

УДК 311

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-106-113>

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

## НЕОБХОДИМЫЙ ОБЪЕМ ВЫБОРКИ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ СРЕДНИХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ В ДВУХ НЕЗАВИСИМЫХ ГРУППАХ

<sup>1,2</sup>А. М. Гржибовский\*, <sup>1</sup>М. А. Горбатова, <sup>3</sup>А. Н. Наркевич, <sup>3</sup>К. А. Виноградов

<sup>1</sup>Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия

<sup>2</sup>Северо-Восточный федеральный университет, Якутск, Россия

<sup>3</sup>Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия

В русскоязычной биомедицинской литературе очень редко можно увидеть расчет минимально допустимого объема выборки при планировании научных проектов, что часто приводит к тому, что исследования имеют недостаточную мощность для выявления клинически важных различий между средними значениями изучаемых признаков. В результате имеем высокий риск ошибки 1 рода, то есть делается вывод об отсутствии различий в той ситуации, когда эти различия есть, но выявить их в исследовании было изначально невозможно по причине недостаточно большой выборки. Сравнение выборочных средних с помощью критерия Стьюдента является наиболее часто встречающимся статистической процедурой в русскоязычной биомедицинской литературе, однако расчет выборки или ретроспективный расчет статистической мощности нам встретился лишь в единичных случаях. В данной статье мы представляем алгоритм расчета необходимого размера выборки для сравнения средних арифметических с помощью непарного Стьюдента в двух независимых группах с помощью программного обеспечения WinPepi и Stata. Помимо этого, мы в качестве практического примера составили таблицы минимальных размеров выборки, необходимых для применения непарного критерия Стьюдента при изучении индекса массы тела и артериального давления для различных уровней статистической мощности и значений стандартных отклонений, встретившихся нам в отечественных работах.

**Ключевые слова:** морская медицина, размер выборки, средние арифметические, критерий Стьюдента, статистическая мощность

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

## REQUIRED SAMPLE SIZE FOR COMPARING TWO INDEPENDENT MEANS

<sup>1,2</sup>Andrej M. Grjibovski\*, <sup>1</sup>Maria A. Gorbatova, <sup>3</sup>Artem N. Narkevich, <sup>3</sup>Konstantin A. Vinogradov

<sup>1</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

<sup>2</sup>North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

<sup>3</sup>Professor V. F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

Sample size calculation in a planning phase is still uncommon in Russian research practice. This situation threatens validity of the conclusions and may introduce Type I error when the false null hypothesis is accepted due to lack of statistical power to detect the existing difference between the means. Comparing two means using unpaired Students' t-tests is the most common statistical procedure in the Russian biomedical literature. However, calculations of the minimal required sample size or retrospective calculation of the statistical power were observed only in very few publications. In this paper we demonstrate how to calculate required sample size for comparing means in unpaired samples using WinPepi and Stata software. In addition, we produced tables for minimal required sample size for studies when two means have to be compared and body mass index and blood pressure are the variables of interest. The tables were constructed for unpaired samples for different levels of statistical power and standard deviations obtained from the literature.

**Key words:** marine medicine, sample size, means, statistical power, paired t-test, unpaired t-test

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Объем выборки для сравнения средних арифметических в двух группах // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 2. С. 106–113, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-106-113>.

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

**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 two means // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 2. P. 106–113, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-106-113>.

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

Сравнение средних арифметических с помощью критерия Стьюдента является наиболее часто встречающейся процедурой в плане проверки статистических гипотез в отечественной биомедицинской литературе. В предыдущих наших публикациях мы детально описывали как пошаговое применение критерия Стьюдента для непарных выборок, так и наиболее часто встречающиеся ошибки при применении этого критерия [1, с. 54–61]. Описание применения непарного критерия Стьюдента является неотъемлемой частью большинства учебных пособий по основам биостатистики, поэтому мы не будем останавливаться на теоретических аспектах и формулах расчета этих критериев, а посвятим данную статью поиску ответа на вопрос, который задают себе практически все исследователи при планировании своего научного проекта: сколько человек мне надо изучить для того, чтобы решить задачи моего исследования? Если задачей исследования является сравнение средних значений тех или иных количественных показателей в двух независимых группах, то критерием выбора будет непарный критерий Стьюдента. Если же группы не являются независимыми, как, например, в исследованиях типа «до-после», когда количественный признак измеряется в одной и той же группе в разные моменты времени, то следует применять критерий Стьюдента для парных выборок. Обращаем внимание на то, что критерий Стьюдента является параметрическим и требует соблюдения ряда условий, основное из которых — нормальное распределение признака. Уже на этапе планирования работы исследователь должен знать, какие статистические критерии планируется применять, а также иметь представление о том, как варьирует изучаемый признак в генеральной совокупности. Последнее можно узнать из литературы, обратив внимание на стандартные отклонения изучаемого признака в различных исследованиях. Так, например, для индекса массы тела стандартное отклонение в разных популяциях варьирует от 2 до 7 [2, с. 300–306], но в отечественных работах встречаются значе-

ния от 3 до 4 [3, с. 38–45]. Для артериального давления стандартное отклонение во многих опубликованных работах обычно не более 15 для систолического и около 10 для диастолического давления [4, сС. 59–64]. Именно эти данные нам и пригодятся при расчете необходимого размера выборки, но не только. Помимо информации о том, как варьирует изучаемый признак в совокупности, нам необходимо решить, какие уровни альфа- и бета-ошибок (ошибок первого и второго рода) мы будем считать допустимыми. Обычно в биомедицинских исследованиях расчет размера выборки производится для уровня альфа- и бета-ошибок 5 и 20%, что соответствует статистической мощности 80%. Однако также нередко для расчетов используется уровень статистической мощности 90%, для того чтобы уменьшить вероятность не найти различий там, где они есть, то есть уменьшить вероятность принятия ложной нулевой гипотезы. Но и это еще не все. Для того чтобы рассчитать необходимый размер выборки для проверки статистической гипотезы, нам необходимо решить, какие различия для нас будут иметь значение, то есть считаться важными. В клинических исследованиях часто говорят о клинической важности результата, которая может сильно отличаться от статистической значимости. Например, если мы считаем, что различия в среднем уровне артериального давления в 5 мм рт. ст. являются важными, то нам потребуется значительно больше участников исследования, чем если бы мы считали важными различия в 10 или 15 мм. рт. ст. Таким образом, для того чтобы рассчитать минимальный размер выборки для сравнения средних арифметических в двух непарных группах с помощью непарного критерия Стьюдента, нам необходимо определить следующее:

- 1) стандартное отклонение изучаемого признака по данным литературы;
- 2) значения альфа- и бета-ошибок (обычно 5 и 20% соответственно), а также статистической мощности (обычно 80%);
- 3) различия между средними, которые мы можем считать важными.

После того как ответы на вышеуказанные вопросы найдены, мы можем приступить к расчету минимального числа участников исследования, необходимого для проверки статистической гипотезы с помощью непарного критерия Стьюдента. Обращаем внимание на то, что речь идет о размере выборки, необходимой только для сравнения средних. Размер выборки, необходимый для проверки других гипотез, например, сравнение долей лиц с повышенным артериальным давлением в двух группах производится совершенно по-другому и требует значительно большего объема выборки.

Формула для «ручного» расчета размера выборки для сравнения двух средних приводится во многих пособиях по биостатистике, например, в работе [5], но в настоящее время расчеты вручную производятся редко, поскольку модуль расчета размера выборки и/или статистической мощности включен в некоторые популярные статистические программы, например, Stata (Stata Corp, TX, USA) или реализовать в отдельных, в том числе и бесплатных, программах, например, в WinPepi [6].

Рассмотрим сначала, как рассчитать необходимый размер выборки для сравнения средних значений систолического артериального давления в двух непарных группах с помощью программы WinPepi. Программа находится в свободном доступе по адресу: <http://www.brixton-health.com/pepi4windows.html>.

После скачивания и запуска программы появляется стартовое окно (рис. 1).

В этом окне отмечаем слева (указано стрелкой на рис. 1) раздел «COMPARE2», предназначенный, как следует из названия, для сравнения признаков в двух группах, после чего появляется следующее окно (рис. 2).

В данном окне в самой верхней строке следует найти и выбрать раздел «Sample size» (третий слева), после чего откроется следующее серое окно, в котором надо выбрать раздел S6 «Means (comparison)», после чего мы попадаем в основное диалоговое окно, необходимое нам для сообщения машине ответов на те три вышеуказанные вопроса, на которые мы должны ответить перед началом расчетов (рис. 3).

По умолчанию программа сама предлагает уровень альфа-ошибки 5% (Significance level %) и уровень статистической мощности 80% (Power %). Также по умолчанию предполагается, что наши группы равны по количеству участников (Ratio of sample size B:A=1). Также

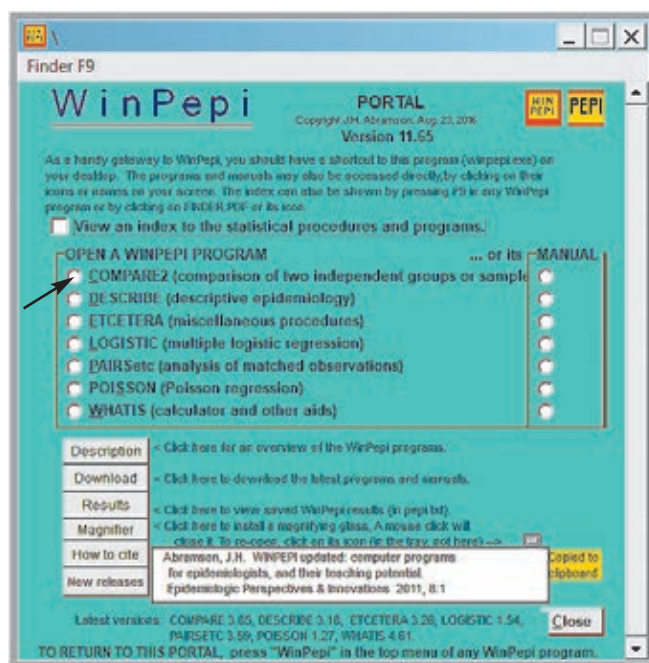


Рис. 1. Стартовое окно программы WinPepi  
Fig. 1. The start window of WinPepi

предполагается, что группы представляют собой простые случайные выборки из генеральной совокупности. Затем в подразделе «Enter (known or assumed)» необходимо задать

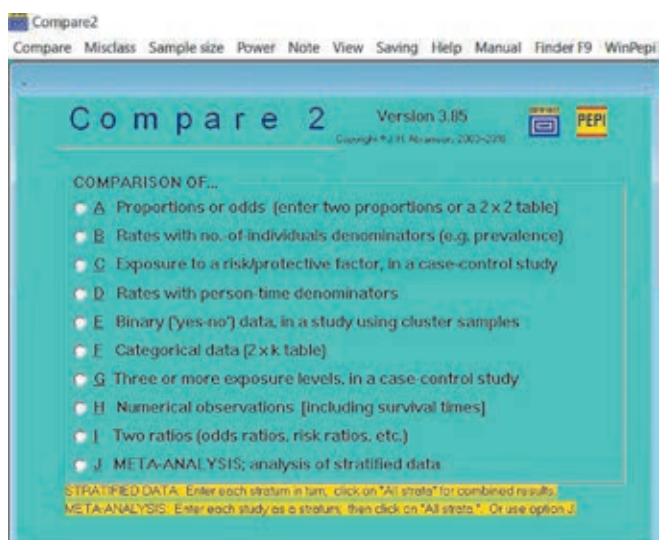
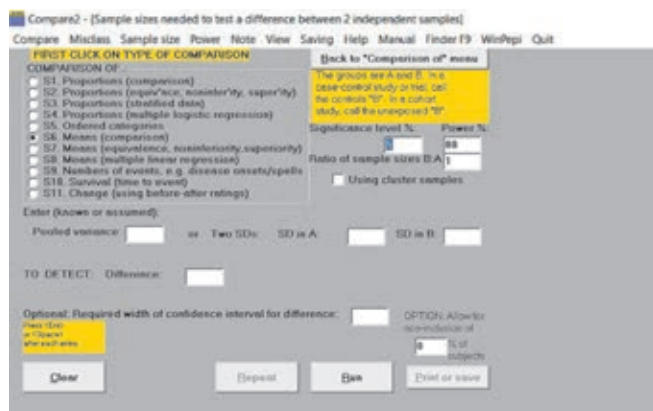


Рис. 2. Окно раздела для сравнения двух групп  
Fig. 2. Dialog box for comparing two groups

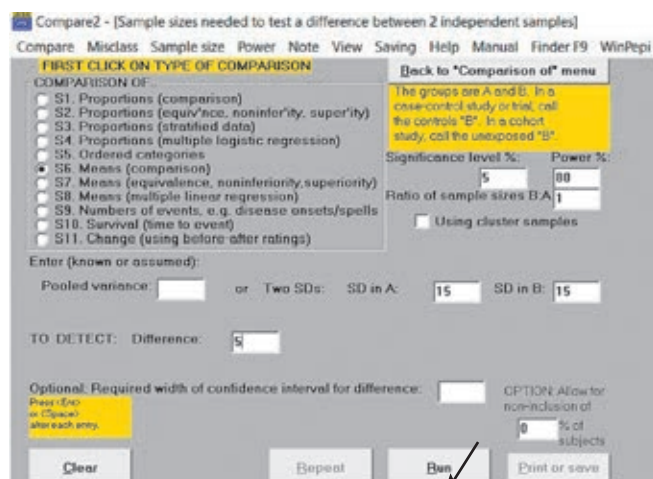
значения стандартных отклонений изучаемых признаков в обеих выборках. Например, мы изучаем систолическое артериальное давление в двух группах и предполагаем на основании данных литературы, что стандартное отклонение равно 15 мм рт. ст. Вносим 15 в ячейки «SD in A» и «SD in B». Ниже, в строке «TO DE-ТЕСТ» вводим те различия между групповыми



**Рис. 3.** Диалоговое окно для расчета размера выборки для применения непарного критерия Стьюдента для сравнения средних арифметических в двух независимых группах

**Fig. 3.** Dialog box for comparing means in two independent samples using Student's t-test

средними, которые мы считаем важными, например, 5 мм рт. ст., как показано на рис. 4.



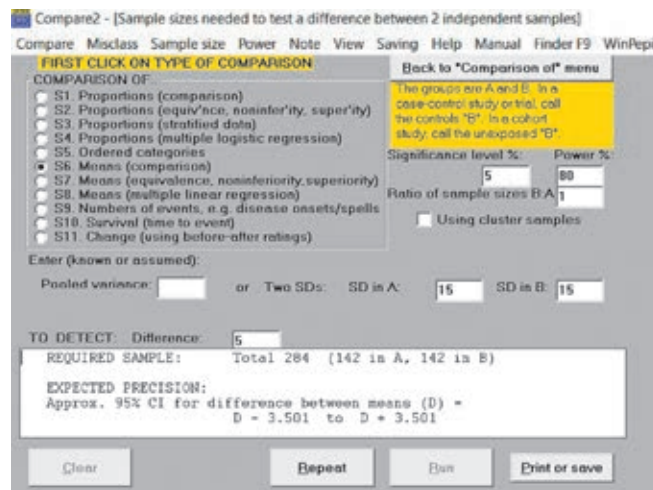
**Рис. 4.** Ввод данных для примера (пояснения в тексте)

**Fig. 4.** Data entry for the example presented in the text

Запуск расчета осуществляется нажатием на кнопку «Run» (отмечена стрелкой на рис. 4), после чего в том же окне появляется ответ (рис. 5).

На основании проведенных расчетов можно сказать, что различия в 5 мм рт. ст. и более между средними значениями артериального давления при стандартном отклонении 15 мм рт. ст. можно выявить только если размер выборки составит минимум 284 человека (по 142 в каждой группе). Для выявления различий в 1 мм рт. ст. потребуется уже выборки размером 7064 человека (по 3532 в каждой

группе), однако можно ли считать столь малые различия клинически важными? Вероятно, нет. С другой стороны, различия в 10 мм рт. ст. можно будет выявить на традиционных уровнях альфа- и бета-ошибок 5 и 20% соответственно, имея выборку в 72 человека (по 36 в каждой группе), что лишней раз доказывает, что чем меньшие различия мы хотим увидеть, тем более крупная выборка нам необходима.



**Рис. 5.** Результаты расчета размера выборки

**Fig. 5.** Results of sample size calculation

Вышеприведенные расчеты с помощью программы WinPeri можно и нужно проводить при планировании исследования еще до начала сбора данных, однако в некоторых случаях может потребоваться ретроспективный расчет статистической мощности для того, чтобы определить, достаточна ли она была в уже проведенном исследовании для ответа на поставленные задачи. Расчет статистической мощности в пакете WinPeri также возможен. Для этого на этапе, обозначенном на рис. 2, необходимо вместо меню «Sample size» выбрать меню «Power», после чего появится диалоговое окно для расчета статистической мощности (рис. 6). На данном рисунке мы рассчитали статистическую мощность для ситуации, когда общий размер выборки составляет 200 человек (по 100 в каждой группе). Результаты расчета показывают мощность 65%, то есть мощность недостаточна для того, чтобы выявить различия между средними значениями артериального давления в 5 мм рт. ст. на традиционных для биомедицинских исследований уровнях альфа- и бета-ошибок.

Пакет статистических программ Stata также может помочь в расчетах необходимого размера выборки и статистической мощности, причем

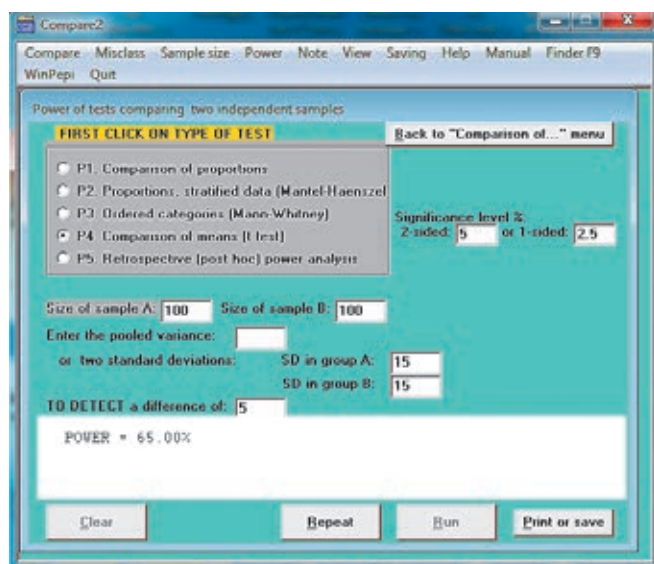


Рис. 6. Результаты расчета статистической мощности

Fig. 6. Results of power calculation

в дополнение к расчетам для большей информативности представляет еще и графическую информацию. Так, например, можно построить график статистической мощности для вышеописанной ситуации, но немного изменив ее. Рассчитаем, какая статистическая мощность может быть достигнута при сравнении двух групп для различных средних арифметических, если в первой группе среднее значение артериального давления равно 120 мм рт. ст., а во второй — 122, 124, 126, 128 или 130 мм рт. ст. для различных размеров выборки (от 100 до 500 с шагом 20) при том же самом значении стандартного отклонения (15 мм рт. ст.). Результаты представлены на рис. 7.

Учитывая, что допустимой для большинства биомедицинских исследований считается статистическая мощность 80%, результаты расчетов показывают, что выборки даже в 500 человек (по 250 в каждой группе) будет недостаточно, чтобы увидеть различия между средним уровнем давления в 120 мм рт. ст. в одной группе и средними значениями в 122 (нижняя кривая) и 124 мм рт. ст. (вторая снизу кривая) — в другой. В то же время из графика следует, что необходимый уровень мощности достигается при размере выборки в 300 человек, если среднее значение во второй группе будет 126 мм рт. ст. Если во второй группе среднее значение давления равно 130 мм рт. ст. и выше, то и 100 человек в выборке будет достаточно для достижения необходимой мощности (верхняя кривая). Синтаксис в программе

Stata для вышеприведенных расчетов выглядит следующим образом: «power twomeans 120 (122 124 126 128 130), n (100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500) sd (15) graph». Этот синтаксис читатели могут менять в зависимости от значений средних арифметических, стандартных отклонений и предполагаемых размеров выборки на свое усмотрение. Если из синтаксиса убрать «graph», то результаты будут представлены

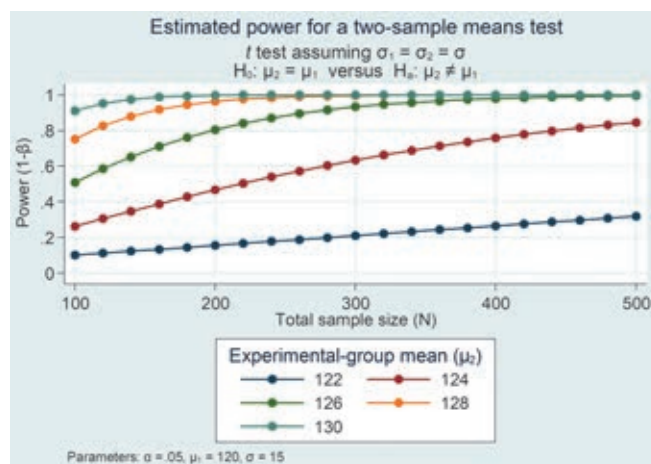


Рис. 7. Результаты расчета статистической мощности для сравнения средних арифметических в двух непарных выборках

Fig. 7. Results of calculating the statistical power for comparing arithmetic means in two unpaired samples

в виде таблицы, фрагмент которой, соответствующий нижней кривой на рис. 7, представлен на рис. 8.

В заключение мы представляем примеры таблиц для определения необходимого размера выборки для применения непарного критерия Стьюдента при изучении артериального давления (часть была рассмотрена выше) и индекса массы тела, как часто изучаемых признаков. Расчеты выполнены с помощью программного обеспечения PASS-2019 по методикам, описанным в работах [7–10]. Такие же таблицы и рисунки могут быть созданы для любых количественных признаков при планировании исследований. Нижеприведенные таблицы и рисунки являются ориентировочными, но позволяют оценить как выполнимость той или иной задачи при планировании, так и при ретроспективной оценке исследований (чтении научных статей). Итак, в табл. 1 представлены минимальные размеры выборки для выявления статистически значимых различий между

Estimated power for a two-sample means test  
t test assuming sd1 = sd2 = sd  
Ho:  $\mu_2 = \mu_1$  versus Ha:  $\mu_2 \neq \mu_1$

alpha	power	N	N1	N2	delta	m1	m2	sd
.05	.1012	100	50	50	2	120	122	15
.05	.1119	120	60	60	2	120	122	15
.05	.1227	140	70	70	2	120	122	15
.05	.1335	160	80	80	2	120	122	15
.05	.1444	180	90	90	2	120	122	15
.05	.1553	200	100	100	2	120	122	15
.05	.1663	220	110	110	2	120	122	15
.05	.1772	240	120	120	2	120	122	15
.05	.1882	260	130	130	2	120	122	15
.05	.1992	280	140	140	2	120	122	15
.05	.2102	300	150	150	2	120	122	15
.05	.2212	320	160	160	2	120	122	15
.05	.2321	340	170	170	2	120	122	15
.05	.2431	360	180	180	2	120	122	15
.05	.254	380	190	190	2	120	122	15
.05	.2649	400	200	200	2	120	122	15
.05	.2758	420	210	210	2	120	122	15
.05	.2866	440	220	220	2	120	122	15
.05	.2973	460	230	230	2	120	122	15
.05	.308	480	240	240	2	120	122	15
.05	.3187	500	250	250	2	120	122	15

Рис. 8. Результаты расчета статистической мощности в табличном виде (фрагмент примера, показанного на рис. 7)

Fig. 8. Results of statistical power calculation as a table (same data as in Fig. 7, abridged)

Таблица 1

Минимальный размер каждой из групп для сравнения средних значений артериального давления в двух равных группах при уровне альфа-ошибки 5%

Table 1

Minimum required sample size for comparing means of blood pressure in two independent samples with alpha error of 5%

Разность между средними значениями, мм рт. ст.	Статистическая мощность	
	80%	90%
1	3533	4729
2	884	1183
3	393	526
4	222	297
5	143	191
6	100	133
7	74	98
8	57	75
9	45	60
10	37	49
11	31	41
12	26	34
13	22	29
14	20	26
15	17	23

средними уровнями артериального давления размером от 1 до 15 мм рт. ст. в двух независимых выборках на уровне альфа-ошибки 5% при статистической мощности 80 и 90% при со-

блюдении условия равенства дисперсий и без оною. Подчеркиваем, что в таблице представлены значения для каждой из групп, то есть для определения различий в 3 мм рт. ст. необходимо 393 человека в **каждую** группу (общий размер выборки — 786 человек).

Для определения статистической мощности уже опубликованных исследований можно воспользоваться расчетами, представленными на рис. 9. Каждая из кривых (снизу вверх) соответствует статистической мощности для определения различий в 1, 4, 7, 10 и 13 мм рт. ст. независимо от абсолютного значения средних значений артериального давления. Из графика следует, что часто используемый и часто ошибочно используемый размер выборки в 400 человек, который определяется по, наверное, самой известной (часто единственной известной) формуле, невозможно на уровне альфа-ошибки 5% и при статистической мощности 80% увидеть межгрупповые различия средних ни в 1, ни в 4 мм рт. ст. В то же время этой выборки будет достаточно для более выраженных различий.

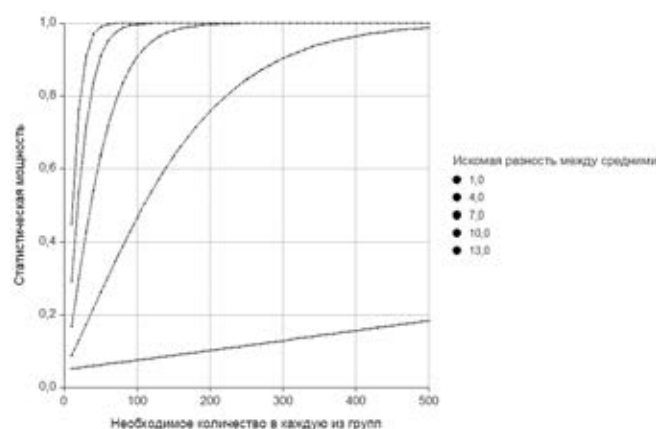


Рис. 9. Кривые статистической мощности для различных значений разности между средними значениями артериального давления в двух группах

Fig. 9. Curves of statistical power for different values of the difference between the means values of blood pressure in two groups

Для исследований, в которых проводится сравнение средних значений индекса массы тела, размер выборки может быть оценен с использованием данных табл. 2. При расчетах использовали стандартное отклонение равное 3 кг/м<sup>2</sup>.

Аналогично предыдущему примеру были построены графики статистической мощности для различий в средних значениях в индексе

Таблица 2

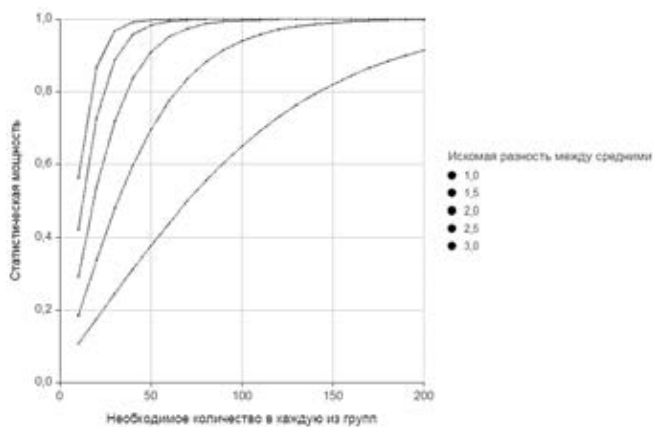
**Минимальный размер каждой из групп для сравнения средних значений индекса массы тела в двух равных группах при уровне альфа-ошибки 5%**

Table 2

**Minimum required sample size for comparing means of the body mass index in two independent samples with alpha error of 5%**

Разность между средними значениями, кг/м <sup>2</sup>	Статистическая мощность	
	80%	90%
0,1	14 129	18 914
0,2	3533	4729
0,3	1570	2102
0,4	884	1183
0,5	566	757
0,6	393	526
0,7	290	387
0,8	222	297
0,9	176	235
1,0	143	191
1,1	118	158
1,2	100	133
1,3	85	113
1,4	74	98
1,5	64	86
2,0	37	49
2,5	24	32
3,0	17	23

массы тела между группами на уровне 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 и 3 кг/м<sup>2</sup> (рис. 10). График показывает, что выборки в 400 человек (по 200 в каждой группе) достаточно для выявления различий между средними значениями индекса массы тела 1 кг/м<sup>2</sup> и более, но недостаточно для менее выраженных различий.



**Рис. 10.** Кривые статистической мощности для различных значений разности между средними значениями индекса массы тела в двух группах  
**Fig. 10.** Curves of statistical power for different values of the difference between the means values of the body mass index in two groups

Мы понимаем, что в настоящее время при планировании исследований не стоит ограничиваться расчетом размера выборки только для критерия Стьюдента, так как в одном исследовании может производиться проверка нескольких статистических гипотез, и сами производим расчеты для определения необходимого размера выборки для различных многомерных (многофакторных) методов анализа данных, однако надеемся, что для данная статья будет полезна молодым ученым при критической оценке научной литературы, а также при планировании своих первых исследований. В последующих публикациях мы продолжим знакомить читателей с расчетом необходимого объема выборки для других популярных в русскоязычной литературе статистических критериев.

**Литература/References**

1. Гржибовский А.М. Анализ количественных данных для двух независимых групп // *Экология человека*. 2008. № 2. С. 54–61. [Grjibovski A.M. Analysis of quantitative data in two independent groups. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2008, No. 2, pp. 54–61 (In Russ.)].
2. Launer L.J., Harris T. Height, weight and body mass index distributions in geographically and ethnically diverse samples of older persons // *Age and Ageing*. 1996. No. 25. P. 300–306.
3. Севостьянова Е.В., Николаев Ю.А., Митрофанов И.М., Поляков В.Я. Региональные особенности влияния факторов риска хронических неинфекционных заболеваний на формирование полиморбидной патологии у мужчин // *Экология человека*. 2019. № 3. С. 38–45. [Sevostyanova E.V., Nikolaev Yu.A., Mitrofanov I.M., Polyakov V.Ya. Regional Features of Influence of Risk Factors for Chronic Non-Communicable Diseases on Formation of Polymorbid Pathology. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019, No. 3, pp. 38–45 (In Russ.)].

4. Флорес М.А. Оценка связи курения и жизненного истощения среди работников предприятия Южного Урала на базе системы персонализированной профилактики // *Экология человека*. 2019. № 6. С. 59–64 [Flores M.A. Smoking and Vital Exhaustion in Industrial Workers in Southern Ural. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2019, No. 6, pp. 59–64 (In Russ.)].
5. Ryan T.P. *Sample size determination and power*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2013.
6. Abramson J.H. WINPEPI updated: computer programs for epidemiologists, and their teaching potential // *Epidemiologic Perspectives & Innovations*. 2011. No. 8. P. 1.
7. Chow S.C., Shao J., Wang H., Lokhnygina Y. *Sample Size Calculations in Clinical Research*. 3<sup>rd</sup> ed. Florida: Taylor & Francis/CRC, Boca Raton, 2018.
8. Juliou S.A. *Sample Sizes for Clinical Trials*. Florida: Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, 2010.
9. Machin D., Campbell M., Fayers P., Pinol A. *Sample Size Tables for Clinical Studies*, 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell Science. Malden: Massachusetts, 1997.
10. Zar J.H. *Biostatistical Analysis*. 2<sup>nd</sup> ed. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1984.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 18.06.2020 г.

#### Вклад авторов:

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, Архангельск, Троицкий проспект, 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.Амосова»; e-mail: Andrej.Grijbovski@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, Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; e-mail: marigoga@mail.ru; ORCID: 0000-0002-6363-9595, SPIN: 7732-0755;

*Наркевич Артем Николаевич* — кандидат медицинских наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении, доцент кафедры медицинской кибернетики и информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф.Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, 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 медицинской кибернетики и информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф.Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; e-mail: vinogradov16@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-6224-5618, SPIN: 6924-0110.