

DOI:10.35401/2500-0268-2020-18-2-35-40

**С.М. Рошаль<sup>1,2\*</sup>, И.А. Обухов<sup>1,2</sup>, А.С. Ермишина<sup>2</sup>, М.М. Шевелёва<sup>2</sup>**

## РЕНТГЕНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЛОСКОСТОПИЯ

<sup>1</sup> ФГКУЗ «5 военный клинический госпиталь войск национальной гвардии РФ», Екатеринбург, Россия<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Екатеринбург, Россия

✉ \* С.М. Рошаль, 5 ВКГ ВНГ РФ, 620036, Екатеринбург, ул. Соболева, 10, e-mail: Serrosh@mail.ru

Поступила в редакцию 17 января 2020 г. Исправлена 6 мая 2020 г. Принята к печати 12 мая 2020 г.

- Обоснование** Статическая деформация переднего отдела стопы является одной из самых распространенных ортопедических патологий. В подавляющем большинстве с данной проблемой сталкиваются женщины. Рентгенометрический показатель первого плюснеклиновидного сустава (M1C1) важен в ходе предоперационного планирования для определения объема оперативного вмешательства при хирургическом лечении статической деформации переднего отдела стопы.
- Цель** Определить рентгенометрические предпосылки развития поперечного плоскостопия в зависимости от строения первого плюснеклиновидного сустава для улучшения результатов хирургического лечения пациентов.
- Материал и методы** С 2015 по 2017 г. проведено ретроспективное исследование рентгенограмм 236 стоп (118 пациенток), выполненных в стандартной дорсоплантарной проекции в покое и с функциональной нагрузкой.
- Результаты** В ходе анализа полученных рентгенограмм выявлена прямая зависимость между углами наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости и суставной поверхности основания основной фаланги первого пальца, головки первой плюсневой кости (PASA), межплюсневого угла (M1M2) и угла отклонения первого пальца (M1P1).
- Заключение** Дальнейшее изучение зависимости степени поперечного плоскостопия от угла наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости и использование угла M1C1 в качестве прогностического показателя, по нашему мнению, позволит улучшить качество предоперационного планирования хирургического лечения пациентов с поперечным плоскостопием для снижения риска развития рецидива.
- Ключевые слова:** поперечное плоскостопие, рентгенография стоп.
- Цитировать:** Рошаль С.М., Обухов И.А., Ермишина А.С., Шевелёва М.М. Рентгенометрические предпосылки развития поперечного плоскостопия. *Инновационная медицина Кубани*. 2020;18(2):35–40. doi:10.35401/2500-0268-2020-18-2-35-40

**Sergey M. Roshal<sup>1,2\*</sup>, Igor A. Obukhov<sup>1,2</sup>, Alena S. Ermishina<sup>2</sup>, Maria M. Sheveleva<sup>2</sup>**

## X-RAY PREREQUISITES FOR TRANSVERSE PLATYPEDIA

<sup>1</sup> 5 Military Clinical Hospital of National Guard Troops of the Russian Federation, Yekaterinburg, Russia<sup>2</sup> Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

✉ \* Sergey M. Roshal, 5 Military Clinical Hospital of National Guard Troops of the Russian Federation, 10, Soboleva str., Yekaterinburg, 620036, e-mail: Serrosh@mail.ru

Received 17 January 2020. Received in revised form 6 May 2020. Accepted 12 May 2020.

- Background** Static deformation of the forefoot is one of the common orthopedic pathologies, most often found in women. X-ray index of the first metatarsocuneiform joint (M1C1) is important during preoperative planning to determine the surgeon volume for surgical treatment of static forefoot deformity.
- Objective** To determine the radiometric prerequisites for the development of transverse platypodia depending on the structure of the first metatarsopharyngeal joint to improve the results of surgical treatment of patients.
- Material and methods** From 2015 to 2017, a retrospective study of X-rays of 236 feet (118 patients) performed in a standard dorsoplant projection at rest and with a functional load was carried out.
- Results** The analysis of the obtained X-ray patterns revealed a direct dependence between the inclination of the articular surface of the medial sphenoid bone and angles of inclination of the articular surface of the base of the first phalanx of the first finger, the head of the first metatarsal bone (PASA), the intertarsal angle (M1M2) and the deflection angle of the first finger (M1P1).
- Conclusion** Further study of the dependence of the degree of transverse platypodia to the angle of inclination of the articular surface of the medial sphenoid bone and the use of the angle PIC1 as a prognostic indicator, in our opinion, will improve the quality of preoperative planning of surgical treatment of patients with transverse platypodia to reduce the risk of relapse.
- Keywords:** transverse platypodia, X-ray of the feet.
- Cite this article as:** Roshal S.M., Obukhov I.A., Ermishina A.S., Sheveleva M.M. X-Ray prerequisites for transverse platypodia. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020;18(2):35–40. doi:10.35401/2500-0268-2020-18-2-35-40

## ВВЕДЕНИЕ

Статическая деформация переднего отдела стопы является одной из распространенных ортопедических патологий, наиболее часто встречается у женщин [1–4], причем наблюдается «омоложение» данной проблемы [5]. Частота встречаемости поперечного плоскостопия, по мнению ряда авторов, достигает 80% среди представителей женского пола и до 5% – мужского [6–8]. По данным метаанализа Sh. Nix, проведенного в 2010 г., в общей популяции статистическая деформация переднего отдела стопы у пациентов в возрасте от 18 до 65 лет составляет 23%, а старше 65 лет – уже 35,7% [9, 10].

Ключевыми факторами развития статической деформации переднего отдела стопы являются многоплоскостное отклонение первой плюсневой кости, деформация и особенности строения смежных суставов, формирующих поперечный свод стопы [11–13]. В 1928 г. D.J. Morton сделал предположение о существовании взаимосвязи гипермобильности и деформации первого луча [14, 15], что нашло подтверждение в научных трудах P.W. Lapidus [16]. Однако на сегодняшний день нет точной корреляции в значениях гипермобильности переднего отдела стопы и деформации первого луча [17, 18].

В современной литературе рентгенометрическая оценка тяжести статической деформации переднего отдела стопы изучена широко, и для объективной оценки состояния переднего отдела стопы используются следующие рентгенометрические показатели: M1M2, M1P1, M1M5, DASA, PASA или DMMA, парабола Лельевра, критерии Maestro и Romash и др., ряд из которых применяются практикующими врачами при планировании хирургического вмешательства.

Однако в доступной литературе мы не встретили достаточного внимания к строению первого плюснеклиновидного сустава (M1C1) при предоперационном планировании. На наш взгляд, данный показатель является важным для определения объема оперативного вмешательства при хирургическом лечении статической деформации переднего отдела стопы.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить рентгенометрические предпосылки развития поперечного плоскостопия в зависимости от строения первого плюснеклиновидного сустава для улучшения результатов хирургического лечения пациентов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено ретроспективное исследование рентгенограмм 236 стоп (118 пациенток) травматологического отделения 5 военного клинического госпиталя войск национальной гвардии Российской Федерации, проходивших обследование по поводу поперечного плоскостопия, за период с 2015 по 2017 г.

Критерии включения в исследование:

- военнослужащие женского пола с одинаковым родом занятий;
- средний возраст – 37 лет (28–45 лет);
- среднее значение ИМТ – 28,81 кг/м<sup>2</sup> (26,18–33,32 кг/м<sup>2</sup>).

Критерии исключения из исследования:

- военнослужащие женского пола, не подпадающие под возрастную ценз и с нормальной массой тела;
- пациентки, имеющие системные заболевания (ревматоидный артрит), беременные и отказавшиеся принимать участие в исследовании;

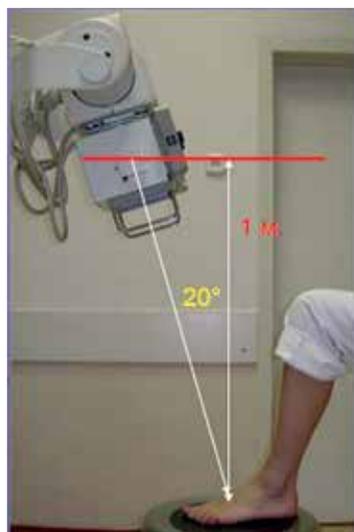


Рисунок 1. Рентгенография переднего отдела статической стопы

Figure 1. X-ray of the forefoot



Рисунок 2. Классификация наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости по G.R. Fritz и D. Prieskorn

Figure 2. Classification of the inclination of the articular surface of the medial sphenoid bone according to G.R. Fritz and D. Prieskorn

– пациентки с рецидивами поперечного плоскостопия.

Всем исследуемым выполнялась рентгенография стоп в стандартной дорсоплантарной проекции в покое и под нагрузкой с фокусным расстоянием в 1 м, с инклинацией луча 15–20° (рис. 1).

Соблюдение данных условий позволяло максимально точно измерить рентгенологические показатели стопы, визуализировать форму и направление суставных поверхностей. Оценка степени поперечного плоскостопия проводилась по данным измерения углов расхождения первой и второй плюсневых костей (M1M2) и по углу вальгусного отклонения первого пальца (M1P1). При анализе зарубежной и отечественной литературы обратили внимание на то, что соотношение показателей данных углов и степень плоскостопия у различных авторов разнятся [19, 13].

В своем исследовании отталкивались от средне-нормальных показателей: отклонение первого пальца в ПФС до 10°, межплюсневый угол до 15° нами рассматривались как норма. Также учитывали предложенную G.R. Fritz и D. Prieskorn (1995) классификацию наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости в сагиттальной плоскости [20]: I класс < 10°, II класс < 20°, III класс > 20° (рис. 2).

Степень поперечного плоскостопия устанавливалась по углу с наибольшим значением на основании Расписания болезней и ТДТ (приложения к Положению о военно-врачебной экспертизе, утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации 2013 г. № 565) (табл. 1).

По результатам рентгенографии все пациентки были распределены по группам: в первую группу вошли женщины с I классом наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости, а во вторую и третью группы – со II и III классом соответственно.

Каждая из групп была разделена на подгруппы, в которые вошли пациентки, не имеющие статической деформации переднего отдела стоп и с клиникой поперечного плоскостопия.

Всем респондентам предлагалось анонимно заполнить анкету с указанием возраста, роста, веса, размера обуви и предпочтения в выборе обуви, проводились фото-, рентгено- и плантография обеих стоп, основываясь на принципах этики и свободы личности, с соблюдением принципов добровольности. Было получено письменное добровольное информированное согласие всех пациентов на проведение исследования.

В ходе анализа была выявлена прямая зависимость степени поперечного плоскостопия от угла наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости (рис. 3).

**Таблица 1**

**Показатели степени плоскостопия на основании приложения к Положению о военно-врачебной экспертизе, утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации 2013 г. № 565**

**Table 1**

**The degree of transverse platypodia on the basis of the annex to the Regulation on Military Medical Examination, approved by the Government of the Russian Federation in 2013, no. 565**

	Степень			
	Норма	1-я	2-я	3-я
M1M2	<10°	11–12°	13–14°	16–20°
M1P1	<10°	11–20°	21–30°	31–40°

После детального изучения рентгенологической картины стоп нами был сформирован угол, отражающий взаимосвязь класса наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости и угол наклона суставной поверхности основания основной фаланги первого пальца стопы. Данный угол формируется линиями соответствующих суставных поверхностей (рис. 3).

Протокол исследования соответствовал этическим стандартам и был регламентирован локальным этическим комитетом ФГКУЗ «5 ВКГ ВНГ РФ» в соответствии с Женевской конвенцией о правах человека (1997) и Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверж-



**Рисунок 3.** Угол, образованный линиями наклона суставных поверхностей медиальной клиновидной кости и суставной поверхности основания основной фаланги первого пальца стопы. А – норма; Б – легкая степень плоскостопия; В – тяжелая степень плоскостопия

**Figure 3.** The angle formed by the lines of inclination of the articular surfaces of the medial sphenoid bone and the articular surface of the base of the main phalanx of the first toe. A – normal; Б – mild degree of transverse platypodia; В – severe degree of transverse platypodia

денными Приказом Министерства здравоохранения РФ № 266 от 19 июня 2003 г.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета компьютерных прикладных статистических программ MS Office Excel 2003. Для переменных, представляющих анализируемую выборку, вычисляли среднее арифметическое и ошибку вычисления среднего ( $M \pm m$ ). Для определения достоверности различий между группами использовали параметрический парный t-критерий Стьюдента и параметрический критерий Манна – Уитни. Различие между группами считали достоверными при вероятности ошибки  $p \leq 0,05$ . Предварительно все параметры в исследуемых группах проверяли на нормальность распределения. Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия  $\chi^2$  в программном пакете Statistica 6.0.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В нашем исследовании рентгенометрические показатели 236 стоп (118 пациенток) были распределены следующим образом. Под критерии первой группы подошли рентгенограммы 45 стоп, второй – 70 и третьей – 121 рентгенограмма (табл. 2).

Из представленных данных следует, что у пациенток первой группы (с I классом наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости) поперечное плоскостопие встречается значительно реже. Тогда как третья степень поперечного плоскостопия среди исследуемых чаще встречалась у пациенток из третьей группы с III классом наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости.

На представленном графике продемонстрирована корреляционная зависимость степени наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости от углов наклона суставной поверхности головки пер-

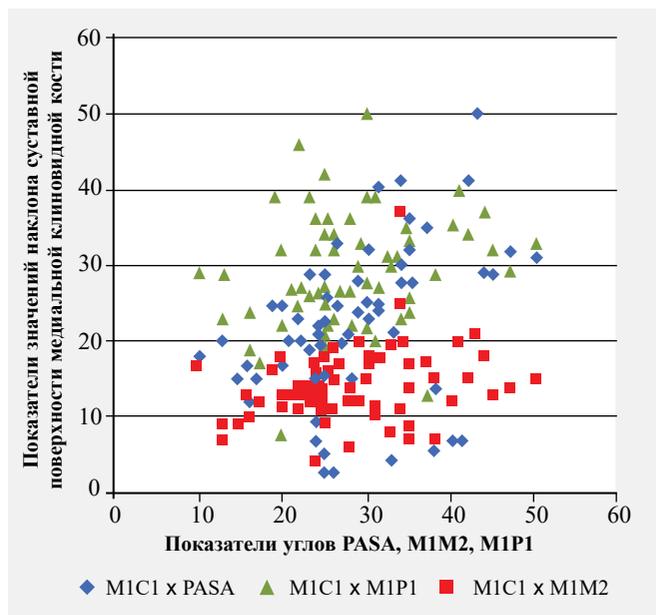


Рисунок 4. Корреляционная зависимость степени наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости от угла наклона суставной поверхности головки первой плюсневой кости (PASA), межплюсневового угла (MIM2) и угла отклонения первого пальца (MIP1)

Figure 4. Correlation dependence of the degree of inclination of the articular surface of the medial sphenoid bone to the angles of inclination of the articular surface of the head of the first metatarsal bone (PASA), intertarsal angle (MIM2) and the angle of deviation of the first finger (MIP1)

вой плюсневой кости (PASA), межплюсневового угла (MIM2) и угла отклонения первого пальца (MIP1). По вертикальной оси координат указаны значения наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости, а по горизонтальной оси координат представлены значения углов PASA (синий ромб), MIM2 (красный квадрат) и MIP1 (зеленый треугольник) (рис. 4).

По нашему мнению, с учетом выявленной корреляционной зависимости сформированный нами угол отражает степень вероятности развития статической деформации переднего отдела стопы. Так, увеличение значения данного угла прямо пропорционально увеличению степени деформации переднего отдела стопы. У первой группы, без клинических проявлений поперечного плоскостопия, линии, образующие данный угол, стремятся к параллельности. В третьей группе мы наблюдали приближение показателя данного угла к значению в 90°. На представленных рентгенограммах (табл. 3) видно, как с увеличением степени поперечного плоскостопия изменяется показатель «нашего» угла.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

При изучении и анализе рентгенологических данных была выявлена прямая зависимость степени по-

Таблица 2

Распределение стоп по степеням поперечного плоскостопия и классам наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости (по G.R. Fritz и D. Prieskorn)

Table 2

Distribution of feet according to the degrees of transverse flatpoda and the classes of inclination of the articular surface of the medial sphenoid bone (according to G.R. Fritz and D. Prieskorn)

Степень плоскостопия	Класс		
	I	II	III
Без поперечного плоскостопия	35	23	4
1-я	2	8	9
2-я	4	12	23
3-я	4	27	85

**Таблица 3**  
Рентгенологические примеры показателей межплюсневых углов (M1M2), угла отклонения первого пальца (M1P1) и угла P1C1

**Table 3**  
X-ray examples of indicators of the intertarsal angle (M1M2), the angle of deviation of the first finger (M1P1) and the angle P1C1

Степень плоскостопия	Класс наклона		
	I	II	III
1-я			
2-я			
3-я			

перечного плоскостопия от угла наклона суставной поверхности медиальной клиновидной кости. Дальнейшее изучение данной закономерности, по нашему мнению, и использование угла M1C1 в качестве прогностического показателя позволит найти решение вопроса улучшения качества предоперационного планирования хирургического лечения пациентов с поперечным плоскостопием для снижения риска развития рецидива.

На современном этапе развития хирургии переднего отдела стопы добиться положительных результатов не сложно, но только при всестороннем и взвешенном подходе в предоперационном обследовании.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Вреден Р.Р. Практическое руководство по ортопедии. Л.; М.: Гос. мед. изд-во; 1930. 269 с. [Vreden RR. *Practical Guide to Orthopaedics*. Leningrad, Moscow: Gos. med. izd-vo; 1930. 269 p. (In Russ.)]
2. Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю.Ф. Хирургия стопы. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина; 1995. 327 с. [Cherkes-Zade DI, Kamenev YuF. *Footstep Surgery*. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: Meditsina; 1995. 327 p. (In Russ.)]
3. Laporta G, Melillo T, Olinsky D. X-ray evaluation of hallux abducto valgus deformity. *J Am Podiatry Assoc*. 1974;64(8):544–66. PMID: 4845801. doi:10.7547/87507315-64-8-544
4. Thordarson DB, Ebramzadeh E, Rudicel SA, Baxter A. Age-adjusted baseline data for women with hallux valgus undergoing corrective surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(1):66–75. PMID: 15634815. doi:10.2106/jbjs.b.00288
5. Piggott H. The natural history of hallux valgus in adolescence and early adult life. *J Bone Joint Surg Br*. 1960;42-B:749–60. doi:10.1302/0301-620x.42b4.749
6. Ортопедия. Национальное руководство. Под ред. Г.П. Котельникова, С.П. Миронова. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. 826 с. [Kotelnikov GP, Mironov SP, ed. *Orthopaedics. National Guide*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. 826 p. (In Russ.)]
7. Adams PF, Hendershot GE, Marano MA; National Center for Health Statistics. Current estimates from the National Health Interview Survey, 1996. *Vital Health Stat*. 1999;200:1–203. PMID: 15782448.
8. Wülker N. *Hallux valgus. Hallux rigidus*. Stuttgart; 1996.
9. Jarvis HL, Nester CJ, Jones RK, Williams A, Bowden PD. Inter-assessor reliability of practice based biomechanical assessment of the foot and ankle. *J Foot Ankle Res*. 2012;5:14. PMID: 22716130. PMCID: PMC3431260. doi:10.1186/1757-1146-5-14
10. Nix Sh, Smith M, Vicenzino B. Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2010;3:21. PMID: 20868524. PMCID: PMC2955707. doi:10.1186/1757-1146-3-21
11. Истомина И.С., Крамаренко Г.Н. Ошибки и осложнения при оперативном лечении поперечного плоскостопия и Hallux valgus. *Актуальные вопросы травматологии и ортопедии*. М.: ЦИТО; 1979;19:79–87 [Istomina IS, Kramarenko GN. Errors and complications in the surgical treatment of metatarsus latus and hallux valgus. *Topical Issues of Traumatology and Orthopaedics*. Moscow: TSITO; 1979;19:79–87. (In Russ.)]
12. Карданов А.А. Хирургическая коррекция деформации стопы. М.: Медпрактика-М; 2016. 220 с. [Kardanov AA. *Foot Deformity Surgical Correction*. Moscow: Medpraktika-M; 2016. 220 p. (In Russ.)]
13. Palladino SJ. Preoperative evaluation of the bunion patient. In: Gerbert J, ed. *Textbook of Bunion Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. W.B. Saunders; 2001:3–71. doi:10.1016/B978-0-7216-7784-2.50005-X
14. Bonney G, Macnab I. Hallux valgus and hallux rigidus: a critical survey of operative results. *J Bone Joint Surg Br*. 1952;34:366–85. PMID: 12999918.
15. Morton DJ. Hypermobility of the first metatarsal bone: the interlinking factor between metatarsalgia and longitudinal arch strains. *J Bone Joint Surg*. 1928;10:187–96.
16. Lapidus PW. A quarter of a century of experience with the operative correction of the metatarsus varus primus in hallux valgus. *Bull Hosp Joint Dis*. 1956;17:404–21. PMID: 13413410.
17. Карданов А.А. Оперативное лечение деформаций и заболеваний костей и суставов первого луча стопы: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М.: Российский университет друж-

бы народов; 2009. 31 с. [Kardanov AA. *Surgical Treatment of Deformities and Diseases of Bones and Joints of First Ray of the Foot*. [dissertation abstract]. Moscow: People's Friendship University of Russia; 2009. 31 p. (In Russ.)].

18. Myerson MS, Badekas A. Hypermobility of the first ray. *Foot Ankle Clin*. 2000;5:69–84. PMID: 11232392.

19. Тertyshnik С.С., Грекова Н.М., Пфейфер А.В., Атамский И.А., Астапенков Д.С. Оперативная коррекция деформаций переднего отдела стопы при hallux valgus. Челябинск: Элит-Печать; 2015. 158 с. [Tertyshnik SS, Grekova NM, Pfeifer AV, Atmanskii IA, Astapenkov DS. *The surgical correction of deformities of the forefoot with hallux valgus*. Chelyabinsk: Elit-Pechat; 2015. 158 p. (In Russ.)]

20. Fritz GR, Prieskorn D. First metatarsocuneiform motion: a radiographic and statistical analysis. *Foot Ankle Int*. 1995;16:117–23. PMID: 7599727. doi:10.1177/107110079501600302

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Рошаль Сергей Маркович**, врач – хирург-травматолог, 5 военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации (Екатеринбург, Россия). ORCID ID: 0000-0002-5772-4099. E-mail: Serrosh@mail.ru

**Обухов Игорь Азарьевич**, врач-травматолог, 5 военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации (Екатеринбург, Россия). ORCID ID: 0000-0002-5041-1292

**Ермишина Алена Сергеевна**, студент 6-го курса, лечебно-профилактический факультет, Уральский государственный

медицинский университет (Екатеринбург, Россия). ORCID ID: 0000-0003-1342-8930

**Шевелёва Мария Михайловна**, студент 6-го курса, лечебно-профилактический факультет, Уральский государственный медицинский университет (Екатеринбург, Россия). ORCID ID: 0000-0002-8146-8873

### Финансирование

*Исследование не имело спонсорской поддержки.*

### Конфликт интересов

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

### AUTHOR CREDENTIALS

**Roshal Sergey M.**, Trauma Surgeon, 5 Military Clinical Hospital of National Guard Troops of the Russian Federation (Yekaterinburg, Russia). ORCID ID: 0000-0002-5772-4099. E-mail: Serrosh@mail.ru

**Obukhov Igor A.**, Trauma Doctor, 5 Military Clinical Hospital of National Guard Troops of the Russian Federation (Yekaterinburg, Russia). ORCID ID: 0000-0002-5041-1292

**Ermishina Alena S.**, Sixth-Year Student, Faculty of General Medicine, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russia). ORCID ID: 0000-0003-1342-8930

**Sheveleva Maria M.**, Sixth-Year Student, Faculty of General Medicine, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russia). ORCID ID: 0000-0002-8146-8873

*Funding: the study did not have sponsorship.*

*Conflict of interest: none declared.*