

Scientific Collection «InterConf», (46): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Current Issues and Prospects for the Development of Scientific Research» (March 19-20, 2021). Orléans, France: Epi, 2021. 461 p. Pp. 299-305
<https://www.interconf.top/archive.html>

Мунтян Максим Леонідович

асистент кафедри асистент хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії
Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, Україна

Мунтян Ольга Анатоліївна

кандидат медичних наук, асистент кафедри акушерства та гінекології №2
Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, Україна

Яровенко Анатолій Григорович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії
Вінницький національний технічний університет, Україна

**ОДНА З ФАТАЛЬНИХ ПОМИЛОК МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНОГО
АНАЛІЗУ МЕДИЧНИХ ДАНИХ**

Анотація. В цій роботі, що є складовою дослідження, присвяченого проблемі розробки уніфікованої методики інтелектуального аналізу медичних даних в рамках нової методології, яка базується на системному аналізі та сучасній статистичній парадигмі, аналізується одна з фатальних помилок математико-статистичного аналізу медичних даних.

Ключові слова: аналіз, медичні дані, методологія, дослідження, помилка, статистичний метод, розподіл.

Специфіка діагностики захворювань чи патологій полягає в тому, що на ранніх стадіях вони відзначаються поганою симптоматичністю, тому навіть досвідченому лікарю досить складно виявити ознаки, які вказують на наявність захворювання. Саме тому сучасна медична діагностика базується на доказовому

підході, який заснований на використанні високоточної апаратури і нових інформаційних технологіях і дозволяє отримати достовірні дані про стан організму людини та об'єктивно його оцінити [1].

Але просте підвищення точності вимірювань фізіологічних показників не дозволяє сформуванню та обґрунтуванню чіткої кореляції між суб'єктивними відчуттями пацієнта та діагностичними даними. Тому тільки сучасні інтелектуальні технології підтримки прийняття рішень дозволяють підвищити достовірність результатів діагностичних досліджень за рахунок використання спеціалізованих методів обробки даних та надання клініцисту розширеної інформації щодо патологічного процесу.

Інтелектуальний аналіз медичних даних (ІАМД) відіграє надзвичайно важливу роль в доказовій медицині, а його методи є інструментом (засобом) як безпосереднього оброблення результатів клінічних досліджень, так і функціоналом інтелектуальних систем підтримки прийняття лікарських рішень.

Одним із методів ІАМД є математико-статистичний аналіз (МСА) результатів клінічних досліджень, який дозволяє виявити закономірності в досліджуваних процесах і явищах, обчислити статистичні параметри вибірок та оцінити параметри генеральної сукупності, встановити і дослідити причинно-наслідкові взаємозв'язки між даними. Результати цього аналізу є підґрунтям для прийняття чи відхилення висунутих в дослідженні гіпотез, вироблення висновків й узагальнень, та за висловом відомого американського математика, одного з основоположників послідовного статистичного аналізу А. Вальда – «прийняття оптимальних рішень в умовах невизначеності».

Питанням МСА результатів наукових досліджень в медико-біологічній сфері присвячена велика кількість наукових публікацій – монографій, статей, підручників і посібників, методичних рекомендацій тощо. Але існує порівняно невелика кількість робіт, в яких в повній мірі висвітлені питання МСА, інтерпретації та подання результатів наукових досліджень в медичній сфері. Це, насамперед, праці відомих вітчизняних та зарубіжних вчених Бабича П.М., Банержи А., Васільєва М., Гланца С., Зайцев В.М., Лапача С.М.,

Ланга Т., Леонова В.П., Орлова А.І., Платонова О.Є., Петри А., Ребрової О.Ю., Себіна К., Сесіка М., Чубенко А.В., Юнкерова В.І. та інших.

Незважаючи на велику кількість наукових публікацій та навчально-методичної літератури, присвячених питанням методології МСА та методики застосування його процедур, проблема вибору методів МСА, адекватних задачам дослідження, та коректного їх застосування на сьогодні залишається актуальною.

Відомі фахівці з математико-статистичного аналізу даних (Ахвердян Т.М., Бабич П.М., Лапач С.М., Леонов В.П., Орлов А.І., Чубенко А.В. та багато інших) акцентують увагу дослідників на характерних і найпоширеніших помилках при опрацюванні, інтерпретації та поданні результатів наукових досліджень [2-11].

На думку авторів статті особливої уваги з точки зору методології статистичного аналізу результатів наукових досліджень заслуговують праці Леонова В.П. – відомого фахівця з математико-статистичного аналізу даних, зокрема, біомедичних. В цілому ряді його статей (за браком місця наведено посилання тільки на деякі) публікуються результати багаторічних досліджень, в яких розглядаються методи статистичного аналізу та передумови їх коректного застосування, детально аналізуються помилки, яких припускаються дослідники в опрацюванні, інтерпретації та поданні результатів своїх наукових досліджень [2-6].

Завідувач відділу прогнозу розвитку фармакологічних досліджень Інституту фармакології і токсикології АМН України, кандидат медичних наук Чубенко А.І. в одній із своїх публікацій зазначає, що «значна частина наукових публікацій на медичну тематику, в тому числі присвячених результатам проведених досліджень, не витримує ніякої критики з точки зору статистичної обробки отриманих даних» [7]. Найпоширенішими типовими помилками, на його думку, є некоректне використання статистичних методів, неправильний вибір методу для обробки даних та відсутність детального опису, що ставить під сумнів результати дослідження.

Автор багатьох робіт з практичного застосування експериментально-статистичних методів, розробник оригінального програмного забезпечення для

аналізу даних Бабич П.М. серед типових помилок виділяє некоректне застосування критерію Стьюдента (без врахування цілого ряду обмежень), застосування до обробки якісних показників методів, призначених для роботи з кількісними даними, наведення хибних кореляційних зв'язків [7].

В роботі Зайцева В.М. відзначається, що один із найпоширеніших «дефектів статистичного аналізу в наукових роботах медико-біологічного профілю – оцінка тільки середніх величин» ставить під сумнів всі подальші статистичні викладки [8]. На цій типовій помилці та її наслідках акцентує увагу дослідників Леонов В.П. [2].

Однією з найтипівіших помилок, яка часто зустрічається в описі та поданні результатів наукових досліджень і відіграє фатальну роль в прийнятті рішення, є відсутність перевірки відповідності (чи невідповідності) розподілів даних експериментів закону нормального розподілу.

Причому всі визнані фахівці наголошують на необхідності такої перевірки, оскільки від виду розподілу даних залежать вибір способу опису характеристик центральної тенденції і розсіяння (входять до складу descriptive statistics) та вибір методів подальшого статистичного аналізу.

Важливість та необхідність цієї перевірки пояснюються тим, що переважна більшість емпіричних даних, здобутих під час наукових експериментів, не підлягає закону нормального розподілу. Реброва О.Ю. відзначає, що 80% розподілів медико-біологічних даних не є близькими до нормального [9]. Леонов В.П. на основі 30-річних досліджень стверджує, що приблизно 75% біомедичних ознак не підлягають нормальному розподілу. Орлов А.І. наводить приклад, коли гіпотезу про нормальність розподілу прийшлося відхилити у 92% з 2500 вибірок з архіву реальних статистичних даних [10].

Некоректне застосування чи неправильний вибір методів статистичного аналізу даних, розподіл яких відмінний від нормального, ставить під сумнів результати статистичного аналізу, призводить до невірних висновків та рішень.

В роботі [11] визначені завдання, які необхідно виконати для розробки уніфікованої методики МСА результатів наукових досліджень в рамках нової

методології, яка базується на системному аналізі та сучасній статистичній парадигмі. Одним із завдань є визначення передумов застосування кожного методу МСА.

В цій роботі розглядаються методи аналізу виду розподілу значень ознак (даних експерименту) та їх реалізація в поширених пакетах прикладних програм (ППП) МСА даних. Такий аналіз має бути першим етапом МСА, оскільки від його результатів залежить вибір способу опису дескриптивних (описових) статистик, зокрема характеристик центральної тенденції і розсіяння, та вибір адекватних методів подальшого аналізу даних. Якщо спосіб (формат) опису дескриптивних статистик є принципово важливим для подання результатів в наукових публікаціях, то правильний вибір методів МСА, наприклад, для порівняння груп, має вирішальне значення.

Традиційно перевіряється відповідність розподілу значень кількісних ознак закону нормального розподілу в припущенні, що розподіл значень ознаки в генеральній сукупності визначається за вибіркою.

Таку перевірку можна виконати різними способами:

1-й спосіб (якісний): побудова гістограми розподілу значень ознаки і візуальна її оцінка – наскільки вона близька до дзвону нормального розподілу (зазвичай виділяється на гістограмі червоною лінією). Гістограма – це стовпчаста діаграма, яка відображає частотні дані. Всі ППП МСА і табличні процесори офісних пакетів (MS Excel та LibreOffice Calc) включають засоби побудови гістограм.

2-й спосіб (кількісний): Обчислення дескриптивних статистик та їх порівняння.

Вказані статистики обчислюються за допомогою відповідних інструментальних засобів ППП МСА або за допомогою бібліотечних статистичних функцій табличних процесорів офісних пакетів: AVERAGE (середнє арифметичне), MODE (мода – найчастіше повторюване значення), MEDIAN (медіана – значення, розташоване посередині набору), KURT (ексцес), SKEW (асиметрія) тощо.

Відзначимо, що для нормального розподілу: $Mean=Mode=Median$, $Skewness=0$, $KURT=3$.

3-й спосіб (кількісний): оцінка симетричності розподілу ознаки з тільки додатними значеннями. Якщо $SD < Mean/2$, то розподіл можна вважати симетричним. Але при цьому неможливо оцінити ексцес.

4-й спосіб (надійний): перевірка статистичних гіпотез про вид розподілу.

Формулюються дві гіпотези:

- нульова гіпотеза H_0 – про те, що розподіл ознаки в генеральній сукупності відповідає закону нормального розподілу (або близький до нього);
- альтернативна гіпотеза H_1 – про те, що розподіл ознаки в генеральній сукупності не відповідає закону нормального розподілу.

Перевірка статистичних гіпотез про вид розподілу значень ознаки виконується за допомогою статистичних критеріїв узгодженості. Найчастіше застосовуються наступні критерії узгодженості:

- Колмогорова-Смірнова (статистика D) та з поправкою Лілліфорса для випадків, коли середнє значення ($Mean$) та середнє квадратичне відхилення (СКВ, $Standard\ Deviation - SD$) ознаки відомі априорі невідомі, а обчислюються за вибіркою;
- Шапіро-Вілка (статистика W) – найбільш потужний, строгий та універсальний – для випадків, коли $Mean$ та SD ознаки априорі невідомі;
- Д'Агостіно (асиметрія, ексцес);
- Андерсона-Дарлінга (статистика $A-Sq$);
- Крамера-Мізеса (статистика $W-Sq$);

Якщо розподіл кількісних значень ознаки нормальний або близький до нього, то МСА, зокрема, порівняння груп за цією ознакою, виконується параметричними методами. Якщо ж розподіл кількісних значень ознаки відмінний від нормального або значення ознаки є категоріальними (якісними), то для МСА, зокрема, для порівняння груп за цією ознакою, слід застосовувати непараметричні методи.

В роботі також детально розглядаються інструментальні засоби перевірки відповідності розподілу значень кількісних ознак закону нормального розподілу найпоширеніших ППП MCA IBM SPSS (Statistical Package for Social Science), Statistics (IBM Corp., США), Statistica (StatSoft Inc., США), TIBCO Statistica (TIBCO Software Inc., США), StatPlus та BioStat (AnalystSoft Inc., США).

Аналіз доступних наукових публікацій визначеної метою роботи тематики дозволив ідентифікувати типові найпоширеніші помилки, яких припускаються дослідники при математико-статистичному аналізі результатів наукових досліджень.

Список використаних джерел:

1. Павлов С. В., Аврунін О. Г., Злепко С. М., Бодянський Є. В., Колісник П. Ф., Лисенко О. М., Чайковський І. А., Філатов В. О. (2019). *Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія*. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К».
2. Леонов В.П. Сравниваем средние, а также и ... – [Електронний ресурс]. – URL: http://www.biometrika.tomsk.ru/comp_aver.htm.
3. Леонов В.П. (2007). Ошибки статистического анализа биомедицинских данных. *Международный журнал медицинской практики*, (2), 19-35.
4. Леонов В.П. (2002). Применение статистики в статьях и диссертациях по медицине и биологии. Часть IV. Наукометрия статистической парадигмы экспериментальной медицины. *Международный журнал медицинской практики*, (3). 6-11.
5. Леонов В.П. (2014). Статистика в кардиологии. 15 лет спустя. *Медицинские технологии. Оценка и выбор*, (1), 17-28.
6. Леонов В.П. (2015). Цели, возможности, и проблемы использования биостатистики в доказательной медицине. – [Електронний ресурс]. – <http://www.biometrika.tomsk.ru/>.
7. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. (2002). *Статистика в науке и бизнесе*. К.: Морион.

8. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. (2003). *Прикладная медицинская статистика*. СПб: Фолиант.
9. Реброва О.Ю. (2012). *Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA*. М.: МедиаСфера.
10. Орлов А.И. (2004). *Прикладная статистика*. М.: Экзамен.
11. Мунтян О.А., Мунтян М.Л., Яровенко А.Г. (2017). Пакети прикладних програм статистичного аналізу результатів наукових досліджень. *Суч. інф. технології та інноваційні методики навч. у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, (49), 135-138.