**ЛЕКЦІЯ №6**

*Дисципліна Основи біології та генетики*

*освітня програма: «Психологія»*

*освітній рівень бакалавр*

*галузь знань: 05 Соціальні та поведінкові науки*

*спеціальність: 053 Психологія*

*Укладач: Бухальська С.Є.*

**ТЕМА**: Методи вивчення генетики людини

**МЕТА:** Забезпечити набуття студентами таких компетентностей:

*- інтегральна компетентність*: здатність аналізувати закономірності спадковості та мінливості, що лежать в основі процесів життєдіяльності людини, використовуючи методи вивчення генетики людини;

*- загальна компетентність:* здатність до логічного мислення, аналізу та синтезу знань про методи вивчення генетики людини; постійно навчатися та набувати нові знання про досягнення в генетиці; здатність застосовувати набуті знання в майбутній практичній діяльності;

- *спеціальна (професійна) компетентність:* здатність використовувати в практичній діяльності знання про основи генетики людини, алгоритми вивчення генетики людини;

*- інформативна компетентність:* здатність до оволодіння новими інформаційними технологіями, відбирати, аналізувати, оцінювати інформацію, систематизувати її; уміння використовувати інформацію з інших дотичний навчальних предметів;

*- здоров’язбережувальна компетентність:* здатність набуття знань і умінь пропагування здорового способу життя.

**АКТУАЛЬНІСТЬ І НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ**:

**Генетика людини** – галузь, яка тісно пов’язана з антропологією, психологією і медициною. Генетику людини умовно поділяють на антропогенетику, що вивчає спадковість і мінливість нормальних ознак людського організму, і медичну генетику, яка вивчає його спадкову патологію (хвороби, дефекти, потворність та ін.). Знання з основ генетики, зокрема методів дослідження генетики людини, забезпечить можливість використовувати їх у майбутній практичній діяльності та житті.

**МІЖДИСЦИПЛІНАРНА ІНТЕГРАЦІЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Дисципліни** | |
| 1. Попередні (забезпечуючі) дисципліни | Загальна біологія, цитологія, біологія людини |
| 2. Наступні дисципліни, ті що забезпечуються | Основи психології |
| 3. Внутрішньо предметна інтеграція (між темами даної дисципліни) | Цитологія. Біологія організму. |

**ОСНОВНІ ЕТАПИ ЛЕКЦІЇ**

1. Підготовчий етап.
2. Основний етап. Викладення лекційного матеріалу за планом.
3. Заключний етап. Резюме лекції, загальні висновки. Відповіді на можливі запитання.
4. Завдання для самопідготовки студентів.

**ПЛАН**

І. Основи генетики людини.

ІІ. Методи вивчення генетики людини.

2.1. Генеалогічний метод.

2.3. Біохімічний метод.

2.4. Цитогенетичний метод.

ПИТАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Близнюковий метод.

2. Метод дерматогліфіки: дактилоскопія, пальмоскопія, плантоскопія.

3. Популяційно-статистичний метод.

4. Метод ДНК-діагностики.

**ВИКЛАД ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ**

В загальній генетиці виділяють розділ *антропогенетику*, що вивчає особливості прояву як властивих так і патологічних ознак у людини, залежність захворювання від генетичної схильності та чинників довкілля.

Основи антропогенетики було закладено в ХХ ст. англійським ученим Ф. Гальтоном.

***Генетика людини*** *–* одна з найважливіших проблем теоретичних основ сучасної медицини та психології. В антропогенетиці неможливе експериментальне схрещування. Для людської популяції характерна повільна зміна поколінь, незначна кількість нащадків у кожній родині, складний спадковий апарат і велика кількість груп зчеплення.

**Методи вивчення спадковості у людини**

**Генеалогічний метод** полягає у створенні генеалогічного дерева родоводу, в якому прослідковують успадкування певних ознак у ряді поколінь. Генеалогічний метод науково вперше застосував в кінці ХІХ ст. Ф. Гальтон. Щоб з’ясувати родинні зв’язки та простежити за проявом нормальних і патологічних ознак серед близьких, далеких родичів у даній родині.

Метод включає два етапи: *збір інформації про родину* та *генеалогічний аналіз*.

Збирання даних починається з пробанда – особи, родовід якої необхідно скласти. Братів і сестер пробанда називають *сибсами.* При складанні родоводу роблять записи про кожного члена родини з вказівкою його спорідненості по відношенню до пробанда. Потім за допомогою символів графічно будують родовід. Покоління позначають римськими літерами І, ІІ, ІІІ ІV зверзу до низу. Потомство одного покоління розташовують в горизонтальному ряду у порядку народження зліва направо. У межах одного покоління сибси позначають арабськими літерами. Так кожний член родоводу має відповідний шифр ІІ-5, ІІІ-7.

Після складання родоводу проводять генеалогічний аналіз із метою встановлення генетичних закономірностей. Якщо у ряді поколінь прослідковувалась певна ознака, то припускають її спадкову природу. Виключенням є ендемічні хвороби, зумовлені умовами довкілля. Наприклад, ендемічний зоб зустрічається серед населення на території з недостатньою кількістю йоду.

При з’ясуванні спадкового характеру ознаки встановлюють тип успадкування: домінантний, рецесивний, зчеплений зі статтю.

***Аутосомно-домінантне успадкування*** – домінантна ознака проявляється в однаковій мірі у представників обох статей; у всіх поколіннях спостерігається спадкова хвороба. У родині, де один з батьків є гетерозиготним, ймовірність народження хворої дитини становить 50%. Необхідно пам’ятати, що деякі спадкові захворювання проявляються після 40-50 років. Наприклад, пізня дегенерація рогівки ока.

***Аутосомно–рецесивне успадкування* –** рецесивна ознака проявляється відносно в невеликій кількості і хворіють сибси – рідні, двоюрідні брати і сестри. Батьки хворої дитини переважно здорові, але є гетерозиготними носіями рецесивного гена. Ймовірність народження дитини у такому випадку становить 25%. Досить часто прояв рецесивної хвороби має місце в близькоспоріднених шлюбах. Рецесивна ознака може проявлятись у 75%, коли один з батьків є хворим.

***Успадкування зчеплені зі статтю***, зокрема, з Х-хромосомою можуть бути як домінантними та рецесивними. При домінантному Х-зчепленому успадкуванні захворювання в однаковій мірі проявляється в обох статей. В даному випадку надалі жінка може передавати цей ген як дочкам так і синам з Х-хромосмою, чоловік буде передавати ген тільки дочкам. Сини від батька успадковують Y-хромосому. Прикладом хвороби, що успадковувалась за даним типом є особлива форма рахіту, стійкого до лікування кальциферолами.

При рецесивному успадкуванні хвороб зчеплених з Х-хромосомою, переважно страждають чоловіки. Фенотипово здорова мати є носієм рецесивного гена, який передається з ймовірністю 50% синам і дочкам. Сини, успадкувавши ген, будуть хворими, а дочки - носіями. Прикладом таких спадкових хвороб є дальтонізм, гемофілія. У дівчат буде проявлятись хвороба за умов якщо батько буде хворим.

**Цитогенетичний метод** ґрунтується на мікроскопічному дослідженні хромосом. В лабораторних умовах культивують клітини мозку, культури фібробластів або лейкоцитів периферичної крові людини. Стимулюють їх поділ фітогемаглютиніном. А щоб припинити розходження хроматид в мітозі, використовують колхіцин для руйнування веретена поділу. Потім клітину обробляють гіпотонічним розчином. Хромосоми стають чітко помітними у світловий мікроскоп, це дає можливість підрахувати їх і проаналізувати за індивідуальними ознаками. Візуальне спостереження є досить важким, тому роблять мікрофотографію препарату, а потім вирізають хромосоми і розташовують їх у порядку зменшення розмірів – у вигляді каріограми.

Для ідентифікації хромосом використовують кількісний морфометричний аналіз – вимірюють довжину хромосоми у мкм, визначають співвідношення короткого плеча до довжини всієї хромосоми.

У 70 роках ХХ ст. шведський генетик Касперссон для вивчення хромосом застосував флуоресцентні барвники акрихін-іприт і його похідні. Внаслідок цього у хромосом виділилось кілька смуг, які співпадають з локалізацією структурного гетерохроматину, та диски, які чергуються. Такий малюнок світіння специфічний для кожної хромосоми. Вчені з’ясували, що до акрихінової флуоресценції здатні хромосоми горили і шимпанзе. У інтерфазних ядрах цим методом виявили Y-хромосому, яскраво-зеленуватого кольору.

Також розроблено кілька методів виявлення структурної неоднорідності по довжині хромосом людини, в основі яких лежить денатурація і ренатурація ДНК хромосом, які відбувалися на препаратах. Якщо після денатурації ДНК провести її ренатурацію і зафарбувати хромосоми фарбою Гімзи, то у них проявляється темні і світлі диски. Послідовність розташування їх є специфічним для кожної хромосоми.

Нині застосовують метод вивчення хромосом, в основі якого лежить процес неодночасної реплікації хромосом. Одні ділянки реплікуються раніше, у інших - цей процес затримується. Неодночасно також проходить спіралізація хромосом у профазі мітозу. Проте, у метафазі відбувається вирівнювання цих відмінностей і ступінь конденсації метафазних хромосом стає однаковою.

При вивчені порушень у статевих хромосомах проводяться дослідження статевого хроматину у соматичних клітинах. Статевий хроматин - це дископодібне тільце, здатне до фарбування гематоксиліном та іншими лужними барвниками. Статевий хроматин виявляються у інтерфазних клітинних ядрах ссавців і людини, безпосередньо під ядерною оболонкою. Вперше спостерігали статевий хроматин у 1949 р. М. Барр і Ч. Бертрам у нейронах кішки. Вчені з’ясували, що у нормі він наявний тільки у ядрах клітин самок і відсутній у самців.

У клітинах чоловіків інколи відмічають невелику кількість несправжніх тілець статевого хроматину – це конденсовані ділянки аутосом, і спіралізовані Y –хромосоми. Статевий хроматин – це спіралізована Х-хромосома, яка у жінок інактивується в ембріогенезі. Інактивацією однією з Х-хромосом вирівнюється баланс генів статевих хромосом у клітинах організмів чоловічої і жіночої статі.

Статевий хроматин досліджують у будь-яких тканинах. Але практично досліджують епітеліальні клітини слизової оболонки щоки. Статевий хроматин тестують на мазках крові, ядрах нейтрофілоцитів. Вони мають вигляд забарвлених паличок. У нормі в жінок ці структури становлять 3-7% нейтрофілоцитів, у чоловіків у нормі вони відсутні. Вивчення статевого хроматину використовують також у судовій медицині. Саме за краплинами крові визначають статеву належність. При трансплантації тканин тільце статевого хроматину дає можливість прослідкувати приживання чи розсмоктування трансплантату. За статевим хроматином тестують полісомії за Х- хромосомою у чоловіків.

Біохімічний метод застосовують для діагностики хвороб, обміну речовин, зумовлені зміною активності окремих ферментів. При різних типах захворювання визначають безпосередньо фермент, або проміжні продукти обміну. Ці методи є трудомісткі і не застосовні для масових популяційних досліджень по виявленню хворих з метаболічними розладами. Тому лікарі – генетики розробили спеціальні скринінг-програми. На першому етапі такої програми серед великої кількості обстежуваних виділяють ймовірно хворих зі спадковою патологією, застосовуючи експрес – методи – якісні реакції виявлення продуктів обміну у сечі, крові. На другому етапі проводять контрольні тести, які підтверджують або відкидають відхилення результатів від норми. Для цього використовують хроматографічні методи визначення ферментів, амінокислот тощо.

До біохімічних методів відносять і *мікробіологічні тести*. Вчені отримали штами мікроорганізмів за речовинами, які є основними або проміжними метаболітами у хворих з порушеним обміном. Якщо у крові або сечі є потрібна для росту мікрофлори речовина, то у чашці Петрі навколо фільтрувального паперу, просоченого метаболітами, буде активне розмноження мікробів. При тестуванні здорової людини це явище не спостерігається.

**МАТЕРІАЛ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

**Близнюковий метод дослідження** був запропонований у 1876 році теж англійським антропологом Ф.Гальтоном. Саме він виділив серед близнят дві групи: *однояйцеві* – *моно зиготи* ¼ і *двояйцеві* – *дизиготи* ¾. Дослідження показали, що певну роль у народженні близнят має спадкова схильність до багатоплідної вагітності. При застосуванні близнюкового методу порівнюють близнюків за зовнішніми морфологічними ознаками: колір волосся, очей, пігментація шкіри, форма носа, очей, губ, вушних раковин, візерунок пальців тощо. Якщо досліджувана ознака є в обох близнюків, їх називають *конкордатними* (лат. concordare – бути подібним), а відсутність ознаки в одного з близнюків – *дискордатність*.

**Конкордатні ознаки близнюків**

**Таблиця 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ознаки | Конкордатність (%) | |
| ОБ | ДБ |
| Група крові (АВО) | 100 | 46 |
| Колір очей | 99,5 | 28 |
| Колір волосся | 97 | 23 |
| Папілярні візерунки | 92 | 40 |
| Клишоногість | 32 | 3 |
| Розщілина губи | 33 | 5 |
| Природжений вивих стегна | 41 | 3 |
| Паралітичний поліоміеліт | 36 | 6 |
| Бронхіальна астма | 19 | 4,8 |
| Кір | 98 | 94 |
| Епідемічний паротит | 82 | 74 |
| Туберкульоз | 37 | 15 |
| Дифтерит | 50 | 38 |
| Епілепсія | 67 | 3 |
| Шизофренія | 70 | 13 |
| Гіпертонія | 26,2 | 10 |
| Ревматизм | 20,3 | 6,1 |

Для точнішого визначення зиготності досліджують групи крові за системою АВО, Rh, MN, а також білками плазми.

Близнюковий метод використовується в генетиці людини для того, щоб оцінити ступінь впливу спадковості та середовища на розвиток певної ознаки. Оскільки в однояйцевих близнюків однакові генотипи, то наявні відмінності виникають в ембріональному або постембріональному (постнатальному) періодах розвитку під впливом чинників середовища. Вивчення різнояйцевих близнюків дає можливість проаналізувати прояв ознак дизигот з різними генотипами, що перебувають в однакових умовах існування.

Для визначення ролі спадковості у розвитку тієї чи іншої ознаки роблять відповідні розрахунки.

де Н – коефіцієнт спадковості, МZ – моно, ДZ - дизиготні близнюки.

При Н, що дорівнює 1, ознака цілком визначається спадковим компонентом. При Н з показником О, визначальна роль належить умовам середовища. Коефіцієнт, який близький 0,5, свідчить про однаковий вплив спадковості і середовища на формування ознаки.

**Метод дерматогліфіки** (гр. derno-шкіра, gliph- малювати) –це дослідження рельєфу шкіри на пальцях, долонях і підошвах, що мають епідермальні виступи –гребені з складними візерунками. У 1892році Ф. Гальтон вперше класифікував ці візерунки, за якими почали ідентифікувати особу в криміналістиці. Так виникли окремі розділи: *дактилоскопія**-* вивчення візерунків на подушечках пальців; *пальмоскопія* –малюнків на долонях, *плантоскопія* – дерматогліфіки підошв.

*Дактилоскопія.* Закладка візерунків відбувається протягом 10-19-го тижнів внутрішньоутробного розвитку. У 20-ти тижневого плоду чітко видно форми візерунків розгалужених нервових волокон. Повне формування дотикових візерунків завершується до 6-ти місяців, які залишаються незмінними до кінця життя. При пошкодженні шкіри (опіки, відмороження, травми) візерунки через деякий час відновлюються. Дерматогліфічні дослідження застосовують у визначенні зиготності близнюків, діагностиці деяких спадкових хвороб, судовій медицині, криміналістиці. Візерунки пальців вивчають за допомогою лупи на відбитках, які наносять на папір після змащування пальців друкарською фарбою.

Хоча капілярні візерунки є індивідуальними та неповторними, їх об’єднують у три основні типи: *дуги А*, *петлі L*, *завитки W*.

Дугові візерунки зустрічаються у 6%. У цьому візерунки є один напрям папілярних ліній, які починаються з одного краю, піднімаючись утворюють дугу з крутим або пологим вигином.

Петлеві 60% – це замкнені з одного боку візерунки. Гребені починаються від краю візерунка, але не доходять до протилежного, згинаються у вигляді петлі і повертаються до краю від якого починались. Петля, що відхиляється у бік променевої кістки називається *радіальною*; петля, що відхиляється у бік ліктьової **-** *ульнарною*.

Завиткові візерунки 34% мають вигляд концентричних кіл, овалів, спіралей. Знизу і зверху центральна частина візерунка обмежена двома напрямками ліній. Запис пальцевих візерунків здійснюють у такому порядку:

*Запис пальцевих візерунків*

*Пальці*

*І ІІ ІІІ ІV V*

*Права рука W A Lr WLu*

*Ліва рука W Lu  Lu W Lu*

*Пальмоскопія.*У рельєфі долоні виділяють поля, подушечки і долонні лінії. Навколо центральної долонної ямки є шість підвищень – *подушечок*: біля основи великого пальця – *тенор*, біля протилежного краю долоні – *гіпотенар*, навпроти міжпальцевих проміжків – *чотири міжпальцеві подушечки*.

Біля основи другого, третього, четвертого і п’ятого пальців виділяють пальцеві трирадіуси –місця, у яких сходяться три напрямки папілярних ліній а, в, с, d. Біля браслетної складки, яка відмежовує кисть від передпліччя, знаходиться головний долонний трирадіус t. Лінії від трирадіусів а і d до t утворюють кут аtd, упорні він не більший 57˚.

Досліджено, що у правшів більш складні візерунки на правій руці, у лівшів – на лівій. У жінок частота завиткових візерунків нижча, ніж у чоловіків, менший гребеневий рахунок, а частота петлевих і дугових вища.

*Плантоскопія* на підошві ніг є також візерунки. Проте, в практиці переважно досліджують візерунки ніг. Кількісним показником дерматогліфіки є підрахунок гребенів капілярних ліній між дельтою і центром візерунка. У середньому на одному пальці буває 15-20 гребенів, на всіх десяти пальцях у чоловіків 144,98 ± 51,08, а для жінок –127,23 ± 52,51.

Всі кількісні показники рельєфу гребенів шкіри зумовлені полігенною дією. Гени гребеневої шкіри проявляють свій морфогенетичний ефект, впливаючи на ступінь галуження нервового волокна, і фенотипово визначають щільність гребенів.

На формування дерматогліфічних візерунків можуть впливати і негативні чинники на ранніх стадіях ембріогенезу. Наприклад, при внутрішньоутробній дії вірусу корової краснухи у дитини спостерігається відхилення у візерунках.

Ефективно метод дерматогліфіки застосовують при діагностиці хромосомних синдромів у людей із змінами каріотипу. Наприклад, при синдромі Дауна на пальцях переважно ульнарні та радіальні петлі. На ІV, V пальцях наявна чотирипальцева поперечна борозна, дистальне зміщення осьового трирадіуса (57о). Наявність малюнка на ІІ, ІІІ пальцевих подушечках і відсутність його на ІV. Тенор І подушечки, малюнок на гіпотенарі у вигляді петель.

При синдромі Едвардса надлишок арок на пальцях (зазвичай понад 6); одна згинальна складка на V пальці; наявність чотирипальцевої поперечної борозни. При синдромі Патау дистальне зміщення осьового трирадіуса, наявність чотирипальцевої поперечної борозни.

**Популяційно-статистичний** **метод** визначає поширення окремих генів у популяціях людей. Зазвичай проводять вибіркове дослідження частини популяції, вивчають історії хвороб в архівах лікарень, пологових будинків. Генетики, застосовуючи універсальний метод Г. Харді і В. Вайнберга, визначають частоту генів у різних групах населення, гетерозигот – носіїв генів спадкових хвороб. За цим законом, якщо певний ген у популяції представлений домінантним - А і рецесивним –а алелями з частотами p q відповідно, то частоти можливих генотипів – АА, Аа, аа визначають як компоненти розкладу біному: (p q)2 . Тобто р2 (для АА), 2 pq (для Аа), q2  для (аа). За наявності двох алелів p +q =1 і (p +q )2 = p2 + 2рq + q2 =1. Це співвідношення може бути поширене й на серію множинних алелів а1, а2, аn, що міститься в популяції з частотами p, q. У такому разі частоти генотипів аа визначаються рівнянням (p + q +..+ n)2 =1.

Щоб підтримувати рівновагу Харді –Вайнберга, треба дотримуватися досить жорстких умов. Популяція має бути досить великою (у межах нескінченно великої), панміксичною (100-відсоткове вільне схрещування), і на неї не повинні впливати міграції, мутація і добір. Зазвичай, ці умови майже ніколи не виконуються повністю. Але формула Харді –Вайнберга дає змогу досить точно визначати генетичні параметри для медико-генетичного консультування.Наприклад, альбіноси зустрічаються серед усього населення Лондона з частотою 1:20000.

Треба визначити резерв мутаційної мінливості (частоту гетерозиготних носіїв гена альбінізму). Позначимо генотип: аа **-** альбіноси, АА **-** нормальна пігментація, Аа **-** нормальна пігментація, але носії гена альбінізму (резерв мутаційної мінливості).

Дано *q2*=, визначити 2рq . За формулою p2 + 2рq + q2 =1 визначимо q : відомо, *q2*=, отже q = 2 == . Оскільки р+q =1, отже р=1-q, отже*, р=1-q=1*-=, якщо *q =*,  *р* = . Отже, можна розрахувати

*2рq =2 ×* *×*= .

Кожний 70-й мешканець Лондона –носій гена альбінізму. Вивчення поширення генів на даній території дало можливість поділити гени на 2 категорії: гени, які мають універсальну поширеність; і гени, які зустрічаються локально, переважно у певних районах. Наприклад, ген серпоподібно-клітинної анемії поширений в Африці і Середземномор’ї, ген природженого вивиху стегна –у північно-східній Євразії.

**Метод ДНК-діагностики**. В клінічній генетиці застосовують *ДНК*-*зондову діагностику*, яка дає можливість дослідити та встановити причину захворювання будь-якого походження. ДНК-діагностику проводять за допомогою молекулярного зонда, завдяки якому можна розпізнати нуклеотидну послідовність ДНК зміненої хромосоми. Для цього виділяють незначну кількість хромосомної ДНК лімфоцита, розчленовують її рестриктозами на фрагменти, визначають у них послідовність нуклеотидів, а потім проводять гібридизацію цих фрагментів з міченою ДНК, визначають серед них гомологічні, проводять електрофорез і за відхиленням гібридологічних смуг виявляють дефекти в молекулах ДНК. За допомогою ДНК-діагностики можна проводити ефективну пресимтоматичну, пренатальну і преімплантаційну діагностику спадкових хвороб навіть у І триместрі вагітності (гемофілії, муковісцидозу, фенілкетонурії). За допомогою ДНК-діагностики виявляють гетерозиготне носійство патологічного гена в тих випадках, коли інші методи виявляються не ефективними. Для ДНК-діагностики можна брати будь-які клітини, а також клітини плода. В медико-генетичній консультації методом ДНК-діагностики встановлюють генетичний паспорт кожної особи.

**ПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ**

1. Основи генетики людини, розділів антропогенетики.
2. Методи вивчення генетики людини.
   1. Генеалогічний метод.
   2. Близнюковий метод.
   3. Метод дерматогліфіки: дактилоскопія, пальмоскопія, плантоскопія.
   4. Біохімічний метод.
   5. Популяційно-статистичний метод.
   6. Цитогенетичний метод.
   7. Метод ДНК-діагностики.

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

1.Підручник Сабадишин Р.О., Бухальська С.Є. Медична біологія. Підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2020. (2008, 2009) – 368 с.: Іл.

2. **Рекомендована література**

1. Барна І. В., Барна М. М. Біологія. Задачі та розв’язки. Навчальний посібник у 2-х частинах. – Тернопіль : Мандрівець, 2000. – 160 с.
2. Медична біологія : підруч. для студ. вищих мед. навч. закл. III–IV рівнів акредитації / В. П. Пішак [та ін.] ; ред. В. П. Пішак. – Вінниця : НОВА КНИГА, 2004. – 656 c.
3. Медична генетика: Підручник для мед. ВНЗ ІІІ–ІV рів. акред. Рекомендовано МОЗ / За ред. О. Я. Гречаніної. – К., 2007. – 536 с.
4. Медична біологія : посіб. з практ. занять / О. В. Романенко, М. Г. Кравчук, В. М. Грінкевич та ін. ; за ред. проф. О. В. Романенка. – К. : Здоров’я, 2005. – 372 с.
5. Слюсарєв А. О., Самсонов О. В., Мухін В. М. та ін. Біологія: Навч. посібник / За ред. та пер. з рос. В. О. Мотузного. – 3-тє вид. – К. : Вища шк., 2002 р. – 622 с.
6. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология : В 3-х т. : Пер. С англ. / Под ред. Р. Сопера – 3-е изд., – М. : Мир, 2005. – 454 с., ил.