

*კრიგოლი 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. b) In a pulsatile manner accelerated blood flow from the cerebral venous system into the jugular veins is associated with the pulsation of the internal carotid artery.

The aim of this work is to discuss the anatomical basis of the above-mentioned concept related to the bends of the cranial part of the internal carotid artery.

Conclusions: 1) In the active zone (the artery, surrounded by venous formations, is located in a capsule made of rigid walls of cranial base bone and dura mater) the bends of the intracranial part of the internal carotid artery are means of its elongation, ensuring effective damping of arterial pulse pressure and simultaneous pulsatile acceleration of cerebral venous blood outflow associated with the pulsation of the internal carotid artery. 2) 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, bends, functional geometry

**შესავალი:** ქალას ფუძეზე ვენური წარმონაქმნების გარემოცვაში შსა-ს „შესაბამო“ დაგრძელება-დაკლაკვნამ და ამ ერთობლიობის რიგიდულკედლებიან ძვლოვან და მაგარი გარსით შექმნილ კაფსულაში განთავსებამ მიიქცია ჩვენი ყურადღება.

ჰიურტლეს მეთოდით ექსპერიმენტული და კონცეპტუალურ მოდელზე ჩატარებული კვლევებით შევამჩნიეთ ფენომენის ეფექტურობაზე მრავალი ფაქტორის გავლენა: კაფსულის ჰერმეტიულობა, სითხეების ცირკულაციის პარამეტრები, არტერიის და მისი შემცვლელების ფიზიკო-ელასტიური და გეომეტრიული მონაცემები და ა. შ. კერძოდ, არტერიის აქტიურ ზონაში სიგრძის გარკვეულ ფარგლებში ცვლილებების გავლენა.

220 ზრდასრული ადამიანის საძილე არტერიის გამოკვლევის საფუძველზე კავერნოზულ სინუსში აღწერილია საძილე არტერიის სამი ფორმა (სწორი, შუალედური და S-ფორმის). ამის საპირისპიროდ, ადამიანის ნაყოფებში (74 საძილე არტერია) და რეზუს მაიმუნებში (124 საძილე არტერია) მხოლოდ სწორი ფორმაა. კორელაცია ნაჩვენებია თავის ქალას ფუძის (პირამიდების პოზიცია ერთმანეთთან მიმართებაში) და საძილე არტერიის განვითარების ფორმებს შორის. ავტორი მიზანშეწონილად მიიჩნევს შემდგომ კვლევას [19].

არტერიების ზოგადი კანონზომიერებებიდან ერთ-ერთის მიხედვით - არტერიები სხეულის ყველა პერიფერიულ ნაწილთან მიდის უახლოესი და უმოკლესი გზით [14]. ბუნებრივია ამ კანონზომიერებიდან გადახვევა ანუ კლაკნილების გაჩენა - არტერიის დაგრძელება, არ არის შემთხვევითი მოვლენა და შესაბამისი ფიზიოლოგიური ფუნქცია უნდა ქონდეს.

კლაკნილების როლი სხვადასხვა დაავადებათა პათოგენეზში კიდევ უფრო აძლიერებს კვლევის ინტერესს (ანომალიები, ანევრიზმები, კალციზიზი, სტენოზი, ათეროსკლეროზი და ა.შ.) [7, 5, 18].

მრავალრიცხოვანი კვლევებით დადგენილია - 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, 10, 12, 15, 17, 9, 16].

ასევე მნიშვნელოვანი კვლევებით დადგენილია - ცერებრული ვენური სისტემიდან საუღლე ვენებში სისხლის ნაკადის, შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან ასოცირებული, აჩქარება [2, 6, 13, 11, 21, 1, 20, 3], აღნიშნული მოვლენების მექანიზმი, მრავალი თეორიის მიუხედავად, საბოლოოდ დადგენილი არ არის.

ჩვენი აზრით, ორივე პროცესი მნიშვნელოვანი, ურთიერთდაკავშირებული და მრავალკომპონენტიანია, უცვლელი მოცულობის თავის ქალაში ადეკვატური ცერებრული ჰემოციკულაციისა და ქალასშიდა დინამიური წონასწორობის უზრუნველყოფისთვის. შესაბამისად მოითხოვს კომპლექსურ მიდგომას. ამ მხრივ, შიგნითა საძილე არტერიასა და გარემომცველ ვენურ სისტემაში სისხლის ნაკადების ურთიერთგავლენაზე არსებობს საინტერესო მოსაზრებები [24, 22, 9, 23, 3, 4, 20].

აღნიშნული შრომის მიზანს წარმოადგენს შიგნითა საძილე არტერიის კლაკნილებთან დაკავშირებული თავის ტვინის არტერიებში პულსური წნევის დემპფირების და იმავდროული ცერებრული ვენური სისხლის პულსური გამოდევნის კონცეფციის ანატომიური საფუძვლების განხილვა.

**მასალა და მეთოდი:** შესწავლილი იქნა სხვადასხვა კოროზიული მეთოდით დამუშავებული, შერეული ჯიშის, ორივე სქესის, მასით 14–21 კგ, 32 ძაღლის თავის ტვინის სიხლდარღვოვანი 64 პრეპარატი. პრეპარატების შესწავლა ხდებოდა მაკროსკოპულად და ასევე მიკროსკოპულად.

**შედეგები:** ჩვენ დავაფიქსირეთ შედარებით მუდმივი მახასიათებლები:

შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის სიგრძე კლაკნილების ხარჯზე მნიშვნელოვნად დაგრძელებული და ვარიაბელურია. ჩვენი მონაცემებით მისი სიგრძე სხვადასხვა ინდივიდებში მერყეობდა 4.3 სმ-დან 9.3 სმ-მდე. აღნიშნული არტერიის საშუალო სიგრძეა 6,8 სმ, რაც მინიმუმ 50%-ით აღემატება პირდაპირ მანძილს უკანა საძილე ხვრელიდან ტვინის შუა არტერიის დასაწყისამდე.

ასევე შიგნითა საძილე არტერიის, განსაკუთრებით ინტრალაცერალური ნაწილის სიგრძე კლაკნილების ხარჯზე დაგრძელებული და ვარიაბელურია. ჩვენი მონაცემებით მისი სიგრძე სხვადასხვა ინდივიდებში მერყეობდა 1,3 სმ-დან 3,0 სმ-მდე. აღნიშნული მონაკვეთის საშუალო სიგრძეა 2,5 სმ, რაც ~ 600%-ით აღემატება პირდაპირ მანძილს (0,4 სმ) დაფლეთილ ხვრელში.

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

კრანიალურად შიგნითა საძილე არტერიას აქვს კლაკნილები, რომლის გეომეტრიაში ჩვენ ვერანაირი კანონზომიერება ვერ აღმოვაჩინეთ, გარდა ერთი გარემოებისა - აღნიშნულ სეგმენტში, უკანა საძილე ხვრელიდან ტვინის შუა არტერიის ფორმირებამდე, კლაკნილების საშუალებით არტერია გრძელდება.

ჩვენ ვფიქრობთ, ქალას ფუძეზე რიგიდულკედლებიანი კაფსულის განსაზღვრული, ლიმიტირებული ზომები განაპირობებს მასში განთავსებული არტერიის დაგრძელებას, დაკლაკვნის საშუალებით.

#### 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. აქტიურ ზონაში (არტერია, გარემოცული ვენური წარმონაქმნებით, განთავსებული რიგიდულ კედლებიან ქალას ფუძის ძვლოვან და მაგარი გარსით შექმნილ კაფსულაში) შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის კლაკნილები მისი დაგრძელების საშუალებაა, არტერიული პულსური წნევის დემპფირების ეფექტური განხორციელებისა და იმავდროული შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან ასოცირებული ცერებრული ვენური სისხლის გამოდევნის პულსური აჩქარების უზრუნველსაყოფად.
3. 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.

*მადლობას ვუხდით თბილისის ცენტრალური საავადმყოფოს ნეიროქირურგიული განყოფილების, 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, Moskow, 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. Ruijgrok, 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 Springer., 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. Мchedlishvili G. I., Функция соудистых механизмов головного мозга. Л. 1968
17. Надареишвили К. III. 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., Мchedlishvili G. I. 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 ბრეგაძე, ლიზი მოყვანიძე, ლევან შარვაძე, ნიკოლოზ ლეკიაშვილი,  
გიორგი გეგელაშვილი*

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

### **რეზიუმე**

თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევაში არსებობს ორი ერთდროული, ურთიერთდაკავშირებული მოვლენის გამაერთიანებელი საინტერესო ფენომენი: ა) კრანიალური შიგნითა საძილე არტერიის (შსა) კლაკნილების დისტალურად, ცერებრულ არტერიებში, სისხლის ნაკადის პულსური წნევა მნიშვნელოვნად მცირეა ვიდრე სხვა ანალოგიური კალიბრის ექსტრაკრანიალურ არტერიებში. ბ) ცერებრული ვენური სისტემიდან საულლე ვენებში შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან ასოცირებული სისხლის ნაკადი პულსურად აჩქარებულია.

წარმოდგენილი შრომის მიზანია შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის კლაკნილებთან დაკავშირებული ზემოთ აღნიშნული კონცეფციის ანატომიური საფუძვლების განხილვა\*.

**დასკვნები:** 1) აქტიურ ზონაში (არტერია, გარემოცული ვენური წარმონაქმნებით, განთავსებული რიგიდულ კედლებიან ქალას ფუძის ძვლოვან და მაგარი გარსით შექმნილ

კატეგორიაში) შიგნითა საძილე არტერიის კრანიალური ნაწილის კლავნილები მისი დაგრძელების საშუალებაა, არტერიული პულსური წნევის დემპფირების ეფექტური განხორციელებისა და იმავდროული შიგნითა საძილე არტერიის პულსაციასთან ასოცირებული ცერებრული ვენური სისხლის გამოდევნის პულსური აჩქარების უზრუნველსაყოფად. 2) 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 კრანიალური შიგნითა საძილე არტერიის კლავნილების ჩამოყალიბებისათვის.

---

\*აღნიშნული ნაშრომის საბაზისო ნაწილი 1976 წლიდან შესრულებული იქნა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ტოპოგრაფიული ანატომიისა და ოპერაციული ქირურგიის კათედრის ბაზაზე.

