

АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ДАНИХ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ

А. С. Позднякова, Ю. В. Антонова - Рафі

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
просп. Перемоги, 37, м. Київ, Солом'янський район, 03056, Україна E-mail: webmaster@kpi.ua, mail@kpi.ua

Запропоновано і обґрунтовано алгоритм аналізу даних УЗД про стан щитовидної залози, а саме вимір її обсягу і порівняння результатів з нормою враховуючи антропометричні параметри людини. Особливістю алгоритму є те, що вимірює обсяг щитовидної залози порівнюється з нормою, а також антропометричні нормою враховуючи пропорцію маса, ріст, площа поверхні тіла. Вдосконалений алгоритм порівнює поточний обсяг щитовидної залози з нормою і антропометричні нормою і виводить рішення про наявність чи відсутність відхилень. Показано, що запропонований алгоритм має переваги перед існуючими в тому, що процес обчислення повністю автоматизований і виводить рішення. Алгоритми апробовані шляхом комп'ютерної реалізації на тестових завданнях, які показали високу ефективність алгоритму як в сенсі точності, так і інформаційної складності.

Ключові слова: щитовидна залоза, антропометричні параметри, площа поверхні тіла.

АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ДАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

А. С. Позднякова, Ю. В. Антонова – Рафи

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

просп. Победы, 37, г. Киев, Соломенский район, 03056, Украина E-mail: webmaster@kpi.ua, mail@kpi.ua

Предложен и обоснован алгоритм анализа данных УЗИ о состоянии щитовидной железы, а именно измерение ее объема и сравнение результатов с нормой учитывая антропометрические параметры человека. Особенностью алгоритма является то, что вымеренный объем щитовидной железы сравнивается с нормой, а также антропометрической нормой учитывая пропорцию масса, рост, площадь поверхности тела. Усовершенствованный алгоритм сравнивает текущий объем щитовидной железы с нормой и антропометрической нормой и выводит решение о наличии или отсутствии отклонений. Показано, что предложенный алгоритм имеет преимущества перед существующими в том, что процесс вычисления полностью автоматизирован и выводит решение. Алгоритмы апробированы путем компьютерной реализации на тестовых задачах, которые показали высокую эффективность алгоритма как в смысле точности, так и информационной сложности.

Ключевые слова: щитовидная железа, антропометрические параметры, площадь поверхности тела.

АКТУАЛЬНІСЬ РОБОТИ. Серед усього розмаїття завдань, що виникають перед практичними лікарями, гостро стоїть питання про якісну і своєчасну діагностику захворювань щитовидної залози, оскільки вони серед хвороб ендокринних органів за частотою поступаються тільки цукровому діабету. В даний час актуальність конституційно-типологічного підходу в дослідженнях людини вже не викликає сумнівів. Такий підхід дозволяє отримати цілісні показники, які б поєднували в собі вплив індивідуальних, генетичних факторів і факторів середовища, що визначають особливості реактивності організму, своєрідність його відносин з навколишнім середовищем.

Таким чином, оцінка здоров'я людини, його збереження і розвиток відносяться до числа актуальних проблем, що стоять перед людством.

Конституційний підхід при оцінці рівня фізичного розвитку дітей та підлітків дозволяє проводити оцінку більш об'єктивно і уникати помилок, які можуть мати місце при використанні шкал регресії, побудованих на популяційному матеріалі (Никитюк Б.А., Дарського С.С., 1975).

Вивчення індивідуально-типологічної мінливості організму дозволяє прогнозувати стан здоров'я індивідуума і має лежати в основі диференційованого проведення всіх лікувально-оздоровчих і профілактичних заходів (Никитюк Б.М., 1980; Х.Т., Бородін Ю.І., Щедрина А.Г., 1988; 1996)

Особливу важливість для конституціології в даний час має вивчення індивідуально-типологічних особливостей ендокринної системи [1]. Щитовидна залоза – ендокринний орган, який впливає на всі органи і системи організму протягом усього життя людини [2, 3, 4, 5]. Патологія щитовидної залози зустрічається у 8-20 % дорослого населення земної кулі, в ендемічних осередках цей показник перевищує 50 % [6].

У літературі широко обговорюється проблема індивідуального підходу до визначення нормативних показників ультразвукового дослідження щитовидної залози. Це актуально не тільки з точки зору фундаментальної науки, а й має важливе практичне значення, в зв'язку з поширеністю захворювань щитовидної залози, одним з основних проявів яких є абсолютне або відносне зміна розмірів всієї залози або її часткою [1].

Вивчення нормальної будови організму людини неможливо без урахування його вікових і конструкційних особливостей. Обсяг щитовидної залози повинен відповідати конкретній нормі відповідно до маси тіла. У період вагітності і статевого дозрівання обсяг щитовидки значно збільшується. Після полові обсяг знаходить нормальний розмір по закінченню шести - дванадцяти місяців. У літньому віці обсяг зменшується.

Також існує ряд хвороб щитовидної залози при які призводять до змін її розміру. На початковому

стан захворювання характеризується тільки збільшенням розмірів органу. Тому знання варіантів норми розмірів щитовидної залози для різних вікових груп дозволяє розмежовувати норму від патології, що особливо важливо в підлітковому віці і в період становлення репродуктивної функції.

Відомо, що при типовому будові щитовидної залози (ЩЗ) її обсяг в межах однієї вікової групи варіює [7]. Найбільш об'єктивним методом при оцінці розмірів щитовидної залози є метод ультразвукової морфометрії (УЗМ), який дозволяє прищільно вивчити особливості будови залози, оцінити її обсяг, інтегрально відображає розмір залози в цілому. Обсяг щитовидної залози в свою чергу в сукупності з нормою, побічно, дозволяє судити про функціональний стан органу.

Існують ряд робіт, що вказують на взаємозв'язок розмірів щитовидної залози з параметрами фізичного розвитку [8].

Незважаючи на пильний інтерес до проблеми вивчення особливостей ультразвукової морфології щитовидної залози в залежності від типу конституції, в літературі недостатньо даних, присвячених вивченню анатомічних особливостей щитовидної залози в залежності від антропометричних параметрів людини без патології органу.

З огляду на недостатню вивченість особливостей ультразвукової морфології щитовидної залози у пацієнта в залежності від антропометричних параметрів (маси, зростання), поставлена мета цього дослідження.

Метою дослідження є встановлення закономірності анатомічної будови щитовидної залози у здорових людей різних вікових груп за даними ультразвукового дослідження. Вивчення обсягу щитовидної залози за даними ультразвукового дослідження та їх взаємини з антропометричними параметрами тіла пацієнта. (Підліткового, юнацького та зрілого віку першого періоду).

Завдання дослідження:

1. Вивчити антропометричні параметри пацієнта.
2. Вивчити обсяг залістистої тканини і морфометричні параметри щитовидної залози.
3. Виявити взаємозв'язок між даними ультразвукового дослідження щитовидної залози і антропометричними показниками обстежених чоловіків і жінок
4. Встановити взаємозв'язок між показниками ультразвукового дослідження щитовидної залози та індивідуально-типологічними характеристиками (індекс маси тіла, площа поверхні тіла) здорових людей.
5. Встановити діапазон нормальних значень показників ультразвукового дослідження щитовидної залози для здорових людей, з різною площею поверхні тіла.

МАТЕРІАЛ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

У роботі використана методологія системного підходу, технологія розробки систем штучного інтелекту, статистичний аналіз. Авторами розроблено алгоритм автоматизованого аналізу даних, на його основі створено власну програму, яка дозволяє одночасно проаналізувати всі клінічні дані пацієнта та виве-

сти зручний підсумковий результат, що допомагає при виборі тактики лікування.

1. Вивчена залежність лінійних параметрів щитовидної залози від антропометричних параметрів пацієнта;

2. Виявлені кореляційні зв'язки обсягу залістистої тканини щитовидної залози з площею поверхні тіла;

3. Встановлено взаємозв'язки між розмірами щитовидної залози, антропометричними показниками здорових осіб обох статей.

При включенні форми для внесення пацієнта в базу даних необхідно внести обов'язкові дані про пацієнта.

1. П.І.Б.
2. Вік
3. Пол
4. Вага
5. Зростання

Далі після заповнення форми відбувається ультразвукове дослідження теройдного обсягу.

Для автоматизованого вимірювання об'єму щитовидної залози необхідні наступні вимірювання: довжина (Д), ширина (Ш), товщина (Т) частки щитовидної залози, виміряні за допомогою апарату ультразвукової діагностики.

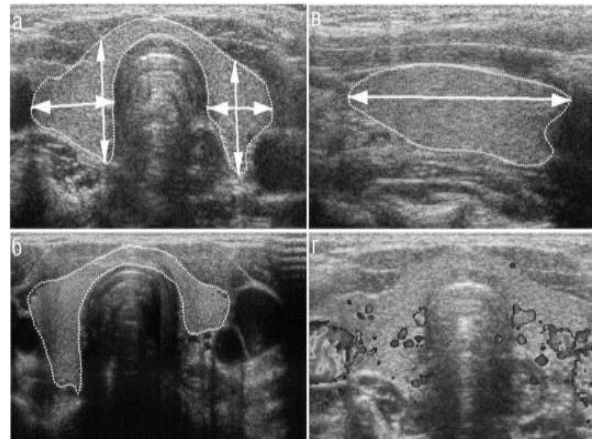


Рисунок 1 – Щитовидна залоза, знімок УЗД і вимірювання ширини, товщини і довжини долей

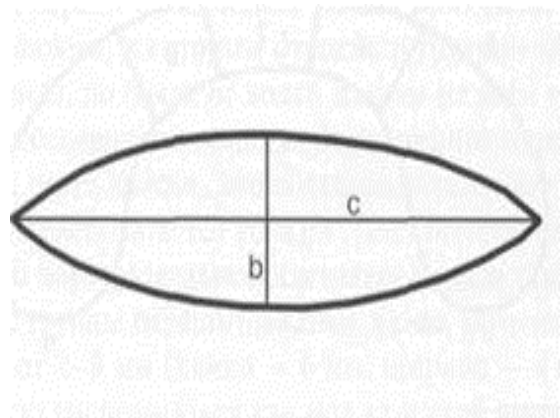


Рисунок 2 – Схема вимірювання ширини, товщини і довжини щитовидної залози

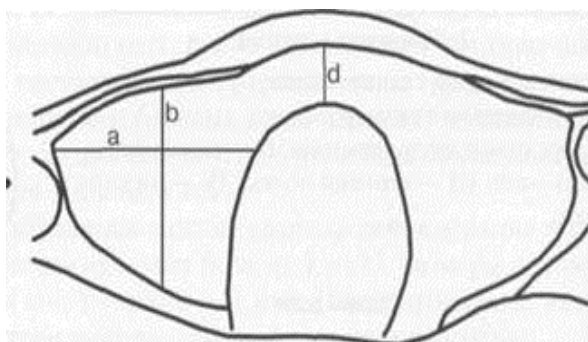


Рисунок 3 – Схема вимірювання ширини, товщини і довжини щитовидної залози:
а – ширина частки; b – товщина частки; c – довжина частки; d – товщина перешийка

В даний час вважається загальноновизнаним, що ультразвукова морфометрія є найбільш точним методом діагностики і визначення ступеня вираженості збільшення щитовидної залози. Обчислювати тиреоїдний об'єм за трьома розмірами (см) для кожної частки і їх сумарний обсяг (мл). Обсяг кожної частки підраховують шляхом перемноження ширини (Ш), довжини (Д) і товщини (Т) з коефіцієнтом поправки на еліпсоїдні. Як поправочний коефіцієнт, що використовується при розрахунку обсягу ЩЗ, різні автори використовують дві неоднакові величини: 0,524 або 0,479. Вважається, що лише останній показник максимально точно відповідає істинному коефіцієнту при визначенні обсягу щитовидної залози на підставі розрахункових показників. В даний час загальноновизнаною є методика визначення обсягу щитовидної залози (ОЩЖ) за формулою Брунна, якою користується весь світ.

$$\text{Обсяг частки} = \text{Ш} \times \text{Т} \times \text{Д} \times 0,479,$$

де Ш – ширина частки; Т – товщина частки; Д – довжина частки; d – товщина перешийка.

Обсяг перешийка = 0,05 (обсяг правої частки + Обсяг лівої частки)

Обсяг ЩЗ = Обсяг правої частки + Обсяг лівої частки + Обсяг перешийка

Але на думку дослідників в нормі внесок перешийка в загальну масу органу невеликий, становить кілька відсотків.

Більш ніж тридцятирічна історія використання ультразвуку для візуалізації ЩЗ налічує близько двадцяти спроб розробки нормативів обсягу щитовидної залози в дитячому віці, зроблених в різних країнах. Але спроби розрахунку нормативів проводилися або на дітях, які проживають в умовах йодної недостатності, або на обличчях з невідомим рівнем забезпечення мікроелементом.

Для уточнення нормальних показників обсягу щитовидної залози в 1994-1996 роках було проведено дослідження понад 1500 дітей в регіонах Європи з адекватним забезпеченням йодом. Результатом цих досліджень стали нормативні показники обсягу щитовидної залози, рекомендовані ВООЗ для проведення подальших епідеміологічних досліджень і для

клінічних цілей. У табл. 1 представлені верхні межі нормальних значень обсягу щитовидної залози для дітей різного віку. Щитовидна залоза вважається збільшеною, якщо її обсяг перевищує верхню межу для даної вікової групи.

Таблиця 1 – Верхня межа нормальних значень обсягу щитовидної залози (мл) у дітей у віці 6–15 років, які проживають в умовах нормального забезпечення йодом [9]

Вік	Об'єм щитовидної залози в мл	
	Хлопці	Дівчата
6	5,4	4,9
7	5,7	5,7
8	6,1	6,7
9	6,8	8
10	7,8	9,3
11	9	9,8
12	10,4	11,7
13	12	13,8
14	13,9	14,9
15	16	15,6

Вивчення пропорційності фізичного розвитку тіла людини покладено в основу виділення різних форм статури і їх класифікацій (Штефко В.Г, Островський А.Д., 1929; Кліорін А.І., Читців В.П., 1979). Статура інтегрально поєднує індивідуально обчислювані пропорції (індекси статури) і фізичні параметри тіла людини. Тож крім цього, по вазі і росту пацієнта розраховується площа поверхні тіла (кв. метри) і для розрахованої площі показуються нормативи тиреоїдного обсягу.

Для проведення епідеміологічних досліджень існують нормативи обсягу щитовидної залози, отримані при дослідженні дітей в йод-забезпечених регіонах Європи, з урахуванням статі та площі поверхні тіла табл. 2. Площа поверхні тіла (ППТ) розраховується за формулою:

$$\text{ППТ} = \text{В} \cdot 0,425 \times \text{Р} \cdot 0,725 \times 71,84 \times 10^{-4},$$

де В – вага в кг і Р – зростання в см.

Таблиця 2 – Верхня межа нормальних значень для обсягу щитовидних залоз (в мл) в розрахунку на площу поверхні тіла у дітей які проживають в умовах нормального забезпечення йодом [9]

Площадь поверхности тела (m2)	Об'єм щитовидної залози в мл	
	Хлопці	Дівчата
0,8	4,7	4,8
0,9	5,3	5,9
1	6	7,1
1,1	7	8,3
1,2	8	9,5
1,3	9,3	10,7
1,4	10,7	11,9
1,5	12,2	13,1
1,6	14	14,3
1,7	15,8	15,6

Після введення даних довжини, ширини, товщини часткою програма розраховує повний обсяг щитовидної залози. Для визначення входить обсяг в норму або наявність патології в щитовидній залозі, розрахований обсяг порівнюється з показниками верхньої межі нормальних значень табл. 1. А також в залежності від зазначеного статі і віку пацієнта виводиться рішення про «нормі» або «відхилення від норми». При наявності відхилення також виводиться величина відхилення.

Також рішення приймається з розрахунку площі

поверхні тіла і табл. 2, а то є з огляду на антропометричні особливості пацієнта. Це окрема таблиця знаходяться в базі даних. Верхня межа нормальних значень для обсягу щитовидних залоз (в мл) в розрахунку на площу поверхні тіла у дітей, які проживають в умовах нормального забезпечення йодом.

Проектування програмного продукту. Для реалізації задачі було розроблено два додатка:

- 1) Розраховує об'єм щитовидної залози.
- 2) Розраховує норму об'єм щитовидної залози відносно площі поверхні тіла.

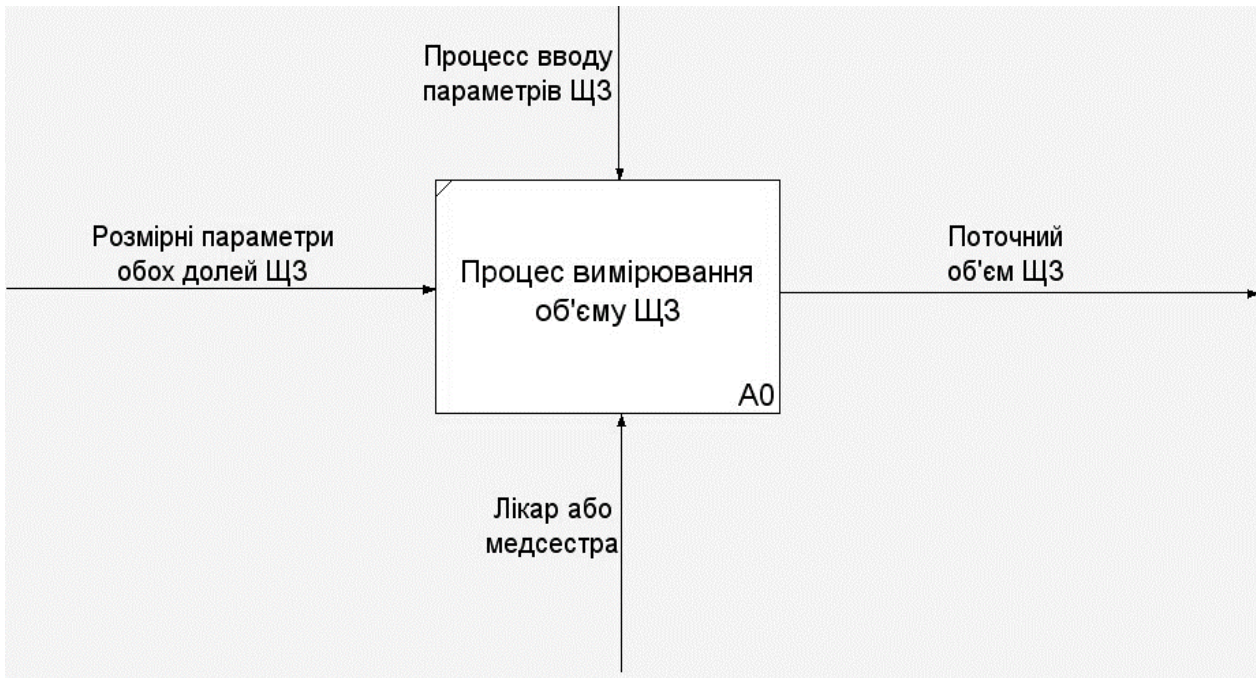


Рисунок 4 – Діаграма функціонального моделювання процесу розрахунку об'єму щитовидної залози Idf0

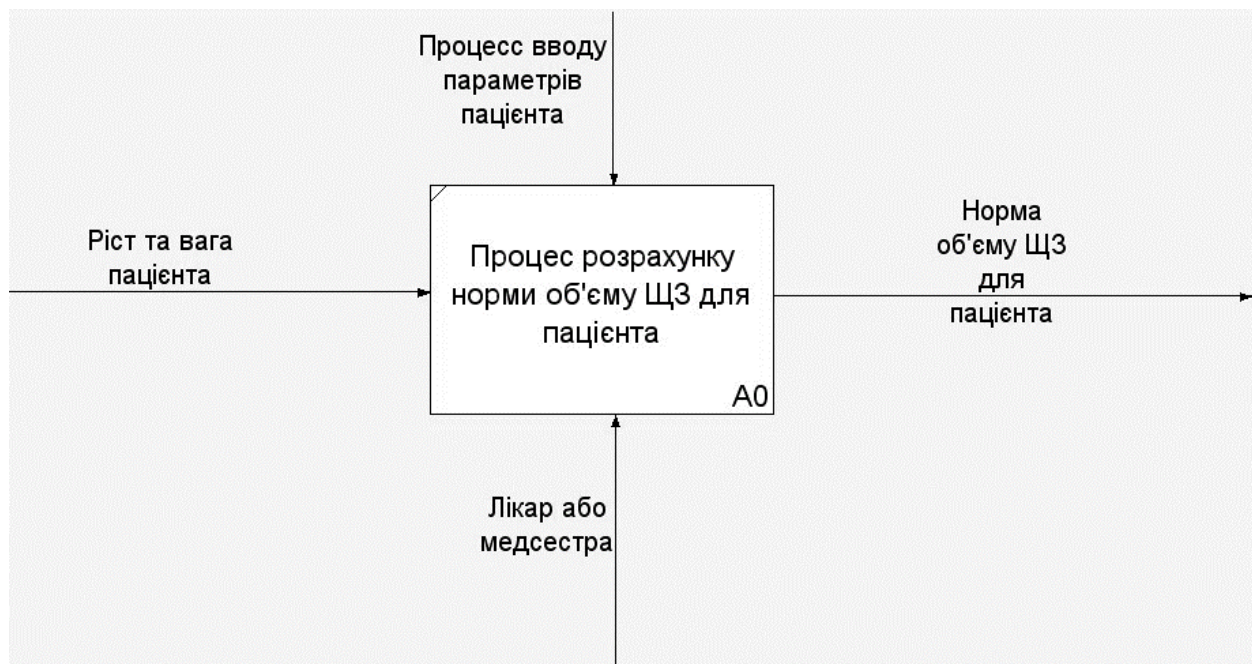


Рисунок 5 – Діаграма функціонального моделювання процесу розрахунку норми об'єму щитовидної залози для пацієнта Idf0

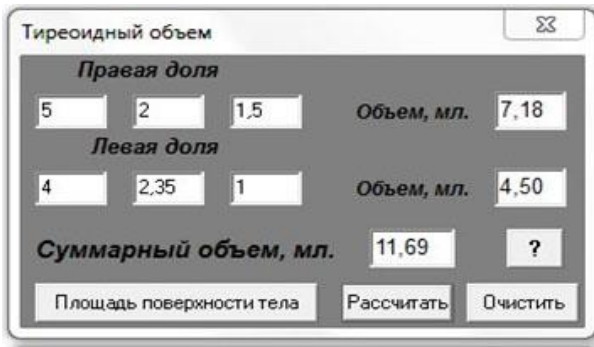


Рисунок 6 – Програма розрахунку обсягу ЩЗ і порівняння результатів з таблицями норм

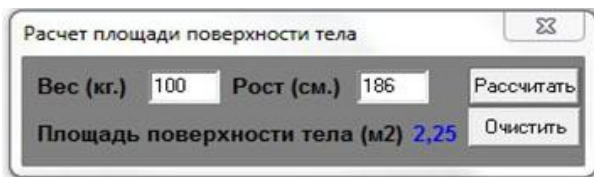


Рисунок 7 – Програма расчета площади поверхности тела

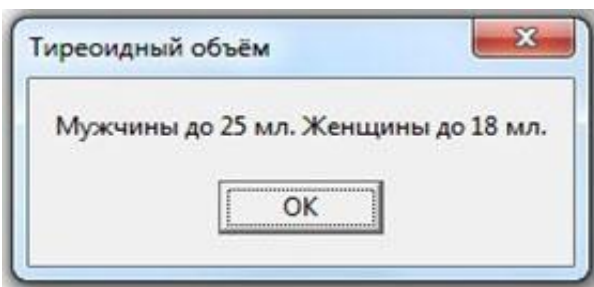


Рисунок 8 – Результат виконання програми розрахунку ППТ: знаходження норми обсягу жінок і чоловіків для даного ППТ

ВИСНОВКИ. Практичну цінність роботи складають:

1. Нові алгоритми диференціальної діагностики захворювань ЩЗ на основі вирішальних правил.
2. Система підтримки прийняття рішень, що забезпечує підвищення ефективності процесу діагностики захворювань ЩЗ в поєднанні з інформаційною підтримкою діяльності медичних фахівців в галузі ендокринології. Використання даної системи дозволяє: підвищити якість медичної допомоги в ендокринологічних центрах шляхом надання лікаря-

ендокринолога можливості використання інформації, що відображає сучасні досягнення в діагностиці захворювань ЩЗ; полегшити діяльність лікаря-ендокринолога за рахунок автоматизації способів внесення діагностичної інформації про пацієнта; накопичувати великі обсяги формалізованих клінічних даних, які в подальшому можуть служити основою для проведення наукових досліджень [10].

ЛІТЕРАТУРА

1. Вартанова О.Т. Габаритная характеристика соматотипа людей с патологией щитовидной железы // Материалы итоговой научной конференции молодых ученых и студентов. Екатеринбург, 2003. – С. 59.
2. Бец Л.В. Гормональный статус и конституция человека. Клинико-биологические аспекты // Актуальные вопросы интегративной антропологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2001. – Т. 1. – С. 14–18.
3. Семененя И.Н. Функциональное значение щитовидной железы // Успехи физиологических наук. 2006. – Т.35, №2. – С.41–56.
4. Хрисанфова Е.Н. Конституция эндокринный статус человека // Международные медицинские обзоры. 1994. – №4. – С. 254–257.
5. Хрисанфова Е.Н., Перевозчиков И.В. Антропология. – М.: «Высшая школа», 2005. – 325 с.
6. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы / В.П. Харченко, П.М. Котляров, М.С. Могутов М.: Видар, 2007. – 232 с.
7. Ультразвуковое измерение объема щитовидной железы у нормальных детей и у подростков / А.Ф. Цыб, В.С. Паршин, В.Ф. Горобец, Е.Г. Матвеевко // Педиатрия. 1990. – №5. – С. 51–55.
8. Ультрасонографическая оценка метода пальпации щитовидной железы при определении ее размеров у детей / Э.П. Касаткина, Д.В. Шилин, А.Н. Матковская, М.И. Пыков // Проблемы эндокринологии. 1993. – Т. 39, №5. – С. 22–26.
9. F. Delang et al. European Journal of Endocrinology, 1997, v. 136, pp. 180–187.
10. Management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer the American Thyroid Association guidelines taskforce: D.S. Cooper G.M. Doherty, B.R. Haugen, R.T. Kloos, S.L. Lee, S.J. Mandel, E.L. Mazzaferri, S.I. Sherman // Thyroid. – 2006. – Vol. 16, № 2. – PP. 1–33.

THE ALGORITHM FOR THE ANALYSIS OF THE ULTRASOUND DIAGNOSTICS DATA OF THYROID GLAND STATE

A. Pozdniakova, Y. Antonova-Rafi

The National «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» Technical University of Ukraine

Peremogy avenue, 37, Kyiv, Solomenskiy district, 03056, Ukraine E-mail: webmaster@kpi.ua, mail@kpi.ua

Purpose. The algorithm for the analysis of ultrasound diagnostics data on the thyroid gland state has been proposed and justified, namely, while measuring its volume and comparing the results obtained with the norm, taking into account human anthropometric parameters. **Methodology.** The peculiarity of the algorithm is that the measured volume of the thyroid gland is compared with the norm, as well as with the anthropometric norm, taking into account the proportion of mass, height, body surface area. The improved algorithm compares the current volume of the thyroid gland with the norm and anthropometric rate and deduces a decision about the presence or absence of abnormalities. It has shown that the proposed algorithm has advantages over existing ones as the calculation process is fully automated and it dis-

plays a solution. The algorithms have been tested by computer implementation on test problems, which show high efficiency of the algorithm both in terms of accuracy and information complexity. **Results.** The authors have developed the algorithm for automated data analysis, created the program which is based on it and allows simultaneous analysis of all clinical data and patient outcome which help in choosing the treatment. **Originality.** The system helps the physician choose the right tactics for treating a patient, which can improve the quality of patients' life. **Practical value.** The practical value of work consists of the following. New algorithms for differential diagnosis of thyroid disease are based on decision rules. Decision Support System provides improvements in diagnosing thyroid disease in combination with the information support of medical specialists in endocrinology. Using of this system allows you to increase the quality of treatment in endocrinology centers by providing endocrinologist with the possibility to use information reflecting the advancements in the diagnosis of thyroid disease, to facilitate endocrinologist's activities by automating diagnostic methods, to accumulate large amounts of formalized clinical data that can later serve as a basis for research.

Key words: thyroid gland, anthropometric parameters, body surface area.

REFERENCES

- Vartanova O.T. (2003) "Gabaritnaya karakteristika somatotipa lyudey s patologiyey schitovidnoy zhelezyi" *Materialyi itogovoy nauchnoy konferentsii molodyih uchenyih i studentov*. Ekaterenburg, pp. 59.
2. Bets, L.B. (2001), "Hormonal status and the constitution of a person. Clinical and biological aspects" *Aktualnyie voprosyi integrativnoy antropologii: materialyi Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Krasnoyarsk, no. 1, pp. 14-18.
3. Semenien, I.N. (2006), "Functional significance of the thyroid gland." *Uspehi fiziologicheskikh nauk*, no 2., pp. 41-56.
4. Chrysanthova, E.H. (1994), "Constitution of the human endocrine status", *Mezhdunarodnyie meditsinskie obzoryi*, no 4, pp. 254-257.
5. Chrysanthova, E.H. (2005) *Antropologiya* [Anthropology], *Vysshaya shkola*, pp. 325.
6. Kharchenko, V.P. (2007) *Ultrazvukovaya diagnostika zabolevaniy schitovidnoy zhelezyi* [Ultrasonic diagnostics of thyroid diseases], Vidar, Moscow, pp. 232.
7. Tsyb, A.F. (1990) *Ultrazvukovoe izmerenie ob'ema schitovidnoy zhelezyi u normalnykh detey i u podrostkov* [Ultrasound measurement of thyroid volume in normal children and in adolescents.] *Pediatrics*, no 5, pp. 51-55.
8. Kasatkina, E.P. *Ultrasonograficheskaya otsenka metoda palpatsii schitovidnoy zhelezyi pri opredelenii ee razmerov u detey* [Ultrasonographic evaluation of the method of palpation of the thyroid gland in determining its size in children]
9. Delang, F. (1997), *European Journal of Endocrinology*, no. 136, pp. 180 – 187
10. Cooper D.S., Doherty G.M., Haugen B.R., Kloos R.T., Lee S.L., Mandel S.J., Mazzaferri E.L., Sherman S.I., (2006), *Management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer the American Thyroid Association guidelines taskforce: Thyroid.*, No. 2, pp. 1-33.

Стаття надійшла 31.10.2016.