

Роль ультразвуковой навигации в предотвращении осложнений при инъекциях ботулотоксина в мышцы нижней трети лица

Хаир Маурисио Серон Бохоркес, MD,*
Леони Шелке, MD, PhD,† Питер Дж. Велтхейс, MD, PhD,‡

Бенджамин Ашер, MD,‡ Юг Картье, MD,§
и Кюхо Йи, MD, PhD||¶

Аннотация. Инъекции ботулотоксина (BoNT) становятся все более популярным методом в эстетической медицине. Хотя они в целом безопасны и эффективны, введение препарата в сложные мышцы лица, такие как жевательная мышца, подбородочная мышца и мышца, опускающая угол рта (DAO), связано с рисками осложнений из-за сложной анатомии, близости важных структур и возможной нежелательной диффузии токсина. В статье рассматриваются преимущества и данные, подтверждающие использование ультразвуковой навигации в реальном времени как важного инструмента для повышения точности, эффективности и безопасности инъекций BoNT в эти мышцы. Прямая визуализация анатомии мышцы, положения иглы и окружающих сосудисто-нервных структур может значительно снизить частоту осложнений: парадоксального выпячивания, асимметрии мимики, нарушений функции слюнных желез и гематом.

Ключевые слова: эстетическая медицина, ботулотоксин, осложнения, мышца, опускающая угол рта, анатомия лица, жевательная мышца, подбородочная мышца, ультразвуковая навигация.

Нижняя треть лица играет ключевую роль в выражении эмоций, речи и жевании. Гиперактивность или гипертрофия отдельных мышц этой зоны может приводить к нежелательным эстетическим проявлениям: опущенным уголкам рта, «бугристому» подбородку или расширенному овалу нижней челюсти, а также к функциональным проблемам, таким как бруксизм.

Из *Medical Contour, Гамбург, Германия; †кафедры дерматологии Медицинского центра Университета Эразма, Роттердам, Нидерланды; ‡SIBUS-In Inc., Париж, Франция; §Centre Médical Saint Jean, Аппрас, Франция; ¶You and I Clinic, Сеул, Корея; ¶подразделения анатомии и биологии развития, кафедры оральной биологии, Институт идентификации человека, проект BK21 FOUR, Колледж стоматологии Университета Ёнсе, Сеул, Корея.
Получено 4 октября 2025 года. Принято к публикации 18 октября 2025 года.
Адрес для корреспонденции: Kyuho Yi, MD, PhD, Division in Anatomy & Developmental Biology, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea; E-mail: kyuho90@daum.net
Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией. Согласие пациента получено. J.M.C.B.: подготовка оригинального текста; L.S., P.J.V.: рецензирование и редактирование; B.A., H.C.: визуализация; K.Y.: руководство. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

и нарушения височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС). Ботулотоксин типа А является малоинвазивным решением: он временно ослабляет эти мышцы, смягчает линии, изменяет контур нижней челюсти и уменьшает боль. Для точного применения необходимо глубокое знание анатомии лица и функции мышц.

Нижняя треть лица важна для эмоций, речи и жевания. Избыточно активные или увеличенные мышцы могут вызывать постоянно печальное выражение, «ямочки» на подбородке или широкую челюсть, а также функциональные проблемы - скрежет зубами и боль в суставе. BoNT-A временно расслабляет мышцы, разглаживает морщины, моделирует линию челюсти и облегчает дискомфорт. Однако осложнения возможны при неправильной глубине или точке введения.

Появление современных ультразвуковых технологий в косметической медицине стало переломным моментом: врач получает детальные живые изображения мягких тканей, мышц, нервов и сосудов. Эта статья рассматривает, как УЗ-навигация снижает риски при инъекциях ботулотоксина в жевательную, подбородочную мышцу и DAO, делая лечение безопаснее и эффективнее.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анатомия и функция целевых мышц

Мимические мышцы лица отличаются от большинства скелетных мышц: часть из них начинается от кости и вплетается непосредственно в дерму или соединяется с другими мышцами; они не отделены от кожи фасциальным слоем. Мышцы лица, или краниофациальные мышцы, - это группа примерно из 20 плоских скелетных мышц, расположенных под кожей лица и волосистой части головы.

Мышцы лица не работают изолированно. Большинство берут начало от костей или фиброзных структур черепа и расходятся к коже. Такая особенность позволяет им координировать мимику и движение кожи. Группы мышц включают агонисты, антагонисты и синергисты, создающие противоположные силы и напряжение в покое и при выражении эмоций.

Напряжение, возникающее при движениях других зон лица, также влияет на сокращение конкретной мышечной группы. Взаимодействия внутри и между группами мышц изменяются со временем в зависимости от возраста, тонуса, эластичности кожи и скелетных изменений. Например, при потере эластичности кожи способность мышцы вернуться в состояние покоя после сокращения снижается.

В нижней трети лица действие платизмы, DAO и подбородочной мышцы, а также круговой мышцы рта, risorius, мышцы, поднимающей угол рта, мышцы, опускающей нижнюю губу, и большой скуловой мышцы формирует индивидуальное выражение в покое и движении.

Активность DAO и платизмы особенно важна при коррекции возрастных изменений нижней трети лица. Нижняя треть лица начинается от верхней губы и заканчивается нижним краем подбородка; латеральная граница соответствует углу нижней челюсти. Эта зона включает губы, подбородок и челюсти.

Круговая мышца рта является сфинктером: она начинается от нижней и верхней челюсти и прикрепляется к коже губ. Ее функция - изменять форму губ при еде, речи, поцелуе и других действиях. В нижней трети лица мышца *risorius* прикрепляется к модиолусу в углу рта, а начинается от околоушной фасции; она тянет уголки рта назад. Большинство мышц этой области преимущественно воздействует на нижнюю губу. В медиальной зоне нижней губы расположены две парные мышцы: подбородочная мышца и мышца, опускающая нижнюю губу.

Подбородочная мышца начинается от передней поверхности нижней челюсти и прикрепляется к подбородку. Она выходит из резцовой ямки нижней челюсти и идет вниз к коже подбородка на уровне подбородочно-губной борозды. Ее действие - выдвигать нижнюю губу, приподнимать и морщить кожу челюсти. Мышца, опускающая нижнюю губу, начинается от нижней челюсти и прикрепляется к нижней губе.

Подбородочная мышца поднимает основание нижней губы, вызывая ее выдвижение и выворачивание. Эти движения важны при питье и при выражении грусти, презрения и сомнения.

DAO начинается от наружной поверхности нижней челюсти по диагональной линии латеральнее мышцы, опускающей нижнюю губу. Ее волокна сходятся у угла рта в модиолусе и соединяются с волокнами круговой мышцы рта, *risorius* и иногда мышцы, поднимающей угол рта. Иннервируется краевой нижнечелюстной ветвью лицевого нерва и при сокращении опускает уголки рта.

Мышца, опускающая нижнюю губу, также начинается от диагональной линии на нижней челюсти перед подбородочным отверстием; часть DAO лежит над ней. Она направляется вверх и внутрь к коже и слизистой нижней губы, а также вплетается в круговую мышцу рта.

DAO - треугольная мышца по обеим сторонам лица рядом с подбородком. Основная функция мышцы, опускающей нижнюю губу, - тянуть губу вниз, помогая выражать грусть или гнев. DAO расположена у уголков рта, начинается от области рта и соединяется с модиолусом. Она также помогает открывать рот при речи и еде.

Мышца, опускающая нижнюю губу, - компактная почти квадратная мышца подбородочной зоны. Она начинается от косой линии нижней челюсти, соединяется с платизмой в области нижней губы, идет вверх и внутрь и прикрепляется к коже и подлежащим тканям. Ее функции - опускать, выворачивать и смещать нижнюю губу в сторону, а также работать совместно с платизмой.

Инъекции ботулотоксина в мышцы нижней трети лица. Хотя инъекции ботулотоксина типа A (BoNT-A) обычно безопасны при выполнении опытными специалистами, важно учитывать возможные осложнения, которые, как правило, временные и зависят от дозы. При инъекциях в DAO ключевой риск - асимметричная улыбка или слабость нижней губы (рис. 1).

Это может произойти при распространении токсина на соседние мышцы, например на мышцу, опускающую нижнюю губу (DLI), или круговую мышцу рта, что может вызвать трудности с речью, питьем или неровную улыбку. При инъекциях в подбородочную мышцу осложнения включают опущение или слабость нижней губы, часто из-за воздействия на DLI, что затрудняет вытягивание губ или питье. Неравномерное ослабление подбородочной мышцы может приводить к асимметрии подбородка.

При инъекциях в жевательную мышцу возможна асимметрия улыбки, если токсин распространяется на поверхностные мышцы, такие как *risorius* или большая скуловая мышца. Еще один специфический риск - парадоксальное выпячивание: оно возникает при слишком поверхностных или неравномерно распределенных инъекциях, когда центр жевательной мышцы выпячивается, а периферические участки ослабевают. При правильной дозировке трудности жевания редки, но возможны при чрезмерной дозе или слишком широком объеме лечения. Очень редко может развиваться компенсаторная гипертрофия других жевательных мышц, например височной.

Использование ультразвука при инъекциях BoNT в нижней трети лица

Главное преимущество ультразвуковой навигации - превращение «слепой» процедуры в процедуру, где врач видит свои действия в реальном времени. Такая обратная связь дает несколько важных преимуществ.

Во-первых, можно четко подтвердить анатомию мышцы, точно определить целевую мышцу и ее участки, что особенно важно для сложных мышц, например жевательной. Во-вторых, врач видит иглу при введении и направляет ее в нужную часть мышцы, контролируя глубину и угол.

В-третьих, ультразвук помогает избегать важных структур: артерий, вен, нервов и железистой ткани. Это значительно снижает риск нарушения кровотока, повреждения нервов или функциональных проблем.

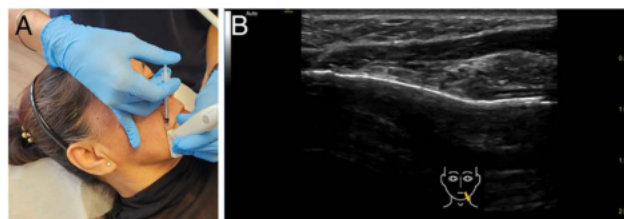


РИСУНОК 1. (А) Инъекция ботулотоксина в подбородочную мышцу под контролем УЗИ в реальном времени. Врач использует технику in-plane: доминирующей рукой вводит иглу, а другой стабилизирует датчик. Метод повышает точность и снижает риск осложнений благодаря прямой визуализации анатомических структур. (В) УЗ-изображение подбородочной мышцы с высокочастотным линейным датчиком типа «hockey stick» (18 МГц), игла визуализируется in-plane. Подбородочная мышца выглядит как гипэхогенная полоса под подкожным слоем на уровне комиссуры рта. Визуализация в реальном времени помогает точно вводить токсин и избегать сосудов.

нежелательных функциональных нарушений. Наконец, изображение в реальном времени позволяет сразу увидеть, как раствор распространяется внутри мышцы, и при необходимости мгновенно скорректировать место введения. Такой уровень визуализации позволяет персонализировать лечение с учетом индивидуальных анатомических особенностей, которые невозможно оценить только по поверхности кожи.

Мышца, опускающая угол рта (DAO)

Цель инъекций токсина в DAO - приподнять уголки рта, сформировать более приятное и молодое выражение лица, смягчить или уменьшить линии, идущие вниз от уголков рта, а также компенсировать постоянное «хмурое» выражение, вызванное гиперактивностью DAO (рис. 2).

Подбородочная мышца

Инъекции ботулотоксина в подбородочную мышцу часто применяются для коррекции эстетических проблем в области подбородка: сглаживания вида «peau d'orange» (ямчатой или «булжистой» кожи) и смягчения глубокой горизонтальной подбородочной складки. Кроме того, расслабление подбородочной мышцы может дать легкий эффект увеличения подбородка - он выглядит немного более выступающим и удлиненным, особенно в сочетании с дермальными филлерами.

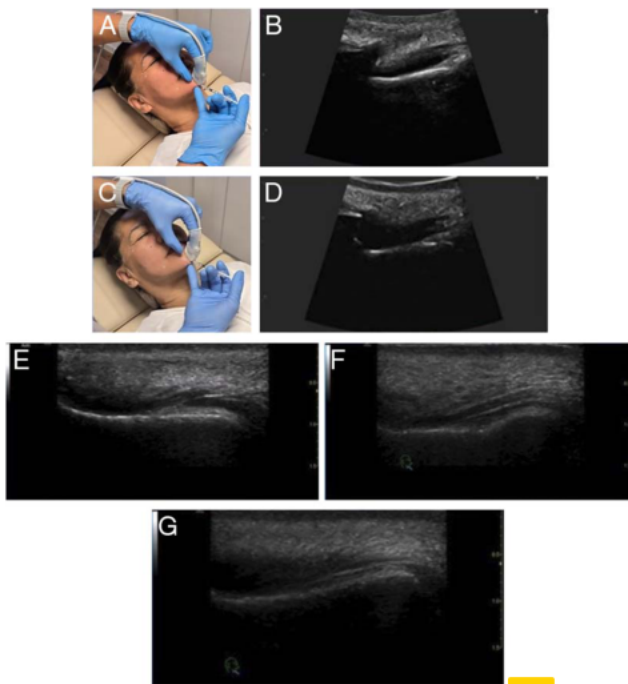


РИСУНОК 2. Инъекция ботулотоксина в мышцу, опускающую угол рта (DAO), под контролем УЗИ с использованием техники in-plane. (A) Клиническое изображение положения датчика и направления иглы для введения в DAO. Используется высокочастотный линейный датчик («hockey stick», 18 МГц) для оптимальной визуализации поверхностных структур. (B) Соответствующее УЗ-изображение: DAO определяется как гипоэхогенная полоса между подкожным жиром и более глубокими тканями; игла видна in-plane. (C) Альтернативное положение пациента и угол введения при той же технике. (D) Сонографическое подтверждение точного попадания иглы в слой DAO. (E-G) Последовательные УЗ-изображения у 3 пациентов, демонстрирующие вариабельность глубины, толщины и фасциальных слоев DAO. Во всех случаях DAO выглядит как веретенообразная гипоэхогенная структура; ее точная идентификация важна для безопасного и эффективного введения ботулотоксина с избеганием сосудов.

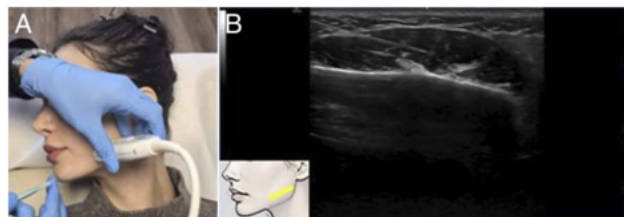


РИСУНОК 3. Инъекция ботулотоксина в жевательную мышцу под контролем УЗИ с применением техники in-plane. (A) Клиническая фотография положения датчика над средней частью жевательной мышцы; игла введена перпендикулярно с использованием out-of-plane подхода. Высокочастотный линейный датчик позволяет видеть поверхностные и глубокие границы мышцы для точного таргетинга. (B) Поперечное УЗ-изображение жевательной мышцы: гипоэхогенная структура с внутренней исчерченностью. Яркая эхогенная линия сверху соответствует лицевой фасции, темная зона ниже - телу мышцы. Малый рисунок показывает положение датчика и область сканирования в нижней трети лица перед углом нижней челюсти.

Ультразвуковые изображения представлены в серой шкале, где оттенки отражают разную плотность тканей. В верхней части каждого скана яркая четкая линия соответствует поверхности кожи. Сразу под ней виден более темный, зернистый или неоднородный слой подкожного жира. Ниже отчетливо определяется подбородочная мышца. Мышцы обычно выглядят более темными (гипоэхогенными) с тонкими яркими (гиперэхогенными) линиями или точками, соответствующими соединительной ткани внутри мышечных волокон. Такой вид позволяет врачу подтвердить правильную целевую мышцу. Под ней видна очень яркая отражающая линия с характерной темной тенью книзу - это нижнечелюстная кость.

На изображениях во время инъекции тонкая яркая линейная структура проходит через слои тканей и входит в подбородочную мышцу. Это игла, которая позволяет в реальном времени видеть ее путь, глубину и положение внутри целевой мышцы. Такая визуализация мышцы, кости и иглы помогает обеспечить точную доставку ботулотоксина, минимизировать риск введения в нежелательные зоны и избежать важных глубоких структур.

Жевательная мышца

Жевательная мышца - одна из четырех мышц жевания; мощная четырехугольная мышца на латеральной поверхности нижней челюсти. Она начинается от скуловой дуги и прикрепляется к латеральной поверхности ветви и угла нижней челюсти. Ее основная функция - поднимать и выдвигать нижнюю челюсть; она играет ключевую роль в укусе и жевании. Гипертрофия жевательной мышцы может быть связана с хроническим сжатием зубов (бруксизмом) или генетической предрасположенностью, приводя к широкому или квадратному нижнему лицу, что часто эстетически нежелательно, особенно у женщин, стремящихся к более овальному или «V-line» контуру лица (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование ультразвука в реальном времени для навигации инъекций ботулотоксина в такие мышцы, как жевательная, подбородочная и мышца, опускающая угол рта, является важным шагом вперед в косметической медицине. Эта технология дает врачам четкое живое изображение сложной анатомии лица и позволяет выполнять инъекции значительно точнее.

Это также помогает снизить риски и в итоге обеспечивает более безопасные и предсказуемые результаты для пациентов. По мере того как косметические процедуры все больше ориентируются одновременно на безопасность и эффективность, ультразвуковая навигация становится важным инструментом для квалифицированных специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lorenc ZP, Corduff N, van Loghem Jani, et al. Создание лифтинга нижней трети лица с помощью ботулотоксина А: анатомический обзор с видео и клиническими случаями. *Aesthet Surg J Open Forum* 2022;4:ojac034
2. Nguyen JD, Duong H. Анатомия, голова и шея: лицо. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Обновлено 5 июня 2023. NCBI Bookshelf.
3. Rauso R, Lo Giudice G, Tartaro G, et al. Инъекции ботулотоксина типа А при гипертрофии жевательных мышц: систематический обзор. *J Craniomaxillofac Surg* 2022;50:7-18
4. Lee KL, Cho HJ, Bae H, et al. Анатомические аспекты лечения компенсаторной гипертрофии верхней части жевательной мышцы после длительных инъекций BoNT-A. *Toxins (Basel)* 2020;12:202
5. Pessa JE. Анатомические аспекты эстетического применения ботулотоксина. *Plast Reconstr Surg* 2008;122:1618-1628
6. Kroumpouzos G, Kassir M, Gupta M, et al. Осложнения ботулотоксина А: обновленный обзор. *J Cosmet Dermatol* 2021;20:1585-1590
7. Park MY, Ahn KY. Научный обзор эстетического применения ботулотоксина типа А. *Arch Craniofac Surg* 2021;22:1-10
8. Yi KH, Lee JH, Hu HW, et al. Новое анатомическое предложение для инъекций BoNT в DAO при коррекции опущенных уголков рта. *Anat Cell Biol* 2023;56:161-165
9. Choi YJ, Kim JS, Gil YC, et al. Анатомические аспекты расположения и границ DAO применительно к инъекциям ботулотоксина. *Plast Reconstr Surg* 2014;134:917-921
10. Hur MS, Hu KS, Cho JY, et al. Топография и расположение DAO относительно подбородочного отверстия. *Surg Radiol Anat* 2008;30:403-407
11. Fedorowicz Z, van Zuuren EJ, Schoones J. Ботулотоксин при гипертрофии жевательной мышцы. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;2013:CD007510
12. Choi D-Y, Bae H, Bae J-H, et al. Эффективные точки введения ботулотоксина в подбородочную мышцу: кадаверное и ультразвуковое исследование. *Toxins* 2021;13:96
13. Yi K-H, Kim S-B, Hee-jin Kim, et al. Ультразвуковые наблюдения парадоксального выпячивания подбородочной мышцы при инъекции BoNT. *Skin Res Technol* 2023;29:e13517