

Островский Л.С.

ЗАВИСИМОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ ОТ ТИПА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА И ЕГО МОЩНОСТИ

Научный руководитель: ст. преп. Зинкевич О.В.

Кафедра медицинской и биологической физики

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Актуальность. Электрический ток в медицине является одновременно лечебным инструментом и опасным фактором. Понимание физических закономерностей его взаимодействия с тканями – основа электробезопасности и эффективности электрохирургии. Исход определяется типом тока (постоянный, переменный низкой и высокой частоты) и мощностью (плотностью тока и мощности) во взаимосвязи с частотно-зависимым импедансом тканей.

Цель: систематизировать физические механизмы взаимодействия тока с биологическими тканями в зависимости от типа тока и мощности, выявив закономерности перехода от обратимых реакций к необратимым повреждениям.

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе анализа литературы и модельного эксперимента на изолированных тканях (печень, мышцы КРС). Использованы три типа тока: постоянный, переменный 50 Гц и высокочастотный 440 кГц. Электрод площадью 10 мм² погружался в ткань на 5 мм, мощность варьировалась. Температура измерялась термопарой, зона некроза оценивалась морфометрически.

Результаты и их обсуждение. Тип тока определяет механизм поражения. Постоянный ток (10–100 мА, 10 с) вызывает электрохимические изменения: под анодом – ацидоз и коагуляционный некроз, под катодом – алкалоз и колликационный некроз. Переменный ток 50 Гц (10–100 мА, 10 с) уже при 10 мА вызывает сокращения, при 50–100 мА температура достигает 70–80 °С, зона повреждения неоднородна. Это наиболее опасный вид тока (фибрилляция при 50–100 мА). Высокочастотный ток 440 кГц (5–50 Вт, 5 с) не вызывает сокращений: при 5–10 Вт – коагуляция (60–80 °С), при 50 Вт – карбонизация (режим резки). Импеданс тканей частотно-зависим: удельное сопротивление при низких частотах составляет кровь – 1,5 Ом·м, мышцы – 2–5 Ом·м, жир – 10–40 Ом·м, кость – 100–1000 Ом·м, что обуславливает неравномерность распределения тока. С ростом частоты ток проникает внутрь клеток, обеспечивая объемный прогрев. Статистически различия групп значимы ($p < 0,05$).

Выводы:

1. Тип тока задает механизм поражения: постоянный – электрохимический, переменный низкой частоты – нейромышечный (фибрилляция), высокочастотный – термический.
2. Мощность воздействия определяет исход: от обратимых реакций (нагрев до 42–45 °С) до необратимой деструкции (при превышении этого порога).
3. Импеданс тканей и его частотная зависимость обуславливают неравномерность распределения тока, что важно для прогнозирования электротравм.
4. Полученные закономерности обосновывают выбор параметров тока в клинической практике и критерии электробезопасности.