

АНОТАЦІЯ

Григор'єва П.В. Топографо-анатомічні особливості структур передньої стегнової ділянки у плодовому періоді розвитку людини. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 «Медицина» (14.03.01 – нормальна анатомія). – Буковинський державний медичний університет МОЗ України, Чернівці, 2021.

Буковинський державний медичний університет МОЗ України, Чернівці, 2022.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню фетальної топографії м'язів, широкої фасції і судинно-нервових утворень передньої стегнової ділянки людини. У дисертації встановлена індивідуальна та вікова анатомічна мінливість кровоносних судин і нервів передньої стегнової ділянки у плодовому періоді онтогенезу людини.

Дослідження проведено на 80 плодах людини 4-10 місяців без зовнішніх ознак анатомічних відхилень чи аномалій розвитку. Розподіл матеріалу на вікові групи проводили відповідно до класифікації періодів онтогенезу людини, періодизації внутрішньоутробного розвитку на підставі вимірювань тім'яно-куприкової довжини (ТКД). У роботі застосовано комплекс адекватних морфологічних методів дослідження, який включає: макромікроскопічне препарування, виготовлення топографо-анатомічних зрізів, гістологічний, ін'єкцію судин, аплікаційне контрастування відпрепарованих судин і нервів, рентгенологічний, комп'ютерну томографію, виготовлення 3 D-реконструкційних моделей, морфометрію і статистичний.

У результаті проведеного дослідження з'ясовано, що у плодів людини характер внутрішньом'язового галуження артерій і нервів у м'язах передньої і присередньої груп стегна залежить від розвитку, форми, будови та функції конкретного м'яза. У картині внутрішньом'язового розподілу нервів і артерій

у м'язах передньої стегнової ділянки можна виділити три форми: розсипну, магістральну і змішану. Ворота вступу нервів і артерій можуть розташовуватися як на передній, так і на задній поверхнях черевця м'язу. Тільки у великому привідному м'язі ворота вступу нервів і артерій розміщені на двох протилежних поверхнях м'язу.

Гілки стегового нерва входять у товщу м'язів передньої групи стегна під гострим кутом щодо поздовжньої осі м'яза та розміщені нерівномірно. Ворота вступу гілок стегового нерва, як правило, знаходяться в ділянці верхньої третини черевця м'яза. У кравецькому м'язі розгалужується найбільша кількість внутрішньом'язових нервів. Існують морфологічні передумови можливого виникнення компресії або травматизації стегового нерва: в ділянці клубово-поперекового м'яза, нижче пахвинної зв'язки і в ділянці привідного каналу. Передня група м'язів стегна переважно кровопостається гілками стегової і підколінної артерій. Кожен м'яз має декілька артеріальних воріт. Ворота вступу основних і додаткових артерій можуть розміщуватися у всіх частинах черевця м'яза. У кравецькому і присередньому широкому м'язах спостерігається сегментарний тип галуження артерій. У товщі черевця кравецького м'яза артеріальні судини анастомозують між собою та утворюють артеріальну сітку.

У товщі м'язів присередньої групи стегна розподіл нервів і артерій нерівномірний. Більш інтенсивно іннервується та кровопостається середня третина всіх привідних м'язів. Ворота вступу нервів у товщу м'язів присередньої групи стегна, за винятком гребінного м'язу, не співпадають з місцями входження артерій. М'язами з подвійною іннервацією є великий привідний і гребінний м'язи, і як варіант, довгий привідний м'яз. У м'язах із подвійною іннервацією внутрішньом'язові нервові зв'язки між системами різних нервів виявляються тільки у товщі великого привідного м'яза. У внутрішньом'язовому розподілі артерій у тонкому м'язі, довгому і великому привідних м'язах сегментарність збережена, у той час як у розподілі нервів у цих м'язах сегментарність відсутня.

Виявлена фетальна анатомічна мінливість гілок стегнової артерії, різна частота формування внутрішньо- та міжсистемних артеріальних анастомозів правої і лівої нижніх кінцівок як у плодів різних і однієї вікових груп, так і у одного й того ж самого плода. Бічна огинальна артерія стегна анастомозує з внутрішньою соромітною артерією (73,8% справа і 67,5% зліва); із затульною артерією (61,3% справа і 71,3% зліва); з нижньою гілкою від глибокої гілки верхньої сідничної артерії (36,3% справа і 47,5% зліва); з нижньою сідничною артерією (43,8% справа і 48,8% зліва); з першою пронизною артерією (32,5% справа і 26,3% зліва). Присередня огинальна артерія стегна анастомозує з нижньою сідничною артерією (73,8% справа і 65% зліва); з нижньою гілкою від глибокої гілки верхньої сідничної артерії (36,3% справа і 27,5% зліва); з внутрішньою соромітною артерією (41,3% справа і 47,5% зліва); з першою пронизною артерією справа у 13,8% спостережень.

Встановлено анатомічну мінливість великої підшкірної вени (ВПВ), яка характеризується варіабельністю форми, топографії і білатеральною асиметрією її приток та формування анастомозів. У 71,3% досліджених плодів виявлена передня додаткова підшкірна вена і у 38,1% випадків – задня додаткова підшкірна вена. Для ВПВ характерно переважання перехідного венотипу (55,6%) над магістральним (33,8% спостережень) і розсипним (10,6%). Магістральний тип переважає над розсипним у співвідношенні 3,2:1. Співпадання типу формування ВПВ на правій і лівій нижніх кінцівках відзначено у 61,3% плодів. Істотних статевих відмінностей у типології ВПВ у плодів людини не виявлено.

У плодів людини виділено три комплекси шкірних нервів передньої стегнової ділянки та встановлено їх варіанти топографії. Один комплекс розміщений на передній поверхні стегна, в його утворенні беруть участь передні шкірні гілки стегнового нерва, бічний шкірний нерв стегна, передня шкірна гілка клубово-підчеревного нерва, клубово-пахвинний і статево-стегновий нерви. Іннервацію шкіри бічної поверхні стегна забезпечують бічна шкірна гілка клубово-підчеревного нерва, бічний шкірний нерв стегна,

передні шкірні гілки стегнового нерва і статево-стегновий нерв. В іннервації шкіри присередньої поверхні стегна бере участь такий комплекс нервів: 1-3 шкірні гілки затульного нерва, передні шкірні гілки стегнового нерва, підшкірний нерв та 1-3 стегнові гілки статево-стегнового нерва. Між шкірними нервами виявлені анастомози, у вигляді петель різної форми і розмірів, а саме: між шкірно-фасціальними гілками стегнового і клубово-пахвинного нервів (у межах верхньої третини) та стегнового і затульного нервів (у межах середньої третини).

У плодів людини іннервацію широкої фасції у ділянці передньо-присередньої поверхні стегна забезпечують гілки стегнового, затульного і клубово-пахвинного нервів, а в ділянці задньо-бічної поверхні стегна – гілки заднього і бічного шкірних нервів стегна, в результаті галуження яких по всій поверхні широкої фасції утворюються «зони перекриття» одного нерва іншим. Кінцеві розгалуження вище зазначених нервів, які беруть участь в іннервації широкої фасції, не мають чітко визначеної топографії.

Упродовж плодового періоду онтогенезу людини спостерігається відносно рівномірний ріст довжини правої і лівої нижніх кінцівок та стегнових кісток, достовірних відмінностей в їхній довжині не виявлено. З 4-го по 10-й місяці внутрішньоутробного розвитку довжина правої стегнової кістки зростає в 5,59 рази (з $13,18 \pm 2,56$ мм до $73,66 \pm 2,19$ мм), а довжина лівої стегнової кістки збільшується в 5,44 рази (з $13,54 \pm 2,35$ мм до $73,73 \pm 2,12$ мм).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше за допомогою комплексу сучасних і адекватних методів анатомічного дослідження визначені закономірності хронологічної послідовності формоутворення та просторово-часових перетворень м'язів, фасціально-клітковинних просторів і судинно-нервових утворень передньої стегнової ділянки впродовж плодового періоду розвитку людини, що дало змогу отримати нові науково обґрунтовані дані, які суттєво доповнюють сучасні уявлення про фетальну анатомію структур передньої стегнової ділянки.

Вперше встановлені особливості внутрішньом'язового галуження нервів і артерій у м'язах передньої і присередньої груп стегна у плодів людини 4-10 місяців.

Уперше за допомогою методу комп'ютерного 3 D-реконструювання створені реконструкційні моделі структур передньої стегнової ділянки у плодів різного віку.

З'ясована фетальна анатомічна мінливість стегнової артерії та її гілок. На основі отриманих результатів визначені морфологічні передумови можливого виникнення компресії або травматизації стегнового нерва. Уперше описано варіабельність форми, топографії і білатеральну асиметрію приток ВПВ та формування анастомозів.

Уперше висвітлено топографо-анатомічні особливості іннервації шкіри передньої стегнової ділянки та широкої фасції у плодів різного віку. Виявлені зв'язки і комплекси шкірних нервів стегна, а також зони перекриття та зміщення є компенсаторними механізмами у периферичній нервовій системі і спостерігаються не тільки між онтогенетично спорідненими нервами, але й нервами різної сегментарної належності.

Уперше простежено динаміку зміни морфометричних параметрів довжини правої і лівої стегнових кісток, а також встановлено кореляційні зв'язки між морфометричними показниками довжини стегнових кісток та довжиною нижніх кінцівок і ТКД у плодів людини 4-10 місяців.

Практичне значення одержаних результатів. Відомості щодо фетальної анатомії структур передньої стегнової ділянки є підґрунтям для визначення хронології ВУР людини, прогнозування життєздатності плода, пренатальної діагностики відхилень від нормального морфогенезу та їх корекцій. Запропонована та апробована методика препарування судинно-нервових структур передньої стегнової ділянки у плодів людини забезпечує стандартність одержання даних щодо їхньої типової і варіантної анатомії.

Одержані дані про анатомічну мінливість гілок стегнової артерії, її внутрішньо- та міжсистемні артеріальні анастомози забезпечать успішне

виконання діагностичних і лікувальних маніпуляцій у межах передньої стегнової ділянок. При проведенні міопластичних операцій на м'язах нижньої кінцівки слід враховувати особливості внутрішньом'язового галуження нервів поперекового сплетення.

Визначені варіанти фетальної топографії ВПВ важливі для правильної інтерпретації даних флебографічних досліджень та індивідуального вибору найбільш раціонального способу оперативного втручання. Отримані відомості про анатомічні варіанти топографії ВПВ і її приток дозволять хірургам визначити обсяг первинного хірургічного втручання при варикозній хворобі і анатомічно оцінити можливості розвитку рецидивів.

Встановлені варіанти топографії шкірних нервів передньої стегнової ділянки, особливості іннервації широкої фасції і внутрішньом'язового галуження артерій і нервів у м'язах передньої і присередньої груп стегна допоможуть клініцистам більш детально зрозуміти шляхи можливого поширення гнійно-запальних процесів у передню стегнову ділянку, а також можуть бути анатомічною основою для розробки нових методів корекції уродженої патології структурних елементів передньої стегнової ділянки у плодів і новонароджених людини.

З урахуванням того, що кінцеві гілки суміжних шкірних нервів стегнової ділянки перетинаються і перекривають один одного, формуються обхідні шляхи іннервації, за рахунок яких при можливому ураженні одного з нервів певною мірою компенсується його недостатність.

Результати дослідження можуть бути використані при виданні посібників, атласів і монографій з ембріології, нормальної, топографічної і фетальної анатомії, неврології та судинної хірургії, травматології і ортопедії у розділах стосовно фетальної анатомії м'язів, фасціально-клітковинних просторів і судинно-нервових утворень передньої стегнової ділянки людини.

Ключові слова: передня стегнова ділянка, стегнова артерія, велика підшкірна вена, поперекове сплетення, анатомічна мінливість, плід, людина.

ABSTRACT

P.V. Hryhorieva. Topographic and Anatomical Features of Structures in the Anterior Femoral Region during the Fetal Period of Human Ontogenesis. – Qualifying scientific work on the rights of manuscript.

Dissertation for obtaining a scientific degree of Doctor of Philosophy (PhD) in specialty 222 "Medicine" (14.03.01 – Normal Anatomy). – Bukovinian State Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Chernivtsi, 2021.

Bukovinian State Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Chernivtsi, 2022.

The dissertation work is devoted to researching fetal topography of muscles, wide fascia as well as vascular and nervous formations of the anterior femoral region of the human body. The dissertation established individual and age-related anatomical variability of blood vessels and nerves of the anterior femoral region in the fetal period of human ontogenesis.

The study was conducted on 80 specimens of 4-10 months' human fetuses without external signs of either anatomical or development abnormalities. The material was divided into age groups according to the period classification of human ontogenesis and periodization of fetal development on the basis of parietal-coccygeal length measurements (PCL). A set of suitable morphological research methods was used in the process of study, which includes: macro microscopic preparation, production of topographic anatomical sections, histological method, vascular injection, contrast application to dissected vessels and nerves, radiological method, computed tomography (CT), production of graphic and 3D reconstruction models, morphometry and statistical method.

Results of the conducted study showed that the branching pattern of intramuscular arteries and nerves of the femoral anterior and medial muscle compartments depended upon the development, shape, structure and function of a particular muscle in human fetuses. Three forms of intramuscular distribution of nerves and arteries in the anterior thigh muscles can be distinguished: dispersal, magistral and mixed. The nerve and artery openings can be located on either

anterior or posterior surfaces of the abdominal muscles. Only in the large adductor muscle the nerve and artery openings are located on the opposite surfaces of the muscle.

Branches of the femoral nerve enter muscles of the anterior thigh at an acute angle towards the longitudinal axis of the muscle and are unevenly spaced. The opening entry of femoral nerve branches is usually located in the upper third of the abdominal muscle. The sartorius muscle, in turn, branches the largest number of intramuscular nerves. There are morphological preconditions for possible compression or trauma of the femoral nerve: thus, area of the iliopsoas muscle, area below the inguinal ligament and area of the afferent canal. The anterior group of thigh muscles is mainly supplied with blood by branches of the femoral and popliteal arteries. Each muscle has several arterial entrance/opening regions. The openings for main and accessory arteries can be located in all parts of the abdominal muscle. There is a segmental type of arterial branching in the sartorius and vastus medialis muscles. The arterial vessels anastomose with each other and form an arterial network in the thickness of the sartorius muscle.

The distribution of nerves and arteries in the medial muscle compartment of the thigh is uneven. The middle third of all afferent muscles is innervated and supplied with blood more intensively. The neural opening into muscles of the medial compartment of the thigh, with the exception of the pectineus muscle, does not coincide with the arterial opening places. The large adductor and clavicle muscles, and in some cases, the long adductor muscle are muscles with double innervation. Furthermore, in double-innervated muscles, intramuscular nerve connections between different nerve systems are found only in the pectoralis major muscle. Segmentation in the intramuscular distribution of arteries is preserved in the gracilis muscle, adductor longus muscle and adductor magnus muscle, while segmentation in the distribution of nerves in these muscles is absent.

Fetal anatomical variability of femoral artery branches, different formation frequency of intra- and intersystemic arterial anastomoses of the right and left lower extremities both at fetuses of different and same age groups as well as at the

same fetus are established. The lateral femoral circumflex artery anastomoses with the internal pubic artery (73.8% on the right and 67.5% on the left); with obturator artery (61.3% on the right and 71.3% on the left); with the deep branch of the superior gluteal artery (36.3% on the right and 47.5% on the left); with the inferior gluteal artery (43.8% on the right and 48.8% on the left); with the first perforating artery (32.5% on the right and 26.3% on the left). The medial femoral circumflex artery anastomoses with the inferior gluteal artery (73.8% on the right and 65% on the left); with the deep branch of the superior gluteal artery (36.3% on the right and 27.5% on the left); with an internal pudendal artery (41.3% on the right and 47.5% on the left); with the first perforating artery on the right in 13.8% of cases.

The anatomical variability of the great saphenous vein (GSV), which is characterized by variability in shape, topography and bilateral asymmetry of its tributaries, as well as the formation of anastomoses have been established. Anterior accessory saphenous vein was detected in 71.3% of the studied fetuses and posterior accessory saphenous vein was found in 38.1% of cases. GSV is characterized by predominance of the transitional type (55.6%) over the magistral (33.8% of cases) and dispersal (10.6%). The magistral type prevails over the dispersal in a ratio of 3.2:1. The same type of GSV formation on the right and left lower extremities was found in 61.3% of fetuses. No significant gender differences in the GSV typology in human fetuses were detected.

Three complexes of cutaneous nerves of the anterior femoral region were identified and their topographical variants were established in human fetuses. One complex is located on the anterior surface of the thigh, its formation is sustained by the anterior cutaneous branches of the femoral nerve, the lateral cutaneous nerve of the thigh, the anterior cutaneous branch of the iliohypogastric nerve, ilioinguinal and genitofemoral nerves. Skin innervation of the lateral surface of the thigh is provided by the lateral cutaneous branch of the iliohypogastric nerve, the lateral cutaneous nerve of the thigh, the anterior cutaneous branches of the femoral nerve and the genitofemoral nerve. The following nerve complex is involved in skin innervation of the medial femoral surface: 1-3 cutaneous branches of the obturator

nerve, anterior cutaneous branches of the femoral nerve, saphenous nerve and 1-3 femoral branches of the genitofemoral nerve. Anastomoses were found between the cutaneous nerves in the form of loops of different shapes and sizes, namely: between the cutaneous and fascial branches of the femoral and ilioinguinal nerves (within the upper third) and the femoral and obturator nerves (within the middle third).

In human fetuses, the fascia lata innervation of the anteromedial surface of the thigh is provided by branches of the femoral, obturator and ilioinguinal nerves, and in the area of the posterolateral surface of the thigh it is provided by branches of the posterior and lateral cutaneous nerves of the femur. As a result of these nerves branching on the whole fascia lata surface "overlapping zones" of the nerves are formed. The terminal branches of the nerves involved in the fascia lata innervation do not have a clearly defined topography.

During the fetal period of human ontogenesis, there is a relatively uniform increase in the length of the right and left lower extremities and femurs, whereas no significant differences in their length. From the 4th to the 10th month of fetal development, the length of the right femur increases by 5.59 times (from 13.18 ± 2.56 mm to 73.66 ± 2.19 mm), and the length of the left femur increases by 5.44 times (from 13.54 ± 2.35 mm to 73.73 ± 2.12 mm).

Scientific novelty of the obtained results. By using the set of modern and suitable methods of anatomical research the patterns of chronological formation sequence as well as spatiotemporal transformations of muscles, fascial and cellular spaces and vascular and nervous formations of the anterior femoral region during the fetal period of human ontogenesis were determined for the first time, which, in turn, significantly complement modern ideas about the fetal anatomy of structures in the anterior femoral region.

Features of intramuscular neural and arterial branching in muscles of the anterior and medial compartments of the thigh in 4-10 months' human fetuses were established for the first time.

Using the computer 3D-reconstruction method, models of anterior femoral structures in fetuses of different ages were created for the first time.

Fetal anatomical variability of the femoral artery and its branches was determined. On the basis of the obtained results, morphological preconditions of possible femoral nerve compression or trauma were defined. Shape variability, topography and bilateral asymmetry of GSV tributaries as well as anastomoses formation were described for the first time.

The topographic and anatomical features of the skin innervation of the anterior femoral region and the fascia lata innervation in fetuses of different ages were highlighted for the first time. The identified connections and complexes of the cutaneous nerves of the thigh, as well as the overlapping and displacement areas were considered indeed as compensatory mechanisms in the peripheral nervous system and were observed not only between ontogenetically related nerves but also between nerves of different segmental affiliations.

For the first time, the dynamics of changes in the morphometric length parameters of the right and left femurs as well as correlations between morphometric length parameters of the femurs and of the lower extremities and PCL in 4-10 months' human fetuses were observed.

Practical significance of the obtained results. Information on the fetal anatomy of the structures in the anterior femoral region is the basis for determining chronology of human prenatal development, predicting fetal viability, prenatal diagnosing abnormalities in normal morphogenesis and their correction. The offered and tested method of dissecting vascular and nervous structures of the anterior femoral region in human fetuses provides a standard for obtaining data on their typical and variational anatomy.

The obtained data on anatomical variability of the femoral artery branches, their intra- and intersystemic arterial anastomoses will ensure successful implementation of diagnostic and therapeutic manipulations within the anterior femoral regions. When performing myoplastic operations on the lower extremity

muscles, intramuscular branching peculiarities of the lumbar nerves should be taken into account.

Identified variants of fetal GSV topography are important for the correct interpretation of phlebographic data and individual choice of the most rational method for surgical intervention. The obtained information on the anatomical variants of GSV topography and its tributaries will allow surgeons to determine the scope of primary surgery for varicose veins and anatomically assess the possibility of recurrence.

Established variants of cutaneous neural topography of the anterior femoral region, features of the fascia lata innervation and intramuscular branching of arteries and nerves in muscles of the anterior and medial femoral compartments will help clinicians understand the possible spread of purulent and inflammatory processes in the anterior femoral region in detail, and also be an anatomical basis for developing new methods for correcting congenital pathology of the structural elements in the anterior femoral region in fetuses and newborns.

Given the fact that the terminal branches of adjacent cutaneous nerves in the femoral region intersect and overlap, bypass pathways of innervation are formed, which in the event of possible damage to one of the nerves, compensate its insufficiency to some extent.

The study results can be used in the publication of manuals, atlases and monographs on embryology, normal, topographic and fetal anatomy, neurology and vascular surgery, traumatology and orthopedics in the sections on fetal muscle anatomy, fascial and cellular spaces and vascular and nervous formations in the anterior femoral region of human beings.

Key words: anterior femoral region, femoral artery, great saphenous vein, lumbar plexus, anatomical variability, fetus, human.