

А. А. Ситник¹, О. А. Корзун¹, А. В. Белецкий²,
А. В. Платонов¹, М. А. Герасименко¹

НЕПРАВИЛЬНО СРОСШИЙСЯ ПЕРЕЛОМ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ: СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ЛЕЧЕНИЯ

РНПЦ травматологии и ортопедии,¹
Национальная академия наук Беларуси²

Неправильно сросшиеся переломы пяточной кости в зависимости от выраженности остаточной деформации могут приводить к серьезным ограничениям повседневной жизнедеятельности и инвалидизации пациентов. В статье рассматривается патофизиология неправильно сросшегося перелома пяточной кости, описывается диагностика, классификация и применяемые методы хирургического лечения. Для предоперационного планирования важны рентгенограммы в положении стоя (аксиальная проекция пяточной кости и боковая проекция голеностопного сустава и стопы), которые предоставляют информацию о величине деформации направлении осевых отклонений пяточной кости. Целью хирургического лечения является безболезненная функция стопы, что достигается за счет восстановления правильной формы пяточной кости и правильных осевых соотношений. В зависимости от выраженности деформации применяемые методы хирургического лечения включают краевую резекцию пяточной кости, артродез подтаранного сустава *in situ*, различные виды корригирующего артродеза и остеотомий пяточной кости. Применяемые методы лечения позволяют в большинстве случаев значительно улучшить функциональное состояние стопы с приемлемой частотой осложнений.

Ключевые слова: пяточная кость, деформация стопы, неправильное сращение, корригирующий подтаранный артродез.

A. Sitnik, A. Korzun, A. Beletsky, P. Volotovskiy,
A. Platonau, M. Gerasimenko

MALUNITED CALANEAL FRACTURE: CURRENT CONCEPTS OF TREATMENT

Depending on the severity of residual deformity malunited calcaneal fractures may lead to significant restrictions of daily life and to invalidization of patients. Pathophysiology of malunited calcaneal fracture, diagnostics, classifications and current methods of surgical treatment are discussed in the article. Essential for proper pre-operative planning are weight-bearing radiograms (hindfoot alignment view and lateral projection of the ankle and foot), which provide important information of the degree of deformity and the direction of the axial malalignments. Surgical treatment is aimed to pain-free function of the foot, what can be achieved by the restoration of correct height of the calcaneus and restoration of the correct axial alignment. Depending on the severity of the deformity, surgical treatment may include marginal calcaneal osteotomy, subtalar fusion *in situ*, different modifications of correcting subtalar fusion and/or calcaneal osteotomies. Current treatment modalities provide significant improvement of the functional condition of the foot with acceptable rate of complications.

Key words: calcaneus, foot deformity, malunion, correcting subtalar fusion.

Введение

Причинами сращения пяточной кости в неправильном положении являются применение неоперативного лечения смещенных переломов или ошибки хирургического лечения переломов пяточной кости. Грубые остаточные смещения приводят к смещению биомеханических осей стопы и нижней конечности в целом, вызывая нарушения походки, боли и стойкие нарушения функции стопы [1].

Патоанатомия и биомеханика

Патоанатомия неправильно сросшихся переломов пяточной кости весьма разнообразна и нарушает функцию и биомеханику не только прилежащих суставов, но даже нижней конечности в целом. Всестороннее понимание патоанатомических изменений важно для планирования хирургического лечения. Наиболее типичными изменениями при рассматриваемой патологии являются:

- неконгруэнтность суставных фасеток является непосредственной причиной развития артроза подтаранного сустава из-за неравномерного распределения нагрузок при ходьбе. Многие авторы считают необходимым хирургическое лечение при остаточных смещениях суставной поверхности уже от 1 мм;

- снижение высоты пяточной кости имеет двоякий эффект. Во-первых, из-за укорочения пяточной кости и смещения пяточного бугра проксимально снижается сила икроножной мышцы и мощность отталкивания стопы при ходьбе/беге. Во-вторых, возникает уплощение стопы и уменьшение наклона таранной кости, а при более горизонтальном расположении шейки таранной кости происходит ее ущемление при контакте с передним краем большеберцовой кости;

- осевая деформация пяточной кости и ее расширение приводят к нарушению нормального распределения нагрузки по подошвенной поверхности стопы, нарушению распределения нагрузок на суставы стопы, а также к возникновению патологического контакта между пяточной костью и наружной лодыжкой с ущемлением сухожилий малоберцовых мышц [2].

Клиническая оценка

Детальная клиническая оценка состояния пациента предоставляет важную информацию, необходимую для составления плана хирургического вмешательства [3].

Как правило, основной причиной обращения к врачу является боль. При локализации боли в передних отделах голеностопного сустава можно подозревать импиджмент шейки таранной кости. При этом отмечается ограничение тыльного разгибания стопы, а форсированное пассивное ее разгибание может воспроизводить возникновение боли. Боль по подошвенной поверхности обычно возникает из-за коллапса сводов стопы и сдавления образований стопы, либо из-за давления выступающих осколков кости. При длительном течении заболевания может наблюдаться атрофия пяточной жировой подушки. Боли по медиальной поверхности пятки могут быть следствием компрессии большеберцового нерва или сухожилия длинного сгибателя большого пальца. Клинически различить их можно с помощью теста Tinel (парестезии в зоне иннервации при глубокой пальпации нерва) или пассивных движениях большого пальца (боли в проекции сухожилия). Боли по наружной поверхности пятки обычно отмечаются при подтаранном артрозе, пяточно-малоберцовом импиджменте или тендините сухожилий малоберцовых мышц. При артрозе отмечается ограничение инверсии и эверсии заднего отдела стопы, пациент отмечает сложности при ходьбе по неровной поверхности. Тендинит выявляется пальпацией по ходу сухожилий малоберцовых мышц, а импиджмент объясняется расширением пяточной кости и формированием экзостоза по наружной стенке пяточной кости; при этом пациенты также жалуются на сложности с подбором обуви [1].

При клиническом осмотре в первую очередь обращают на своды стопы и ось заднего отдела стопы. Варусная деформация пяточной кости наблюдается чаще всего, однако иногда отклонение оси пяточной кости может маскироваться выраженным отеком и расширением пяточной кости. Нарушение оси заднего отдела стопы может быть более очевидным при ходьбе. При оценке ходьбы также обращают внимание на цикл шага – характерным является сокращение фазы опоры на пяточную кость и снижение силы отталкивания стопы. При измерении объема движений обращают внимание на возможное ограничение тыльного разгибания стопы – признак изменения инклинации таранной кости. Важной является оценка неврологического состояния стопы и функции

мышц. Сохранность мягкотканых покровов, наличие послеоперационных рубцов, свищей влияют на принятие решения о хирургическом лечении и применяемом доступе [2, 3].

Рентгенологическая оценка

Рентгенологическое исследование является неоценимым для предоперационного планирования. Стандартный минимум включает передне-заднюю и «синдесмозную» проекции голеностопного сустава, боковую рентгенограмму голеностопного сустава и стопы. Данные проекции позволяют грубо оценить деформации пяточной кости. «Синдесмозная» проекция позволяет оценить расширение пяточной кости и наличие конфликта фрагмента пяточного бугра с вершущкой наружной лодыжки [2, 4].

Для точного предоперационного планирования необходимо выполнение боковой рентгенограммы стопы под нагрузкой, а также аксиальная проекция заднего отдела стопы. Боковая проекция с нагрузкой конечности позволяет определить «функциональное» положение таранной кости (переразгибание) и степень уплощения свода стопы. Наиболее важными параметрами, которые оцениваются по боковой *нагрузочной* проекции, являются высота заднего отдела стопы и угол наклона таранной кости [3].

Аксиальную проекцию заднего отдела стопы также лучше выполнять под нагрузкой и в сравнении со здоровой конечностью. Это позволяет точнее оценить функциональное положение пяточной кости (варус / вальгус / поперечное смещение) и спланировать необходи-



Рисунок 1. Рентгенологические параметры на боковой проекции стопы.
H – высота заднего отдела стопы, A – угол наклона таранной кости

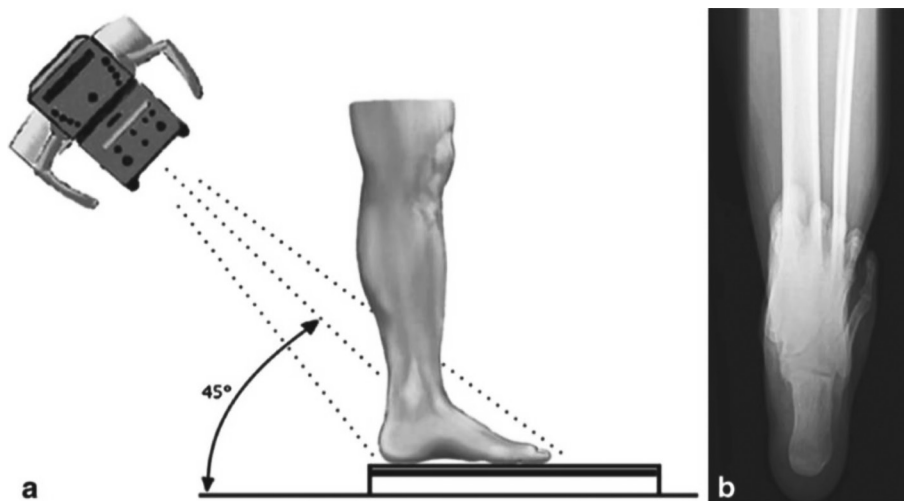


Рисунок 2. Аксиальная рентгенограмма заднего отдела стопы [5]

мость его коррекции. Наиболее информативной проекцией является «длинная аксиальная проекция» [5].

Компьютерная томография (КТ) предоставляет возможность построения реконструкций и трехмерной модели пяточной кости, что обеспечивает лучшее понимание деформации. Она важна также и для определения степени разрушения подтаранного сустава – иногда при относительно небольших сроках после первичной травмы имеется возможность его сохранения. Важно выявление некроза, зон аваскулярного некроза и признаков локальной инфекции. При необходимости диагностика дополняется МР-томографией, скintiграфией и лабораторными исследованиями [4, 6, 7].

Классификация

В настоящее время наиболее распространенными являются классификации Stephens and Sanders [8] и Zwipp and Rammelt [9]. Они полезны при выборе соответствующего типа хирургического вмешательства.

Классификация Stephens основывается на коронарном срезе КТ на уровне задней суставной фасетки (аналогично классификации Sanders при переломах пяточной кости). Выделяется три типа деформаций:

- тип I – расширение наружной стенки пяточной кости при нормальном осевом положении заднего отдела стопы;
- тип II – расширение наружной стенки пяточной кости, артроз подтаранного сустава и незначительное отклонение заднего отдела стопы (не более 10°);
- тип III – более выраженный артроз чем при типе II и отклонение заднего отдела стопы более 10°.

Соответственно типу повреждения авторы предлагали при первом типе выполнение краевой резекции пяточной кости для устра-

нения конфликта с наружной лодыжкой, при втором – дополнительно артродез in situ подтаранного сустава, при третьем – коррекцию осевого отклонения пяточной кости с помощью остеотомии (Dwyer).

Однако, так как данная классификация основывается только на коронарных срезах КТ, она не может учитывать степень потери высоты заднего отдела стопы и нарушение наклона таранной кости. Классификация Zwipp and Rammelt включает 6 типов и основывается уже на трехплоскостной оценке деформации пяточной кости [9].

Тип 0 – любая деформация пяточной кости при сохранном подтаранном суставе (аналог типа 1 по Stephens) – для лечения применяются вмешательства, сохраняющие подтаранный сустав.

Тип I – симптоматичный артрит подтаранного сустава без существенных осевых отклонений (аналог типа 2 по Stephens), для лечения применяется артродез подтаранного сустава in situ, при необходимости с декомпрессией наружной стенки пяточной кости.

Тип II – аналог типа 3 по Stephens, предлагается выполнение ассиметричной резекции сустава при артродезе или использование клиновидных костных блоков или дополнительная остеотомия пяточного бугра.

Тип III – представляет, пожалуй, наиболее типичную деформацию с дополнительной потерей высоты пяточной кости и сниженным (или даже отрицательным) углом Böhler; классическим вмешательством является корригирующий артродез подтаранного сустава (с применением костных блоков), при необходимости дополняемый корригирующей остеотомией пяточной кости (рис. 4).

Тип IV – результат перелома-вывиха пяточной кости с характерным смещением фрагмента пяточного бугра проксимально и к наружи под наружную лодыжку. Эти повреждения нередко остаются незамеченными при первичном осмотре, так как общая форма пяточной кости кажется сохранной на боковой проекции стопы.

Тип V – представляет наиболее тяжелые деформации пяточной кости, сопровождающиеся нарушениями взаимоотношений уже голеностопного сустава. Такие деформации требуют дополнительной открытой ревизии голеностопного сустава.

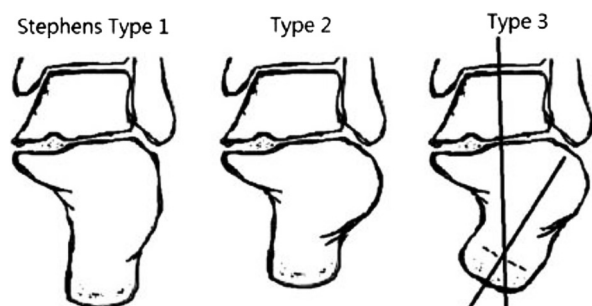


Рисунок 3. Классификация Stephens and Sanders [8]



Рисунок 4. Корректирующий подтаранный артродез. Пациент М, 57 лет. А – деформация пяточной кости, 1 год после травмы, инконгруэнтность подтаранного сустава, снижение высоты заднего отдела стопы, наклона таранной кости. Б – рентгенограмма после выполнения корректирующего подтаранного артродеза с дистракцией по щели подтаранного сустава и установкой двух костных блоков из крыла подвздошной кости. В – сращение с хорошим клиническим результатом, однако с сохранением уменьшенного угла наклона таранной кости

Так как лечение любого типа деформации пяточной кости может осложняться наличием несращения или аваскулярного некроза, в данную классификацию включены подтипы: А – деформация с хорошим костным сращением, В – несращение, С – некроз кости. При несращениях или аваскулярном некрозе кости необходимо удаление рубцовых, склерозированных или некротичных тканей и заполнение дефектов костным трансплантатом. Наличие инфекции требует радикальных хирургических обработок в соответствии с общими принципами ее лечения; какие-либо реконструктивные вмешательства возможны только после стойкого купирования инфекционного процесса [1, 2, 7].

Применяемые методы лечения

Возможности консервативного лечения неправильно сросшихся переломов пяточной кости весьма ограничены. Они включают рациональный подбор обуви (каблук или подпяточник 1–2 см, индивидуальное изготовление ортопедических стелек) и симптоматическую терапию. В большинстве случаев при выраженных клинических симптомах требуется хирургическое лечение [4].

Целью хирургического вмешательства является обеспечение возможности безболезненной ходьбы. Для этого необходимо восстановить форму пяточной кости (длина, ось, инклинация) и адресно устранить патологические мягкотканые компоненты у конкретного пациента: импиджмент-синдром области наружной лодыжки, тендинит сухожилий малоберцовых мышц, укорочение икроножной мышцы. В большинстве случаев необходимо вы-

полнение артродеза подтаранного сустава, хотя при давности травмы до 9–12 месяцев и отсутствии явных признаков его вовлечения возможны попытки сохранения сустава. Выбор метода хирургического лечения зависит от типа имеющейся деформации и варьирует от краевой остеотомии пяточной кости до сложных реконструктивно-восстановительных вмешательств [2, 3].

Краевая резекция пяточной кости была впервые предложена Cotton в 1921 году и получила широкое распространение из-за своей простоты и эффективности в купировании боли, вызываемой конфликтом между латеральной стенкой пяточной кости и наружной лодыжкой. Показанием к применению является деформация I типа по Sanders (тип 0 по Zwipp), однако чаще данное вмешательство является одним из компонентов более сложных реконструктивных вмешательств, таких как корректирующий подтаранный артродез и другие, при этом полученный костный фрагмент можно применять в качестве трансплантата.

Артродез подтаранного сустава *in situ* применяется при сохранной общей форме пяточной кости без выраженных осевых отклонений (деформации II типа по Stevens и I по Zwipp). Вмешательство позволяет сохранить высоту заднего отдела стопы и общую биомеханику при одновременной коррекции небольших деформаций. Попытки применения данного вмешательства при наличии выраженных осевых деформаций являются малоэффективными [7, 10].

Остеотомии пяточной кости (по Dwyer и в модификациях). Остеотомия пяточной кости из наружного доступа с иссечением клина для кор-

рекции варусной деформации впервые предложена Dwyer в 1959 году и получила широкое распространение также и для коррекции умеренных осевых деформаций пяточной кости. Данная остеотомия приводит к смещению нагружаемой весом части пяточной кости к наружи с одновременным разворотом подошвенной поверхности на вальгус, что приводит к облегчению симптомов перегрузки латерального края пяточной кости. Различные модификации включают установку иссеченного костного клина по верхней части остеотомии (для сохранения длины пяточной кости и некоторого увеличения высоты заднего отдела стопы), остеотомию открытого клина для коррекции вальгусной деформации, а также комбинации с подтаранным артродезом [2, 6].

Корректирующий артродез подтаранного сустава показан при значительном проседании заднего отдела стопы и выраженных осевых отклонениях пяточной кости. Важным вопросом является выбор оптимального доступа для выполнения данного вмешательства. Расширенный наружный доступ, широко применяемый при лечении переломов пяточной кости, опасен сложностями при адаптации краев горизонтальной части разреза и последующими раневыми осложнениями, особенно при существенном одномоментном увеличении высоты заднего отдела стопы. Поэтому, если у пациента нет послеоперационных рубцов, предпочтительным является задне-латеральный доступ (Gallie), вмешательство при этом выполняется в положении на животе. Если предшествующее хирургическое вмешательство выполнялось из расширенного латерального доступа и необходимо удаление пластины, то при необходимости коррекции грубых деформаций иногда целесообразно разделить вмешательство на два этапа: первым этапом выполнить удаление фиксатора, а затем, после полного заживления раны выполнить корректирующий подтаранный артродез из задне-латерального доступа [3, 11, 12].

После обесхрящивания суставных поверхностей подтаранного сустава и перфорирования субхондрального слоя выполняется дистракция по щели сустава с выведением заднего отдела стопы в правильное положение. Образовавшийся диастаз между пяточной и таранной костями заполняют резецированной наружной стенкой пяточной кости (при величии

не дефекта менее 10 мм) или аутотрансплантатами из крыла подвздошной кости. Высота и форма применяемых трансплантатов должны обеспечивать правильное положение пяточного бугра. После выполнения коррекции фиксация обычно выполняется двумя-тремя 6,5 мм спонгиозными винтами [3].

При более выраженных деформациях Zwipp III корригирующего подтаранного артродеза может быть недостаточно для коррекции формы пяточной кости, поэтому он дополняется корригирующей остеотомией пяточной кости, которая позволяет устранить варусную деформацию пяточной кости и увеличить высоту заднего отдела стопы [3, 6].

При деформациях IV типа по Zwipp – невыявленный переломо-вывих пяточной кости со смещением тела проксимально и латерально коррекцию формы пятки обеспечивает косая скользящая остеотомия по старой линии перелома. Доступ к линии остеотомии начинается за наружной лодыжкой и продолжается в тарзальный доступ к пяточной кости. Сухожилия малоберцовых мышц мобилизуются и отводятся проксимально, между верхушкой наружной лодыжки и смещенным бугром пяточной кости устанавливается пластинчатый расширитель или дистрактор. Вскрывается и обрабатывается подтаранный сустав, затем долотом выполняется остеотомия по старой линии перелома. Низведение фрагмента пяточного бугра дистально осуществляется с помощью элеватора, пластинчатого расширителя, винта Schanz или дистрактора, нередко для этого необходимо удлинение ахиллова сухожилия. Фиксация осуществляется винтами межфрагментарно, а артродез подтаранного сустава выполняется 6,5 мм винтами из бугра пяточной кости [3].

Среди дополнительных вмешательств на мягких тканях наиболее частыми являются удлинение ахиллова сухожилия, выделение сухожилий малоберцовых мышц и формирование тоннеля для их скольжения [2].

Послеоперационный режим обычно включает применение гипсовой повязки и ограничение нагрузки весом в течение 8–10 недель для предотвращения коллапса трансплантата. Затем в течение следующих 6 недель применяется короткая повязка для ходьбы с постепенным переходом к полной нагрузке конечности массой тела [2, 3].

Результаты и осложнения

Типичным осложнением хирургического лечения неправильно сросшегося перелома пяточной кости является несостоявшийся артродез подтаранного сустава. Большинство серий с достаточно большим количеством наблюдений сообщают о частоте несращений менее 10 %. Факторами риска являются курение, сахарный диабет и отказ от применения костного трансплантата.

Раневые осложнения составляют около 6 %. Важным фактором снижения риска раневых осложнений является корректный выбор хирургического доступа, либо ограничение степени коррекции деформации пяточной кости при использовании расширенного наружного доступа к пяточной кости для предотвращения избыточного натяжения краев горизонтального плеча раны.

Клиническую эффективность применяемых методов лечения оценить сложно из-за разнообразия деформаций пяточной кости. В литературе имеется достаточно большой массив данных только по деформациям III типа по Zwipp и эффективности корригирующего подтаранного артродеза. Сообщаемая частота консолидации составляет 86–100 %, увеличение высоты заднего отдела стопы – 5–11 мм. У абсолютного большинства пациентов отмечается улучшение функциональных показателей, однако полное функциональное восстановление практически недостижимо [1, 2, 7].

Тяжелые посттравматические деформации пяточной кости являются результатом неадекватного лечения первичных травматических повреждений.

Выбор способа хирургического лечения должен основываться на тщательном предоперационном планировании с учетом данных клинического, рентгенологического и КТ исследований. Обязательными являются передне-задняя и «синдесмозная» проекции голеностопного сустава, а также боковая рентгенограмма голеностопного сустава и стопы и аксиальная проекция заднего отдела стопы в положении стоя.

Правильно выбранное и технически грамотно выполненное хирургическое вмешательство позволяет значительно улучшить функциональное состояние конечности, однако полное восстановление функции недостижимо.

Литература/References

1. Yu, G.-R., Yu X. Surgical Management of Calcaneal Malunion // J Orthop Trauma Rehabil. – 2013. – Vol. 17, № 1. – P. 2–8.
2. Guan, X. et al. Malunited calcaneal fracture: the role and technique of osteotomy – a systematic review // International Orthopaedics. – 2021. – Vol. 45, № 10. – P. 2663–2678.
3. Rammelt, S., Marx C. Managing Severely Malunited Calcaneal Fractures and Fracture-Dislocations // Foot and Ankle Clinics. – 2020. – Vol. 25, № 2. – P. 239–256.
4. Krähenbühl, N. et al. The subtalar joint: A complex mechanism // EFORT Open Rev. – 2017. – Vol. 2, № 7. – P. 309–316.
5. Reilingh, M. L. et al. Measuring hindfoot alignment radiographically: the long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view // Skeletal Radiol. – 2010. – Vol. 39, № 11. – P. 1103–1108.
6. Brilhault, J. Calcaneal osteotomy for hindfoot deformity // Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research. – 2022. – Vol. 108, № 1.
7. Tuijthof, G. J. M. et al. Overview of subtalar arthrodesis techniques: Options, pitfalls and solutions // Foot and Ankle Surgery. – 2010. – Vol. 16, № 3. – P. 107–116.
8. Stephens, H. M., Sanders R. Calcaneal malunions: results of a prognostic computed tomography classification system. // Foot ankle Int. – 1996. – Vol. 17, № 7. – P. 395–401.
9. Rammelt, S., Zwipp H. Corrective arthrodeses and osteotomies for post-traumatic hindfoot malalignment: indications, techniques, results // Int Orthop. – 2013. – Vol. 37, № 9. – P. 1707–1717.
10. Widnall, J., Mason L., Molloy A. Medial Approach to the Subtalar Joint // Foot and Ankle Clinics. – 2018. – Vol. 23, № 3. – P. 451–460.
11. Hintermann, B., Knupp M., Barg A. Osteotomies of the distal tibia and hindfoot for ankle realignment // Orthopaedics. – 2008. – Vol. 37, № 3. – P. 212–223.
12. LaPorta, G., Bock F., Ghate N. Posterior approach for subtalar joint distraction arthrodesis by compact external fixation: A technique guide // J Foot Ankle Surg. – 2013. – Vol. 52, № 4. – P. 547–552.
13. Hintermann, B. Laterale Verlängerungsosteotomie des Kalkaneus // Oper Orthop Traumatol. – 2015. – Vol. 27, № 4. – P. 298–307.

Поступила 04.12.2024 г.