

Глава 3

Микротоковая терапия

Микротоковая терапия (син.: микролифтинг, короткоимпульсная электростимуляция, электрокосметическое подтягивание, мимическая гимнастика лица, англ. — microcurrent) — это комплексный метод воздействия на организм модулированными импульсными токами очень малой силы (микроамперы, $1 \text{ мкА} = 1/1000000 \text{ А}$) и низкой интенсивности с различными частотными характеристиками с лечебной и косметической целью.

3.1. Принцип действия микротоковой терапии

Предполагается, что в основе лечебного эффекта микротоковой терапии лежит **стимуляция потенциал-зависимых ионных каналов клетки**.

Как известно, мембрана клетки позволяет поддерживать постоянство ее содержимого, при этом активно «общаясь» с внеклеточной средой. Такое общение происходит в том числе через ионные каналы — встроенные в мембрану специализированные белки, через поры которых ионы могут перемещаться из межклеточного пространства внутрь клеток и наоборот. Различие в концентрации ионов на разных сторонах клеточной мембраны приводит к возникновению электрического напряжения, разности зарядов, названной **мембранным потенциалом (рис. I-3-1)**. За счет перемещения ионов, а вместе с ними и заряда запускаются различные физико-химические процессы в клетке, равно как и обратное — различные физико-химические процессы в клетке могут приводить к перемещению ионов. По сути, ионные каналы обеспечивают передачу в клетку управляющих сигналов, «говорящих» клетке о том, как работать. Примером того, насколько электрические сигналы влияют на клетки и организм в целом служат работы Майкла Левина, о которых мы говорили выше (см. ч. I, п. 2.3).

Существуют разные типы каналов, по которым происходит перемещение ионов. **Потенциал-зависимые ионные каналы открываются и закрываются в ответ на изменение мембранного потенциала**.

Под действием микротоков происходит перераспределение ионов натрия и калия, приводящее к смене мембранного потенциала. Такая полярность

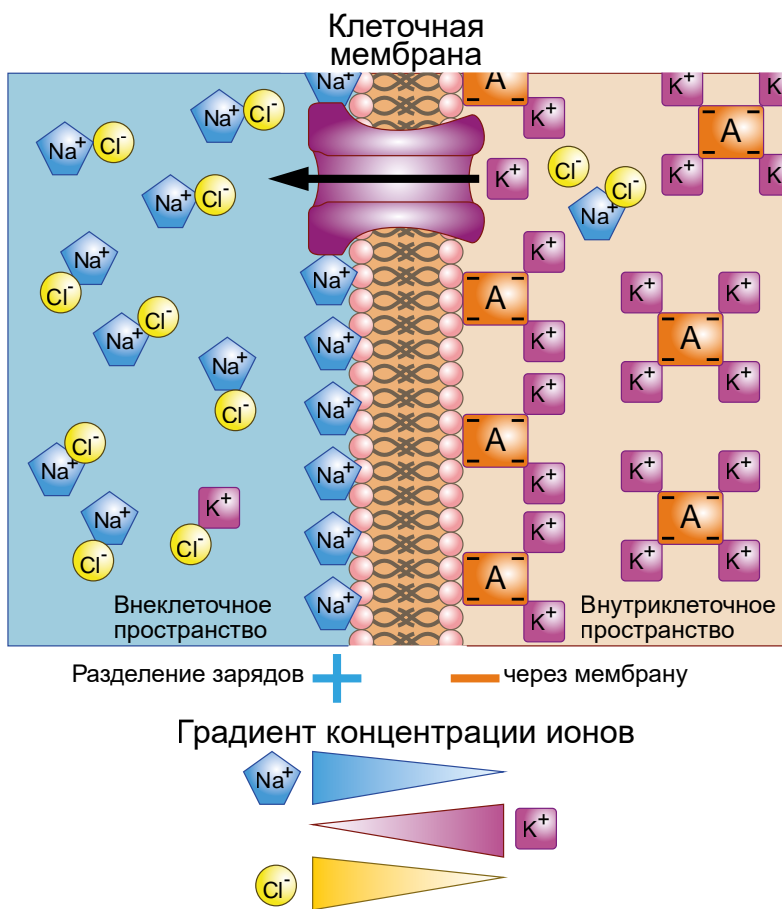


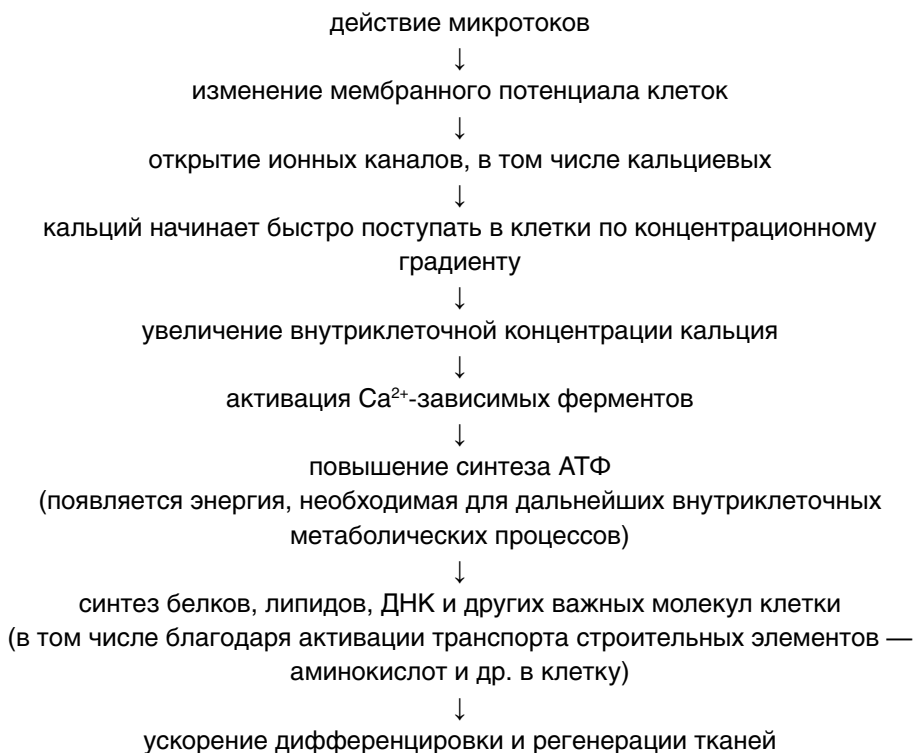
Рис. I-3-1. Схема формирования мембранного потенциала

«наоборот» длится примерно 1–2 мс для эпителиальных клеток, 3–5 мс для клеток скелетных мышц. За это время в клетку поступают двухвалентные катионы, в частности **кальций** — мощный физиологический сигнал, запускающий каскад внутриклеточных реакций, в том числе повышающий уровень АТФ и обеспечивающий клетку энергией для метаболических процессов (Cheng N., et al., 1982).

Подобно тому как легкие стрессы запускают в организме цепь репаративных процессов, сопровождающихся синтезом стрессовых белков шаперонов, так и легкие «уколы» клетки микротоками пробуждают ее функциональную активность. Таким образом, микротоковая терапия является мягким методом воздействия, нормализующим и стимулирующим работу клеток и тканей в целом.

Возможно, именно синтез шаперонов лежит в основе феномена увеличения функциональной активности как клеток, так и организма, поскольку именно эти белки необходимы для «перетаскивания» из цитоплазмы в митохондрию ферментов, определяющих биоэнергетический потенциал митохондрий. Ведь геном митохондрий хранит информацию лишь о нескольких десятках белков, в то время как внутри митохондрий работает несколько сотен белков, большинство из которых поступают из цитоплазмы с помощью шаперонов. Кроме того, шапероны отвечают за сборку всех белков клетки, а следовательно, за появление как функциональных агентов (ферментов), отвечающих за протекание различных процессов в клетке, так и структурных элементов.

Таким образом, предполагается следующая цепочка событий, объясняющая стимуляцию клеток микротоками:



3.2. Параметры микротоковой терапии

В общем случае считается, что для достижения подобных эффектов микротока должны иметь следующие характеристики (Баховец Н.В., 2019):

- сила тока — до 600 мкА;
- длительность импульсов — 0,1–1500 мс;
- частота импульсов — 0,1–500 Гц;
- форма импульсов — прямоугольная, треугольная, трапецевидная, синусоидальная.

Почему такие параметры считаются оптимальными? Величина тока (при заданных частотах) не должна превышать некоторой пороговой величины, при которой за один период потенциал клетки успевает сменить знак на противоположный.

Максимальная величина частоты электрических импульсов, под действием которых происходит открывание ионных каналов, не должна превышать 350–500 Гц для клеток кожи, 100–330 Гц для клеток мышц и 3–10 Гц для клеток периферической нервной системы. Если превысить эти значения, то возбуждающие клетку электрические импульсы будут следовать быстрее скорости перезарядки клеточной мембраны, что снизит эффективность воздействия. Нервы и мышцы просто не будут воспринимать их как отдельные раздражители.

С другой стороны, частота воздействия не должна быть слишком низкой, потому что в этом случае число мембранных перезарядок, а следовательно, и количество введенных в клетку полезных веществ и выведенных продуктов метаболизма будет меньше за фиксированное время процедуры.

Величина порогового тока воздействия, при котором происходит полная перезарядка клеточных мембран, различается для разных клеток эпидермиса, дермы, жировых клеток и клеток мышц. Приближенные расчеты дают следующие рекомендованные значения токов для методов микротоковой терапии:

- зернистый и шиповатый слои эпидермиса — 40–80 мкА;
- зародышевый слой эпидермиса, коллагеновые и эластиновые волокна — 80–120 мкА;
- гиподерма — 100–140 мкА;
- мышцы — до 330 мкА.

Кроме короткоимпульсных микротоков (0,1–0,5 мс), обычно используемых для микротоковой терапии, в некоторых устройствах возможны режимы генерации более длительных импульсов (100–1500 мс) (Баховец Н.В., 2019). Производители заявляют, что использование таких более длительных однонаправленных (так называемых монополярных) микротоковых импульсов позволяет доставлять в кожу лекарственные вещества аналогично процедуре электрофореза (см. ч. I, п. 3.9), хотя и с существенно меньшей эффективностью, чем в случае стандартных процедур. Поэтому если важно именно повысить проницаемость кожи для какого-то активного ингредиента, лучше прибегнуть к специализированной процедуре электро- или сонофореза (трансдермальная доставка с помощью ультразвукового воздействия).