

**METHOD OF MACRO MICROSCOPIC PREPARATION OF THE SURFACE STRUCTURES OF THE POSTERIOR ELBOW AND FOREARM AREAS IN HUMAN FETUSES****Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine)**[khmara.tv.6@gmail.com](mailto:khmara.tv.6@gmail.com)

*The proposed dissection technique provides standardised data on the anatomical variability of superficial muscles and neurovascular formations of the posterior elbow and forearm areas in different periods of ontogeny. This is especially important in wartime for surgeons working in the field or with limited access to resources, as standardised data allows for more accurate planning and execution of surgical interventions.*

*The study was conducted on 46 human fetal specimens aged 4-10 months using macromicroscopic dissection and morphometry, in compliance with bioethical standards and current legislation.*

*To access the superficial formations of the posterior ulnar and forearm areas, three skin incisions were made in fetuses: upper horizontal (from the medial to the lateral edge of the humerus), lower horizontal (from the styloid process of the radius to the styloid process of the ulna) and vertical (from the midpoint between the ulnar process and the lateral epicondyle of the humerus to the posterior carpal region).*

*This proven technique will prevent surgeons from injuring essential vessels and nerves during complex operations in these areas. This reduces the risk of complications and improves treatment outcomes, which is necessary in wartime, when fast and effective recovery of the wounded is a priority. Thus, dissecting the superficial structures of the posterior ulnar and forearm areas in human fetuses improves the quality of surgical care and increases the chances of successful rehabilitation of the injured.*

**Key words:** *posterior ulnar region, posterior forearm region, radial nerve, posterior interosseous artery, dissection method, anatomical variability, fetus.*

**Connection of the publication with planned research works.**

The study is a fragment of the planned complex theme of the Department of Anatomy, Clinical Anatomy and Operative Surgery and the Department of Human Anatomy named after M.G. Turkevych of Bukovinian State Medical University "Patterns of sex-age structure and topographic and anatomical transformations of organs and structures of the body at pre- and postnatal stages of ontogenesis. Peculiarities of perinatal anatomy and embryotopography" (state registration number 0120U101571).

**Introduction.**

At present, one way to detect rejection of a transplanted organ is to simultaneously transplant the organ and a forearm skin flap on a vascular pedicle from the donor to the recipient. Rejection of the donor skin flap on the vascular pedicle ("sentinel flap"), which is sutured to the recipient's forearm, indicates organ rejection [1, 2].

One of the most common and rational methods in treating osteomyelitis is muscle grafting on the leg. The use of muscles for plastics is growing, which is explained by a number of valuable properties of muscle tissue, primarily its abundant blood supply and associated pronounced resistance to infection, as well as its high plasticity, which allows the flap to be shaped to the required shape [3, 4].

In order to determine the forms of anatomical variability of fascial and cellular formations, superficial muscles, veins and saphenous nerves of the posterior elbow and forearm areas, posterior interosseous vessels and nerve and branches of the radial nerve, it is necessary to have a clear idea of their layered arrangement, differences in the number of muscle branches, the level of their departure from the nerve trunks and the level of

their entry into the superficial muscles of the posterior forearm group [5, 6]. Also of great practical importance are the data on arterial branches entering the abdomen of the superficial muscles of the posterior forearm group together with nerves, and the topographic and anatomical relationships of nerves and vessels at their entry into the muscle and their intramuscular distribution [7]. There are few publications on the variant anatomy of the radial nerve and brachial artery branches in human fetuses [8-10].

When searching the sources of available literature, we have yet to find scientific papers on the algorithm of dissection of the constituent formations of the posterior ulnar and forearm regions in human fetuses [11-12].

**The aim of the study.**

The primary objective of this study is to determine the methodology of the most rational sequence of actions during the preparation of the forearm fascia, cutaneous nerves and superficial veins of the posterior forearm, superficial muscles of the posterior forearm group, as well as arteries and nerves that provide blood supply and innervation of the latter, respectively, in order to obtain standard results suitable for comparison in the age aspect.

**Object and research methods.**

The topographic and anatomical relationships of surface formations of the posterior ulnar and forearm areas were studied on 46 preparations of human fetuses aged 4-10 months using macromicroscopic dissection and morphometry.

The study was conducted by the basic bioethical provisions of the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine (04.04.1997), the World Medical Association Declaration of Helsinki for the Ethical Principles of Scientific Medical Research Involving Human Subjects (1964-2013), Order of the Ministry of Health of

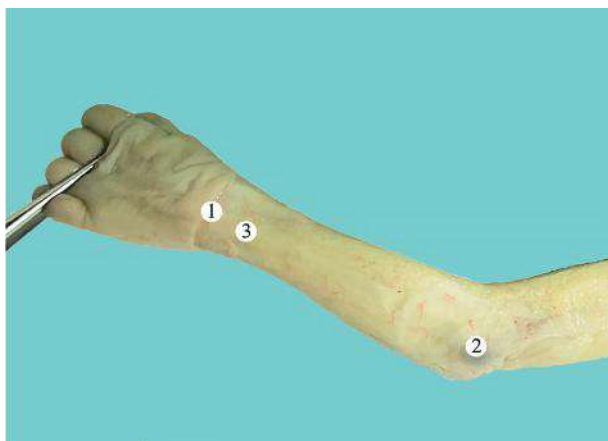


Figure 1 – Structures of the left posterior ulnar and forearm areas of a 190.0 mm fetus of parieto-coccygeal length (PCL). Photo of the macro preparation. Magnification: 2.2<sup>x</sup>. Designations: 1 – lower horizontal skin incision; 2 – ulnar process of the ulna; 3 – forearm fascia.

Ukraine No. 6903.), Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 690 of 23.09.2009 and taking into account the methodological recommendations of the Ministry of Health of Ukraine “Procedure for the removal of biological objects from deceased persons whose bodies are subject to forensic medical examination and pathological examination for scientific purposes” (2018). The Commission on Biomedical Ethics of Bukovinian State Medical University (Protocol No. 6 of 21.03.2024) found no violations of moral and legal standards in research.

#### Research results and their discussion.

We performed three skin incisions to access the superficial formations of the posterior elbow and forearm areas in human fetuses. Thus, the first (upper horizontal) skin incision was made from the medial to the lateral edge of the humerus body in a transverse direction in the lower third of the posterior shoulder region. The second (lower horizontal) skin incision was made in the lower third of the posterior forearm area in the direction from the radius to the ulna (fig. 1). The third (vertical) skin incision was made from a point determined in the middle of the distance between the ulnar process of the ulna and the lateral epicondyle of the humerus towards the posterior carpal region.

Next, in the proximal part of the median skin flap, separating the skin and subcutaneous tissue, the posterior branch of the median cutaneous nerve of the forearm, which innervates the median skin of the upper two-thirds of the posterior forearm, was prepared. After that, the branches of the main forearm vein were carefully dissected along the entire length of the median skin flap, which in most of the studied fetuses is a part of the fourth posterior metacarpal vein, into which the second and third posterior metacarpal veins flow. Then, on the border of the middle and lower thirds of the median skin flap, the posterior branch of the ulnar nerve was found, which extends to the posterior part of the forearm from the anterior surface of the forearm, mainly in the area of the radiocarpal joint, between the tendon of the ulnar flexor muscle and the ulna.

Next, the structures of the lateral skin flap were dissected. First, the branches of the posterior cutaneous nerve of the forearm, which innervates the skin of the posterior surface of the forearm, and the branches of the lateral cutaneous nerve of the forearm, which primarily

provide innervation of the skin of the anterolateral surface of the forearm, were isolated. The main vein of the forearm was then dissected. The latter is usually a continuation of the first posterior metacarpal vein, which runs upwards, bends around the radiocarpal joint from the side, and runs along the radial edge of the forearm. It should be noted that in the studied fetuses, mainly on the border between the lower and middle thirds of the posterior part of the forearm, the main vein of the forearm passes to its anterior surface and reaches the lateral part of the ulna. Then, in the lower third of the lateral skin flap, we carefully prepared the superficial branch of the radial nerve, which passes here from the anterior surface of the forearm at the level of the brachioradialis muscle tendon. After dissecting the skin flaps, we saw the posterior ulnar and forearm areas covered with their own fascia. In the upper third of the area, the triceps brachii muscle is clearly visible, with its tendon attached to the ulnar process of the ulna. On each side of the triceps brachii tendon, there are small depressions corresponding to the elbow joint and limited to the muscles starting from the lateral and medial epicondyles of the humerus. In particular, on the posterior surface of the elbow joint, the ulnar muscle is defined as a flat, triangular plate. On the ulnar side, in relation to the long and short radial extensor muscles of the wrist, a predominantly wide and flat-shaped, superficially located finger extensor muscle is detected. Lateral to the finger extensor muscle is the extensor digiti minimi muscle, which looks like a thin, elongated spindle. Between the extensor digiti minimi muscle (lateral) and the beginning of the ulnar flexor muscle of the wrist (medial), the ulnar extensor muscle of the wrist is usually thin and flat in shape (fig. 2). The latter was spindle-shaped in some fetuses. The extensor mentioned above muscles originate from the lateral epicondyle of the humerus and the forearm fascia.

In the lower part of the posterior part of the forearm, lateral to the tendons of the extensor digitorum muscle, a short segment of the long extensor digitorum muscle is found, the abdomen of which is predominantly spindle-shaped. The initial part of the long abductor muscle of the thumb is covered posteriorly by the extensor digitorum and the short radial extensor muscle of the wrist. In the lower part of the posterior part of the forearm, the transverse fibres of the bracelet-shaped

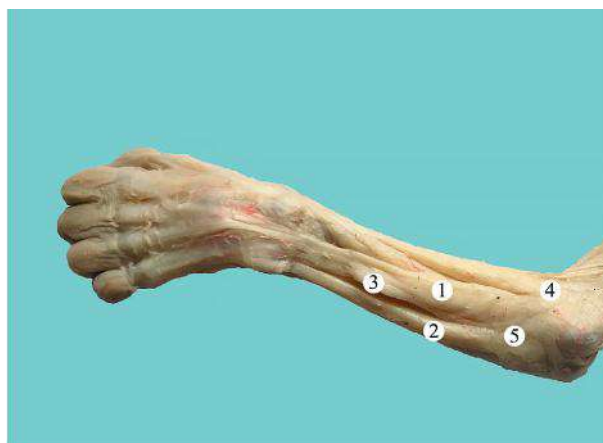


Figure 2 – Muscles of the posterior group of the left forearm of the fetus 190.0 mm PCL. Photo of the macro preparation. Magnification: 2.3<sup>x</sup>. Designations: 1 – finger extensor muscle; 2 – ulnar extensor muscle of the wrist; 3 – extensor digiti minimi muscle; 4 – lateral epicondyle of the humerus; 5 – forearm fascia.

extensor digitorum muscle holder hide the tendons of the muscles that pass under it to the hand in the bone and fibre channels. It should be noted that the forearm fascia extends upwards into the fascia of the triceps brachii muscle, and thickens downwards due to transverse fibres. In human fetuses, the forearm fascia is thickest in the posterior ulnar region, where it is tightly adjacent to the lateral and medial epicondyles of the humerus and ulna and the posterior edge of the ulna. In late fetuses, the fascia of the forearm fuses with the above structures of the humerus and ulna. The posterior intermuscular septum extends inward from the forearm fascia in the posterior part of the forearm, running along the lateral edge of the finger extensor muscle. In addition, each muscle of the posterior forearm group has its own fascial sheath, which is loose in the distal part and denser in the proximal part, where muscle fibres are attached to it and together with it attach to the lateral epicondyle of the humerus, ulna and the upper third of the posterior surface of the ulna body. Next, the fascia was carefully removed from the lower portion of the triceps brachii muscle and its tendon, and the aponeurotic laminae were dissected with vertical incisions on both sides of the ulnar process of the elbow.

Then, the fascial flaps were lifted laterally from the ulnar process of the ulna and the ulnar muscle was prepared, which has the shape of a triangle, the apex of which starts from the lateral epicondyle of the humerus and the base is attached to the lateral surface of the ulnar process of the ulna. It should be noted that the superficial muscles of the posterior part of the forearm were prepared in the caudo-cranial direction. To do this, a transverse incision in the posterior carpal region was made to dissect the extensor digitorum muscle holder formed by the slightly thickened distal part of the forearm fascia. The second incision of the forearm fascia was made from the middle of the previous one perpendicular to it in the proximal direction, until the forearm fascia ceased to detach from the muscles. After that, the formed fascial flaps were peeled off to the radial and ulnar sides.

In late fetuses, tissue was removed sequentially from the ulnar extensor muscle of the wrist, extensor digiti minimi muscle, and the extensor digitorum muscles of the fingers in the caudo-cranial direction to the level of the dissected aponeurosis.

Then, the extensor digiti minimi muscle tendons were transected, the four tendons of the extensor digitorum muscle slightly above the extensor digitorum holder, without touching the extensor digitorum muscle of the index finger. The extensor digiti minimi muscle, prepared from all sides, was retracted to the ulnar side. After that, four tendons of the finger extensor muscle were isolated, paying attention to the fact that the two tendons that run to the III and IV fingers are covered in the middle part of the forearm by the tendons of the II and V fingers.

In a fetus of 240.0 mm PCL, the left extensor digitorum muscle bifurcated under the extensor digitorum muscle holder into three tendons that ran to the II-IV fingers. At the same time, the abdomen of the left extensor digitorum muscle had a narrow ribbon-like shape (fig. 3).

In isolating the extensor digitorum muscle tendons, we tried to preserve the muscle nerve branches. After that, the extensor digitorum muscle was retracted to

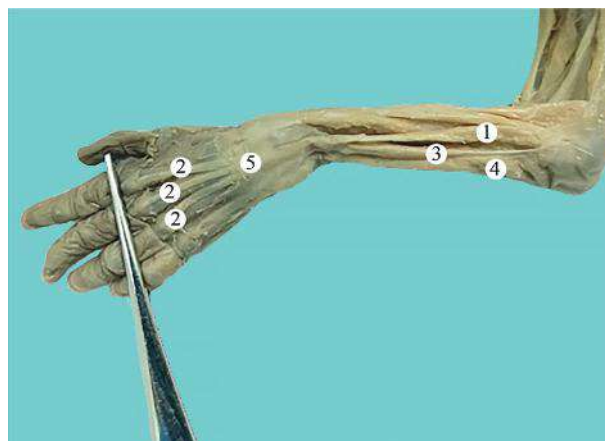


Figure 3 – Muscles of the posterior group of the left forearm of the fetus 240.0 mm PCL. Photo of the macro preparation. Magnification: 2.3<sup>x</sup>. Designations: 1 – finger extensor muscle; 2 – tendons of the finger extensor muscle; 3 – extensor digiti minimi muscle; 4 – ulnar wrist extensor muscle; 5 – extensor digitorum muscle holder.

the radial side, previously studying its synthropy with the short radial wrist extensor muscle (laterally) and the extensor digiti minimi muscle (medially). Above the middle of the forearm, two muscles were prepared – the extensor digiti minimi muscle and extensor digitorum muscles, which are tightly connected by fascia, so they can only be separated by cutting the aponeurotic fusion from the bottom up to the lateral epicondyle of the humerus with short movements of the scalpel tip. Considering that there are blood vessels and nerves on the deep side of these muscles, we carefully and progressively separated the superficial formations of the posterior part of the forearm. After completing the disconnection of the superficial muscles of the posterior forearm group, we widely parted the latter and began dissecting the underlying vascular and nerve formations. First, we identified the deep branch of the radial nerve, which penetrates the abductor muscle and branches into numerous thin branches, the preparation of which requires care.

In most of the human fetuses of different ages studied, the innervation of the superficial muscles of the posterior forearm group is carried out by a common nerve trunk – the deep branch of the radial nerve, which first partially penetrates the thickness of the finger extensor muscle and from here sends 1-3 branches to the ulnar extensor muscle of the wrist. It is noteworthy that the nerve-muscle branches enter the thickness of these muscles at the border of the upper and middle thirds of the forearm, and in the thickness of the extensor digitorum and ulnar extensor muscle of the wrist, the nerve trunks run in an ascending and descending direction, generally parallel to the longitudinal axis of the muscles and mainly along the muscle bundles. In single human fetuses of 215.0, 240.0, and 290.0 mm TCD, a double nerve branch to the ulnar extensor muscle of the hand was found, the branching of which we traced after the extensor digiti minimi was retracted. It should be emphasized that in a few fetuses, 1-2 muscle branches of the posterior interosseous nerve are involved in the innervation of the lower third of the abdomen of the extensor digitorum muscle.

In some isolated cases, during the preparation of nerve branches to the extensor digiti minimi muscle and extensor digiti minimi it was noted that these nerves often start from a common trunk that branches



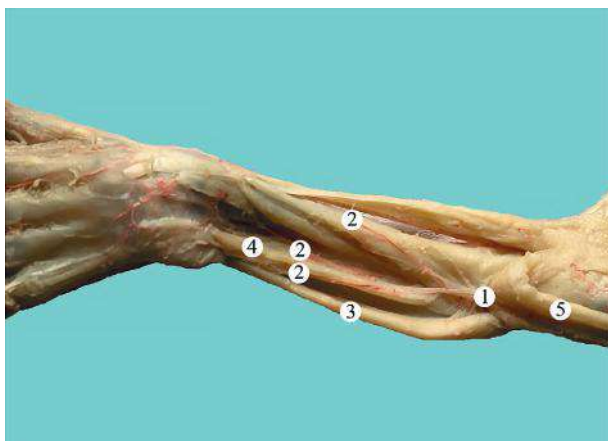


Figure 4 – Blood supply and innervation of the muscles of the posterior group of the left forearm (finger extensor muscle is pulled up) of a 190.0 mm PCL fetus. Photo of the macro preparation. Magnification: 2.3<sup>x</sup>. Designations: 1 – posterior interosseous artery and nerve; 2 – branches of the posterior interosseous artery; 3 – ulnar extensor carpi ulnaris; 4 – extensor digiti minimi; 5 – extensor digiti.

into upper and lower branches. In this case, the upper branches are short, and the lower branches to the extensor digitorum muscle are long.

The posterior interosseous nerve and artery were dissected between the deep and superficial muscles in the distal part of the posterior forearm. The blood supply to the ulnar extensor carpi ulnaris muscle, extensor digiti minimi and finger extensor muscle is mainly provided by branches of the posterior interosseous artery

(fig. 4). It was found that in the thickness of the extensor digitorum muscle, the arterial branches run in a longitudinal or oblique-descending direction.

We hope that the proposed and tested algorithm for dissection of the superficial structures of the posterior elbow and forearm will reduce the risk of diagnostic errors and improve the quality of treatment of patients with radial nerve damage in the posterior forearm.

#### Conclusions.

The proposed and tested method of dissection of superficial muscles and neurovascular formations of the posterior elbow and forearm areas in fetuses provides standardised data on their typical, individual and sex-age anatomical variability in different periods of human ontogeny.

The applied significance of the proposed algorithm for anatomical dissection of the surface structures of the posterior elbow and forearm areas in human fetuses will allow surgeons to prevent injury to the arteries and nerves of the finger extensor muscle, ulnar extensor muscle of the wrist and extensor digiti minimi muscle when performing complex surgical interventions within these areas.

#### Prospects for further research.

The proposed algorithm for dissecting the superficial muscles of the posterior forearm group, vessels and nerves of the posterior ulnar and forearm regions in human fetuses demonstrates the need for further elucidation of their anatomical variability in the fetal and early neonatal periods of human ontogeny.

DOI 10.29254/2077-4214-2024-2-173-339-347

УДК 611.973/.974.086.2-053.18

Хмара Т. В., Коваль О. А., Комар Т. В., Ковальчук П. Є., Бірюк І. Г.

### МЕТОД МАКРОМІКРОСКОПІЧНОГО ПРЕПАРУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ СТРУКТУР ЗАДНІХ ЛІКТЬОВОЇ І ПЕРЕДПЛІЧНОЇ ДІЛЯНОК У ПЛОДІВ ЛЮДИНИ

Буковинський державний медичний університет (м. Чернівці, Україна)

khmara.tv.6@gmail.com

Запропонована методика препарування забезпечує стандартизацію даних щодо анатомічної мінливості поверхневих м'язів і судинно-нервових утворень задніх ліктювої та передплічної ділянок у різні періоди онтогенезу. Це особливо важливо у теперішній воєнний час для хірургів, які працюють у польових умовах або в умовах обмеженого доступу до ресурсів, оскільки стандартизовані дані дозволяють більш точно планувати та виконувати оперативні втручання.

Дослідження проведено на 46 препаратах плодів людини віком 4-10 місяців методом макромікроскопічного препарування і морфометрії, дотримуючись біоетичних норм та чинного законодавства.

Для доступу до поверхневих утворень задніх ліктювої і передплічної ділянок у плодів виконували три розрізи шкіри: верхній горизонтальний (від присереднього до бічного краю плечової кістки), нижній горизонтальний (від шилоподібного відростка променевої кістки до шилоподібного відростка ліктювої кістки) і вертикальний (від середини між ліктювим відростком і бічним надвіростком плечової кістки до задньої зап'ясткової ділянки).

Використання апробованої методики дозволить хірургам уникати травмування важливих судин і нервів під час складних операцій у зазначених ділянках. Це знижує ризик ускладнень і покращує результати лікування, що має велике значення в умовах воєнного часу, коли швидке та ефективне відновлення поранених є пріоритетом. Таким чином, методика препарування поверхневих структур задніх ліктювої і передплічної ділянок у плодів людини не тільки сприяє покращенню якості хірургічної допомоги, але й підвищує шанси на успішну реабілітацію постраждалих.

**Ключові слова:** задня ліктюва ділянка, задня ділянка передпліччя, променевий нерв, задня міжкісткова артерія, метод препарування, анатомічна мінливість, плід.

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.**

Дослідження є фрагментом планової комплексної теми кафедри анатомії, клінічної анатомії та

оперативної хірургії і кафедри анатомії людини імені М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету «Закономірності статево-вікової будови та топографоанатомічних перетворень орга-

нів і структур організму на пре- та постнатальному етапах онтогенезу. Особливості перинатальної анатомії та ембріотопографії» № державної реєстрації 0120U101571).

**Вступ.**

У теперішній час одним із способів виявлення відторгнення трансплантованого органу є одночасна трансплантація органу і шкірного клаптя передпліччя на судинній ніжці від донора реципієнту. Відторгнення донорського шкірного клаптя на судинній ніжці ("сторожовий клапот"), який підшивають у ділянку передпліччя реципієнту, свідчить про відторгнення органу [1, 2].

Одним із поширених та раціональних прийомів при лікуванні остеомієліту є м'язова пластика на ніжці. Сфера застосування м'язів для пластики зростає, що пояснюється низкою цінних властивостей м'язової тканини, насамперед її рясним кровопостачанням і пов'язаною з ним вираженою стійкістю щодо інфекції, а також високою пластичністю, що дозволяє надавати клаптю необхідну форму [3, 4].

Для з'ясування форм анатомічної мінливості фасціально-клітковинних утворень, поверхневих м'язів, вен та підшкірних нервів задніх ліктьової і передплічної ділянок, задніх міжкісткових судин і нерва та галужень променевого нерва необхідно мати чітку уяву про їхнє поширене розташування, відмінності щодо кількості м'язових гілок, рівні їх відходження від нервових стовбурів та рівні вступу їх у поверхневі м'язи задньої групи передпліччя [5, 6]. Також мають важливе практичне значення дані про артеріальні гілки, що вступають у черевце м'язів поверхневого шару задньої групи передпліччя разом із нервами, та топографо-анатомічні взаємовідношення нервів та судин при їх вступі у м'яз та їхній внутрішньом'язовий розподіл [7]. У літературі трапляються одиничні публікації щодо варіантної анатомії гілок променевого нерва і плечової артерії у плодів людини [8-10].

При проведенні пошуку джерел доступної нам літератури ми не знайшли наукових праць щодо алгоритму препарування складових утворень задніх ліктьової і передплічної ділянок у плодів людини [11-12].

**Мета дослідження.**

Визначити методіку найбільш раціональної послідовності дій під час препарування фасції передпліччя, шкірних нервів і поверхневих вен задньої ділянки передпліччя, поверхневих м'язів задньої групи передпліччя, а також артерій і нервів, які забезпечують відповідно кровопостачання та іннервацію останніх з метою одержання стандартних результатів, придатних для співставлення у віковому аспекті.

**Об'єкт і методи дослідження.**

Дослідження топографо-анатомічних взаємовідношень поверхневих утворень задніх ліктьової і передплічної ділянок проведено на 46 препаратах плодів людини 4-10 місяців за допомогою макромікроскопічного препарування і морфометрії.

Дослідження проведено відповідно до основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2013 рр.), наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р. та з урахуванням методичних рекомендацій МОЗ України «Поря-

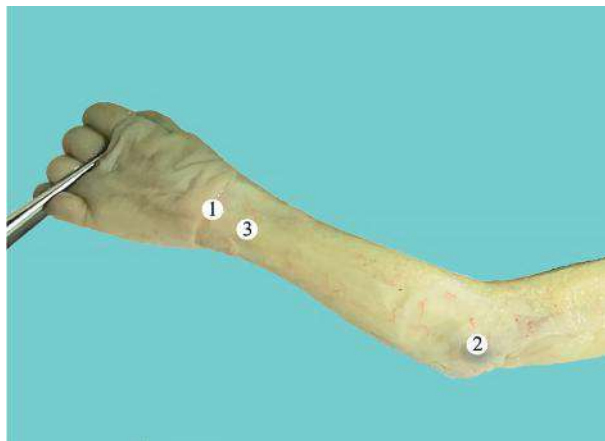


Рисунок 1 – Структури лівих задніх ліктьової і передплічних ділянок плода 190,0 мм ТКД. Фото макропрепарату. Зб.: 2,2<sup>x</sup>. Позначення: 1 – нижній горизонтальний розріз шкіри; 2 – ліктьовий відросток ліктьової кістки; 3 – фасція передпліччя.

док вилучення біологічних об'єктів від померлих осіб, тіла яких підлягають судово-медичній експертизі та патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей» (2018 р.). Комісією з питань біомедичної етики Буковинського державного медичного університету (протокол № 6 від 21.03.2024 р.) порушень морально-правових норм при проведенні науково-дослідної роботи не виявлено.

**Результати дослідження та їх обговорення.**

Для отримання доступу до поверхневих утворень задніх ліктьової і передплічної ділянок у плодів людини ми виконували три розрізи шкіри. Так, перший (верхній горизонтальний) розріз шкіри проводили від присереднього до бічного краю тіла плечової кістки у поперечному напрямку в нижній третині задньої плечової ділянки. Другий (нижній горизонтальний) розріз шкіри виконували у нижній третині задньої ділянки передпліччя в напрямку від шилоподібного відростка променевої кістки до шилоподібного відростка ліктьової кістки (рис. 1). Третій (вертикальний) розріз шкіри проводили від точки, що визначається на середині відстані між ліктьовим відростком ліктьової кістки і бічним надвіростком плечової кістки в напрямку до задньої зап'ясткової ділянки.

Далі у проксимальній частині присереднього клаптя шкіри, відокремлюючи шкіру разом із підшкірною клітковиною, відпрепарували задню гілку присереднього шкірного нерва передпліччя, що іннервує присередню ділянку шкіри верхніх двох третин задньої ділянки передпліччя. Після цього на всій протяжності присереднього клаптя шкіри з обережністю відпрепарували притоки основної вени передпліччя, яка у більшості досліджених плодів є продовженням четвертої тильної п'ясткової вени, в яку, в свою чергу, впадають друга і третя тильні п'ясткові вени. Потім на межі середньої і нижньої третин присереднього клаптя шкіри виявляли тильну гілку ліктьового нерва, яка виходить на задню ділянку передпліччя з передньої поверхні передпліччя, переважно в ділянці променево-зап'ясткового суглоба, між сухожилком ліктьового м'яза-згинача зап'ястка і ліктьовою кісткою.

Далі відпрепарували структури бічного клаптя шкіри. Спочатку виділяли гілки заднього шкірного нерва передпліччя, що іннервує шкіру задньої поверхні передпліччя, та галуження бічного шкірного нерва передпліччя, що передусім забезпечують ін-

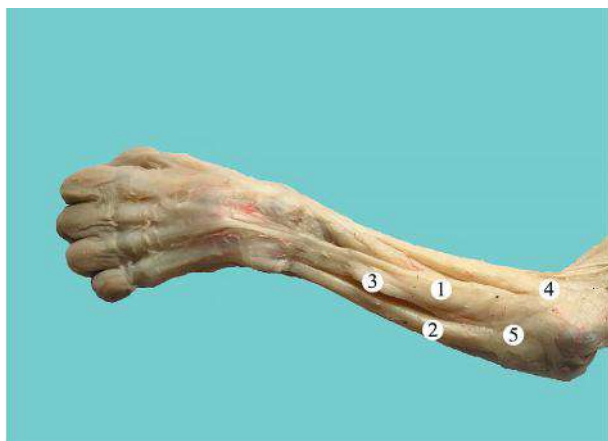


Рисунок 2 – М'язи задньої групи лівого передпліччя плода 190,0 мм ТКД. Фото макропрепарату. Зб.: 2,3<sup>x</sup>.  
Позначення: 1 – м'яз-розгинач пальців; 2 – ліктьовий м'яз-розгинач зап'ястка; 3 – м'яз-розгинач мізинця; 4 – бічний надвиросток плечової кістки; 5 – фасція передпліччя.

нервацію шкіри передньо-бічної поверхні передпліччя. Потім відпрепарували головну вену передпліччя. Остання, як правило, є продовженням першої тильної п'ясткової вени, прямує вгору, огинає збоку променево-зап'ястковий суглоб і проходить уздовж променевого краю передпліччя. Слід зазначити, що у досліджених плодів, переважно, на межі між нижньою і середньою третинами задньої ділянки передпліччя головна вена передпліччя переходить на його передню поверхню і досягає бічної ділянки ліктьової ямки. Далі у нижній третині бічного клаптя шкіри ми ретельно відпрепарували поверхневу гілку променевого нерва, що переходить сюди з передньої поверхні передпліччя на рівні сухожилка плечо-променевого м'яза. Відпрепарувавши клапті шкіри, ми побачили задні ліктьову та передплічну ділянки, покриті власною фасцією. У верхній третині ділянки рельєфно простежується триголовий м'яз плеча, сухожилок якого прикріплюється до ліктьового відростка ліктьової кістки. З кожного боку від сухожилка триголового м'яза плеча виявляються незначні заглибини, що відповідають ліктьовому суглобу та обмежені м'язами, що починаються від бічного та присереднього надвиростків плечової кістки. Зокрема, на задній поверхні ліктьового суглоба визначається у вигляді плоскої, трикутної форми, пластинки ліктьо-

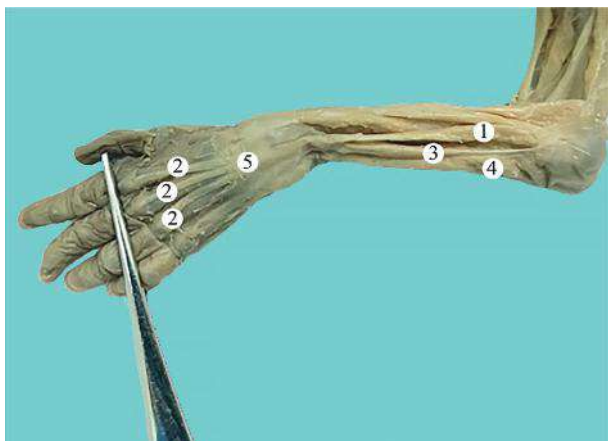


Рисунок 3 – М'язи задньої групи лівого передпліччя плода 240,0 мм ТКД. Фото макропрепарату. Зб.: 2,3<sup>x</sup>.  
Позначення: 1 – м'яз-розгинач пальців; 2 – сухожилки м'яз-розгинача пальців; 3 – м'яз-розгинач мізинця; 4 – ліктьовий м'яз-розгинач зап'ястка; 5 – тримач-м'язів розгиначів.

вий м'яз. З ліктьового боку щодо довгого і короткого променевого м'язів-розгиначів зап'ястка виявляється переважно широкий і плоский за формою, поверхнево розміщений м'яз-розгинач пальців. Латерально від м'яза-розгинача пальців розташований м'яз-розгинач мізинця, що має вигляд тонкого видовженого веретена. Між м'язом-розгиначем мізинця (збоку) і початком ліктьового м'яза-згинача зап'ястка (присередньо) визначається, як правило, тонкий і плоский за формою, ліктьовий м'яз-розгинач зап'ястка (рис. 2). Останній в одиничних плодів мав веретеноподібну форму. Вище зазначені м'язи-розгиначі беруть початок від бічного надвиростка плечової кістки і фасції передпліччя.

У нижній частині задньої ділянки передпліччя, латеральніше сухожилків м'яза-розгинача пальців виявляється короткий сегмент довгого м'яза-розгинача великого пальця, черевце якого переважно веретеноподібної форми. Початковий відділ довгого відвідного м'яза великого пальця позаду прикритий м'язом-розгиначем пальців і коротким променевим м'язом-розгиначем зап'ястка. У нижній частині заднього відділу передпліччя поперечні волокна тримача м'язів-розгиначів у вигляді браслета приховують сухожилки м'язів, що проходять під ним на кисть у кістково-волокнистих каналах. Слід зауважити, що фасція передпліччя доверху продовжується у фасцію триголового м'яза плеча, а донизу потовщується за рахунок поперечних волокон. У плодів людини фасція передпліччя найтовща у задній ліктьовій ділянці, де вона щільно примикає до бічного і присереднього надвиростків плечової кістки та ліктьового відростка і заднього краю ліктьової кістки. У пізніх плодів фасція передпліччя зростається з вище зазначеними структурами плечової і ліктьової кісток. Від фасції передпліччя у задній ділянці передпліччя всередину відходить задня міжм'язова перегородка, що прямує по бічному краю м'яза-розгинача пальців. Окрім того, кожен м'яз задньої групи передпліччя має свій власний фасціальний футляр, який пухкий і дистальній частині і більш щільний – у проксимальній частині, де до нього фіксуються м'язові волокна та разом із ним прикріплюються до бічного надвиростка плечової кістки, ліктьового відростка і верхньої третини задньої поверхні тіла ліктьової кістки. Далі обережно видаляли фасцію з нижньої ділянки триголового м'яза плеча та його сухожилка, і вертикальними розрізами обабіч від ліктьового відростка ліктьової кістки розтинали апоневротичні пластинки.

Потім збоку від ліктьового відростка ліктьової кістки піднімали фасціальні клапті і відпрепарували ліктьовий м'яз, що має форму трикутника, вершина якого починається від бічного надвиростка плечової кістки, а основа прикріплюється до бічної поверхні ліктьового відростка ліктьової кістки. Зазначимо, що поверхневі м'язи задньої ділянки передпліччя відпрепарували у каудо-краніальному напрямку. Для цього поперечним розрізом у задній зап'ястковій ділянці розсікали тримач-м'язів розгиначів, утворений дещо стовщеною дистальною частиною фасції передпліччя. Другий розріз фасції передпліччя проводили від середини попереднього перпендикулярно йому в проксимальному напрямку, доти фасція передпліччя перестав відшаровуватися від м'язів. Після чого утворені фасціальні клапті відшаровували в променеву та ліктьову сторони.



У пізніх плодів навколо ліктьового м'яза-розгинача зап'ястка, м'яза-розгинача мізинця і м'яза-розгинача пальців, послідовно, у каудо-краніальному напрямку до рівня розсіченого апоневрозу, видалляли клітковину.

Потім пересікали сухожилок м'яза-розгинача мізинця, чотири сухожилки м'яза-розгинача пальців дещо вище тримача-м'язів розгиначів, при цьому не чіпаючи м'яз-розгинач вказівного пальця. Відпрепарований з усіх боків м'яз-розгинач мізинця відводили у ліктьовий бік. Після цього виділяли чотири сухожилки м'яза-розгинача пальців, звертаючи увагу на те, що два сухожилки, які прямують до III і IV пальців, вкриті у середній частині передпліччя сухожилками II та V пальців.

У плода 240,0 мм ТКД виявлено розгалуження лівого м'яза-розгинача пальців під тримачем-м'язів розгиначів на три сухожилки, що прямували до II-IV пальців. При цьому черевце лівого м'яза-розгинача пальців мало вузьку стрічкоподібну форму (рис. 3).

У процесі ізолювання сухожилків м'яза-розгинача пальців намагалися зберегти м'язові нервові гілки. Після цього відводили у променевий бік м'яз-розгинач пальців, попередньо вивчивши його синтопію з коротким променевим м'язом-розгиначем зап'ястка (латерально) та м'язом-розгиначем мізинця (медіально). Вище середини передпліччя відпрепаровані два м'язи – м'яз-розгинач мізинця і м'яз-розгинач пальців, які щільно з'єднані за допомогою фасції, тому розділити їх можна тільки розсікаючи короткими рухами кінчика скальпеля апоневротичне зрощення знизу доверху, до бічного надвиростка плечової кістки. З урахуванням того, що на глибокій стороні цих м'язів проходять судини та нерви, ми обережно та поступально відсепарувували поверхневі утворення задньої ділянки передпліччя. Після закінчення роз'єднання поверхневих м'язів задньої групи передпліччя, ми широко розсували останні і розпочинали препарування підлеглих судинно-нервових утворень. Спочатку ми виявляли глибоку гілку променевого нерва, яка пронизує м'яз-відвертач, розгалужується на численні тонесенькі гілки, препарування яких вимагає обережності.

У більшості досліджених плодів людини різного віку іннервація поверхневих м'язів задньої групи передпліччя здійснюється загальним нервовим стовбурцем – глибокою гілкою променевого нерва, яка спочатку частково занурюється в товщу м'яза-розгинача пальців і вже звідси посилає 1-3 гілки до ліктьового м'яза-розгинача зап'ястка. Привертає увагу те, що нервові м'язові гілки вступають у товщу цих м'язів на межі верхньої і середньої третин передпліччя, а в товщі м'яза-розгинача пальців і ліктьового м'яза-розгинача зап'ястка нервові стовбурці прямують у висхідному та низхідному напрямках, загалом паралельно до поздовжньої осі м'язів і переважно по ходу м'язових пучків. У поодиноких плодів людини 215,0, 240,0 і 290,0 мм ТКД виявлено подвійну нервову гілку до ліктьового м'яза-розгинача кисті, галуження якої нами простежено після відсунення м'яза-розгинача мізинця. Необхідно підкреслити, що в одиничних плодів в іннервації нижньої третини черевця м'яза-розгинача пальців беруть участь 1-2 м'язові гілки заднього міжкісткового нерва.

В окремих одиничних випадках під час препарування нервових гілок до м'яза-розгинача пальців

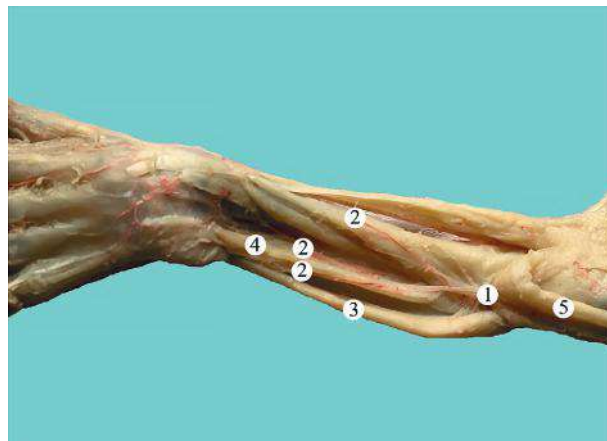


Рисунок 4 – Кровопостачання та іннервація м'язів задньої групи лівого передпліччя (м'яз-розгинач пальців відведений доверху) плода 190,0 мм ТКД. Фото макропрепарату. Зб.: 2,3". Позначення: 1 – задні міжкісткові артерія і нерв; 2 – гілки задньої міжкісткової артерії; 3 – ліктьовий м'яз-розгинач зап'ястка; 4 – м'яз-розгинач мізинця; 5 – м'яз-розгинач пальців.

і м'яза-розгинача мізинця відмічено, що ці нерви часто починаються від загального стовбура, який галузиться на верхні та нижні гілки. При цьому, верхні гілки – короткі, а нижні до м'яза-розгинача пальців – довгі.

У дистальному відділі задньої ділянки передпліччя, між глибокими і поверхневими м'язами, відпрепарувували задні міжкісткові нерв і артерію. Кровопостачання ліктьового м'яза-розгинача зап'ястка, м'яза-розгинача мізинця та м'яза-розгинача пальців переважно забезпечується гілками задньої міжкісткової артерії (рис. 4). Встановлено, що у товщі м'яза-розгинача пальців артеріальні гілки йдуть у поздовжньому або косо-низхідному напрямку.

Сподіваємося, що запропонований і апробований нами алгоритм препарування поверхневих структур задніх ліктьової і передплічної ділянок дозволить зменшити ризик діагностичних помилок і підвищать якість лікування пацієнтів із пошкодженням променевого нерва у задній ділянці передпліччя.

#### Висновки.

Запропонована та апробована методика препарування поверхневих м'язів і судинно-нервових утворень задніх ліктьової і передплічної ділянок у плодів забезпечує стандартність одержання даних щодо їхньої типової, індивідуальної та статево-вікової анатомічної мінливості у різні періоди онтогенезу людини.

Прикладне значення запропонованого алгоритму анатомічного препарування поверхневих структур задніх ліктьової і передплічної ділянок у плодів людини дозволить хірургам попередити травмування артерій і нервів м'яза-розгинача пальців, ліктьового м'яза-розгинача зап'ястка і м'яза-розгинача мізинця при виконанні складних оперативних утручань у межах цих ділянок.

#### Перспективи подальших досліджень.

Запропонований алгоритм препарування поверхневих м'язів задньої групи передпліччя, судин і нервів задніх ліктьової і передплічної ділянок у плодів людини засвідчує потребу подальшого з'ясування їхньої анатомічної мінливості у плодовому і ранньому неонатальному періодах онтогенезу людини.

## References / Література

1. Avery CME. Review of the radial free flap: still evolving or facing extinction? Part two: osteocutaneous radial free flap. The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery [Internet]. 2010 Jun 1 [cited 2022 Jun 6];48(4):253–60. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20129723/>.
2. Pidgeon TS, Hollins AW, Mithani SK, Klifto CS. Dermal Regenerative Templates in Orthopaedic Surgery. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons [Internet]. 2023 Apr 1 [cited 2023 Apr 30];31(7):326–33. Available from: <https://www.ingentaconnect.com/content/wk/jos/2023/00000031/00000007/art00002>.
3. Alizade C, Aliyev H, Alizada F. The Concept of Treatment for Surgical Infection in the Hindfoot. Foot & ankle orthopaedics. 2024;9(2):24730114241241058.
4. Tinhofer IE, Tzou CJ, Duscher D, Pollhammer MS, Weninger WJ, Huemer GM, et al. Vascular territories of the medial upper arm - an anatomic study of the vascular basis for individualized flap design. Microsurgery. 2016;37(6):618–23.
5. Strafun SS, Borzykh NO, Haiko OG, Borzykh OV, Gayovich VV, Tsybaliuk YaV. Priorytetni napriamy khirurhichnoho likuvannia poranenykh z ushkodzhenniam peryferychnykh nerviv verkhnoi kintsivky pry polistrukturnykh travmakh. Travma. 2021;19(3):75–80. [in Ukrainian].
6. Chaudhry S, Ipaktchi KR, Ignatiuk A. Updates on and Controversies Related to Management of Radial Nerve Injuries. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2021 Feb 14];27(6):e280–4. Available from: [https://journals.lww.com/jaas/FullText/2019/03150/Updates\\_on\\_and\\_Controversies\\_Related\\_to\\_Management.8.aspx?casa\\_token=LSr6\\_-Rg-Z38AAAAA:WCp-9anHr\\_gHuL7U2fVT8IPn3RQ\\_MMOFXtc\\_-H3\\_UngLPQmtu82D7JGqTyDXUfM2eu\\_1s0CHSLAnQ\\_Ebv\\_C\\_O\\_EsFIPa](https://journals.lww.com/jaas/FullText/2019/03150/Updates_on_and_Controversies_Related_to_Management.8.aspx?casa_token=LSr6_-Rg-Z38AAAAA:WCp-9anHr_gHuL7U2fVT8IPn3RQ_MMOFXtc_-H3_UngLPQmtu82D7JGqTyDXUfM2eu_1s0CHSLAnQ_Ebv_C_O_EsFIPa).
7. Kaya B, Feigl G, Kose SK, Apaydin N. Cutaneous perforators of the arm and anatomical landmarks for defining the flap donor sites. Surgical and radiologic anatomy. 2022;44(8):1079–89.
8. Koval OA, Khmara TV. Variantna anatomiya promenevoho nerva u plodiv lyudyny. Morphologia [Internet]. 2022 [cited 2023 Apr 30];16(3):51–5. Dostupno: <http://morphology.dma.dp.ua/article/view/281903>. [in Ukrainian].
9. Koval OA, Khmara TV. Fetalna topohrafiya nerviv liktvoi dilianky. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu Seriya "Medytsyna" [Internet]. 2022 Dec 11 [cited 2023 Apr 30];2(66):117–21. Dostupno: . [in Ukrainian].
10. Koval O, Khmara T, Slobodian O. Varianty budovy, innervatsiyi ta krovopostachannya dovhoho i korotkoho promenevykh m"yaziv-rozhynchiv zap"yastka u plodiv lyudyny. Klinichna anatomiya i operatyvna khirurgiya. 2022;21(4):14–21. [in Ukrainian].
11. Kempny T, Musilova Z, Knoz M, Joukal M, Břetislav L, Jakub H, et al. Use of free radial forearm and pronator quadratus muscle flap: Anatomical study and clinical application. Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery. 2022;75(12):4393–402.
12. Breik O, Selbong U, Laugharne D, Jones K. Dealing with vascular anomalies during radial forearm free flap harvest: report of two cases and review of the literature. International journal of oral and maxillofacial surgery/International journal of oral & maxillofacial surgery. 2019;48(12):1509–15.

## МЕТОД МАКРОМІКРОСКОПІЧНОГО ПРЕПАРУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ СТРУКТУР ЗАДНІХ ЛІКТЬОВОЇ І ПЕРЕДПЛІЧНОЇ ДІЛЯНОК У ПЛОДІВ ЛЮДИНИ

Хмара Т. В., Коваль О. А., Комар Т. В., Ковальчук П. Є., Бірюк І. Г.

**Резюме.** Одним із поширених та раціональних хірургічних прийомів, де необхідне ювелірне поширене розкриття структур верхньої кінцівки є закриття та відновлення дефектів з використання м'язових клаптів. Сфера застосування таких хірургічних утручань стає ширшою у необхідності до викликів воєнного часу.

**Мета дослідження.** Визначити методику найбільш раціональної послідовності дій під час препарування фасції передпліччя, шкірних нервів і поверхневих вен задньої ділянки передпліччя, поверхневих м'язів задньої групи передпліччя, а також артерій і нервів, які забезпечують відповідно кровопостачання та іннервацію останніх з метою одержання стандартних результатів, придатних для співставлення у віковому аспекті.

**Об'єкт і методи дослідження.** Дослідження топографо-анатомічних взаємовідношень поверхневих утворень задніх ліктьової і передплічної ділянок проведено на 46 препаратах плодів людини 4-10 місяців за допомогою макромікроскопічного препарування і морфометрії. Дослідження проведено відповідно до основних біоетичних положень та у відповідності до діючого законодавства.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для отримання доступу до поверхневих утворень задніх ліктьової і передплічної ділянок у плодів людини ми виконували три розрізи шкіри. Так, перший (верхній горизонтальний) розріз шкіри проводили від присереднього до бічного краю тіла плечової кістки у поперечному напрямку в нижній третині задньої плечової ділянки. Другий (нижній горизонтальний) розріз шкіри виконували у нижній третині задньої ділянки передпліччя в напрямку від шилоподібного відростка променевої кістки до шилоподібного відростка ліктьової кістки. Третій (вертикальний) розріз шкіри проводили від точки, що визначається на середині відстані між ліктьовим відростком ліктьової кістки і бічним надвіростком плечової кістки в напрямку до задньої зап'ясткової ділянки.

**Висновки.** Запропонована та апробована методика препарування поверхневих м'язів і судинно-нервових утворень задніх ліктьової і передплічної ділянок у плодів забезпечує стандартність одержання даних щодо їхньої типової, індивідуальної та статеві-вікової анатомічної мінливості у різні періоди онтогенезу людини.

Прикладне значення запропонованого алгоритму анатомічного препарування поверхневих структур задніх ліктьової і передплічної ділянок у плодів людини дозволить хірургам попередити травмування артерій і нервів м'яза-розгинача пальців, ліктьового м'яза-розгинача зап'ястка і м'яза-розгинача мізинця при виконанні складних оперативних утручань у межах цих ділянок.

**Ключові слова:** задня ліктьова ділянка, задня ділянка передпліччя, променевий нерв, задня міжкісткова артерія, метод препарування, анатомічна мінливість, плід.

## METHOD OF MACRO MICROSCOPIC PREPARATION OF THE SURFACE STRUCTURES OF THE POSTERIOR ELBOW AND FOREARM AREAS IN HUMAN FETUSES

Khmara T. V., Koval O. A., Komar T. V., Kovalchuk P. Ye., Biryuk I. G.

**Abstract.** One of the common and rational surgical techniques, which requires jewelry layer-by-layer opening of the structures of the upper limb, is the closing and restoration of defects using muscle flaps. The field of application of such surgical interventions becomes wider as necessary to the challenges of wartime.



*The aim of the study* was to determine the technique of the most rational sequence of actions during the preparation of the fascia of the forearm, skin nerves and superficial veins of the posterior part of the forearm, superficial muscles of the posterior group of the forearm, as well as arteries and nerves that provide, respectively, blood supply and innervation of the latter to obtain standard results suitable for comparison in the age aspect.

*Research material and methods.* The study of the topographical and anatomical relationships of the surface formations of the posterior ulnar and forearm areas was carried out on 46 preparations of human fetuses of 4-10 months with the help of macromicroscopic preparation and morphometry. The study was conducted by the basic bioethical provisions and by the current legislation.

*Research results and their discussion.* To gain access to the surface formations of the posterior ulnar and forearm areas in human fetuses, we performed three skin incisions. Thus, the first (upper horizontal) skin incision was made from the medial to the lateral edge of the body of the humerus in the transverse direction in the lower third of the posterior shoulder area. The second (lower horizontal) skin incision was made in the lower third of the back of the forearm in the direction from the styloid process of the radius to the styloid process of the ulna. The third (vertical) skin incision was made from the point determined in the middle of the distance between the ulnar process of the ulna and the lateral process of the humerus in the direction of the posterior carpal area.

*Conclusions.* The proposed and tested method of dissection of surface muscles and vascular-nerve formations of the posterior ulnar and forearm areas in fetuses ensures the standard of obtaining data regarding their typical, individual, and sex-age anatomical variability in different periods of human ontogenesis.

The applied value of the proposed algorithm for the anatomical preparation of the surface structures of the posterior ulnar and forearm areas in human fetuses will allow surgeons to prevent injury to the arteries and nerves of the extensor digitorum muscle, the ulnar extensor wrist muscle, and the extensor little finger muscle during complex surgical operations. interventions within these areas.

**Key words:** posterior ulnar region, posterior forearm region, radial nerve, posterior interosseous artery, dissection method, anatomical variability, fetus.

### ORCID and contribution / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Khmara T. V.: <https://orcid.org/0000-0001-8023-5181><sup>ADF</sup>

Koval O. A.: <https://orcid.org/0000-0002-9434-8213><sup>BDF</sup>

Komar T. V.: <https://orcid.org/0000-0002-2525-562X><sup>ABD</sup>

Kovalchuk P. Ye.: <https://orcid.org/0000-0001-7658-0978><sup>BCE</sup>

Biryuk I. G.: <https://orcid.org/0000-0001-8171-2808><sup>DfE</sup>

### Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors report that there is no conflict of interest. / Автори повідомляють, що конфлікт інтересів відсутній.

### Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Khmara Tatyana Volodymyrivna / Хмара Тетяна Володимирівна

Bukovinian State Medical University / Буковинський державний медичний університет

Ukraine, 58002, Chernivtsi, 2 Teatralnaya sq. / Адреса: Україна, 58002, м. Чернівці, Театральна пл, 2.

Тел.: +380997516550 / Tel.: +380997516550

E-mail: [khmara.tv.6@gmail.com](mailto:khmara.tv.6@gmail.com)

**A** – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Received 12.01.2024 / Стаття надійшла 12.01.2024 року

Accepted 30.04.2024 / Стаття прийнята до друку 30.04.2024 року