

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России)**

Кафедра гигиены медико-профилактического факультета с эпидемиологией

Методы оценки достоверности результатов статистического исследования

**Методическое пособие
для студентов медико-профилактического факультетов**

ВЛАДИКАВКАЗ, 2020

Оглавление

Цель занятия	3
Студент должен уметь	3
Студент должен знать:	3
Информационный материал	4
Параметрические методы оценки достоверности	4
Непараметрические методы оценки достоверности	4
Применение параметрических методов	5
Ошибка репрезентативности	5
Определение доверительных границ средних и относительных величин	5
Оценка достоверности разности результатов исследования	7
Типичные ошибки, допускаемые исследователями при применении способа оценки достоверности разности результатов исследования.....	9
Контрольные вопросы:	9
Тестовые задания:	10
Контрольные задания.....	11

Тема занятия

Параметрические методы оценки достоверности результатов статистического исследования: определение ошибок репрезентативности, доверительных границ, оценка достоверности разности результатов статистического исследования по критерию Стьюдента. Использование MS Excel при оценке достоверности статистических показателей.

Цель занятия

на основе применения метода оценки достоверности результатов исследования уметь перенести результаты выборочного исследования общественного здоровья, деятельности врачей и учреждений здравоохранения на генеральную совокупность.

Студент должен уметь

- определять достоверность результатов исследования с помощью ошибки репрезентативности интенсивного показателя и средней величины;
- определять доверительные границы средних и относительных величин,
- определять достоверность разности между двумя средними величинами, относительными показателями;
- выбирать способ оценки достоверности результатов исследования при решении ситуационной задачи, определять достоверность и делать соответствующие выводы.

Студент должен знать:

- определение «достоверность результатов исследования»;
- параметрические и непараметрические способы оценки достоверности результатов исследования;
- условия применения параметрического и непараметрических способов оценки достоверности результатов исследования;
- определение ошибки репрезентативности средней величины и интенсивного показателя, ее вычисление;
- понятие о критерии «t», его выбор в способе определения доверительных границ и оценку в способе достоверности разности результатов исследования.

Место проведения: аудитория кафедры общественного здоровья и организации здравоохранения с курсом медицинской информатики, дисплейный класс.

Оснащение занятия

Мультимедийный проектор

Ноутбук

Наглядный материал в виде мультимедийной презентации
Персональный компьютер

Информационный материал

В практической и научно-практической работе врачи обобщают результаты, полученные как правило на выборочных совокупностях. Для более широкого распространения и применения, полученных при изучении репрезентативной выборочной совокупности данных и выводов надо уметь по части

явления судить о явлении и его закономерностях в целом.

Учитывая, что врачи, как правило, проводят исследования на выборочных совокупностях, теория статистики позволяет с помощью математического аппарата (формул) переносить данные с выборочного исследования на генеральную совокупность. При этом врач должен уметь не только воспользоваться математической формулой, но сделать вывод, соответствующий каждому способу оценки достоверности полученных данных. С этой целью врач должен знать способы оценки достоверности.

Применяя метод оценки достоверности результатов исследования для изучения общественного здоровья и деятельности учреждений здравоохранения, а также в своей научной деятельности, исследователь должен уметь правильно выбрать способ данного метода. Среди методов оценки достоверности различают параметрические и непараметрические.

Параметрические методы оценки достоверности называют количественные методы статистической обработки данных, применение которых требует обязательного знания закона распределения изучаемых признаков в совокупности и вычисления их основных параметров.

Непараметрические методы оценки достоверности являются количественные методы статистической обработки данных, применение которых не требует знания закона распределения изучаемых признаков в совокупности и вычисления их основных параметров.

Как параметрические, так и непараметрические методы, используемые для сравнения результатов исследований, т.е. для сравнения выборочных совокупностей, заключаются в применении определенных формул и расчете определенных показателей в соответствии с предписанными алгоритмами. В конечном результате высчитывается определенная числовая величина, которую сравнивают с табличными пороговыми значениями. Критерием достоверности будет результат сравнения полученной величины и табличного значения при данном числе наблюдений (или степеней свободы) и при заданном уровне безошибочного прогноза.

Таким образом, в статистической процедуре оценки основное значение имеет полученный критерий достоверности, поэтому сам способ оценки дос

товерности в целом иногда называют тем или иным критерием по фамилии автора, предложившего его в качестве основы метода.

Применение параметрических методов

При проведении выборочных исследований полученный результат не обязательно совпадает с результатом, который мог бы быть получен при исследовании всей генеральной совокупности. Между этими величинами существует определенная разница, называемая ошибкой репрезентативности, т.е. это погрешность, обусловленная переносом результатов выборочного исследования на всю генеральную совокупность.

Ошибка репрезентативности

Средняя ошибка средней арифметической величины определяется по формуле:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

где σ — среднее квадратическое отклонение n — число наблюдений

$$m = \sqrt{\frac{P \times q}{n}}$$

где p — показатель, выраженный в %, ‰, ‰ и т.д. $q = (100 - p)$, при p выраженном в %; или $(1000 - p)$, при p выраженном в ‰; или $(10000 - p)$, при p выраженном в ‰ и т.д.

Ошибка относительного показателя

определяется по формуле:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad \text{и} \quad m = \sqrt{\frac{P \times q}{n-1}}$$

При числе наблюдений меньше 30 ошибки репрезентативности определяются соответственно по формулам:

Определение доверительных границ средних и относительных величин

Формулы определения доверительных границ представлены следующим образом:

- для средних величин (M): $M_{\text{ген}} = M_{\text{выб}} \pm tm$
- для относительных показателей (P): $P_{\text{ген}} = P_{\text{выб}} \pm tm$

где $M_{\text{ген}}$ и $P_{\text{ген}}$ — соответственно, значения средней величины и относительного показателя генеральной совокупности;

$M_{\text{выб}}$ и $P_{\text{выб}}$ — значения средней величины и относительного показателя выборочной совокупности;

m — ошибка репрезентативности;

t — критерий достоверности (доверительный коэффициент).

Данный способ применяется в тех случаях, когда по результатам выборочной совокупности необходимо судить о размерах изучаемого явления (или признака) в генеральной совокупности.

Обязательным условием для применения способа является репрезента-

тивность выборочной совокупности. Для переноса результатов, полученных при выборочных исследованиях, на генеральную совокупность необходима степень вероятности безошибочного прогноза (P), показывающая, в каком проценте случаев результаты выборочных исследований по изучаемому признаку (явлению) будут иметь место в генеральной совокупности.

При определении доверительных границ средней величины или относительного показателя генеральной совокупности, исследователь сам задает определенную (необходимую) степень вероятности безошибочного прогноза (P).

Для большинства медико-биологических исследований считается достаточной степень вероятности безошибочного прогноза, равная 95%, а число случаев генеральной совокупности, в котором могут наблюдаться отклонения от закономерностей, установленных при выборочном исследовании, не будут превышать 5%. При ряде исследований, связанных, например, с применением высокотоксичных веществ, вакцин, оперативного лечения и т.п., в результате чего возможны тяжелые заболевания, осложнения, летальные исходы, применяется степень вероятности $P = 99,7\%$, т.е. не более чем у 1% случаев генеральной совокупности возможны отклонения от закономерностей, установленных в выборочной совокупности.

Заданной степени вероятности (P) безошибочного прогноза соответствует определенное, подставляемое в формулу, значение критерия t , зависящее также и от числа наблюдений.

При $n > 30$ степени вероятности безошибочного прогноза $P = 99,7\%$ — соответствует значение $t = 3$, а при $P = 95,5\%$ — значение $t = 2$.

При $n < 30$ величина t при соответствующей степени вероятности безошибочного прогноза определяется по специальной таблице (Н.А. Плохинского).

Задача - эталон

на определение ошибок репрезентативности (m) и доверительных границ средней величины генеральной совокупности ($M_{ген}$) при числе наблюдений больше 30

Условие задачи: при изучении комбинированного воздействия шума и низкочастотной вибрации на организм человека было установлено, что средняя частота пульса у 36 обследованных водителей сельскохозяйственных машин через 1 ч работы составила 80 ударов в 1 минуту; $a = \pm 6$ ударов в минуту.

Задание: определить ошибку репрезентативности (m_m) и доверительные границы средней величины генеральной совокупности ($M_{ген}$).

Решение.

1. Вычисление средней ошибки средней арифметической (ошибки репрезентативности) (m):

$$m = a / \sqrt{n} = 6 / \sqrt{36} = \pm 1 \text{ удар в минуту}$$

2. Вычисление доверительных границ средней величины генеральной совокупности ($M_{ген}$). Для этого необходимо:

о а) задать степень вероятности безошибочного прогноза ($P = 95\%$);

о б) определить величину критерия t . При заданной степени вероятности ($P=95\%$) и числе наблюдений меньше 30 величина критерия t , определяемого по таблице, равна 2 ($t = 2$). Тогда $M_{ген} = M_{выб} \pm tm = 80 \pm 2 \times 1 = 80 \pm 2$ удара в минуту.

Вывод. Установлено с вероятностью безошибочного прогноза $P = 95\%$, что средняя частота пульса в генеральной совокупности, т.е. у всех водителей сельскохозяйственных машин, через 1 ч работы в аналогичных условиях будет находиться в пределах от 78 до 82 ударов в минуту, т.е. средняя частота пульса менее 78 и более 82 ударов в минуту возможна не более, чем у 5% случаев генеральной совокупности.

Задача - эталон

на определение ошибок репрезентативности (m) и доверительных границ относительного показателя генеральной совокупности ($P_{ген}$)

Условие задачи: при медицинском осмотре 164 детей 3 летнего возраста, проживающих в одном из районов городе Н., в 18% случаев обнаружено нарушение осанки функционального характера.

Задание: определить ошибку репрезентативности (m_p) и доверительные границы относительного показателя генеральной совокупности ($P_{ген}$). **Решение.**

1. Вычисление ошибки репрезентативности относительного показателя:

$$m = \sqrt{p \times q / n} = \sqrt{18 \times (100 - 18) / 164} = \pm 3\%$$

2. Вычисление доверительных границ средней величины генеральной совокупности ($P_{ген}$) производится следующим образом:

о необходимо задать степень вероятности безошибочного прогноза ($P=95\%$);

о при заданной степени вероятности и числе наблюдений больше 30, величина критерия t равна 2 ($t = 2$). Тогда $P_{ген} = P_{выб} \pm tm = 18\% \pm 2 \times 3 = 18\% \pm 6\%$.

Вывод. Установлено с вероятностью безошибочного прогноза $P=95\%$, что частота нарушения осанки функционального характера у детей 3 летнего возраста, проживающих в городе Н., будет находиться в пределах от 12 до 24% случаев.

Оценка достоверности разности результатов исследования

Данный способ применяется в тех случаях, когда необходимо определить, случайны или достоверны (существенны), т.е. обусловлены какой-то причиной, различия между двумя средними величинами или относительными показателями.

Обязательным условием для применения данного способа является репрезентативность выборочных совокупностей, а также наличие причинно-следственной связи между сравниваемыми величинами (показателями) и факторами, влияющими на них.

Формулы определения достоверности разности представлены следующим образом:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

для средних величин

$$t = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

для относительных показателей

где t — критерий достоверности, m_1 и m_2 — ошибки репрезентативности, M_1 и M_2 — средние величины, P_1 и P_2 — относительные показатели.

Если вычисленный критерий t более или равен 2 ($t \geq 2$), что соответствует вероятности безошибочного прогноза P равном или более 95% ($P \geq 95\%$), то разность следует считать достоверной (существенной), т.е. обусловленной влиянием какого-то фактора, что будет иметь место и в генеральной совокупности.

При $t < 2$, вероятность безошибочного прогноза $P < 95\%$, это означает, что разность недостоверна, случайна, т.е. не обусловлена какой-то закономерностью (не обусловлена влиянием какого-то фактора).

Поэтому полученный критерий должен всегда оцениваться по отношению к конкретной цели исследования.

Задача - эталон

на оценку достоверности разности средних величин **Условие задачи:** при изучении комбинированного воздействия шума и низкочастотной вибрации на организм человека было установлено, что средняя частота пульса у водителей сельскохозяйственных машин через 1 ч после начала работы составила 80 ударов в минуту; $m = \pm 1$ удар в мин. Средняя частота пульса у этой же группы водителей до начала работы равнялась 75 ударам в минуту; $m = \pm 1$ удар в минуту.

Задание: оценить достоверность различий средних значений пульса у водителей сельскохозяйственных машин до и после 1 ч работы.

Решение.

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = \frac{80 - 75}{\sqrt{1^2 + 1^2}} = 3,5$$

Вывод. Значение критерия $t = 3,5$ соответствует вероятности безошибочного прогноза $P > 99,7\%$, следовательно можно утверждать, что различия в средних значениях пульса у водителей сельскохозяйственных машин до и после 1 ч работы не случайно, а достоверно, существенно, т.е. обусловлено влиянием воздействия шума и низкочастотной вибрации.

Задача - эталон

на оценку достоверности разности относительных показателей

Условие задачи: при медицинском осмотре детей 3 летнего возраста в 18% ($m = \pm 3\%$) случаях обнаружено нарушение осанки функционального характера. Частота аналогичных нарушений осанки при медосмотре детей 4летнего возраста составила 24% ($m = \pm 2,64\%$).

Задание: оценить достоверность различий в частоте нарушения осанки у

детей 2 возрастных групп.

Решение.

Л-Л - 24-18

$$ymf + mf \sqrt{2} + 2,64^2$$

Вывод. Значение критерия $t=1,5$ соответствует вероятности безошибочного прогноза $P<95\%$. Следовательно, различие в частоте нарушений осанки среди детей, сравниваемых возрастных групп случайно, недостоверно, несущественно, т.е. не обусловлено влиянием возраста детей.

Типичные ошибки, допускаемые исследователями при применении способа оценки достоверности разности результатов исследования

- При оценке достоверности разности результатов исследования по критерию t часто делается вывод о достоверности (или недостоверности) самих результатов исследования. В действительности же этот способ позволяет судить только о достоверности (существенности) или случайности различий между результатами исследования.
- При полученном значении критерия $t<2$ часто делается вывод о необходимости увеличения числа наблюдений. *Если же выборочные совокупности репрезентативны*, то нельзя делать вывод о необходимости увеличения числа наблюдений, т.к. в данном случае значение критерия $t<2$ свидетельствует о случайности, недостоверности различия между двумя сравниваемыми результатами исследования.

Контрольные вопросы:

- Что означает оценка достоверности результатов исследования?
- Назовите способы оценки достоверности результатов исследования.
- Что показывает ошибка репрезентативности?
- Как вычисляется ошибка репрезентативности для средних величин и относительных показателей?
- В чем заключается назначение способа определения доверительных границ?
- Как определяется величина критерия t при вычислении доверительных границ при числе наблюдений меньше 30 и при $n>30$?
- В чем заключается назначение способа оценки достоверности разности результатов исследования?
- При каком значении критерия t разность между двумя средними величинами можно считать достоверной (существенной)?
- Что такое «вероятность безошибочного прогноза»?
- Какие величины необходимы для определения доверительных границ средней величины генеральной совокупности?

Тестовые задания:

Выберите один или несколько правильных ответов:

1. Размер ошибки средней арифметической величины зависит от:
 - а) типа вариационного ряда;
 - б) числа наблюдений;

- в) способа расчета средней величины;
 - г) разнообразия изучаемого признака.
2. Доверительный интервал — это:
 - а) интервал, в пределах которого находятся не менее 68% вариант, близких к средней величине данного вариационного ряда;
 - б) пределы возможных колебаний средней величины (показателя) в генеральной совокупности;
 - в) разница между максимальной и минимальной вариантами вариационного ряда.
 3. Для медико-социальных статистических исследований минимальной достаточной является вероятность безошибочного прогноза:
 - а) 90%;
 - б) 95%;
 - в) 99%.
 4. Какой степени вероятности соответствует доверительный интервал $M \pm 3m$ при $n > 30$:
 - а) 68,3%;
 - б) 95,5%;
 - в) 99,7%.
 5. Оценка достоверности полученного значения критерия Стьюдента (t) для малых выборок производится:
 - а) по специальной формуле;
 - б) по принципу: если $t > 2$, то $P > 95\%$;
 - в) по таблице.
 6. При оценке достоверности разности полученных результатов исследования разность является достоверной (существенной), если при $n > 30$ величина t равна:
 - а) 1,0;
 - б) 1,5;
 - в) 2,0;
 - г) 3 и более.

Контрольные задания

Задача 1. В результате проведенного маммографического исследования 2000 женщин старше 35 лет, проживающих в одном из районов города К., у 20% из них были выявлены предраковые состояния молочной железы; $m = \pm 0,9\%$. 1. С помощью какого способа оценки достоверности можно перенести результаты с выборочной на генеральную совокупность?

2. Достаточно ли представленной информации в условии задачи для соответствующего вывода?

Задача 2. С целью определения эффективности работы золоуловителей на заводе железобетонных изделий в городе Н. вычислена среднесуточная концентрация пыли в атмосферном воздухе, которая до пуска золоуловителей составила 0,2 мг/м ($m = \pm 0,06$ мг/м), а после ввода в строй комплекса золоуловителей — 0,1 мг/м; $m = \pm 0,01$ мг/м.

1. С помощью какого способа оценки достоверности результатов исследования

можно оценить эффективность работы золоуловителей?

2. Примените способ и сделайте соответствующий вывод.

Задача 3. Летальность при онкопатологии больных, леченных препаратом № 1 составила 10%; $m = \pm 2\%$. Врач провел ряд исследований и предлагает лечить больных новым препаратом (№ 2), который считает более эффективным (летальность в данном случае составила 8%; $m = \pm 2\%$). Критерий t равен 0,7.

1. Оцените эффективность новой методики лечения.

2. Согласны ли Вы с врачом?

3. Сделайте соответствующий вывод.

Задача 4. Средний вес новорожденных, родившихся у матерей с пороками сердца в роддоме № 2 города А. составил 2,8 кг, сигма = $\pm 0,3$ кг.

1. С помощью какого способа оценки достоверности результатов исследования можно узнать аналогичный результат в генеральной совокупности?

2. Достаточно ли данных в условии задачи для применения этого способа?

3. Если недостаточно, то какая дополнительная информация Вам необходима?

Задача 5. Какой способ оценки достоверности результатов исследования необходимо применить для переноса результатов исследования на генеральную совокупность, если известно, что при изучении организации приема больных в одной из районных поликлиник городе Н. среднее время, затраченное 1600 посетителями на одно обращение в регистратуру, составило 4 мин, $m = \pm 1,5$ мин.

1. Примените этот способ.

2. Сделайте соответствующий вывод.

Задача 6. В хирургическом отделении выполнялись аппендэктомии с использованием различной оперативной техники. При классическом лапаротомном доступе по Волковичу-Дьяконову, у 14 из 280 прооперированных больных наблюдались послеоперационные осложнения. После лапароскопической аппендэктомии послеоперационные осложнения наблюдались у 5 из 125 больных. Сделайте вывод о достоверности различий частоты послеоперационных осложнений при использовании лапаротомной и лапароскопической техники.

Задача 7. Крупная фармацевтическая компания провела исследование частоты побочных реакций при приеме своего нового препарата из группы бета-адреноблокаторов. Из 2500 больных гипертонической болезнью, принимавших новый препарат, 50 отмечали те или иные побочные эффекты. В группе сравнения из 3000 больных, принимавших анаприлин, побочные реакции наблюдались у 96. Сделайте вывод о достоверности различий частоты побочных реакций при приеме нового бета-адреноблокатора и анаприлина.

Задача 8. Главным врачом женской консультации было проведено исследование, посвященное влиянию курения во время беременности на здоровье плода. Согласно полученным данным, в группе женщин, выкуривающих не менее 5 сигарет в день в течение первого триместра беременности, у 12 из 200 при прохождении планового УЗИ плода на 20-й неделе беременности был диагностирован порок развития плода. В контрольной группе из 400 некурящих женщин порок развития плода был диагностирован в 6 случаях. Сделайте

вывод о влиянии курения на риск формирования порока развития у плода.

Задача 9. После проведения вакцинации от гриппа среди студентов медицинского университета были подведены результаты: из 500 вакцинированных в период эпидемии заболели гриппом 20 человек, из 1600 отказавшихся от вакцинации гриппом заболели 200 человек. Оцените эффективность вакцинации от гриппа.

Задача 10. Заведующим гепатологического отделения одной из инфекционных больниц был проведен анализ эффективности противовирусной терапии больных хроническим гепатитом В. Согласно полученным данным, из 450 больных, получавших противовирусные препараты, в течение 5 лет после постановки диагноза от развития печеночной недостаточности умерли 18 человек. Из 500 пациентов, не получавших специфической противовирусной терапии, за тот же период от развития печеночной недостаточности умерли 42 человека. Сделайте вывод об эффективности противовирусной терапии хронического гепатита В.

Задача 11. Было проведено исследование уровня лейкоцитов в периферической крови при остром аппендиците и остром аднексите. В группе больных острым аппендицитом ($n=60$) наблюдался лейкоцитоз $M=10,1$, среднее квадратическое отклонение $\sigma=2,5$; в группе больных острым аднекситом ($n=85$) наблюдался лейкоцитоз $M=9,5$, среднее квадратическое отклонение $\sigma=1,8$. Сделайте вывод о диагностической значимости уровня лейкоцитоза для дифференцировки острого аппендицита и острого аднексита.

Задача 12. Учебной частью одной из кафедр медицинского университета было проведено исследование успеваемости студентов в зависимости от посещаемости лекций. Для студентов, посетивших менее половины лекционного курса ($n=36$), средняя оценка на экзамене составила 3,2, $\sigma=0,2$. Для студентов, посетивших более 90% лекций по предмету ($n=150$), средняя оценка на экзамене составила 4,5, $\sigma=0,5$. Сделайте вывод о достоверности различий успеваемости студентов в зависимости от посещаемости лекций по предмету.

Задача 13. Одна из фармацевтических компаний провела исследование эффективности нового препарата из группы нестероидных противовоспалительных средств. Для этого была измерена температура тела у больных острым тонзиллитом до приема и через 30 минут после приема нового препарата. Объем выборки составил 400 человек. Температура тела до приема препарата составила: $M=39,2$, $\sigma=0,6$; а после приема: $M=37,6$, $\sigma=0,8$. Сделайте вывод об эффективности нового препарата для купирования лихорадки.

Основная литература:

1. Кобринский Б.А., Зарубина Т.В. Медицинская информатика: Учебник. М: изд. "Академия", 2009.
2. Применение методов статистического анализа для изучения общественного здоровья и здравоохранения: Учебное пособие для практических занятий / Под ред. В.З.Кучеренко. - М.:ГЭОТАР-МЕД, 2004. - 192 с.

Дополнительная литература:

1. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г. Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика. - СПб: ООО «Издательства ФОЛИАНТ», 2003. - 432 с.
2. Карась С.И. Информационные основы принятия решений в медицине: Учебное пособие. - Томск: Печатная мануфактура, 2003.- 145с.
3. Чернов В.И., Родионов О.В., Есауленко И.Э. и др. Медицинская информатика: Учебное пособие.- Воронеж, 2004. - 282с.: ил.
5. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум. - СПб: Питер, 2001. -480с. - (Серия "Национальная медицинская библиотека").
6. Богданов А.К., Проценко В.Д. Практические применения современных методов анализа изображений в медицине: Учебное пособие. - М.: РУДН, 2008. - 119с.: ил.
7. Санников А.Г., Егоров Д.Б., Скудных А.С., Рухлова С.А. Практикум по медицинской информатике: автоматизированное рабочее место врача и системы поддержки принятия врачебного решения. - Тюмень: П.П.Ш., 2009. - 116с.