

УДК 611.93:611.821.2:611.13  
DOI: 10.24061/1727-0847.17.1.2019.13

**В.А. Черняк, О.О. Шевченко, О.В. Зоренко, М.М. Левон, С.С. Селіванов**

*Кафедра оперативної хірургії та топографічної анатомії (зав. – проф. В.А. Черняк) Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ*

## **АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КРОВОПОСТАЧАННЯ ШИЙНОГО ВІДДІЛУ СПИННОГО МОЗКУ (огляд літератури)**

**Резюме.** В огляді проаналізовано наукову літературу з питань васкуляризації спинного мозку. Даних літератури, що висвітлюють докладно сучасні аспекти кровопостачання різних відділів спинного мозку недостатньо і датуються ці джерела переважно 60-70-ми роками минулого століття. Традиційна схема кровопостачання спинного мозку не відповідає патогенезу багатьох неврологічних розладів з боку спинного мозку. Згідно сучасних даних, внутрішньочерепні джерела, а саме передня та задні спинно-мозкові артерії кровопостачають тільки верхні шийні сегменти спинного мозку, а решта сегментів – нижні шийні, грудні, поперекові, крижові та куприкові, кровопостачаються із позачерепних джерел, а саме від гілок підключичної артерії та сегментарних гілок аорти. Таким чином, в наш час позачерепні джерела вважаються основними в кровопостачанні спинного мозку. Незважаючи на виявлення пріоритетних джерел кровопостачання спинного мозку, залишається ще багато суперечливих і невирішених питань щодо докладного опису його кровопостачання. Саме ці конкретні питання, які стосуються кількості спинномозкових гілок та їх розгалужень, топографії, кровопостачання кожного сегменту спинного мозку тощо, є найбільш важливими в клінічній практиці, тому що зумовлюють розвиток і особливості перебігу патологічних станів ураження певних відділів спинного мозку. Мало відома і індивідуальна мінливість джерел кровопостачання спинного мозку. Досить триває термінологічна неузгодженість назв артерій, що кровопостачають спинний мозок: назви артерій, що трапляються в роботах хірургічного та неврологічного напрямів, не відповідають назвам згідно Міжнародній анатомічній номенклатури. Особливу увагу в огляді літератури приділено кровопостачанню шийному відділу спинного мозку, оскільки інфаркти в даній зоні спричиняють найбільш виражений неврологічний дефіцит: від м'язової слабкості до параплегії чи тетраплегії, залежно від рівня та глибини ураження, а у випадках переходу вогнища ішемії на стовбур мозку – швидку смерть.

**Ключові слова:** шийний спінальний інсульт; васкуляризація спинного мозку; радикуло-медулярні артерії; феномени обкрадання; дистантні вогнища ішемії.

Гострі порушення спинномозкового кровообігу часто призводять до незворотніх неврологічних ушкоджень, що супроводжується розвитком стійкої інвалідизації хворого [1]. За даними статистики, спінальні інсульти становлять близько 1 % від кількості усіх (церебральних і спінальних разом) інсультів [2], а деякі автори вважають, що точна поширеність спінальних інсультів досить рідкісна і незважаючи на актуальність проблеми, клінічні та морфологічні особливості спінальних

інсультів недостатньо вивчені. Той факт, що інсульти спинного мозку виникають значно рідше порівняно з церебральними інсультами, можна пояснити малими розмірами спинного мозку, великою кількістю артеріальних анастомозів та меншою поширеністю атеросклеротичного ураження спінальних артерій [4]. Інсульти шийного відділу спинного мозку спричиняють найбільш виражені неврологічні розлади: від м'язової слабкості до параплегії чи тетраплегії, залежно від рівня та глибини ураження, а у випадках переходу

© Черняк В.А., Шевченко О.О., Зоренко О.В., Левон М.М., Селіванов С.С., 2019

вогнища ішемії на стовбур мозку – швидко смерть.

На сьогодні в загальних рисах описані джерела кровопостачання спинного мозку; ці дані викладені в підручниках з нормальної анатомії. Однак даних літератури щодо докладного опису кровопостачання різних відділів спинного мозку і розподілу внутрішньоорганних судин спинного мозку із урахуванням індивідуальної мінливості вкрай мало, і датуються ці джерела переважно 60-70-ми роками минулого століття [5-7].

Отже, кровопостачання спинного мозку є вкрай важливою і актуальною проблемою, проте водночас мало дослідженою, що потребує подальшого вивчення.

З XVIII і майже до кінця XIX сторіччя в анатомії склалося стале уявлення про кровопостачання спинного мозку, що відповідно було викладено практично у всіх анатомічних підручниках як вітчизняних, так і закордонних [8-15]. Згідно з традиційними уявленнями, основними джерелами кровопостачання спинного мозку є три поздовжні артеріальні стовбури: непарна передня і парні задні спинномозкові артерії (гілки хребтових артерій із системи підключичної артерії – правої та лівої). Передня та задні спинномозкові артерії ідуть вздовж спинного мозку у ростокаудальному напрямку. Кров у ці артерії поступає із внутрішньочерепної частини правої та лівої хребтових артерій і далі тече безперервно вздовж усього спинного мозку. Задні спинномозкові артерії починаються від задньої нижньої мозочкової артерії (гілки внутрішньочерепної частини хребтової артерії) або безпосередньо від внутрішньочерепної частини хребтової артерії, огинають довгастий мозок, входять у хребтовий канал і виходять на задню поверхню спинного мозку, ідуть вздовж правої та лівої задньобічної борозни спинного мозку, у які входять задні корінці. Права та ліва передні спинномозкові артерії відходять від відповідної хребтової артерії на рівні переднього краю великого потиличного отвору, на передній поверхні довгастого мозку на рівні пірамід з'єднуються, і утворюється непарна передня спинномозкова артерія, яка іде донизу на передній поверхні спинного мозку в передній серединній щілині.

Додатковим джерелом кровопостачання спинного мозку вважалися корінцеві артерії (гілки спинномозкових артерій), які відповідають кожному сегменту спинного мозку, мають однаковий діаметр і посилюють кровоток в основних повздовжніх артеріях.

Традиційна схема кровопостачання спинного мозку не відповідала патогенезу багатьох невро-

логічних розладів з боку спинного мозку. Поступово під впливом робіт багатьох учених [16-20], змінюються наші уявлення про структурну організацію кровопостачання спинного мозку. Відповідно до сучасних даних, внутрішньочерепні джерела, а саме передня та задні спинномозкові артерії кровопостачають тільки верхні шийні сегменти спинного мозку, а решта сегментів – нижні шийні, грудні, поперекові, крижові та куприкові кровопостачаються із позачерепних джерел, а саме від гілок підключичної артерії та сегментарних гілок аорти. Таким чином, на сьогодні позачерепні джерела вважаються основними у кровопостачанні спинного мозку [16-20].

Незважаючи на виявлення пріоритетних джерел кровопостачання спинного мозку, залишається ще багато суперечливих і невирішених питань стосовно докладного опису його кровопостачання, особливо шийного відділу. Саме ці конкретні питання, які стосуються кількості спинномозкових гілок та їх розгалужень, топографії, кровопостачання кожного сегмента спинного мозку тощо, є найбільш важливими в клінічній практиці, тому що зумовлюють розвиток і особливості перебігу патологічних станів ураження певних відділів спинного мозку. Мало відома й індивідуальна мінливість джерел кровопостачання спинного мозку. Досить довго триває термінологічна неузгодженість назв артерій, що кровопостачають спинний мозок: назви артерій, що трапляються в роботах хірургічного та неврологічного напрямів, не відповідають назвам згідно з Міжнародною анатомічною номенклатурою [21].

Засновниками сучасної концепції кровопостачання спинного мозку вважаю А. Adamkiewicz (1881–1882) і Н. Kadyi (1886, 1889), які вже в XIX сторіччі з інших позицій висвітлювали кровопостачання спинного мозку. А. Adamkiewicz вперше довів, що кількість спинномозкових артерій є редукованою і не відповідає кількості сегментів спинного мозку. Автор назвав ці артерії «спинальними», а їх гілки – передніми та задніми спинальними артеріями. За даними А. Adamkiewicz, визначається від 3 до 13 передніх спинальних (корінцевих) артерій. Найбільшу за діаметром передню спинальну (корінцеву) артерію в каудальній частині спинного мозку автор назвав *a. magna spinalis*. У подальшому ця артерія має назву за автором, що її описав, – артерія Адамкевича.

Н. Kadyi (1886, 1889) запропонував терміни «корінцеві» гілки замість передніх та задніх спинальних артерій, щоб їх не плутали із передніми та задніми спинномозковими артеріями. У сучасній анатомічній номенклатурі (Сан-Пауло, 1997)

та її Українському стандарті (2001) серед гілок спинномозкових артерій виділяють передню та задню корінцеві гілки та сегментарну мозкову артерію. У підручниках та науковій літературі з неврології домінує термін «радикуломедулярні артерії». Сегментарна мозкова артерія як гілка спинномозкової артерії у сучасній анатомічній та неврологічній літературі практично не описана. За одними даними, сегментарна мозкова артерія з'єднується із передньою спинномозковою артерією, а за іншими даними, сегментарна артерія іде у складі заднього корінця спинномозкового нерва і бере участь у кровопостачанні спинного мозку.

У подальших дослідженнях доведено, що основним джерелом кровопостачання спинного мозку є корінцеві артерії і їх кількість набагато менше, ніж кількість сегментів спинного мозку.

Корінцеві артерії у верхніх відділах спинного мозку є відгалуженнями спинномозкових гілок, що відходять від хребтової артерії (правої та лівої). У нижніх відділах спинного мозку корінцеві гілки є відгалуженнями спинномозкових гілок, що йдуть від задніх міжребрових артерій (сегментарні гілки грудної частини аорти), поперекових артерій (сегментарні гілки черевного відділу аорти), а також бічної крижової та клубово-поперекових артерій від внутрішньої клубової артерії. Внаслідок того, що в ембріогенезі спинний мозок подовжується повільніше, ніж росте хребтовий стовп, сегментарні артерії проникають у спинний мозок вище рівня їх відходження від стовбура аорти.

Визначають передні та задні корінцеві артерії. Передні корінцеві артерії супроводжують передні корінці спинномозкового нерва, а задні – відповідно задні корінці спинномозкового нерва.

Доведено, що корінцеві артерії підходять до спинного мозку не симетрично, а частіше з лівого боку. Передні корінцеві артерії входять у спинний мозок вздовж його довжини по черзі: то зліва, то справа. Симетричний підхід двох таких артерій до одного спинномозкового сегмента трапляються рідко. Значно частіше ці артерії вступають у хребет і спинний мозок з лівої сторони. G. Lazorthes пов'язує це з лівостороннім розташуванням аорти [22]. За умови правостороннього розташування артерія, пересікаючи хребет попереду, проходить довгий шлях.

Корінцеві артерії хоч і супроводжують нервові корінці, більшість із них не беруть безпосередньої участі у кровопостачанні спинного мозку. За даними Н. Kadui (1889), тільки 25 % корінцевих артерій, що проходять у хребтовий канал, задіяні у кровопостачанні спинного мозку.

За думкою Д.К. Богородинського і О.А. Скоромця [23], про початок корінцевої артерії можна говорити тільки з моменту входження спинномозкової гілки в субдуральний простір.

Корінцеві артерії поділяються на декілька різновидів:

- частина корінцевих артерій закінчуються у межах корінця спинномозкового нерва;

- частина корінцевих артерій закінчується в твердій мозковій оболоні (за даними І.Є. Кефелі (1966), це твердооболонні артерії [24]);

- частина корінцевих артерій приєднується до п'яльної судинної системи (судинної системи м'якої оболонки спинного мозку);

- частина корінцевих артерій, що досягають спинного мозку, зливаються із передньою і задніми спинномозковими артеріями або при злитті їх утворюють, і беруть основну участь у кровопостачанні спинного мозку.

Ті корінцеві артерії, які досягають спинного мозку і зливаються із передньою та задніми спинномозковими артеріями, в літературі з неврології мають назву корінцево-спинномозкових або радикуломедулярних артерій. Саме цим артеріям належить основна роль у кровопостачанні спинного мозку.

Передніх корінцевих артерій менше, але вони більші за діаметром. Як правило, визначається від 2 до 27 передніх корінцевих артерій (частіше 4-8) і від 6 до 28 задніх корінцевих артерій (частіше 15-20). У шийному відділі передніх корінцевих артерій в більшості випадків налічується 3, у верхніх і середніх частинах грудного відділу визначається 2-3 тонкі передні корінцеві артерії, а нижня грудна, поперекова та крижова частини спинного мозку отримують кров від 1-до 3 передніх корінцевих артерій.

Найбільшою передньою корінцевою (радикуломедулярною) артерією (діаметром до 2,0 мм) є артерія поперекового потовщення (артерія Адамкевича), що кровопостачає нижню половину грудних сегментів, поперекові, крижові та куприкові сегменти. Рівень відходження цієї артерії від задньої міжребрової або поперекової артерії мінливий. У 75 % коливається від рівня Th<sub>8</sub> до L<sub>2</sub> [25].

Передні корінцеві гілки забезпечують кровопостачання 4/5 поперечного зрізу спинного мозку.

Передні відділи спинного мозку в основному кровопостачаються 6-8 корінцевими (радикулярними або радикуломедулярними артеріями). Вони відходять від визначених артерій, але рівень та бік відходження може бути мінливим. С<sub>3</sub> відходить від хребтової артерії. С<sub>6</sub>, як правило, – від

глибокої шийної артерії,  $C_8$  – від реброво-шийного стовбура. У 10 % на нижньошийному рівні відсутня передня корінцева артерія.

Найбільші передні корінцеві артерії визначаються в середньошийному відділі спинного мозку (артерія шийного потовщення або артерія Лазорта) і в нижньогрудному або верхньопоперековому відділі (артерія поперекового потовщення або артерія Адамкевича). У 15-16 % визначається велика передня корінцева артерія, яка супроводжує передній корінець  $L_5$  або  $S_1$  (артерія Демпрож-Готтерона). Є варіанти, коли визначається верхня додаткова передня корінцева артерія, що супроводжує один із грудних корінців [5].

Ділянки входу корінцевих артерій у хребтовий канал досить варіабельні, так, наприклад, артерія Адамкевича може входити у хребтовий канал на рівні від 9-го грудного до 2-го поперекового хребців.

Незважаючи, що задніх корінцевих артерій більше, вони менш потужні і відіграють меншу роль у кровопостачанні спинного мозку в цілому.

На рівні  $C_{7-8}$ - $T_1$  задні корінцеві артерії відсутні в 10 %.

Кожна передня та задня корінцеві артерії, підходячи до поверхні спинного мозку, дихотомічно поділяються на висхідну та низхідну гілки, які широко анастомозують із аналогічними гілками вище і нижче розташованих корінцевих артерій. Ці анастомози нижче верхніх шийних сегментів на передній поверхні спинного мозку в передній серединній щілині формують передній анастомотичний тракт – передню спинномозкову артерію, а на задній поверхні відповідно в задніх бічних борознах утворюють задні анастомотичні тракти – задні спинномозкові артерії. Уздовж анастомотичних трактів визначаються ділянки із протилежно направленим кровотоком, які розташовані, як правило, в місці поділення основного стовбура корінцевої артерії на висхідну та низхідну гілки. Таким чином, передня та задні спинномозкові артерії з одного боку являють собою поздовжні анастомози між відповідними висхідними та низхідними гілками передніх та задніх корінцевих артерій, а з іншого боку – завдяки своїм гілкам, що з'єднують передню та задні спинномозкові артерії, утворюють поперечні анастомози між передніми та задніми корінцевими артеріями.

Між передніми та задніми спинномозковими артеріями формуються чисельні поперечні анастомози, які на поперечних зрізах разом формують корону спинного мозку.

Від передньої спинномозкової артерії, або

переднього анастомотичного тракту, відходять центральні гілки, що кровопостачають 80 % спинного мозку: передні та бічні канатики, передні та бічні роги, основа задніх рогів, центральна зона навколо центрального каналу і частково задні канатики. Задні спинномозкові артерії (задні анастомотичні тракти) забезпечують кров'ю задні роги, більшу частину задніх канатиків і задні ділянки бічних канатиків. Найгірше кровопостачаються ділянки спинного мозку, які розташовані в критичних зонах на межі басейнів передньої та задньої спинномозкових артерій: це основа задніх рогів, речовина навколо центрального каналу, задня спайка.

Задні спинномозкові артерії формують велику кількість гілок, які анастомозують між собою, а також із передньої спинномозковою артерією. Ці гілки інколи називають вінцевими, вони оточують за периметром спинний мозок і беруть участь в утворенні вінцевого артеріального сплетення м'якої оболонки або піальної судинної сітки. Гілки цього сплетення, а також вінцеві артерії входять у речовину спинного мозку і забезпечують кровопостачання крайових відділів білої речовини.

Згідно з сучасними уявленнями система кровопостачання спинного мозку складається із двох частин: вертикальної (вздовж спинного мозку) і поперечної. Вертикальна частина системи кровопостачання спинного мозку утворена передньою та задніми спинномозковими артеріями, які досить часто в літературі мають назву передньої та задньої спинальних артерій, та розгалуженнями спинномозкових гілок із системи підключичної артерії та сегментарними гілками від грудної та черевної частин аорти.

На сьогодні відомо, що передня та задні спинномозкові артерії є перервними і не можуть забезпечити кровопостачання спинного мозку, як про це думали раніше. Передня спинномозкова артерія формується на рівні  $C_1$ - $C_2$  внаслідок злиття правої та лівої передніх спинномозкових артерій. Нижче цього рівня вздовж передньої поверхні спинного мозку передня спинномозкова артерія являє собою анастомотичний тракт, який формується відповідними досить великими за діаметром передніми корінцевими гілками (від 2 до 5-6). На рівні сегмента, де до передньої спинномозкової артерії підходять передні корінцеві (радикулосегментарні) артерії, кровоток має взаємопротилежне направлення: вздовж висхідної гілки – краніальне, а вздовж низхідної гілки – каудальне. Передня спинномозкова артерія неперервним стовбуром представлена в шийному та попе-

реково-крижовому відділах спинного мозку, а на рівні середньо-грудного відділу ця артерія переривається.

Нижче шийних сегментів парні задні спинномозкові артерії розвинуті менше і формуються із 10-23 задніх корінцевих артерій, являючи собою продовження задніх корінцевих артерій, які орієнтовані доверху та донизу. Нижче шийних сегментів внаслідок неповного злиття задніх корінцевих артерій в деяких ділянках просвіт задніх спинномозкових артерій може бути відсутній.

Кров із спинномозкових артерій стабільно поступає тільки до верхніх шийних сегментів. Далі внаслідок зменшення їх діаметра, росту супротиву кровотоку, зменшення пульсового тиску крові, перервного просвіту, кровоток в спинномозкових артеріях практично відсутній. Тому, починаючи із шийних сегментів, джерелом кровопостачання спинного мозку є корінцеві артерії [26].

У вертикальній частині системи кровопостачання спинного мозку виділяють два гемодинамічні артеріальні басейни: верхній та нижній. До верхнього басейну або хребтково-підключичного, який кровопостачає сегменти C<sub>1</sub>-Th<sub>2</sub>, входять передня та задні спинномозкові артерії, що кровопостачають C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> сегменти, та 3-7 корінцевих артерій, що кровопостачають решту шийних та 2-3 верхніх грудних сегментів. Нижній басейн або басейн аорти, кровопостачає нижні сегменти Th<sub>3</sub>-S<sub>5</sub>, що отримують кров від сегментарних гілок аорти.

На поперечному зрізі визначають три басейни або зони кровопостачання спинного мозку. Перша зона – центральна, займає серединне положення і найбільша за обсягом кровопостачання. До центральної зони входять передні роги, передня сіра спайка, прилеглі до неї ділянки бічних та передніх канатиків. Центральна зона кровопостачається парними борозновими гілками від передньої спинномозкової артерії. Кожна із цих артерій кровопостачає тільки відповідну половину (праву або ліву) поперечного зрізу спинного мозку. Друга зона кровопостачання – дорсальна, формується занурювальними гілками задніх спинномозкових артерій. До дорсальної артеріальної зони кровопостачання належать задні роги та задні канатики. Третя артеріальна зона – периферійна, на поперечному зрізі спинного мозку займає крайові ділянки передніх та бічних канатиків. Ця зона отримує кровопостачання від занурювальних гілок та із відповідних ділянок перимедулярної сітки (сітки ваза-корона) та піальної судинної сітки.

Залежно від кількості корінцевих артерій виділяють два типи кровопостачання спинного мо-

зку: магістральний та розсипний. Невелика кількість корінцевих артерій, 3-5 передніх і 6-8 задніх, визначає магістральний тип кровопостачання спинного мозку. За магістральним типом визначається крайній варіант, коли всього 3-4 передні корінцеві артерії кровопостачають шийні і верхні грудні сегменти спинного мозку, а нижні грудні, поперекові, крижові та куприкові сегменти кровопостачаються тільки однією передньою корінцевою артерією – артерією Адамкевича. Магістральний тип кровопостачання спинного мозку визначається у 48 %. Є варіант, коли спинний мозок нижче Th<sub>1</sub>-Th<sub>2</sub> кровопостачається тільки однією артерією Адамкевича (12 %). За наявності розсипного типу, корінцевих артерій, що кровопостачають спинний мозок значно більше – 6-12 передніх та 22 і більше задніх [20]. Кожна передня корінцева артерія кровопостачає одночасно декілька суміжних сегментів спинного мозку, тому за наявності порушення кровообігу в одній із цих артерій кровоток відносно легко компенсується. Розсипний тип кровопостачання визначається в 42 %. Тип кровопостачання спинного мозку генетично детермінований і впливає на формування спинномозкових артерій в нижніх відділах спинного мозку. За наявності магістрального типу кровопостачання спинного мозку передня спинномозкова артерія в нижньому басейні формується гілками однієї корінцевої артерії (20 %) або двома корінцевими артеріями: передньою корінцевою артерією (а. radicularis anterior або артерією Адамкевича) і нижньою (артерія Демпрож-Готтерона) або верхньою додатковою корінцевою артерією.

У басейні кровопостачання спинного мозку як у вертикальній, так і у горизонтальній площинах визначаються критичні зони, в яких зазначається низький рівень артеріального кровотоку.

Згідно з сучасними уявленнями передня та задні спинномозкові артерії не є неперервні судини, і кровоток в цих судинах може мати протилежний напрямок, що призводить до формування вздовж довгої вісі спинного мозку пограничних зон кровопостачання (рівні C<sub>4</sub>, Th<sub>4</sub>, Th<sub>9</sub>-L<sub>1</sub>).

Удовж спинного мозку у поздовжньому напрямку також є зони зменшеного кровообігу, розташовані на межі басейнів корінцевих (радикуло-медулярних артерій). Ці критичні зони за розмірами варіабельні тому, що визначається значна індивідуальна мінливість кількості корінцевих артерій і рівня їх входження до спинного мозку. Найчастіше до таких критичних зон відносяться верхні грудні сегменти, ділянка спинного мозку над поперековим потовщенням та термінальна частина спинного мозку.

З точки зору умов гемодинаміки в поздовжніх артеріальних судинах виділяють інші критичні зони кровопостачання спинного мозку [19]. Так, в процесі анатомічного дослідження помічено, що найменший діаметр передньої спинномозкової артерії переважно трапляється на середині між бічними притоками (передніми корінцевими). Прихильники теорії Адамкевича про напрям кровотоку в поздовжніх спинномозкових артеріальних трактах вважають, що саме в цих вузьких ділянках артерії трапляються протилежно направлені токи крові. Ця гіпотетична зона нульового тиску в ділянці відносного звуження судинного русла, очевидно, є функціональним водорозділом між двома суміжними радикало-медулярними басейнами. Такі ділянки називають «пограничною», або «суміжною» зоною. У цю зону входять як частина поздовжнього артеріального тракту, так і зона спинного мозку, що ними кровопостається [7, 19]. На думку К.І. Zulch, саме ці пограничні зони є особливо вразливими при недостатності кровообігу.

G. Lazorthes (1977) між верхнім та нижнім артеріальними басейнами виділяє проміжну зону на рівні Th<sub>4</sub>-Th<sub>9</sub>, яка недостатньо кровопостається передньою корінцевою артерією, що йде разом із корінцями Th<sub>6</sub>-Th<sub>7</sub>; особливо загрозову «критичну зону» як пограничну між хребтовим (вертебральним) і аортальним басейнами він локалізував у сегменті Th<sub>4</sub>, інші критичні зони, за даними автора, локалізуються між верхніми та нижніми притоками у шийному потовщенні C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> і між нижнім грудним і верхньопоперековим притоками – приблизно на L<sub>1-2</sub>.

На відміну від К.І. Zulch (1954), деякі автори відзначали, що розм'якшення найчастіше спостерігаються в ділянці потовщень спинного мозку [19, 27]. За даними С. Fazio et al. (1965), на рівні шийних сегментів небезпечною зоною є ділянка C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>. Згідно з J. Corbin (1960), ішемічні інсульти локалізуються в зонах шийного та попереково-крижового стовця.

Враховуючи велику мінливість у розташуванні артеріальних джерел, неможливо наполягати на стабільності пограничних зон і строго пов'язувати їх з певними спинномозковими сегментами. Виняток становить лише суміжна зона між двома головними віддаленими артеріальними басейнами: хребтово-підключичним і аортальним. Ця зона доволі постійна. Про це засвідчують експериментальні дані, які показали, що при виключенні аортального басейну, нижня межа заповнення судинної системи знаходиться на C<sub>8</sub>-Th<sub>3</sub> [26]. За даними К. Jellinger, погранична зона між

двома головними ділянками кровотоку у людини знаходиться не на рівні Th<sub>4</sub>, як це припускав К.І. Zulch (1954), а вище – на C<sub>8</sub>-Th<sub>1-2</sub>.

З точки зору фізіології динаміки кровообігу, у спинного мозку існує дві протилежні концепції про найбільшу ураженість басейнів кровопостачання і локалізації вторинних змін за умови судинної недостатності. Послідовники однієї концепції вважають, що найчастіше уражуються зони із недостатньо васкуляризацією – це грудні сегменти у вертикальній площині. У поперечній площині – це ділянки між центральною і периферійною зонами кровопостачання спинного мозку. Засновники іншої теорії, навпаки, вважають, що найбільш уразливими є зони, які потужно кровопостаються і функціонально активні за умов зменшення артеріального кровотоку. У вертикальній площині – це зони шийного та попереково-крижового потовщення. У поперечній площині – це центральна ділянка, яка найбільш функціонально активна.

Таким чином, кровопостачання спинного мозку здійснюється, в основному, редукованою кількістю сегментних артерій. G. Lazorthes назвав це явище «сумацією» корінцевих артерій [7].

Отже, загальний план артеріального кровопостачання спинного мозку можна представити у вигляді сукупності басейнів передніх і задніх корінцевих (радикуломедулярних) артерій. Якщо мати на увазі, що в середньому передніх корінцевих артерій 4-8, а задніх 15-20, то, відповідно, вздовж довжини спинного мозку в його вентральному і дорсальному відділах утворюється таке ж число артеріальних басейнів. Між цими басейнами наявні анастомотичні зв'язки, які не завжди функціонально повноцінні. Кожен з цих басейнів постачається окремою радикуломедулярною артерією. Кожна така артерія живить не один, а кілька сегментів спинного мозку. Число і рівні підходу до спинного мозку радикуломедулярних артерій, особливо передніх, відрізняються значною індивідуальною мінливістю [5].

За підрахунками К. Jellinger, який дослідив 700 препаратів, найбільша кількість передніх корінцевих артерій проходить до шийного потовщення на висоті C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>, дещо менше – до каудальних грудних сегментів (на висоті Th<sub>6</sub>-Th<sub>10</sub>). У грудно-поперековій ділянці (Th<sub>10</sub>-L<sub>2</sub>), у верхніх шийних сегментах (C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>) число приводів значно менше. Мінімальна частина припадає на перехідну шийно-грудну ділянку (C<sub>3</sub>-Th<sub>2</sub>) і на нижньопоперекові сегменти (L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>).

Внутрішньоорганні судини спинного мозку, що відносяться до басейну передніх корінцевих

артерій і передньої спинномозкової артерії, формують центральну частину артеріальної системи спинного мозку і кровопостачають у напрямку від центра до периферії зону спинного мозку, яка становить 4/5 його поперечника.

Решта 1/5 частини спинного мозку, що розташована переважно в крайових ділянках білої речовини, живиться переважно з перимедулярної судинної сітки, яка, у свою чергу, одержує кров від задніх корінцевих та задніх спинномозкових артерій (їх завжди більше, ніж передніх, проте за діаметром вони майже вдвоє тонші від своїх передніх аналогів) [7, 19].

Підраховуючи частоту діючих корінцевих артерій на рівні окремих сегментів спинного мозку людини (на 400 препаратів), К. Jellinger помітив, що найменша частота як передніх, так і задніх артерій трапляється на рівні C<sub>3</sub>-Th<sub>1-2</sub>. На цій підставі він висловив припущення, що сегменти C<sub>8</sub>-Th<sub>1-2</sub> часто являють собою анатомічну межу між двома басейнами – підключично-хребтовим і аортальним.

Кількість функціонуючих корінцевих артерій дуже мінливе. Слід відзначити, що варіабельність наявна в межах окремих вертикальних басейнів. В одному й тому ж випадку в нижньому артеріальному басейні можуть бути 1-2 передні корінцеві (радикуломедулярні) артерії, тоді як у верхньому басейні їх може бути значно більше [19, 27].

М. Maliszewski, дослідивши 50 препаратів спинного мозку і оцінивши розташування, діаметр і зв'язки судин, виділив 7 судинних територій: верхньошийна зона (C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>), середньошийна зона (C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub>), шийне потовщення (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>), верхньогрудна зона (Th<sub>1</sub>-Th<sub>3</sub>), середньогрудна зона (Th<sub>4</sub>-Th<sub>7</sub>), тораколумбальне потовщення (Th<sub>8</sub>-L<sub>4</sub>) і люмбосакральна зона (L<sub>5</sub>-Co<sub>1-3</sub>) [26].

Д.К. Богородинський, О.А. Скоромець виділяють два основні шляхи кровопостачання спинного мозку, починаючи від дуги аорти [5]. Верхній басейн складається з хребтових та інших проксимальних гілок підключичних артерій (a. vertebralis, aa. cervicalis ascendens et profundus, intercostalis suprema). Корінцеві гілки цих артерій забезпечують живлення усіх шийних і першого-другого верхніх грудних сегментів спинного мозку (верхній артеріальний басейн спинного мозку). Другий шлях кровопостачання забезпечується сегментними гілками аорти і внутрішніх клубових артерій (aa. Intercostales posteriores, subcostalis, lumbales, lumbalis ima, ilio-costalis, sacralis lateralis et mediana). До цього нижнього артеріального басейну спинного мозку належать усі його сегменти, розташовані нижче Th<sub>2</sub>. У деякій

частині випадків на рівні нижнього басейну є тільки одна передня радикуломедулярна артерія – артерія Адамкевича [5]. Це демонструє, що виокремлювана G. Lazorthes і J.L. Corbin третя, так звана проміжна артеріальна зона трапляється не завжди [5, 6]. Окрім цих анатомічних знахідок, доцільність поділу кровопостачання спинного мозку на два басейни диктується також і клінічними міркуваннями. При порушенні кровообігу у верхньому артеріальному басейні зазвичай виникає тетрапарез, але нерідко при цьому можуть приєднуватися і стовбурові симптоми (мієлоульбарні ураження). Клінічною ознакою порушення циркуляції у нижньому басейні є нижній парапарез [5, 6].

Зупинимося більш детально на кровопостачанні шийного відділу спинного мозку.

Згідно з класичними уявленнями, шийний відділ спинного мозку кровопостачається гілками із басейну підключичної артерії, а саме: хребтовою артерією – парною (гілки правої та лівої підключичних артерій), висхідною шийною артерією – парною (гілками правого та лівого щито-шийного стовбура від підключичних артерій), глибокою шийною та найвищою міжребровою артеріями – парними (гілками правого та лівого реброво-шийного стовбура від підключичних артерій).

Джерела кровопостачання шийного відділу спинного мозку поділяються на дві групи: внутрішньочерепні та позачерепні.

Внутрішньочерепні джерела – це передня спинномозкова артерія. Права та ліва передня спинномозкова артерії відходять від внутрішньочерепної частини відповідної хребтової артерії на рівні переднього краю великого потиличного отвору, виходять із черепа і на передній поверхні довгастого мозку на рівні пірамід з'єднуються під гострим кутом і утворюється непарна передня спинномозкова артерія, яка лягає у передню середню борозну. Таким чином, на передній поверхні нижнього відділу стовбура головного мозку і верхніх шийних сегментів утворюється судинний ромб або судинне коло, верхні сторони якого формують частини хребтових артерій в ділянці їх злиття у основну артерію, а нижні сторони – це права та ліва спинномозкові артерії перед їх з'єднанням. Це судинне коло було назване М.А. Захарченком «circulus arteriosus bulbaris» [28]. Нижня частина судинного ромба розташована або на вентральній поверхні довгастого мозку або на передній поверхні шийного сегмента [28]. І від судин нижньої частини цього кола відходять так звані «сультальні» артерії, що кровопостачають

не тільки структури довгастого мозку, але і верхні шийні сегменти. Враховуючи це, описаний артеріальний комплекс, можливо, було би правильно назвати «*circulus arteriosus myelobulbaris*» [5].

За даними Adamkiewicz, від кожної хребтової артерії відходять тонкі гілочки, які прямують на вентральну поверхню довгастого мозку косо вниз і медіально. Ці гілочки Adamkiewicz назвав вертеброспінальними. Вони поєднуються одна з одною чи в межах довгастого мозку, чи частіше на висоті 2-го та 3-го шийного сегменту. Так утворюється тут єдина передня спинномозкова артерія. G. Lazorthes підкреслює, що передня спинномозкова артерія на верхньошийному рівні завжди буває значно тоншою, ніж це зображувалося в більш ранніх керівництвах [20]. Крім передньої спинномозкової артерії, з інтракраніального відділу обох хребтових, іноді з нижніх мозочкових артерій, беруть початок дві задні спинномозкові артерії, які йдуть вздовж задньої поверхні верхньошийних сегментів [19, 20].

Вважається, що кров рівномірно поступає із правої та лівої хребтових артерій у відповідні передні спинномозкові артерії, але, як показали дослідження, внесок однієї із хребтових артерій є більшим.

На прямих рентгенівських знімках спершу хід передньої спинномозкової артерії направлений косо, потім вона розташовується строго вздовж середньої лінії до С<sub>4</sub> хребця, де з'єднується з висхідною гілкою корінцевої (радикулоспинальної) артерії шийного потовщення. На цьому рівні часто наявна ще одна радикулоспинальна артерія. На бічних знімках передня спинномозкова артерія проходить вздовж задньої поверхні дужок і зуба другого шийного хребця, нижче – вздовж задньої поверхні тіл хребців.

Упродовж верхніх шийних сегментів передня спинномозкова артерія зберігає просвіт, тому вона безпосередньо кровопостачає верхні шийні сегменти спинного мозку. Крім верхніх шийних сегментів спинного мозку, передні спинномозкові артерії ще кровопостачають передню частину довгастого мозку, піраміди, нижню частину олив, задній поздовжній пучок та ядро під'язикового нерва.

Інколи в ділянці С<sub>1</sub>-С<sub>4</sub> визначається додаткова передня корінцева артерія, яка йде разом із третім або четвертим переднім корінцем.

Позачерепні джерела – це спинномозкові гілки (т.г. *spinales*), які відходять від поперечної (шийної) частини хребтових артерій, парних глибокої шийної, висхідної шийної та найвищої міжхребтових артерій.

Як правило, в зоні перших шийних сегментів немає передніх корінцевих артерій. Однак до верхніх шийних сегментів підходять задні корінцеві артерії від хребтових артерій. На рівні шийного відділу великі передні корінцеві артерії найбільш часто відходять від глибокої артерії шиї, а не від хребтових артерій, як вважалося раніше.

Таким чином, перші верхні шийні сегменти отримують кров від передньої спинномозкової артерії. Нижні шийні сегменти (С<sub>4</sub>-С<sub>8</sub>) та верхні грудні сегменти (Th<sub>1</sub>-Th<sub>3</sub>) кровопостачаються двома непарними корінцевими артеріями, які йдуть праворуч або ліворуч і відходять або від хребтових, або від висхідної шийної артерії та реброво-шийного стовбура.

Шийне потовщення має густу сітку кровоносних капілярів, особливо в глибокій ділянці передніх рогів [29]. На рівні шийного потовщення кожний руховий мотонейрон оточений тримірною капілярною сіткою. Експериментальні дослідження довели, що найвища швидкість кровотоку визначається в ділянці шийного та попереково-крижового потовщень (В.І. Клевцова, 1968).

Кількість передніх та задніх корінцевих артерій в ділянці шийного відділу спинного мозку досить варіабельна (таблиця) [5, 15, 16].

Таблиця

**Кількість передніх корінцевих артерій у шийному відділі спинного мозку за даними літератури**

Автор	Рік	Середня кількість артерій	Кількість препаратів спинного мозку
A. Haller	1760	31	6
A. Adamkiewicz	1882	7	13
F. Suh, L. Alexander	1939	7	15
М.І. Левантовський	1943	27	48
G. Lazorthes	1958	6-8	62
L. Gillian	1958	7-10	20
J. Corbin	1961	5-8	5-8
T. Mannen	1963	5-8	235
K. Jellinger	1966	5	303
Д.К. Богородинський, О.А. Скороμεць	1973	5	78
F. Schweighofer	1993	1-2	23

Від реброво-шийного стовбура зліва чи справа відходить доволі крупна гілка, яка кровопостачає нижні сегменти шийного відділу спинного мозку. Ця артерія має форму «шпильки для волосся», вона висхідними гілками з'єднується з передньою спинномозковою артерією. У деяких випадках трапляється варіант кровопостачання

спинного мозку передньою корінцевою (радикулomedулярною) артерією, що відходить від щитошійного стовбура [7, 19].

F. Schweighofer на 23 трупах за допомогою ін'єкції судин шийного відділу спинного мозку виявив, що передня корінцева (радикулomedулярна) артерія тільки в одному випадку відходила від хребтової артерії. У решті випадків – вона відходила від глибокої артерії шиї. Зрідка він знаходив крупну радикулomedулярну артерію (до шийного потовщення), яка відходила прямо від лівої підключичної артерії [30].

Одна з артерій, які досягають шийного потовщення, іноді має більший діаметр, ніж інші. Як правило, така артерія розташовується нижче від інших, відходить від корінцевої артерії щитошійного стовбура, яка йде разом з 7-м чи 8-м корінцем; іноді вона проходить з 6-м та 7-м шийними корінцями; рідше ця артерія є гілкою хребтової чи глибокої шийної артерії. Lazorthes запропонував назвати цю артерію «артерією шийного потовщення» за аналогією з описаною Адамкевичем артерією поперекового потовщення [30]. Це порівняння зроблено на підставі клінічної важливості цієї артерії, хоч і не є правосильним щодо діаметра та частоти, з якою вона трапляється.

Проте термін так і не закріпився в літературі. Європейські та вітчизняні вчені називають її по-різному: як артерію Лазорта, як артерію шийного потовщення, як крупну шийну радикулomedулярну артерію, як С<sub>7</sub>-радикулярну артерію, втім завжди наголошуючи на її клінічній значущості [31-33].

Японські дослідники на секційному матеріалі (87 трупів) виявили загальну частоту наявності (88,5 %) особливої артерії, яку вони назвали «додатковою висхідною артерією шиї», що бере початок від підключичної артерії позаду переднього драбинчастого м'яза і лежить на плечовому сплетенні [34]. Це дослідження узгоджується з їх попередніми дослідженнями, у якому цю артерію виявляли у 86 % випадків [33]. Відходження і топографія цієї артерії, що представлені у наведеному дослідженні, відповідають судинам, раніше описаним як «невідомі гілки» або «глибока висхідна артерія шиї». На 154 сторонах (88,5 %) додаткова висхідна артерія шиї відходила від підключичної артерії позаду переднього драбинчастого м'яза. Серед них: ця артерія відходила як окрема артерія на 105 сторонах, або як спільний стовбур з реброво-шийним стовбуром на 31 стороні, з поперечною артерією шиї на 16 сторонах, або з ними обома на 2 сторонах. На 69 сторонах із 174 сторін

(39,7 %) додаткова висхідна артерія шиї формувала спільний стовбур з реброво-шийним стовбуром медіально від переднього драбинчастого м'яза або позаду нього на 44 сторонах (25,3%), або з поперечною артерією шиї (тип В чи С за Outi) позаду переднього драбинчастого м'яза чи латерально від нього на 20 сторонах (11,5 %). Рідко додаткова висхідна артерія шиї утворювала спільний стовбур з реброво-шийним стовбуром або з поперечною артерією шиї медіально від м'яза чи позаду нього (3 сторони, 1,7 %) або від щито-шийного стовбура (2 сторони, 1,1 %). Це дослідження продемонструвало, що додаткова висхідна артерія шиї віддає гілки до 6-го та/або 7-го шийних корінців плечового сплетення. Ці гілки розглядаються як характеристичні або важливі артерії, що відходять від оригінальної першопочаткової артерії [34].

Отже, літературні дані щодо кровопостачання спинного мозку є нечисленними, застарілими і суперечливими [35-38], що потребує подальшого вивчення. А існуюча на сьогодні термінологічна плутанина щодо назв артерій, які живлять спинний мозок, зокрема і шийний відділ [39-43], пояснюється значною варіабельністю радикулomedулярних артерій цієї зони за кількістю, діаметром та місцем відходження [44-47]. І це теж є серйозною проблемою, що потребує вирішення.

**Висновки.** 1. Даних літератури, що висвітлюють докладно сучасні аспекти кровопостачання різних відділів спинного мозку, недостатньо і датуються ці джерела переважно 60-70-ми роками минулого століття. Ці прогалини є причиною невирішеності проблем етіології, патогенезу та клінічного перебігу спінальних ішемічних інсультів, зокрема цервікальної локалізації, та потребують подальшого вивчення. 2. Існуюча на сьогодні термінологічна плутанина щодо назв артерій, які кровопостачають спинний мозок, зокрема його шийний відділ, пояснюється значною варіабельністю радикулomedулярних артерій цієї зони за кількістю, діаметром та місцем відходження. І це теж є серйозною проблемою, що потребує вирішення. 3. Для постановки ангіотопічного діагнозу обов'язковим є врахування не тільки анатомічних, але й фізіологічних та патофізіологічних аспектів регуляції та компенсації спинномозкового кровообігу, оскільки у зв'язку з існуванням артеріо-венозних анастомозів у цій зоні, артеріальних мієлобульбарних анастомозів, суміжних зон кровопостачання, утворюються феномени обкрадання та з'являються дистантні вогнища ішемії, що містить як спинний, так і головний мозок.

## Список використаної літератури

1. Aljishi M, Abernethy D. Spinal Cord Infarction. *The New Zealand Medical Student Journal*. 2015;20:18-21.
2. Sandson T, Friedman J. Spinal Cord Infarction. *Report of 8 Cases and Review of the Literature. Medicine*. 1989;68(5):282-92.
3. Віленський БС. Невідкладні стани в неврології: Керівництво для лікарів. Санкт-Петербург. ФОЛІ-АНТ. 2004. 512 с.
4. Saliou G, Theaudin M, Vincent CJ-L, Souillard-Scetame R. Spinal Cord Infarction. *Practical Guide to Neurovascular Emergencies*. 2014:192.
5. Богородинський ДК, Скороμεць ОА. Інфаркти спинного мозку. Ленинград. Медицина, 1973. 223 с.
6. Герман ДГ. Клініко-морфологічні і гістохімічні паралелі при ішемічних розладах спінального кровообігу вторинного характеру. *Журнал невропатології і психіатрії*. 1968;14:12-24.
7. Lazorthes G, Kouaze A, Djindjian R. *Vascularisation et Circulation de la Moelle Epiniere*. Paris. Masson, 1973. p. 223.
8. Мартіні Ф. *Анатомічний атлас людини: пер. з 8-го англ. вид.; пер.: О.І. Ковальчук*. Київ. Медицина, 2011. 114 с.
9. Сапін МР [редактор]. *Анатомія людини: підручник*. Москва. Медицина, 2001. 640 с.
10. Неттер Ф. *Атлас анатомії людини*. Пер. с англ. А.П. Киясова. Москва. ГЕОТАР-Медіа, 2007. 624 с.
11. Олсон ТР. *Атлас анатомії людини*. Москва. Медлит, 2012. 504 с.
12. Привес МГ, Лисенков НК, Бушкович ВІ. *Анатомія людини: підручник*. Санкт-Петербург. Дом СПбМАПО, 2005. 720 с.
13. Самусев РП. *Анатомія людини: навчальний посібник*. – Москва. ОНІКС: Мир і освіта, 2005. 576 с.
14. Черкасов ВГ, Кравчук СЮ. *Анатомія людини: навч. Посібник*. Вінниця. Нова Книга, 2011. 639 с.
15. Putz Herausgegeben von R, Rabst R. *Sobotta: Anatomie des Menschen. Der komplette Atlas in einem Band. Urband & Fischer*, 2007. 830 p.
16. Бадалян ЛО. *Невропатологія. Підручник*. Москва. Академія, 2007. 400 с.
17. Гузева ВІ. *Посібник по дитячій неврології*. Москва. МІА, 2009. 640 с.
18. Петрухіна ОС, [редактор]. *Дитяча неврологія*. Москва. ГЕОТАР-Медіа, 2010. 352 с.
19. Скороμεць ОА, Скороμεць ГП, Скороμεць ТО, Тіссен ТП. *Спінальна ангіоневрологія. Керівництво для лікарів*. Санкт-Петербург. Москва. МЕДпрес-інформ, 2003. 608 с.
20. Lazorthes G. *Vascularisation et circulation cerebrales*. Paris, 1961. 276 p.
21. Бобрик ІІ, Ковешніков ВГ, [редактори]. *Міжнародна анатомічна номенклатура: Укр. стандарт: навчальний посібник*. Київ. Здоров'я, 2001. 327 с.
22. Кефелі ІЄ. *Ангіоархитектоніка спинного мозку людини: Дис. д-ра мед. наук*. Київ, 1966. 290 с.
23. Жулев НМ, Бадзарадзе ЮД, Жулев СН. *Остеохондроз хребта. Посібник для лікарів*. Санкт-Петербург. Лань, 2001. 592с.
24. *Нервові хвороби: підручник для студентів медичних вузів / під ред. М. М. Одинака*. – СПб.: СпецЛіт, 2014. – 526 с.
25. Тишевой ІА. *Анатомія центральної нервової системи: Навчальний посібник*. Челябинськ. Изд-во ЮУрГУ, 2000. 131 с.
26. Cheshire WP, Santos CC, Massey EW, Howard JF. Spinal cord infarction. *Neurology*. 1996;47(2):321-30.
27. Герман ДГ, Скороμεць ОА. *Компресійні радикуло-медулярні ішемії. Кишинів. Штіінца*. 1985. 112 с.
28. Захарченко МА. *Судинні захворювання мозкового стовбура. Закупорка art. sulci bulbaris*. Ташкент, 1930. 85 с.
29. Ракеєва МТ. *Тонка васкуляризація спинного мозгу людини і хребетних тварин: Дис. д-ра мед. наук*. Казань. 1968. 470 с.
30. Miller DL. *Direct Origin of the Artery of the Cervical Enlargement from the Left Subclavian Artery*. *AJNR*. 1993;14:242-4.
31. Луцик АА, Казанцев ВВ, Бондаренко ГЮ, Пеганов АІ. *Судинна мієлопатія, обумовлена компресією чи стенозом аномальної хребтової артерії, що кровопостачає шийне потовщення*. *Медицина в Кузбасі*. 2014;13:55-62.
32. Попелянський ЯЮ. *Ортопедична неврологія (вертеброневрологія). Керівництво для лікарів*. Мос-

ква. МЕДпрес-інформ, 2011. 672 с.

33. Koizumi M, Sekiya S, Horiguchi M, Harada M. A study of the deep ascending cervical artery (new definition) and its relation to some other arteries in the human cervical region. *Ann Anat.* 1994;176(3):233-42.
34. Su W-D, Ohtsuka A, Taguchi T, Murakami T. Typology of the Arteries in the Human Scalenus Region, with Special Reference to the Accessory Ascending Cervical Artery. *Acta Med Okayama.* 2000;54(6):243-52.
35. Bergui M, Ventili G, Ferrio FM, Daniele DR. Spinal Cord Ischemia due to Vertebral Artery Dissection. *Neuroradiol J.* 2005;18:390-4.
36. Коновалова ІГ. До питання про кровопостачання спинного мозку. *Архив анат., гістол. і ембріол.* 1966;41:32-41.
37. Циганков ЮМ. Роль коллатерального кровообігу спинного мозку в профілактиці спинальних ускладнень при операціях на грудному і торакоабдомінальному відділах аорти. *Дис. канд. мед. наук. Москва.* 2014. 127 с.
38. Bergqvist CA, Goldberg HI, Thorarensen O, Bird SJ. Posterior Cervical spinal cord infarction following vertebral artery dissection. *Neurology.* 1997;48(4):1112-4.
39. Brouwers PIJA, Kottink EJB, Simon MA, Prevo RL. A cervical anterior spinal artery syndrome after diagnostic blockade of the right C6-nerve root. *Pain.* 2001;91(3):397-9.
40. Crum B, Mokri B, Fulgham J. Spinal manifestations of vertebral artery dissection. *Neurology.* 2000;55(2):304-6.
41. Ludwig MA, Burns SP. Spinal Cord Infarction Following Cervical Transforaminal Epidural Injection: A Case Report. *Spine.* 2005;30(10):266-8.
42. Matsubara N, Miyachi S, Okamaoto T, Izumi T. Spinal Cord Infarction is an Unusual Complication of Intracranial Neuroendovascular Intervention. *Interv Neuroradiol.* 2013;19(4):500-5.
43. Muro K, O'shaughnessy B, Ganju A. Infarction of the Cervical Spinal Cord Following Multilevel Transforaminal Epidural Steroid Injection: Case Report and Review of the Literature. *J Spinal Cord Med.* 2007;30(4):385-8.
44. Novy J, Carruzzo A, Maeder P, Bogousslavsky J. Spinal Cord Ischemia. Clinical and Imaging Patterns, Pathogenesis, and Outcomes in 27 Patients. *Arch Neurol.* 2006;63(8):1113-20.
45. Ralph JW, Malik R, Layzer RB. Cervical Myelopathy Caused by Injections into the Neck. *Neurohospitalist.* 2015;5(4):212-6.
46. Schreiber AL, McDonald BP, Kia F, Fried GW. Cervical epidural steroid injections and spinal cord injuries. *Spine J.* 2015;87(4):365-9.
47. Sherman PM, Gailloud P. Artery of the Cervical Enlargement Originating from the Inferior Thyroid Artery: An Angiographic Observation. *Journal of Vascular and Interventional Radiology.* 2004;15(6):648-50.

### References

1. Aljishi M, Abernethy D. Spinal Cord Infarction. *The New Zealand Medical Student Journal.* 2015;20:18-21.
2. Sandson T, Friedman J. Spinal Cord Infarction. Report of 8 Cases and Review of the Literature. *Medicine.* 1989;68(5):282-92.
3. Vilenskiy BS. Neotlozhnyye sostoyaniya v nevrologii [Emergency conditions in neurology]. Sankt-Peterburg: FOLIANT; 2004. 512 p. (in Russian).
4. Saliou G, Theaudin M, Vincent CJ-L, Souillard-Scemame R. Spinal Cord Infarction. *Practical Guide to Neurovascular Emergencies.* 2014:192.
5. Bogorodins'kiy DK, Skoromets OA. Infarkty spinnogo mozga [Spinal cord infarction]. Leningrad: Meditsina; 1973. 223 p. (in Russian).
6. German DG. Kliniko-morfologicheskiye i gistokhimicheskiye paralleli pri ishemicheskikh rasstroystvakh spinal'nogo krovoobrashcheniya vtorichnogo kharaktera [Clinical, morphological and histochemical parallels in ischemic disorders of spinal circulation of a secondary nature]. *Zhurnal nevropatologii i psikhatrii.* 1968; 14: 12-24.
7. Lazorthes G, Kouaze A, Djindjian R. Vascularisation et Circulation de la Moelle Epiniere [Vascularisation et Circulation de la Moelle Epiniere]. Paris: Masson; 1973. p. 223. (in French).
8. Martini F. Anatomichnyy atlas lyudyny [Human Anatomical Atlas]. Kiev: Medytsyna; 2011. 114 p. (in Ukrainian).

9. Sapin MG, editor. *Anatomiya cheloveka [Human anatomy]*. Moscow: Meditsina; 2001. 640 p. (In Russian).
10. Netter F. *Atlas anatomii cheloveka [Atlas of Human Anatomy]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2007. 624 p. (In Russian).
11. Olson TR. *Atlas anatomii cheloveka [Atlas of Human Anatomy]*. Moscow: Medlit; 2012. 504 p. (in Russian).
12. Prives MG, Lysenkov NK, Bushkovich VY. *Anatomiya cheloveka [Human anatomy]*. St. Petersburg: Dom SPb MAPO; 2005. 720 p. (in Russian).
13. Samusev RP. *Anatomiya cheloveka [Human anatomy]*. Moscow: Oniks, Mir i Obrazovaniye; 2005. 576 p. (in Russian).
14. Cherkasov VH, Kravchuk. SYU. *Anatomiya lyudyny [Human anatomy]*. Vinnytsia: Nova Knyha; 2011. 639 p (in Ukrainian).
15. Putz von R, Rabst R, editors. *Sobotta Anatomie des Menschen [Sobotta human anatomy]*. Urban & Fischer; 2007. 830 p. (in German).
16. Badalyan LO. *Nevropatologiya [Neuropathology]*. Moscow: Akademiya; 2007. 400 p. (in Russian).
17. Guzeva VI. *Rukovodstvo po detskoj nevrologii [Guide to Pediatric Neurology]*. Moscow: MIA; 2009. 640 p. (in Russian).
18. Petrukhina OS, editor. *Detskaya nevrologiya [Pediatric Neurology]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2010. 352 p. (in Russian).
19. Skoromets OA, Skoromets GP, Skoromets TO, Tissen TP. *Spinal'naya Angionevrologiya [Spinal Angioneurology]*. St. Petersburg, Moscow: MEDPRESS-inform; 2003. 608 p. (in Russian).
20. Lazorthes G. *Vascularisation et circulation cerebrales*. Paris; 1961. 276 p.
21. Bobryk II, Koveshnikov VH, editors. *Mizhnarodna anatomichna nomenklatura: Ukr. standart [International Anatomical Nomenclature: Ukr. standard]*. Kyiv: Zdorov'ya; 2001. 327 p.
22. Kefeli IE. *Angioarkhitektonika spinnogo mozga cheloveka [Angioarchitectonics of the human spinal cord] [dissertation abstract]*. Kiev; 1966. 290 p.
23. Zhulev NM, Badzgaradze YuD, Zhulev SN. *Osteokhondroz pozvonochnika [Osteocondritis of the spine]*. St. Petersburg: Lan'; 2001. 592 p. (in Russian).
24. Odinak M M. *Nervnyye bolezni [Nervous diseases]*. St. Petersburg: SpetsLit; 2014. 526 p. (in Russian).
25. Tishevskoy IA. *Anatomiya tsentral'noy nervnoy sistemy [Anatomy of the central nervous system]*. Chelyabinsk: YUUrGU; 2000. 131 p. (in Russian).
26. Cheshire WP, Santos CC, Massey EW, Howard JF. *Spinal cord infarction*. *Neurology*. 1996;47(2):321-30.
27. German DG, Skoromets OA. *Kompressionnyye radikulomedullyarnyye ishemii [Compression radiculomedullary ischemia]*. Kishinev: Shtiintsa; 1985. 112 p.
28. Zakharchenko MA. *Sosudistyye zabolevaniya mozgovogo stvola. Zakuporka art. sulci bulbaris [Vascular diseases of the brain stem. Blockage art. sulci bulbaris]*. Tashkent; 1930. 85 p. (in Russian).
29. Rakeyeva MT. *Tonkaya vaskulyarizatsiya spinnogo mozga cheloveka i pozvonochnykh zhivotnykh [Subtle vascularization of the spinal cord of humans and vertebrates][dissertation]*. Kazan; 1968. 470 p.
30. Miller DL. *Direct Origin of the Artery of the Cervical Enlargement from the Left Subclavian Artery*. *AJNR*. 1993;14:242-4.
31. Lutsik A., Kazantsev VV, Bondarenko HYu, Peganov AI. *Sosudistaya miyelopatiya, obuslovlennaya kompressiyey ili stenozom anomal'noy pozvonochnoy arterii, krovosnabzhayushchey sheynoye utolshcheniye [Vascular myelopathy, caused by compression or stenosis abnormal vertebral artery, supplying the thickening of the cervical spinal cord]*. *Medicine in Kuzbass*. 2014;13(2):55-62. (in Russian).
32. Popelyanskiy YaYu. *Ortopedicheskaya nevrologiya (Vertebronevrologiya) [Orthopedic Neurology (Vertebroneurology)]*. Moscow: MEDPRESS-inform; 2011. 672 p. (in Russian).
33. Koizumi M, Sekiya S, Horiguchi M, Harada M. *A study of the deep ascending cervical artery (new definition) and its relation to some other arteries in the human cervical region*. *Ann Anat*. 1994;176(3):233-42.
34. Su W-D, Ohtsuka A, Taguchi T, Murakami T. *Typology of the Arteries in the Human Scalenus Region, with Special Reference to the Accessory Ascending Cervical Artery*. *Acta Med Okayama*. 2000;54(6):243-52.
35. Bergui M, Ventili G, Ferrio FM, Daniele DR. *Spinal Cord Ischemia due to Vertebral Artery Dissection*. *Neuroradiol J*. 2005;18:390-4.
36. Konovalova IG. *K voprosu o krovosnabzheniya spinnogo mozga [On the issue of blood supply to the spinal*

cord]. *Arkhiv anatomii, gistolohii i embriolohii*. 1966;41:32-41.

37. Tsygankov YUM. *Rol' kollateral'nogo krovoobrashcheniya spinnogo mozga v profilaktike spinal'nykh oslozhneniy pri operatsiyakh na grudnom i Torakoabdominal'nyye otdelakh aorty [The role of collateral circulation of the spinal cord in the prevention of spinal complications in operations on the thoracic and thoracoabdominal aorta] [dissertation]*. Moscow; 2014. 127 p. (in Russian).

38. Bergqvist CA, Goldberg HI, Thorarensen O, Bird SJ. *Posterior Cervical spinal cord infarction following vertebral artery dissection*. *Neurology*. 1997;48(4):1112-4.

39. Brouwers PIJA, Kottink EJB, Simon MA, Prevo RL. *A cervical anterior spinal artery syndrome after diagnostic blockade of the right C6-nerve root*. *Pain*. 2001;91(3):397-9.

40. Crum B, Mokri B, Fulgham J. *Spinal manifestations of vertebral artery dissection*. *Neurology*. 2000;55(2):304-6.

41. Ludwig MA, Burns SP. *Spinal Cord Infarction Following Cervical Transforaminal Epidural Injection: A Case Report*. *Spine*. 2005;30(10):266-8.

42. Matsubara N, Miyachi S, Okamoto T, Izumi T. *Spinal Cord Infarction is an Unusual Complication of Intracranial Neuroendovascular Intervention*. *Interv Neuroradiol*. 2013;19(4):500-5.

43. Muro K, O'shaughnessy B, Ganju A. *Infarction of the Cervical Spinal Cord Following Multilevel Transforaminal Epidural Steroid Injection: Case Report and Review of the Literature*. *J Spinal Cord Med*. 2007;30(4):385-8.

44. Novy J, Carruzzo A, Maeder P, Bogousslavsky J. *Spinal Cord Ischemia. Clinical and Imaging Patterns, Pathogenesis, and Outcomes in 27 Patients*. *Arch Neurol*. 2006;63(8):1113-20.

45. Ralph JW, Malik R, Layzer RB. *Cervical Myelopathy Caused by Injections into the Neck*. *Neurohospitalist*. 2015;5(4):212-6.

46. Schreiber AL, McDonald BP, Kia F, Fried GW. *Cervical epidural steroid injections and spinal cord injuries*. *Spine J*. 2015;87(4):365-9.

47. Sherman PM, Gailloud P. *Artery of the Cervical Enlargement Originating from the Inferior Thyroid Artery: An Angiographic Observation*. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2004;15(6):648-50.

## АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА СПИННОГО МОЗГА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**Резюме.** В обзоре проанализированная научная литература к вопросу васкулизации спинного мозга. Данных литературы, которые освещают подробно современные аспекты кровоснабжения разных отделов спинного мозга недостаточно и датируются эти источники 60-70-ми годами прошлого века. Традиционная схема кровоснабжения спинного мозга не соответствует патогенезу многих неврологических расстройств с боку спинного мозга. Соответственно сучасным данным, внутричерепные источники, а именно передний и задний спинномозговые артерии кровоснабжают только верхний шейный сегменты спинного мозга, а остальные сегменты – нижний шейный, грудные, поперечные, крестцовые и копчиковые, кровоснабжаются с внечерепных источников, а именно от ветвей подключичной артерии и сегментарных ветвей аорты. Таким образом, в наше время внечерепные источники есть основными в кровоснабжение спинного мозга. Несмотря на выявление приоритетных источников кровоснабжения спинного мозга, остается еще много противоречивых и не решенные вопросы детального его кровоснабжения. Именно такие вопросы, которые относятся к количеству спинномозговых ветвей и их разветвлений, топографии, кровоснабжения отдельных сегментов спинного мозга и т.д., есть наиболее важными в клинической практике, потому что обуславливают развитие и особенностями протекания патологических состояний повреждения отдельных отделов спинного мозга. Мало известно и индивидуальная изменчивость источников кровоснабжения спинного мозга. Долго длится терминологическая несогласованность названий артерий, которые кровоснабжают спинной мозг: название артерий, которые встречаются в работах хирургического и неврологического направлений, не соответствует названием согласно Международной анатомической номенклатуры. Особенное внимание в обзоре литературы уделено кровоснабжение шейного отдела спинного мозга, поскольку инфаркты в данной зоне вызывают наиболее выраженный неврологический дефицит: от мышечной слабости к параплегиям или тетраплегиям, зависимости от уровня и глубины повреждения, а в случаях перехода источника ишемии на ствол мозга – быстрая смерть.

**Ключевые слова:** шейный спинальный инсульт; васкуляризация спинного мозга; радикуло-медулярные артерии; феномены обкрадывания; дистантные очаги ишемии.

## ANATOMICAL FEATURES OF BLOOD SUPPLY TO THE CERVICAL SPINAL CORD (REVIEW OF LITERATURE)

**Abstract.** The review has been analyzed the literature of spinal cord vascularization. There is insufficient literature information about the modern aspects of the blood supply to various parts of the spinal cord, and these sources are dated predominantly to the 1970s. These gaps are the cause of the unsolved problems of the etiology, pathogenesis and clinical course of spinal ischemic strokes. The traditional scheme of the blood supply to the spinal cord does not correspond to the pathogenesis of many neurological disorders of the spinal cord. According to current data, the intracranial sources, namely, the anterior and posterior spinal arteries supply only the upper cervical segments of the spinal cord, and the other segments – the lower cervical, thoracic, lumbar, sacral and coccygeal get blood supply from noncranial sources, namely from the branches of the subclavian artery and segmental branches aorta. Thus, nowadays, extracranial sources are considered to be the main ones of the blood supply of the spinal cord. Despite on the identification of the priority sources of the spinal cord blood supply, there are still many controversial and unresolved issues of a detailed description of its blood supply. That really are these specific questions concerning the number of spinal branches and their branches, topography, blood supply of each segment of the spinal cord, etc are the most important ones in clinical practice, as they determine the development and features of the course of pathological conditions of damage of certain divisions of the spinal cord. Lack of knowledges and the individual changeability of the sources of blood supply to the spinal cord. The terminological inconsistency of the names of the arteries which supply the spinal cord in the surgical and neurological practics is still under way and does not correspond to the names according to the International Anatomical Nomenclature. Particular attention is paid to the blood supply to the cervical spinal cord, since heart attacks in this area are caused by the most pronounced neurological deficit: from muscular weakness to paraplegia, depending on the level and depth of the affected area and the spreading of ischemia to the brain stem leads to rapid death.

**Key words:** cervical spinal cord infarction; vascularization of the spinal cord; radiculo-medullary arteries; steal phenomena; distant foci of ischemia.

*Відомості про авторів:*

**Черняк Віктор Анатолійович** – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ;

**Шевченко Олена Олександрівна** – доктор медичних наук, професор кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ;

**Зоренко Олена Валеріївна** – асистент кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ;

**Левон Марія Михайлівна** – кандидат медичних наук, доцент кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ;

**Селіванов Сергій Сергійович** – кандидат медичних наук, доцент кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ.

*Information about the authors:*

**Chernyak Viktor A.** - Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department of Operative Surgery and Topography Anatomy National Medical University named after O.O. Bogomolets, City of Kyiv;

**Shevchenko Olena O.** - Doctor of Medical Sciences, Professor of Department of Operative Surgery and Topography Anatomy National Medical University named after O.O. Bogomolets, City of Kyiv;

**Zorenko Olena O.** – Assistant of Department of Operative Surgery and Topography Anatomy National Medical University named after O.O. Bogomolets, City of Kyiv;

**Levon Mariia M.** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Department of Operative Surgery and Topography Anatomy National Medical University named after O.O. Bogomolets, City of Kyiv;

**Selivanov Sergii S.** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Department of Operative Surgery and Topography Anatomy National Medical University named after O.O. Bogomolets, City of Kyiv;

Надійшла 17.12.2018 р.

Рецензент – проф. Хмара Т.В. (Чернівці)