

## ОБЗОРЫ

# МЕТОД ФОРЕЗА В ПРОФИЛАКТИКЕ И ТЕРАПИИ ГИПЕРПИГМЕНТАЦИИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ

© *Е.В. Иконникова, М.А. Камалова*

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента России, Москва, Российская Федерация

*Физиотерапевтические методы лечения находят широкое применение в современной косметологии. Высокая переносимость и безопасность в сочетании с отсутствием травматизации кожных покровов позволяют включать метод форе́за в комбинированные протоколы профилактики и терапии возрастных изменений кожи и эстетических недостатков, в том числе гиперпигментации. В обзоре дается подробное описание метода форе́за, а также его механизма действия и особенностей применения. Статья представляет интерес для практикующих дерматологов, косметологов и физиотерапевтов.*

**Ключевые слова:** гиперпигментация, осложнения, лазерная терапия, фармафорез, форе́з.

**Для цитирования:** Иконникова Е.В., Камалова М.А. Метод форе́за в профилактике и терапии гиперпигментации: теоретические и практические аспекты применения. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2019;18(4):252–256.

DOI: <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2019-18-4-252-256>

**Для корреспонденции:** Иконникова Е.В.; e-mail: [evikonnikova@bk.ru](mailto:evikonnikova@bk.ru)

Поступила 22.04.2019

Принята в печать 17.05.2019

## THE METHOD OF PHORESIS IN THE PREVENTION AND TREATMENT OF HYPERPIGMENTATION: THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF APPLICATION

© *E.V. Ikonnikova, M.A. Kamalova*

Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of Russia, Institute for Plastic Surgery and Cosmetology, Moscow, Russian Federation

*Physiotherapy methods of treatment are widely used in modern cosmetology. High tolerance and safety, combined with the absence of skin injuries, make it possible to include this method in the combined protocols for the prevention and treatment of age-related skin changes and aesthetic deficiencies, including hyperpigmentation. The review provides a detailed description of the milling method, as well as its mechanism of action and application features. This article is of interest to practicing dermatologists, cosmetologists and physiotherapists.*

**Key words:** hyperpigmentation, complications, laser therapy, pharmacophoresis, phoresis.

**For citation:** Ikonnikova EV, Kamalova MA. The method of phoresis in the prevention and treatment of hyperpigmentation: theoretical and practical aspects of application. *Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation*. 2019;18(4):252–256. (In Russ.)

DOI: <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2019-18-4-252-256>

**For correspondence:** Eugenia V. Ikonnikova; e-mail: [evikonnikova@bk.ru](mailto:evikonnikova@bk.ru)

Received 22.04.2019

Accepted 17.05.2019

В настоящее время в физиотерапии современным и актуальным направлением, применимым как в дерматологии, так и в области эстетической медицины, является использование метода лекарственного форе́за и дальнейшая разработка возможностей его использования. Преимущества данного метода заключаются в возможности безинъекционного введения лекарственных средств непосредственно

в кожу, без нарушения ее целостности [1]. Данный метод особенно актуален при коррекции гиперпигментации различного генеза, когда излишняя травматизация кожных покровов значительно увеличивает риск возникновения посттравматической гиперпигментации.

Для введения лекарственных средств используют различные физические методы: электрофорез, фар-

мафорез — электромагнитное поле, фотофорез — лазерное излучение, магнитофорез — магнитное поле, ультразвук — ультрафонофорез. Основа методов фореза базируется на локальном воздействии непосредственно физическим фактором и лечебным средством, но также в терапевтический процесс вовлекается реакция всего организма на проводимое физиовоздействие посредством механизмов гуморальной и нейрорефлекторной регуляции [2].

Для осуществления методов фореза потенциальные лечебные препараты проходят физико-химическое изучение устойчивости препарата при применении физиотерапевтического фактора. Также выполняется подбор оптимальных параметров применения, при которых препарат не теряет фармакологических свойств и не разрушается [3].

Методы фореза обладают такими основными преимуществами, как суммирование терапевтических эффектов, которые вызываются физическим фактором и лечебным препаратом, также наблюдается взаимное усиление их эффектов и увеличение длительности действия, а также возникает эффект «последствия» (лечебное средство продолжает оказывать клинический эффект в течение периода его полураспада) [4].

В методе фореза главным физическим фактором является электромагнитное поле. Многие клиницисты предпочитают данный метод физиотерапии благодаря его доступности и результативности. В случае непереносимости лечебного средства, при имеющихся противопоказаниях для проведения тепловых процедур, при недопустимости чрезмерной травматизации — метод фореза становится единственной возможностью его наружного применения [5, 6]. При использовании электрофореза применяются лекарственные препараты, устойчивые к электрическому полю, а также имеющие свойства электролитической диссоциации. На сегодняшний день научно обосновано используются более 100 лечебных препаратов в методе электрофореза. Помимо лечебного действия самого препарата форез имеет противовоспалительное, репаративное, трофическое, бактерицидное, десенсибилизирующее и прочее физиологическое действие [7]. Вследствие этого его применение показано при разнообразных дерматозах (экзема, красный плоский лишай, атопический дерматит, очаговая склеродермия).

При поствоспалительной гиперпигментации и мелазме успешно применяется электрофорез лечебных средств с противовоспалительным и отбеливающим действием [8].

В последнее время широко применяется введение лечебных средств с помощью ультразвуковой волны (ультрафонофорез). Исследования показывают, что благодаря ультразвуку существенно увеличивается адсорбционная способность эпидермиса и дер-

мы, что способствует большему объему вводимого средства и его более глубокой пенетрации. Важно помнить, что из-за воздействия ультразвука (УЗ) в существенной степени может изменяться фармакодинамика лечебных средств, вследствие этого, необходимым условием их использования является физико-химическое изучение на предмет устойчивости, так как многие препараты не подходят для введения с помощью ультразвука [1]. Достоинства метода — увеличение концентрации лечебного препарата в коже и его депонирование длительностью до 12 ч (но должен учитываться период полураспада средства) [4]. Депонированный лекарственный препарат, введенный с помощью ультрафонофореза, постепенно попадает в целевые очаги, соответственно проекции метамера с обработанной (озвученной) поверхностью. При этом существенно повышается фармакологическая активность лечебного препарата [8]. Терапевтическая эффективность метода ультрафонофореза характеризуется: форетической активностью непосредственно самого ультразвука (при частоте УЗ 880 кГц препарат пенетрируется в ткани существенно в большей степени, нежели при применении УЗ на 2640 кГц), а также параметров воздействия — при использовании непрерывного режима его интенсивность больше, нежели при импульсном, изменчивая методика процедур также способна повысить эффективность. Локализация воздействия имеет значение, что в большей степени объясняется особенностями толщины и строения кожи в различных областях тела (эффект в области передней брюшной стенки существенно превосходит эффект при проведении процедуры на область спины).

Относительно новым методом лекарственного фореза является фотофорез (лазерофорез). При проведении данного метода в дерматологии и косметологии с успехом используются красный и инфракрасный спектр лазерного излучения (ЛИ), обладающие широким диапазоном лечебных свойств [9]. Терапевтические эффекты фотофореза: противовоспалительный, антипролиферативный, иммуномодулирующий, трофический, вегетокорригирующий. Данные виды эффектов обуславливают свое действие благодаря стимуляции окислительно-восстановительных процессов, а также влияя на микрогемодинамику. ЛИ оказывает положительное влияние на репаративные, а также трофические процессы кожи при различных дерматозах. Под влиянием лазерного излучения усиливается транспорт кислорода в ткани и потенцируются протеолитические процессы. В сочетании с действием вводимого с помощью фотофореза лечебного препарата ЛИ благоприятствует стабилизации клеточных мембран и оказывает антиоксидантный эффект.

Магнитофорез широко применяется в косметологии в разнообразных антивозрастных програм-

мах для потенцирования действия косметического препарата. Основные эффекты магнитного поля — лимфодренаж и противоотечное действие. Эти свойства используются при проведении реабилитации после агрессивных процедур (лазерные шлифовки, пластическая хирургия) [7]. В методе магнитофореза применяются различные косметологические средства (увлажняющие средства, сыворотки, гомеопатические препараты, витаминные «коктейли») в целях улучшения качества кожи и профилактики и терапии осложнений, возникающих после косметологических процедур с травматизацией кожных покровов.

Фармафорез — это современная, инновационная, перспективная вариация лекарственного электрофореза. Основу метода составляют физиологические эффекты, которые возникают благодаря синергичному действию импульсного низкочастотного электромагнитного поля сложной структуры и лечебного средства на ткани [10]. При сочетании действия данного фактора и лечебного препарата физико-химической основой является электролитическая диссоциация (ее доля терапевтического влияния — до 90%), остальное средство проникает в ткани благодаря процессу электроосмоса, а также простой диффузии. Методом фармафореза лекарственный препарат может диффундировать на глубину до 10–12 см. Аналогично прочим методам фореза препарат депонируется в тканях. Его активное проникновение происходит через протоки сальных, потовых желез и через эпителиальные пространства.

Фармафорез имеет некоторые особенности, выгодно отличающие его от прочих методов. В первую очередь, это минимальное количество лечебного средства, необходимого для получения клинического эффекта. Увеличение фармакологической активности лечебного препарата происходит под воздействием электромагнитных полей на активирование лечебных химических соединений при условии наличия у них необходимого электрического заряда (ион, моль-ион). Эта особенность даёт возможность их взаимодействия в плоскости химических реакций, но также происходит и электрическое взаимодействие непосредственно с клеточными рецепторами. Весомое преимущество — это отсутствие различных побочных реакций, которые характерны для лекарственных средств при других способах их введения, потому что в случае фармафореза в организм попадают их небольшие количества и их терапевтическое воздействие ограничено локальным введением, в системный кровоток вещество не поступает. Благодаря данной методике можно доставлять лекарственное средство прицельно в очаги поражения. Но главной отличительной чертой метода фарма-

фореза является способность к введению любых фармпрепаратов. Например, метод электрофореза даёт возможность использования 200 лекарственных средств, которые обязательно должны иметь электрофоретическую способность. С помощью электродного фармафореза может вводиться любое вещество, обладающее терапевтической активностью. При этом не требуется применения буферов и растворителей посредством применения электропроводящего геля.

Противопоказания к применению фармафореза минимальны. Следует отметить, что не являются противопоказанием даже онкологические заболевания при условии, что не противопоказано само лечебное средство.

В физиотерапии практической виды электрофореза различаются в зависимости от характеристик:

- с учетом характеристики физического фактора электромагнитной природы — флюктуирующий ток, гальванический ток, синусоидально-модулированный ток, диадинамический ток, импульсный ток (к нему относят электродный фармафорез);
- с учетом способа поступления терапевтического препарата через кожный барьер — чрезкожный, через слизистые и раневые дефекты. В методе фармафореза возможны все виды трансдермального проникновения лекарственного вещества.

Лекарственное средство при введении с помощью фармафореза послойно распределяется в тканях. Его меньшая часть утилизируется в эпидермальных слоях, но большая часть диффундирует в дерму и гиподерму. Там равномерно распределяется и образует депо, которое может удерживаться в тканях до 3 нед для некоторых препаратов (медь, цинк). Вследствие этого образуется весьма существенная локальная концентрация лекарственного препарата. Данная особенность метода даёт возможность оказывать воздействие на различные патологические очаги с явлениями капиллярного стаза, некроза, тромбоза и инфильтрации. Указанные особенности изменения тканей в очагах поражения объясняют торпидность при топической терапии. Метод фармафореза имеет высокий профиль безопасности, побочные реакции, как правило, не отмечаются.

Проникновение лекарственного вещества через роговой слой эпидермиса происходит через эпителиальные клетки, через межклеточный матрикс, через протоки волосяных фолликулов, сальных и потовых желез.

Механизм проникновения через протоки потовых желез характерен для водорастворимых средств, так как их протоки имеют определенную полярность (электрический потенциал). При определенных условиях, к примеру, использовании ионофореза, данный путь будет являться основным. Но в боль-

шинстве случаев пенетрация происходит с помощью простой диффузии (трансэпидермальный путь), который включает в себя межклеточные и внутриклеточные пути. При пенетрации по внутриклеточному пути липофильные препараты имеют преимущества, так как жирорастворимые препараты имеют более высокий коэффициент проникновения через эпидермальный барьер. Ограничения для пенетрации вещества определены гидрофобным барьером (в основном липидным строением внеклеточной матрицы).

Соответственно, повышенная жирорастворимость лечебного препарата благоприятствует его высокой аккумуляции в роговом слое эпидермиса, но также препятствует его пенетрации более глубоко. Однако внутриклеточный путь транспорта лечебного препарата предполагает пенетрирование молекулы сквозь клеточную мембрану клеток эпителия и дальнейшим проникновением молекулы препарата в гидрофильные слои клетки. Липофильные молекулы в то же время концентрируются в областях с высоким содержанием жиров. После прохождения рогового слоя эпидермиса молекулы лечебных средств концентрируются в эпидермально-дермальных слоях. Там в последующем происходит инактивация лечебного средства и активация при применении пролекарственных веществ.

Осуществление терапевтических возможностей лекарственного препарата, вводимого в ткани с помощью метода электродного фармафореза, реализуется по нескольким путям:

- электромагнитное постоянное импульсное поле приводит к длительному и постоянному во времени раздражению эпидермиса, что сопровождается появлением электрического потенциала, который способен воздействовать на тканевые реакции, а также изменять биохимические процессы в клетках. Данные реакции реализуются благодаря принципу «обратной связи», вовлекая нейро-рефлекторные пути, которые находятся в проекции метамера. Активация рецепторного аппарата периферической вегетативной нервной системы, таким образом, осуществляется благодаря общей реакции регуляторных и адаптивных систем, которая характерна для действия лечебного препарата, также благодаря местному воздействию, осуществляемого фармакологическими эффектами непосредственно лекарственного вещества, что активирует локальные обменные процессы в проекции требуемого места воздействия, а также благодаря отдаленному воздействию, осуществляемому посредством поступления лекарственного средства из депо, созданного в дермальных слоях, через лимфатическую систему к органам, которые обладают тропизмом к используемым в терапии препаратам (гуморальное действие).

Также постоянный импульсный ток является весьма эффективным физиотерапевтическим лечебным фактором. Он способен вызывать определенные изменения в тканях благодаря влиянию на физико-химический потенциал клеток и его изменениям. Также он способен влиять на широкий спектр метаболических и внутриклеточных реакций, что имеет активизирующий характер.

Для осуществления метода электродного фармафореза используется источник вышеуказанного физического фактора — аппарат Farma T.E.B. («Фарматек Медикал», Россия). Блок аппарата включает электронный выпрямитель для сглаживания пульсации фильтров, регулировочного выходного потенциометра, а также измерительный блок «автодиагностика» (имеется набор из 17 стандартизированных программ). Измерительный блок работает, каждые 20 миллисекунд измеряя удельную электропроводность, и, в дополнение, диэлектрическую проницаемость обрабатываемых тканей (принцип постоянного контроля). Управление аппаратом осуществляется с помощью процессорного блока. Базируясь на параметрах, получаемых благодаря подаваемому электросигналу, производится формирование и расчет необходимого импульса, что позволяет проводить активное вещество лечебного средства на конкретную глубину с помощью всех возможных путей дисперсии диэлектрической проницаемости.

Электродный фармафорез создает электромагнитное поле в тысячу раз меньше, чем составляет электрический потенциал внутренних клеточных мембран. Клеточные мембраны — это своеобразные барьеры внутриклеточной среды, защищающие клетки от влияния на них постоянных, а также крайне низкочастотных электромагнитных внешних полей, следовательно, в данном случае повреждение клеток не происходит.

Основными противопоказаниями применения данного метода являются хронические заболевания (стадия декомпенсации), нарушенная целостность кожного покрова (в месте воздействия), системные заболевания крови, кахексия, расстройства кожной чувствительности локального характера, беременность.

Показания для применения электродного фармафореза весьма обширны. Они формируются в зависимости от фармакологических свойств лечебного препарата и непосредственно физического фактора. Данный метод успешно используется при различных кожных заболеваниях и состояниях, имеющих воспалительный характер, а также в терапии дисхромий, в том числе гиперпигментаций.

В этом отношении перспективным является применение фармафореза с гидроксикислотами.

Гидроксикислоты (гликолевая, молочная, аскорбиновая кислоты) представляют собой активные

вещества с высоким терапевтическим потенциалом по отношению к нормализации пигментации и регуляции микроциркуляторных процессов, что определяет их перспективность для применения в терапии гиперпигментации [11], включая и такой высокоэффективный метод, как фармафорез.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Будущие исследования с использованием генетического анализа, протеомики и других современных технологий могут помочь еще более глубоко исследовать механизмы гиперпигментации, что может привести к изобретению более эффективных профилактических стратегий и терапевтических агентов, в том числе применяемых совместно с физиотерапевтическими методами лечения.

Исследования в области гиперпигментации имеют различные ограничения, в том числе отсутствие стандартизации методологических подходов, неоднородность исследуемой популяции, изменчивость применения средств защиты от солнца и других сопутствующих средств, а также различная степень выраженности пигментации, что может вызывать трудности при выборе терапии для клинических исследований. Существуют также значительные различия в контроле, рандомизации и слепых методах, что ставит под сомнение обоснованность выводов таких исследований. Конечные результаты во многих испытаниях часто субъективны, особенно в проведенных не слепым методом. Кроме того, для исследований, связанных с химическим пилингом, лазерной терапией и IPL-терапией, практика предварительной обработки депигментирующими агентами не стандартизирована. В идеале, будущие исследования терапии гиперпигментации будут включать использование рандомизации и контроля, таких как split-face, регулярное и стандартизированное использование защиты от солнца, а также разные формы оценки и проверки полученных результатов, как субъективных, так и объективных, для более достоверного определения реакции на лечение.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Круглова Л.С. Лекарственный форез: научное обоснование и клиническое применение // Экспериментальная и клиническая дерматокосметология. 2012. № 2. С. 43–48.
2. Боголюбов В.М., Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия. М., 1999. 390 с.

3. Круглова Л.С., Шаблий Р.А., Финешина В.И., Финешина Е.И. Комбинированный фармако-физиотерапевтический метод коррекции рубцовых деформаций кожи // Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы дерматовенерологии и дерматоонкологии». 2012. С. 38–41.
4. Миненков А.А. Низкоэнергетическое лазерное излучение красного, инфракрасного диапазонов и его использование в сочетанных методах физиотерапии: Автореф. дис. докт. мед. наук. М., 1989. 44 с.
5. Круглова Л.С. Физиотерапия кожных болезней. М., 2007. 207 с.
6. Москвин С.В., Буйлин В.А. Основы лазерной терапии. Тверь: Издательство «Триада», 2006. 256 с.
7. Илларионов В.Е. Основы физиотерапии: учебное пособие. М.: МИМСР, 2003. С. 59–64.
8. Потехаев Н.Н., Круглова Л.С. Результаты и перспективы применения методов физиотерапии в дерматологии // Материалы Московского Форума «Здоровье столицы». М., 2012. С. 98–99.
9. Лазеро-светолечение: Т. 1 / Под ред. Дэвида Дж. Голдберга; пер. с англ. под общ. ред. В.А. Виссарионова. М.: ООО «Рид Элсивер», 2010. 187 с.
10. Стенько А.Г., Щукина Е.В., Шматова А.А., и др. Консервативное лечение пациентов с рубцовыми изменениями кожи методом электродного фармафореза // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2014. № 1. С. 88–94.
11. Иконникова Е.В., Стенько А.Г., Корчажская Н.Б. Современные методы коррекции и комплексный подход к терапии неопухолевых меланиновых гиперпигментаций кожи // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2017. Т. 16. № 2. С. 84–88.

### REFERENCES

1. Kruglova LS. Medicinal electrophoresis: a scientific rationale and clinical application. *Jeksperimental'naja i klinicheskaja dermatokosmetologija*. 2012;(2):43-48. (In Russ.)
2. Bogolyubov VM, Ponomarenko GN. *Obshchaya fizioterapiya*. Moscow, 1999. 390 p. (In Russ.)
3. Kruglova LS, Shabliy RA, Fineshina VI, Fineshina EI. *Kombinirovannyi farmako-fizioterapevticheskiy metod korrektsii rubtsovykh deformatsiy kozhi*. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye voprosy dermatovenerologii i dermatoonkologii». 2012: 38-41. (In Russ.)
4. Minenkov AA. *Nizkoenergeticheskoe lazernoe izluchenie krasnogo, infrakrasnogo diapazonov i ego ispol'zovanie v sochetannykh metodakh fizioterapii*: [dissertation abstract]. Moscow, 1989. 44 p. (In Russ.)
5. Kruglova LS. *Fizioterapiya kozhnykh bolezney*. Moscow; 2007. 207 p. (In Russ.)
6. Moskvina SV, Buylin VA. *Osnovy lazernoy terapii*. Tver': Triada; 2006. 256 p. (In Russ.)
7. Illarionov VE. *Osnovy fizioterapii*. Uchebnoe posobie. Moscow: MIMSR; 2003. P. 59-64. (In Russ.)
8. Potekhaev NN, Kruglova LS. Rezul'taty i perspektivy primeneniya metodov fizioterapii v dermatologii. *Materialy Moskovskogo Foruma «Zdorov'e stolitsy»*. Moscow; 2012. P. 98-99. (In Russ.)
9. Lazero-svetolechenie: T. 1 / Ed. by Deyvida Dzh. Goldberga; per. s angl. pod obshchey redaktsiei V.A. Vissarionova. Moscow: Rid Elsvier; 2010. 187 p. (In Russ.)
10. Stenko AG, Shchukina EV, Shmatova AA, et al. Conservative therapy of patients with cicatricial changes in the skin by electrode pharmacophoresis. *Russian journal of skin and venereal diseases*. 2014;(1):88-94. (In Russ.)
11. Ikonnikova EV, Stenko AG, Korchazhkina NB. The modern methods for the correction of non-neoplastic melanin hyperpigmentation of the skin and the integrated approach to their treatment. *Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation*. 2017; 16(2):84-88. (In Russ.)

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Иконникова Евгения Владимировна, к.м.н. [Eugeniya V. Ikonnikova, PhD]; eLibrary SPIN: 9210-8396.

Авагумян Мария Армаисовна [Maria A. Avgumyan]; eLibrary SPIN: 5194-8615.