Харківський національний медичний університет



СОЦІАЛЬНА МЕДИЦИНА

ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

(БІОСТАТИСТИКА)

Методичні розробки

для викладачів до проведення практичного заняття

на тему ***«Непараметричні методи оцінки***

***і аналізу статистичних гіпотез»***

для підготовки студентів за спеціальністю:

– 7.12010001 «Лікувальна справа»,

– 7.12010002 «Педіатрія»,

– 7.12010003 «Медико-профілактична справа»,

– 7.12010005 «Стоматологія».

Харків

2017

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ’Я

ТА УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ЗДОРОВ’Я

СОЦІАЛЬНА МЕДИЦИНА

ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

(БІОСТАТИСТИКА)

Методичні розробки

для викладачів до проведення практичного заняття

на тему ***«Непараметричні методи оцінки***

***і аналізу статистичних гіпотез»***

для підготовки студентів за спеціальністю:

– 7.12010001 «Лікувальна справа»,

– 7.12010002 «Педіатрія»,

– 7.12010003 «Медико-профілактична справа»,

– 7.12010005 «Стоматологія».

*Затверджено вченою радою Харківського національного медичного університету.*

*Протокол № 11 від 16.11.2017*

Харків

ХНМУ

2017

УДК 614.1:519.234

Соціальна медицина та організація охорони здоров'я (біостатистика) : методичні розробки для викладачів до проведення практичного заняття на тему «Непараметричні методи оцінки та аналізу статистичних гіпотез» для підготовки студентів за спеціальністю 7.12010001 «Лікувальна справа», 7.12010002, «Педіатрія», 7.12010003 «Медико-профілактична справа», 7.12010005« Стоматологія» / укл. В.А. Огнєв, А.М. Зінчук, І.А. Чухно. – Харків : ХНМУ, 2017. – 20 с.

|  |  |
| --- | --- |
| Укладачі: | Огнєв В.А. |
|  | Зінчук А.М.  Чухно І.А. |

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТТЯ**

**Мета заняття:** освоїти необхідність і важливість проведення оцінки достовірності відмінностей отриманих результатів статистичного дослідження непараметричними методами.

**Знати:**

* ***програмні питання:***
* обґрунтування випадків використання непараметричних методів оцінки, їх значення;
* види порівнюваних сукупностей, їх характеристика;
* аналіз і оцінка результатів в пов'язаних сумах, критерій знаків, Вілкоксона;
* перевірка статистичної гіпотези для незалежних вибірок, критерій Колмогорова-Смирнова, Уайта, серійний критерій, Х-критерій Ван дер Вардена;
* критерій Хі-квадрат його оцінка і практичне застосування. Точний критерій Фішера;
* особливості використання інших непараметричних критеріїв: Манна-Уїтні, Крускала-Уолліса.

**Вміти:**

– обирати відповідний непараметрический критерій для оцінки достовірності різниці результатів статистичного дослідження;

– обчислювати й оцінювати достовірність за критеріями: знаків, Вілкоксона, Колмогорова-Смирнова, відповідності (χ2).

**Форма заняття:** практичне заняття**.**

**Місце проведення заняття:** навчальна кімната кафедри**.**

**Методичне забезпечення заняття:**

– методичні розробки до занять;

– методична література: робочий зошит для студентів (базова підготовка);

– презентаційні матеріали;

– тестові завдання.

**Алгоритм проведення заняття:** Після перевірки присутності студентів викладач оголошує тему і мету заняття, пояснює актуальність її вивчення і можливість використання в практичній діяльності.

Після введення в заняття викладач з'ясовує у студентів, які питання виникли при підготовці теми. Далі викладач переходить до розгляду і контролю знань студентів за основним теоретичним матеріалом, приділяючи додаткову увагу питанням, які студенти не змогли зрозуміти при самостійній підготовці до заняття.

*Форми контролю, що застосовуються:* усне опитування студентів, теоретична або проблемна дискусія, бліц-контрольні за варіантами – час на виконання 5–7 хв., завдання по визначенню термінології, письмовий контроль теоретичних знань – індивідуальні завдання або завдання за кількома варіантами, які включають 3–4 теоретичних питання (час на виконання не більше 20 хв.), виконання тестових завдань з подальшим розбором відповідей.

Далі проводитися виконання практичної частини в рамках вивчення представленої теми. Викладач пояснює сутність практичного завдання, алгоритм виконання та вимоги, що до нього пред'являються. Після цього студенти отримують індивідуальні або групові варіанти для самостійної роботи по виконанню завдання. Викладач контролює і координує самостійну роботу студентів по виконанню практичного завдання. У процесі виконання або по закінченню встановленого часу на виконання самостійної роботи викладач перевіряє виконані завдання, оцінюючи їх.

При необхідності контроль теоретичних знань може проводиться після виконання практичного заняття.

*Форми практичних завдань*: розрахункове завдання, ситуаційне завдання (індивідуальне та групове), ділові ігри, кейси.

Після контролю теоретичних знань викладач робить основні висновки з вивченої теми, підводить підсумки контролю теоретичних знань і освоєння практичними навичками, а також оголошує студентам отримані ними на занятті оцінки та домашнє завдання.

**План заняття і розрахунок часу у відсотках до тривалості заняття:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Введення в заняття | до 5% |
| 2 | Розгляд основних питань теми і контроль теоретичних знань | 65% |
| 3 | Виконання практичного завдання | 25% |
| 4 | Підведення підсумків та оголошення домашнього завдання. | до 5% |
|  | **Всього** | 100% |

**Рекомендована література**

**Базова література**

1. Біостатистика / за заг. ред. чл.-кор. АМН України, проф. В.Ф. Москаленка. – К. : Книга плюс, 2009. − С. 116-123.

2. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / під заг. ред. Ю.В. Вороненка, В.Ф. Москаленко. – Тернопіль: Укрмедкнига. 2000. – С. 69-72.

3. Соціальна гігієна і організація охорони здоров'я / під ред. Н.Ф. Серенко, В.В. Єрмакова. – М.: Медицина, 1984. – С. 139-149.

4. Посібник із соціальної медицини та організації охорони здоров'я / під ред. Ю.В. Вороненко. – Київ : Здоров'я, 2002. – С. 41-58.

5. Тестові завдання із соціальної медицини, організації охорони здоров'я та біостатистики : навч. посіб. для студентів мед. ф-тів / під ред. В.А. Огнєва. – Харків: Майдан, 2005. – С. 59-61.

6. Лекційний курс кафедри.

**Допоміжна література**

1. Власов В.В. Введення в доказову медицину / В.В. Власов. – М. : Медіа Сфера, 2001. – 392 с.

2. Герасимов А.Н. Медична статистика / О.М. Герасимов. – М. : ТОВ «Мед. інформ. агентство », 2007. – 480 с.

3. Зайцев В.М. Прикладна медична статистика / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.І. Маринчині. – СПб. : ТОВ «Вид-во ФОЛІАНТ», 2003. – 432 с.

4. Загальна теорія статистики: підручник / за ред. чл.-кор. РАН І.І. Єлісєєвої. – 4-е изд., Перераб. і доп. – М. : Фінанси і Статистика, 2000. – 480 с.

5. Основи доказової медицини / під ред. М.П. Скакун. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2005. – 244 с.

6. Реброва О.Ю. Статистичний аналіз медичних даних. Застосування пакета прикладних програм STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М. : Медіа Сфера, 2002. – 312 с.

**Інформаційні ресурси**

1. Населення України. Демографічний щорічник. – К. : Держкомстат України – www.ukrstat.gov.ua

2. U.S. National Library of Medicine – Національна медична бібліотека США http://www.nlm.nih.gov/

3. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В.О. Сухомлинського – http://www.dnpb.gov.ua/

4. Наукова бібліотека Харківського національного медичного університету – http://libr.knmu.edu.ua/index.php/biblioteki

5. Наукова педагогічна бібліотека ім. К.Д. Ушинського Російської академії освіти – http://www.gnpbu.ru/

6. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського – <http://www.nbuv.gov.ua/>

7. Національна наукова медична бібліотека України – http://www.library.gov.ua/

8. Харківська державна наукова бібліотека ім. В.Г. Короленка – http://korolenko.kharkov.com

9. Центральна бібліотека Пущинского наукового центру РАН – http://cbp.iteb.psn.ru/library/default.html

10. Центральна наукова медична бібліотека Першого Московського державного медичного університету ім. І.М. Сеченова – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

**ОСНОВНИЙ ТЕОРЕТИЧНИЙ**

**МАТЕРІАЛ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЗАНЯТТЯ**

**1. Сутність і застосування непараметричних методів   
оцінки та аналізу статистичних гіпотез**

У статистиці застосування параметричних критеріїв засноване на припущенні про те, що кількісні ознаки у статистичній сукупності мають нормальний (симетричний) розподіл. Однак це не завжди має місце, так як багато ознак можуть мати ненормальний (асиметричний) розподіл. Часто доводиться мати справу не тільки з кількісними, а й якісними ознаками, враховуючи ті, які іноді виражаються порядковими номерами, індексами та іншими знаками. У таких випадках необхідно використовувати непараметричні критерії. Обчислення непараметричних критеріїв не вимагає розрахунку параметрів варіаційного ряду. Статистична оцінка спостережень за допомогою непараметричних критеріїв, як правило, простіше, ніж оцінка параметричними методами і не вимагає громіздких розрахунків. У той же час, не дивлячись на простоту розрахунків, їх надійність досить висока, проте за рівнем достовірності вони поступаються параметричним методам дослідження. Непараметричні методи аналізу можна застосовувати і щодо нормального розподілу, але необхідно пам'ятати, що вони мають меншу потужність у порівнянні з параметричними методами. Однак цей недолік можна компенсувати збільшенням кількості спостережень.

Одним з найбільш важливих розділів застосування непараметричних методів є оцінка достовірності різниці досліджуваних явищ. При цьому використовуються методи непараметричних критеріїв, які можна розділити на 2 групи:

* непараметричні критерії оцінки достовірності різниці в двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях;
* непараметричні критерії оцінки достовірності різниці в двох незалежних статистичних сукупностях.

**Першу групу представляють:**

– критерій знаків (Z);

– Т-критерій Вілкоксона (Уилкоксона).

**Другу групу:**

– серійний критерій;

– критерій Уайта;

– Х-критерій Ван дер Вардена;

– критерій Колмогорова-Смирнова.

**2. Методи розрахунку непараметричних критеріїв**

**Непараметричні критерії оцінки достовірності різниці в двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях.**

**Критерій знаків (Z).** Критерій знаків використовується в тому випадку, коли порівнювані результати представлені у вигляді знаків, якщо ж аналізуються ознаки досліджуваних явищ, що представлені в іншій формі, їх необхідно перевести в знаковий вираз. Методика розрахунку цього критерію базується на простих висновках: якщо порівнювані значення двох залежних вибірок, які істотно не відрізняються одна від одної, то число плюсових і мінусових різниць виявиться абсолютно однаковим. Якщо ж істотно переважають плюси чи мінуси, це буде вказувати на позитивну або негативну дію досліджуваного фактора на результативну ознаку При цьому нульові різниці, тобто ті, що не дали ні позитивного, ні негативного результату, позначаються цифрою «0» і в розрахунок не включаються.

**Приклад:**

Таблиця 1

Вивчення впливу

десенсибілізації на алергічну реакцію у дітей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Діти* | *Реакція на щеплення* | | *Еефект впливу* |
| *до проведення десенсибілізації* | *після проведення десенсибілізації* |
| 1 | + + | + + | 0 |
| 2 | + + + | + + | + |
| 3 | + + | + | + |
| 4 | + + | + | + |
| 5 | + + + | + + | + |
| 6 | + + | + + + | – |
| 7 | + + | + | + |
| 8 | + | + + | – |
| 9 | + + + | + + | + |
| 10 | + + + | + + | + |
| 11 | + + + | + + | + |
| 12 | + + + | + + + | 0 |
| 13 | + + + | + + | + |
| 14 | + | + + | – |

**Результат:**

– кількість спостережень, що виключаються з дослідження – **2**;

– кількість спостережень з позитивними результатами – **10;**

– кількість спостережень з негативними результатами – **2;**

**Всього 14 спостережень.**

**За кількістю позитивних результатів визначаємо число – Z,** число Z = **10;**

Визначаємо Критичне значення Z за таблицею, при кількості досліджень – **12** (14 – 2 = 12), при 5% помилки воно дорівнює 10**.** (Табл.2.)

***Коментарі:*** Якщо обчислене число Z дорівнює або більше табличного, то відмінності достовірні.

В даному випадку обчислене число Z (10) одно табличному (10).

**Висновок:** Відмінності між порівнюваними групами з імовірністю 95% достовірні, відповідно можна стверджувати, що проведення десенсибілізації достовірно знижує рівень алергізації організму.

Таблиця 2

**Критичне значення Z-критерію знаків**

**при різних рівнях значущості (α) і обсязі вибірки (n).**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | **α** | | **n** | **α** | | **n** | **α** | | **n** | **α** | |
| **5%** | **1%** | **5%** | **1%** | **5%** | **1%** | **5%** | **1%** |
| **6** | 6 | - | **14** | 12 | 13 | **22** | 17 | 18 | **30** | 21 | 23 |
| **7** | 7 | - | **15** | 12 | 13 | **23** | 17 | 19 | **31** | 22 | 24 |
| **8** | 8 | 8 | **16** | 13 | 14 | **24** | 18 | 19 | **32** | 23 | 24 |
| **9** | 8 | 9 | **17** | 13 | 15 | **25** | 18 | 20 | **33** | 23 | 25 |
| **10** | 9 | 10 | **18** | 14 | 15 | **26** | 19 | 20 | **34** | 24 | 25 |
| **11** | 10 | 11 | **19** | 15 | 16 | **27** | 20 | 21 | **35** | 24 | 26 |
| **12** | 10 | 11 | **20** | 15 | 17 | **28** | 20 | 22 | **36** | 25 | 27 |
| **13** | 11 | 12 | **21** | 16 | 17 | **29** | 21 | 22 | **37** | 25 | 27 |
| **р** | **0,05** | **0,01** |  | **0,05** | **0,01** |  | **0,05** | **0,01** |  | **0,05** | **0,01** |

**Т-критерій Вілкоксона (Wilcoxon).** У тому випадку, коли порівнювані вибірки пов'язані попарно деякими загальними умовами і є неоднозначні кількісні зміни досліджуваного явища (зниження і підвищення), то доцільно, для визначення достовірності відмінностей між парами, використовувати Т-критерій Вілкоксона. Цей критерій більш потужний, ніж критерій знаків, він відноситься до рангових критеріїв. Даний метод враховує не тільки спрямованість різниці, але і її величину. За допомогою Т-критерію Вілкоксона можна порівнювати від 6 до 25 пар спостережень. Для великої кількості пар критичний Т-критерій Вілкоксона визначають за спеціальною формулою.

Методика розрахунку Т-критерію Вілкоксона наступна:

1. Визначають різницю між порівнюваними парами.

2. Ранжирюють різницю рангів без урахування спрямованості знака (+ або -), при цьому результати без змін виключають з дослідження.

3. Визначають суму однозначних рангів (позитивних і негативних).

4. Меншу суму незалежно від знака приймають за фактичний Т-критерій Вілкоксона.

5. Порівнюють фактичний критерій Т-критерій Вілкоксона з табличним (табл. 4) і якщо він, при певній кількості порівнюваних пар, не перевищує критичний (табличне) значення, то необхідно вважати що відмінності достовірні.

**Приклад:**

Таблиця 3

**Вивчення впливу**

**іспиту на частоту пульсу у студентів**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сту-денти | Частота пульсу | | Різниця | Ранг різниці | Значення рангів зі знаком (*–*) | Значення рангів зі знаком (+) |
| до экза-мену | після экза-мену |
| **1** | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **1** | 62 | 62 | 0 |  |  |  |
| **2** | 66 | 71 | +5 | 8 |  | 8 |
| **3** | 63 | 65 | +2 | 2,5 |  | 2,5 |
| **4** | 64 | 68 | +4 | 6,6 |  | 6,6 |
| **5** | 68 | 66 | -2 | 2,5 | 2,5 |  |
| **6** | 62 | 65 | +3 | 4,5 |  | 4,5 |
| **7** | 64 | 65 | +1 | 1 |  | 1 |
| **8** | 60 | 64 | +4 | 6,6 |  | 6,6 |
| **9** | 65 | 62 | -3 | 4,5 | 4,5 |  |
| **10** | 60 | 66 | +6 | 9 |  | 9 |
| **11** | 59 | 66 | +7 | 10 |  | 10 |
| **12** | 61 | 69 | +8 | 11 |  | 11 |
|  |  |  |  |  | Т=7 | Т=59,2 |

**Розрахунок:**

Одне спостереження з різницею рангів нуль виключаємо з дослідження, залишається 11;

Сума рангів зі знаком (+) Т = 59,2;

Сума рангів зі знаком (–) Т=7;

За фактичний Т-критерій Вілконсона приймаємо меншу суму рангів зі знаком (*–*) Т = 7**;**

Критичне (табличне) значення Т-критерію Вілконсона (двосторонній) для взаємопов'язаних сукупностей, при 11 парах спостережень при значущості 95% Т = 12, при значущості 99% дорівнює 6;

**Висновок:**Фактичне значення Т-критерію Вілконсона (Т = 7), менше табличного при значущості 95% (Т=12).

Таким чином, з 95% ймовірністю можемо стверджувати, що відмінності між порівнюваними групами статистично достовірні, відповідно іспит надає достовірний вплив на частоту пульсу у студентів.

Таблиця 4

**Критичне значення парного Т-критерію Вілкоксона**

**при різних рівнях значущості (α) і обсязі вибірки (n).**

(Односторонній критерій)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | **α** | | **n** | **α** | |
| **5%** | **1%** | **5%** | **1%** |
| **5** | 0 | - | **14** | 25 | 16 |
| **6** | 2 | 0 | **15** | 30 | 19 |
| **7** | 3 | 0 | **16** | 35 | 23 |
| **8** | 5 | 1 | **17** | 41 | 28 |
| **9** | 8 | 3 | **18** | 47 | 33 |
| **10** | 10 | 5 | **19** | 53 | 38 |
| **11** | 13 | 7 | **20** | 60 | 42 |
| **12** | 17 | 10 | **21** | 67 | 50 |
| **13** | 21 | 12 | **22** | 74 | 56 |
| **р** | **0,05** | **0,01** |  | **0,05** | **0,01** |

Продовження таблиці 4

**Критичне значення парного Т-критерію Вілкоксона**

**при різних рівнях значущості (α) і обсязі вибірки (n).**

(Двосторонній критерій)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | **α** | | **n** | **α** | |
| **5%** | **1%** | **5%** | **1%** |
| **6** | 1 | - | **16** | 31 | 21 |
| **7** | 3 | - | **17** | 36 | 24 |
| **8** | 5 | 1 | **18** | 41 | 29 |
| **9** | 7 | 3 | **19** | 47 | 33 |
| **10** | 9 | 4 | **20** | 53 | 39 |
| **11** | 12 | 6 | **21** | 60 | 44 |
| **12** | 15 | 8 | **22** | 67 | 50 |
| **13** | 18 | 11 | **23** | 74 | 56 |
| **14** | 22 | 14 | **24** | 82 | 62 |
| **15** | 26 | 17 | **25** | 90 | 69 |
| **р** | **0,05** | **0,01** |  | **0,05** | **0,01** |

**Примітка:** Для n> 25 критичне значення Т-критерію можна визначити за формулою: 

де, n – число парних спостережень; t (критерій Стьюдента) залежить від прийнятого рівня значущості.

**Непараметричні критерії оцінки достовірності різниці в двох незалежних статистичних сукупностях.**

**Х-критерій Ван дер Вардена.** Даний непараметричний критерій відноситься до групи рангових критеріїв.Його застосовують при порівнянні один з одним незалежних вибірок, крім цього він дозволяє порівнювати групи з нерівною кількістю спостережень.

*Методика розрахунку передбачає:*

1. Ранжування досліджень по зростанню в один загальний ряд.

2. Присвоєння кожному значенню ряду рангу.

3. Для кожного значення однієї з вибірок (меншою за кількістю) находять відношення: R / (N + 1), де R – число рангу;

                                                  N – кількість рангів.

4. За допомогою спеціально розробленої таблиці 3 знаходять значення функції для кожного значення R / (N + 1)

**ψ** [R/(N+1)], где **ψ** – функція;

5. Знаходять суму функцій, при цьому обов'язково враховують знаки. Сума і є фактичним Х-критерієм Ван-дер-Вардена.

Хф = ∑**ψ** [R/(N+1)]

6. Порівнюють фактичний Х-критерій Ван-дер-Вардена з критичним (табличним, табл. 4), і якщо він, при певній кількості спостережень дорівнює або більше табличного, то необхідно вважати що відмінності достовірні з певним ступенем вірогідності.

Таблица 5

**Виписка з таблиці**

**значень функції ψ [R / (N + 1)] при визначенні**

**Х-критерія Ван-дер-Вардена**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R/(N+1) | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **0,00** | **∞** | –3,09 | –2,88 | –2,75 | –2,65 | –2,58 | –2,51 | –2,46 | –2,41 | –2,37 |
| **0,01** | –2,53 | –2,29 | –2,26 | –2,23 | –2,20 | –2,17 | –2,14 | –2,12 | –2,10 | –2,07 |
| **0,02** | –2,05 | –2,03 | –2,01 | –2,00 | –1,98 | –1,96 | –1,94 | –1,93 | –1,91 | –1,90 |
| **0,03** | –1,88 | –1,87 | –1,85 | –1,84 | –1,83 | –1,81 | –1,80 | –1,79 | –1,77 | –1,76 |
| **...** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **0,21** | **–0,81** | –0,80 | –0,80 | –0,80 | –0,79 | –0,79 | –0,79 | –0,78 | –0,78 | –0,78 |
| **0,31** | –0,50 | –0,49 | –0,49 | –0,49 | –0,48 | **–0,48** | –0,48 | –0,47 | –0,47 | –0,47 |
| **0,47** | –0,08 | –0,07 | –0,07 | **–0,07** | –0,07 | –0,06 | –0,06 | –0,06 | –0,06 | –0,05 |
| **0,57** | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | **0,20** | 0,20 |
| **0,63** | 0,33 | **0,33** | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,36 |
| **0,73** | 0,61 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,63 | 0,63 | **0,63** | 0,63 | 0,64 | 0,64 |
| **0,84** | 0,99 | 1,00 | **1,00** | 1,01 | 1,01 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,03 | 1,03 |
| **0,89** | 1,23 | 1,23 | 1,24 | 1,24 | **1,25** | 1,25 | 1,26 | 1,26 | 1,27 | 1,28 |
| **…** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **0,99** | 2,33 | 2,37 | 2,41 | 2,46 | 2,51 | 2,58 | 2,65 | 2,75 | 2,88 | 3,09 |

Таблица 6

**Виписка з таблиці критичних значень Х-критерію**

**Ван-дер-Вардена при різних рівнях значущості (α) і обсязі вибірки (n).**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | n1 – n2 = 0 или 1 | | n1 – n2 = 2 или 3 | | n1 – n2 = 4 или 5 | |
| рівні значущості  α, % | | рівні значущості  α, % | | рівні значущості  α, % | |
| **5%** | **1%** | **5%** | **1%** | **5%** | **1%** |
| **8** | 2,40 | – | 2,30 | – | – | – |
| **9** | 2,48 | – | 2,40 | – | – | – |
| **10** | 2,60 | 3,20 | 2,49 | 3,10 | 2,30 | – |
| **11** | 2,72 | 3,40 | 2,58 | 3,40 | 2,40 | – |
| **12** | 2,86 | 3,60 | 2,79 | 3,58 | 2,68 | 3,40 |
| **13** | 2,96 | 3,71 | 2,99 | 3,64 | 2,78 | 3,50 |
| **14** | 3,11 | 3,94 | 3,06 | 3,88 | 3,00 | 3,76 |
| **15** | 3,24 | 4,07 | 3,19 | 4,05 | 3,06 | 3,88 |
| **16** | 3,39 | 4,26 | 3,36 | 4,25 | 3,28 | 4,12 |
| **17** | 3,49 | 4,44 | 3,44 | 4,37 | 3,36 | 4,23 |
| **18** | 3,63 | 4,60 | 3,60 | 4,58 | 3,53 | 4,50 |
| **19** | 3,73 | 4,77 | 3,69 | 4,71 | 3,61 | 4,62 |
| **20** | 3,86 | 4,94 | 3,84 | 4,92 | 3,78 | 4,85 |
| **21** | 3,96 | 5,10 | 3,92 | 5,05 | 3,85 | 4,96 |
| **22** | 4,08 | 5,26 | 4,06 | 5,24 | 4,01 | 5,17 |
| **23** | 4,18 | 5,40 | 4,15 | 5,36 | 4,08 | 5,27 |
| **….** |  |  |  |  |  |  |
| **50** | 6,50 | 8,51 | 6,51 | 8,50 | 6,48 | 8,48 |
| **р** | **0,05** | **0,01** | **0,05** | **0,01** | **0,05** | **0,01** |

**Приклад:** необхідно визначити ефективність нового методу хірургічного втручання.

Представлені 2 групи хворих, прооперованих різними методами («досвід» – 8 хворих першої групи; «контроль» – 10 хворих другої групи), і їх тривалість перебування в стаціонарі (у днях). Дослідження не пов'язані між собою.

Таблиця 7

**Тривалість лікування пацієнтів в стаціонарі**

**в залежності від методу хірургічного лікування**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тривалість лікування (в днях)** | | **Ранг** | **R/(N+1)** | **ψ [R/(N+1)],** |
| прооперовані  новим методом | прооперовані  звичайним методом |
|  | 11 | 1 |  |  |
|  | 12 | 2 |  |  |
|  | 13 | 3 |  |  |
| 14 |  | 4 | 4/19 = 0,210 | -0,81 |
|  | 15 | 5 |  |  |
| 16 |  | 6 | 6/19 = 0,315 | -0,48 |
|  | 17 | 7 |  |  |
|  | 18 | 8 |  |  |
| 19 |  | 9 | 9/19 = 0,473 | -0,07 |
|  | 20 | 10 |  |  |
| 22 |  | 11 | 11/19 = 0,578 | 0,20 |
| 23 |  | 12 | 12/19 = 0,631 | 0,33 |
|  | 24 | 13 |  |  |
| 25 |  | 14 | 14/19 = 0,736 | 0,63 |
|  | 26 | 15 |  |  |
| 27 |  | 16 | 16/19 = 0,842 | 1,0 |
| 28 |  | 17 | 17/19 = 0,894 | 1,25 |
|  | 29 | 18 |  |  |
| **n1 = 8** | **n2 = 10** |  |  | **∑=2,05** |

**Таким чином,** Фактичний Х-критерій Ван-дер-Вардена дорівнює 2,05.

Визначаємо критичний (табличний) Х-критерій Ван-дер-Вардена (табл. 4). Він відповідає 3,39 для 18 спостережень (8+10=18), при 5% рівні значущості, з урахуванням різниці n1 – n2 = 10-8 = 2.

**Висновок**: фактичний Х- критерій, менше критичного (табличного) Х-критерію Ван-дер-Вардена, відповідно відмінності в порівнюваних групах не достовірні, що заперечує ефективність нового методу хірургічного лікування.

**Критерій Колмогорова-Смирнова.** З непараметричних методів оцінки достовірності різниці в двох незалежних статистичних сукупностях критерій Колмогорова-Смирнова найбільш потужний.

##### *Методика його визначення включає в себе:*

##### 1. Числові значення двох варіаційних рядів об'єднують в один варіаційний ряд в зростаючій послідовності (варіанти по ряду Х і Y).

##### 2. Визначають частоти варіант для двох порівнюваних груп (Рх і Ру).

##### 3. Визначають накопичені частоти для двох груп (Sх і Sу).

##### 4. Визначають накопичені частки, для чого накопичені частоти ділять на число спостережень для кожної групи:

* и *

##### 5. Розраховується різниця накопичених частот порівнюваних груп, без урахування знаків:

*-*

6. Визначають максимальну різницю накопичених частот (Д).

7. Визначають критерій λ2 за формулою:*, где:*

Д – найбільша різниця накопичувальних частот;

n – кількість спостережень в порівнюваних групах.

8. Порівнюють отриманий фактичний критерій Колмогоров-Смирнова з табличним) і якщо фактичний критерій дорівнює або більше табличного то відмінності між порівнюваними групами достовірні.

**Приклад:** необхідно визначити ефективність нового лікарського препарату.

Представлені 2 групи хворих пролікованих різними лікарськими препаратами (15 пацієнтів першої групи - «досвід», і 12 пацієнтів другої групи – «контроль») та їх тривалість лікування (в днях). Дослідження не пов'язані між собою.

Таблиця 8

**Тривалість лікування пацієнтів**

**в залежності від лікарського препарату**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Варіанти х і y в вихідному порядку* | *Частота варіант по групам* | | *Накопичувальна частота по групам* | | *Накопичувальні частки* | | *Ррізниця* |
| *Рх* | *Ру* | *Sх* | *Sу* |  |  | *-* |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
| 12 | 2 | 0 | 6 | 0 | 0,40 | 0,00 | 0,40 |
| 14 | 4 | 0 | 7 | 0 | 0,47 | 0,00 | 0,47 |
| 16 | 3 | 0 | 10 | 0 | 0,67 | 0,00 | 0,67 |
| 18 | 1 | 1 | 11 | 1 | 0,73 | 0,08 | 0,65 |
| 20 | 2 | 0 | 13 | 1 | 0,87 | 0,08 | **0,78** |
| 22 | 1 | 1 | 14 | 2 | 0,93 | 0,17 | 0,77 |
| 24 | 1 | 1 | 15 | 3 | 1,00 | 0,25 | 0,75 |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
| 26 | 0 | 2 | 15 | 5 | 1,00 | 0,42 | 0,58 |
| 28 | 0 | 3 | 15 | 8 | 1,00 | 0,67 | 0,33 |
| 30 | 0 | 4 | 15 | 12 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
|  | *nх* = 15 | *ny* = 12 |  |  |  |  |  |

***Розрахунок:***

nx = 15 (графа 2);

ny  = 12 (графа 3).

Найбільша різниця накопичувальних частот (Д), граф.8 = 0,78.

Визначаємо критерій λ2 за формулою:

* = = 4,09.*

де: Д – найбільша різниця накопичувальних частот.

Таким чином, фактичний критерій Колмогорова-Смирнова λ2 = 4,09.

Табличне значення λ2 0,05 = 1,84;

λ2 0,01 = **2,65;**

**Висновок:**Фактичний критерій Колмогорова-Смирнова більше табличного значення, при значущості 99%, таким чином, відмінності між групами статистично достовірні з імовірністю 99%, відповідно з достовірністю 99% маємо право стверджувати, що новий лікарський препарат ефективніше того, щовикористовувався раніше.

**ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ**

На підставі наведених ситуаційних завдань в посібнику з соціальної медицини та організації охорони здоров'я під редакцією  
Ю.В. Вороненко (Київ: Здоров’я. 2002. – 360 с.) провести непараметричними методами, оцінку достовірності відмінностей результатів статистичного дослідження:

– критерій знаків (Z);

– Т-критерій Вілкоксона (Уилкоксона);

– критерій Колмогорова-Смирнова;

– критерій відповідності (χ2).

Зробити відповідні висновки.

В ході самостійної роботи студентів викладач відповідає на виниклі питання і стежить за правильністю виконання завдання. Після закінчення самостійної роботи викладач перевіряє виконання завдання.

**ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | При проведенні медико-статистичних досліджень досить часто доводиться використовувати методи статистичного аналізу даних, представлених в напівкількісному, напівякісному і якісному вигляді. Як називаються ці методи статистичного аналізу? | |
|  | A | Методи достовірності результатів статистичного дослідження |
|  | \* В | Непараметричні методи |
|  | С | Описові методи |
|  | D | Параметричні методи |
|  | Е | Якісні методи |
| 2. | Переважна більшість статистичних методів передбачає наявність нормального розподілу варіант в досліджуваній сукупності. Але на практиці зустрічаються не тільки нормальні, але і інші види розподілу ознак. Які методи для оцінки достовірності відмінностей необхідно використовувати в цих випадках? | |
|  | A | Методи достовірності результатів статистичного дослідження |
|  | \* В | Непараметричні методи |
|  | С | Нормальні методи |
|  | D | Описові методи |
|  | Е | Параметричні методи |
| 3. | Для оцінки достовірності відмінностей результатів, отриманих для однієї групи хворих протягом різних періодів, можуть бути використані різні непараметричні методи. Як називається метод, заснований на підрахунку числа тільки односпрямованих результатів при парному їх порівнянні? | |
|  | A | Всі відповіді вірні |
|  | В | Критерій відповідності |
|  | \* С | Критерій знаків |
|  | D | Критерій Колмогорова-Смирнова |
|  | Е | Т-критерій Вілкоксона |
| 4. | Для оцінки достовірності відмінностей за результатами, отриманими для однієї групи хворих протягом різних періодів, можуть бути використані різні непараметричні методи. Як називається метод, заснований на підрахунку числа при парному їх порівнянні не тільки односпрямованих результатів, але і їх величин? | |
|  | A | Всі відповіді вірні |
|  | В | Критерій відповідності |
|  | С | Критерій знаків |
|  | D | Критерій Колмогорова-Смирнова |
|  | \* Е | Т-критерій Вілкоксона |
| 5. | Непараметричні критерії оцінки достовірності результатів дослідження використовуються в тих випадках, коли необхідно встановити достовірність відмінностей: 1) в двох взаємопов'язаних і 2) в двох незалежних сукупностях. Які непараметричні критерії можуть бути використані у другому випадку? | |
|  | A | Всі відповіді вірні |
|  | В | Всі відповіді невірні |
|  | С | Критерій знаків |
|  | \* D | Критерій Колмогорова-Смирнова |
|  | Е | Т-критерій Вілкоксона |
| 6. | При оцінці достовірності відмінностей статистичних величин в двох статистичних сукупностях, незалежних один від одного, приймалася нульова гіпотеза, в основу якої покладено припущення про відсутність різниці між цими групами. Який непараметрический метод використовувався в цьому випадку? | |
|  | A | Всі методи |
|  | \* В | Критерій відповідності |
|  | С | Критерій знаків |
|  | D | Критерій Колмогорова-Смирнова |
|  | Е | Т-критерій Вілкоксона |
| 7. | В результаті проведеної оцінки достовірності відмінностей швидкості осідання еритроцитів в 1-й день і 10-й день періоду лікування за допомогою непараметричного критерію знаків встановлено, що при кількості спостережень рівному 9, критерій Z = 1. Табличне значення Z0,05 = 2 Оцініть отриманий результат. | |
|  | A | Неможливо зробити висновок на основі цих даних |
|  | В | Необхідно додатково обчислити критерій Вілкоксона |
|  | С | Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова Смирнова |
|  | \* D | Різниця швидкості осідання еритроцитів в 1-й і 10-й день лікування достовірна |
|  | Е | Різниця швидкості осідання еритроцитів на 1-й і 10-й день лікування недостовірна |
| 8. | Статистична оцінка достовірності різниці рівня артеріального тиску до і після лікування за допомогою непараметричного Т-критерію Вілкоксона встановила, що при кількості спостережень рівному 9, критерій Т = 8. Табличне значення Т0,05 = 7. Оцініть отриманий результат. | |
|  | A | Неможливо зробити висновок на основі цих даних |
|  | В | Необхідно додатково обчислити «критерій знаків» |
|  | С | Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова-Смирнова |
|  | D | Різниця рівня артеріального тиску до і після лікування достовірна |
|  | \* Е | Різниця рівня артеріального тиску до і після лікування недостовірна |
| 9. | Проведено оцінку достовірності відмінностей збільшення маси тіла новонароджених хлопчиків при різних методах вигодовування (протягом 4 міс. Після народження) за допомогою непараметричного критерію Комогорова-Смирнова було визначено, що при кількості спостережень рівному 6, критерій λ2 = 1,95. Табличне значення λ20,05 = 1,84. Оцініть отриманий результат. | |
|  | A | Збільшення маси тіла новонароджених хлопчиків від методу вигодовування недостовірно |
|  | \* В | Збільшення маси тіла новонароджених хлопчиків від методу вигодовування достовірно |
|  | С | Неможливо зробити висновок на основі цих даних |
|  | D | Необхідно додатково обчислити «критерій знаків» |
|  | Е | Необхідно додатково обчислити Т-критерій Вілкоксона |
| 10. | Поліклініці необхідно оцінити ефективність різних методів специфічної профілактики грипу. Проведений медико-статистичний аналіз виявив, що критерій відповідності (χ2) при кількості ступенів свободи n'= 2, дорівнює χ2 = 6,99. Табличне значення χ20,05 = 5,991. Оцініть отриманий результат. | |
|  | A | На ефективність неспецифічної профілактики грипу не впливає метод її проведення |
|  | \* В | На ефективність специфічної профілактики грипу суттєво впливає метод її проведення |
|  | С | Неможливо зробити висновок на основі цих даних |
|  | D | Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова-Смирнова |
|  | Е | Необхідно додатково обчислити Т-критерій Вілкоксона |
| 11. | Аналіз результатів статистичних досліджень включає оцінку достовірності порівнюваних сукупностей по параметрическими і непараметричних критеріїв. В яких випадках використовують непараметричні критерії? | |
|  | A | Коли ми вважаємо, що розподіл ознаки в сукупності підпорядковується закону нормального розподілу |
|  | В | Коли показник має кількісну характеристику |
|  | С | Коли показник має нормальний розподіл ознаки |
|  | D | Коли сукупність має кількісні характеристики і нормальний розподіл ознаки |
|  | \* Е | Коли сукупність не відповідає нормальному розподілу ознаки і має якісні, полуякісні характеристики |

**КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. В яких випадках доцільно застосовувати непараметричні методи статистичної обробки матеріалу?

2. Які переваги мають параметричні методи?

3. Дайте характеристику незалежних і взаємопов'язаних явищ в статистичних сукупностях.

4. Перерахуйте непараметричні критерії, які використовуються для оцінки достовірності різниці взаємопов'язаних результатів статистичного дослідження.

5. Перерахуйте непараметричні критерії, які використовуються для оцінки достовірності різниці невзаємопов'язаних результатів статистичного дослідження.

6. Охарактеризуйте застосування критерію знаків, і методику його розрахунку.

7. Охарактеризуйте застосування Т-критерію Вілкоксона (Уилкоксона), і методику його розрахунку.

8. Охарактеризуйте застосування Х-критерію Ван дер Вардена і методику його розрахунку.

7. Охарактеризуйте застосування критерію Колмогорова-Смирнова і методику його розрахунку.

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| Методика проведення заняття ………………………................................. | 3 |
| Основний теоретичний матеріал для підготовки до заняття.………..…. | 6 |
| 1. Сутність і застосування непараметричних методів оцінки та аналізу статистичних гіпотез ……………………………...  2. Методи розрахунку непараметричних критеріїв ………… | 6  7 |
| Практичні завдання …………………………………………………….… | 15 |
| Тестові завдання ………………………………………………………….. | 16 |
| Контрольні питання …………………………………………………..….. | 19 |

*Навчальне видання*

СОЦІАЛЬНА МЕДИЦИНА

ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

(БІОСТАТИСТИКА)

Методичні розробки для викладачів

до проведення практичного заняття на тему ***«Непараметричні методи оцінки і аналізу статистичних гіпотез»*** для підготовки студентів за спеціальністю 7.12010001 «Лікувальна справа», 7.12010002 «Педіатрія», 7.12010003 «Медико-профілактична справа», 7.12010005 «Стоматологія».

|  |  |
| --- | --- |
| Укладачі: | ***Огнєв Віктор Андрійович***  ***Зінчук Андрій Миколайович***  ***Чухно Інна Анатоліївна*** |
|  |  |

Відповідальний за випуск В. А. Огнєв

Формат А5. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,25.

Тираж 100 прим. Зам. № 17-33550.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Редакційно-видавничий відділ

ХНМУ, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022

izdatknmu@mail.ru, izdat@knmu.kharkov.ua

Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи до Державного реєстру видавництв,виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції серії   
ДК № 3242 від 18.07.2008 р.