

1.4.2. Понятие «радиочастота» в электротерапии и медицинские RF-технологии

На сегодняшний день большой популярностью пользуются так называемые радиочастотные методы. К сожалению, на вопрос «что это такое?» можно услышать самые разные ответы, и большинство из них далеки от физической реальности. Поэтому мы решили остановиться на этом важном с точки зрения понимания сути воздействий моменте отдельно.

Прежде всего отметим, что понятие «радиочастота» пришло из радиотехники. Передающее устройство (радиопередатчик) представляет собой генератор переменного напряжения (электромагнитные колебания «внутри» генератора). В радиопередатчике к генератору присоединена излучающая антенна, которая преобразует энергию поступающего от генератора электромагнитного колебания в распространяющуюся в пространстве электромагнитную волну. **Частота испускаемых электромагнитных волн равна частоте переменного напряжения генератора.** Поскольку в радиосвязи используют электромагнитные волны с частотой от 30 кГц ($\lambda = 10\,000$ м) до 3000 ГГц ($\lambda = 0,1$ мм), этот диапазон получил название «радиочастотный». Важным параметром передающей антенны является ее длина: она должна быть от $1/4$ до $1/2 \lambda$. К примеру, если генератор работает на частоте 30 МГц, его антенна излучает электромагнитные волны с длиной волны λ 10 м. Поэтому для того чтобы процесс радиопередачи проходил эффективно, длина передающей антенны должна составлять 2,5–5 м.

К тому же самому генератору можно подключить и электроды, которые тоже имеют электрическую проводимость. Электрод, как и антенна, при включении прибора может испускать электромагнитные волны в пространство, но излучение будет очень слабое, поскольку размеры электрода намного меньше, чем это необходимо для антенны. Однако у электродов другое предназначение — их используют для получения электрического тока. Для этого электроды необходимо привести в контакт с электропроводящей средой (в нашем случае это кожа), в которой при подаче напряжения между электродами начинает течь ток. **Если напряжение переменное, то и ток тоже будет переменным. И в этом случае частота переменного тока в среде совпадет с частотой переменного напряжения.**

Итак, частота — это универсальная характеристика меняющегося процесса или явления. И переменное напряжение, и электрический ток, и электромагнитное излучение имеют свою частоту. И если она укладывается в диапазон от 30 кГц до 3000 ГГц, то эти явления относят к радиочастотным (radio frequency, RF).

Косметологические приборы — это не радиопередатчики, и в них нет антенны. Зато есть электроды, которые используют для индукции в коже и прилегающих тканях электрических токов. Поэтому правильно говорить **радиочастотные технологии (RF-технологии)**, а не радиоволновые. Ведь мы используем не антенну для облучения кожи радиоволнами, а электроды для того, чтобы в коже инициировать протекание переменных токов радиочастотного диапазона.

RF-технологии отличаются друг от друга частотными характеристиками и конструкцией электродов, которые могут быть резистивными (например, электрорадиохирургические приборы, аппараты для RF-лифтинга), емкостными или индуктивными (например, аппараты для УВЧ-терапии).

1.5. Методы электротерапии в аппаратной косметологии

Классификация наиболее известных физиотерапевтических и хирургических методов по принципу воздействия представлена в **табл. I-1-1**. Многие из них нашли применение в косметологии и эстетической медицине, где используются для решения разнообразных задач. В таблице указаны классические названия, принятые в физиотерапии.

Так же как и в фармакологии, в большинстве случаев стимулирующий или разрушающий эффект зависит от «дозы» воздействия — чем она выше, тем больше разрушающая сила. В связи с этим все методы делят на:

- стимулирующие (электротерапевтические);
- разрушающие (электродеструктивные).

1.5.1. Постоянный электрический ток низкой интенсивности

Гальванизация

Гальванизация — воздействие на организм постоянного электрического тока малой силы (до 50 мА) и низкого напряжения (30–80 В). В ответ возникают различные физиологические реакции как местного, так

Таблица I-1-1. Методы, основанные на электрических и магнитных воздействиях

| Основной действующий фактор | Физиотерапевтический метод | |
|---|--|--|
| | стимуляция | деструкция |
| Электроды являются источником тока и всегда касаются кожи | | |
| Постоянный электрический ток низкой интенсивности (см. ч. I, п. 1.5.1) | <ul style="list-style-type: none"> • Гальванизация • Лекарственный электрофорез (ионофорез) | <ul style="list-style-type: none"> • Дезинкрустация • Электропилиция |
| Импульсный ток низкой частоты и низкой интенсивности (см. ч. I, п. 1.5.2) | <ul style="list-style-type: none"> • Диадинамотерапия • Диадинамофорез • Электростимуляция • Микроотоковая терапия • Чрескожная электронейростимуляция (ЧЭНС-терапия), динамическая электронейростимуляция (ДЭНС-терапия) • Электролиполиз | — |
| Импульсный постоянный ток высокой интенсивности (см. ч. I, п. 1.5.3) | — | <ul style="list-style-type: none"> • Электропорация • НЭИ для разрушения опухолей |
| Переменный электрический ток высокой частоты (порядка мегагерц) (см. ч. I, п. 1.5.4) | <ul style="list-style-type: none"> • RF-лифтинг и омоложение • Фракционный RF-термолиз | <ul style="list-style-type: none"> • Электро(радио)хирургия • RF-липосакция • RF-липолиз • Высоочастотная электропилиция • Неинвазивная RF-диатермия и электропорация жировой ткани |
| Переменный электрический ток низкой частоты (килогерцы и ниже) (см. ч. I, п. 1.5.5) | <ul style="list-style-type: none"> • Ультратонотерапия • Дарсонвализация • Амплипульстерапия (миостимуляция) • Ридолиз • Интерференцтерапия • Флуктуоризация | — |
| Прямой электрический контакт с кожей отсутствует, токи в тканях возникают в результате воздействия на них переменного поля | | |
| Магнитное поле (импульсное) (см. ч. I, п. 1.5.6) | <ul style="list-style-type: none"> • Магнитотерапия • Индуктотермия • УВЧ-индуктотермия | — |
| Электромагнитное поле высоких частот (см. ч. I, п. 1.5.7) | <ul style="list-style-type: none"> • УВЧ-терапия • ДМВ-терапия • СМВ-терапия • ММ-терапия (КВЧ-терапия) | <ul style="list-style-type: none"> • Микроволновой термолиз потовых желез |

и общего характера, зависящие от состояния организма, расположения электродов, интенсивности тока.

В коже, преимущественно в области катода, происходит выброс биологически активных веществ — ацетилхолина, гистамина, гепарина, простагландинов, эндорфинов и факторов, вызывающих расширение просвета сосудов (оксида азота и эндотелинов). Под действием этих веществ развивается гиперемия, способствующая улучшению обмена веществ, усилению окислительно-восстановительных процессов, оказывающая рассасывающее действие и служащая источником рефлекторного раздражения, а также ускоряется эпителизация ран и трофических язв. Гальванический ток стимулирует обмен веществ и активизирует деятельность сальных и потовых желез.

Важно отметить, что образующиеся при гальванизации факторы действуют не только в зоне расположения электродов, но и переносятся в нижележащие ткани и общий кровоток, что, естественно, оказывает системный эффект на организм. Системный эффект модулируют сигналы, поступающие в мозг от кожных рецепторов. Этим объясняется тот факт, что гальванический ток усиливает кровоснабжение и метаболизм в головном мозге, благотворно влияет на функцию нервных стволов. Отмечается также активизация функционирования эндокринной системы, особенно надпочечников, гипофиза и щитовидной железы. В крови повышается содержание свободных форм гормонов и усиливается потребление их тканями, что в немалой степени способствует противовоспалительному лечению.

Итак, при гальванизации в целом отмечается нормализующее действие тока на организм благодаря следующим терапевтическим эффектам: противовоспалительному, обезболивающему, седативному, вазоактивному, противоотечному, детоксикационному, миорелаксирующему, метаболическому, секреторному, регенеративному.

Кроме обычной гальванизации в косметологии используют ножные и ручные **гальванические ванны**, в которых воздействие тока происходит на участках тела, погруженных в воду. Гальванизацию применяют при отеках, нарушениях пигментации кожи, понижении мышечного тонуса, образовании постоянных кожных складок, всех видов себореи, сухой увядающей коже, лечении послеугревых рубцов, а также функциональных заболеваниях нервной системы, профилактике утомления, гиподинамии.

Возможно, что эффекты гальванизации лежат в основе воздействия на человека «цилиндров фараона», представляющих собой **медный и цинковый цилиндры с магнитными наполнителями**. Эти цилиндры использо-