

ФЕТАЛЬНА АНАТОМІЧНА МІНЛИВІСТЬ ДОВГИХ ГІЛОК ПЛЕЧОВОГО СПЛЕТЕННЯ

Фетальна анатомічна мінливість довгих гілок плечового сплетення

О. А. Коваль, Т. В. Хмара

Буковинський державний медичний університет,
м. Чернівці

Резюме. Відомості про анатомічну мінливість корінців, стовбурів, пучків та гілок плечового сплетення мають важливе практичне значення для розуміння механізмів ушкоджень плеча, передпліччя та кисті. Знання варіантної анатомії плечового сплетення у людей різного віку необхідні для проведення успішних операцій, ефективного знеболювання, а також для трактування клінічних симптомів у практиці неврологів.

Мета дослідження – встановити анатомічну мінливість м'язово-шкірного, ліктьового, середнього та променевого нервів у плодів людини різного віку.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на препаратах верхніх кінцівок 28 плодів людини 81,0–310,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД) за допомогою макромікроскопічного препарування і морфометрії.

Результати. Під час анатомічного препарування верхніх кінцівок 28 плодів людини 4–8 місяців у трьох випадках 170,0 мм, 245,0 мм, 250,0 мм ТКД виявлено варіанти фетальної топографії пучків і нервів підключичної частини плечового сплетення. У плодів 170,0 мм та 245,0 мм ТКД спостерігалися зв'язки між середнім та ліктьовим нервами у вигляді сполучних гілок, а середній нерв починався одним корінцем від присереднього пучка підключичної частини плечового сплетення. У плода 250,0 мм ТКД встановлено атиповий варіант топографії нервів бічного та присереднього пучків підключичної частини плечового сплетення, а також виявлено подвоєння ліктьового нерва.

Висновки. В окремих плодів людини виявлено подвійну іннервацію деяких м'язів плеча і передпліччя. Встановлені варіанти топографії та зв'язки середнього, ліктьового і м'язово-шкірного нервів у плодів людини зумовлені особливостями структурною організацією та мультифункціональністю м'язів плеча і передпліччя, закономірностями їхнього складного пренатального розвитку, наявних джерел кровопостачання та іншими факторами. Описані варіанти фетальної анатомії довгих гілок плечового сплетення доцільно враховувати не тільки теоретикам, а й клініцистам, передусім неврологам, ортопедам та хірургам.

Ключові слова: ліктьовий нерв; середній нерв; плечове сплетення; плід; людина.

Fetal anatomical variability of the long branches of the brachial plexus

O. A. Koval, T. V. Khmara

Bukovynian State Medical University, Chernivtsi

e-mail: khmara.tv.6@gmail.com

Summary. Information about the anatomical variability of the roots, trunks, bundles, and branches of the brachial plexus is of important practical importance for understanding the mechanisms of injuries to the shoulder, forearm, and hand. Knowledge of the variant anatomy of the brachial plexus in people of different ages is necessary for successful operations, effective analgesia, as well as for the interpretation of clinical symptoms in the practice of neurologists.

The aim of the study – to establish the anatomical variability of the musculocutaneous, ulnar, median, and radial nerves in human fetuses of different ages.

Materials and Methods. The study was conducted on preparations of the upper limbs of 28 human fetuses of 81.0–310.0 mm parietal-coccygeal length (PCL) using macromicroscopic dissection and morphometry.

Results. During anatomical dissection of the upper limbs of 28 human fetuses aged 4–8 months, variants of the fetal topography of bundles and nerves of the subclavian part of the brachial plexus were found in three cases of 170.0 mm, 245.0 mm, 250.0 mm PCL. In fetuses with 170.0 mm and 245.0 mm PCL, connections between the median and ulnar nerves in the form of connecting branches were observed, and the median nerve began with one root from the medial bundle of the subclavian part of the brachial plexus. In a fetus with 250.0 mm PCL, an atypical variant of topography was established for nerves of the lateral and medial bundles of the subclavian part of the brachial plexus, and a doubling of the ulnar nerve was also detected.

Conclusions. Double innervation of some shoulder and forearm muscles was found in some human fetuses. The established variants of the topography and connections of the median, ulnar, and musculocutaneous nerves in human fetuses are determined by the peculiarities of the structural organization and multifunctionality of the muscles of the shoulder and forearm, the patterns of their complex prenatal development, the available sources of blood supply, and other factors. The described variants of the fetal anatomy of the long branches of the brachial plexus should be considered not only by theoreticians, but also by clinicians, primarily neurologists, orthopedists, and surgeons.

Key words: ulnar nerve; median nerve; brachial plexus; fetus; human.

ВСТУП

При діагностиці ушкоджень нервів плечового сплетення мають важливе практичне значення відомості про їхню варіантну анатомію на різних етапах онтогенезу людини, що зумовлено анатомічною мінливістю його корінців, стовбурів, пучків та їхніх гілок. Кожна з таких варіацій має бути проаналізованою на предмет діагностичної та клінічної значущості, що робить дослідження варіантної анатомії плечового сплетення актуальним не тільки для науковців, але й для клініцистів [1, 2]. З усіх можливих варіацій структур плечового сплетення, знайдених у літературі, мінливість його кінцевих гілок є найбільш поширеною. Вивчення фетальної анатомічної мінливості довгих гілок плечового сплетення має вирішальне значення для отримання успішних результатів під час виконання діагностичних маніпуляцій та оперативних втручань у ділянці плеча, передпліччя та кисті [3, 4].

Знання варіантної анатомії плечового сплетення у людей різного віку необхідні також для проведення успішних операцій на плечовому суглобі, для ефективного знеболювання, а також для розуміння клінічних симптомів у практиці неврологів [5, 6].

При гострих травматичних, хронічних мікротравматичних і компресійних ураженнях може відбуватися ушкодження гілок м'язово-шкірного, серединного, променевого та ліктьового нервів. Довгі гілки плечового сплетення також можуть бути ушкодженими під час різноманітних дегенеративних процесів і нейропатій. Різні типи уражень можуть впливати на нерви підключичної частини на різних рівнях уздовж їхньої протяжності від початку до кисті [7, 8]. Ушкодження плечового сплетення у дітей виникають рідше, зазвичай унаслідок акушерських травм [9, 10].

У джерелах [11, 12] літератури частково описані анатомічні варіації плечового сплетення у дорослих, однак дані про фетальну топографію нервів підключичної частини залишаються поодинокими [13, 14].

Метою дослідження було встановити анатомічну мінливість м'язово-шкірного, ліктьового, серединного та променевого нервів у плодів людини різного віку.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Дослідження проведено на препаратах верхніх кінцівок 28 плодів людини 81,0–310,0 мм тім'янокуприкової довжини (ТКД) за допомогою макромікроскопічного препарування і морфометрії. Під час макромікроскопічного препарування ми звертали увагу на варіанти топографії довгих гілок плечового сплетення.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ

Під час анатомічного препарування верхніх кінцівок 28 плодів людини 4–8 місяців у трьох випадках

170,0 мм, 245,0 мм, 250,0 мм ТКД виявлено варіанти фетальної топографії пучків і нервів підключичної частини плечового сплетення.

Так, у плода 245,0 мм ТКД серединний нерв починався одним корінцем від присереднього пучка підключичної частини плечового сплетення (рис. 1). Складовими судинно-нервового пучка плеча, які розміщувалися у присередній двоголовій борозні плеча, були плечові судини і початковий відділ серединного нерва, довжина якого становила 11,0 мм. Необхідно зазначити, що у більшості досліджених плодів серединний нерв у передній плечовій ділянці гілок не віддає. Однак у даного плода виявлено три м'язові гілки: бічна, верхня і нижня присередні. При цьому бічна гілка, довжиною 32,0 мм, брала свій початок на межі верхньої та середньої третин передньої плечової ділянки і прямувала косо у каудальному напрямку до ліктьової головки круглого м'яза-привертача. Верхня присередня гілка серединного нерва, довжиною 7,0 мм, брала участь в іннервації присередньої головки триголового м'яза плеча, а його нижня присередня гілка, завдовжки 5,0 мм, прямувала до променевого м'яза-згинача зап'ястка. Проксимальніше бічної гілки від серединного нерва відходили дві дрібні судинні гілки, що іннервують плечову артерію. Довжина серединного нерва від пахвової ямки до ліктьового суглоба становила 44,0 мм. На межі середньої та нижньої третин передньої плечової ділянки виявлено сполучну гілку, яка розміщувалась майже поперечно на внутрішній поверхні присередньої головки триголового м'яза плеча.

М'язово-шкірний нерв на рівні верхньої третини короткої головки двоголового м'яза плеча ділиться на 4 м'язові гілки, з яких три короткі гілки під гострими кутами входили у товщу довгої головки двоголового м'яза плеча, де розгалужувалися за

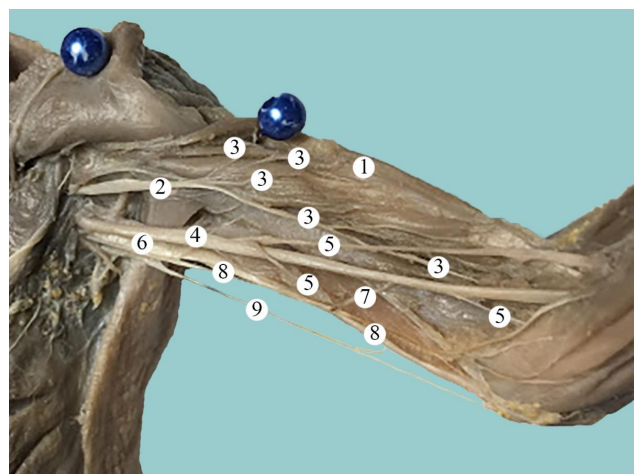


Рис. 1. Структури лівої плечової ділянки плода 245,0 мм ТКД. Фото макропрепарату. $\times 1,8$: 1 – двоголовий м'яз плеча; 2 – м'язово-шкірний нерв; 3 – гілки м'язово-шкірного нерва; 4 – серединний нерв; 5 – гілки серединного нерва; 6 – ліктьовий нерв; 7 – сполучна гілка між серединним та ліктьовим нервами; 8 – присередній шкірний нерв передпліччя; 9 – присередній шкірний нерв плеча.

магістральною формою, і одна довга гілка. Остання прямувала по середині передньої плечової ділянки у низхідному напрямку і на рівні середньої третини плеча розгалужувалась на дві гілки наступного порядку, одна з яких забезпечувала іннервацію дистальної частини двоголового м'яза плеча, а інша – плечового м'яза, які у товщі вказаних м'язів галузилися за розсипною формою. Присередній шкірний нерв передпліччя на рівні присереднього надвиростка плечової кістки розгалужується на 3 гілки: передню, середню та задню, що беруть участь в іннервації капсули ліктьового суглоба.

У плода 250,0 мм ТКД встановлено атиповий варіант топографії нервів бічного та присереднього пучків підключичної частини плечового сплетення. М'язово-шкірний нерв бере свій початок від бічного пучка підключичної частини плечового сплетення та на рівні верхньої третини черевця двоголового м'яза плеча розгалужується на 2 стовбури: бічний, меншого діаметра, і більшого діаметра, присередній. Довжина м'язово-шкірного нерва до рівня галуження – 8,0 мм. На рівні середньої третини черевця двоголового м'яза плеча від присереднього стовбура м'язово-шкірного нерва відходять дві суглобові гілки, довжиною 10,0 та 9,0 мм, які прямують до передньої поверхні капсули ліктьового суглоба, забезпечуючи його іннервацію. Іннервація двоголового м'яза плеча здійснювалась бічним стовбуром м'язово-шкірного нерва (рис. 2). Від бічного пучка плечового сплетення також брав початок серединний нерв, що представлений одним стовбуром. Довжина серединного нерва від пахвової порожнини до ліктьового суглоба дорівнювала 48,0 мм.

Також у цього плода виявлено подвоєння ліктьового нерва, який починався від присереднього та бічного пучків плечового сплетення двома самостійними стовбурами: присереднім та бічним відповідно. Бічний і присередній ліктьові нерви розміщені паралельно один до одного, при чому від присереднього ліктьового нерва на рівні середньої частини передньої плечової ділянки у косому напрямку відходила гілка до ліктьового м'яза-згинача зап'ястка. Між присереднім ліктьовим нервом та присереднім стовбуром м'язово-шкірного нерва виявлено сполучну гілку.

При дослідженні іншого плода 170,0 мм ТКД у ділянці середньої третини плеча також встановлено зв'язок між серединним та ліктьовим нервами у вигляді сполучної гілки (рис. 3). Серединний нерв на рівні середньої третини плеча розгалужувався на 2 стовбури: присередній, менший за діаметром, і бічний, який є безпосереднім продовженням серединного нерва. Бічний стовбур серединного нерва проникає під апоневроз двоголового м'яза плеча, а присередній стовбур галузиться у товщі плечо-променевого м'яза, забезпечуючи його іннервацію разом із променевим нервом. Довжина серединного

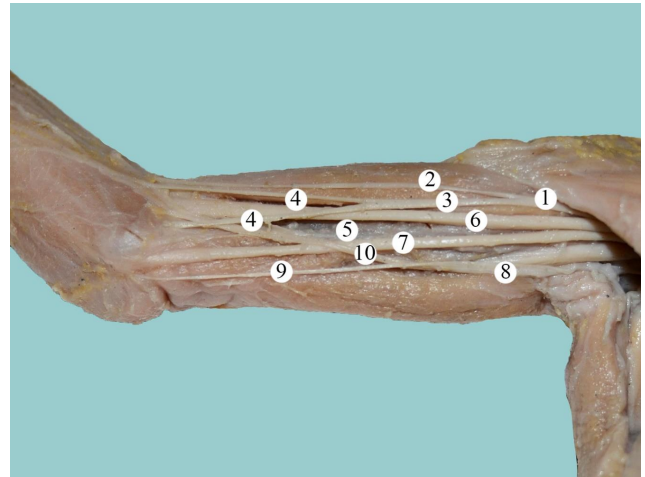


Рис. 2. Структури правої плечової ділянки плода 250,0 мм ТКД. Фото макропрепарату. $\times 2,4$: 1 – м'язово-шкірний нерв; 2 – бічний стовбур м'язово-шкірного нерва; 3 – присередній стовбур м'язово-шкірного нерва; 4 – суглобові гілки від присереднього стовбура м'язово-шкірного нерва; 5 – плечова артерія; 6 – серединний нерв; 7 – бічний ліктьовий нерв; 8 – присередній ліктьовий нерв; 9 – гілка до ліктьового м'яза-згинача зап'ястка; 10 – сполучна гілка між ліктьовим і м'язово-шкірним нервами.

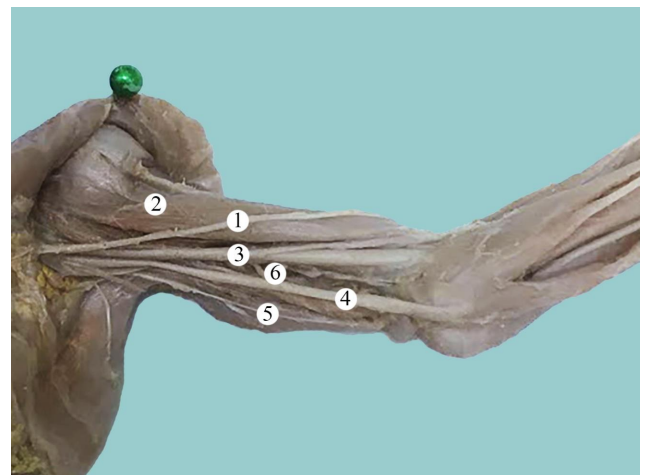


Рис. 3. Структури правої плечової ділянки плода 250,0 мм ТКД. Фото макропрепарату. $\times 2,4$: 1 – м'язово-шкірний нерв; 2 – двоголовий м'яз плеча; 3 – серединний нерв; 4 – ліктьовий нерв; 5 – присередній шкірний нерв плеча; 6 – сполучна гілка між серединним і ліктьовим нервами.

нерва до його розгалуження на стовбури дорівнює 28,0 мм.

М'язово-шкірний нерв спочатку проходив по передній поверхні середньої третини двоголового м'яза плеча, а далі прямував до задньої поверхні нижньої третини цього м'яза.

Результати дослідження довгих гілок плечового сплетення в плодів людини 4–8 місяців узгоджуються з повідомленнями авторів про наявність декількох джерел іннервації окремих м'язів верхньої кінцівки, зумовлених існуванням сполучних гілок між серединним, ліктьовим та м'язово-шкірним нервами, або їх подвоєнням [3, 11]. Однак для успішного

проведення операції у ділянці плеча, передпліччя та кисті необхідно враховувати не лише особливості магістральних судин та нервів, а й спосіб їхнього кінцевого галуження у товщі м'язів [5, 10].

Виявлені варіанти топографії довгих гілок плечового сплетення у плодів людини 4–8 місяців засвідчують потребу подальшого з'ясування фетальної анатомічної мінливості нервів підключичної частини плечового сплетення.

ВИСНОВКИ

В окремих плодів людини виявлено подвійну іннервацію деяких м'язів плеча і передпліччя: двоголового м'яза плеча – м'язово-шкірним та серединними нервами, триголового м'яза плеча – променевим та серединним нервами; плечо-променевого м'яза – серединним і променевим нервами.

Виявлені варіанти іннервації двоголового м'яза плеча та близькість розташування його до судинно-нервового пучка плеча створюють менш сприятливі

умови для хірургічних операцій на цьому м'язі. У разі необхідності можливе використання для міопластики лише бічного відділу довгої головки двоголового м'яза плеча.

Встановлено зв'язки між серединним та ліктьовим нервами у вигляді сполучних гілок.

У плода 250,0 мм ТКД виявлено подвоєння ліктьового нерва.

Встановлені варіанти топографії та зв'язки серединного, ліктьового і м'язово-шкірного нервів у плодів людини зумовлені особливостями структурної організації та мультифункціональністю м'язів плеча і передпліччя, закономірностями їхнього складного пренатального розвитку, наявних джерел кровопостачання та іншими факторами.

Описані варіанти фетальної анатомії довгих гілок плечового сплетення доцільно враховувати не тільки теоретикам, а й клініцистам, передусім неврологам, ортопедам та хірургам під час проведення відновно-реконструктивних операцій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Singh R. Variations of cords of brachial plexus and branching pattern of nerves emanating from them / R. Singh // *J. Craniofac. Surg.* – 2017. – Vol. 28 (2). – P. 543–547.
2. A meta-analysis on the anatomical variability of the brachial plexus: Part I – Roots, trunks, divisions and cords / M. Benes, D. Kachlik, M. Belbl [et al.] // *Ann. Anat.* – 2021. – Vol. 238. – P. 151751.
3. Anatomical variations of brachial plexus in adult cadavers; A descriptive study / M. Emamhadi, S. Chabok, F. Samini [et al.] // *Arch. Bone Jt. Surg.* – 2016. – Vol. 4 (3). – P. 253–258.
4. Surgical anatomy of the radial nerve at the elbow and in the forearm: Anatomical basis for intraplexus nerve transfer to reconstruct thumb and finger extension in C7–T1 Brachial Plexus Palsy / L. Zhang, Z. Dong, C. Zhang, Y. Gu // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2016. – Vol. 32 (9). – P. 670–674.
5. A variation of the cords of the brachial plexus on the right and a communication between the musculocutaneous and median nerves on the left upper limb: a unique case / Ö. Kirazlı, N. Tatarlı, D. Ceylan [et al.] // *J. Neurol. Surg. A. Cent. Eur. Neurosurg.* – 2013. – Vol. 74. – P. e176–179.
6. Anatomical variation of a communicating branch between the musculocutaneous and the median nerve: A case report / D. Chrysikos, A. Athanasopoulos, P. Georgakopoulos [et al.] // *Acta Med. Acad.* – 2020. – Vol. 49 (1). – P. 71–74.
7. Median nerve injury [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing / A. M. Dydyk, G. Negrete, G. Sarwan, M. Cascella. – 2022[cited 2022 Aug 31]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553109/>.
8. Anderson T. B. Anatomy, shoulder and upper limb, forearm nerves [Internet] / T. B. Anderson, B. Bordoni //

Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022[cited 2022 Aug 31]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554514/#:~:text=The%20branches%20from%20these%20four,the%20median%20and%20ulnar%20nerves.>

9. Long-term follow-up results of a pediatric brachial plexus laceration / S. Öksüz, H. Karagöz, Y. Külahçı [et al.] // *Ulus Travma Acil. Cerrahi Derg.* – 2013. – Vol. 19 (5). – P. 485–487.

10. Goubier J. N. Nerve transfers in children with traumatic partial brachial plexus injuries / J. N. Goubier, F. Teboul, E. Papadogeorgou // *Microsurgery.* – 2008. – Vol. 28 (2). – P. 117–120.

11. Beheiry E. E. Anatomical variations of the median nerve distribution and communication in the arm / E. E. Beheiry // *Folia Morphol (Warsz).* – 2004. – Vol. 63 (3). – P. 313–318.

12. The 2-dimensional and 3-dimensional anatomy of the adult brachial plexus divisions and cords / J. Neto, B. Neto, A. Eiras [et al.] // *Hand (NY).* – 2022. – Vol. 17 (1). – P. 50–54.

13. Anatomical study of the brachial plexus in human fetuses and its relation with neonatal upper limb paralysis / M. R. Da Cunha, A. A. M. Dias, J. M. de Brito [et al.] // *Einstein (Sao Paulo)* [Internet]. 2020[cited 2022 Sep 01];18:eAO5051. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6980293/pdf/2317-6385-eins-18-eAO5051.pdf>.

14. The course and branching pattern of the deep branch of the radial nerve in relation to the supinator muscle in fetus elbow / I. Tatar, N. Kocabiyik, O. Gayretli, H. Ozan // *Surg. Radiol. Anat.* – 2009. – Vol. 31 (8). – P. 591–596.

REFERENCES

1. Singh R. Variations of cords of brachial plexus and branching pattern of nerves emanating from them. *J Craniofac Surg.* 2017;28(2): 543-7. DOI: 10.1097/scs.0000000000003341.
2. Benes M, Kachlik D, Belbl M, Kunc V, Havlikova S, Whitley A, et al. A meta-analysis on the anatomical variability of the brachial plexus: Part I - Roots, trunks, divisions and cords. *Ann Anat.* 2021;238: 151751. DOI: 10.1016/j.aanat.2021.151751.
3. Emamhadi M, Chabok SY, Samini F, Alijani B, Behzadnia H, Firozabadi FA, et al. Anatomical variations of brachial plexus in adult cadavers; A descriptive study. *Arch Bone Jt Surg.* 2016;4(3): 253-8. DOI: 10.22038/abjs.2016.6491.
4. Zhang L, Dong Z, Zhang CL, Gu YD. Surgical anatomy of the radial nerve at the elbow and in the forearm: Anatomical basis for intraplexus nerve transfer to reconstruct thumb and finger extension in C7-T1 brachial plexus palsy. *J Reconstr Microsurg.* 2016;32(9): 670-4. DOI: 10.1055/s-0036-1584687.
5. Kirazlı Ö, Tatarlı N, Ceylan D, Hacıoğlu H, Uygun S, Şeker A, et al. A variation of the cords of the brachial plexus on the right and a communication between the musculocutaneous and median nerves on the left upper limb: a unique case. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg [Internet].* 2013[cited 2022 Sep 02];74(Suppl 1): e176-9. Available from: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0032-1333416.pdf>. DOI: 10.1055/s-0032-1333416.
6. Chrysikos D, Athanasopoulos A, Georgakopoulos P, Antonopoulos I, Samolis A, Troupis T. Anatomical variation of a communicating branch between the musculocutaneous and the median nerve: A Case Report. *Acta Med Acad.* 2020;49(1): 71-4. DOI: 10.5644/ama2006-124.286.
7. Dydyk AM, Negrete G, Sarwan G, Cascella M. Median Nerve Injury [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022[cited 2022 Aug 31]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553109/>.
8. Anderson TB, Bordoni B. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Forearm Nerves [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022[cited 2022 Aug 31]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554514/#:~:text=The%20branches%20from%20these%20four,the%20median%20and%20ulnar%20nerves.>
9. Öksüz S, Karagöz H, Külahçı Y, Ülkür E, Uslu A. Long-term follow-up results of a pediatric brachial plexus laceration. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2013;19(5): 485-7. DOI: 10.5505/tjtes.2013.07717.
10. Goubier JN, Teboul F, Papadogeorgou E. Nerve transfers in children with traumatic partial brachial plexus injuries. *Microsurgery.* 2008;28(2): 117-20. DOI: 10.1002/micr.20461.
11. Beheiry EE. Anatomical variations of the median nerve distribution and communication in the arm. *Folia Morphol (Warsz).* 2004;63(3):313-8.
12. Neto JHS, Neto BC, Eiras ABD, Botelho RHS, Carmo JMM, Passos MARF. The 2-Dimensional and 3-Dimensional Anatomy of the Adult Brachial Plexus Divisions and Cords. *Hand (NY).* 2022;17(1): 50-4. DOI: 10.1177/1558944720906510.
13. Da Cunha MR, Dias AAM, de Brito JM, da Silva Cruz C, Silva SK. Anatomical study of the brachial plexus in human fetuses and its relation with neonatal upper limb paralysis. *Einstein (Sao Paulo) [Internet].* 2020[cited 2022 Sep 01];18:eAO5051. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6980293/pdf/2317-6385-eins-18-eAO5051.pdf> DOI: 10.31744/einstein_journal/2020ao5051.
14. Tatar I, Kocabiyik N, Gayretli O, Ozan H. The course and branching pattern of the deep branch of the radial nerve in relation to the supinator muscle in fetus elbow. *Surg Radiol Anat.* 2009;31(8): 591-6. DOI: 10.1007/s00276-009-0487-x.