

# What do 95% Confidence Intervals Mean?

BY M. GAIL WOODBURY  
PHD BScPT AND  
JANET KUHNKE  
BSN MS ET

In this column, we examine how to interpret confidence intervals (CIs) when you encounter them in a scientific paper.

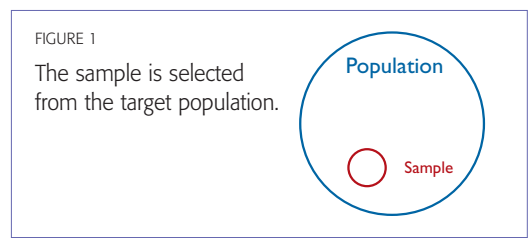
**Example 1:** It has been reported that the overall mean prevalence of pressure ulcers in Canadian healthcare settings is 26% (95% CI 25.2–26.8%).<sup>1</sup> What does the 95% CI mean?

**Example 2:** It has also been reported that the cumulative incidence of heel pressure ulcers in people who have undergone orthopedic surgery and are followed across the continuum of care is 17% (95% CI 8–26%).<sup>2</sup> What does this CI mean?

First, understanding CIs requires a basic understanding of the concepts of estimation, populations, samples and normal distribution curve properties.

### Estimation

Why are CIs reported? As indicated in the p-value paper,<sup>3</sup> researchers want to know a value (often the mean) of their outcome measure in the target population, but they cannot test the whole population because it would take too much time and money.



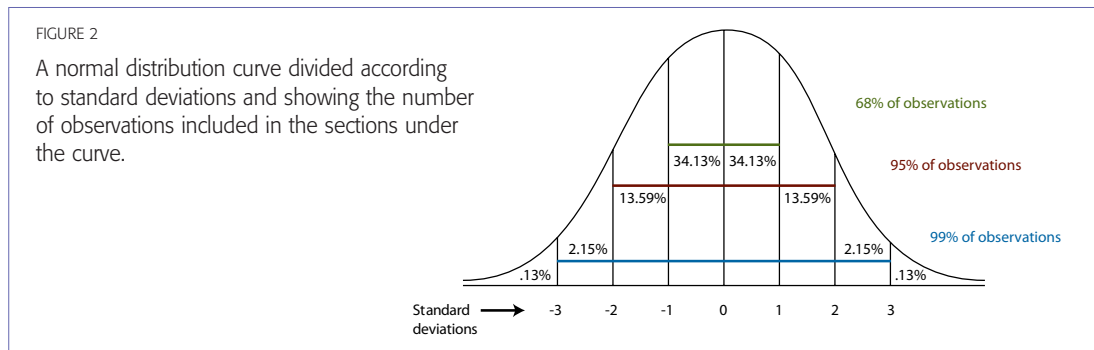
Instead, they use a randomly selected sample or a convenience sample to estimate that value in the population. The relationship between the sample and the population can be illustrated as in Figure 1.

### Population and sample

Samples are not always truly representative of the population from which they are drawn. They are always affected by their size and potentially by selection bias. In this instance, selection bias refers to a systematic difference in the characteristics of the subjects selected for the sample compared with the rest of the population. This affects the study’s generalizability. Therefore, it is possible that the sample could provide a biased estimate of the mean in the population.

Since the estimate is based on only 1 sample and is not necessarily accurate for the target population, the CI puts limits around the estimate and indicates how certain we are that the true value for the population is between those limits. It is important to understand CIs because they are reported in 75% of papers.<sup>4</sup>

To say the same thing slightly differently: The true value of an estimate in a population is referred to as the population parameter. This is called  $\mu$  (mu) and cannot be calculated. Instead, it is estimated in a sample referred to as the sample statistic, and the mean is called  $\bar{x}$  (x bar). It is an estimate of the actual value of the mean in the population. Therefore, we want to know how certain we are that the estimate is accurate. So, we calculate a CI to describe this. Because we generally want to make a mistake no more often than 5 times out of 100, the CI we use is the 95% CI. (If we are willing to be wrong 10 times out of 100, then we can use the 90% CI).



Biatain®



# Don't believe in simple wound care solutions



## Biatain® – superior absorption for faster healing

After 30 years in wound care, we at Coloplast believe that absorption is the key to better healing. Our Biatain portfolio offers a diverse range of wound dressings that provide superior absorption for faster healing of non-infected, infected and painful wounds. Biatain – superior absorption for faster healing.

For free samples, e-mail us at  
[biatainsilicone@coloplast.com](mailto:biatainsilicone@coloplast.com)

Superior absorption for **non-infected wounds\***



Biatain Silicone

Superior absorption for **infected wounds**



Biatain Silicone Ag

Superior absorption for **painful wounds**



Biatain Ibu\*\*

\* Can also be used on infected and painful wounds, but be sure to address these conditions by other means.  
\*\* First, treat the underlying possible causes of pain, e.g. infection or uncontrolled oedema.

**Biatain® – the simple choice**

[www.coloplast.ca](http://www.coloplast.ca)

The Coloplast logo is a registered trademark of Coloplast A/S. © 2012-09. All rights reserved ColoplastCanada Corp., Mississauga, ON.



### Normal distribution

Because most variables are distributed normally, the properties of the normal distribution help us to understand them. We know that the mean  $\pm 1$  standard deviation (SD) describes 68% of observations in the distribution. Similarly, the mean  $\pm 2$  SDs describes 95% of observations and the mean  $\pm 3$  SDs describes 99% of observations, as shown in Figure 2.

### Back to the examples

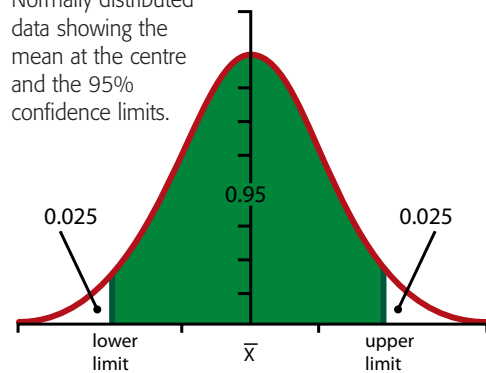
Remember the first example, which states that the overall mean prevalence of pressure ulcers in Canadian healthcare settings is 26% (95% CI 25.2–26.8%)? We can say that the mean prevalence estimate is 26% and the 95% CI of 25.2–26.8% describes the interval in which we expect the mean value in the target population to lie 95% of the time. We state this by saying that we are 95% confident that the population mean lies between 25.2% and 26.8%.

The second example states that the cumulative incidence of heel pressure ulcers in people who have undergone orthopedic surgery and are followed across the continuum of care is 17% (95% CI 8–26%). This means that the cumulative incidence estimate of 17% and the 95% CI of 8–26% describes the interval in which we expect the cumulative incidence in the target population to lie 95% of the time. Again, we can say we are 95% confident that the population incidence value is between 8% and 26%.

In the first example, you will note that the CI is very narrow, not quite 2 percentage points. This is because the mean and the CI are based on a large sample of 10,911 subjects. The larger the sample, the narrower the CI will be. Conversely, in the second example, the CI is wider at 26 percentage points. In this study, the cumulative incidence estimate is based on a sample of just 72 subjects. Whether the 95% CI is wide or narrow, we are confident that the population value (prevalence or incidence, in these examples) is within the interval 95% of the time. Obviously, if

FIGURE 3

Normally distributed data showing the mean at the centre and the 95% confidence limits.



the CI is narrow, we believe we are closer to knowing the actual value in the population – especially if we know the sample has been selected in such a way that the risk of bias is minimized.

In summary, the CI provides the best approximation of the range of a population value based on the sample value. Figure 3 illustrates the mean value for a sample and the 95% CI.

### Overlap

A third example illustrates another important function of 95% CIs: whether they overlap or not.

**Example 3:** The overall mean prevalence for the healthcare settings ranged from 15.1% (95% CI 13.4–16.8%) in community care to 29.9% (95% CI 29.3–31.4%) in non-acute care, with mixed health settings at 22.1% (95% CI 20.9–23.4%) and acute care at 25.1% (95% CI 23.8–26.3%).<sup>1</sup>

As illustrated in Figure 4, the 95% CIs for the prevalence estimates in the different healthcare settings do not overlap. This means that the estimates are significantly different. If the CIs did overlap, it would mean the estimates were not significantly different and were drawn from the same population.

### Glossary

#### Population:

The target group that the researcher wants to understand (e.g. persons with diabetes).

#### Sample:

The selected part of the target population that is used to determine an estimate of a value in that population.

#### Statistic:

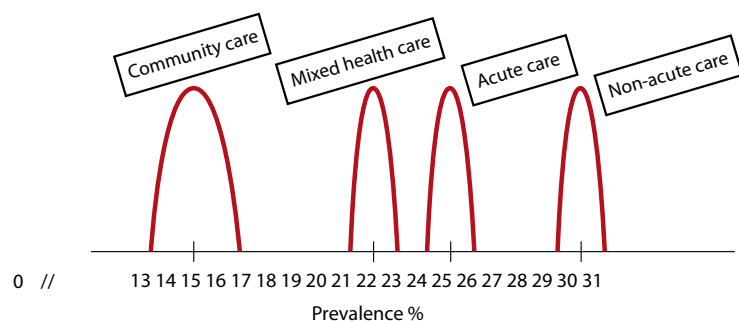
The value derived from a sample that is used to estimate the true value of a characteristic in the population.

#### Parameter:

The true value of a characteristic in the population that is estimated in the sample.

FIGURE 4

Mean prevalence estimates and corresponding 95% confidence intervals for various healthcare settings<sup>1</sup> illustrating that the confidence intervals do not overlap.



## Key points

In summary, samples that are selected to represent a target population are not always representative. The statistic determined using a sample is an estimate of the parameter in the population. The 95% CI for the estimate provides the best approximation of the range of the population parameter, allowing us to state we are 95% confident that the population value lies between the limits. Depending on differences in sample size and variability, the CI can be wide or narrow. Nevertheless, we are still 95% confident that the population value lies within the interval. ☺

## References

1. Woodbury MG, Houghton PE. Prevalence of pressure ulcers in Canadian health care settings. *Ostomy Wound Manage.* 2004;50(10):22-38.
2. Campbell KE, Woodbury MG, Labate T, LeMesurier A, Houghton PE. Heel ulcer incidence following orthopedic surgery: A prospective study. *Ostomy Wound Manage.* 2010;56(8):32-39.
3. Woodbury MG, Kuhnke J. Looking at p values: Did the study results happen by chance alone? *Wound Care Canada.* 2012;10(2):6, 8-10.
4. Harris M, Taylor G. *Medical Statistics Made Easy*, 2nd ed. East Kilbride, UK: Scion Publishing Ltd., 2008.

## Suggested resources

- Norman GR, Streiner DL. *PDQ Statistics*, 3rd ed. Hamilton: BC Decker Inc., 2003.
- Colton T. *Statistics in Medicine*. Boston, MA: Little Brown and Company, 1974.
- Elzey F. *An Introduction to Statistical Methods in the Behavioral Sciences*. Monterey, CA: Brooks/Cole Publishing Company, 1976.
- Salkind NJ. *Statistics for People Who (Think They) Hate Statistics*, 4th ed. London, UK: Sage Publications Inc., 2011.

## COMPRÉHENSION DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

# Que veulent dire les intervalles de confiance de 95 %?

PAR M. GAIL WOODBURY, PH.D., B.SCPT, ET JANET KUHNKE, B.SC.INF., M.SC., STOMOTHÉRAPEUTE

**L**e présent article porte sur l'interprétation des intervalles de confiance (IC) dans un article scientifique. (Les lecteurs qui désirent en savoir davantage peuvent consulter la liste de ressources utiles qui suit l'article.)

**Exemple n° 1 :** On a signalé que la prévalence moyenne globale des plaies de pression dans les établissements de soins de santé canadiens était de 26 % (IC de 95 % : 25,2 à 26,8 %)¹. Que veut dire l'IC de 95 %?

**Exemple n° 2 :** On a aussi signalé que l'incidence cumulative des plaies de pression au talon chez les personnes ayant subi une chirurgie orthopédique et dont le suivi couvre le continuum des soins est de 17 % (IC de 95 % : 8 à 26 %)². Que veut dire cet IC?

La compréhension des IC exige une connaissance de base des concepts d'estimation, de population, d'échantillon et de propriétés de la courbe de distribution normale.

## Estimation

Quelle est l'utilité des IC? Comme il en a été question dans l'article sur les valeurs  $p^3$ , les chercheurs veulent connaître la valeur (souvent la moyenne) de leur critère d'évaluation des résultats dans la population cible, mais ils ne peuvent évaluer l'ensemble de la population, car cela exigerait beaucoup de temps et d'argent. Ils évaluent donc plutôt un échantillon choisi au hasard ou un échantillon de commodité pour obtenir une estimation de la valeur dans la population. La figure 1 illustre le rapport entre l'échantillon et la population.

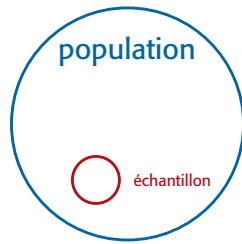
## Population et échantillon

Les échantillons ne sont pas toujours vraiment représentatifs de la population de laquelle ils font partie. Leur taille et le biais de sélection possible influent toujours sur les échantillons. Dans le cas qui nous intéresse, le biais de sélection désigne la différence systématique pour ce qui est des caractéristiques entre les sujets choisis pour l'échantillon et le reste de la population. Ce biais influe sur la généralisabilité des résultats de l'étude. Il se peut donc que l'échantillon



FIGURE 1

L'échantillon est choisi dans la population cible.



donne une estimation biaisée de la moyenne dans la population.

Comme l'estimation est fondée sur un seul échantillon et n'est pas nécessairement représentative de la population cible, l'IC comporte des limites inférieure et supérieure de l'estimation et indique dans quelle mesure on est certain que la valeur réelle pour la population se trouve entre ces limites. Il est important de comprendre les IC, car ils sont donnés dans 75 % des articles<sup>4</sup>.

Pour dire la même chose un peu différemment : la valeur réelle d'une estimation dans une population s'appelle le paramètre de population. Ce paramètre s'appelle «  $\mu$  » (mu) et ne peut être calculé. Son estimation dans un échantillon s'appelle « statistique » et la moyenne s'appelle «  $\bar{x}$  ». Il s'agit d'une estimation de la valeur réelle de la moyenne dans la population. Par conséquent, on veut savoir dans quelle mesure on est certain que cette estimation est exacte. On calcule donc l'IC pour le décrire. Comme on ne veut en général pas qu'il y ait erreur plus de cinq fois sur 100, on utilise l'IC de 95 %. (Si on accepte qu'il y ait erreur 10 fois sur 100, on utilise un IC de 90 %.)

### Distribution normale

Comme la distribution de la plupart des variables est normale, les propriétés de la distribution normale nous aident à les comprendre. Nous savons que la moyenne  $\pm 1$  écart type (ET) décrit 68 % des observations dans la distribution. De la même façon, la moyenne  $\pm 2$  ET décrit 95 % des observations et

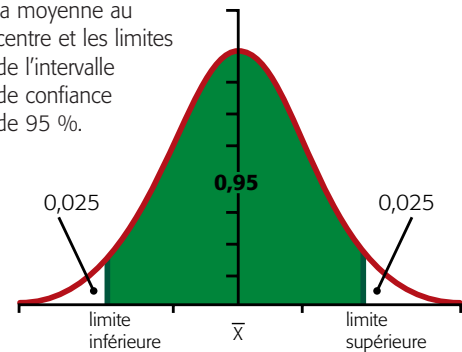
la moyenne  $\pm 3$  ET décrit 99 % des observations (voir figure 2).

### Retour aux exemples

Dans le premier exemple, la prévalence moyenne globale des plaies de pression dans les établissements de soins de santé canadiens est de 26 % (IC de 95 % : 25,2 à 26,8 %). On peut dire que l'estimation de la prévalence moyenne est de 26 % et que l'IC de 95 % de 25,2 à 26,8 % décrit l'intervalle dans lequel on prévoit que la valeur moyenne dans la population cible se situera dans 95 % des cas. On l'exprime en disant qu'on est certain à 95 % que la moyenne dans la population est d'entre 25,2 et 26,8 %.

FIGURE 3

Distribution normale des données montrant la moyenne au centre et les limites de l'intervalle de confiance de 95 %.



Dans le second exemple, l'incidence cumulative des plaies de pression au talon chez les personnes ayant subi une chirurgie orthopédique et dont le suivi couvre le continuum des soins est de 17 % (IC de 95 % : 8 à 26 %). C'est donc dire que l'estimation de l'incidence cumulative est de 17 % et que l'IC de 95 % de 8 à 26 % décrit l'intervalle dans lequel on prévoit que l'incidence moyenne dans la population cible se situera dans 95 % des cas. Encore une fois, on peut dire qu'on est certain à 95 % que l'incidence dans la population est d'entre 8 et 26 %.

### Glossaire

#### Population :

groupe cible que le chercheur veut comprendre (p. ex. les personnes diabétiques)

#### Échantillon :

segment de la population cible utilisé pour estimer une valeur dans cette population

#### Statistique :

valeur obtenue dans un échantillon qui sert à estimer la valeur réelle d'une caractéristique dans la population

#### Paramètre :

valeur réelle d'une caractéristique dans la population qui a été estimée à partir de l'échantillon

FIGURE 2

Courbe de distribution normale divisée en fonction des écarts types et donnant le nombre d'observations comprises dans les zones sous la courbe.

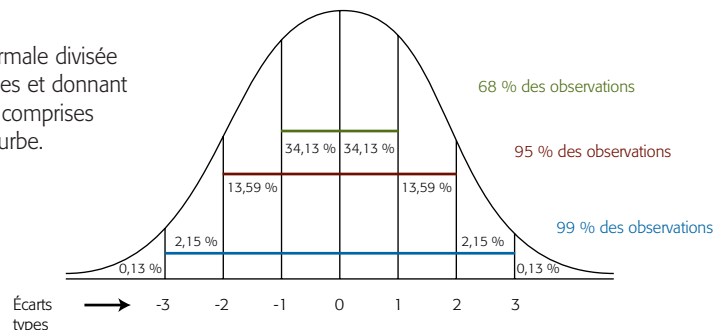
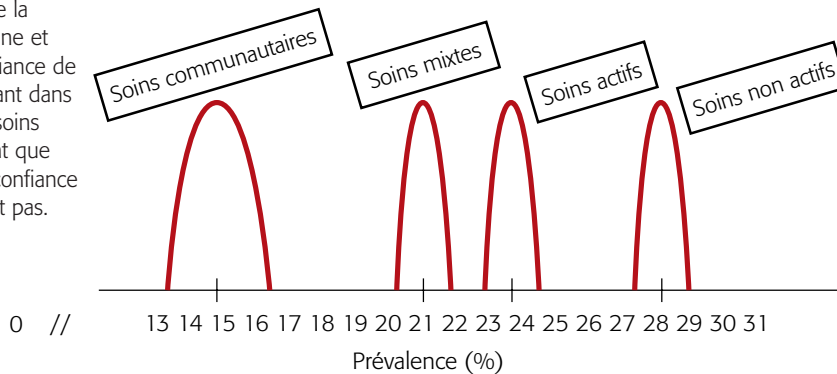


FIGURE 4

Ces estimations de la prévalence moyenne et intervalles de confiance de 95 % correspondant dans divers milieux de soins de santé<sup>1</sup> montrent que les intervalles de confiance ne se chevauchent pas.



#### Ressources suggérées

- Norman GR, Streiner DL. *PDQ Statistics*, 3rd ed. Hamilton: BC Decker Inc., 2003.
- Colton T. *Statistics in Medicine*. Boston, MA: Little Brown and Company, 1974.
- Elzey F. *An Introduction to Statistical Methods in the Behavioral Sciences*. Monterey, CA: Brooks/Cole Publishing Company, 1976.
- Salkind NJ. *Statistics for People Who (Think They) Hate Statistics*, 4th ed. London, UK: Sage Publications Inc., 2011.

Dans le premier exemple, on constate que l'IC est très étroit, soit d'un peu moins de deux points de pourcentage. Cela vient du fait que la moyenne et l'IC sont basés sur un échantillon de grande taille (10 911 sujets). En effet, plus l'échantillon est important, plus l'IC est étroit. Inversement, dans le second exemple, l'IC est plus large, soit de 26 points de pourcentage, parce que l'estimation de l'incidence cumulative dans cette étude est fondée sur seulement 72 sujets. Que l'IC de 95 % soit large ou étroit, on est certain que la valeur dans la population (soit la prévalence ou l'incidence dans les exemples donnés) se situe à l'intérieur de l'intervalle dans 95 % des cas. Manifestement, un IC étroit veut dire qu'on est plus près de connaître la valeur réelle dans la population, surtout si on sait que l'échantillon a été choisi de façon à réduire au minimum le risque de biais.

En résumé, l'IC donne la meilleure approximation de l'écart d'une valeur dans la population selon la valeur dans l'échantillon. La figure 3 illustre la valeur moyenne pour un échantillon et l'IC de 95 %.

#### Chevauchement

Un troisième exemple illustre une autre importante fonction des IC de 95 %, à savoir s'il y a chevauchement ou non.

**Exemple n° 3 :** La prévalence moyenne globale dans les divers milieux de soins de santé a été de 15,1 % (IC de 95 % : 13,4 à 16,8 %) pour les soins communautaires, de 22,1 % (IC de 95 % : 20,9 à 23,4 %) pour les soins mixtes, de 25,1 % (IC de 95 % : 23,8 à 26,3 %) pour les soins actifs et de 29,9 % (IC de 95 % : 29,3 à 31,4 %) pour les soins non actifs<sup>1</sup>.

Comme le montre la figure 4, les IC de 95 % correspondant aux estimations de la prévalence dans les divers milieux de soins ne se chevauchent

pas. Cela veut dire que la différence entre les estimations est significative. Un chevauchement des IC aurait voulu dire que les estimations n'étaient pas significativement différentes les unes des autres et provenaient de la même population.

#### Points clés

En résumé, les échantillons qui sont choisis pour représenter une population cible ne sont pas toujours représentatifs. La statistique déterminée à partir d'un échantillon est une estimation du paramètre de population. L'IC de 95 % pour l'estimation est la meilleure approximation de l'écart du paramètre de population et permet d'affirmer qu'on est certain à 95 % que la valeur dans la population se situe entre les limites de l'intervalle. Selon la taille et la variabilité de l'échantillon, l'IC peut être large ou étroit, mais il indique toujours qu'on est à 95 % certain que la valeur dans la population se situe dans l'intervalle. ☺

#### Références

1. Woodbury MG, Houghton PE. Prevalence of pressure ulcers in Canadian health care settings. *Ostomy Wound Manage.* 2004;50(10):22-38.
2. Campbell KE, Woodbury MG, Labate T, LeMesurier A, Houghton PE. Heel ulcer incidence following orthopedic surgery: A prospective study. *Ostomy Wound Manage.* 2010;56(8):32-39.
3. Woodbury MG, Kuhnke J. Looking at p values: Did the study results happen by chance alone? *Wound Care Canada* 2012; 10(2):6, 8-10.
4. Harris M, Taylor G. *Medical Statistics Made Easy*, 2nd ed. East Kilbride, UK: Scion Publishing Ltd, 2008.