

ПИЛОТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОИНВАЗИВНОЙ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКЕ УЗЛОВЫХ ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

А.В. Борсуков¹, А.А. Косова²

¹ Научно-исследовательская лаборатория “Ультразвуковые исследования и малоинвазивные технологии” Смоленской государственной медицинской академии (СГМА)

² Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии СГМА

А.В. Борсуков – доктор мед. наук, профессор, руководитель научно-исследовательской лаборатории “Ультразвуковые исследования и малоинвазивные технологии”, заведующий городским отделением диагностических и малоинвазивных технологий в МЛПУ “Клиническая больница №1” Смоленска; А.А. Косова – ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СГМА.

Представлены данные применения метода малоинвазивной биоимпедансометрии у пациентов с очаговыми доброкачественными образованиями щитовидной железы (n = 80). Приводится сравнительная оценка биоимпедансометрических показателей в подгруппах с различным морфологическим строением узлов щитовидной железы.

Ключевые слова: малоинвазивные манипуляции, биоимпедансометрия, щитовидная железа, узловой зоб.

Pilot outcomes of nodular goiter miniinvasive bioimpedance measurement in complex diagnostics

A. V. Borsukov¹, A. A. Kosova²

¹ Scientific laboratory for ultrasound and miniinvasive technologies, Smolensk

² Department of Radiology of Smolensk Medical Academy

Presented are the data of the application of miniinvasive bio-impedancimetry of local benign thyroid nodules (n = 80). The paper includes a comparative evaluation of bio-impedance indexes in subgroups with various morphological structure of the thyroid nodules.

Key words: miniinvasive diagnostic, bio-impedancimetry, thyroid gland, nodular goiter.

Введение

Проблема узлообразования щитовидной железы (ЩЖ) является по-прежнему актуальной не только с позиции правильной лечебной тактики, но и с позиции выбора оптимального алгоритма диагностических мероприятий [1, 5, 14, 16, 17, 19, 21, 27–29, 31, 34–36, 39].

Классическим подходом, имеющим рекомендательный характер, признаваемый отечественным и зарубежным эндокринологическими сообществами, является пальпация, ультразвуковое исследование и пункционно-аспирационная биопсия (ПАБ). Пальпаторное обследование проводится на первом этапе с целью выявления узловых образований в области проекции ЩЖ. Далее, при определении группы риска, с целью уточняющей топографо-анатомической

диагностики проводится УЗИ в различных режимах и при необходимости прицельная ПАБ под ультразвуковым контролем для морфологической верификации зоны интереса [3, 6, 8, 15, 23, 25]. Однако правильная интерпретация данных ультразвукового исследования зависит зачастую от класса аппаратуры и наличия дополнительных методик, квалификации врача-диагноста, что делает ее отчасти субъективно-зависимой процедурой. Цитологическая диагностика также не лишена зависимости от техники выполнения процедуры, а также имеет ряд промежуточных и неинформативных заключений. Это в свою очередь не всегда облегчает положение лечащего врача в выборе объема, времени и, что немаловажно, принятия решения о необходимости активной медицинской помощи [4, 7, 9, 10, 18, 20, 26, 30, 32, 37, 41].

Для корреспонденции: Косова Анастасия Александровна – Тел. раб: (4812) 38-46-73; e-mail: stasy.80@mail.ru.

В настоящее время в диагностическую практику активно внедряется метод биоимпедансометрии [2, 11, 13, 22, 24, 33, 38, 40]. В связи с этим задачей исследования являлось определение возможности проведения биоимпедансометрии для оценки характера тиреоидных изменений.

Материал и методы

Биоимпедансометрия представляет собой метод измерения полного электрического сопротивления тканей при прохождении через них переменного электрического тока различной частоты. Различные ткани в зависимости от их морфофункционального строения имеют разную электрическую проводимость. Электропроводность биологических тканей обусловлена в основном наличием жидкостного компонента и зависит напрямую от содержания воды в тканях. Емкость определяется биологическими мембранами, а также областью контакта стимулирующих электродов. Диэлектрическая проницаемость характеризуется макромолекулярными клеточными структурами.

Биологическая ткань представлена не только лишь клеточным компонентом, но и межклеточным взаимодействием, осуществляемым интерстициальной жидкостью, межтканевыми щелями, сосудистым руслом. При наличии патологических процессов изменяется физико-химическое состояние, молекулярное строение с характерными токопроводящими сдвигами.

Малоинвазивная биоимпедансометрия одновременно с ТАБ (что с позиции этического комитета позволяло расширенное информированное согласие) проводилась в манипуляционной для малоинвазивных вмешательств. В данной работе малоинвазивное исследование полного электрического сопротивления тканей осуществлялось с помощью модифицированного многочастотного биоимпедансного томографа с использованием двух токопроводящих электродов. Электроды представляют собой катетеры G22–G24, соединенные с помощью радиотехнического зажима с биоимпедансной установкой (рис. 1). Зондирующий электрод под ультразвуковым контролем пункционным способом подводился к патологическому очагу. Измерения биоимпеданса проводили бимодально с использованием рабочих частот 10 и 50 кГц. Исследования проводились монополярно. Для этого выбирались зоны центральной части очага, средней трети и пограничной с интактной тканью ЩЖ областью, куда вводился зондирующий электрод (рис. 2). Отводящий широкий сдвоенный электрод

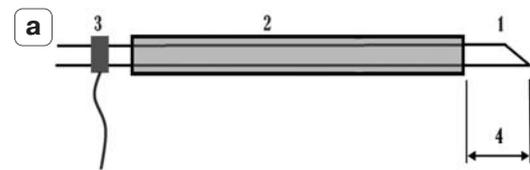


Рис. 1. Зондирующий электрод. а – общий вид: 1– рабочая часть зондирующего электрода (в см), 2– изолирующая канюля, 3– радиотехнический зажим, соединяющий электрод с биоимпедансной установкой, 4 – рабочая длина зондирующего электрода; б – внешний вид.

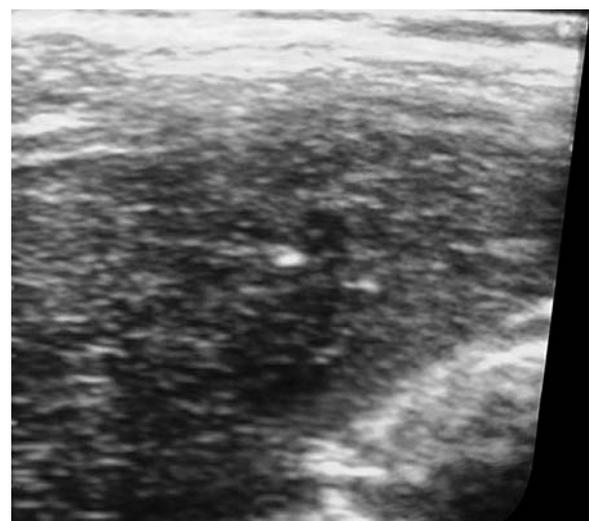
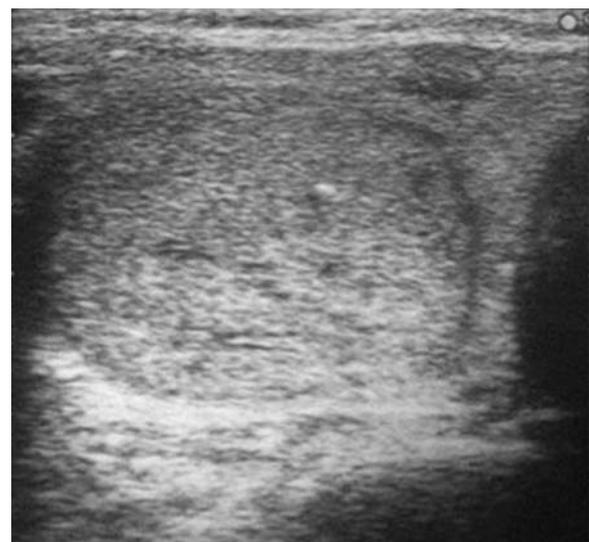


Рис. 2. Ультразвуковое сканирование при проведении биоимпедансометрии узлового образования щитовидной железы одним зондирующим электродом.

Таблица. Показатели биоимпедансометрии у пациентов с узловым коллоидным зобом разной степени пролиферации

Данные БИМ	Контрольная группа	Группа 1	Группа 2	Группа 3
БИМ (ср) на 10 кГц	2692,4 ± 533,9	2969,8 ± 804,8	3052,6 ± 612,4	2791,1 ± 586,4
БИМ (ср) на 50 кГц	1781,1 ± 290,1	1940,8 ± 440,5	1658,6 ± 477	1664,2 ± 506,1
К(ср)	1,53 ± 0,23	1,58 ± 0,46	1,92 ± 0,46	1,74 ± 0,37

Примечание. Группа 1 – пациенты с умеренно выраженной пролиферацией тиреоидного эпителия по данным ТАБ, группа 2 – лица с выраженной пролиферацией тироцитов по данным ТАБ, группа 3 – пациенты с любой степенью пролиферации с наличием регрессионных изменений по данным ТАБ; К(ср) – среднее значение коэффициента биоимпеданса в группе, равное отношению БИМ на 10 и 50 кГц; БИМ(ср) – среднее значение биоимпеданса, измеренного на частоте 10 и 50 кГц.

накладывался на запястье, обработанное электропроводящим гелем.

До процедуры биоимпедансометрии проводится окончательное ультразвуковое исследование зоны патологического образования с целью определения оптимальной траектории ведения электрода и минимального повреждения ЩЖ и окружающих ее тканей. Далее под местной аппликационной анестезией фиксируется датчик в неподвижном, удобном для визуализации и манипуляции положении и проводится пункция электрода до центральной зоны узла, содержащей паренхиматозный компонент.

Рабочая часть электрода выбирается из расчета 0,5 мм при образованиях от 1 до 3 см. При узлах размером от 3 до 6 см радиус рабочей зоны электрода составляет 1 мм.

Зонально проводя разночастотные измерения, электрод постепенно извлекали, вплоть до границы с интактной областью, что исключает лишней травматизм тканей. После извлечения электрода проводили контрольное ультразвуковое исследование для исключения наличия гематомы после проведения процедуры.

Пациенты экспериментальной группы были разделены на 3 подгруппы исходя из заключений цитологического исследования: контрольную подгруппу составили пациенты с неизменной тканью ЩЖ, 1-ю подгруппу – с умеренно выраженной пролиферацией тиреоидного эпителия (n = 30), 2-ю подгруппу – пациенты с пролиферацией тиреоидного эпителия от умеренной до выраженной (n = 22) и 3-ю – пациенты с разной степенью пролиферации тиреоидного эпителия, но с признаками дистрофически-дегенеративных изменений в узле (n = 28).

Данные представлены в виде $M \pm s$ при соответствии показателей закону нормального распределения (где M – среднее арифметическое значение признака, s – среднее квадратическое отклонение). Доверительный интервал представлен в виде $[x_a; x_b]$ с уровнем значимости α и уровнем вероятности γ . Разности дисперсий оценивались с помощью критерия Фишера, разности средних – с помощью t-кри-

терия при критическом уровне статистической значимости $\alpha = 0,05$.

Результаты и их обсуждение

При использовании стандартных стилет-катетеров, покрытых изолирующим слоем, основная зона измерений находится в области с радиусом, равным 10a, где a – радиус зондирующего электрода. При узловых образованиях ЩЖ размером от 1 до 3 см выбирается рабочий радиус зондирующего электрода, равный 0,5 мм. При размерах, превышающих данные значения, предпочтителен больший радиус (1 мм).

Показатели электрического сопротивления тканей ЩЖ, измеренные на разных частотах, приводились к коэффициенту для облегчения восприятия и быстроты анализа полученной информации. Коэффициент рассчитывался путем соотношения средних значений импеданса при частоте электрического тока 10 и 50 кГц (см. таблицу).

Значения коэффициента биоимпеданса (К) в интактной ткани ЩЖ в среднем составили 1,53 ± 0,23. При уровне значимости $\alpha = 0,05$ доверительный интервал находится в пределах [1,44; 1,61].

В группе пациентов с узловым коллоидным зобом, характеризующимся по данным цитологического исследования умеренно выраженной пролиферацией тиреоидного эпителия, средние значения биоимпедансного коэффициента составили 1,58 ± 0,46. Он значимо не отличается от коэффициента в интактной ткани ЩЖ, так как t-критерий расчетный равен 0,55, что намного меньше t-критерия критического, равного 2,05 ($p = 0,59 > \alpha = 0,05$). Доверительный интервал с вероятностью $\gamma = 0,95$ лежит в пределах [1,40; 1,75].

Среди пациентов 2-й подгруппы с пролиферацией тиреоидного эпителия от умеренной до выраженной, включая аденоматозную трансформацию узлов, имело место более выраженное повышение коэффициента биоимпеданса со средним значением 1,92 ± 0,46. Данные значения статистически значимо отличаются от контрольных в своих средних значе-

ниях, так как t-критерий расчетный равен 3,77, что намного больше t-критерия критического, равного 2,08 ($p = 0,001 < \alpha = 0,05$). Доверительный интервал находится в пределах значений [1,72; 2,13] при уровне $\alpha = 0,05$.

В узлах с умеренно выраженной пролиферацией и наличием дистрофически-дегенеративных изменений по данным ПАБ биоимпедансометрический коэффициент составляет $1,74 \pm 0,37$, значительно отличается от такового в интактной ЩЖ по средним значениям с $p = 0,011$, что меньше $\alpha = 0,05$ при t-критерии расчетном, равном 2,65, что больше t-критерия критического, равного 2,05. Доверительный интервал имеет значения [1,60; 1,89] при уровне $\alpha = 0,05$.

При этом группа пациентов с выраженной пролиферацией тиреоидного эпителия значительно отличается по коэффициенту биоимпеданса от пациентов из группы с умеренно выраженной пролиферацией при t-критерии расчетном = 2,69, что больше t-критерия критического = 2,05 ($p = 0,009 < \alpha = 0,05$). Пациенты с дегенеративными изменениями в узле статистически значимо не отличаются по коэффициенту биоимпеданса от группы с умеренно пролиферирующим зобом (t-критерий расчетный = 1,51, что много меньше t-критерия критического = 2,05; $p = 0,14 > \alpha = 0,05$), а также от пациентов группы с высокопролиферирующим тиреоидным эпителием (t-критерий расчетный = 0,23, что много меньше t-критерия критического = 2,08; $p = 0,13 > \alpha = 0,05$).

Вместе с тем коэффициент биоимпеданса у пациентов с узловыми образованиями ЩЖ статистически значимо чаще был выше значений $K = 1,6$.

Выводы

1. Средние значения биоимпедансного коэффициента интактной ткани ЩЖ при монополярной малоинвазивной биоимпедансометрии составляют $1,53 \pm 0,23$.

2. В группе пациентов с умеренно пролиферирующим узловым коллоидным зобом ($K = 1,58 \pm 0,46$) показатели коэффициента биоимпеданса статистически значимо не отличались от значений в контрольной группе. У пациентов с наличием регрессионных изменений в ткани ЩЖ ($K = 1,74 \pm 0,37$), а также в группе пациентов с наличием высокой пролиферации тиреоидного эпителия по данным цитологического исследования ($K = 1,92 \pm 0,46$) показатели коэффициента биоимпеданса были статистически значимо выше, чем в интактной ткани ЩЖ.

3. Группа пациентов с высоким уровнем пролиферации тиреоидного эпителия статистически значимо отличалась по коэффициенту биоимпеданса от группы пациентов с умеренно выраженной пролиферацией.

4. Среди пациентов с узловым коллоидным зобом коэффициент биоимпеданса $\geq 1,6$ встречается значимо чаще.

5. Малоинвазивная биоимпедансометрия имеет перспективы для увеличения информативности рутинной ТАБ. Необходимо дальнейшее исследование для оценки прогностического значения БИМ с позиции доказательной медицины (большой объем выборки, время комплексного клиничко-инструментального наблюдения 3–5–10 лет).

6. Представляется перспективным оценить возможности биоимпедансометрии и эластографии: оправдан ли синергизм методик или это только усложнит диагностический инструментальный алгоритм при очаговой патологии ЩЖ.

Список литературы

1. Абалмасов В.Г., Ионова Е.А. К вопросу о предоперационной ультразвуковой диагностике узловой патологии щитовидной железы // Вестн. рентгенол. и радиол. 2007. №6. С. 9–17.
2. Биоимпедансный анализ состава тела человека/ Николаев Д.В. [и др.] // М.: Наука, 2009.
3. Гринева Е.Н., Малахова Т.В., Горюшкина Е.В. Роль тонкоигольной аспирационной биопсии в диагностике узловых образований щитовидной железы // Пробл. эндокринол. 2005. №1. С. 10–15.
4. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Фадеев В.В. и др. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике и лечению узлового зоба // Пробл. эндокринол. 2005. №5. С. 40–42.
5. Ионова Е.А., Тамбовцева Н.М., Абалмасов В.Г. Предоперационная лучевая диагностика узловой патологии щитовидной железы // Материалы 7-го Всерос. науч. форума "Радиология-2006". М., 2006. С. 95–96.
6. Кияев А.В., Елисеева Н.А., Королева Н.П. Диагностическая точность тонкоигольной аспирационной биопсии щитовидной железы под ультразвуковым контролем и морфологическая структура узлового зоба у детей и подростков // Пробл. эндокринол., 2008. №5 С. 16–20.
7. Клинические рекомендации: Эндокринология 2007 / Под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007.
8. Мартиросян И.Т. и др. Клинико-морфологические особенности непальпируемых очаговых изменений ткани щитовидной железы // Клини. и экспер. тиреоидол., 2006. №3. С. 31–39.
9. Борсуков А.В. и др. Малоинвазивные вмешательства под ультразвуковым контролем в клинике внутренних болезней. Учебно-методическое пособие. Под общей редакцией Харченко В.П. Смоленск, 2005.
10. Борсуков и др. Малоинвазивные технологии под ультразвуковой навигацией в современной клинической практике / Практическое руководство. Под ред. Борсукова А.В. и Шолохова В.Н. Смоленск, 2009.
11. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006.

12. Медик В.А., Токмачев М.С., Фишман Б.Б. Статистика в медицине и биологии. В 2 т. М.: Медицина, 2001. Т.2.
13. Николаев Д.В., Пушкин С.В. Применение БИА для оценки состояния органов при трансплантации. Обзор по материалам зарубежных публикаций, НТЦ “Медасс”, 2005.
14. Новые рекомендации Американской ассоциации клинических эндокринологов по диагностике и лечению узлового зоба. / Перевод и предисловие В.В. Фадеева // Клини. и экспер. тиреоидол. №2. 2006. С. 15–22.
15. Бельцевич Д.Г. и др. По материалам клинических рекомендаций американской тиреоидологической ассоциации по метастатическому раку щитовидной железы // Клини. и экспер. тиреоидол., 2009. №3. С. 50–52.
16. Ванушко В.Э. и др. Рак щитовидной железы // Пробл. эндокринологии. 2005. Т. 52. №4. С. 43–53.
17. Ветшев П.С. и др. Рецидивный зоб: миф или реальность? // Врач. 2005. №9. С. 47–49.
18. Сандриков В.А., Фисенко Е.П., Стручкова Т.Я. Комплексное ультразвуковое исследование щитовидной железы. М.: Стром, 2008.
19. Сенча А.Н. Ультразвуковая визуализация злокачественных опухолей щитовидной железы // Ультразвук. и функцион. диагн. 2008. №2. С. 20–29.
20. Сингер П. Оценка функции щитовидной железы // Эндокринология. Под ред. Н.Лавина; Пер. с англ. М., Практика, 1999. С. 519–615.
21. Слепцов И.В. Объемные образования щитовидной железы – проблемы понимания и лечебные подходы. Электронные ресурсы. // Информационный портал thyroidcancer.ru: web-сайт. <http://www.thyroidcancer.ru/patients/articles/cancer/understand/index.htm>
22. Сенча А.Н. и др. Соноэластография и новейшие технологии ультразвукового исследования в диагностике рака щитовидной железы // М., Изд. дом Видар-М, 2010.
23. Фадеев В.В. и др. Скintiграфия щитовидной железы в диагностике многоузлового эутиреоидного зоба и функциональной автономии щитовидной железы // Клини. и экспер. тиреоидол., 2006. №1. С. 51–55.
24. Тихомиров А.М. Импеданс биологических тканей и его применение в медицине // Российский государственный медицинский университет. Материал к лекции, 2006.
25. Ю.Н. Федотов и др. Тонкоигольная аспирационная биопсия в диагностике заболеваний щитовидной железы. Корреляция между заключением цитолога и гистолога, технические аспекты // Клини. и экспер. тиреоидол., 2009. №4. С. 28–33.
26. Троханова О.В. Электроимпедансная маммография // Методическое пособие, Ярославль: Аверс Плюс, 2007.
27. Трошина Е.А., Мартиросян И.Т., Юшков П.В. Морфология очаговых (фокальных) изменений щитовидной железы // Клини. и экспер. тиреоидол., 2007. №1. С. 38–43.
28. Антонова С.С. и др. Узловой коллоидный зоб: клинико-морфологические критерии тиреоидной автономии и прогрессирования роста // Клини. и экспер. тиреоидол., 2006. №1. С. 47–51.
29. Сенча А.Н. и др. Ультразвуковые аспекты при диспептических манипуляциях на щитовидной железе // Ультразвук. и функцион. диагн. 2006. №6. С. 122–123.
30. Харченко В.П. и др. Ультразвуковое исследование в дифференциальной диагностике очаговых поражений щитовидной железы различного происхождения // Вестн. рентгенол. и радиол. 2007. №1. С. 25–30.
31. Зубарев А.Р. и др. Ультразвуковая эластография как новая степень в дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы: обзор литературы и предварительные клинические данные // Мед. виз. 2010. №1. С. 11–17.
32. Фадеев В.В. Узловой зоб: дискуссионные проблемы и негативные тенденции клинической практики (клиническое эссе) // Клиническая и экспер. тиреоидол., 2007. №2. С. 5–15.
33. Фадеев В.В. Диагностика и лечение эутиреоидного зоба: место комбинированной терапии препаратами йода и левотироксина // Клини. и экспер. тиреоидол., 2007. №2. С. 13–24.
34. Фадеев В.В., Ванушко В.Э. Комментарии к клиническим рекомендациям Американской ассоциации клинических эндокринологов и Европейской тиреоидологической ассоциации по узловому зобу 2010 года // Клини. и экспер. тиреоидол., 2010. №3. С. 6–16.
35. Харченко В.П. и др. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы. М.: Видар-М, 2007.
36. Димов А. и др. Хирургические заболевания щитовидной железы // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова, 2008. №3. С. 46–48.
37. Сенча А.Н. и др. Электроимпедансная томография как метод диагностики заболеваний щитовидной железы // Сб. науч. трудов. Невский радиологический форум. “Новые горизонты”. СПб., 2007. С. 502–503.
38. AACE Management Guidelines for Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer // Endocr. Pract. 2006. V. 12. P. 63–102.
39. Moon W.J. et al. Benign and malignant thyroid nodules: US differentiation-multicenter retrospective study // Radiology. 2008. V. 247 (3). P. 762–770.
40. Pacini F. et al. European consensus for the management of patients with differentiated thyroid carcinoma of the follicular epithelium // Eur. J. Endocrinol. 2006. V. 154. P. 787–803.
41. Gharib H., Papini E. Thyroid nodules: clinical importance, assessment, and treatment // Endocrinol. Metab. Clin. N. Am. 2007. 36 P. 707–735.
42. Heymsfield S.B. et al. Human body composition (2nd ed.) // Champaign (Ill): Human Kinetics, 2005.
43. Cooper D.S. et al. Management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer // Thyroid, 2006. №2. P. 109–142.
44. Aberg P. et al. Non-invasive and microinvasive electrical impedance spectra of skin cancer – a comparison between two techniques. // Skin Research and Technology, 2005. N11(4) P. 281–286.
45. Cerci C. et al. Thyroid cancer in toxic and non-toxic multinodular goiter // J. Postgrad. Med., 2007. 53. P. 157–160.