

УДК 311

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-3-76-83>

© Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А., 2020 г.

НЕОБХОДИМЫЙ ОБЪЕМ ВЫБОРКИ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ ДОЛЕЙ В ДВУХ НЕЗАВИСИМЫХ ГРУППАХ

^{1,2}А. М. Гржибовский*, ¹М. А. Горбатова, ³А. Н. Наркевич, ³К. А. Виноградов

¹Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

²Северо-Восточный федеральный университет, г. Якутск, Россия

³Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск, Россия

В данной статье мы продолжаем начатую в предыдущих выпусках журнала рубрику о расчете необходимых объемов выборок для применения наиболее часто встречающихся в русскоязычной биомедицинской литературе статистических критериев. Как и для непрерывных количественных признаков, редко можно увидеть расчет минимально допустимого объема выборки при планировании научных проектов, приводит к риску ошибки 2-го рода, то есть выводу об отсутствии реально существующих различий. Наиболее часто встречающимся в литературе критерием для сравнения долей является критерий χ^2 Пирсона. В данной статье мы представляем алгоритм расчета необходимого размера выборки для сравнения долей в двух независимых группах с помощью критерия χ^2 с помощью программного обеспечения WinPepi и Stata. В помощь начинающим исследователям мы составили таблицы минимальных размеров выборки, необходимых для применения критерия χ^2 для сравнения долей от 0,1 до 0,9 с шагом 0,1 (от 10 до 90% с шагом 10%) в двух независимых выборках для уровня доверительной вероятности 95% и статистической мощности 80%.

Ключевые слова: морская медицина, размер выборки, доли, критерий χ^2 , статистическая мощность, Stata

Контакт: Гржибовский Андрей Мечиславович, Andrej.Grjibovski@gmail.com

© Grjibovski A.M., Gorbatova M.A., Narkevich A.N., Vinogradov K.A., 2020

REQUIRED SAMPLE SIZE FOR COMPARING PROPORTIONS IN TWO INDEPENDENT SAMPLES

^{1,2}Andrej M. Grjibovski*, ¹Maria A. Gorbatova, ³Artem N. Narkevich, ³Konstantin A. Vinogradov

¹Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

²North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

³Professor V. F. Voyno-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

This paper continues our series of articles on required sample size for the most common basic statistical tests used in biomedical research. Sample size calculations are rarely performed in research planning in Russia often resulting in Type II errors, i.e. on acceptance on false null hypothesis due to insufficient sample size. The most common statistical test for analyzing proportions in independent samples is Pearson's chi-squared test. In this paper we present a simple algorithm for calculating required sample size for comparing two independent proportions. In addition to manual calculations we present a step-by-step guide on how to use WinPepi and Stata software for calculating sample size for independent proportions. In addition, we present a table for junior researchers with already calculated sample sizes for comparing proportions from 0,1 to 0,9 by 0,1 with 95% confidence level and 80% statistical power.

Key words: marine medicine, sample size, proportions, statistical power, chi-squared test, Stata

Contact: Grjibovski Andrej Mechislavovich, Andrej.Grjibovski@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Необходимый объем выборки для сравнения долей в двух независимых группах // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 3. С. 76–83, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-3-76-83>.

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential conflict of interest.

For citation: Grjibovski A.M., Gorbatova M.A., Narkevich A.N., Vinogradov K.A. Required sample size for comparing proportions in two independent samples // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 3. P. 76–83, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-3-76-83>.

Критерий χ^2 Пирсона является наиболее часто встречающимся статистическим критерием для сравнения долей не только в отечественной, но и в иностранной биомедицинской литературе. В наших более ранних работах мы детально представляли алгоритм применения критерия χ^2 , условия, которые должны соблюдаться для его применения [1, с. 58–68; 2, с. 5–39], а также ошибки при планировании и представлении результатов научных исследований, где целесообразно применение этого критерия [3, с. 55–64; 4, с. 59–64].

Как и в предыдущих статьях нашей серии, мы не будем останавливаться на том, как «работает» критерий χ^2 , а посвятим время поиску ответа на вопрос, который задают себе практически все исследователи: «Сколько человек мне надо включить в выборку, чтобы было достаточно для ответа на поставленные задачи?». Правда, если часть исследователей задает этот вопрос при планировании исследования, то наша практика показывает, что у большой доли коллег этот вопрос возникает уже после окончания сбора и анализа данных, когда авторы «не находят то, что хотели бы найти».

Если задачей исследования является изучение распространения качественного признака (изучение распространенности определенного заболевания, симптома или признака), то расчет необходимого размера выборки проводится по общеизвестной упрощенной формуле, которая часто используется для расчета выборки для целых проектов, в которых цели намного шире, чем изучение распространенности признака. Эта формула подразумевает бесконечную совокупность, из которой планируется создание выборки, что не всегда рационально при планировании биомедицинских исследований:

$$N \approx \frac{4 \times p(1-p)}{\Delta^2},$$

где p — ожидаемая распространенность ($0 < p < 1$), а Δ — точность, с которой необходимо эту распространенность оценить ($0 < \Delta < 1$). Нетрудно заметить, что чем выше точность, с которой мы планируем оценить распространенность признака, тем большее количество участников нам необходимо включить в исследование. Если мы не имеем никакого представления об ожидаемой распространенности (p), то берется то значение, при котором размер выборки будет максимально возможным для данной формулы, то есть 0,5. Например, для

определения распространенности признака (симптома, заболевания) в совокупности без априорных знаний, но с заданной точностью $\pm 5\%$, то есть 0,05, нам необходимо подставить в формулу числа 0,50 для p и 0,05 для Δ . В результате нехитрых расчетов получим 400. Если же нас интересует точность $\pm 1\%$ (0,01), то необходимый размер выборки уже будет 10 000, что наглядно демонстрирует необходимость определиться еще до начала работы, какая точность необходима исследователям.

Рассмотрим, как рассчитать необходимый размер выборки для определения распространенности признака в бесконечной совокупности с помощью программы WinPepi [5, с. 1]. Программа находится в свободном доступе по адресу: <http://www.brixtonhealth.com/pepi4windows.html>.

После скачивания и запуска программы появляется стартовое окно (рис. 1), в котором отмечаем слева (указано стрелкой на рис. 1) раздел «DESCRIBE (descriptive epidemiology)», после чего появляется следующее окно (рис. 2).

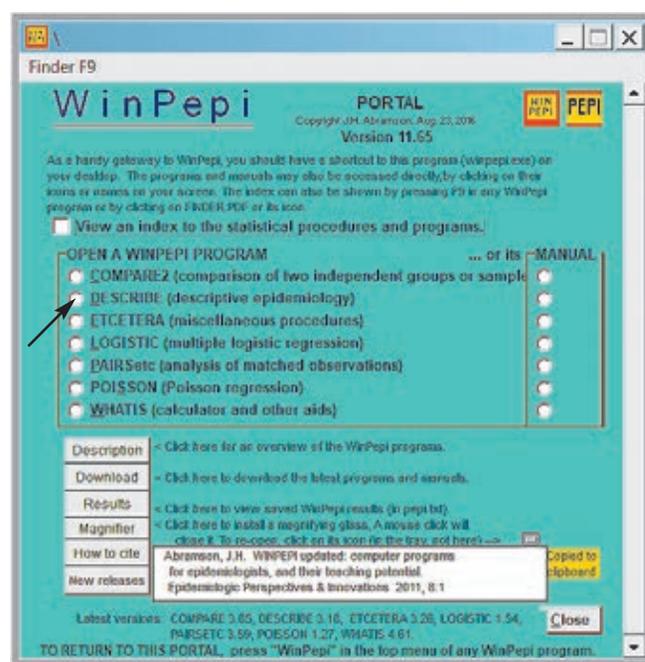


Рис. 1. Стартовое окно программы WinPepi

Fig. 1. WinPepi start menu

В данном окне выбираем раздел «К», после чего откроется следующее новое окно (рис. 3), в котором справа под заголовком «STUDY AIM» (Цель исследования) надо выбрать верхнюю строку — «Estimating a proportion» (Оценка доли).

После этого откроется очередное диалоговое окно, в котором программа будет запрашивать

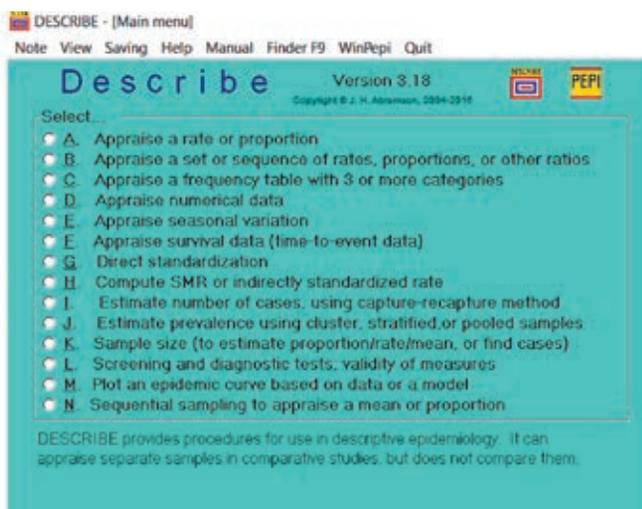


Рис. 2. Окно раздела «Describe»

Fig. 2. «Describe» menu in WinPepi software

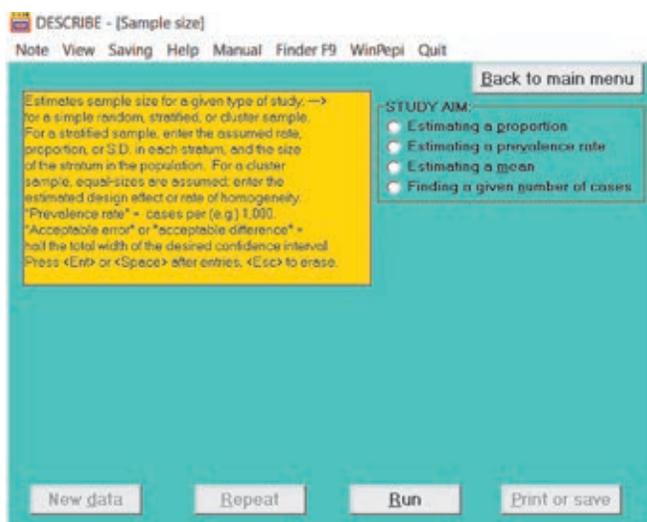


Рис. 3. Диалоговое окно для выбора цели

исследования — определения размера выборки для определения распространенности признака

Fig. 3. Menu for selecting study aim — sample size calculation for one proportion

у нас значения p и Δ , если использовать обозначения, которые мы использовали в формуле выше (рис. 4).

В данном диалоговом окне (рис. 4) по умолчанию стоит простая случайная выборка (Simple random sample) и уровень доверительной вероятности 95%. Эту информацию меняем только в том случае, если у нас другой тип выборки. Программа дает возможность расчета объема стратифицированной и кластерной выборки, но большинство исследователей используют простые случайные выборки, поэтому данный вариант и представлен в программе по умолчанию. В поле «Acceptable difference»

вводим точность, с которой необходимо оценить распространенность признака. В примере выше точность была 0,05, или $\pm 5\%$. В англоязычном программном обеспечении десятичные отделяются не запятой, а точкой, поэтому вводим «0.05». Если нам ничего не известно об ожидаемой распространенности, то вводим для распространенности «0.5». Запуск расчета запускается путем нажатия на кнопку «Run» в нижнем (кнопочном) ряду диалогового окна.

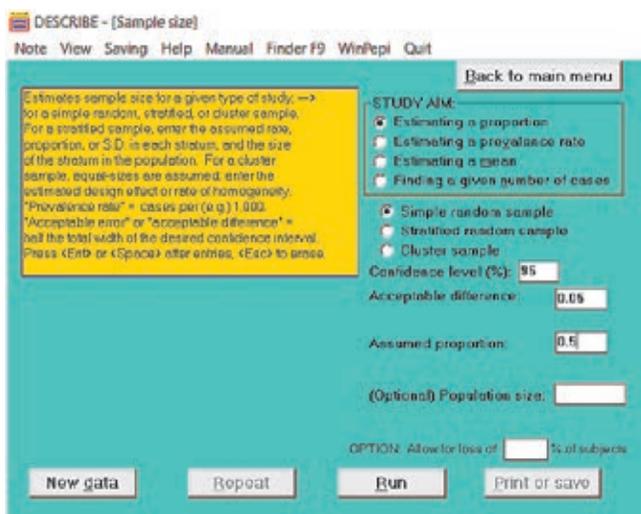


Рис. 4. Диалоговое окно ввода для определения размера выборки для определения распространенности признака с возможностью ввода параметров

Fig. 4. Menu for selecting study aim — sample size calculation for one proportion with fields for entering data

Результаты расчета программа представляет в виде текста и в виде графика (рис. 5).

Результаты расчета показывают, что размер выборки должен быть не менее 385 человек («REQUIRED SAMPLE SIZE=385»), что несколько меньше, чем было получено при использовании упрощенной формулы для расчета вручную как показано выше. Если мы знаем размер генеральной совокупности, на которую будут экстраполироваться результаты исследования, то это число (например, население города, в котором планируется исследование) вводится в строку «(Optional) Population size» (см. рис. 4). Например, если мы хотим изучить распространенность бронхиальной астмы с точностью $\pm 1\%$ в городе с населением 100 тыс. человек и предполагаем, что распространенность равна 10%, то в соответствующие строки диалогового окна вводим числа 0.01, 0.1 и 100 000.

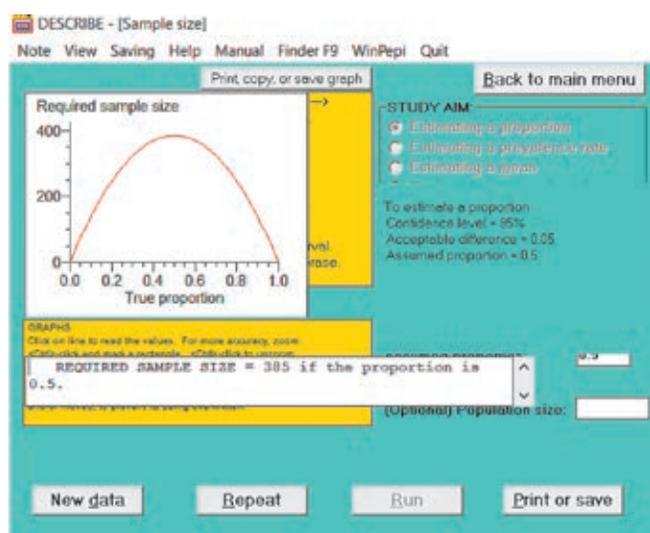


Рис. 5. Результаты расчета размера выборки для определения распространенности признака с точностью ±5% в бесконечной совокупности

Fig. 5. Results of sample size calculations for one proportion with 5% precision in infinite population

После запуска анализа программа выдаст результат — 3342 человека необходимо включить в исследование. Если же нас интересует гораздо меньшая точность, скажем, ±5%, то для решения этой задачи минимальный размер выборки составит всего 139 человек.

Каждый новый анализ начинаем с нажатия кнопки «New data». Программа дает возможность распечатать или сохранить результаты. Для этого нажимаем кнопку «Print or save».

Как видим, расчеты не вызывают затруднений ни при использовании формулы, ни при помощи программы Win-Peri, но, к большому сожалению, эти расчеты нам встречались в грантовых заявках в качестве обоснования размера выборки для проведения исследований с гораздо большим перечнем научных задач, в то время как они справедливы только для задачи об определении распространенности признака. Их недостаточно для решения задач о проверке статистических гипотез о сравнении пропорций (долей) между группами. Тем более, этих расчетов недостаточно, если в проекте планируется проведение более сложного статистического анализа данных.

Расчет необходимого минимального размера выборки для сравнения двух долей, например, если необходимо сравнить распространенность признака у мужчин и женщин или в экспериментальной и контрольной группах, также можно произвести как вручную, так и с помощью программного обеспечения. Вручную рас-

чет можно произвести с помощью упрощенной формулы, приведенной ниже:

$$N \approx \frac{(p1 \times (1-p1) + p2 \times (1-p2)) \times PI}{\Delta^2}$$

где $p1$ и $p2$ — значения двух сравниваемых долей, PI — индекс мощности, значения которого будут представлены ниже, а Δ — искомая разность между двумя долями. N показывает количество участников в одной группе, то есть для второй группы необходимо еще столько же. Например, если мы хотим узнать, сколько участников исследования нам необходимо для того, чтобы показать, что новое оперативное вмешательство приводит к меньшей доле осложнений (20%) по сравнению с традиционным (40%) на уровне доверительной вероятности 95% и статистической мощности 80%, то в формуле в качестве $p1$ и $p2$ вводим 0,2 и 0,4 (вместо 20% и 40%), в качестве Δ вводим 0,2 (разность между 20% и 40%, то есть между 0,2 и 0,4 (только положительные числа, разумеется), а для определения индекса мощности воспользуемся таблицей, в которой представлены округленные значения для наиболее часто встречающихся уровней альфа- и бета-ошибок (табл. 1). Напомним, что при уровне доверительной вероятности 95% уровень альфа-ошибки равен 5%, а статистической мощности 80% соответствует уровень бета-ошибки 20%.

Таблица 1
Индекс мощности для наиболее часто встречающихся уровней альфа- и бета-ошибок

Table 1
Power index for the most common levels of alpha and beta errors

α	$\beta=0,10$	$\beta=0,20$
0,10	8,6	6,2
0,05	10,5	7,9
0,01	14,9	11,7

Индекс мощности для такой ситуации составит согласно таблице 7,9. Для удобства расчетов можно округлить это число до 8. В результате применения формулы с округлением получим, что для решения задачи, представленной выше, общий размер выборки должен быть минимум 160 человек, то есть по 80 в каждую группу.

Для решения этой же задачи с помощью программы WinPeri в окне, представленном на рис. 1 выбираем вторую строку — «COMPARE2 (Comparison of two independent groups

or samples)», после выбора которой появится окно как на рис. 6, в котором в самой верхней строке выбираем «Sample size».

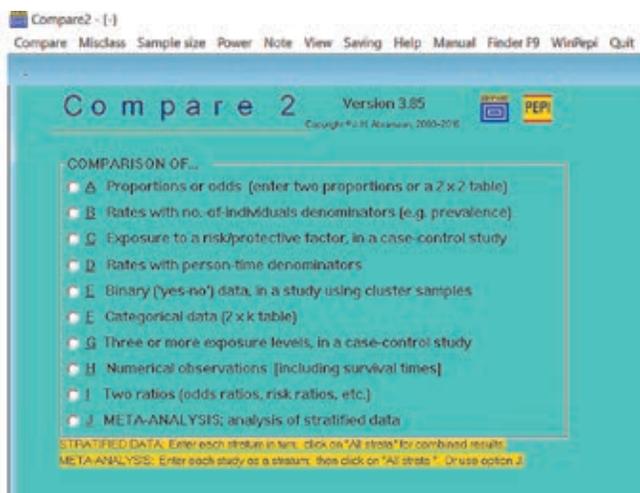


Рис. 6. Окно «Compare 2»
Fig. 6. «Compare 2» menu

После выбора «Sample size» появится серое (в более новых версиях может быть цветное) окно для выбора задачи. Выбираем задачу «S1. Proportions (comparison)» (рис. 7).

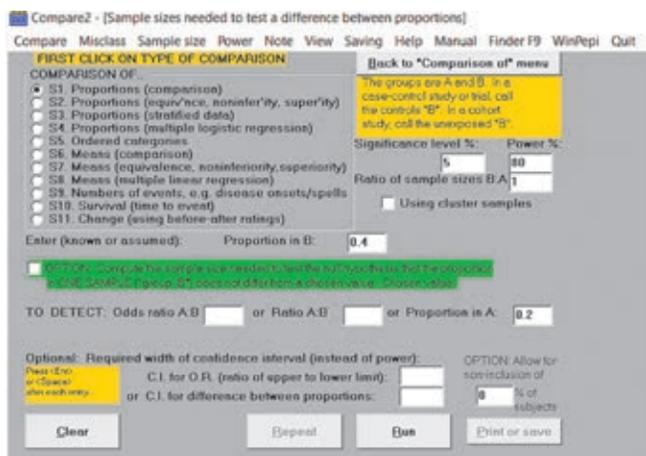


Рис. 7. Диалоговое окно для определения задачи для расчета размера выборки при сравнении двух независимых групп

Fig. 7. Menu for selecting study aim — sample size calculation for comparing outcomes in two independent groups

После того, как мы выберем «S1. Proportions (comparisons)» программа предоставит возможность ввести интересующие нас данные в нужные поля (рис. 8). По умолчанию программа предлагает уровень значимости 5% и статистическую мощность 80% в соответствующих полях. Их можно заменить, но для большинства

проектов предложенные уровни будут адекватны, так как они являются общепринятыми.

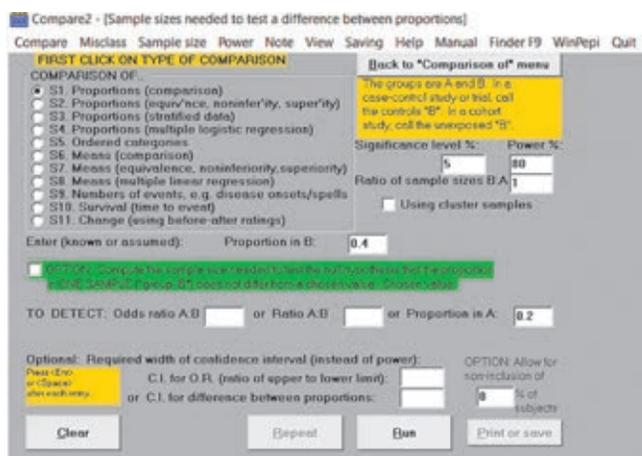


Рис. 8. Диалоговое окно для введения данных для расчета размера выборки при сравнении двух независимых групп

Fig. 8. Menu with data entry option for comparing two independent proportions

В поле «Proportion in B» вводим согласно условию нашего примера 0,4 (40%), а в «Proportion in A» — 0,2 (20%). Этого достаточно для того, чтобы получить практически тот же результат, что был получен в ходе расчета вручную с помощью формулы. Результат представлен сначала для случаев применения критерия χ^2 Пирсона для сравнения долей — 164 человека (по 82 в каждой группе), а затем для ситуации с применением поправки Йейтса на непрерывность для более консервативного подхода [1, с. 58–68]. Для него понадобится по 91 человеку в каждой из групп. Учитывая, что всегда в ходе исследования возникают непредвиденные обстоятельства, целесообразно еще увеличить размер выборки на 5–10%.

Пакет статистических программ Stata, являющийся одним из наиболее популярных за рубежом, но уступающий в России программам SPSS и Statistica, также дает возможность рассчитать размер выборки для простых задач. Общее представление о программе Stata на русском языке можно получить в [6, с. 60–63] и более детально на английском в [7, с. 409]. Для сравнения долей 0,2 (20%) и 0,4 (40%) в вышеприведенном примере можно в командной строке записать: **power twoproportions 0.2 0.4**. По умолчанию программа использует общепринятые значения для доверительной вероятности (95%) и статистической мощности (80%), которые можно менять по желанию

исследователя. Таблица результатов представлена на рис. 9.

```
. power twoproportions 0.2 0.4
Performing iteration ...

Estimated sample sizes for a two-sample proportions test
Pearson's chi-squared test
Ho: p2 = p1 versus Ha: p2 != p1

Study parameters:
alpha = 0.0500
power = 0.8000
delta = 0.2000 (difference)
p1 = 0.2000
p2 = 0.4000

Estimated sample sizes:
N = 164
N per group = 82
```

Рис. 9. Результаты расчетов в программе Stata (объяснения в тексте)

Fig. 9. Results of sample size calculation in Stata (see text for explanation)

Результат, как мы видим, аналогичен такому, полученному с помощью программы WinPeri — 164 человека (по 82 в каждой из сравниваемых групп). По желанию пользователя можно одновременно запросить расчет выборок для различных значений долей, а также для различных уровней статистической мощности. Например, для расчета размера выборки для сравнения доли 0,2 (20%) как в вышеприведенном примере, с долями от 0,3 до 0,9 с интервалом 0,1 для уровней статистической мощность 80% и 90% можно записать соответствующий синтаксис и получить в одной таблице все результаты (рис. 10).

Из результатов видно (рис. 10), что если в одной группе доля неблагоприятных исходов составит 20%, а в другой, допустим, 60%, то нам будет достаточно 46 человек (по 23 в каждую из групп) для достижения статистической мощности 80% и 60 человек (по 30 в каждую из групп) для мощности 90%. Графически результат расчета будет выглядеть как показано на рис. 11.

Если же у нас уже есть одна группа определенного размера и его нельзя изменить, а необходимо рассчитать размер второй группы, то Stata позволяет решить и эту задачу. Например, если для нашего примера в одной группе есть 40 человек и это число окончательное, а доля изучаемого исхода (признака) составила в этой группе 40%, то можно определить, сколько человек нужно набрать в группу, где ожидаемая доля изучаемого исхода составит

```
. power twoproportions 0.2 (0.3(0.1)0.9), power (0.8 0.9)
Performing iteration ...

Estimated sample sizes for a two-sample proportions test
Pearson's chi-squared test
Ho: p2 = p1 versus Ha: p2 != p1
```

alpha	power	N	N1	N2	delta	p1	p2
.05	.8	588	294	294	.1	.2	.3
.05	.9	784	392	392	.1	.2	.3
.05	.8	164	82	82	.2	.2	.4
.05	.9	218	109	109	.2	.2	.4
.05	.8	78	39	39	.3	.2	.5
.05	.9	104	52	52	.3	.2	.5
.05	.8	46	23	23	.4	.2	.6
.05	.9	60	30	30	.4	.2	.6
.05	.8	30	15	15	.5	.2	.7
.05	.9	38	19	19	.5	.2	.7
.05	.8	20	10	10	.6	.2	.8
.05	.9	26	13	13	.6	.2	.8
.05	.8	14	7	7	.7	.2	.9
.05	.9	18	9	9	.7	.2	.9

Рис. 10. Результаты расчета размера выборки для сравнения доли 0,2 (20%) с уровнями от 0,3 до 0,9 с интервалом 0,1 для статистической мощности 80% и 90%

Fig. 10. Results of sample size calculations for comparing proportion 0,2 with proportions from 0,3 through 0,9 by 0,1 with statistical power 80% and 90% 20% в командной строке записать следующий синтаксис: **power twoproportions 0.4 0.2, n1(40) compute(n2).**

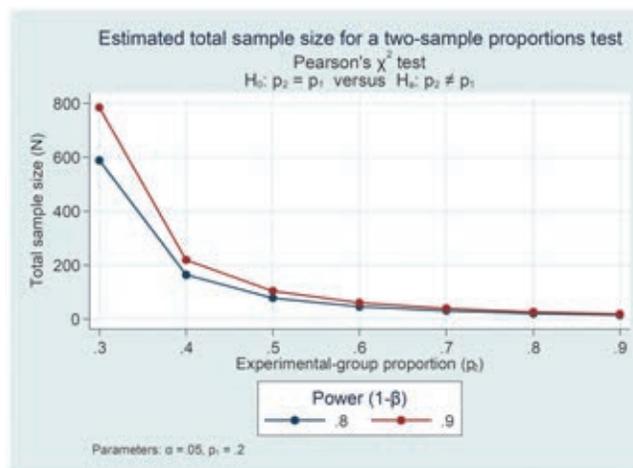


Рис. 11. Графическое представление результатов расчета размера выборки для сравнения долей в двух независимых группах с долей в одной группе 20% и статистической мощности 80% и 90%

Fig. 11. Graphical presentation of the results of sample size calculations for comparing proportion 0,2 with proportions from 0,3 through 0,9 by 0,1 with statistical power 80% and 90%

Ответ представлен на рис. 12. Он говорит, что если первую группу увеличить невозможно, то к имеющимся 40 участникам исследования в первой группе необходимо набрать минимум 461 участника во вторую группу. Чем

более одинаковы группы по размеры, тем (при прочих равных условиях) меньше будет общий объем выборки.

```
Estimated sample sizes for a two-sample proportions test
Pearson's chi-squared test
Ho: p2 = p1 versus Ha: p2 != p1
Study parameters:
alpha = 0.0500
power = 0.8000
delta = -0.2000 (difference)
p1 = 0.4000
p2 = 0.2000
N1 = 40
Estimated sample sizes:
N = 501
N2 = 461
```

Рис. 12. Результат расчета объема второй группы при известном размере первой группы для сравнения двух долей

Fig. 12. Results of calculation of the second sample with known size of the first sample for comparing two independent proportions

Также можно с помощью программы Stata рассчитать размер одной выборки для сравнения ожидаемой доли с заданным значением (константой). Для этого существует команда **power oneproportion**. Если константа равна, допустим, 0,4 (40%), а доля исходов в экспериментальной группе равна 0,2 (20%), то задается команда **power oneproportion 0.4 0.2**. Расчет показывает, что в экспериментальную группу необходимо набрать минимум 43 человека (рис. 13).

Таким образом, мы разобрали пример расчета вручную и с помощью двух программ расчет минимального размера выборки для сравнения двух пропорций (долей). Учитывая, что в реальности для каждой задачи можно рассчитать свой необходимый объем выборки, а при планировании большого проекта необходимо за размер выборки брать максимальный, тогда для более чувствительных статистических критериев этот размер будет точно достаточным.

В помощь начинающим исследователям мы составили таблицу минимально необходимых размеров выборки для сравнения долей от 0,1 до 0,9 с интервалом 0,1 для доверительной вероятности 95% и статистической мощности 80%

```
. power oneproportion 0.4 0.2
Performing iteration ...
Estimated sample size for a one-sample proportion test
Score z test
Ho: p = p0 versus Ha: p != p0
Study parameters:
alpha = 0.0500
power = 0.8000
delta = -0.2000
p0 = 0.4000
pa = 0.2000
Estimated sample size:
N = 43
```

Рис. 13. Результаты расчета размера одной выборки для сравнения с константой
Fig. 13. Results for sample size calculation for comparing one proportion with a constant

Таблица 2

Минимальный размер выборки (N1+N2) для сравнения распространенности признака в двух равных независимых группах с доверительной вероятностью 95% и статистической мощностью 80%

Table 2

Required sample size (N1+N2) for comparing two proportions in independent groups of equal size with 95% confidence level and 80% statistical power

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
10%		438	144	76	50	34	26	20	16
20%	438		626	182	90	56	38	26	20
30%	144	626		752	206	98	58	38	26
40%	76	182	752		816	214	98	56	34
50%	50	90	206	816		816	206	90	50
60%	34	56	98	214	816		752	182	76
70%	26	38	58	98	206	752		626	144
80%	20	26	38	56	90	182	626		438
90%	16	20	26	34	50	76	144	438	

для двух равных групп согласно методике, описанной в работах [8–10]. Для уменьшения вероятности ошибки 1-го рода даны консервативные оценки с поправкой на непрерывность. Числа представлены для общего объема выборки. Для каждой из групп размер выборки составляет половину представленных в табл. 2 чисел.

Литература/References

1. Гржибовский А.М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения) // *Экология человека*. 2008. № 6. С. 58–68. [Grjibovski A.M. Analysis of nominal data (independent observations). *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2008, No. 6, pp. 58–68 (In Russ.).]

2. Гржибовский А.М., Иванов С.В., Горбатова М.А. Анализ номинальных и ранговых переменных данных с использованием программного обеспечения Statistica и SPSS // *Наука и здравоохранение*. 2016. № 6. С. 5–39. [Grjibovski A.M., Ivanov S.V., Gorbatova M.A. Analysis of nominal and ordinal data using Statistica and SPSS software. *Nauka i Zdravookhranenie [Science & Healthcare]*, 2016, No. 6, pp. 5–39 (In Russ.).]
3. Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Наиболее частые ошибки, совершаемые при представлении результатов исследований // *Экология человека*. 2020. No 8. С. 55–64. [Narkevich A.N., Vinogradov K.A. The Most Common Mistakes Made by Researchers in Presenting Research Results. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*, 2020, No. 8, pp. 55–64 (In Russ.).]
4. Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Наиболее частые ошибки, совершаемые при проведении медицинских исследований // *Экология человека*. 2020. No 7. С. 59–64. [Narkevich A.N., Vinogradov K.A. The Most Common Errors in Medical Research. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*, 2020, Vol. 7, pp. 59–64. (In Russ.).]
5. Abramson J.H. WINPEPI updated: computer programs for epidemiologists, and their teaching potential // *Epidemiologic Perspectives & Innovations*. 2011. No. 8. P. 1.
6. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Программное обеспечение для статистической обработки данных Stata // *Экология человека*. 2014. № 1. С. 60–63. [Unguryanu T.N., Grjibovski A.M. Introduction to Stata — software for statistical data analysis. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2014, No. 1, pp. 60–63 (In Russ.).]
7. Hamilton C. *Statistics with Stata*. USA, Belmont, CA: Brooks/Cole, 2006, 409 p.
8. Chow S.C., Shao J., Wang H. *Sample Size Calculations in Clinical Research*. 2nd ed. Boca Raton, Florida: Chapman & Hall/CRC, 2008.
9. D'Agostino R.B., Chase W., Belanger A. The Appropriateness of Some Common Procedures for Testing the Equality of Two Independent Binomial Populations // *The American Statistician*. 1988. August, Vol. 42, No. 3. P. 198–202.
10. Fleiss J.L., Levin B., Paik M.C. *Statistical Methods for Rates and Proportions*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 16.09.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — А.М.Гржибовский, М.А.Горбатова, А.Н.Наркевич, К.А. Виноградов. Вклад в сбор данных — А.М.Гржибовский, М.А.Горбатова, А.Н.Наркевич, К.А.Виноградов. Вклад в анализ данных и выводы — А.М.Гржибовский, М.А.Горбатова, А.Н.Наркевич, К.А.Виноградов. Вклад в подготовку рукописи — А.М.Гржибовский, М.А.Горбатова, А.Н.Наркевич, К.А.Виноградов.

Сведения об авторах:

Гржибовский Андрей Мечиславович — доктор медицины, заведующий Центральной научно-исследовательской лабораторией Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 163000, г. Архангельск, Троицкий пр., д. 51; профессор кафедры общественного здоровья, здравоохранения, общей гигиены и биоэтики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова»; 677000, Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского, д. 58; e-mail: Andrej.Grjibovski@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5464-0498, SPIN: 5118-0081;

Горбатова Мария Александровна — кандидат медицинских наук, доцент, магистр общественного здоровья, доцент кафедры стоматологии детского возраста Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 163000, г. Архангельск, Троицкий пр., д. 51; e-mail: marigora@mail.ru; ORCID: 0000-0002-6363-9595, SPIN: 7732-0755.

Наркевич Артем Николаевич — кандидат медицинских наук, доцент, декан медико-психолого-фармацевтического факультета, заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики, заведующий лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф.Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; e-mail: narkevichart@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1489-5058, SPIN: 9030-1493;

Виноградов Константин Анатольевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф.Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; e-mail: vinogradov16@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-6224-5618; SPIN: 6924-0110.