

В.А. Потапов,  
Д.А. Хасхачих,  
С.В. Жеро

Дніпропетровська державна  
медична академія

## Вплив віку хворих, тривалості лактації та об'єму грудної залози на електричну провідність її тканин

Influence of the age, lactation duration  
and breast volume on its electric conductivity

**Цель работы:** Изучить влияние возрастного фактора, объема грудной железы (ГЖ), длительности лактации на электропроводимость ГЖ у женщин, определенную с помощью электромагнитного (вихретокового) метода, для обоснования нового метода диагностики.

**Материалы и методы:** В исследуемую группу были включены 52 женщины в возрасте 14–60 лет с различными объемами ГЖ и сроками лактации в анамнезе, без патологических изменений в ГЖ по данным УЗИ и маммографии. Исследование проводилось электромагнитным (вихретоковым) методом с помощью портативного прибора ВС-5А.

**Результаты:** Выявлена зависимость изменений электропроводимости ГЖ у женщин от возраста, объема ГЖ и длительности лактации. Установлено, что с возрастом электропроводимость тканей ГЖ возрастает, к 35–40 годам достигает максимума и в дальнейшем снижается. Это связано с уменьшением содержания воды в тканях и снижением функциональной активности клеток, что влияет на протекание в них поляризационных процессов. С увеличением объема ГЖ электропроводимость возрастает, что связано с усилением поляризационных процессов в большом объеме тканей. С увеличением длительности лактации функциональные возможности ГЖ снижаются, что приводит к уменьшению их электропроводимости.

**Выводы:** Исследование у женщин разного возраста электропроводимости ГЖ с их различными объемом и длительностью лактации в анамнезе с помощью электромагнитного (вихретокового) метода выявило зависимость влияния этих факторов на величину изучаемого показателя. С увеличением возраста женщин и длительности лактации электропроводимость ГЖ снижается, а с увеличением объема ГЖ возрастает. Учет этих данных, полученных с помощью электромагнитного (вихретокового) метода, необходим при разработке методики диагностики заболеваний ГЖ у женщин.

**Ключевые слова:** электропроводимость, грудная железа, возраст, объем грудной железы, лактация.

**Objective:** To study the influence of age, breast (B) volume, lactation duration on breast electric conductivity in women determined with electromagnetic method to validate a new method of diagnosis.

**Material and Methods:** The study involved 52 women aged 14–60 with various B volume and lactation duration without B pathology according to ultrasonography and mammography. The examination was done with electromagnetic (eddy current) method using a portable unit BC-5A.

**Results:** Dependence of B electric conductivity on the age, B volume, and lactation duration was revealed. It was established that B tissue electric conductivity increased with the age, by 35–40 years of age it reached its maximum, and decreased later. This was due to reduction in the water content of the tissues and reduced cell functional activity, which influenced polarization process in them. Electric conductivity increased with B enlargement due to increased polarization processes in the large tissue volume. Increase in lactation duration caused reduction in B functional capabilities, which resulted in electric conductivity reduction.

**Conclusion:** The study of B electric conductivity in women of various age with different B volume and lactation duration using electromagnetic (eddy current) method revealed dependence of these factors and the studied parameter. B electric conductivity reduces with the age and lactation duration and increases with B volume. These findings obtained using electromagnetic (eddy current) method are necessary for working out techniques of B disease diagnosis in women.

**Key words:** electric conductivity, breast, age, breast volume, lactation.

Захворювання грудної залози (ГЗ) — дуже актуальна проблема сучасної клінічної гінекології та онкології, оскільки в питаннях діагностики патології цього органа існують труднощі й суперечності [1].

У світі відбувається інтенсивний пошук методів удосконалення діагностики, заснованих на застосуванні нових технологій і сучасних досягнень науки й техніки з метою одержання додаткової інформації про стан досліджуваних органів і систем.

Дуже перспективним для дослідження напівпровідних біологічних тканин є викори-

стання електромагнітного (вихорострумового) методу.

В основу досліджень ГЗ був покладений електромагнітний (вихорострумовий) метод вимірювання відповідних параметрів з наступним обчисленням електропровідності тканин за формулою

$$\gamma = 5,56 \cdot 10^{-11} \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta,$$

де  $\gamma$  — електропровідність, Сим/см;

$f$  — частота, Гц;

$\varepsilon$  — діелектрична проникність;

$\operatorname{tg} \delta$  — тангенс кута діелектричних утрат.

Як видно з представленої формули, електропровідність біологічних тканин залежить від частоти електромагнітного поля, діелектричної проникності та діелектричних утрат. Зазначені параметри характеризують поляризаційні процеси, що відбуваються в біологічних тканинах під впливом електромагнітного поля змінної частоти.

У жінок ГЗ складається з різних структурних елементів: молочних часточок, кількість яких доходить до 15–20, вивідних проток, молочного синуса. Між часточками залози розташована волокниста сполучна тканина, що містить еластичні волокна і жирові клітини. Більший чи менший вміст жиру й еластичних волокон зумовлює форму і пружність грудних залоз [2].

Розміри і будова ГЗ істотно змінюються залежно від їх функціонального стану в період статевого дозрівання, на різних етапах менструального циклу, вагітності, лактації та інволюції [2]. Так, зі збільшенням віку зменшується відсоток фіброзної тканини; прогресивно збільшується об'єм ГЗ, досягаючи до 25–40 років максимуму, а потім прогресивно знижується кількість груп проток і молочних часточок. До 60–70 років кількість молочних часточок і проток значно зменшується і зростає вміст жирової тканини, що пов'язано з процесами інволюції органа [3].

Біологічні тканини, залежно від своєї будови, мають різну електропровідність [4]. Її дисперсія зумовлена поляризаційними явищами, що відбуваються в біологічних тканинах і викликані впливом змінного електромагнітного поля [5]. Електропровідність тканин прямо залежить від їх діелектричної проникності. Результати досліджень різних авторів показали, що величина останньої залежить від вмісту води в тканинах. Коли він великий (м'язи, шкіра), діелектрична проникність висока, а коли малий (жир, кістки) — низька [5].

При дослідженні електропровідності тканин ГЗ не можна не враховувати впливу на цей показник вікових змін, об'єму і функціонального стану ГЗ, тому що всі ці фактори впливають на структуру ГЗ, а отже, й на її електрофізичні характеристики. Такі дослідження допоможуть у розробці методичних прийомів для проведення діагностики захворювань ГЗ у жінок за допомогою електромагнітного (вихорострумового) методу.

Діагностичні прилади, створені на основі такого методу, відрізняються простотою конструкції, високою чутливістю, відсутністю негативного впливу як у місці їх застосування, так і на організм у цілому, можуть використовуватися багаторазово для вивчення динаміки змін у тканинах під впливом терапії.

## Методика дослідження

Досліджувану групу склали 52 жінки віком 14–60 років (середній вік  $33,6 \pm 0,8$  р.) без патології ГЗ. Усім їм попередньо провели ультразвукове дослідження ГЗ на апараті Logik-400 D, а також мамографію в 2 проекціях. Пацієнтки були розподілені на групи залежно від віку та об'єму ГЗ, виміряного по колу грудної клітки: А (70–80 см), В (81–90 см), С (91–100 см), D (100 см і більше). Дослідження електричної провідності ГЗ проводили в положенні жінок лежачи із заведеними за голову руками, що забезпечує максимальну доступність для дослідження. Для проведення діагностики на ГЗ одягали відповідно до її розміру поліетиленовий номерний шаблон, на який нанесена координатна сітка. Залежно від розміру ГЗ умовно поділяли на 12 радіальних секторів і окружні пояси (від 2 до 5), потім сканували по її поверхні вихорострумовим перетворювачем за зазначеною сіткою за годинниковою стрілкою в кожному поясі та синхронно реєстрували сигнали перетворювача, з'єднаного гнучким електричним кабелем з автогенераторною вимірювальною системою. В результаті зміни картини електромагнітного поля перетворювача змінювалися навантаження автогенератора і реакція автогенераторної системи [6]. Одержували, таким чином, функцію розподілу сигналів по ГЗ, за якою визначали неоднорідності структури тканин однієї і порівнювали їх із симетричними ділянками іншої ГЗ [7]. При обстеженні ГЗ важливе значення має порядок сканування перетворювачем приладу за її умовними секторами. Порівняльну оцінку стану правої і лівої ГЗ виконували за однаковими секторами. Це дозволяло врахувати деякі особливості розподілу тканин ГЗ.

Для простоти практичного застосування приладу вимірювання електропровідності проводили в її умовних одиницях від 0 до 2000, що дорівнює  $1 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-4}$  Сим/м. Робоча частота генератора ( $8 \pm 0,5$ ) МГц без навантаження, живлення приладу від одного елемента напругою 9 В, його габаритні розміри  $140 \times 80 \times 30$  мм, маса 0,2 кг.

## Результати та їх обговорення

У роботі представлені результати досліджень 52 жінок, у ГЗ яких за допомогою УЗД і мамографії не було виявлено патологічних змін.

На рис. 1 представлено результати обстеження ГЗ жінок віком 14–60 р. з різним об'ємом залози. Як бачимо, в міру збільшення віку обстежуваних електропровідність тканин ГЗ зростає, досягаючи в 35–40 р. максимуму і далі повільно зменшується. Слід зауважити, що зі збільшенням об'єму ГЗ електропровідність підвищується, що пояснюється ак-

тивізацією поляризаційних процесів у великому об'ємі залози. Показники електричної провідності збігаються з даними морфометричних змін у осіб різних вікових груп (14–25, 25–40, 40–50, 50–60, 60–70 років) [3]. З віком погіршуються обмінні процеси, знижується кількість «зв'язаної» і «вільної» води в тканинах та функціональна активність клітин [4], що позначається на загальному рівні поляризаційних процесів, які визначають сумарне значення електропровідності ГЗ.

Результати обстеження 47 жінок віком 30–35 р. з різним об'ємом ГЗ і тривалістю лактації

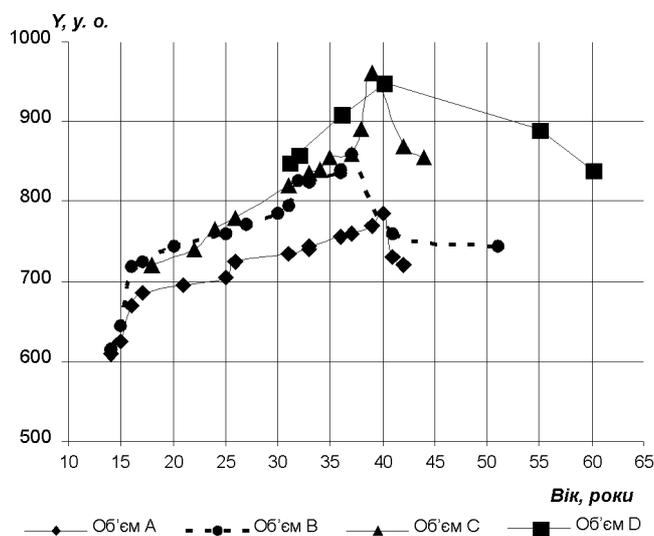


Рис. 1. Зміна електричної провідності тканин ГЗ залежно від віку жінки та об'єму залози

Changes in B tissue electric conductivity depending on the age and breast volume

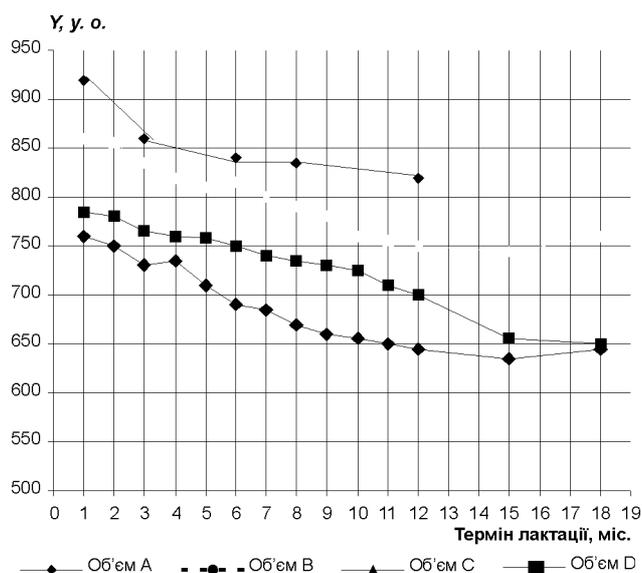


Рис. 2. Зміна електричної провідності у жінок віком 30–35 років з різним об'ємом ГЗ залежно від терміну лактації в анамнезі

Changes in B tissue electric conductivity in women ages 30–35 with various B volume depending on the term of lactation

від 1 до 18 місяців в анамнезі наведені на рис. 2. Отримані дані свідчать, що зі збільшенням тривалості лактації електропровідність ГЗ знижується. Можна припустити, що при цьому функціональні можливості грудних залоз зменшуються, що відбивається на характері перебігу поляризаційних процесів у тканинах ГЗ і зниженні їх електропровідності, але, як видно з рис. 2, електропровідність більшою мірою залежить від об'єму залози.

Показники розподілу сигналу вихорострумового датчика в симетричних ділянках ГЗ були практично ідентичні. Відхилення параметра електропровідності від середнього значення складало, за даними вимірювального приладу, не більше  $(8 \pm 3)$  одиниць ( $p < 0,05$ ).

## Висновки

1. З віком показники електропровідності ГЗ зростають, досягаючи в 35–40 років максимуму, і далі повільно зменшуються.
2. Зі збільшенням у жінок об'єму ГЗ їх електропровідність зростає.
3. Зі збільшенням тривалості лактації електропровідність ГЗ зменшується.

Отримані електромагнітним (вихорострумовим) методом дані необхідно враховувати при розробці методики діагностики захворювань ГЗ у жінок.

## Література

1. Пустырский Л.А. Рак молочной железы: Учеб. пособие. — М.: Высш. шк., 1998. — 96 с.
2. Семглазов В.Ф. Ранняя диагностика опухолей молочной железы. — М.: Медицина, 1989. — 183 с.
3. Чумаченко Н.А., Шлыков Н.Н. Молочная железа: морфометрический анализ. — Воронеж: изд-во Воронеж. гос. ун-та., 1991. — 160 с.
4. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека: Справ. — К.: Наук. думка, 1990. — 224 с.
5. Тарусов Б.Н., Антонов В.Ф., Бурлакова Е.В. и др. Биофизика / Под. ред. Б.Н. Тарусова и О. Р. Кольс. — М.: Высш. шк., 1968. — 467 с.
6. Арш Э.И. Автогенераторные методы и средства измерений. — М.: Машиностроение, 1979. — 256 с.
7. Хасхачих Д.А., Хасхачих А.Д. Спосіб електромагнітної діагностики молочної залози у жінок. Патент № 44190. — Україна А61N1\00. Опубл.: Бюл. № 1. — 2002. — 2 с.

Надходження до редакції 22.03.2004.

Прийнято 11.06.2004.

Адреса для листування:  
Хасхачих Дмитро Анатолійович,  
вул. Донецьке шосе, 116, кв. 128, Дніпропетровськ, 49125,  
Україна