 с.

16. Коган БИ. Наследственно обусловленные параметры роста и старения скелета на различных этапах онтогенеза. *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.* 1984;86(2):58-64.

17. Корнев МА. Рентгеноанатомическая характеристика костей кисти в раннем детском возрасте. *Сборник научных трудов.* 1998:54-5.

18. Корнев МА, Агафонова НН. Перспективы индивидуальной оценки скелетного и биологического возраста у детей. *Биомедицинские и биосоциальные проблемы интегративной антропологии.* 1998;2:103-6.

19. Леонтьев СВ, Агафонова НН. Сроки окостенения костей кисти у детей раннего детского возраста. *Экологические проблемы современности и анатомия человека и экспериментальных животных.* 1992:28-31.

20. Литвиненко ИВ. Возрастные особенности развития костей кисти в детском возрасте на основе сравнительной морфологии. *Молодежный научный форум: естественные и медицинские науки: электр. сб. ст. по мат. VI междунар. студ. науч.-практ. конф.* 2013;6(6). [url: https://nauchforum.ru/archive/mnf_nature/6\(6\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/mnf_nature/6(6).pdf)

21. Никитюк БА, Пилецкий КМ. Изучение близнецовым методом меры эндогенных воздействий на рост и созревание костей кисти человека. *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.* 1973;69(2):64-8.

22. Николаев АА, Гончарова ЛА, Луцкий ДЛ. Изменения протеогликанов и гликозаминогликанов хрящевой ткани в условиях экспериментальной хронической интоксикации серосодержащим газом. *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН.* 2006;4(50):333-5.

23. Сабурцев АП. Развитие костной ткани человека в процессе постнатального онтогенеза. *Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков.* 1990; 240 с.

24. Савка П. Сучасні уявлення про структурну організацію кісткової тканини та їх прикладне значення у судовій медицині. *Клінічна та експериментальна патологія.* 2010;1(31):101-3.

25. Хайруллина ТП. Возрастные и половые особенности формы костей запястья. *Биомедицинские и биосоциальные проблемы интегративной антропологии.* 1998;2:243-6.

26. Bianchi S, Martinoli C. *Ultrasound of the Musculoskeletal System.* – Springer: Verlag, Berlin, Heidelberg. 2007:425-549.

27. Bull RK. Bone age assessment: a large scale comparison of the Greulich and Pyle, and Tanner and Whitehouse (TW2) methods. *Arch. Dis. Child.* 1999;81:172-3.

28. Chaumoitre K. Value of the sesamoid bone of the thumb in the determination of bone age. *J Radiol.* 2008;89(12):1921-4.

29. George W. Pediatric Skeletal Age: Determination with Neural Networks. *Radiology.* 1995;195:689-95.

30. Gilsanz V, Ratib O. *Hand Bone Age. A Digital Atlas of Skeletal Maturity.* – Springer: Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 2005; 106 с.

31. Greulich WW, Pyle SI. *Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist.* -Stanford. «Stanford Univer-

sity Press». 1950; 201 с.

32. Hang F, Barber AH. Nano-mechanical properties of individual mineralized collagen fibrils from bone tissue. *J. Royal Society Interface*. 2011;8(57):500-5.

33. Huda W, Gkanatsios NA.: Radiation dosimetry for extremity radiographs. – *Health Phys*. 1998;75:492-9.

34. Kamal M. Comparative evaluation of hand wrist radiographs with cervical vertebrae for skeletal maturation in 10-12 years old children. *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent*. 2006:127-35.

35. Marzke MW. Evolution of the human hand: approaches to acquiring, analysing and interpreting the anatomical evidence. *J Anat*. 2000;197:121-40.

References

1. Alekseyeva LN, Kinzerskiy AYu. Ekhograficheskaya vizualizatsiya yader okosteneniya kisti i zapyast'ya dlya opredeleniya kostnogo vozrasta u detey [Echographic visualization of hand and wrist ossification nuclei to determine bone age in children]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012;3. (in Russian).

2. Aleksina LA. Dinamika prodol'nykh razmerov kostey kisti v postnatal'nom ontogeneze [Dynamics of the longitudinal dimensions of the bones of the hand in postnatal ontogenesis]. *Zakonomernosti morfogeneza opornykh struktur pozvonochnika i konechnostey na razlichnykh etapakh ontogeneza*. 1999:36-42. (in Russian).

3. Aleksina LA, Khayrullina TP. Sroki i dinamika okosteneniya kostey zapyast'ya [The timing and dynamics of wrist bone ossification]. *Zakonomernosti morfogeneza opornykh struktur pozvonochnika i konechnostey na razlichnykh etapakh ontogeneza*. 1990:59-63. (in Russian).

4. Asfandiyarov RI, Laz'ko AYe. Glikozaminoglykany na rannikh stadiyakh ontogeneza dlinnykh trubchatykh kostey cheloveka [Glycosaminoglycans in the early stages of ontogenesis of the human long tubular bones]. *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*. 1989;1:85-9. (in Russian).

5. Balaba TYA, Furtseva LN, Nefed'yeva NN. Obmen kollagena pri nesovershennom osteogeneze [Collagen metabolism in osteogenesis imperfecta]. *Voprosy meditsinskoy khimii*. 1974;20(5):471-5. (in Russian).

6. Baranov AA, Shcheplyagina LA. Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov (teoreticheskiye i klinicheskiye voprosy) [Physiology of growth and development of children and adolescents (theoretical and clinical issues)]. Moscow; 2006. 874 p. (in Russian).

7. Hanonh VF. Fiziologiya lyudyny [Human physiology]. Lviv: BaK; 2002. 786 p. (in Ukrainian).

8. Goryainov OP. K voprosu o vozrastnykh izmeneniyakh kostnoy tkani: (po dannym literatury) [On the question of age-related changes in bone tissue: (according to the literature)]. *Voprosy antropologii*. 1988;4:25-8. (in Russian).

9. Griganov MV, Akishkina YEP. Ispol'zovaniye ul'trazvukovogo issledovaniya dlya opredeleniya yader okosteneniya kostey zapyast'ya [Using ultrasound to determine the nuclei of ossification of carpal bones]. *Vestnik VolGMU*. 2006;17:1-4. (in Russian).

10. Dedukh NV. Kostnaya tkan': strukturno-funksional'nyye osobennosti i starenie [Bone tissue: structural and functional features and aging]. *Problemy osteologii*. 2007;10(3-4):9-16. (in Russian).

11. Yermolinko AS. Anatomicheskaya izmenchivost' trubchatykh kostey kisti cheloveka po dannym rentgenoosteometrii [Anatomical variability of the tubular bones of the human hand according to x-ray osteometry] [dissertation abstract]. Saratov; 2009. (in Russian).

12. Zubarev AR, Nemenova NA. Ul'trazvukovoye issledovaniye oporno-dvigatel'nogo apparata u vzroslykh i detey: posobiye dlya vrachey [Ultrasound examination of the musculoskeletal system in adults and children: a manual for doctors]. Moscow: Vidar-M. 2006; 136 p. (in Russian).

13. Avrunin AS, Tikhilov RM, Shubnyakov II. Iyerarkhiya spiral'noy organizatsii struktur skeleta. Vzaimosvyaz' stroeniya i funktsii [The hierarchy of the spiral organization of skeletal structures. The relationship of structure and function]. *Morfologiya*. 2010;138(6):69-75. (in Russian).

14. Kainova ZA, Adylov OA, Giyasov ZA. Opredeleniye vozrasta po kostyam skeleta rentgenologicheskim metodom issledovaniya [Determination of the age of the bones of the skeleton by x-ray method of research]. *Sudebn. med. ekspert*. 1991;34(3):21-3. (in Russian).

15. Koveshnikov VG, Abakarov MKh, Luzin VI. Skeletnyye tkani: khryashchevaya tkan', kostnaya tkan' [Skeletal tissues: cartilage tissue, bone tissue.]. Lugansk: Publishing house of Lugansk State Medical University. 2000; 154 p. (in Russian).

16. Kogan BI. Nasledstvenno obuslovlennyye parametry rosta i stareniya skeleta na razlichnykh etapakh ontogeneza [Hereditary parameters of skeletal growth and aging at various stages of ontogenesis]. *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*. 1984;86(2):58-64. (in Russian).

17. Kornev MA. Rentgenoanatomicheskaya kharakteristika kostey kisti v rannem detskom vozraste [X-ray anatomical characterization of hand bones in early childhood]. *Sbornik nauchnykh trudov*. 1998;54-5. (in Russian).
18. Kornev MA, Agafonova NN. Perspektivy individual'noy otsenki skeletnogo i biologicheskogo vozrasta u detey [Prospects for individual assessment of skeletal and biological age in children]. *Biomeditsinskiye i biosotsial'nyye problemy integrativnoy antropologii*. 1998;2:103-6. (in Russian).
19. Leont'yev SV, Agafonova NN. Sroki okosteneniya kostey kisti u detey rannego detskogo vozrasta [The timing of ossification of the bones of the hand in children of early childhood]. *Ekologicheskiye problemy sovremennosti i anatomiya cheloveka i eksperimental'nykh zhivotnykh*. 1992. p. 28-31. (in Russian).
20. Litvinenko IV. Vozrastnyye osobennosti razvitiya kostey kisti v detskom vozraste na osnove sravnitel'noy morfologii [Age characteristics of the development of hand bones in childhood based on comparative morphology]. In: *Molodezhnyy nauchnyy forum: yestestvennyye i meditsinskiye nauki Proceedings Of The VI International Student Scientific And Practical Conference [Internet]; 2013; 2013 [cited 2018 Sep 18]; 6(6) Available from: [https://nauchforum.ru/archive/mnf_nature/6\(6\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/mnf_nature/6(6).pdf) (in Russian).*
21. Nikityuk BA, Piletskiy KM. Izucheniye bliznetsovym metodom mery endogennykh vozdeystviy na rost i sozrevaniye kostey kisti cheloveka [Study of the twin method of measuring endogenous effects on the growth and maturation of human hand bones]. *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*. 1973;69(2):64-8. (in Russian).
22. Nikolayev AA, Goncharova LA, Lutskiy DL. Izmeneniya proteoglikanov i glikozaminoglikanov khryashchevoy tkani v usloviyakh eksperimental'noy khronicheskoy intoksikatsii serosoderzhashchim gazom [Changes in proteoglycans and glycosaminoglycans of cartilage tissue under conditions of experimental chronic intoxication with sulfur-containing gas]. *Byulleten' VSNTS SO RAMN*. 2006;4(50):333-5. (in Russian).
23. Saburtsev AP. Razvitiye kostnoy tkani cheloveka v protsesse postnatal'nogo ontogeneza [The development of human bone tissue in the process of postnatal ontogenesis]. *Vozrastnyye osobennosti fiziologicheskikh sistem detey i podrostkov*. 1990; 240 p. (in Russian).
24. Savka IH. Suchasni uyavleniya pro strukturnu orhanizatsiyu kistkovoyi tkanyny ta yikh prykladne znachennya u sudoviy medytsyni [Contemporary notions about the structural organization of bone tissue and their application in forensic medicine]. *Klinichna ta eksperymental'na patolohiya*. 2010;1(31):101-3. (in Ukrainian).
25. Khayrullina TP. Vozrastnyye i polovyye osobennosti formy kostey zapyast'ya [Age and gender features of the form of the wrist bones]. *Biomeditsinskiye i biosotsial'nyye problemy integrativnoy antropologii*. 1998;2:243-6. (in Russian).
26. Bianchi S, Martinoli C. *Ultrasound of the Musculoskeletal System*. Verlag, Berlin, Heidelberg: Springer; 2007. p. 425-549.
27. Bull RK, Edwards PD, Kemp PM, Fry S, Hughes IA. Bone age assessment: a large scale comparison of the Greulich and Pyle, and Tanner and Whitehouse (TW2) methods. *Arch Dis Child*. 1999 Aug;81(2):172-3. doi: 10.1136/adc.81.2.172
28. Chaumoitre K, Adalian P, Colavolpe N, Ramis O, Marciano S, Leonetti G, et al. [Value of the sesamoid bone of the thumb in the determination of bone age]. *J Radiol*. 2008 Dec;89(12):1921-4. (in French).
29. Gross GW, Boone JM, Bishop DM. Pediatric skeletal age: determination with neural networks. *Radiology*. 1995 Jun;195(3):689-95. doi: 10.1148/radiology.195.3.7753995
30. Gilsanz V, Ratib O. *Hand Bone Age. A Digital Atlas of Skeletal Maturity*. Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2005. 106 p.
31. Greulich WW, Pyle SI. *Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*. Stanford: Stanford University Press; 1950. 201 p.
32. Hang F, Barber AH. Nano-mechanical properties of individual mineralized collagen fibrils from bone tissue. *J R Soc Interface*. 2011 Apr 6;8(57):500-5. doi: 10.1098/rsif.2010.0413.
33. Huda W, Gkanatsios NA. Radiation dosimetry for extremity radiographs. *Health Phys*. 1998 Nov;75(5):492-9.
34. Kamal M. Comparative evaluation of hand wrist radiographs with cervical vertebrae for skeletal maturation in 10-12 years old children. *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent*. 2006;127-35.
35. Marzke MW, Marzke RF. Evolution of the human hand: approaches to acquiring, analysing and interpreting the anatomical evidence. *J Anat*. 2000 Jul;197(Pt 1):121-140. doi: 10.1046/j.1469-7580.2000.19710121.x

СОВРЕМЕННЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗВИТИИ И СТАНОВЛЕНИИ СТРОЕНИЯ КОСТЕЙ КИСТИ

Резюме. Если в анатомии ноги царит принцип соединения отдельных частей, укрепление их связок, то в руке каждая ее составляющая стремится стать свободной, каждый сустав пытается избавиться от своих кандалов, а каждое звено – получить индивидуальную отточенную форму. В статье предлагается краткий обзор основных механизмов развития и становления строения костей кисти. В процессе эволюции из трех звеньев руки (плечо, предплечье и кисть) особое значение приобретает ее конечная (дистальная) часть – кисть. Она становится не только исполнительницей воли, но и создателем, воспитателем мозга. Территория проекции кисти и особенно большого пальца в передней и задней центральных извилинах коры больших полушарий мозга имеет почти такую же длину, как все остальное тело

Ключевые слова: кисть; эмбриогенез; кость; сухожилие.

MODERN FINDINGS CONCERNING DEVELOPMENT AND FORMATION OF HUMAN HAND BONES

Abstract. If in anatomy of the foot the leading principle is connection of individual parts, strengthening of their ligaments, then in the hand each component tends to become free, each joint tries to get rid of its connections, and each link – to get an individual perfected form. The article offers a brief review of the basic mechanisms of development and formation of the hand bones. In the process of evolution of the three parts of the arm (shoulder, forearm and hand), its final (distal) part – the hand – is of a particular importance. It becomes not only the performer of the will, but also the creator, educator of the brain. The territory of the projection of the hand and especially the thumb in the anterior and posterior central convolutions of the cerebral cortex is almost as long as the rest of the body. The skeleton of the hand is formed by skeletal tissues, which include cartilage and bone tissue having the only source of development – the mesenchyme. The cartilaginous tissue develops from the mesenchyme. In the embryo in the period of 5-6 weeks, chondrogenic areas are formed in the mesenchyme. They are determined by the greater density of the location of mesenchymal cells, significant mitotic activity and the absence of blood vessels. The function of the hand consists of three elements. Stretched forward hand, open, with straight fingers serves as a shovel,; bent fingers - crochet, tongs; more difficult function – snatching. When it is executed, a person, depending on the purpose of the movement, on the nature of the object (size, weight, shape, texture) forms a new mechanism from the hand each time. In the core of various movements of the hand there are six types of grasping: ragged, interdigital, planar, pinching, cylindrical, and spherical. The processes of osteo- and chondrogenesis are in a certain dependence on carbohydrate and lipid metabolism, in particular on the complete and sequential synthesis of carbohydrate-protein complexes – glycosaminoglycans, proteoglycans, collagen and their interaction with each other. Disorders in these processes lead to bone problems and, consequently, to the formation of cartilage defects and bones. In most cases, there is a certain sequence of appearance of ossification centers: first, the center of ossification of the trapezoid bone, then the navicular bone, and the last on – the trapezoid. At the same time, by the end of this age period, the ossification of the cartilaginous models of the epiphyses of the metacarpal bones and phalanges of the finger ends, and the design of the bone structure of the epimetaphysis of the short tubular bones.

Key words: hand, embryogenesis, bone, tendon.

Відомості про авторів:

Гузак Володимир Дмитрович – аспірант кафедри анатомії, топографічної анатомії та оперативної хірургії Вищого державного навчального закладу України “Буковинський державний медичний університет”, м. Чернівці;

Слободян Олександр Миколайович – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри анатомії, топографічної анатомії та оперативної хірургії Вищого державного навчального закладу України “Буковинський державний медичний університет”, м. Чернівці.

Information about the authors:

Huzak Volodymyr D. – Postgraduate student of the Department of Anatomy, Topographic Anatomy and Operative Surgery of the Higher State Educational Establishment of Ukraine “Bukovinian State Medical University”, Chernivtsi;

Slobodian Oleksandr M. – Doctor of Medical Sciences, Professor, chief of the Department of Anatomy, Topographic Anatomy and Operative Surgery of the Higher State Educational Establishment of Ukraine “Bukovinian State Medical University”, Chernivtsi.

Надійшла 05.09.2018 р.

Рецензент – проф. Кривецький В.В. (Чернівці)