Scientific research of the Institute of Nuclear Medicine and Diagnostic Radiology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine in 2020: hepatology, oncology and intellectual data processing

I.M. Dykan, B.A. Tarasyuk,
I.V. Andrushchenko

SI "Institute of Nuclear Medicine and Diagnostic Radiology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine",
Kyiv, Ukraine

The State Institution "Institute of Nuclear Medicine and Diagnostic Radiology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" for 22 years is a multidisciplinary research, diagnostic, consultative, organizational and methodical center, which has begun the third decade of its fruitful work. The main purpose of the Institute's activity is the organization and carrying out fundamental and applied researches on the most important problems of medical science in the field of nuclear medicine and radiation diagnostics to improve health and life-extension of the population of Ukraine, to gain new knowledge about the causes and mechanisms of human diseases, to develop new effective methods of their diagnosis, treatment and prevention [1].

The Institute is currently the only scientific-research establishment of such a profile in Ukraine. Scientists of the Institute regularly and annually cover their scientific and clinical advances in the field of radiation diagnostics and radiation therapy.

In 2020, the diagnostic departments of the Institution were restructured. In June, the tomography department was removed from the diagnostic departments of the Institute and from June 1, 2020 it was introduced into the structure of the Institution as a branch of the SI "Institute of Nuclear Medicine and Diagnostic Radiology of the NAMS of Ukraine" – a separate structural unit «Department of Magnetic Resonance Imaging»..

The main directions of scientific activity of the Institute in 2020 are the following:

study of diagnostic images structural features on the basis of their heterogeneity for the purpose of differential diagnosis of malignant neoplasms;

development of radio-diagnostic criteria for differential diagnosis of congenital and acquired liver diseases in children;

development of emergency detailed US examinations at traumatic injuries of the human body, complex radiological examination of the wound canal in case of gunshot wound;

development of methodological bases for the application of multiparametric high-field brain MRI to assess the condition of the leading tracts and the functional capacity of the large hemispheres cortex [3].

In 2020, the implementation of two applied scientific research works, which were financed from the budget of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, was completed.

Development of radiodiagnostic criteria for the differential diagnosis of congenital and acquired liver diseases in children [5, 7, 14, 21]:

for the first time in Ukraine a mathematical system, which provides the recognition of fibrous (pre-cirrotic) changes of the liver on the basis of ultrasound images in 93-98 % of cases was developed (utility model patent № 139916); significant differences between the values of mathematical criteria of normal and injured liver, based on computer processing of ultrasound images, allow to solve the problem of recognizing diffuse liver diseases;

the local protocol of ultrasound examination of patients with diffuse liver diseases was supplemented by a separation of computer image processing, which allows to distinguish normal parenchyma from pathological one at the beginning of instrumental examination; in 50% of children with autoimmune hepatitis the stage of fibrosis,

identified by histological examination, coincided with liver elastography data.

To study the heterogeneity of diagnostic images in the differential diagnosis of malignant neoplasm [8-13, 15, 16]:

methods of texture analysis of computed tomography images, echograms of normal and tumor tissues based on the use of one-dimensional heterogeneity coefficients, anisotropy coefficient, verticality coefficient are developed;

coefficients of one-dimensional heterogeneity for 4 nosological forms of pancreatic cancer in the native, arterial, venous, prolonged phases of X-ray contrast – adenocarcinoma, cystadenocarcinoma, acinar cell and undifferentiated cancer: 25.5 ± 6.4 ; 3 ± 8.9 ; 51.8 ± 4.4 , (32.9 ± 6.3 ; 111.5 ± 9.2 ; 110.3 ± 9.7 ; 36.9 ± 4.5), 22.8 ± 6.0 ; 74.6 ± 6.9 ; 69.3 ± 7.0 ; 61.5 ± 4.9) (10.4 ± 4.1 ; 26.1 ± 4.5 ; 31) , 3 ± 4.6 ; 17.6 ± 2.7), respectively;

method of pancreas diseases diagnosis, according to which multidetector computed tomography with X-ray contrast and measurement in the area of interest on computed tomography images of the spatial autocorrelation coefficient, z-score parameter before and after X-ray, on the basis of which the inflammatory process (pancreatitis), benign or malignant nature of tumors are determined, has been developed. A method of pancreas diseases diagnostics can be used to detect pancreas malignant tumors and tumors of other localizations [9];

it was demonstrated that an increase in the polymorbidity level is associated with a decrease in X-ray density by an increase in the heterogeneity of the texture at CT of the spongy and compact bone (regularity reliable, $P < 0.01$), among: almost healthy individuals with benign bone tumors, pa-

tients with malignant bone tumors, patients with metastatic bone tumors [15, 16];

decrease in X-ray density, increase in the heterogeneity of the brain right temporal lobe tissue in patients with femur and paranasal sinuses malignant tumors is associated with an unfavorable course of the disease for 23-265 days;

formation and proliferation of epiphyseal calcifications and vascular plexuses of the lateral ventricles are associated with the growth and development of the body, benign and malignant tumors of the larynx, pharynx, paranasal sinuses and auditory nerve (most likely, tumors of other localizations). The formation and growth of epiphyseal calcifications and vascular plexuses of the lateral ventricles indicates an increase in the heterogeneity of tissues and organs of the human body with age and the acquisition of diseases [8].

Scientific cooperation is carried out with the following institutions. SI “**O.M. Lukyanova Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine**”: the implementation of applied research on the development of radiodiagnostic criteria for the differential diagnosis of congenital and acquired liver diseases in children. According to the results of the work, a mathematical system was developed based on the examination sample of ultrasound images of the liver, which provides in 93-98 % of cases the recognition of fibrous changes when comparing normal pathology. The figure shows the results of mathematical processing of image pixels in the B-mode of liver scans in normal and fibrous damage.

M.M. Bogolyubov Institute of Theoretical Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine: the implementation of applied research on the study of inhomogeneities of diagnostic im-

Distribution of pixel zones in the aperture of interest to the intact liver.

Distribution of pixels in the aperture of interest at chronic hepatitis C.

ages in the differential diagnosis of malignant neoplasm has been completed. Based on the results of the work, heterogeneity coefficients were developed – informative integrated indicators of the voxel texture morphology of computed tomography images. Methods of texture analysis of computed tomography images, echograms of normal and tumor tissues based on the use of coefficients of one-dimensional heterogeneity, anisotropy coefficient, verticality coefficient have been developed [9].

Department of Radiology of P.L. Shupyk National University of Health of the Ministry of Health of Ukraine: comparative analysis of digital tomosynthesis and digital mammography of the breast cancer diagnosis in women with dense breast was studied and conducted [17].

SI “Scientific Practical Medical Center of Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery of the Ministry of Health of Ukraine”: participation in the development of protocols for complex radiological examination of children with congenital heart defects.

Ukrainian Military Medical Academy: participation in the development of a set of radiological methods for visualization of wound canals at gunshot and mine blast wounds [2].

O.O. Shalimov National Institute of Surgery and Transplantology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine: protocols for post-processing of pancreatic diseases have been developed. [9]. A method for diagnosis of pancreas malignant diseases, including multidetector computed tomography with the X-ray contrast agent, characterized with investigation of maps, histograms and values of local spatial autocorrelation coefficients and z-score parameters, and: for the 95 % confidence level z-scores in the intervals ($-\infty$; -1,96] and [1,96, ∞) are applied; deformation of natural macroscopic contours of the pancreas and invasion to adjacent

structures when visualizing a map of local spatial autocorrelation coefficients at acceptable values of the z-score indicate a tumor lesion; high relative values of standard deviation and single-peak character of the histogram by local coefficients of spatial autocorrelation in the studied area of interest indicate the malignant nature of neoplasms [9].

Center for Nuclear Medicine of the Kyiv City Clinical Oncology Center: a complex of radiological diagnosis and treatment of uterine body fibroids by the HIFU method has been jointly developed and implemented into practice [6]. Complex radiological examination of patients with uterine body fibroids, combining sonography and MRI, accuracy 93.8 %, sensitivity 95.3 % and specificity 90.9 % allows to determine the criteria for inclusion and exclusion of patients into the cohort, at which is indicated HIFU-ablation. An algorithm for sequential radiological examinations in patients with uterine body fibroids has been developed in order to prescribe ultrasound ablation. During HIFU-ablation in real time, the appearance of cavitation in the form of a hyperechoic zone without the effect of acoustic amplification was stated. At the control MRI examination 1 month after HIFU, NPV (necrosis zone) is clearly visualized in the myomatous node as a center that does not accumulate paramagnetic and is characterized mainly by hypointensive MR signal on T233 and hyperintensive MR signal on T133. Accumulation of paramagnetic was observed mainly on the periphery of the myoma node. There is no significant volume regression of education during this period.

Institute of Archeology of the National Academy of Sciences of Ukraine: study of ancient organic remains.

The Institute continues to train specialists in nuclear physics together with the **Taras Shevchenko Kyiv National University**.

The Institute has implemented 10 scientific developments in 11 medical institutions: in the institutions of National Academy of Medical Sciences and Ministry of Education and Science of Ukraine; communal institutions of Ukraine; private clinics and centers, which is confirmed by 20 acts of implementation. The Institute publishes the journal "Radiation Diagnostics Radiation Therapy", which has already celebrated its 20th anniversary [4]. The journal is reviewed by the Institute of Information Registration Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, processed and displayed in the Ukrainian abstract journal "Djerelo", indexed in scientometric databases Google Scholar and VINITI RAS. The electronic version of the journal is presented on the website of the V.I. Vernadsky National Library of Ukraine, it is included in the List of scientific specialized publications of Ukraine. Articles in the journal are published in 23 sections, for example, "Radiological Pharmacology" [18, 20], "Actual Topics" [19].

Involvement in scientific research of modern high-tech diagnostic equipment has significantly increased their level in terms of novelty and competitiveness.

Conflict of interest information. The author declares no conflicts of interest related to the publication of this article.

Literature

1. Дикан І.М. Наукові дослідження ГУ «Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України» в 2019 р.: наукоємні та проривні тенденції / І. М. Дикан, Б. А. Тарасюк, І. В. Андрущенко // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – №1. – С. 7-10. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-1-1>. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-6>.
2. Дикан І. М. Променева діагностика торакальних вогнепальних поранень / І. М. Дикан // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – №2. – С.70-80. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-6>.
3. Дикан І. М. Дифузійно-тензорна МРТ у ранній діагностиці структурних змін білої речовини головного мозку при асоційованій з артеріальною гіпертензією та іонізуючим випромінюванням хворобі малих судин / І. М. Дикан, Ю. І. Головченко, К. М. Логановський, О. В. Семьонова, Л. А. Мироняк, Т. М. Бабкіна, К. В. Куц, І. О. Кобзар, М. В. Гресько, Т. К. Логановська // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – 2020. – Вип. 25. – С. 558-568.
4. Дыкан И. Н. Научно-практический журнал «Radiation Diagnostics, Radiation Therapy» как основа профессионального взаимодействия: 2010-2020 гг. / И. Н. Дыкан // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – № 4. – С. 7-15. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-4-1>.
5. Жовтяниці новонароджених: особливості ехографічних проявів / І. С. Лук'янова, Г. Ф. Медведенко, Б. А. Тарасюк, О. В. Головченко, В. В. Солодущенко // Перинатология и педиатрия. – 2018. – № 4. – С. 87-92.
6. Карачарова І. Ю. Ультразвукова абляція міом тіла матки: обґрунтування показань, режимів процедури та способів оцінки ефективності лікування: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.23 / І.Ю. Карачарова; НМАПО. – Київ, 2020. – 20 с.
7. Клинико-патогенетическое значение нарушений липидного обмена при ювенильном идиопатическом артрите / Л. И. Омельченко, Е. Н. Муквич, Б. А. Тарасюк, Т. А. Людвик, Е. А. Бельская // Педиатрия. Восточная Европа. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 206-218.
8. Колотілов Н. Н. Кальцификаты эпифиза у больных с доброкачественными и злокачественными опухолями гортани, глотки, околоносовых пазух и слухового нерва / Н. Н. Колотілов // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – № 2. – С. 18-27. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-2>.
9. Патент України на корисну модель №139879, МПК G01N 33/00 (2006.01) Спосіб діагностики захворювань підшлункової залози/Дикан І. М. (UA); Синюта С. Б. (UA); Гордієнко К. П. (UA) Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України. – №u201907347; заявлено 02.07.2019; опубл.27.01.2020, Бюл. № 2. – 3 с.
10. Патент №143403 UA. Спосіб профілактики рецидивування злоякісних пухлин кісток таза та нижніх кінцівок після кістково-замісної хірургії у хворих з поліморбідністю / Сафонов Н. К., Дроботун О., Колотілов М. М., Туз Є. В., Вовк В. В., Ульянович Н. В. // Бюл. Промислової власності. – 27.07.2020. – №14. – 3 с.

11. Патент №143404 UA. Спосіб персоніфікованого тривимірного моделювання злоякісних і метастатичних пухлин кісток тазу та нижніх кінцівок / Сафонов Н. К., Дроботун О. В., Коноваленко В. Ф., Колотілов М. М., Воєйкова І. М., Василькова С. І. // Бюл. Промислової власності. – 27.07.2020. – №14.

12. Патент України на корисну модель №144691, МПК А61В 8/08 (2006.01) Спосіб діагностики ракових пухлин підшлункової залози / Колотілов М. М. (UA); Забудська Л. Р. (UA); Дроботун О. В. (UA) Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України. – № u201910587; заявлено 26.10.2019; опубл. 26.10.2020, Бюл. № 20. – 3 с.

13. Патент №145081 UA. Спосіб діагностики доброякісних та злоякісних пухлин кісток / Сафонов Н. К., Дроботун О. В., Колотілов М. М., Туз Є. В., Вовк В. В. // Бюл. Промислової власності. – 25.11.2020. – № 22.

14. Патент України на корисну модель № 145903, МПК 61В 8/08 (2006.01) Спосіб діагностики цирозу печінки у дітей / Тарасюк Б. А. (UA), Лук'янова І. С. (UA), Березенко В. С. (UA), Дибя М. Б. (UA), Андрущенко І. В. (UA), Солодушенко В. В. (UA) Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України. – № u202005190; заявлено 11.08.2020; опубл. 6.01.2021, Бюл. № 1. – 3 с.

15. Сафонов Н. К. Идентификация метастазирования в кости скелета у больных раком молочной железы и предстательной железы: маркеры костного метаболизма и МРТ диагностика / Н. К. Сафонов, О. В. Дроботун, Е. В. Туз, В. В. Вовк, Н. Н. Колотілов // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – № 3. – С. 19-25. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-3-2>.

16. Стефанов Н. К. Профилактика на рецидивирането на злокачествените новообразувания на костите на долния крайник след эндопротезиране и костнозаместителна пластика при полиморбидни пациенти / Н. К. Стефанов, О. В. Дроботун, Н. Н. Колотілов, Н. В. Улянчич // Современные медицинские проблемы. – 2020. – № 3. – С. 5-10.

17. Babkina T. M. Detection of breast cancer presenting as a mass in women with dense breasts - digital breast tomosynthesis versus full-field digital mammography / I. M. Dykan, A. V. Gurando, D. M. Suleimenova, T. M. Kozarenko, Ye.

M. Bozhok, V. A. Stulev // Experimental oncology. – 2020. – N 4(3). – P. 215-219.

18. Kolotilov N. N. Drugs of radiological pharmacology: Quercetin / N. N. Kolotilov // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – № 2. – С. 81-83. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-7>.

19. Kolotilov N. N. Eschatology in oncology: life expectancy of untreated patients with malignant tumors / N. N. Kolotilov // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – № 3. – С. 49-56. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-3-5>.

20. Kolotilov N.N. Drugs of Radiological Pharmacology. Reprofilng: Caffeine/ N. N. Kolotilov // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – № 3. – С. 57-61. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-3-5>.

21. Tarasyuk B. A. Features of the echostructure of the abdominal organs in children with ascariasis / B. A. Tarasyuk, I. S. Lukyanova, I. N. Dykan, O. V. Golovchenko, T. A. Gridina, N. T. Reminnaya // Radiation Diagnostics, Radiation Therapy. – 2020. – № 1. – С. 12-18.

SCIENTIFIC RESEARCH OF THE INSTITUTE OF NUCLEAR MEDICINE AND DIAGNOSTIC RADIOLOGY OF THE NATIONAL ACADEMY OF MEDICAL SCIENCES OF UKRAINE IN 2020: HEPATOLOGY, ONCOLOGY AND INTELLECTUAL DATA PROCESSING

I.M. Dykan, B.A. Tarasyuk, I.V. Andrushchenko

The main results of the scientific activity of the Institute in 2020 are presented: the study of the structural features of diagnostic images based on their heterogeneity for the purpose of differential diagnosis of malignant neoplasms; development of radiation diagnostic criteria for differential diagnosis of congenital and acquired liver diseases in children; development of urgent detailed ultrasound examinations for traumatic injuries of the human body, complex radiation examination of the wound channel in case of a gunshot injury; development of methodological foundations for the use of multiparametric high-field MRI of the brain to assess the state of the leading tracts and the functional capacity of the cerebral cortex.

Methods for textural analysis of computed tomographic images, echograms of normal and tumor tissues based on the use of coefficients of one-dimensional heterogeneity, anisotropy coefficient, and verticality coefficient have been developed.

For the first time in Ukraine, a mathematical system that provides in 93-98% of cases of recognition of fibrous (precision) liver changes based on ultrasound images (utility model patent No. 139916) has been developed; significant differences between the values of mathematical criteria for normal and damaged liver based on computer processing of echographic images allow solving the problem of recognizing diffuse liver diseases.

**НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДУ
«ІНСТИТУТ ЯДЕРНОЇ МЕДИЦИНИ
ТА ПРОМЕНЕВОЇ ДІАГНОСТИКИ НАМН
УКРАЇНИ» В 2020 р.: ГЕПАТОЛОГІЯ,
ОНКОЛОГІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА
ОБРОБКА ДАНИХ**

І.М. Дикан, Б.А. Тарасюк, І.В. Андрущенко

Викладені основні результати наукової діяльності інституту у 2020 році: вивчення структурних особливостей діагностичних зображень на основі їх неоднорідності з метою диференціальної діагностики злоякісних новоутворень; розробка променево-діагностичних критеріїв диференціальної діагностики вроджених та набутих захворювань печінки у дітей; розробка екстрених деталізованих УЗ обстежень при травматичних ушкодженнях організму людини, комплексного променевого дослідження ранового каналу при вогнестрільній травмі; розробка методологічних засад застосування мультипараметричної високопольної МРТ головного мозку для оцінки стану провідних трактів та функціональної здатності кори великих півкуль. Розроблено способи текстурного аналізу комп'ютерно-томографічних зображень, ехограм нормальних і пухлинних тканин на основі використання коефіцієнтів одновимірної гетерогенності, коефіцієнта анізотропії, коефіцієнта вертикальності. Вперше в Україні розроблена математична система, яка забезпечує у 93-98% випадків розпізнавання фіброзних (прециротичних) змін печінки на основі ультразвукових зображень (патент

на корисну модель № 139916); суттєві відмінності між значеннями математичних критеріїв нормальної та ушкодженої печінки, на основі комп'ютерної обробки ехографічних зображень дозволяють вирішити задачу розпізнавання дифузних захворювань печінки.

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ГУ «ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ
И ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ НАМН
УКРАИНЫ» В 2020 г. : ГЕПАТОЛОГИЯ,
ОНКОЛОГИЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ
ОБРАБОТКА ДАННЫХ**

И.Н. Дыкан, Б.А. Тарасюк, И.В. Андрущенко

Изложены основные результаты научной деятельности института в 2020 году: изучение структурных особенностей диагностических изображений на основе их неоднородности с целью дифференциальной диагностики злокачественных новообразований; разработка лучевых диагностических критериев дифференциальной диагностики врожденных и приобретенных заболеваний печени у детей; разработка экстренных детализированных УЗ исследований при травматических повреждениях организма человека, комплексного лучевого исследования раневого канала при огнестрельной травме; разработка методологических основ применения мультипараметричной высокопольной МРТ головного мозга для оценки состояния ведущих трактов и функциональной способности коры больших полушарий.

Разработаны способы текстурного анализа компьютерно-томографических изображений, эхограм нормальных и опухолевых тканей на основе использования коэффициентов одномерной гетерогенности, коэффициента анизотропии, коэффициента вертикальности. Впервые в Украине разработана математическая система, которая обеспечивает в 93-98 % случаев распознавания фиброзных (прециротичных) изменений печени на основе ультразвуковых изображений (патент на полезную модель № 139916); существенные различия между значениями математических критериев нормальной и поврежденной печени на основе компьютерной обработки эхографических изображений позволяют решить задачу распознавания диффузных заболеваний печени.