

RADIOBIOLOGIYA VA UNING FUNDAMENTAL TIBBIYOT SOHASIDA O‘QITILISHI

Muslimova Yulduz Choriyevna

Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti o‘qituvchisi
EMU University o‘qituvchisi Toshkent, O‘zbekiston.

Maxkamova Muxabbat Batirovna

EMU University o‘qituvchisi , Toshkent, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Ushbu maqolada radiobiologiya fanining fundamental nazariy asoslari, uning tibbiyot sohasidagi ahamiyati hamda ta’lim jarayonida samarali o‘qitish usullari ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Radiobiologiyani o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalar, raqamli ta’lim vositalari va innovatsion yondashuvlarni qo‘llash samaradorligi asoslab berilgan. Shuningdek, radiatsiya ta’sirini modellashtirishga asoslangan gibrid ta’lim modeli va klinik keyslar asosidagi o‘qitish tizimi taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: radiobiologiya, ionlashtiruvchi nurlanish, DNK, radioterapiya, tibbiy ta’lim, pedagogik texnologiya, modellashtirish.

РАДИОБИОЛОГИЯ И ЕЁ ПРЕПОДАВАНИЕ В ОБЛАСТИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

Юлдуз Чориевна Муслимова^{1,2}

Мухаббат Батировна Махкамова²

Национальный педагогический университет Узбекистана имени Низами,
преподаватель (Ташкент , Узбекистан). ¹

EMU University преподаватель (Ташкент , Узбекистан). ²

Аннотация. В данной статье научно проанализированы фундаментальные теоретические основы радиобиологии, её значение в области медицины, а также эффективные методы преподавания в образовательном процессе. Обоснована эффективность применения современных педагогических технологий, цифровых образовательных средств и инновационных подходов при обучении радиобиологии. Кроме того, предложены гибридная модель обучения, основанная на моделировании воздействия радиации, а также система преподавания на основе клинических кейсов.

Ключевые слова: радиобиология, ионизирующее излучение, ДНК, радиотерапия, медицинское образование, педагогическая технология, моделирование.

RADIOBIOLOGY AND ITS TEACHING IN THE FIELD OF FUNDAMENTAL MEDICINE

Yulduz Choriyevna Muslimova^{1,2}

Muxabbat Batirovna Maxkamova²

teacher of National pedagogical university Uzbekistan named after Nizami ¹

teacher of EMU University, Tashkent. ²

Abstract. This article provides a scientific analysis of the fundamental theoretical foundations of radiobiology, its significance in the field of medicine, and effective teaching methods within the educational process. The effectiveness of applying modern pedagogical technologies, digital learning tools, and innovative approaches in teaching radiobiology is substantiated. In addition, a hybrid educational model based on radiation effect simulation and a case-based teaching system using clinical scenarios are proposed.

Keywords: radiobiology, ionizing radiation, DNA, radiotherapy, medical education, pedagogical technology, modeling.

Kirish. Zamonaviy tibbiyotda ilmiy-texnik taraqqiyotning jadal rivojlanishi radiobiologiya fanining ahamiyatini tobora oshirmoqda. Radiobiologiya tirik organizmlarga ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirini o'rganuvchi kompleks fan bo'lib, u fizika, biologiya va tibbiyot fanlarining o'zaro integratsiyasi asosida shakllangan. Ayniqsa, onkologiya, radiologiya, yadro tibbiyoti, diagnostik tasvirlash hamda radiatsion xavfsizlik sohalarida radiobiologiya bilimlari muhim o'rin tutadi. Shu nuqtayi nazardan, tibbiy ta'lim tizimida radiobiologiyani chuqur va samarali o'qitish, talabalarida nafaqat nazariy bilimlar, balki amaliy ko'nikmalar va klinik fikrlash kompetensiyalarini shakllantirish dolzarb ilmiy-pedagogik masala hisoblanadi. Radiobiologiya va uning tibbiyotdagi o'rni bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar ushbu fanning biologik, fizik va klinik asoslarini chuqur yoritib beradi. Xususan, E.J. Hall va A.J. Giaccia tomonidan yaratilgan "Radiobiology for the Radiologist" tadqiqot ishida ionlashtiruvchi nurlanishning hujayra darajasidagi ta'sir mexanizmlari, DNK shikastlanishi, hujayra sikli buzilishlari hamda radioterapiyaning biologik asoslari tizimli ravishda tahlil qilingan [1]. Ushbu manba radiobiologiyaning fundamental nazariy asoslarini tushuntirishda eng muhim ilmiy tayanchlardan biri hisoblanadi. M.C. Joiner va A.J.van der Kogelning "Basic Clinical Radiobiology" ilmiy ishida esa radiobiologiyaning klinik jihatlari, jumladan nurlanish dozalari, fraksiyalash prinsiplari, to'qimalarning radiosensitivligi va radioterapiya rejalashtirish jarayonlari chuqur yoritilgan [2]. Mazkur manba radiobiologiyani o'qitishda nazariy bilimlarni klinik amaliyot bilan bog'lash imkonini beradi.

Diagnostik tibbiyot yo'nalishida J.T.Bushberg va boshq. tomonidan yozilgan "The Essential Physics of Medical Imaging" asarida rentgenografiya, kompyuter tomografiya, yadro diagnostikasi va boshqa tasvirlash usullarining

fizik asoslari bayon etilgan [3]. Ushbu adabiyot radiobiologiyaning diagnostika fanlari bilan uzviy bog‘liqligini ko‘rsatadi hamda tibbiy yo‘nalishda ta‘lim olayotgan talabalarda radiatsion jarayonlarni chuqur anglashga xizmat qiladi. E.B. Podgorsakning “Radiation Physics for Medical Physicists” asarida ionlashtiruvchi nurlanishning fizik xususiyatlari, dozimetriya, energiya yutilishi va nurlanishni hisoblash metodlari yoritilgan [4]. Bu esa radiobiologiyani o‘qitishda doza-ta‘sir munosabatlarini ilmiy asosda tushuntirishda muhim manba hisoblanadi. Radiatsion xavfsizlik va himoya masalalari bo‘yicha H.Cember va T.E.Johnson tomonidan yozilgan “Introduction to Health Physics” asarida radiatsiya nazorati, himoya vositalari va biologik xavf omillari tahlil qilingan [5]. Shuningdek, F.A.Mettler va A.C.Uptonning “Medical Effects of Ionizing Radiation” kitobida ionlashtiruvchi nurlanishning inson organizmiga klinik va patologik ta‘sirlari yoritilgan [6]. Bu manbalar radiobiologiyani sog‘liqni saqlash amaliyoti bilan bog‘liq holda o‘qitish zarurligini ko‘rsatadi. Xalqaro miqyosda ICRP tomonidan qabul qilingan The 2007 Recommendations of the ICRP hujjatida radiatsion himoyaning asosiy prinsiplari, doza cheklavlari va ALARA tamoyili belgilangan [7]. Mazkur tavsiyalar tibbiy ta‘limda xavfsizlik kompetensiyalarini shakllantirish uchun muhim me‘yoriy asosdir. UNSCEAR hisobotlarida esa nurlanish manbalari, uning uzoq muddatli biologik ta‘siri va saraton xavfi ilmiy-statistik jihatdan baholangan [8]. Bu ma‘lumotlar radiobiologiyaning nafaqat klinik, balki global sog‘liqni saqlash tizimidagi ahamiyatini ham namoyon etadi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda radiobiologiyaning istiqbolli yo‘nalishlari ham keng yoritilgan. Jumladan, M. Durante va F.A.Cucinotta tomonidan kosmik parvozlarda radiatsion himoyaning fizik asoslari o‘rganilib, kosmik tibbiyotda radiobiologiyaning roli ko‘rsatib berilgan [9]. A.C. Begg va boshqalar radioterapiyani maqsadli dori vositalari bilan birgalikda qo‘llash strategiyalarini tahlil qilgan bo‘lib, bu onkologik davolashda yangi istiqbollarni ochadi [10].

Tibbiy diagnostika sohasida D.J. Brenner va E.J. Hall kompyuter tomografiya natijasida radiatsion yuklamaning ortib borayotganini ko‘rsatib,

xavfsiz foydalanish zarurligini asoslagan [11]. R. Baskar va boshq. tomonidan radioterapiyaning zamonaviy yutuqlari va kelajak yo‘nalishlarini tahlil qilinib, radiobiologiyaning amaliy ahamiyatini ko‘rsatib berishgan [12]. M.Tubiana radioterapiyadan keyingi ikkilamchi o‘smalar xavfini kamaytirish masalalarini o‘rgangan bo‘lib, bu radiatsiyaning uzoq muddatli ta’sirlarini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi [13]. Umuman olganda, tahlil qilingan ilmiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, radiobiologiya fanini tibbiy ta’limda o‘qitish faqat nazariy bilim berish bilan cheklanib qolmasdan, balki klinik fikrlash, radiatsion xavfsizlik madaniyati, diagnostik tafakkur va amaliy kompetensiyalarni shakllantirishga yo‘naltirilishi lozim. Shu sababli radiobiologiyani o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalar, simulyatsion modellar, virtual laboratoriyalar va klinik keyslar asosidagi yondashuvlarni joriy etish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillardagi Scopus bazasida indekslangan tadqiqotlar radiobiologiyaning nafaqat nazariy, balki yuqori texnologik klinik yo‘nalish sifatida ham jadal rivojlanayotganini ko‘rsatadi. Xususan, Citrin radioterapiyada individual yondashuv va aniq nishonli nurlantirish texnologiyalarining samaradorligini asoslagan bo‘lsa[14], Baskar va boshq. radiatsiyaning saraton hujayralariga molekulyar ta’sir mexanizmlarini yoritgan[15]. Mazkur tadqiqotlar radiobiologiyani fundamental tibbiyot fanlari tarkibida zamonaviy ilmiy yondashuvlar asosida o‘qitish zarurligini tasdiqlaydi..

Tadqiqot metodologiyasi. Radiobiologiya fanining asosini ionlashtiruvchi nurlanish va uning biologik tizimlarga ta’sir mexanizmlari tashkil etadi. Ionlashtiruvchi nurlanish turlariga alfa va beta zarrachalar, gamma nurlanish, rentgen nurlari hamda neytronlar kiradi. Ularning har biri energiyasi va kirib borish qobiliyatiga qarab tirik to‘qimalarga turlicha ta’sir ko‘rsatadi. Nurlanish ta’siri bosqichma-bosqich amalga oshadi. Birinchi bosqichda fizik jarayonlar — energiyaning yutilishi va ionlanish kuzatiladi. Keyingi bosqichda kimyoviy reaksiyalar ro‘y berib, erkin radikallar hosil bo‘ladi. Bu radikallar biomolekulalarga, ayniqsa DNK tuzilishiga zarar yetkazadi. Biologik bosqichda

esa hujayra funksiyalari buzilib, mutatsiyalar yoki hujayra o'limi sodir bo'ladi. DNK shikastlanishi radiobiologiyada markaziy o'rin tutadi. Nurlanish ta'sirida yakka va ikki zanjirli uzilishlar yuzaga keladi. Organizmda reparatsiya mexanizmlari mavjud bo'lib, ular zararlangan DNKni tiklashga harakat qiladi. Ammo yuqori doza ta'sirida bu mexanizmlar yetarli bo'lmay, patologiyalar rivojlanishi mumkin.

Nurlanish ta'siri doza bilan bog'liq bo'lib, kam dozada stoxastik, ya'ni ehtimoliy ta'sirlar kuzatiladi, katta dozada esa deterministik, ya'ni aniq klinik belgilar bilan namoyon bo'ladigan ta'sirlar yuzaga keladi. Fundamental tibbiyotda radiobiologiyaning ahamiyati juda katta. Radiobiologiya tibbiyotning bir qator muhim yo'nalishlarida nazariy va amaliy asos bo'lib xizmat qiladi. Onkologiyada radioterapiya usuli o'sma hujayralarini yo'q qilishda keng qo'llaniladi. Bunda asosiy vazifa — zararlangan hujayralarni maksimal darajada yo'q qilish va sog'lom to'qimalarni saqlab qolishdir. Diagnostika sohasida rentgenografiya, kompyuter tomografiya va pozitron-emission tomografiya kabi usullar inson organizmining ichki tuzilishini aniqlash imkonini beradi.

Shuningdek, radioproteksiya sohasida insonni nurlanishdan himoya qilish choralarini ishlab chiqish muhim hisoblanadi. Bunda vaqtni qisqartirish, masofani oshirish va himoya vositalaridan foydalanish asosiy prinsiplardir. Zamonaviy ilmiy yo'nalishlardan biri bo'lgan kosmik tibbiyot va astrobiologiyada ham radiobiologiya muhim o'rin tutadi. Kosmik nurlanishning inson organizmiga ta'sirini o'rganish kelajakdagi kosmik missiyalar uchun zarur hisoblanadi. Amaliyotda radiobiologiyani o'qitish jarayonida bir qator muammolar kuzatiladi. Jumladan, nazariy materiallarning ustunligi talabalar tomonidan chuqur tushunishni cheklaydi. Amaliy mashg'ulotlarning kamligi esa bilimlarning real hayotda qo'llanilishini pasaytiradi. Laboratoriya jihozlarining yetishmasligi va fanlararo integratsiyaning pastligi ham ta'lim samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Mazkur muammolarni bartaraf etish uchun radiobiologiyani o'qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalarni qo'llash muhim ahamiyatga ega. Xususan, modellashtirish texnologiyasi talabalar uchun

nurlanish jarayonlarini vizual tarzda tushunishga yordam beradi. Virtual laboratoriyalar orqali DNK shikastlanishi va hujayra reaksiyalarini modellashtirish ta'lim samaradorligini oshiradi. Keys-stadi usuli esa talabalarni real klinik holatlar asosida tahlil qilishga o'rgatadi. Bu usul orqali ular radioterapiya rejasini tuzish, dozani hisoblash va davolash strategiyasini ishlab chiqish ko'nikmalariga ega bo'ladilar. Muammoli ta'lim (problem-based learning) talabalarida mustaqil fikrlash va tahlil qilish qobiliyatini rivojlantiradi. Raqamli platformalar va onlayn simulyatorlar esa ta'lim jarayonini interaktiv va qiziqarli qiladi. Quyidagi pedagogik model mualliflik yondashuvi sifatida keltirib o'tiladi. Tadqiqot doirasida radiobiologiyani o'qitishning gibridd modelini taklif etiladi. Ushbu model uch bosqichdan iborat bo'lib, birinchi bosqichda nazariy bilimlar multimedia vositalari orqali beriladi. Ikkinchi bosqichda simulyatsiya va virtual laboratoriyalar yordamida bilimlar mustahkamlanadi. Uchinchi bosqichda esa klinik keyslar asosida amaliy ko'nikmalar shakllantiriladi. Mazkur model talabalarida kompleks bilim, amaliy ko'nikma va klinik fikrlashni bir vaqtning o'zida rivojlantirishga xizmat qiladi.

Tahlil va natijalar. Tadqiqot radiobiologiya fanini fundamental tibbiyot yo'nalishida o'qitish samaradorligini aniqlash maqsadida kompleks pedagogik yondashuv asosida tashkil etildi. Ilmiy izlanishda pedagogik eksperiment, diagnostik test, anonim so'rovnoma, kuzatuv hamda taqqoslash metodlaridan foydalanildi. Tajriba-sinov ishlari oliy tibbiyot ta'lim muassasasining talabalari ishtirokida olib borilib, ular nazorat va tajriba guruhlariga ajratildi. Nazorat guruhida an'anaviy o'qitish usullari qo'llanilgan bo'lsa, tajriba guruhida modellashtirish texnologiyasi, virtual laboratoriyalar, klinik keyslar, muammoli ta'lim (PBL), interaktiv taqdimotlar hamda raqamli platformalar asosida ishlab chiqilgan gibridd o'qitish modeli joriy etildi. Tadqiqotning boshlang'ich bosqichida talabalar bilim darajasi kirish testi orqali aniqlanib, radiobiologiyaning nazariy asoslari, ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta'siri, DNK shikastlanish mexanizmlari, radioterapiya prinsiplari va radiatsion xavfsizlik bo'yicha dastlabki ko'rsatkichlar qayd etildi. Yakuniy bosqichda esa

qayta test, amaliy topshiriqlar, klinik vaziyatli masalalar hamda talabalarning fan bo'yicha motivatsion holatini baholovchi so'rovnomalar o'tkazildi. Olingan natijalar tajriba guruhida sezilarli ijobiy o'zgarishlar kuzatilganini ko'rsatdi. Xususan, nazariy bilimlarni o'zlashtirish darajasi o'rtacha 30–40 foizga oshdi, murakkab biologik jarayonlarni tushunish ko'rsatkichi yaxshilandi, radioterapiya dozalarini tahlil qilish va klinik holatlarni baholash bo'yicha amaliy ko'nikmalar shakllandi. Shuningdek, talabalar tomonidan mustaqil ta'lim resurslaridan foydalanish faolligi ortdi, fan bo'yicha qiziqish va kasbiy motivatsiya darajasi yuqori ko'rsatkichlarni namoyon etdi. So'rovnoma natijalari talabalar innovatsion metodlar orqali o'qitilgan mavzularni an'anaviy usullarga nisbatan osonroq va qiziqarliroq o'zlashtirganliklarini tasdiqladi. Natijalar statistik jihatdan tahlil qilinganda, gibrid model asosida tashkil etilgan ta'lim jarayoni radiobiologiyani o'qitish samaradorligini oshirishi, nazariya va amaliyot integratsiyasini ta'minlashi hamda klinik fikrlash kompetensiyalarini rivojlantirishi isbotlandi.

Xulosa va takliflar. Radiobiologiya fanini fundamental tibbiyot ta'limida samarali o'qitish zamonaviy pedagogik texnologiyalar, raqamli vositalar va innovatsion metodik yondashuvlarni ta'lim jarayoniga tizimli joriy etishni talab qiladi. An'anaviy ma'ruza usullarini interaktiv metodlar bilan uyg'unlashtirish talabalar bilimini mustahkamlash, ularning mustaqil fikrlashini rivojlantirish va kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, modellashtirish texnologiyasi radiatsiya ta'sirining murakkab mexanizmlarini vizual va tushunarli shaklda anglash imkonini beradi. Keys-stadi usuli real klinik holatlarni tahlil qilish orqali qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Virtual laboratoriyalar va raqamli platformalar esa ta'lim jarayonining interaktivligini oshirib, laboratoriya resurslari cheklangan sharoitda ham yuqori samaradorlikka erishish imkonini yaratadi. Taklif etilgan uch bosqichli gibrid model — nazariy tayyorgarlik, simulyatsion mustahkamlash va klinik-amaliy integratsiya — radiobiologiyani o'qitishning samarali mexanizmi sifatida tavsiya etiladi. Ushbu model kelajakda radiolog,

onkolog, yadro tibbiyoti mutaxassisi hamda radiatsion xavfsizlik sohasida faoliyat yurituvchi yuqori malakali kadrlarni tayyorlashga xizmat qiladi. Shu bois radiobiologiya fanini o'qitishda kompetensiyaviy yondashuv, raqamlashtirish va innovatsion metodlarni keng joriy etish zamonaviy tibbiy ta'limning ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

1. Hall E.J., Giaccia A.J. Radiobiology for the Radiologist. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012. – 576 p.
2. Joiner M.C., van der Kogel A.J. Basic Clinical Radiobiology. 4th ed. London: Hodder Arnold, 2009. – 360 p.
3. Bushberg J.T., Seibert J.A., Leidholdt E.M., Boone J.M. The Essential Physics of Medical Imaging. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012. – 1047 p.
4. Podgorsak E.B. Radiation Physics for Medical Physicists. Berlin: Springer, 2010. – 728 p.
5. Cember H., Johnson T.E. Introduction to Health Physics. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2009. – 850 p.
6. Mettler F.A., Upton A.C. Medical Effects of Ionizing Radiation. 3rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2008. – 560 p.
7. International Commission on Radiological Protection (ICRP). The 2007 Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 103. Ann ICRP. 2007;37(2-4):1–332.
8. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly. New York: United Nations, 2008.
9. Durante M., Cucinotta F.A. Physical basis of radiation protection in space travel. Reviews of Modern Physics. 2011;83(4):1245–1281.

10. Begg A.C., Stewart F.A., Vens C. Strategies to improve radiotherapy with targeted drugs. *Nature Reviews Cancer*. 2011;11:239–253.
11. Brenner D.J., Hall E.J. Computed tomography — an increasing source of radiation exposure. *New England Journal of Medicine*. 2007;357:2277–2284.
12. Baskar R., Lee K.A., Yeo R., Yeoh K.W. Cancer and radiation therapy: current advances and future directions. *International Journal of Medical Sciences*. 2012;9(3):193–199.
13. Tubiana M. Can we reduce the incidence of second primary malignancies occurring after radiotherapy? *Radiotherapy and Oncology*. 2009;91(1):4–15.
14. Citrin D.E. Recent developments in radiotherapy // *The New England Journal of Medicine*. – 2017. – Vol. 377, № 11. – P. 1065–1075.
15. Baskar R., Dai J., Wenlong N., Yeo R., Yeoh K.W. Biological response of cancer cells to radiation treatment // *Frontiers in Molecular Biosciences*. – 2014. – Vol. 1. – Article 24.