

EMTONE® ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ПРОЯВЛЕНИЙ ЦЕЛЛЮЛИТА: МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ

Существует множество инвазивных и неинвазивных методов коррекции целлюлита. К ним относятся лимфодренажные процедуры, ручной или аппаратный массаж, ударно-волновая терапия и применение лазерных или радиочастотных (RF) методов воздействия. Они могут применяться либо по отдельности, либо в сочетании друг с другом для улучшения клинических результатов. Целью комбинированной терапии является достижение более высокой эффективности за счет синергии физиологических эффектов, вызванных соответствующими технологиями. EMTONE сочетает в себе монополярную радиочастотную энергию и механическую энергию направленных акустических волн. Таким образом он представляет собой уникальное неинвазивное решение, сочетающее в себе два проверенных подхода в лечении целлюлита. Благодаря одновременному воздействию сокращается общее время процедуры и значительно улучшаются клинические результаты.

Целлюлит считается распространенной косметической проблемой состояния кожи, обусловленной структурным изменением подкожно-жировой клетчатки. 80-90% женщин постпубертатного периода страдают той или иной формой целлюлита. Основные причины такого состояния - наследственность, нездоровый образ жизни и гормональные изменения.

Распространенность целлюлита у женщин намного выше, чем у мужчин. По сравнению с мужчинами у женщин больше жировых клеток (адипоцитов) в подкожной клетчатке (гиподерме), которая также имеет большую склонность к накоплению подкожного жира. Из-за этой предрасположенности чрезмерное потребление калорий у женщин приведет к более выраженному увеличению размеров адипоцитов.

Жировые клетки расположены группами в дольках, разделенных вертикальными и горизонтальными перегородками из соединительной ткани. Из-за увеличения количества (гиперплазия) и размера (гипертрофия) адипоцитов жировые дольки расширяются и прижимаются к поверхности кожи. Причем расположение коллагеновых волокон в коже у женщин отличается от их ориентации в мужской коже: у женщин волокна соединительной ткани ориентированы перпендикулярно поверхности кожи, в то время как

у мужчин они образуют угол 45° к поверхности кожи.

Укорочение этих перегородок из-за разрастания соединительной ткани (фиброза) и потери их эластичности провоцирует втягивание кожи и вызывает образование неровностей на ее поверхности, характерных для целлюлита.

Описанные ранее топографические изменения приводят к образованию ямок и выпячиваний на поверхности кожи, известных как эффект «апельсиновой корки». Как следствие, капиллярная сеть передавливается разросшейся жировой тканью, что приводит к уменьшению локальной микроциркуляции и нарушению оттока лимфы, а также к накоплению продуктов распада^{1,2}.

ВЛИЯНИЕ EMTONE НА ЦЕЛЕВУЮ ТКАНЬ

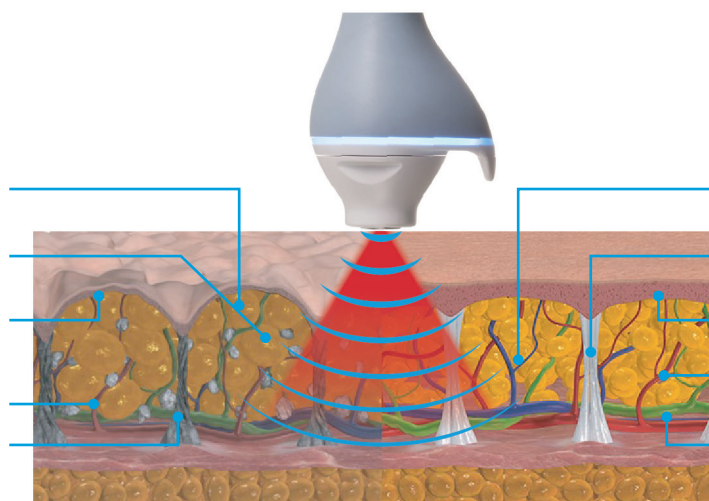
Коллаген

Коллаген, как основной компонент соединительной ткани, также является важной структурной частью дермы и гиподермы. Соединительные перегородки гиподермы при целлюлите характеризуются жесткой структурой фиброзных коллагеновых тяжей.

Одновременное воздействие монополярной радиочастотной энергии и направленных акустических волн (тепловой и механической энергией), активизирует функцию металлопротеиназ (ММП) во внеклеточном матриксе. ММП ответственны за деградацию структуры коллагена^{5,6}. Механический стресс одновременно приводит к диссоциации фибрилл, снижению их структурной плотности, что увеличивает конформационную свободу и снижает их термическую стабильность. Из-за этого явления температура, необходимая для денатурации коллагена, снижается^{3,4}. Таким образом, тепловая стимуляция приводит к разрыву внутримолекулярных водородных связей, и при более низких температурах можно наблюдать частичное сжатие тройной спирали коллагена. Как прямое следствие, ремоделирование коллагена и неоколлагенез начинаются раньше. Микровоспалительная стимуляция фибробластов, вызванная накоплением тепла, приводит к их пролиферации. Это вызывает значительное увеличение продукции мРНК⁷ проколлагена.

ДО

- 1 Гипертрофированные жировые клетки
- 2 Поврежденные коллагеновые волокна
- 3 Потеря эластичности кожи
- 4 Нарушение микроциркуляции
- 5 Накопление продуктов распада



ПОСЛЕ

- 1 Уменьшение жировых клеток
- 2 Ремоделирование волокон коллагена
- 3 Восстановление эластичности кожи
- 4 Улучшение местного кровотока
- 5 Выведение продуктов распада

Рисунок 1: Иллюстрация структурных изменений в тканях после процедур EMTONE®

Нагревание коллагена до критической температуры 42° С стимулирует выработку белка HSP47. Этот белок участвует в образовании коллагена в эндоплазматическом ретикулуме и обеспечивает правильную конформацию третичной структуры коллагена. Это необходимо для правильного функционирования коллагена⁸. Воздействие механической энергии ускоряет пролиферативную активность фибробластов и создает подходящую среду для синтеза нового коллагена и эластина за счет снижения окислительного стресса в тканях^{9,10}.

Одновременное воздействие механической и тепловой энергии приводит к разрушению старых поврежденных волокон коллагена с последующим синтезом новых полноценных. Фибробласты одновременно продуцируют и новые эластиновые волокна. В совокупности неоколлагенез и неозластогенез приводят к утолщению дермы, расслаблению и ремоделированию соединительно-тканых перегородок в гиподерме и повышению эластичности кожи.

Адиipoциты

Применяемые монополярные радиочастотные волны проникают в более глубокие слои кожи, где тепло поглощается клетками. Различные виды тканей поглощают разное количество тепла в зависимости от их электрического сопротивления (импеданса). Динамическое сопротивление определяется содержанием воды в тканях (вода является очень хорошим проводником для электричества). Жировая ткань имеет гораздо более низкое содержание воды (10-20%) и, следовательно, для нее характерен более высокий импеданс (3000-5000 Ом / см²) по сравнению с другими тканями, такими как мышцы (содержание воды 70 - 75% и электрическое сопротивление 100 - 220 Ом / см²). Из-за сопротивления ткани электрический ток преобразуется в тепловую энергию в соответствии с формулой (1), где I = электрический ток, Z = сопротивление ткани и T = время воздействия. Это соотношение показывает, что ткань с более высоким сопротивлением нагревается более интенсивно, чем ткань с более низким сопротивлением.

$$\text{Энергия (Джоуль)} = I^2 \times Z \times t \quad (1)$$

В результате воздействия на ткани тепловой и механической стимуляции свойства клеточных мембран изменяются. В частности, более высокая проницаемость клеточной мембраны позволяет жидкостям быстро перемещаться через мембрану и может наблюдаться ускорение внутриклеточного метаболизма¹¹. Сочетание обеих энергий стимулирует кровообращение и способствует образованию новых кровеносных сосудов (ангиогенез). Эти изменения приводят к активации ферментов, ответственных за расщепление жиров в адипоцитах. Как прямое следствие размер жировых клеток значительно уменьшается¹².

Кровообращение и лимфоток

Механический массаж с использованием круговых движений по направлению к лимфатическим узлам приводит к лимфодренажному эффекту, который помогает выведению излишней жидкости и метаболитов из тканей. Таким образом, правильное функционирование лимфатической системы снижает общую токсическую нагрузку на клетку.

Достаточное кровоснабжение является одним из основных условий физиологической функции здоровой ткани и правильного заживления поврежденной ткани, включая неоколлагенез, неозластогенез и физиологическую функцию метаболизма адипоцитов. Как упоминалось выше, местное кровообращение стимулируется в долгосрочной перспективе неоангиогенезом и моментально механической стимуляцией через направленные акустические волны, а также благодаря вазодилатации, вызванной радиочастотным тепловым эффектом. Ускорение локального метаболизма, вызванное термическим воздействием, и уменьшение размера жировых клеток расслабляют суженные кровеносные сосуды.

Все упомянутые выше эффекты (увеличение продукции коллагеновых волокон, ускорение метаболизма адипоцитов, усиление выведения продуктов распада и улучшение микроциркуляции) приводят к утолщению дермы и улучшению эластичности кожи и вызывают уменьшение размера жировых долек, расслабление соединительно-тканых перегородок и общее визуальное улучшение состояния кожи.

Список литературы:

1. GOLDMAN, Mitchel P., Pier Antonio BACCI, Gustavo LEIBASCHOFF, Doris HEXSEL a Fabrizio ANGELINI. Cellulite Pathophysiology and Treatment. New York: Taylor and Francis group, 2006. ISBN 13: 978-0-8247-2985-1.
2. QUERLEUX, B., C. CORNILLON, O. JOLIVET a J. BITTOUN. Anatomy and physiology of subcutaneous adipose tissue by in vivo magnetic resonance imaging and spectroscopy: Relationships with sex and presence of cellulite. *Skin Research and Technology* [online]. 2002, 8(2), 118-124 [cit. 2017-05-05]. DOI: 10.1034/j.1600-0846.2002.00331.x. ISSN 0909-752x.
3. WILLET, Thomas L., Rosalind S. LABOW a J. Michael LEE. Mechanical overload decreases the thermal stability of collagen in an in vitro tensile overload tendon model: A Literature Review. *Journal of Orthopaedic Research*. Eindhoven University of Technology, 2008, 26(12), 1605-1610. DOI: 10.1002/jor.20672. ISSN 07360266.
4. VERES, Samuel P., Julia M. HARRISON a J. Michael LEE. Mechanically overloading collagen fibrils uncoils collagen molecules, placing them in a stable, denatured state: A Literature Review. *Journal of Orthopaedic Research*. Eindhoven University of Technology, 2008, 26(12), 1605-1610. DOI: 10.1016/j.matbio.2013.07.003. ISBN 10.1016/j.matbio.2013.07.003. ISSN 07360266.
5. HANTASH, Basil M., Anan Abu UBEID, Hong CHANG, Reza KAFI a Bradley RENTON. Bipolar fractional radiofrequency treatment induces neolastogenesis and neocollagenesis. *Lasers in Surgery and Medicine* [online]. 2009, 41(1), 1-9 [cit. 2017-05-05]. DOI: 10.1002/lsm.20731. ISSN 01968092.
6. VAN MARION, Mike M.H. Matrix Metalloproteinases and Collagen Remodeling: A Literature Review. Eindhoven University of Technology, 2006.
7. ALSTER, Tina S., a Jason R. LUPTON. Nonablative cutaneous remodeling using radiofrequency devices. *Clinics in Dermatology* [online]. 2007, 25(5), 487-491 [cit. 2017-05-05]. DOI: 10.1016/j.clindermatol.2007.05.005. ISSN 0738081x.
8. NAGATA, K. Expression and function of heat shock protein 47: a collagen-specific molecular chaperone in the endoplasmic reticulum. *Matrix Biology*, Elsevier.
9. CHRIST, C., R. BRENKE, G. SATTLER, W. SIEMS, P. NOVAK a A. DASER. Improvement in Skin Elasticity in the Treatment of Cellulite and Connective Tissue Weakness by Means of Extracorporeal Pulse Activation Therapy. *Aesthetic Surgery Journal* [online]. 2008, 28(5), 538-544 [cit. 2017-05-05]. DOI: 10.1016/j.asj.2008.07.011. ISSN 1090820x.
10. VETRANO, Mario, Federica D'ALESSANDRO, Maria Rosaria TORRISI, Andrea FERRETTI, Maria Chiara VULPIANI a Vincenzo VISCO. Extracorporeal shock wave therapy promotes cell proliferation and collagen synthesis of primary cultured human tenocytes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2011, 19(12), 2159-2168 [cit. 2017-05-05]. DOI: 10.1007/s00167-011-1534-9. ISSN 0942-2056.
11. CHRIST, A., R. BRENKE, G. SATTLER, G. GABRIEL, W. SIEMS a A. DASER. Boosting skin elasticity and revitalising the dermis in cellulite and connective tissue weakness by means of extracorporeal Acoustic Wave Therapy (AWT). *Aesthetic dermatology*. 2008.
12. LEVY, Adam S., Robert T. GRANT, Kenneth O. ROTHHAUS, M. GRACIELA GUZMÁN, D. ARGÜELLES, C. RODRÍGUEZ a GM. ROSADO. Radiofrequency Physics for Minimally Invasive Aesthetic Surgery. *Journal of Drugs in Dermatology*. 2006. ISBN 10.1016/j.cps.2016.03.013.
- 13.

©, ООО «БТЛ», 2021 г. Все права защищены. BTL®, EXILIS®, VANQUISH®, EMSCULPT®, EMSELLA®, HIFEM®, EMTONE®, X-WAVE®, являются зарегистрированными международными товарными знаками, охраняемыми в Российской Федерации, Европейском союзе и других странах. Торговые марки EMSCULPT, EMSELLA, EMTONE и HIFEM являются частью семейства продуктов EM™. Продукты, методы производства или использования могут относиться к одному или более патентам США или иностранным патентам либо заявкам, находящимся на рассмотрении.

784-74EMTMOAPEN100
Emtone_LF_Mechanism-of-action-
paper_RU100

