

*გრიგოლი ბრეგაძე, ლიზი მოყვანიძე, ლევან შარვაძე,
ნიკოლოზ ლეკიაშვილი, გიორგი გეგელაშვილი*

შიგნითა საძილე არტერიის კლაკნილები, ფუნქციური გეომეტრია
ნეიროქირურგიის განყოფილება, თბილისის ცენტრალური საავადმყოფო, თბილისი,
საქართველო

Doi: <https://doi.org/10.52340/jecm.2026.01.14>

*GRIGOLI BREGADZE, LIZI MOKVANIDZE, LEVAN SHARVADZE,
NIKOLOZ LEKIASHVILI, GEORGE GEGELASHVILI*

BENDS OF THE INTERNAL CAROTID ARTERY, FUNCTIONAL GEOMETRY

Neurosurgical department, Tbilisi Central Hospital, Tbilisi, Georgia

SUMMARY

The interesting phenomenon exists in cerebral blood circulation that unites two simultaneous, interconnected processes: a) In cerebral arteries, distal to the bends of cranial internal carotid artery (ICA), the blood flow pulse pressure is significantly lower than in other extracranial arteries of similar caliber (damping of arterial pulse pressure); b) In a pulsatile manner accelerated blood flows from the cerebral venous system into the jugular vein and at the same time it pulsates in synchrony with the pulsation of the internal carotid artery.

The aim of the present work is to investigate the anatomical basis of the above-mentioned phenomenon, in particular, its connection with the cranial part of the internal carotid artery. The study was conducted on 34 canine cerebral vascular preparations, which were prepared by injecting the cerebral blood vessels with a blood vessel-hardening masses and using a subsequent corrosion technique.

The study revealed that the bends of the internal carotid artery of the cranial part, significantly elongate the artery which is surrounded by venous formations and is located in a limited space created for it by bone and dural membranes at the base of the skull. This limited space provides effective damping of pulse pressure and pulsatile acceleration of blood expulsion from the cerebral venous system into the jugular veins. Since the development of this phenomenon requires not point-like but rather “large-area” interaction between the artery and venous structures, arterial bends appear to be one of the most optimal options for expanding this interaction. The phenomenon of damped arterial blood supply to the brain and simultaneous pulsatile acceleration of cerebral venous blood outflow from the cranial cavity associated with the pulsation of the internal carotid artery, may be the basis for the formation of bends of the intracranial internal carotid artery.

Keywords: internal carotid artery, functional geometry, anatomy

შესავალი. არტერიების ზოგადი კანონზომიერებებიდან, ერთ-ერთის მიხედვით, არტერიები სამიზნე უბანთან მიდის უმოკლესი გზით [14]. ბუნებრივია, ამ კანონზომიერებიდან ისეთი გადახვევა, როგორცაა კლაკნილების გაჩენით არტერიის დაგრძელება, არ არის შემთხვევითი მოვლენა და შესაბამისი ფიზიოლოგიური ფუნქცია უნდა ქონდეს. ამ თვალსაზრისით ყურადღებას იქცევს, ქალას ფუძეზე, რიგიდულკედლებიან ძვლოვანი და მაგარი გარსის ქსოვილებით შექმნილ კაფსულაში, ვენური წარმონაქმნების გარემოცვაში მყოფი შიგნითა საძილე არტერიის (შსა) „შესაბამო“ დაგრძელება-დაკლაკვნა. აღნიშნულ უბანში აღინიშნება ორი ერთდროული, ურთიერთ-დაკავშირებული მოვლენის გამაერთიანებელი საინტერესო ფენომენი: ა) *არტერიული პულსური წნევის დემპფირება* - შსა კრანიალური ნაწილის კლაკნილების დისტალურად, ცერებრულ არტერიებში, სისხლის ნაკადის პულსური წნევა მნიშვნელოვნად ნაკლებია ვიდრე სხვა ანალოგიური კალიბრის ექსტრაკრანიალურ არტერიებში; ბ) *პულსური ვენური ნაკადი* - ცერებრული ვენური სისტემიდან საუღლე ვენებში ჩამდინარე სისხლის ნაკადი აჩქარებულია და ამასთანავე სინქრონში პულსირებს შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან.

მოცემული შრომის მიზანს წარმოადგენს შსა კლაკნილებთან დაკავშირებული თავის ტვინის არტერიებში პულსური წნევის დემპფირებისა და იმავდროული ცერებრული ვენური სისხლის პულსური გამოდევნის ანატომიური საფუძვლების განხილვა.

მასალა და მეთოდი: შესწავლილი იქნა ძალის თავის ტვინის სიხლძარღვოვანი 34 პრეპარატი. შერეული ჯიშის, ორივე სქესის, მასით 14–21 კგ, ასაკი 2 დან 7 წლამდე. ასაკი განისაზღვრებოდა კბილების ცვეთის ხარისხით. ძაღლების გვამები მოპოვებული იქნა 1976-1983 წლებში თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტში ძაღლებზე ჩატარებული მწვავე ცდების შედეგად. პრეპარატები დამზადებული იყო სისხლძარღვოვანი ტვიფრების მოდიფიცირებული მეთოდით: საძილე და ხერხემლის არტერიებში შეგვყავდა ნორაკრილი ან პროტაკრილი, ხოლო გარეთა საულლე ვენებში ნიგროზინით შეღებილი ლატექსი. პოლიმერიზაციის დასრულების შემდეგ (24–48სთ) ვხარშავდით პრეპარატს რბილი ქსოვილების გაფაშრებამდე (ფაფისებურ კონსისტენციამდე). დამუშავებულ რბილ ქსოვილებს ფრთხილად ვაცილებდით გამდინარე წყლით და ვღებულობდით პრეპარატს, რომელიც ზუსტად ასახავდა თავის ტვინის არტერიების, ვენების და ქალას ძვლების ურთიერთდამოკიდებულების რთულ ანატომიურ სურათს.

აღნიშნული მეთოდის უპირატესობა არის ის, რომ მისი საშუალებით ვღებულობთ პრეპარატს შენარჩუნებული ძელოვანი სტრუქტურით, რაც იძლევა არტერიების, ვენების, სინუსების და ქალას ძვლების ურთიერთდამოკიდებულების ტოპოგრაფიულ ნიუანსების შესწავლის შესაძლებლობას. პრეპარატების შესწავლა ხდებოდა მაკროსკოპულად, ბინოკულარული ლუპით (MBC-2) და საოპერაციო მიკროსკოპით OPMI-310 CARL Zeiss.

შედეგები. ჩვენ დავაფიქსირეთ შედარებით მუდმივი მახასიათებლები: შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილი, რომელიც შედგება საძილე არხის, დაფლეთილი ხვრელის (foramen lacerum) მიდამოს და კავერნოზული სინუსის მონაკვეთებისაგან, კლაკნილების ხარჯზე მნიშვნელოვნად დაგრძელებული და ვარიაბელურია. მისი სიგრძე სხვადასხვა ინდივიდებში მერყეობდა 4.3 სმ-დან 9.3 სმ-მდე. აღნიშნული არტერიის საშუალო სიგრძე შეადგენდა 6,8 სმ, რაც მინიმუმ 50%-ით აღემატება პირდაპირ მანძილს უკანა საძილე ხვრელიდან ტვინის შუა არტერიის დასაწყისამდე. განსაკუთრებით დაკლაკნილია ინტრალაცერალური ნაწილი, რომლის სიგრძეც სხვადასხვა ინდივიდებში მერყეობდა 1,3 სმ-დან 3,0 სმ-მდე. აღნიშნული მონაკვეთის საშუალო სიგრძე იყო 2,5 სმ, რაც დაახლოებით 500%-ით აღემატება უმოკლეს მანძილს (0,4 სმ) დაფლეთილ ხვრელში.

შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილი სხვადასხვა ხარისხით შემხებლობაშია ვენურ წარმონაქმნებთან. საყურადღებოა, დაფლეთილი ხვრელის მიდამოში არტერიის მარყუჟი პრაქტიკულად მთლიანად გარემოცულია ვენური წარმონაქმნებით, მათ შორის მისი ექსტრაკრანიალური ფრაგმენტიც. კავერნოზული სინუსის მიდამოში აღნიშნული არტერია ვენური წარმონაქმნებით მაქსიმალურადაა გარემოცული. ეს არტერიულ-ვენური ერთობლიობა განთავსებულია რიგიდულკედლებიან (ქალას ძვლოვანი ფუძე და მაგარი გარსი) კაფსულაში.

შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის კლაკნილები სხვადასხვა ფორმისაა, ამასთანავე, მათი გეომეტრია რაიმე კანონზომიერებას არ ექვემდებარება გარდა ერთისა - ყველა შემთხვევაში, აღნიშნულ სეგმენტში - უკანა საძილე ხვრელიდან ტვინის შუა არტერიის ფორმირებამდე, კლაკნილების არსებობის გამო არტერია დაგრძელებულია.

შედეგების განხილვა: 220 ზრდასრული ადამიანის საძილე არტერიის გამოკვლევის საფუძვლზე, საძილე არტერიის დაკლაკვნის ხარისხიდან გამომდინარე, გამოყოფილია სამი ფორმა - სწორი, შუალედური და S-ფორმის. ამის საპირისპიროდ, ადამიანის ნაყოფების (74 პრეპარატი) და მაიმუნების (124 პრეპარატი) კავერნოზულ სინუსებში აღინიშნა არტერიის მხოლოდ

სწორი ფორმა. ამასთანავე, ნაჩვენებია იქნა კორელაცია, ერთი მხრივ, თავის ქალას ფუძის ფორმირებასა (პირამიდების პოზიცია ერთმანეთთან მიმართებაში) და, მეორე მხრივ, საძილე არტერიის განვითარების ფორმებს შორის [19].

კლაკნილების როლი სხვადასხვა დაავადებათა (ანომალიები, ანევრიზმები, კალციზოზი, სტენოზი, ათეროსკლეროზი და ა. შ.) პათოგენეზში კიდევ უფრო აძლიერებს კვლევის ინტერესს [5,7,18]. ასევე დადგენილია, რომ შიგნითა საძილე არტერიის კლაკნილების დისტალურად, ცერებრულ არტერიებში, სისხლის პულსური წნევა მნიშვნელოვნად მცირეა ვიდრე სხვა, ანალოგიური კალიბრის ექსტრაკრანიალურ არტერიებში. სხვაგვარად - შიგნითა საძილე არტერიაში წარმოებს არტერიული პულსური წნევის დემპფირება [8,9,10,12,15,16,17].

სხვა კვლევებით დადგენილ იქნა ცერებრული ვენური სისტემიდან საუღლე ვენებში ჩამდინარე სისხლის ნაკადის პულსური აჩქარება, რომელიც ასოცირებულია მასში გამავალი შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან [1,2,3,6,11,13,20,21].

აღნიშნული მოვლენების მექანიზმები, მრავალი თეორიის მიუხედავად, საბოლოოდ დადგენილი არ არის. ჩვენი აზრით, ორივე პროცესი მნიშვნელოვანი, ურთიერთდაკავშირებული და მრავალკომპონენტიანია. ამ ფენომენით, უცვლელი მოცულობის თავის ქალაში, უზრუნველყოფილია წონასწორობა ადეკვატურ ცერებრული ჰემოციკულაციასა და ქალასში და დინამიკურ წონასწორობას შორის.

შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალურ ნაწილსა და გარემომცველ ვენურ სისტემაში (აქტიური ზონა) სისხლის ნაკადების ურთიერთგავლენის ასახსნელად ჩატარებულია რიგი კვლევები [4,9,20,22,23,24], მათ შორის ჩვენს მიერაც [3]. კერძოდ, ჰიურტლეს მეთოდით, კონცეპტუალურ მოდელზე ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევებით აღვწერეთ ფენომენის ეფექტურობაზე მრავალი ფაქტორის - კაფსულის ჰერმეტიკულობის, სითხეების ცირკულაციის პარამეტრების, არტერიის და მისი შემცვლელების ფიზიკურ-ელასტიკური და გეომეტრიული მონაცემების გავლენა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო აქტიურ ზონაში - ვენური წარმონაქმნებით გარემოცულ და რიგიდულკედლებიან (ქალას ფუძის ძელოვან და მაგარი გარსით შექმნილ) კაფსულაში განთავსებული შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის სიგრძის გარკვეულ ფარგლებში ცვლილებების გავლენა, როგორც არტერიულ ისე ვენურ ჰემოდინამიკაზე.

შიგნითა საძილე არტერიის დაგრძელება, ჩვენი აზრით, ხელშემწყობი ფაქტორია აქტიურ ზონაში მეტი პულსური ენერჯის გადაცემისათვის. ანუ, რიგიდულკედლებიან კაფსულაში, არტერიის დაგრძელება ზრდის არტერიული პულსური ენერჯის ვენური სისხლის ნაკადის პულსურ ენერჯიაში გარდასახვის ხარისხს და იწვევს მის ფორსირებულ გამოდევნას. კლაკნილის გაჩენა გამოიწვია დაგრძელებამ, ანუ დაგრძელება კლაკნილებმა უზრუნველყო.

დასკვნები:

1. შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის სიგრძე კლაკნილების ხარჯზე მნიშვნელოვნად დაგრძელებული და ვარიაბელურია. ჩვენი მონაცემებით, მისი საშუალო სიგრძეა 6,8 სმ და მინიმუმ 50%-ით აღემატება პირდაპირ მანძილს უკანა საძილე ხვრელიდან ტვინის შუა არტერიის დასაწყისამდე.
2. შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის კლაკნილები მნიშვნელოვნად აგრძელებს არტერიის აღნიშნულ მონაკვეთს, რომელიც გარემოცულია ვენური წარმონაქმნებით და განთავსებულია ქალას ფუძეზე მისთვის ძელოვანი და მაგარი გარსებით შექმნილ შეზღუდულ სივრცეში. ამ შეზღუდულ სივრცეში ხდება პულსური წნევის ეფექტური დემპფირება და ცერებრული ვენური სისტემიდან საუღლე ვენებში ჩამდინარე სისხლის ნაკადის პულსური აჩქარება. რადგანაც ამ ფენომენის განვითარება საჭიროებს არტერიასა და ვენურ

სტრუქტურებს შორის არა წერტილოვან, არამედ „დიდ ფართობზე“ ურთიერთშეხებას, არტერიის დაკლაკვნა წარმოგვიდგება ამ ამოცანის გადაწყვეტის ერთ-ერთ ყველაზე ოპტიმალურ ვერსიად.

3. შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის აქტიურ ზონაში (არტერია, გარემოცული ვენური წარმონაქმნებით, განთავსებულია რიგიდულკედლებიან ქალას ფუძის ძვლოვან და მაგარი გარსით შექმნილ კაფსულაში) კლაკნილების არსებობა არტერიის დაგრძელების საშუალებაა; ეს დაგრძელება, გარემომცველ ვენურ სტრუქტურებთან ერთად, უზრუნველყოფს არტერიული პულსური წნევის დემპფირების ეფექტურ განხორციელებას და იმავდროულად, შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან ასოცირებული ცერებრული ვენური სისხლის პულსური აჩქარებით გამოდევნას.
4. თავის ტვინის დემპფირებული არტერიული სისხლით მომარაგების და იმავდროული, შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან ასოცირებული ცერებრული ვენური სისხლის ქალას ღრუდან გამოდევნის პულსური აჩქარების ფენომენი, შესაძლოა წარმოადგენდეს საფუძველს შიგნითა საძილე არტერიის ინტრაკრანიალური ნაწილის კლაკნილების ჩამოყალიბებისათვის.

მადლობას ვუხდით თბილისის ცენტრალური საავადმყოფოს ნეიროქირურგიული განყოფილების, ალექსანდრე ნათიშვილის მორფოლოგიის ინსტიტუტის, დიაბეტის კვლევის ეროვნული ცენტრის და თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ოპერაციული ქირურგიის და ტოპოგრაფიული ანატომიის კათედრის ხელმძღვანელობებს და გუნდებს კვლევით მუშაობაში დახმარებისათვის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Barnett C. H., Marsden C. D. Functions of the Mammalian Carotid Rete Mirabile. Nature, 1961, July 1, Vol. 191, 88-89
2. Berthold H. Zur Blutzirkulation in geschlossener Höhlen. Centrbl. f. d. med. Wissensch., 1869; 4: 673-675
3. Брегадзе Г.В., Челишвили М.В. и Гегелашвили Г.К. Модель кавернозного синуса. Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий, авторское свидетельство, 1988, N1454476
4. Bregadze G. V., Berdzenishvili D. B., Gegelashvili G. K. Is it possible to delay second aneurism rupture? 9th European Congress of Neurosurgery, Moscow, 1991
5. Chi Zhang, Fang Pu, Shuyu Li, Sheng Xie, Yubo Fan, Deyu Li. Geometric classification of the carotid siphon: Association between geometry and stenoses. Surg. Radiol. Anat. 2013, 35, 385-394.
6. Cramer P. Experimentelle Untersuchungen über den Blutdruck im Gehirn. Inaugural-Dissertation, Dorpat. 1873
7. de Jong P.A., Daniel Bos, Huiberdina L. Koek, Pieter T. Deckers, Netanja I. Harlianto, Ynte NM. Ruigrok, Wilko Spiering, Jaco Zwanenburg and Willem P.Th.M. Mali. The Carotid Siphon as a Pulsatility Modulator for Brain Protection: Role of Arterial Calcification Formation. J. Pers. Med. 2025, 15(8), 356; <https://doi.org/10.3390/jpm15080356>
8. Hamarnik J. Physiologisch-pathologische untersuchungen über die Verhältnisse des Kreislaufs in der Schädelhöhle. Vierteljahrsschrift für die praktische heilkunde. Prag. 1848, Bd. 1: 38-117
9. Himvich W. A. and Spurgeon H. A. Pulse pressure contures in cerebral arteries. Acta Neurol. Scandinav, 1968, 44, 43-56
10. Hürtle K. Blutkreislauf im Gehirn, Handbuch d.norm. u.pathol.Physiol. Hrsg. v.Bethe A. u. Bergmann G., Berlin Spinger., 1927, Bd. X, 1-29
11. Кедров А.А. и Рауменко А.И. Вопросы физиологии внутричерепного кровообращения с клиническим их освещением. Медгиз 1954
12. Клосовский Б. Н. Циркуляция крови в мозгу. М. 1951
13. Копылов М.Б. Рентгенологические представления о механических факторах в венозном кровообращении черепа и мозга. Труды института нейрохирургии им. Академика Н.Н. Бурденко. т. Москва, 1948, 1, 45-63
14. Лесгафт П. Основы теоретической анатомии. Петроград, 1922.
15. Москаленко Ю. Е., Вайнштейн Г. Б., Демченко И. Т., Кисляков Ю. Я., Кривченко А. И., Внутричерепная гемодинамика: Биофизические аспекты. Л. 1975

16. Мчедlishვილი Г. И., Функция соудистых механизмов головного мозга. Л. 1968
17. Надареიშვილი К. Ш. О колебаниях тонуса регионарных артерий мозга, синхронных с дыханием. Сб. Современные проблемы морфологии, физиологии, патологии, посвящ. В. В. Воронину, Тбилиси, 1962, 135-142
18. Pierot, L., Gauvrit, J., Costalat, V., Piotin, M., Herbreteau, D., Gallas, S., Anxionnat, R., Desal, H., Waihrich, E., Clavel, P., Mendes, G., Iosif, C., Kessler, I. M., & Mounayer, C. Influence of carotid siphon anatomy on brain aneurysm presentation. American Journal of Neuroradiology, 2017, 38(9), 1771-1775. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a5285>
19. Platzer W. Die Variabilität der Arteria carotis interna im Sinus cavernosus in Beziehung zur Variabilität der Schädelbasis. Gegenbaurs Morphol Jahrb. 1957, 98, 227-244
20. Rieger A., Ebel H., Laun A. Korrelation zwischen der Steigungskonstanten des theoretischen Druckvolumendiagramms (PVD) und des Druckvolumenindex (PVI) in Relation zur Hirnpulsamplituden-Mitteldruckfunktion. Zentralblatt fuer Neurochirurgie. 1995, 56, 43-48
21. Сресели М. А., Большаков О. Р. Особенности строения пещеристой пазухи и ее роль в регуляции мозгового кровообращения. Труды Института экспер. Морфологии АН ГССР, 1961, т. 9, 137-143
22. Сресели М. А., Большаков О. Р. Клинико-физиологические аспекты морфологии синусов твердой мозговой оболочки. Медгиз, 1977
23. Тоидзе Ш. С., Ормоцадзе Л. Г., Мчедlishვილი Г. И. Анатомические основы резистивной и демпфирующей функций внутренней сонной артерии. Известия АН ГССР, Серия Биологическая. 1983, т.9, н.1, стр. 27-33
24. Zietzschmann O. Die Arteria carotis interna des Pferdes und die Frage der Regulation ihrer pulsatorischen Schwankungen. Schw. Arch. Tierheilkd. 1922, 64, 509-515

*კრიგოლი ბრევაძე, ლიზი მოყვანიძე, ლევან შარვაძე,
ნიკოლოზ ლეკიაშვილი, ვიორჯი გეგელაშვილი*

შიგნითა საძილე არტერიის კლაკნილები, ფუნქციური გეომეტრია

ნეიროქირურგიის განყოფილება, თბილისის ცენტრალური საავადმყოფო, თბილისი,
საქართველო

რეზიუმე

თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევაში არსებობს საინტერესო ფენომენი, რომელიც ორ ერთდროულ, ურთიერთდაკავშირებულ მოვლენას აერთიანებს: ა) შიგნითა საძილე არტერიის (შსა) კრანიალური ნაწილის კლაკნილების დისტალურად, ცერებრულ არტერიებში, სისხლის ნაკადის პულსური წნევა მნიშვნელოვნად ნაკლებია, ვიდრე სხვა ანალოგიური კალიბრის ექსტრაკრანიალურ არტერიებში (არტერიული პულსური წნევის დემპფირება). ბ) ცერებრული ვენური სისტემიდან საუბლე ვენებში ჩამდინარე სისხლის ნაკადი აჩქარებულია და, ამასთანავე, სინქრონში პულსირებს შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან.

წარმოდგენილი შრომის მიზანია გემოაღნიშნული ფენომენის ანატომიური საფუძვლების, კერძოდ, შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის კლაკნილებთან მისი კავშირის გამოკვლევა. კვლევა ჩატარდა ძალის თავის ტვინის სიხლძარღვოვან 34 პრეპარატზე, რომელიც დამზადებული იყო თავის ტვინის სისხლისძარღვების გამყარებადი მასებით ინექციისა და შემდგომი კოროზიული ტექნიკის გამოყენებით.

გამოკვლევით დადგინდა, რომ შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის კლაკნილები მნიშვნელოვნად აგრძელებს არტერიის აღნიშნულ მონაკვეთს, რომელიც გარემოცულია ვენური წარმონაქმნებით და განთავსებულია ქალას ფუძეზე მისთვის ძვლოვანი და მაგარი გარსებით შექმნილ შეზღუდულ სივრცეში. ამ შეზღუდულ სივრცეში ხდება პულსური წნევის ეფექტური დემპფირებაც და ცერებრული ვენური სისტემიდან საუბლე ვენებში სისხლის ნაკადის პულსური აჩქარებით გამოდევნაც. რადგანაც ამ ფენომენის განვითარება საჭიროებს არტერიასა და ვენურ სტრუქტურებს შორის არა წერტილოვან, არამედ „დიდ ფართობზე“ ურთიერთშეხებას, არტერიის დაკლაკვნა წარმოგვიდგება ამ ურთიერთშეხების გაფართოების ერთ-ერთ ყველაზე

ოპტიმალურ ვერსიად. თავის ტვინის დემპფირებული არტერიული სისხლით მომარაგების და იმავდროული შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან ასოცირებული ცერებრული ვენური სისხლის ქალას ღრუდან გამოდევნის პულსური აჩქარების ფენომენი შესაძლოა საფუძველი იყოს ინტრაკრანიალური შიგნითა საძილე არტერიის კლაკნილების ჩამოყალიბებისათვის.

