

# Обзор эффективности и безопасности процедуры криолиполиза в мировой практике

Е.В. Круглик

Адрес для переписки: Екатерина Владимировна Круглик, ekaterinakruglik@mail.ru

Для цитирования: Круглик Е.В. Обзор эффективности и безопасности процедуры криолиполиза в мировой практике. Эффективная фармакотерапия. 2022; 18 (31): 74–79.

DOI 10.33978/2307-3586-2022-18-31-74-79

*Представлен обзор международных исследований по изучению эффективности и безопасности процедуры криолиполиза. Рассмотрены результаты процедуры, а также возможные нежелательные эффекты.*

**Ключевые слова:** криолиполиз, эффективность, безопасность, нежелательные эффекты

**К**риолиполиз является одним из современных неинвазивных методов коррекции локальных жировых отложений, при котором применяется контролируемое охлаждение тканей для избирательного повреждения адипоцитов. Механизм действия холода на жировую ткань впервые был описан еще в 70-х годах прошлого века Е.Н. Epstein и соавт. Авторы привели пример клинического случая развития холодового панникулита, который был ассоциирован с преходящим повреждением жировой ткани в месте воздействия холода [1]. Дальнейшие исследования N. Kueeger и соавт. по этой теме привели к выводу о том, что ткани, богатые липидами, более восприимчивы к холодовым травмам, чем окружающие ткани, богатые водой [2]. В.Е. Veacham и соавт. также описали случай холодового панникулита у женщин, которые занимались верховой ездой в холодных и сырых условиях. У этих женщин воспалительная реакция развилась на стыке дермы и подкожно-жировой клетчатки (ПЖК) с инфильтрацией лимфоцитов и нейтрофилов, а также небольшого количества тучных клеток. Инфильтрат распространялся из периваскулярного участка в прилегающую жировую ткань, где адипоциты были разорваны и за счет этого образовались небольшие кистозные пространства [3]. Другие исследования показали следующие результаты: локальное воздействие холодом приводит к значительному уменьшению объема жировой ткани, при этом основным механизмом редукции объема и числа адипоцитов является апоптоз, который вызывает воспалительную реакцию и приводит к замедлению фагоцитоза окружающими макрофагами [4]. В серии ранних клинических исследований была подтверждена эффективность криолиполиза для локального уменьшения объема жировой ткани. В работе J. Dover и соавт. с участием 32 добровольцев по результатам процедуры криоли-

полиза продемонстрировано уменьшение объема жировой ткани, пациенты и исследователи субъективно оценили улучшение внешнего вида. У 10 пациентов, по данным УЗИ, на участке локального холодового воздействия отмечалось уменьшение толщины ПЖК в среднем на 22,4% [5].

Доказано, что количество адипоцитов окончательно формируется к подростковому возрасту, после чего остается постоянным даже при изменении массы тела. При наборе веса жировые клетки увеличиваются в размере, однако их количество остается неизменным, так же как и при снижении массы тела. При этом после потери массы тела количество адипоцитов у взрослых не меняется, что и является основным барьером эффективной коррекции визуального объема некоторых проблемных зон [6]. В частности, речь идет о субментальной области, внешний вид которой пациенты считают одним из важных факторов общей эстетики лица и тела. В настоящее время существует множество методов коррекции локальных жировых отложений в этой области, однако пациенты выбирают именно безоперационные варианты: 67,9% пациентов предпочитают неинвазивную коррекцию хирургическим методам [7].

Криолиполиз в клинической практике начали применять более десяти лет назад после одобрения Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и лекарственных средств (Food and Drug Administration, FDA) США первого устройства CoolSculpting (Zeltiq, США) для контурной пластики жировых отложений в области боковых участков талии (2010) и живота (2012). Далее следовала серия других клинических исследований для определения эффективности использования аппарата CoolSculpting для криолиполиза в разных зонах как в качестве монотерапии, так и в комбинации с другими инвазивными и неинвазивными методиками.

В исследованиях было показано, что после одной процедуры криолиполиза происходит уменьшение толщины ПЖК в среднем на 25%, а нежелательные явления возникали с частотой 0,1% и разрешались без дополнительных вмешательств. Улучшение в области коррекции отметили 86% пациентов, а уровень удовлетворенности пациентов результатами процедуры составил 73%. Последний показатель выше, чем при использовании других технологий для неинвазивного липолиза [8]. В последующем исследовании, проведенном M. Kammer и соавт. с участием 50 пациентов, подтверждена эффективность криолиполиза: три заслепленных исследователя по данным фотографий смогли отличить изборажения участков воздействия до и после применения криолиполиза в 82% случаев [9]. Позднее С.С. Dierickx и соавт. опубликовали ретроспективное многоцентровое исследование с использованием данных опросов пациентов и экспертной оценки фотографий до и после процедуры криолиполиза. По результатам анализа, 86% пациентов (n = 518) отметили признаки эстетического улучшения зон воздействия. Наиболее эффективным криолиполиз оказался в области живота, спины и «боков». По результатам опроса, 73% пациентов были удовлетворены процедурой криолиполиза, а 82% были готовы рекомендовать криолиполиз друзьям. Большинство участников сообщили, что дискомфорт во время процедуры был минимальным или терпимым, а 89% респондентов положительно восприняли продолжительность лечения [10]. S.L. Kilmer и соавт. провели многоцентровое проспективное открытое нерандомизированное интервенционное когортное исследование с участием 60 пациентов по оценке эффективности и безопасности устройства для криолиполиза для коррекции избыточного отложения ПЖК в субментальной области (с помощью устройства CoolSculpting) [11]. Процедуру проводили один или два раза с интервалом шесть недель при температуре 10 °С в течение 60 минут с помощью вакуумного аппликатора небольшого объема. Основной конечной точкой была правильная идентификация исходных фотографий более чем на 80% тремя заслепленными независимыми рецензентами, вторичные конечные точки – уменьшение толщины жирового слоя, измеренное с помощью УЗИ, и удовлетворенность пациентов через 12 недель после процедуры. Частота правильной идентификации составила 91,4%, а среднее уменьшение жирового слоя – 2,0 мм, или 20%. 83% пациентов из 60 исследуемых были удовлетворены лечением, 77% сообщили о заметном уменьшении жира, а 76% сочли лечение комфортным. В работе P.F. Meurer и соавт. с участием 15 женщин 25–50 лет проводили криолиполиз с температурой воздействия -7 °С, мощностью всасывания 30 кПа и продолжительностью 60 минут. Период наблюдения после проведения процедуры составил два месяца (измеряли массу тела и окружность талии, а степень уменьшения ПЖК оценивали с помощью УЗИ). В результате отмечено существенное снижение массы тела,

объема жировой ткани по данным УЗИ и окружности талии ( $p < 0,05$ ) [12]. В исследовании I.C. Hwang и соавт. сравнивали уменьшение объема жировой ткани в области живота у 15 пациентов (9 женщин, 6 мужчин, возраст –  $38,3 \pm 10,8$  года) с помощью компьютерной томографии до и через 12 недель после однократного криолиполиза. Областью воздействия была левая половина живота, правую сторону считали зоной контроля. Также измеряли окружность талии участников, долю жировой ткани в организме методом биоэлектрической импедансометрии исходно и через шесть и 12 недель после криолиполиза. По результатам исследования, односторонний криолиполиз приводил к уменьшению толщины висцеральной жировой ткани со стороны воздействия на  $6,8 \text{ см}^2$  (15,6%), а на интактной стороне – на  $1,2 \text{ см}^2$  (3,6%;  $p = 0,003$ ) [13]. В рамках нерандомизированного исследования P.R. de Gusmão и соавт. с участием добровольцев (n = 36) обоего пола с видимым избытком жира на руках или субментальной области и мужчин с псевдогинекомастией, по результатам УЗИ, наблюдали снижение объема жировой ткани в среднем на 19,1% [14]. H. Silva и соавт. изучали аспекты эффективности и безопасности при уменьшении толщины субментальной жировой ткани с использованием криолиполиза при более низких температурах и сокращенном времени лечения. В исследовании использовали аппликатор небольшого объема (устройство CoolSculpting System), с помощью которого проводили процедуру 15 пациентам в течение 45 и 30 минут при температуре 12 и 15 °С соответственно. Были проведены две процедуры с интервалом 10 недель. Обработанную область оценивали по цифровой фотографии и измеряли штангенциркулем до лечения, через 10 недель после первой процедуры и через 12 недель после второй процедуры; до второй процедуры и через 12 недель также проводили МРТ. По результатам исследования, среднее уменьшение кожной складки, измеренное штангенциркулем, составило 33% ( $3,2 \pm 1,7 \text{ мм}$ ,  $p = 0,05$ ), по данным МРТ, среднее уменьшение составило  $1,78 \pm 1,157 \text{ мм}$ . Заслепленные эксперты смогли правильно идентифицировать 60% фотографий до и после процедур; 12 из 15 субъектов (80%) остались довольны или очень довольны лечением. Авторы заключили, что криолиполиз с более низкой температурой и сокращенным временем лечения продолжает оставаться эффективным и безопасным для неинвазивного уменьшения субментальной ПЖК [15]. S. Rodopoulou и соавт. провели исследование со схожим дизайном с участием 39 пациентов. Авторы доказали, что криолиполиз, проведенный в трех измерениях (боковые и центральная область шеи), позволяет существенно уменьшить объем в том числе субментальной жировой ткани, а также повысить удовлетворенность пациентов на фоне благоприятного профиля безопасности [16].

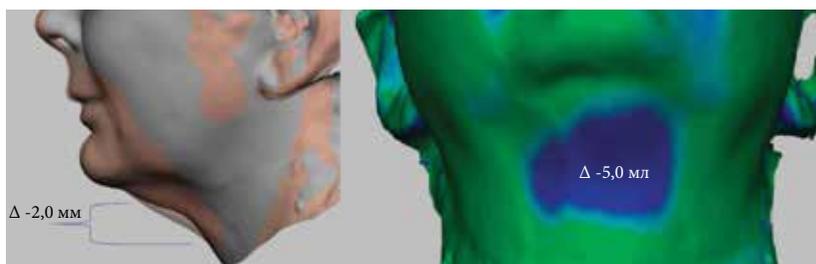
Одним из точных, валидных и наглядных методов оценки эффективности тех или иных способов коррекции избыточного отложения ПЖК в субменталь-

ной области являются двухмерная (2D) и трехмерная (3D) визуализации. В исследовании L. Garibyan и соавт. использовали 3D-камеру для оценки степени уменьшения объема жировой ткани после криолиполиза: она составила  $56,2 \pm 25,6 \text{ см}^3$  на стороне воздействия и  $16,6 \pm 17,6 \text{ см}^3$  на контрольной стороне ( $p < 0,0001$ ) [17]. М.К. Li и соавт. доказали эффективность криолиполиза в исследовании с участием двух пациентов. Через четыре месяца после криолиполиза у одного пациента отметили уменьшение объема жировой ткани в субментальной области на 5 мл и площади участка дряблости кожи под подбородком на 2 мм по сравнению с исходными трехмерными изображениями (рисунок) [18].

В рамках проспективного нерандомизированного интервенционного когортного исследования с использованием криолиполиза на ПЖК E.F. Bernstein и соавт. провели две процедуры с перекрывающейся областью во время разных посещений и сравнили этот подход с одномоментной коррекцией. В исследовании приняли участие 14 пациентов, которые подверглись процедуре в течение двух циклов по 45 минут с 20%-ным перекрытием дважды с интервалом шесть недель. Конечными точками исследования были переносимость и удовлетворенность лечением через 12 недель после второго курса коррекции. Для измерения уменьшения жира использовали штангенциркуль, эффективность количественно оценивали при помощи 2D- и 3D-визуализаций. Три эксперта правильно идентифицировали фотографии до и после лечения в 81% случаев ( $p = 0,02$ ). По данным 3D-визуализации, среднее уменьшение объема жировой ткани составило  $4,82 \pm 11,42 \text{ см}^3$  ( $p = 0,13$ ), среднее уменьшение толщины ПЖК в центральной части субментальной области –  $3,77 \pm 3,59 \text{ мм}$  ( $p < 0,001$ ), а среднее уменьшение площади поверхности кожи –  $1,29 \pm 1,42 \text{ см}^2$  ( $p < 0,001$ ). Среднее уменьшение жирового слоя при измерении штангенциркулем составило  $2,3 \pm 0,8 \text{ мм}$  ( $p < 0,001$ ). При этом 93% участников были удовлетворены процедурой, а 86% почувствовали, что лечение улучшило контур их подбородка и шеи. С использованием шкалы боли от 0 до 10 исследователи выявили, что средняя оценка боли во время первого визита составила 2,6 и 1,4 для первого и второго циклов соответственно. Средняя оценка боли при втором посещении составила 2,7 и 1,8 для первого и второго циклов соответственно. Средняя оценка

боли составила 1,5 через один день и снизилась до 0 через шесть недель после лечения. Наиболее частыми побочными эффектами были эритема, отек, покалывание и онемение, которые разрешились при последующих посещениях [19]. В работе M. Jain и соавт. также использовали 3D-анализ для оценки снижения объема субментальной жировой ткани после применения криолиполиза. В исследовании приняли участие 35 пациентов, которым проводили 45-минутный цикл криолиполиза субментальной области с использованием системы CoolSculpting. Для оценки эффекта осуществляли трехкратный анализ с использованием независимой наблюдательной оценки двухмерных фотографий и трехмерного объемного анализа с использованием системы Vectra XT, а удовлетворенность пациентов измеряли с помощью вопросника FACE-Q. По результатам исследования, среднее уменьшение объема через шесть недель после процедуры составляло  $-22,46 \pm 19,10 \text{ см}^3$  ( $p < 0,0001$ ), а через 12 недель –  $-22,30 \pm 14,04$  ( $p < 0,0001$ ). Средняя доля правильных ответов заслепленных рецензентов составила  $76,33 \pm 7,14\%$ . Удовлетворенность пациентов по FACE-Q равнялась  $54,10 \pm 20,41$  балла. Авторы заключили, что пациенты могут потерять в среднем около 20% объема субментальной жировой ткани, что позволяет им чувствовать себя более уверенно и комфортно [20]. В соответствии с данными, опубликованными в обзоре M. Vanaman и соавт., довольно частым явлением после процедуры криолиполиза являются жалобы на дряблость кожи как следствие быстрого снижения объема жировой ткани. В таких случаях к процедуре может быть добавлено использование биполярной или монополярной радиочастотной коррекции через четыре недели после криолиполиза. Также допускается применение лифтинга до криолиполиза. Авторы рекомендуют оставлять интервал между этими процедурами не менее одной недели [21].

В 2020 г. E.B. Круглик и соавт. провели серию исследований по оценке эффективности и безопасности применения комбинированных методов коррекции избыточного отложения ПЖК в субментальной области, включающих криолиполиз и другие методики [22]. Одно исследование было направлено на оценку эффективности и безопасности комбинированного применения криолиполиза с монополярным радиоволновым лифтингом, ультразвуковым лифтингом с режимом визуализации или биполярным радиоволновым лифтингом с инфракрасным излучением в субментальной области. В исследовании приняли участие 35 пациентов, которым проводили коррекцию избыточного отложения ПЖК в субментальной области в различных схемах. Для оценки эффекта от процедур использовали оценку фотографий до процедуры, а также через один, два и три месяца, степень удовлетворенности пациентов результатом оценивали по шестибальной шкале. Средние показатели по шкале степени удовлетворенности (от 0 до 5) составили: для группы монопроцедуры криолиполиза – 4,0 балла; для группы криолиполиза с последующим применением монополярного



Изменение объема жировой ткани и площади участка после криолиполиза у пациента в исследовании (по [18])

радиоволнового лифтинга – 5,0 балла; для группы криолиполиза и ультразвукового лифтинга с режимом визуализации – 4,5 балла; для группы криолиполиза и биполярного радиоволнового лифтинга с инфракрасным излучением – 4,2 балла; для группы повторного криолиполиза – 4,5 балла. По данным УЗИ, у всех пациентов толщина жирового слоя уменьшилась за одну процедуру в среднем на 2 мм, или на 20%. Все процедуры хорошо переносились пациентами, нежелательных явлений отмечено не было [7]. Также Е.В. Крутлик и соавт. опубликован обзор клинических случаев, описывающих эффективное применение криолиполиза в сочетании с различными методиками [22]. В частности, представлен пример исследования Ю.Ю. Чеботаревой и соавт. с участием 35 пациентов, которым успешно проводили коррекцию избыточного отложения жировой ткани в субментальной области в комбинации с терапией фокусированным ультразвуком высокой интенсивности (HIFU) [23]. В другом исследовании Ю.Ю. Чеботаревой и соавт. показана эффективность применения у 120 пациентов двух процедур криолиполиза с использованием системы CoolSculpting с аппликатором CoolMini с последующим (через 1–3 месяца) проведением терапии фокусированным ультразвуком высокой интенсивности [24]. Ж.Ю. Юсова представила результаты комбинированного применения криолиполиза (CoolSculpting – два цикла с применением аппликатора CoolMini) в подчелюстной области в комбинации с микросфокусированным ультразвуком (через 1,5 месяца) у пациентки 63 лет с инволютивными изменениями кожи и локализованным отложением жира в субментальной области. Через два месяца после комбинированной коррекции пациентка отметила улучшение качества жизни на 58%, улучшение рельефа кожи через два месяца после терапии на 4,5%. Через два месяца эластичность кожи увеличилась на 13,2%, глубина залегания морщин стала меньше на 16,5% по сравнению с исходным состоянием. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности комбинированного применения криолиполиза с микросфокусированным ультразвуком [25].

В ретроспективном исследовании S. Abboud и соавт. оценивали эффективность комбинации радиоволнового лифтинга в сочетании с криолиполизом для уменьшения объема жировой ткани (n = 69). У 18 (73,46%) пациентов был отмечен существенный клинический эффект, у 5 (22,44%) изменения отсутствовали, и у 1 (4,08%) пациента внешний вид ухудшился [26]. Faulhaber и соавт. (2019) оценивали эффективность комбинации криолиполиза, ударно-волновой терапии и инъекционного липолиза (n = 10) или криолиполиза и ударно-волновой терапии (n = 4) для уменьшения объема жировой ткани в области живота или паха. Через три месяца после проведения процедур проводили гистологический анализ биоптата, полученного при помощи пистолетной биопсии, и делали стандартизованную фотографию с оценкой заслепленным исследователем и пациентом. В результате отметили более выраженную воспалительную реакцию ПЖК на тройную комби-

нированную терапию (криолиполиз, инъекционный липолиз, ударно-волновая терапия), чем на двойную комбинацию. У пациентов, получавших тройную комбинацию, зафиксировали более выраженное уменьшение подкожного жира по сравнению с теми, кому проводили двойную процедуру [27].

При общем числе проведенных процедур криолиполиза 850 000 по всему миру зарегистрировали чуть более 850 случаев возникновения нежелательных явлений (НЯ) [5]. Как правило, сразу после проведения криолиполиза у пациентов возникают отек и эритема, которые могут длиться до 72 часов. Также нередко возникают экхимозы, вызванные вакуумным аппликатором, особенно у пациентов, получающих антикоагулянтные препараты. В исследовании S.L. Kilmer и соавт. с участием 60 пациентов наиболее частыми НЯ сразу после криолиполиза и в течение шести недель были эритема, отек, синяки и онемение, которые исчезли к 12-й неделе [11]. В работе H. Silva и соавт., в рамках которой проводили процедуру 15 пациентам в течение 45 и 30 минут при температуре 12 и 15 °С соответственно, НЯ были легкими и полностью исчезли в течение 10 недель, за исключением одной гиперпигментации, которая исчезла спонтанно в течение шести месяцев после последнего курса [28]. Почти все пациенты испытывают некоторую дизестезию в месте воздействия [29]. Ограниченное остаточное снижение чувствительности в некоторых случаях может длиться до двух месяцев, однако о случаях стойких сенсорных изменений после криолиполиза не сообщали. В рамках как доклинических, так и клинических исследований не было отмечено существенных изменений уровней триглицеридов или функциональных тестов печени [30].

Еще одним НЯ при использовании криолиполиза является боль. У одного из 1500 пациентов боль описали как сильную стреляющую и колющую в области воздействия через одну неделю после криолиполиза. Механизм возникновения боли остается неясным, но может быть ассоциирован с гипералгезией, связанной с преходящим повреждением нервов и последующей регенерацией или, возможно, с более стойким панникулитом. В отчете о 23 случаях возникновения боли адекватного контроля достигли с помощью местных или пероральных анальгетиков. Все случаи разрешались спонтанно в течение одной – четырех недель [31].

Одним из специфических и редких НЯ после криолиполиза является парадоксальная гипертрофия жировой ткани. В отчете N. Stroumza и соавт. у четырех из 398 пациентов появилась объемная безболезненная опухоль в области воздействия криолиполизом через два – четыре месяца после сеанса. Одному пациенту провели липосакцию. Гистологический анализ жировой ткани у пациента выявил неспецифический панникулит. Остальные три пациента не получили никакого дополнительного лечения и отказались от проведения липосакции [32]. M. Khan (2019) описал случай развития парадоксальной гипертрофии жировой ткани у пяти пациентов. Трем пациентам провели

ультразвуковую липосакцию, лазерный липолиз и радиочастотный лифтинг [33]. М. Ladha и соавт. (2019) описали случай развития морфеи после проведения криолиполиза у 67-летней женщины. Через шесть недель после процедуры у нее на животе и бедрах появилось множество твердых утолщенных склеротических бляшек. Биопсия кожи левого бедра и правой зоны живота выявила ортокератоз, покрывающий атрофическую дерму, полнослойный кожный коллагеновый склероз, периваскулярный и интерстициальный инфильтрат, преимущественно лимфоцитарный с разбросанными плазматическими клетками. Результаты гистопатологии соответствовали признакам морфеи. Для лечения данного состояния применяли кальципотриол, мазь галобетазола пропионата 0,05%, ультрафиолет в течение месяца. Впоследствии поражения распространились на большие половые губы, вызывая сильную постоянную боль и аллодинию. Пациентка получила курс преднизона и метотрексата, через три месяца отметила существенное клиническое улучшение [34]. S.J. Lee и соавт. изучили случай развития нейропатии после криолиполиза. Женщине (24 года) провели криолиполиз живота и обеих рук. Через 10 дней пациентка обратилась с жалобами на слабость и невозможность поднимать тяжелые предметы. Симптомы сохранялись в течение шести месяцев и полностью исчезли без лечения. Авторы выявили у пациентки редкий случай моторной нейропатии после криолиполиза [35].

Инвазивные вмешательства до недавнего времени были единственным вариантом удаления ПЖК и до сих пор считаются первой линией для удаления

больших скоплений жировой ткани. Стоит отметить, что эти методы чреваты длительным периодом восстановления, риском неровностей контура, дряблостью кожи, сосудистыми и неврологическими нарушениями и инфекциями. В связи с этим пациенты часто предпочитают минимально инвазивные или неинвазивные варианты: по данным еще одного опроса, до 67,9% пациентов предпочитают неинвазивную коррекцию хирургическим методам. Криолиполиз – это неинвазивный метод на основе охлаждения жировой ткани для коррекции избыточного ее накопления. Современные доклинические и клинические исследования продемонстрировали безопасность, переносимость и эффективность данного метода для коррекции избыточного отложения ПЖК в субментальной области в рамках всего одного-двух сеансов лечения. Метод характеризуется благоприятным профилем безопасности с несерьезными побочными эффектами, наиболее частыми из которых являются синяки, эритема, отек, покалывание и онемение, которые проходят в течение нескольких недель.

Криолиполиз сегодня является единственным неинвазивным методом коррекции толщины подкожного жира, одобренным Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов (FDA), однако в настоящее время проводятся исследования, подтверждающие, что другие методы могут потенцировать действие криолиполиза и повышать эффективность процедуры. Все это в совокупности демонстрирует тот факт, что криолиполиз имеет большой потенциал для развития и более широкого применения в клинической практике. ●

## Литература

1. Epstein E.H., Oren M.E. Popsicle panniculitis. *N. Engl. J. Med.* 1970; 282 (17): 966–967.
2. Krueger N., Mai S.V., Luebberding S., Sadick N.S. Cryolipolysis for noninvasive body contouring: clinical efficacy and patient satisfaction. *Clin. Cosmet. Investig. Dermatol.* 2014; 7: 201–205.
3. Beacham B.E., Cooper P.H., Buchanan C.S., Weary P.E. Equestrian cold panniculitis in women. *Arch. Dermatol.* 1980; 116 (9): 1025–1027.
4. Manstein D., Laubach H., Watanabe K., et al. Selective cryolysis: a novel method of non-invasive fat removal. *Lasers Surg. Med.* 2008; 40 (9): 595–604.
5. Dover J., Burns J., Coleman S., et al. A prospective clinical study of noninvasive cryolipolysis for subcutaneous fat layer reduction – interim report of available subject data. Annual Meeting of the American Society for Laser Medicine and Surgery. 2009. National Harbor.
6. Коркина М.В. Дисморфомания в подростковом и юношеском возрасте. <http://www.psychiatry.ru/lib/55/book/56>.
7. Круглик Е.В., Садретдинова Э.Ш., Кохнюк Д.В. Эффективность криолиполиза в субментальной области в комплексной коррекции мягких тканей лица: субъективная и объективная оценка. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина.* 2020; 2: 57–61.
8. Manstein D., Laubach H., Watanabe K., et al. Selective cryolysis: a novel method of non-invasive fat removal. *Lasers Surg. Med.* 2008; 40 (9): 595–604.
9. Kaminer M., Weiss R.A., Newman J., et al. Visible cosmetic improvement with cryolipolysis: photographic evidence. Annual Meeting of the American Society for Dermatologic Surgery. 2009.
10. Dierickx C.C., Mazer J.M., Sand M., et al. Safety, tolerance, and patient satisfaction with noninvasive cryolipolysis. *Dermatol. Surg.* 2013; 39 (8): 1209–1216.
11. Kilmer S.L., Burns A.J., Zelickson B.D. Safety and efficacy of cryolipolysis for non-invasive reduction of submental fat. *Lasers Surg. Med.* 2016; 48 (1): 3–13.
12. Meyer P.F., Furtado A.C.G., Morais S.F.T., et al. Effects of cryolipolysis on abdominal adiposity of women. *Cryo Letters.* 2017; 38 (5): 379–386.

13. Hwang I.C., Kim K.K., Lee K.R. Cryolipolysis-induced abdominal fat change: Split-body trials. PLoS One. 2020; 15 (12): e0242782.
14. De Gusmão P.R., Canella C., de Gusmão B.R., et al. Cryolipolysis for local fat reduction in adults from Brazil: a single-arm intervention study. J. Cosmet. Dermatol. 2020; 19 (11): 2898–2905.
15. Leal Silva H., Carmona Hernandez E., Grijalva Vazquez M., et al. Noninvasive submental fat reduction using colder cryolipolysis. J. Cosmet. Dermatol. 2017; 16 (4): 460–465.
16. Rodopoulou S., Gavala M.-I., Keramidas E. Three-dimensional cryolipolysis for submental and lateral neck fat reduction. Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open. 2020; 8 (4): e2789.
17. Garibyan L., Sipprell W.H. 3rd, Jalian H.R., et al. Three-dimensional volumetric quantification of fat loss following cryolipolysis. Lasers Surg. Med. 2014; 46 (2): 75–80.
18. Li M.K., Mazur C., DaSilva D., et al. Use of 3-dimensional imaging in submental fat reduction after cryolipolysis. Dermatol. Surg. 2018; 44 (6): 889–892.
19. Bernstein E.F., Bloom J.D. Safety and efficacy of bilateral submental cryolipolysis with quantified 3-dimensional imaging of fat reduction and skin tightening. JAMA Facial Plast. Surg. 2017; 19 (5): 350–357.
20. Jain M., Savage N.E., Spiteri K., Snell B.J. A 3-dimensional quantitative analysis of volume loss following submental cryolipolysis. Aesthet. Surg. J. 2020; 40 (2): 123–132.
21. Vanaman M., Fabi S.G., Cox S.E. Neck rejuvenation using a combination approach: our experience and a review of the literature. Dermatol. Surg. 2016; 42 (2): 94–100.
22. Круглик Е.В., Лихтинова А.Н., Саромыцкая А.Н., и др. Применение криолиполиза для контурной пластики тела в виде монотерапии и в комбинации с другими методами эстетической коррекции. Клиническая дерматология и венерология. 2020; 19 (5): 771–780.
23. Чеботарева Ю.Ю., Губанова Е.И. Коррекция жировых отложений субментальной области методом криолиполиза. Личный опыт и авторская классификация, адаптированная для быстрой оценки и предварительного определения количества процедур. Аппаратная косметология. 2019; 3 (4): 206–212.
24. ASDS Survey on Dermatologic Procedures. American Society for Dermatologic Syrgery. 2018. <https://www.asds.net/medical-professionals/practice-resources/asds-survey-on-dermatologic-procedures>.
25. Юсова Ж.Ю. CoolMini аппликатор в комбинированном протоколе эстетической коррекции субментальной области лица. Пластическая хирургия и эстетическая медицина. 2020; 1: 94.
26. Abboud S., Hachem J.P. Heat shock lipolysis: radiofrequency combined with cryolipolysis for the reduction of localized subcutaneous fat. Dermatol. Res. Pract. 2020; 4093907.
27. Faulhaber J., Sandhofer M., Weiss C., et al. Effective noninvasive body contouring by using a combination of cryolipolysis, injection lipolysis, and shock waves. J. Cosmet. Dermatol. 2019; 18 (4):1014–1019.
28. Leal Silva H., Carmona Hernandez E., Grijalva Vazquez M., et al. Noninvasive submental fat reduction using colder cryolipolysis. J. Cosmet. Dermatol. 2017; 16 (4): 460–465.
29. Hedayati B., Juhász M., Chu S., Mesinkovska N.A. Adverse events associated with cryolipolysis: a systematic review of the literature. Dermatol. Surg. 2020; 46 (1): 8–13.
30. Coleman S.R., Sachdeva K., Egbert B.M., et al. Clinical efficacy of noninvasive cryolipolysis and its effects on peripheral nerves. Aesthetic. Plast. Surg. 2009; 33 (4): 482–488.
31. Klein K.B., Bachelor E.P., Becker E.V., Bowes L.E. Multiple same day cryolipolysis treatments for the reduction of subcutaneous fat are safe and do not affect serum lipid levels or liver function tests. Lasers Surg. Med. 2017; 49 (7): 640–644.
32. Stroumza N., Gauthier N., Senet P., et al. Paradoxical adipose hypertrophy (PAH) after cryolipolysis. Aesthet. Surg. J. 2018; 38 (4): 411–417.
33. Khan M. Complications of cryolipolysis: paradoxical adipose hyperplasia (PAH) and beyond. Aesthet. Surg. J. 2019; 39 (8): NP334–NP342.
34. Ladha M., Poelman S. Cryolipolysis-induced morphea. JAAD Case Rep. 2019; 5 (4): 300–302.
35. Lee S.J., Kim Y.J., Park J.B., et al. A case of motor neuropathy after cryolipolysis of the arm. J. Cosmet. Laser Ther. 2016; 18 (7): 403–404.

## Review of the Effectiveness and Safety of Cryolipolysis Procedure in World Practice

E.V. Kruglik

VIP Clinic, Moscow

Contact person: Ekaterina V. Kruglik, [ekaterinakruglik@mail.ru](mailto:ekaterinakruglik@mail.ru)

*This article is devoted to the description of the cryolipolysis procedure. The most complete review of international studies studying the effectiveness and safety of this procedure is presented. The results of the procedure are discussed, as well as possible undesirable effects.*

**Key words:** cryolipolysis, efficacy, safety, undesirable effects