

Анатомическое обоснование выбора оперативного вмешательства при вросшем ногте

Ш.А. Махмудов¹✉, Е.М. Фоминых^{2,3}, В.Ф. Зубрицкий², А.А. Каниболоцкий^{4,5}, П.Д. Варфоломеева³, Г.А. Платонова³, О.С. Роговая⁶

Хирургическое отделение

¹ ГБУЗ «Городская поликлиника № 46 ДЗМ»

Российская Федерация, 105005, Москва, ул. Казакова, д. 17 А

² ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»

Российская Федерация, 125080, Москва, Волоколамское ш., д. 11

³ ФКУЗ «Медико-санитарная часть МВД России по г. Москве»

Российская Федерация, 127521, Москва, ул. Веткина, д. 9, стр. 1

⁴ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»

Российская Федерация, 129090, Москва, Б. Сухарева пл., д. 3

⁵ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента ДЗМ»

Российская Федерация, 115184, Москва, Большая Татарская ул., д. 30

⁶ ФГБУН «Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН»

Российская Федерация, 119334, Москва, ул. Вавилова, д. 26

✉ Контактная информация: Махмудов Шагид Адильсолтанович, заведующий хирургическим отделением ГБУЗ «Городская поликлиника № 46 ДЗМ». Email: drmahmudov@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Вросший ноготь является одной из причин хирургического вмешательства: на ее долю приходится до 20% всех операций в поликлиниках. При этом консервативные и хирургические подходы к лечению недостаточно надежны: до 70% случаев осложняются рецидивами.

ЦЕЛЬ

Изучение топографического расположения и соотношения клеток ростковой зоны ногтевой пластинки, необходимое для планирования объема вмешательства при лечении вросшего ногтя пальцев ног.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для проведения собственных исследований были образцы кадаверного ногтевого комплекса, без выявленных патологий от 20 объектов разного возраста и пола. Исследования проводили с использованием гистологических, иммунофлуоресцентных и микроскопических методов.

Результаты сопоставляли с имеющимися литературными данными, уточняя наиболее важные особенности строения. Полученные данные позволят обоснованно планировать объем вмешательства при проведении операций по поводу вросшего ногтя, а также снизить число неудовлетворительных результатов операций на ногтевом комплексе при травме и заболеваниях ногтей.

Ключевые слова:

ногтевая пластина, вросший ноготь, анатомия, ногтевой матрикс

Ссылка для цитирования

Махмудов Ш.А., Фоминых Е.М., Зубрицкий В.Ф., Каниболоцкий А.А., Варфоломеева П.Д., Платонова Г.А. и др. Анатомическое обоснование выбора оперативного вмешательства при вросшем ногте. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2023;12(4):667–675. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-4-667-675>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Работа завершена в рамках раздела Государственного задания ИБР РАН № 0088-2021-0016

ВВЕДЕНИЕ

Вросший ноготь (инкарнация ногтя) на пальцах ног является одним из наиболее распространенных хирургических заболеваний. По разным данным, операции по данному поводу составляют от 2,5 до 20% всех операций в поликлиниках [1–3].

Консервативные, ортопедические и даже хирургические подходы недостаточно надежны, в связи с чем от 10 до 70% случаев осложняются рецидивами [1, 4, 5].

Учитывая распространенность, частоту рецидивов после оперативного лечения, продолжительность утраты трудоспособности, вросший ноготь и в настоящее время занимает одно из ведущих мест среди заболеваний в амбулаторной хирургии [1, 2, 4].

Основными целями оперативного вмешательства являются расширение ногтевого ложа, удаление ногтевой пластинки и иссечение зоны роста. В разных модификациях операций реализуется одна из перечис-

ленных целей или все сразу [6, 7]. Очевидно, что для планирования и выполнения таких операций крайне важно знание анатомии, однако в доступной литературе эти вопросы освещены недостаточно, в частности, нет указаний на размеры ростковой зоны. При этом неполная деструкция приводит к рецидиву роста ногтя и неудовлетворительным результатам операции [2, 5]. Несмотря на наличие специализированной литературы, полный дифференцированный алгоритм диагностики и лечения указанной патологии отсутствует.

Целью настоящей работы было изучение топографического расположения и соотношения клеток ростковой зоны ногтевой пластинки, необходимое для планирования объема вмешательства при лечении вросшего ногтя пальцев ног.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Образцы ногтевого комплекса для исследования забирали в ходе патолого-анатомического исследования у людей разного возраста, пола и анатомических внешних данных (учитывали возраст, пол, наружные размеры пальца и ногтевой пластинки). Всего для изучения анатомии ногтевого комплекса было проведено изучение строения мягких тканей и ногтевого ложа большого пальца стопы у 20 случайных объектов.

Ни в одном случае не было расслоения ногтевой пластинки, врастания ногтя или паронихия. Забор производили с помощью фрезы (в 2 случаях) вместе с сектором кости ногтевой фаланги и с помощью острого скальпеля (во всех прочих случаях). При заборе скальпелем костная часть не иссекалась (рис. 1).

Подготовка гистологических препаратов: выделенные образцы ногтевого ложа вместе с ногтевой пластинкой фиксировали в растворе 10% формалина 3–5 суток, учитывая плотность ногтевой пластинки. В двух случаях проводили декальцинацию, остальные пробы выполняли без декальцинации. Далее кассеты с образцами тканей помещали в гистопроцессор карусельного типа, где после стандартной процедуры дегидратации и заливки парафином формировали парафиновые блоки. Из подготовленных блоков было изготовлено 88 продольных серийных срезов толщиной 8–10 мкм, включая ногтевое ложе, ногтевые валики, корень и фрагменты трубчатой кости. Окрашивание депарафинизированных срезов гематоксилин-эозином проводили по стандартной методике.

Иммунофлуоресцентные исследования проводили на депарафинизированных срезах с использованием первичных антител производства компании *Abcam*: кроличьи моноклональные антитела к кератину 14, 15 и мышинные моноклональные антитела к кератину 10. Обработку антителами проводили в соответствии с рекомендациями производителя, после чего для визуализации участков связывания срезы инкубировали с раствором вторых антител, конъюгированных с флуорохромами: *anti-rb Alexa Fluoro 488* и *anti-mouse Alexa Fluoro 555* в течение часа в темноте. Ядра окрашивали красителем *DAPI*.

Фотосъемку и исследования препаратов проводили на флуоресцентном микроскопе (*Olympus*) при длине волны 380, 480–495 и 540–595 нм.

Так как в доступной литературе отсутствовали данные о размерах элементов ногтевого комплекса (в частности — толщина матрикса), давать обоснованные рекомендации о глубине деструкции при операциях анатомических структур невозможно. В этой связи

при микроскопических исследованиях гистологических препаратов были проведены морфометрические измерения наиболее важных, с точки зрения хирурга, структур ногтевого комплекса, с использованием оптического микрометра. Полученные результаты сопоставляли с имеющимися литературными данными, уточняя необходимые сведения. Поэтапно были рассмотрены элементы ногтевого комплекса и отмечены наиболее важные данные, необходимые для выполнения оперативного вмешательства (рис. 2).

Источники данных. Поиск литературных источников в *PubMed* был проведен путем тематических запросов с использованием ключевых терминов «вросший ноготь», «онихокриптоз» и «воплощенный ноготь». Поиск включал мета-анализы, рандомизированные контролируемые испытания, клинические испытания и обзоры.

ОБЗОР ИЗВЕСТНЫХ ДАННЫХ ОБ АНАТОМИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ НОГТЕВОГО КОМПЛЕКСА И РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Под термином «ногтевой комплекс пальца» понимают совокупность ногтевой пластинки и окружающих ее мягких тканей (ногтевые валики и ложе) (рис. 3).

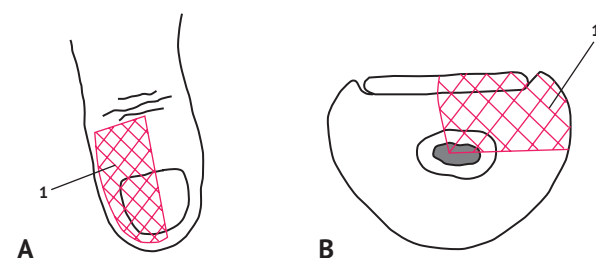


Рис. 1. Схема забора с материала для гистологического изучения (закрашенная область). А — вид с тыльной поверхности; В — объем иссекаемых для исследования тканей
Fig. 1. The collection of material for histological study (shaded area). A — back surface view; B — volume of tissue excised for examination

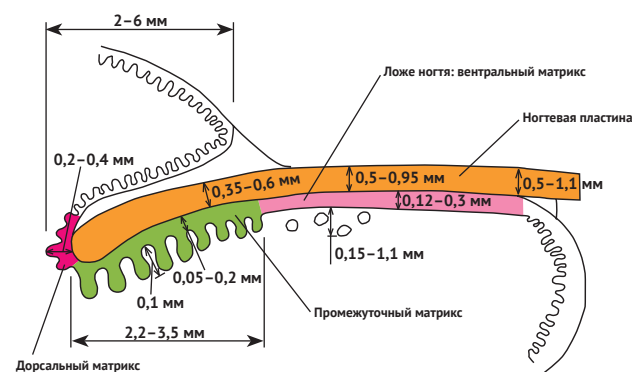


Рис. 2. Морфометрия тканей ногтевого комплекса (схема)
Fig. 2. Morphometry of tissues of the nail (scheme)

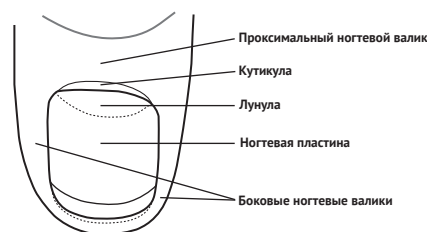


Рис. 3. Схема строения ногтевого комплекса
Fig. 3. The nail unit structure

Ноготь, являясь производным ростковых слоев эпидермиса кожи (базальный и шиповатый), представляет собой пластинку, лежащую на ногтевом ложе дистальной фаланги пальца. Его прочность обусловлена тем, что он образован роговыми чешуйками, в которых содержится твердый альфа-кератин. Толщина ногтевой пластинки меняется: в проксимальной части — 0,35–0,6 мм, а в дистальной части становится более толстой — 0,5–1,1 мм [8].

Ногтевая пластина гетерогенна и состоит из трех слоев: тонкого дорсального слоя, который растет из наиболее проксимального отдела матрикса, толстого промежуточного слоя, который формируют клетки среднего (промежуточного) слоя матрикса и тонкого вентрального слоя — формируется в области клеток ногтевого ложа (рис. 4) [9].

Проксимальная часть ногтевой пластины спрятана под кожным валиком (эпонихий или проксимальный ногтевой валик), по боковым краям ограничена боковыми ногтевыми валиками и заканчивается свободным (дистальным) краем, не спаянным с ногтевым ложем.

Проксимальный валик представляет собой клиновидную складку кожи на тыльной стороне дистального отдела пальца, из-под которой выступает ногтевая пластина [7, 9]. Проксимальный ногтевой валик состоит из двух поверхностей (частей): дорсальной и вентральной. Около четверти общей поверхности ногтевой пластины находится под вентральной частью проксимального ногтевого валика (рис. 5).

Дорсальная часть проксимального ногтевого валика состоит из продолжения эпидермиса и дермы дорсального пальца с потовыми железами, но без фолликулов или сальных желез.

Вентральная часть утолщенная, без придатков, плотно прилегает к дорсальной поверхности ногтевой пластины (рис. 6). Эпителий вентральной поверхности проксимального ногтевого валика получил название эпонихия [10, 11]. Заболевания, поражающие вентральную часть проксимального ногтевого валика, могут поражать и новообразованную ногтевую пластину. По этой причине некоторые авторы считают, что проксимальный ногтевой валик способствует формированию поверхностного слоя ногтевой пластины [12]. В частности, появление ямок и бороздок (линия Бо) на ногте связано с паракератотическим феноменом и феноменом задержки роста, соответственно, в вентральной части проксимального ногтевого валика. Роговые слои эпидермиса проксимального валика наплзают на тело ногтя, образуя кожу ногтевого валика (кутикулу), которая изолирует пространство между ногтевой пластинкой и проксимальным ногтевым валиком от попадания инородных тел (рис. 6). Его функция — защита ногтевой основы, особенно зародышевого матрикса. Потеря кутикулы часто ведет к поражению матрикса ногтя острым и хроническим воспалительным и инфекционным процессами (паронихий), что приводит к вторичным дистрофиям ногтевых пластинок.

Боковые валики ограничивают ногтевую пластинку, но не связаны с ней. В связи с наличием пространства между ногтевой пластинкой и боковыми валиками возможна фиксация за боковые края ногтевой пластинки. Зацепляя фиксаторами (например, проволокой) края, можно изменить направление роста ногтевой пластины.

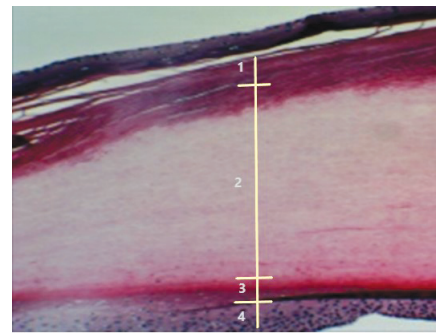


Рис. 4. Эпителий ногтевого ложа и ногтевая пластинка. 1 — дорсальный слой ногтевой пластинки; 2 — промежуточный слой ногтевой пластинки; 3 — вентральный слой ногтевой пластинки; 4 — эпителий ногтевого ложа. Увеличение $\times 100$, окраска гематоксилин-эозин

Fig. 4. Epithelium of the nail bed and nail plate. 1 — dorsal layer of the nail plate; 2 — intermediate layer of the nail plate; 3 — ventral layer of the nail plate; 4 — epithelium of the nail bed. Magnification $\times 100$, hematoxylin-eosin staining

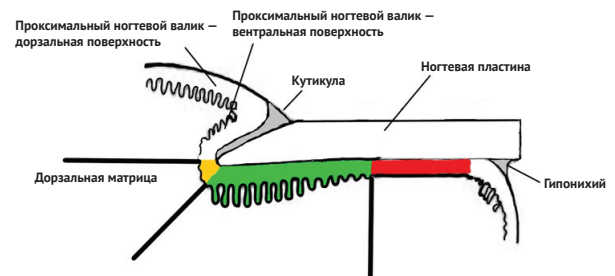


Рис. 5. Схема строения ногтевого комплекса в сагиттальной плоскости

Fig. 5. The nail unit structure, sagittal plane

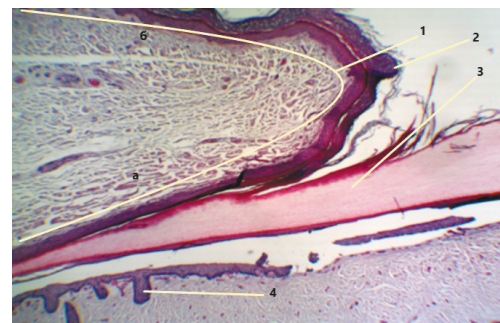


Рис. 6. Проксимальный валик и кутикула. Увеличение $\times 40$, окраска гематоксилин-эозин. 1 — проксимальный валик вентральная (а) и дорсальная (б) часть, 2 — кутикула, 3 — ногтевая пластинка, 4 — матрикс

Fig. 6. Proximal ridge and cuticle. Magnification $\times 40$, hematoxylin-eosin staining. 1 — proximal ridge, ventral (a) and dorsal (b) part, 2 — cuticle, 3 — nail plate, 4 — matrix

Ноготь на всей своей площади плотно фиксирован к матриксу и ногтевому ложу, и отделение его достаточно травматично. Удаление ногтевой пластинки при отсутствии патологии роста возможно только после отслоения ее от подлежащего ногтевого ложа с помощью плоского и острого инструмента (часто используют браншу ножниц Купера).

Скорость роста ногтевой пластины известна: в месяц она увеличивается на 1,9–4,4 мм [3, 6]. Рост ногтевой пластинки на разных пальцах неравномерен: ногти на руках растут быстрее, чем на ногах. В то время как ногтевая пластинка на руке полностью

вырастает примерно за 6 месяцев, ногтевой пластинке на ноге, чтобы вырасти до края ногтевого ложа, требуется от 12 до 18 месяцев [13].

Матрицей ногтя (матриксом или «материнской тканью») называют зону ногтевого комплекса, где происходит формирование ногтевой пластинки. Матрикс делится на три части: дорсальную, промежуточную и вентральную (рис. 5) [9, 11, 12]. Для хирургов этот отдел ногтевого комплекса является наиболее анатомически значимым, так как удаление этой зоны определяет, будет ли возобновление роста ногтя. Считается, что промежуточная матрица вносит основной вклад в формирование вещества ногтевой пластины. По этой причине в большинстве работ, обсуждая гистологию матрицы, в основном имеют в виду ее промежуточную часть, используя термин «истинная матрица» [9]. В связи с этим становится понятна важность определения границ матрицы, однако сделать это не очень просто, так как макроскопически эти отделы не отличаются.

При наружном осмотре ногтевой пластины хорошо заметен участок в форме белого полумесяца, выступающий из-под проксимального ногтевого валика. Это пятно называется лунула. Считается, что лунула определяет границу наиболее дистальной части росткового слоя и определяет форму свободного края ногтевой пластины [14] (рис. 3). Белесоватый цвет ногтевой пластины в области лунулы вызван наличием в ней несформированного кератина [13, 15]. В связи с тем, что цвет лунулы вызван цветом ногтевой пластинки, а не ногтевого ложа, после удаления ногтевой пластинки визуально определить границы истинной матрицы невозможно.

Гистологически матрица представляет собой легко идентифицируемый толстый плоский эпителий, расположенный непосредственно под вентральной частью проксимального ногтевого валика (рис. 7). Матрица обладает очень активным зародышевым базальным слоем незрелых базалоидных клеток, производящих кератиноциты, которые дифференцируются, затвердевают, умирают, образуя роговые плоские клетки и способствуют формированию ногтевой пластины [14]. Главная особенность матрицы — наличие от 8 до 15 участков внедрения эпителиальных клеток в глубже лежащие слои, в виде своеобразных «лакун» или «ямок». Данные образования гистологи обозначают термином «акантотические отростки» (рис. 8–10). Волнистость эпителиального слоя матрикса видна всего на несколько миллиметров в локациях дорсального и промежуточного матрикса. Глубина акантотических отростков постепенно убывает в направлении к вентральному матриксу (или ногтевому ложу) (рис. 11). По протяженности — проксимальный матрикс находится в проекции торца ногтевой пластины на протяжении 0,4–0,6 мм. Промежуточный матрикс занимает все пространство матрикса, прикрытое проксимальным валиком, на протяжении 2,2–3,5 мм.

Таким образом тезис о совпадении границы лунулы и границы промежуточного матрикса неверен — почти всегда промежуточный матрикс оканчивался на уровне края проксимального валика.

Общая толщина клеток матрикса в проксимальном и вентральном отделе составляет от 0,05 до 0,2 мм, однако за счет акантотических отростков (которые прибавляют еще глубины до 0,2 мм) они достигают 0,15–0,4 мм.



Рис. 7. Корень ногтя. Увеличение $\times 40$, окраска гематоксилин-эозин. 1 — проксимальный валик; 2 — дорсальный матрикс; 3 — промежуточный матрикс; 4 — акантотические отростки
Fig. 7. Nail root. Magnification $\times 40$, hematoxylin-eosin staining. 1 — proximal ridge, 2 — dorsal matrix, 3 — intermediate matrix, 4 — acanthotic processes

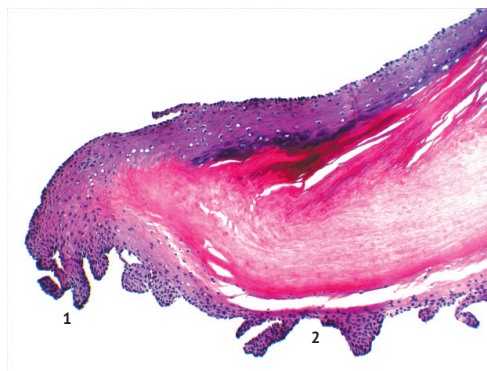


Рис. 8. Корень ногтя. Увеличение $\times 100$, окраска гематоксилин-эозин. Представлены проксимальная часть ногтевой пластинки и эпителий дорсального и промежуточного матрикса. Хорошо заметно, что основная часть ногтя формируется из эпителия промежуточного матрикса. 1 — проксимальный валик; 2 — дорсальный матрикс; 3 — промежуточный матрикс; 4 — акантотические отростки
Fig. 8. Nail root. Magnification $\times 100$, hematoxylin-eosin staining. The proximal part of the nail plate and the epithelium of the dorsal and intermediate matrix are shown. It is clearly visible that the main part of the nail is formed from the epithelium of the intermediate matrix. 1 — proximal ridge, 2 — dorsal matrix, 3 — intermediate matrix, 4 — acanthotic processes

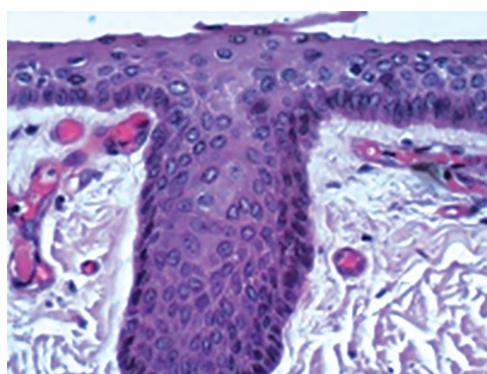


Рис. 9. Промежуточный матрикс. Увеличение $\times 400$, окраска гематоксилин-эозин
Fig. 9. Intermediate matrix. Magnification $\times 400$, hematoxylin-eosin staining

Обычно для деструкции матрикса ткани обрабатывают ложкой Фолькмана. Наличие акантотических отростков приводит к выводу о необходимости более глубокой деструкции тканей матрикса в этих отделах с целью прекращения роста ногтевой пластины.

Как уже было отмечено — эпителиальные клетки производят кератин ногтевой пластинки, однако сведений о том, какое участие в этом принимают клетки в акантотических отростках — нам найти не удалось.

Следует также указать, что непосредственно к ямкам промежуточного эпителия прилежит сухожилие разгибателя пальцев, в связи с чем возможно его повреждение.

Дистальнее промежуточной располагается вентральная часть матрикса (или ногтевое ложе) [11, 15]. Гистологически участок, где заканчивается промежуточная матрица и находится начало ногтевого ложа, хорошо заметен — исчезают акантотические отростки и изменяется вид эпителия. Эпидермальный слой ногтевого ложа, в отличие от промежуточного отдела, представляет собой плоский эпителий толщиной не более 3 или 3 клеток и без меланоцитов.

Общая толщина вентрального матрикса ногтевого ложа, включая камбиальные и ороговевшие клетки, составляет от 0,12 до 0,3 мм (рис. 2). Зона перехода от живых кератиноцитов к мертвым клеткам вентральной ногтевой пластинки является резкой и происходит в пространстве одного горизонтального клеточного слоя [16]. Пролиферация эпителия вентральной части менее активна, с более длительным временем обновления, чем в других отделах матрицы и кожи [16]. Клетки эпителия вырабатывают тонкий паракератотический кератин, который, вместе с верхними слоями эпидермальных клеток, вытягивается ногтевой пластиной, растущей над ним. Вероятно, по этой причине гематома, которая образуется под ногтевой пластинкой, движется вместе со сдвинутым эпителием по ходу роста ногтя.

В области ногтевого ложа также имеются множественные «карманы» из базальных клеток эпителия — так называемые «эпителиальные гнезда» или «крипты» (рис. 12). Данные структуры ответственны за быструю эпителизацию ногтевого ложа при удалении ногтевой пластинки. Они располагаются еще на 0,15–1,1 мм глубже камбиального слоя. Если учитывать крипты в составе вентрального матрикса, то общая его глубина составляет от 0,3 до 1,5 мм.

Самая дистальная часть ногтевого ложа — гипонихий, представляющий собой соединение между ногтевым ложем и кончиками пальцев. Функция этого анатомического образования, так же как и эпонихия — изоляция ногтевого ложа от инородных тел и возбудителей инфекций [8].

Так как анатомическое строение не всегда характеризует метаболическую активность, были проведены исследования по определению содержания белков в камбиальных клетках матрикса.

Известно, что 90% ногтевой пластины состоит из кератинов и белков, ассоциированных с кератинами [17]. Однако для каждого отдельного пула кератиноцитов характерен свой специфический набор цитокератинов, позволяющий оценить направленность и стадию их дифференцировки. С целью определения границ отделов матрикса и ростковых зон эпителиальных слоев нами проведено иммунофлуоресцентное выявление цитокератинов 10, 14 и 15 (дале K10, K14 и K15 соответственно).

В дорсальном матриксе было обнаружено значительное количество клеток, содержащих K15 (рис. 13). Он характерен для стволовых и ранних прогнитивных клеток [18]. В нашем исследовании K15 локализован в

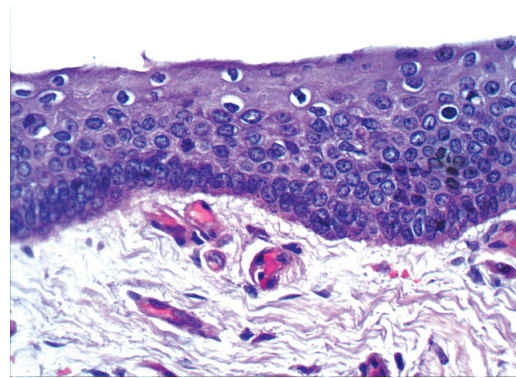


Рис. 10. Промежуточный матрикс. Увеличение $\times 400$, окраска гематоксилин-эозин

Fig. 10. Intermediate matrix. Magnification $\times 400$, hematoxylin-eosin staining

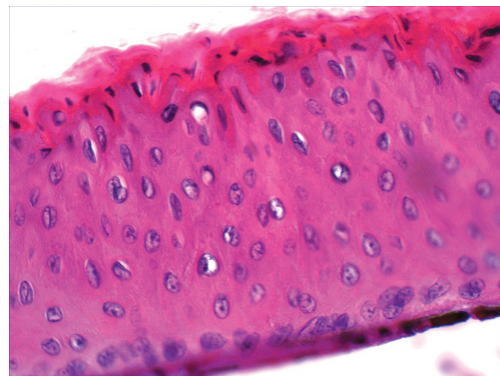


Рис. 11. Эпителий ногтевого ложа. Увеличение $\times 400$, окраска гематоксилин-эозин

Fig. 11. Epithelium of the nail bed. Magnification $\times 400$, hematoxylin-eosin staining

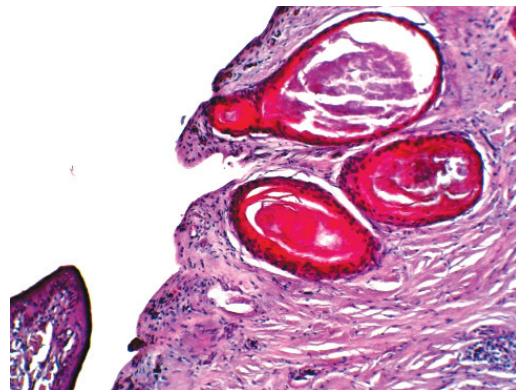


Рис. 12. Эпителиальные гнезда в области матрикса. Увеличение $\times 100$

Fig. 12. Epithelial nests in the matrix area. Magnification $\times 100$

наиболее проксимальной части матрикса, на протяжении нескольких миллиметров. Его следы обнаружены исключительно в проекции торца корня ногтевой пластинки (дорсальном матриксе). Таким образом, дорсальный участок матрикса вырабатывает кератин, который преимущественно формирует основную часть ногтевой пластинки. Становится ясно, что для прекращения роста ногтевой пластинки требуется деструкция не только «истинной» (промежуточной) матрицы, но и проксимальной. Более дистально на ногтевом ложе K15 не обнаружен, там преобладал K14. Этот белок характерен для базальных и супрабазальных кератиноцитов и эпителиальных крипт ногтя [18].

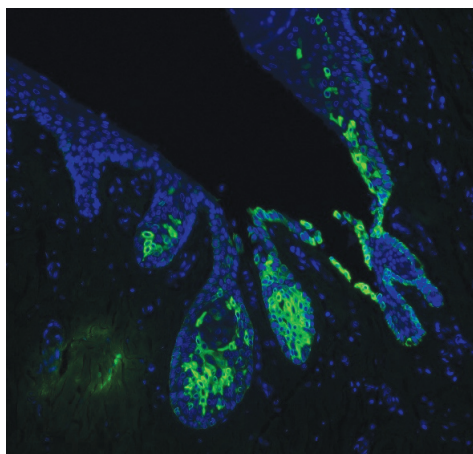


Рис. 13. Иммуногистологическое исследование ногтевого ложа. Увеличение $\times 400$. Синим цветом окрашены ядра клеток; зеленый цвет — окрашенный цитокератин 15. На фото хорошо заметно, что данный цитокератин выделяется только с торцевой части ногтевой пластинки, при этом присутствует в акантотических отростках. Ногтевая пластинка удалена

Fig. 13. Immunohistological examination of the nail bed. Magnification $\times 400$. Cell nuclei are stained blue; cytokeratin 15 is stained green. The photo clearly shows that this cytokeratin is released only from the end part of the nail plate, while it is present in the acanthotic processes. The nail plate is removed

Клетки, содержащие K14, формируют вентральную часть ногтевой пластинки — слущиваясь, они фиксируются к ногтевой пластинке и следуют за ростом ногтя. По этой причине вентральная часть утолщается в дистальном направлении.

Как известно, K10 является зрелым белком, который содержится в поверхностных слоях ороговевающего эпителия [19]. При анализе препаратов мы выявили его присутствие преимущественно в вентральной части проксимального кожного валика. Клетки, содержащие K10, формируют кутикулу и дорсальную часть ногтевой пластинки (рис. 14).

В результате исследования возникает общая схема распределения типов цитокератинов в тканях ногтевого комплекса (рис. 15, 16), которая указывает на зоны, где образуется ногтевая пластина: дорсальная часть ногтя формируется вентральной поверхностью проксимального валика, основная часть ногтевой пластины формируется в проксимальной и промежуточной части матрикса, а вентральная часть матрикса (ногтевое ложе) формирует только вентральную часть ногтевой пластинки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многие методы хирургической коррекции роста ногтя предусматривают удаление зоны роста ногтевой пластины.

На практике большинство хирургов с целью удаления эпителия выполняет обработку только промежуточного матрикса острой ложкой Фолькмана. Как показали исследования, данная обработка удаляет только поверхностный эпителий. Однако рост ногтя после такой обработки возобновляется в большинстве случаев, так как эпителий остается в дорсальном матриксе, акантотических отростках и эпителиальных ямках. Восстановленный эпителий начинает опять вырабатывать кератин ногтевой пластинки и цели операции не достигаются. Для удаления эпителия в области промежуточного и дорсального матрикса

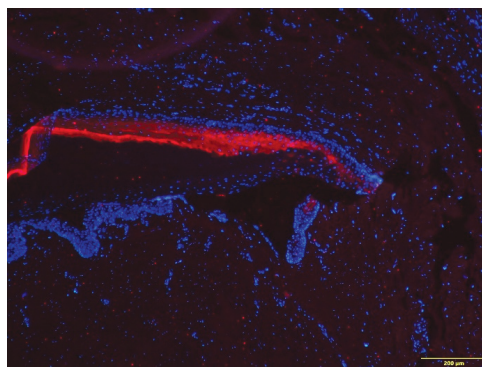


Рис. 14. Иммуногистологическое исследование ногтевого ложа. Увеличение $\times 200$. Синим цветом окрашены ядра клеток; красный цвет — окрашенный цитокератин 10. На фото хорошо заметно, что данный цитокератин образуется на вентральной части проксимального валика, участвуя в формировании кутикулы. Ногтевая пластинка удалена

Fig. 14. Immunohistological examination of the nail bed. Magnification $\times 200$. Cell nuclei are stained blue, cytokeratin 10 is stained red. The photo clearly shows that this cytokeratin is formed on the ventral part of the proximal ridge, participating in the formation of the cuticle. The nail plate is removed

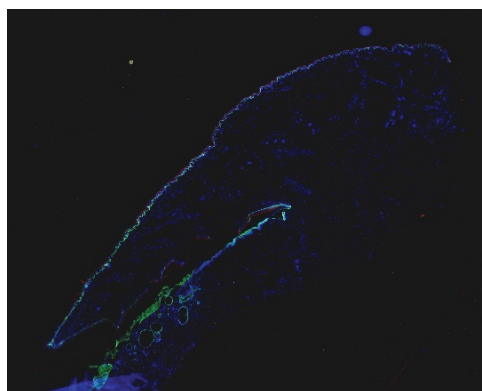


Рис. 15. Иммуногистологическое исследование ногтевого ложа. Увеличение $\times 100$. Общий вид. Синим цветом окрашены ядра клеток; зеленый цвет — окрашенный цитокератин 14; голубоватый — цитокератин 15; красный — цитокератин 10
Fig. 15. Immunohistological examination of the nail bed. Increase $\times 100$. Overall view. Cell nuclei are colored blue; cytokeratin 14 is stained green; cytokeratin 15 is stained blue; cytokeratin 10 is stained red

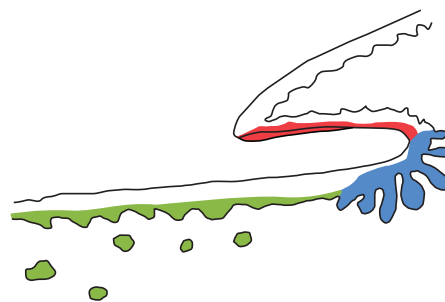


Рис. 16. Схема фотографии иммуногистологического исследования ногтевого ложа. Увеличение $\times 100$. Зеленый цвет — окрашенный цитокератин 14, голубой — цитокератин 15; красный — цитокератин 10

Fig. 16. Scheme of a photograph of an immunohistological examination of the nail bed. Increase $\times 100$. Cytokeratin 14 is stained green, cytokeratin 15 is stained blue; cytokeratin 10 is stained red

требуется удаление тканей на глубину не менее 0,4 мм (максимальная длина эпителия, включая наиболее глубокие части акантотических отростков) не только под проксимальным валиком, но и в наиболее глубокой части операционной раны.

Устоявшееся мнение состоит в том, что ногтевая пластина формируется только из промежуточной и частично ventральной матрицы. По полученным данным ventральной матрица не принимает активного участия в формировании ногтевой пластины, по этой причине общепринятое название «ногтевое ложе» вполне корректно.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основании проведенных гистологических и иммуногистохимических исследований было установлено, что в производстве кератина основное значение имеют проксимальный и промежуточный отделы матрикса. Для предупреждения повторного роста ногтевой пластины следует производить деструкцию указанных отделов матрикса на глубину более 0,4 мм.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сонис А.Г., Столяров Е.А., Суслин С.А., Алексеев Д.Г., Безрукова М.А. Вросший ноготь – история вопроса, актуальность и современные подходы к лечению. *Наука и инновации в медицине*. 2018;3(3):64–72. <https://doi.org/10.35693/2500-1588-2018-0-3-64-72>
2. Усик С.Ф., Братийчук А.Н., Иванов С.А., Романов В.Е., Миняйлов Н.А. Хирургические заболевания конечностей в работе войскового врача: учебное пособие. Самара: Содружество; 2006.
3. Cho SY, Kim YC, Choi JW. Epidemiology and bone-related comorbidities of ingrown nail: A nationwide population-based study. *J Dermatol*. 2018;45(12):1418–1424. PMID: 30264897 <https://doi.org/10.1111/1346-8138.14659>
4. Малков И.С., Коробков В.Н., Филиппов В.А., Тагиров М.Р. Рецидивы вросшего ногтя: причины и особенности лечения. *Амбулаторная хирургия*. 2021;18(1):135–143. <https://doi.org/10.21518/1995-1477-2021-18-1-135-143>
5. Moellhoff N, Polzer H, Baumbach SF, Kanz KG, Böcker W, Bogner-Flatz V. Unguis incarnatus - conservative or surgical therapy? A practical treatment algorithm. *Unfallchirurg*. 2021;124(4):311–318. (In German). PMID:3311185 <https://doi.org/10.1007/s00113-020-00903-6>
6. Chambers D. Ingrown toenails. *Aust Fam Physician*. 2015;44(7):438. PMID: 26922824
7. Mayeaux EJ Jr, Carter C, Murphy TE. Ingrown Toenail Management. *Am Fam Physician*. 2019;100(3):158–164. PMID: 31361106
8. Haneke E. Anatomy, biology, physiology and basic pathology of the nail organ. *Hautarzt*. 2014;65(4):282–290. (In German). PMID: 24718505 <https://doi.org/10.1007/s00105-013-2702-2>
9. Mills SE. *Histology for Pathologists*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
10. de Berker DA, André J, Baran R. Nail biology and nail science. *Int J Cosmet Sci*. 2007;29(4):241–275. PMID: 18489354 <https://doi.org/10.1111/j.1467-2494.2007.00372.x>

REFERENCES

1. Sonis AG, Stolyarov EA, Suslin SA, Alekseev DG, Bezrukova MA. Ingrown Toenail – Historical Background, Actuality and Modern Approaches to Treatment. *Science and Innovations in Medicine*. 2018;3(3):64–72. (in Russ.) <https://doi.org/10.35693/2500-1588-2018-0-3-64-72>
2. Usik SF, Bratiychuk AN, Ivanov SA, Romanov VE, Minyaylov NA. *Khirurgicheskie zabolevaniya konechnostey v rabote voyskovogo vracha*. Samara: Sodruzhestvo Publ.; 2006. (in Russ.)
3. Cho SY, Kim YC, Choi JW. Epidemiology and bone-related comorbidities of ingrown nail: A nationwide population-based study. *J Dermatol*. 2018;45(12):1418–1424. PMID: 30264897 <https://doi.org/10.1111/1346-8138.14659>
4. Malkov IS, Korobkov VN, Filippov VA, Tagirov MR. Relapses of ingrown toenail: causes and treatment features. *Ambulatory Surgery (Russia)*. 2021;18(1):135–143. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/1995-1477-2021-18-1-135-143>
5. Moellhoff N, Polzer H, Baumbach SF, Kanz KG, Böcker W, Bogner-Flatz V. Unguis incarnatus - conservative or surgical therapy? A practical treatment algorithm. *Unfallchirurg*. 2021;124(4):311–318. (In German). PMID:3311185 <https://doi.org/10.1007/s00113-020-00903-6>
6. Chambers D. Ingrown toenails. *Aust Fam Physician*. 2015;44(7):438. PMID: 26922824
7. Mayeaux EJ Jr, Carter C, Murphy TE. Ingrown Toenail Management. *Am Fam Physician*. 2019;100(3):158–164. PMID: 31361106
8. Haneke E. Anatomy, biology, physiology and basic pathology of the nail organ. *Hautarzt*. 2014;65(4):282–290. (In German). PMID: 24718505 <https://doi.org/10.1007/s00105-013-2702-2>
9. Mills SE. *Histology for Pathologists*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.

2. Вероятно, более технически удобным будет иссечение тканей радиоволновым или лазерным диссектором.

3. При выполнении операции следует избегать повреждения сухожилия разгибателя пальца.

4. Ногтевое ложе (она же ventральная часть ногтевого ложа) имеет возможность сравнительно быстрой эпителизации. Источником эпителия являются эпителиальные гнезда (крипты) ногтевого ложа.

Полученные данные позволяют обоснованно планировать объем вмешательства при проведении операций по поводу вросшего ногтя, а также снизить число неудовлетворительных результатов операций на ногтевом комплексе при травмах и заболеваниях ногтей.

11. de Berker D. Nail anatomy. *Clin Dermatol*. 2013;31(5):509–515. PMID: 24079579 <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2013.06.006>
12. André J, Sass U, Richert B, Theunis A. Nail pathology. *Clin Dermatol*. 2013;31(5):526–539. PMID: 24079581 <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2013.06.005>
13. Bean WB. Nail growth: 30 years of observation. *Arch Intern Med*. 1974;134(3):497–502. PMID: 4137073
14. Drapé JL, Wolfram-Gabel W, Idy-Peretti I, Baran R, Goettmann S, Sick H, et al. The lunula: a magnetic resonance imaging approach to the subnail matrix area. *J Invest Dermatol*. 1996;106(5):1081–1085. PMID:8618043 <https://doi.org/10.1111/1523-1747.ep12339306>
15. Kamrani P, Pillarisetty LS. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Toe Nails. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 31335058
16. Zaia N, Alvarez J. The formation of the nail plate. An autoradiographic study in squirrel monkeys. *J Invest Dermatol*. 1968;51(2):120–136. PMID: 4980328 <https://doi.org/10.1038/jid.1968.103>
17. Rice RH, Xia Y, Alvarado RJ, Phinney BS. Proteomic analysis of human nail plate. *J Proteome Res*. 2010;9(12):6752–6758. PMID: 20939611 <https://doi.org/10.1021/pr1009349>
18. Shi J, Lv Z, Nie M, Lu W, Liu C, Tian Y, et al. Human nail stem cells are retained but hypofunctional during aging. *J Mol Hist*. 2018;49(3):303–316. PMID: 29633149 <https://doi.org/10.1007/s10735-018-9769-0>
19. De Berker D, Wojnarowska F, Sviland L, Westgate GE, Dawber RP, Leigh IM. Keratin expression in the normal nail unit: markers of regional differentiation. *Br J Dermatol*. 2000;142(1):89–96. PMID: 10651700 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.2000.03246.x>
10. de Berker DA, André J, Baran R. Nail biology and nail science. *Int J Cosmet Sci*. 2007;29(4):241–275. PMID: 18489354 <https://doi.org/10.1111/j.1467-2494.2007.00372.x>
11. de Berker D. Nail anatomy. *Clin Dermatol*. 2013;31(5):509–515. PMID: 24079579 <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2013.06.006>
12. André J, Sass U, Richert B, Theunis A. Nail pathology. *Clin Dermatol*. 2013;31(5):526–539. PMID: 24079581 <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2013.06.005>
13. Bean WB. Nail growth: 30 years of observation. *Arch Intern Med*. 1974;134(3):497–502. PMID: 4137073
14. Drapé JL, Wolfram-Gabel W, Idy-Peretti I, Baran R, Goettmann S, Sick H, et al. The lunula: a magnetic resonance imaging approach to the subnail matrix area. *J Invest Dermatol*. 1996;106(5):1081–1085. PMID:8618043 <https://doi.org/10.1111/1523-1747.ep12339306>
15. Kamrani P, Pillarisetty LS. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Toe Nails. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 31335058
16. Zaia N, Alvarez J. The formation of the nail plate. An autoradiographic study in squirrel monkeys. *J Invest Dermatol*. 1968;51(2):120–136. PMID: 4980328 <https://doi.org/10.1038/jid.1968.103>
17. Rice RH, Xia Y, Alvarado RJ, Phinney BS. Proteomic analysis of human nail plate. *J Proteome Res*. 2010;9(12):6752–6758. PMID: 20939611 <https://doi.org/10.1021/pr1009349>
18. Shi J, Lv Z, Nie M, Lu W, Liu C, Tian Y, et al. Human nail stem cells are retained but hypofunctional during aging. *J Mol Hist*. 2018;49(3):303–316. PMID: 29633149 <https://doi.org/10.1007/s10735-018-9769-0>

19. De Berker D, Wojnarowska F, Sviland L, Westgate GE, Dawber RP, Leigh IM. Keratin expression in the normal nail unit: markers of regional differentiation. *Br J Dermatol*. 2000;142(1):89–96. PMID: 10651700 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.2000.03246.x>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

- Махмудов Шагид Адильсолтанович** заведующий хирургическим отделением ГБУЗ «Городская поликлиника № 46 ДЗМ»; <https://orcid.org/0000-0002-5112-5714>, drmahmudov@mail.ru; 20%: сбор, анализ данных, написание статьи
- Фоминых Евгений Михайлович** заведующий отделением гнойной хирургии Клинического госпиталя ФКУЗ «МСЧ МВД России по г. Москве», профессор кафедры хирургии повреждений Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ; <https://orcid.org/0000-0001-5411-6357>, fominih3@mail.ru; 20%: сбор, анализ данных, написание статьи
- Зубрицкий Владислав Феликсович** заведующий кафедрой хирургии повреждений Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ, главный хирург МВД России; <https://orcid.org/0000-0003-4894-2796>, zubvlad2009@yandex.ru; 15%: сбор, анализ данных, написание статьи
- Каниболоцкий Александр Алексеевич** кандидат медицинских наук, доцент, врач-патологоанатом, заведующий патологоанатомическим отделением ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», заведующий организационно-методическим отделом по патологической анатомии ГБУЗ НИИОЗММ ДЗМ; <https://orcid.org/0000-0001-6123-8387>, dr.kaa@mail.ru; 15%: выполнение гистологического исследования, написание статьи
- Варфоломеева Полина Дмитриевна** врач патологоанатом Клинического госпиталя ФКУЗ «МСЧ МВД России по г. Москве»; <https://orcid.org/0000-0001-8691-6156>, shalott@yandex.ru; 10%: выполнение гистологического исследования
- Платонова Галина Александровна** заведующий патологоанатомическим отделением Клинического госпиталя ФКУЗ «МСЧ МВД России по г. Москве»; <https://orcid.org/0000-0001-5419-227X>, platonovag56@mail.ru; 10%: выполнение гистологического исследования
- Роговая Ольга Сергеевна** научный сотрудник лаборатории клеточной биологии ФГБУН «ИБР им. Н.И. Кольцова РАН»; <https://orcid.org/0000-0003-4251-9372>, rogovaya26f@gmail.com; 10%: выполнение иммуногистохимического исследования

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Anatomical Rationale for the Choice of Surgical Intervention for an Ingrown Nail

Sh.A. Makhmudov¹ ✉, E.M. Fominykh^{2,3}, V.F. Zubritsky², A.A. Kanibolotsky^{4,5}, P.D. Varfolomeyeva³, G.A. Platonova³, O.S. Rogovaya⁶

Surgical Department

¹ City Clinic No. 46

17 A, Kazakova Str., Moscow, 105005, Russian Federation

² Russian Biotechnological University (BIOTECH)

11, Volokolamskoye Highway, Moscow, 125080, Russian Federation

³ Occupational Clinic of the Ministry of Internal Affairs of Russian Federation in Moscow

9/1, Vetkina Str., Moscow, 127521, Russian Federation

⁴ N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow, 129090, Russian Federation

⁵ Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management

30, Bolshaya Tatarskaya Str., Moscow, 115184, Russian Federation

⁶ N.K. Koltsov Institute of Developmental Biology

26, Vavilova Str., Moscow, 119334, Russian Federation

✉ **Contacts:** Shagid A. Makhmudov, Head of the Surgical Department, City Clinic No. 46. Email: drmahmudov@mail.ru

BACKGROUND An ingrown toenail is one of the reasons for surgical intervention: it accounts for up to 20% of all operations in clinics. At the same time, conservative and surgical approaches to treatment are not reliable enough: up to 70% of cases are complicated by relapses.

AIM OF STUDY To study the topographic location and ratio of cells in the growth zone of the nail plate, necessary for planning the volume of intervention in the treatment of ingrown toenails.

MATERIAL AND METHODS The material for conducting our own research was samples of the cadaver nail complex, without identified pathologies, from 20 objects of different ages and genders. Studies were carried out using histological, immunofluorescent and microscopic methods.

The results were compared with available literature data, clarifying the most important structural features. The data obtained will make it possible to reasonably plan the volume of intervention during operations for ingrown nails, as well as to reduce the number of unsatisfactory results of operations on the nail complex in case of injury and nail diseases.

Keywords: nail plate, ingrown nail, anatomy, nail matrix

For citation Makhmudov ShA, Fominykh EM, Zubritsky VF, Kanibolotsky AA, Platonova GA, Varfolomeyeva PD., et al. Anatomical Rationale for the Choice of Surgical Intervention for an Ingrown Nail. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2023;12(4):667–675. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-4-667-675> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The work was completed within the framework of the section of the State assignment of the IDB RAS No. 0088-2021-0016

Affiliations

Shagid A. Makhmudov	Head of the Surgical Department, City Clinic No. 46; https://orcid.org/0000-0002-5112-5714 , drmahmudov@mail.ru ; 20%, collecting, analyzing data, writing an article
Evgeny M. Fominykh	Head of the Department of Purulent Surgery of the Clinical Hospital, Occupational Clinic of the Ministry of Internal Affairs of Russian Federation in Moscow, Professor of the Department of Injury Surgery of the Medical Institute of BIOTECH University; https://orcid.org/0000-0001-5411-6357 , fominih3@mail.ru ; 20%, data collection, analysis, text writing
Vladislav F. Zubritsky	Head of the Department of Injury Surgery, Medical Institute of BIOTECH University, Chief Surgeon of the Ministry of Internal Affairs of Russia; https://orcid.org/0000-0003-4894-2796 , zubvlad2009@yandex.ru ; 15%, data collection, analysis, article writing
Aleksandr A. Kanibolotsky	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Pathologist, Head of the Department of Pathologic Anatomy, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency, Head of the Organizational and Methodological Department for Pathological Anatomy of Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management; https://orcid.org/0000-0001-6123-8387 , dr.kaa@mail.ru ; 15%, histological examination, text writing
Polina D. Varfolomeyeva	Pathologist at the Clinical Hospital of Occupational Clinic of the Ministry of Internal Affairs of Russian Federation in Moscow; https://orcid.org/0000-0001-8691-6156 , shalott@yandex.ru ; 10%, histological examination
Galina A. Platonova	Head of the Pathoanatomical Department of the Clinical Hospital of Occupational Clinic of the Ministry of Internal Affairs of Russian Federation in Moscow; https://orcid.org/0000-0001-5419-227X , platonovag56@mail.ru ; 10%, histological examination
Olga S. Rogovaya	Researcher, Laboratory of Cell Biology, N.K. Koltsov Institute of Developmental Biology; https://orcid.org/0000-0003-4251-9372 , rogovaya26f@gmail.com ; 10%, immunohistochemical study

Received on 02.12.2022

Review completed on 25.08.2023

Accepted on 26.09.2023

Поступила в редакцию 02.12.2022

Рецензирование завершено 25.08.2023

Принята к печати 26.09.2023