

УДК 539.183

Н.В.Михеева (асп., каф. КЭ), С.В.Кружалов, к.т.н., доц.,  
Т.Н.Королькова, проф., зав. каф. мед. косметологии СПбМАПО

#### МЕТОД КВЧ-ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ КОЖИ

ABSTRACT: Using extremely high frequencies (42 GHz) is a new method for measuring the hydration state of skin. This method is applied to investigate skin moisture and structure of skin water. In the present study, the physical basics of this method were considered, and time dependences of the skin hydration characteristics were observed and analyzed.

Измерение влагосодержания кожи применяется при исследовании ее функций и биофизических свойств. Содержание воды в коже определяется многими внешними и внутренними факторами. Водный баланс кожи тонко регулируется, его изменения влияют на состояние кожи. Наиболее распространенными являются способы измерения содержания воды в эпидермисе, основанные на измерении кожного импеданса. Различиями приборов для измерения влажности кожи, в основе которых реализуется метод импедансометрии, являются: количество (от одной) и диапазон используемых для измерения частот. Существующие в настоящее время приборы [1] работают в килогерцовом (например, Corneometer CM 825 (Германия) и DermaLab (Дания), рабочие частоты - 40-75 кГц и 100 кГц, соответственно) и мегагерцовом диапазонах (Skicon 200 (Япония) и Nova DPM 9003 (США), рабочие частоты – 3.5 МГц и 1 МГц, соответственно).

Вода в тканях, в частности в коже, может находиться в двух состояниях: свободном и связанном. Связанная вода – эта вода, образовавшая связи с биомолекулами или сама с собой (кластеры). Существует предположение, что изменение соотношения свободной и связанной воды в коже влияет на ее биологическую активность, и, как следствие, на состояние кожи в целом. Относительно недавно был предложен новый способ измерения содержания воды в коже – КВЧ-диэлектрометрия. Метод позволяет не только измерять влагосодержание кожи, но и определять структурную организацию воды в коже. Сущность метода сводится к следующему: измеряется фаза и амплитуда отраженного кожей сигнала на частоте 42 ГГц [2]; полученные данные используются для определения комплексного коэффициента отражения кожи, который зависит от диэлектрических свойств кожи; по величинам модуля диэлектрической проницаемости и тангенса диэлектрических потерь делаются выводы о содержании и структурной организации воды в коже [3]. Выбор рабочей частоты в гигагерцовом диапазоне обусловлен тем, что на частоте 42 ГГц поглощение воды значительно превосходит поглощение биологических молекул. Увеличение модуля диэлектрической проницаемости свидетельствует об увеличении общего влагосодержания кожи. Уменьшение тангенса диэлектрических потерь, т.е. отношения мнимой составляющей диэлектрической проницаемости к вещественной, говорит об увеличении количества свободной воды в коже.

В работе исследовалось изменение влагосодержания и структурной организации воды в коже во времени в зависимости от анатомической области. Для измерения были выбраны следующие точки: на тыльной стороне кисти – в зоне «анатомической табакерки» и на запястье, на ладони, на боковой поверхности шеи, в области носогубных складок, на коже лба. Выбор точек обусловлен тем обстоятельством, что кожа в области кистей рук, лица и шеи наиболее часто подвергается воздействию различных внешних факторов. Исследование влагосодержания этих участков кожи представляется актуальным в плане предотвращения нарушения их водного баланса и разработки методов его восстановления. Измерение

вещественной и мнимой составляющих диэлектрической проницаемости, тангенса диэлектрических потерь, влагосодержания кожи проводили в выбранных точках в течение двух часов. Величины определяемых параметров регистрировали каждые 10 минут. Для исключения влияния температурного фактора на водный баланс измеряемых участков кожи температура в помещении поддерживалась постоянной и составляла 24°C.

Были получены следующие результаты:

1. Содержание воды в коже зависит от анатомической области. В измеряемых точках влагосодержание кожи изменялось в пределах 20 % от точки к точке.
2. Содержание воды в коже изменяется во времени. Наблюдалось одновременное уменьшение/увеличение вещественной и мнимой составляющих диэлектрической проницаемости, что свидетельствует об уменьшении/увеличении количества как свободной, так и связанной воды в коже до 10 % от среднего по времени измерения значения.
3. Периодически происходят изменения структурной организации воды в коже: т.е. одновременное уменьшение связанной и увеличение свободной воды или наоборот.

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о сложном механизме водного обмена кожи. Для дальнейшего изучения водного баланса кожи планируется провести исследования влияния внешних факторов (температуры, поверхностно-активных веществ) на содержание и структурную организацию воды в разных участках кожи.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. J.W.Fluhr, M.Gloor. Skin research and technology. - 5, 1999. - pp 161-180.
2. Стрэттон Дж.А. Теория электромагнетизма. – М.:ГТТИ, 1948. – 438с.
3. Кузнецов А.Н. Биофизика электромагнитных воздействий (Основы дозиметрии). – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 256 с.