Materiallar to'plami · Conference Proceedings
"ZAMONAVIY TADQIQOTLAR VA BARQAROR RIVOJLANISH" respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi
04 August 2026
UDK 57
PEDAGOGIKA

TIBBIY BIOLOGIYA FANINING BO'LAJAK SHIFOKORLARNI KASBIY TAYYORLASHDAGI O'RNI

Zohidjon Zokirjon o'g'li Aliyev*
Central Asian Medical University xalqaro tibbiyot universiteti
✉ zohidjonaliyev984@gmail.com

ANNOTATSIYA

Maqolada tibbiy biologiya fanining bo'lajak shifokorlarni kasbiy tayyorlash tizimidagi fundamental, integrativ va amaliy ahamiyati tahlil qilingan. Hujayra biologiyasi, umumiy genetika, odam genetikasi, molekulyar jarayonlar, mutatsiyalar hamda irsiy kasalliklarga oid bilimlarning klinik fanlar mazmuni bilan bog'lanish mexanizmlari ochib berilgan. Tibbiy-biologik bilimlar talabalarda kasallikning etiologiyasi va patogenezini sabab-oqibat munosabatlari asosida tushuntirish, genealogik va molekulyar-genetik ma'lumotlarni tahlil qilish, klinik belgilarni hujayraviy va molekulyar o'zgarishlar bilan izohlash, diagnostik fikrlash hamda profilaktik yondashuvni shakllantirishga xizmat qilishi asoslangan. Shuningdek, mazkur fanni klinik vaziyatlar, muammoli topshiriqlar, tarmoqlararo integratsiya va raqamli ta'lim vositalari asosida o'qitishning kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishdagi imkoniyatlari yoritilgan. Tahlillar natijasida tibbiy biologiya alohida nazariy fan emas, balki fundamental bilimlarni klinik tafakkurga aylantiruvchi metodologik ko'prik sifatida talqin etilgan.

Kalit so'zlar

tibbiy biologiya, kasbiy tayyorgarlik, bo'lajak shifokor, kasbiy kompetensiya, hujayra biologiyasi, umumiy genetika, odam genetikasi, molekulyar jarayonlar, mutatsiya, irsiy kasallik, klinik tafakkur, integrativ ta'lim.

DOI: 10.5281/zenodo.21743291

KIRISH

Tibbiyot oliy ta'limining asosiy vazifasi talabaga ma'lum hajmdagi nazariy ma'lumotlarni yetkazish bilangina cheklanmaydi. Zamonaviy shifokor biologik jarayonlarning mohiyatini anglaydigan, ularni kasallikning kelib chiqishi, rivojlanishi, diagnostikasi va profilaktikasi bilan bog'lay oladigan, turli manbalardan olingan ma'lumotlarni bir butun klinik xulosaga aylantira oladigan mutaxassis bo'lishi zarur. Shu sababli fundamental fanlarni kasbiy faoliyat mazmunidan ajratib o'qitish talabaning bilimlarini parchalangan holatda shakllantirishi, klinik bosqichga o'tganda esa ularni amaliy vaziyatlarga ko'chirishni qiyinlashtirishi mumkin. Tibbiy biologiya mazkur muammoni bartaraf etishda alohida o'rin egallaydi, chunki u tiriklikning hujayra, molekula, organizm va irsiyat darajalaridagi qonuniyatlarini tibbiy mazmun bilan birlashtiradi.

Xalqaro tibbiy ta'lim mezonlarida o'quv dasturi natijalari bilim, amaliy ko'nikma, kasbiy xulq va shifokorlik faoliyatiga tayyorgarlik bilan uyg'un holda belgilanishi, fanlar o'rtasidagi munosabatlar esa o'quv dasturining umumiy tuzilishida aniq aks etishi lozimligi ta'kidlanadi [1, B. 10–12]. WFME standartlarida fundamental biotibbiy fanlar klinik fanlarni tushunish va amalda qo'llash uchun zarur bo'lgan tayanch soha sifatida e'tirof etilgan [1, B. 12–14]. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ham tibbiyot kadrlarini tayyorlashda o'quv dasturlarini aholining o'zgarib borayotgan tibbiy ehtiyojlariga moslashtirish, ta'limning sifatini va amaliy dolzarbligini oshirish zarurligini ko'rsatadi [2, B. 12–15]. Mazkur yondashuvlar tibbiy biologiya mazmunini kasbiy kompetensiyalar bilan bog'lashni pedagogik zaruratga aylantiradi.

Maqolaning maqsadi tibbiy biologiya fanining bo'lajak shifokorlarni kasbiy tayyorlashdagi o'rnini nazariy jihatdan asoslash, uning tarkibiy bo'limlari bilan klinik fanlar o'rtasidagi mazmuniy aloqalarni tiz-

imlashtirish hamda fan imkoniyatlaridan kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishda foydalanish yo‘nalishlarini belgilashdan iborat. Tadqiqotda ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish, qiyoslash, tizimlashtirish, umumlashtirish va mazmuniy modellashtirish usullaridan foydalanildi.

TIBBIY BIOLOGIYANING KASBIY TAYYORGARLIK TIZIMIDAGI DIDAKTIK MAQOMI

Tibbiy biologiya tibbiyot ta’limidagi fundamental fanlardan biri bo‘lib, uning predmeti tirik tizimlarning tuzilishi, faoliyati, rivojlanishi, irsiyati va o‘zgaruvchanligini inson salomatligi hamda kasalliklari nuqtayi nazaridan o‘rganishni qamrab oladi. Mazkur fan talabalarga organizmda kuzatiladigan klinik belgilarni faqat tashqi ko‘rinish sifatida emas, balki hujayraviy, molekulyar va genetik jarayonlarning natijasi sifatida anglash imkonini beradi. Masalan, to‘qima funksiyasining buzilishi organoidlar faoliyatidagi o‘zgarishlar, oqsil sintezining izdan chiqishi, signal uzatish mexanizmlaridagi nuqson yoki gen ekspressiyasining noto‘g‘ri boshqarilishi bilan bog‘lanadi. Bunday tushuntirish usuli talabaning faktlarni yodlashiga emas, kasallik mexanizmini mantiqan qayta qurishiga yordam beradi.

Tibbiy biologiyaning didaktik qiymati uchta o‘zaro bog‘liq vazifada namoyon bo‘ladi. Birinchidan, fan biologik obyekt va jarayonlar haqidagi fundamental bilimlarni beradi. Ikkinchidan, ushbu bilimlarni klinik holatlarni tushuntirish uchun zarur bo‘lgan sababiy aloqalar tizimiga aylantiradi. Uchinchidan, talabani diagnostik ma’lumotni tahlil qilish, irsiy xavfni baholash, laborator tekshiruv natijalarini talqin etish va profilaktik tavsiyalarni biologik asoslash kabi kasbiy harakatlarga tayyorlaydi. Demak, tibbiy biologiya mazmuni “nimani bilish” darajasidan “nima sababdan sodir bo‘ladi” va “bu bilim klinik vaziyatda qanday qo‘llanadi” darajasiga olib chiqilgandagina kasbiy ahamiyat kasb etadi.

Fanlararo integratsiya tibbiy ta’limda bir martalik mavzularni moslashtirish emas, balki o‘quv mazmuni, metodlari va baholashni umumiy kasbiy natijalarga yo‘naltiruvchi tizimli jarayondir. R. Harden integratsiyani alohida fanlarning bir-biridan xabardorligidan boshlab, multidissiplinar, interdisiplinar va transdisiplinar tashkil etishgacha bo‘lgan uzluksiz pog‘onalar orqali izohlaydi [3, B. 551–557]. Tibbiy biologiyani integratsiyalashda fan o‘z ilmiy mantiqini saqlab qoladi, biroq mavzular klinik muammolar, organ va tizimlar, etiopatogenetik mexanizmlar yoki bemor holatlari atrofida qayta tashkil qilinadi. Natijada biologik tushunchalar keyingi fanlarni o‘zlashtirish uchun passiv “oldingi bilim” emas, balki klinik mulohaza yuritishning faol vositasiga aylanadi.

HUJAYRA BIOLOGIYASI VA MOLEKULYAR JARAYONLARNING KLINIK TAFAKKURDAGI AHAMIYATI

Hujayra biologiyasi bo‘lajak shifokorning kasbiy tafakkurida normal tuzilma va patologik o‘zgarish o‘rtasidagi chegarani belgilashga xizmat qiladi. Hujayra membranasining selektiv o‘tkazuvchanligi, retseptorlar faoliyati, ion kanallari, endotsitoz va ekzotsitoz jarayonlarini tushunish fiziologiya, farmakologiya va patologik fiziologiyada uchraydigan ko‘plab holatlarning asosini tashkil etadi. Membrana retseptoridagi o‘zgarish gormon yoki mediator ta’sirining pasayishiga, ion kanalidagi nuqson esa qo‘zg‘aluvchan to‘qimalar faoliyatining buzilishiga olib kelishi mumkin. Shu tariqa hujayra darajasidagi bilim simptomning qanday shakllanishini izohlashga yordam beradi.

Mitoxondriyalarda energiya hosil bo‘lishi, oksidlovchi fosforlanish, erkin radikallar va antioksidant himoya haqidagi bilimlar gipoksiya, ishemiya, metabolik kasalliklar va hujayra shikastlanishini tushuntirishda muhimdir. Lizosoma fermentlari, autofagiya va hujayra ichidagi parchalanish jarayonlari ayrim to‘planish kasalliklari, degenerativ holatlar hamda qarish mexanizmlari bilan bog‘lanadi. Endoplazmatik to‘r va Golji majmuasining oqsil sintezi, modifikatsiyasi va tashilishidagi roli esa fermentopatiyalar, retseptor nuqsonlari va sekretsiya buzilishlarini tahlil qilish imkonini beradi. Talaba organoidlarni faqat morfologik tavsif sifatida o‘rgansa, bilim amaliy vaziyatda faollashmaydi; ularning funksional buzilishlarini klinik oqibatlar bilan qiyoslash esa tushunchaning kasbiy mazmunini kuchaytiradi.

Hujayra sikli, apoptoz, DNK reparatsiyasi va proliferatsiya nazorati onkologiya bilan bevosita tutashadi. Nazorat nuqtalarining buzilishi, protoonkogenlarning faollashuvi yoki o‘smani bostiruvchi genlarning funksional yo‘qolishi hujayraning boshqarilmaydigan ko‘payishiga sharoit yaratadi. Ushbu mexanizmlarni o‘zlashtirgan talaba o‘sma jarayonini faqat morfologik hosila sifatida emas, genom barqarorligi va hujayra boshqaruvi buzilishining natijasi sifatida izohlaydi. Bu esa keyinchalik patologik anatomiya, onkologiya, radiologiya va klinik farmakologiyada qo‘llanadigan tushunchalarni anglashni yengillashtiradi.

Molekulyar biologiya bo‘limidagi DNK replikatsiyasi, transkripsiya, translyatsiya, gen ekspressiyasining boshqarilishi va epigenetik mexanizmlar haqidagi bilimlar kasallikning molekulyar asosini tahlil qilish uchun zarur. Genetik axborot oqimining qaysi bosqichida nuqson yuzaga kelganini aniqlash fenotipik belgining shakllanishini tushuntiradi. Masalan, kodlovchi ketma-ketlikdagi o‘zgarish oqsilning birlamchi tuzilishini, promotor yoki regulyator sohadagi o‘zgarish esa oqsil miqdorini o‘zgartirishi mumkin. Talabaga shu farqni klinik misollar yordamida ochib berish genotip-fenotip munosabatini chuqurroq anglashga olib keladi.

Biotibbiy bilimlarning klinik fikrlashdagi o‘rni bo‘yicha tadqiqotlar fundamental mexanizmlarni klinik belgilar bilan bir vaqtda o‘rganish kasallik haqida izchil aqliy model hosil qilishini ko‘rsatadi. Kognitiv integratsiya sharoitida talaba simptomlarni alohida belgilar yig‘indisi sifatida emas, asosiy patofiziologik mexanizmning namoyon bo‘lishi sifatida birlashtiradi [7, B. 1578–1585]. Tajriba natijalari ham asosiy fan va klinik ma’lumotlarning sababiy bog‘lanishda berilishi yangi o‘rganuvchilarning diagnostik aniqligi hamda muhim klinik belgilarni ajratish qobiliyatini yaxshilashini ko‘rsatgan [8, B. 147–153]. Shuning uchun hujayra va molekulyar mavzularni klinik vaziyatga kechiktirib bog‘lash emas, ularni ilk o‘rganish bosqichidayoq kontekstlashtirish maqsadga muvofiq.

TIBBIY BIOLOGIYANING KLINIK FANLAR BILAN INTEGRATIV ALOQALARI

Tibbiy biologiya bilan klinik fanlar o‘rtasidagi integratsiya ikki yo‘nalishda amalga oshiriladi. Gorizontal integratsiya bir o‘quv bosqichida o‘qitiladigan biologiya, anatomiya, gistologiya, fiziologiya, biokimyo va biofizika mavzularini muvofiqlashtiradi. Vertikal integratsiya esa fundamental tushunchalarni patologik anatomiya, patologik fiziologiya, mikrobiologiya, farmakologiya va klinik fanlarda qayta faollashtiradi. Bunda har bir keyingi bosqich oldingi bilimni takrorlamaydi, balki uni yangi klinik vazifa doirasida chuqurlashtiradi. Fundamental bilimning bunday qayta ishlanishi uzoq muddatli saqlanish va murakkab holatlarda qo‘llanish uchun muhimdir.

Biotibbiy bilim klinik tafakkur uchun ayniqsa noodatiy yoki murakkab vaziyatlarda katta ahamiyatga ega. Tajribali shifokor odatiy holatlarda tayyor klinik andozalarga tayansa ham, noaniq belgilar yoki qarama-qarshi ma’lumotlar paydo bo‘lganda asosiy biologik mexanizmlarga qaytadi. Biotibbiy bilim kasallik kategoriyasining barqaror va izchil aqliy modelini shakllantirishi hamda diagnostik qiyinchiliklarda tahlilni qayta tashkil etishi mumkin [9, B. 1173–1177]. Shu sababli fundamental fanlarning mazmunini qisqartirishdan ko‘ra, klinik jihatdan ma’noli asosiy mexanizmlarni tanlab, ularni turli vaziyatlarda qayta qo‘llashga o‘rgatish maqsadga muvofiq.

Klinik kontekstsiz berilgan ma’lumot tez unutilishi yoki keyinchalik kerakli vaziyatda faollashmasligi mumkin. Fundamental va klinik bilimlarni bir vaziyat doirasida o‘zaro bog‘lash mazmunni eslab qolish, qayta chaqirish va qo‘llashni yengillashtiradi [7, B. 1578–1585]. Tibbiy biologiya mashg‘ulotlarida klinik kontekst qisqa bemor tarixi, laborator natija, shajara, mikrofotografiya, molekulyar sxema yoki diagnostik muammo shaklida berilishi mumkin. Kontekst mavzuni bezash uchun qo‘shilgan misol emas, balki bilimlarni tanlash va ular o‘rtasidagi aloqani qurishga xizmat qiluvchi didaktik tayanch bo‘lishi lozim.

Tibbiy biologiya mazmunining klinik fanlar va kasbiy natijalar bilan asosiy integrativ aloqalari quyidagi jadvalda umumlashtirildi.

1-jadval.

Tibbiy biologiya bo‘limlarining klinik fanlar va kasbiy kompetensiyalar bilan aloqasi

Tibbiy biologiya bo‘limi	Bog‘liq fanlar	Kasbiy vazifa	Shakllanadigan kompetensiya
Hujayra membranasi va organoidlar	Fiziologiya, biokimyo, farmakologiya	Transport, retseptor va energiya almashinuvi buzilishlarini izohlash	Hujayraviy mexanizmni klinik belgi bilan bog‘lash
Hujayra sikli, apoptoz va reparatsiya	Patologik anatomiya, onkologiya	Proliferatsiya va genom beqarorligini tahlil qilish	O‘sma patogenezini sababiy tushuntirish
DNK, RNK va oqsil biosintezi	Biokimyo, klinik laboratoriya, farmakologiya	Gen ekspressiyasi va oqsil funksiyasi buzilishini talqin qilish	Molekulyar ma’lumotni klinik xulosaga aylantirish

Tibbiy biologiya bo‘limi	Bog‘liq fanlar	Kasbiy vazifa	Shakllanadigan kompetensiya
Umumiy va odam genetikasi	Pediatriya, akusherlik, ichki kasalliklar, klinik genetika	Oilaviy anamnez yig‘ish, shajara tuzish, irsiy xavfni baholash	Genetik fikrlash va maslahatga tayyorgarlik
Mutatsiyalar va irsiy kasalliklar	Onkologiya, nevrologiya, dermatologiya, stomatologiya	Mutatsiya turini fenotip va tekshiruv usuli bilan bog‘lash	Etiopatogenetik va differensial tahlil
Molekulyar-genetik tekshiruvlar	Klinik genetika, laboratoriya diagnostikasi	Test tanlash va natija cheklovini baholash	Asoslangan diagnostik qaror

INTEGRATIV O‘QITISH ORQALI RIVOJLANTIRILADIGAN KASBIY KOMPETENSIYALAR

Tibbiy biologiya mazmunini kasbiy yo‘naltirish natijasida bir-biri bilan bog‘liq bir necha kompetensiya komponentlari rivojlanadi. Kognitiv komponent fundamental tushunchalar va biologik qonuniyatlarni o‘z ichiga oladi. Analitik komponent klinik belgi, laborator ma’lumot va biologik mexanizm o‘rtasidagi aloqani aniqlashda namoyon bo‘ladi. Amaliy komponent shajara tuzish, mikroskopik tasvirni tahlil qilish, genetik masalani yechish, tekshiruv usulini tanlash va natijani izohlash kabi harakatlarni qamrab oladi. Kommunikativ-etik komponent esa genetik xavf, test natijasi va irsiy kasallik haqidagi ma’lumotni bemor bilan ehtiyotkor va tushunarli tarzda muhokama qilishni nazarda tutadi.

Ushbu kompetensiyalarni shakllantirish uchun ta’lim mazmuni va metodlari o‘zaro mos bo‘lishi kerak. Faqat ma’ruza va reproduktiv savollar bilan sababiy tahlil, diagnostik tanlov yoki kommunikativ faoliyatni rivojlantirish qiyin. Shu bois klinik keys, muammoli vaziyat, konseptual xarita, shajara tahlili, molekulyar mexanizmni modellashtirish, virtual laboratoriya, jamoaviy muhokama va o‘z-o‘zini izohlash kabi faol metodlardan foydalanish lozim. Har bir topshiriqda talaba javobni aytish bilan cheklanmasdan, xulosasini qaysi biologik dalil va mexanizmga tayangan holda chiqarganini asoslab berishi kerak.

Masalan, irsiy kasallik bo‘yicha keys quyidagi ketma-ketlikda tuzilishi mumkin: klinik fenotipni ajratish; oilaviy anamnez va shajarani tahlil qilish; ehtimoliy irsiylanish turini aniqlash; zarur sitogenetik, biokimyoviy yoki molekulyar testni tanlash; natijani talqin qilish; oila a’zolari uchun xavfni baholash; profilaktik va maslahat yo‘nalishini belgilash. Bitta vaziyat biologiya, genetika, klinik diagnostika, kommunikatsiya va etikani birlashtiradi. Shu orqali talabaning alohida faktlarni qo‘llashi emas, kasbiy faoliyatning yaxlit algoritmini bajarishi baholanadi.

Baholash tizimi ham integrativ maqsadlarga moslashtirilishi zarur. Oddiy testlar termin va qonuniyatlarni tekshirishi mumkin, biroq kasbiy kompetensiyani baholash uchun klinik vaziyatga asoslangan ko‘p bosqichli topshiriqlar, qisqa yozma asoslash, strukturaviy jadval, shajara tahlili va og‘zaki muhokama qo‘llanishi maqsadga muvofiq. Baholash mezonlarida biologik aniqlik, sababiy izchillik, ma’lumotni tanlash, klinik xulosaning asoslanganligi, xavfsizlik va etik me’yorlarga rioya qilish alohida ko‘rsatilishi kerak. Bunday baholash talabaning nimani yod olganini emas, bilimdan qanday foydalanganini aniqlaydi.

Integrativ ta’limning samarasi fan o‘qituvchilari va klinik kafedralar hamkorligiga bog‘liq. Mavzularni muvofiqlashtirish, umumiy klinik vaziyatlar bankini yaratish, bir xil terminlardan foydalanish va talabaga qo‘yiladigan natijalarni kelishib olish zarur. Klinik o‘qituvchi biologik mexanizmlarning amaliy ahamiyatini aniqlashtirsa, fundamental fan o‘qituvchisi ushbu mexanizmni ilmiy jihatdan to‘g‘ri va talabaning tayyorgarlik darajasiga mos tarzda izohlaydi. Hamkorlik natijasida takroriy ma’lumot kamayadi, fanlar orasidagi uzilish bartaraf etiladi va o‘quv vaqtining samaradorligi oshadi.

Raqamli ta’lim vositalari tibbiy biologiyada ko‘z bilan bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan jarayonlarni dinamik shaklda ifodalash imkonini beradi. Uch o‘lchamli hujayra modellari, animatsiyalar, virtual mikroskopiya, genetik ma’lumotlar bazalari, interaktiv shajara dasturlari va simulyatsion topshiriqlar murakkab mexanizmlarni tushunishga yordam beradi. Biroq texnologiyaning o‘zi integratsiyani ta’minlamaydi. Raqamli vosita talabaning klinik muammoni yechishiga, biologik sababni aniqlashiga, qarorini asoslashiga va teskari aloqa olishiga xizmat qilgandagina pedagogik qiymatga ega bo‘ladi.

Shunday qilib, tibbiy biologiya bo‘yicha kasbiy yo‘naltirilgan ta’lim modeli “fundamental tushuncha – biologik mexanizm – klinik belgi – diagnostik dalil – kasbiy qaror” ketma-ketligiga asoslanishi mumkin. Mazkur mantiq har bir mavzuning maqsadi, topshirig‘i va baholash mezonida aks etishi lozim. Bunday tashkil etish talabaning nazariy bilimini saqlab qoladi, shu bilan birga uni klinik vaziyatlarda faollashtirish, yangi holatlarga ko‘chirish va izohlash qobiliyatini rivojlantiradi.

XULOSA

Tibbiy biologiya bo‘lajak shifokorlarni kasbiy tayyorlashda fundamental biologik qonuniyatlarni klinik tafakkur bilan bog‘lovchi tayanch fan hisoblanadi. Hujayra biologiyasi normal va patologik jarayonlarning strukturaviy-funksional

asosini, molekulyar biologiya genetik axborotning amalga oshishi va buzilish mexanizmlarini, umumiy hamda odam genetikasi irsiyat, o‘zgaruvchanlik va individual xavfni, mutatsiyalar hamda irsiy kasalliklar esa etiologik va profilaktik fikrlashning biologik asoslarini shakllantiradi.

Fanning kasbiy samaradorligi uning mazmunini klinik fanlar bilan gorizontal va vertikal integratsiya qilish, biologik tushunchalarni klinik vaziyatlar orqali kontekstlashtirish hamda talabani sababiy izohlashga jalb etish bilan belgilanadi. Tibbiy biologiya darslarida klinik keyslar, shajara tahlili, molekulyar mexanizmlarni modellashtirish, muammoli topshiriqlar, raqamli resurslar va kompetensiyaga yo‘naltirilgan baholashdan foydalanish talabada diagnostik, analitik, profilaktik va kommunikativ kompetensiyalarni rivojlantirishga xizmat qiladi.

Dissertatsiya doirasida mazkur nazariy xulosalar tibbiy biologiya fanini integrativ texnologiyalar asosida o‘qitish metodikasining mazmuniy tayanchi sifatida qo‘llanishi mumkin. Bunda fan bo‘limlari kasbiy vazifalar bilan uyg‘unlashtiriladi, kutilayotgan natijalar aniq kompetensiyalar orqali belgilanadi va ta’lim samaradorligi bilimni klinik vaziyatga ko‘chirish qobiliyati asosida baholanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. World Federation for Medical Education. Basic Medical Education: WFME Global Standards for Quality Improvement. The 2020 Revision. Copenhagen: WFME, 2020. 29 p.

2. World Health Organization. Transforming and Scaling Up Health Professionals’ Education and Training: World Health Organization Guidelines 2013. Geneva: WHO, 2013. 122 p.

3. Harden R.M. The integration ladder: a tool for curriculum planning and evaluation // Medical Education. 2000. Vol. 34, No. 7. P. 551–557.

4. Korf B.R., Berry A.B., Limson M. et al. Framework for development of physician competencies in genomic medicine: report of the Competencies Working Group of the Inter-Society Coordinating Committee for Physician Education in Genomics // Genetics in Medicine. 2014. Vol. 16. P. 804–809.

5. Plunkett-Rondeau J., Hyland K., Dasgupta S. Training future physicians in the era of genomic medicine: trends in undergraduate medical genetics education // Genetics in Medicine. 2015. Vol. 17. P. 927–934.

6. Massingham L.J., Nuñez S., Bernstein J.A. et al. 2022 Association of Professors of Human and Medical Genetics consensus-based update of the core competencies for undergraduate medical education in genetics and genomics // Genetics in Medicine. 2022. Vol. 24, No. 10. P. 2167–2179.

7. Kulasegaram K.M., Martimianakis M.A., Mylopoulos M., Whitehead C.R., Woods N.N. Cognition before curriculum: rethinking the integration of basic science and clinical learning // Academic Medicine. 2013. Vol. 88, No. 10. P. 1578–1585.

8. Lisk K., Agur A.M.R., Woods N.N. Exploring cognitive integration of basic science and its effect on diagnostic reasoning in novices // Perspectives on Medical Education. 2016. Vol. 5, No. 3. P. 147–153.

9. Woods N.N. Science is fundamental: the role of biomedical knowledge in clinical reasoning // Medical Education. 2007. Vol. 41, No. 12. P. 1173–1177.