

# How to excel in Excel

## Part 1: formulas and graphs

Dr. Catherine Ivy

Fall 2026

# Table of Contents

- Random Excel tips .....3
- Formulas
  - Dragging formulas.....6
  - Copying/pasting.....7
  - Average/standard deviation.....9
  - Standard error/dragging.....10
- Graphing
  - XY Scatterplot.....11
  - Bar Graph.....17
- Basic Statistics
  - T-test.....23
  - One-way ANOVA.....25
  - Post-hoc tests in GraphPad Quick Calcs.....27

# Optimizing Your Excel Viewing

|  | B     | C   | D                | E                          | F                      | G                               |
|--|-------|-----|------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------------|
|  | ID    | sex | Body mass<br>(g) | Breathing<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) |
|  | 1     | F   | 22               | 60                         | 12                     |                                 |
|  | 4     | F   | 24               | 85                         | 15                     |                                 |
|  | 5     | M   | 18               | 95                         | 11                     |                                 |
|  | 8     | F   | 16               | 91                         | 13                     |                                 |
|  | 9     | M   | 23               | 62                         | 14                     |                                 |
|  | 10    | M   | 25               | 88                         | 10                     |                                 |
|  | 13    | M   | 24               | 79                         | 11                     |                                 |
|  | 15    | F   | 19               | 78                         | 16                     |                                 |
|  | 18    | F   | 26               | 87                         | 14                     |                                 |
|  | 19    | M   | 28               | 86                         | 13                     |                                 |
|  | mean  |     |                  |                            |                        |                                 |
|  | stdev |     |                  |                            |                        |                                 |

Double-click here

|  | B     | C   | D                | E                                    | F                      | G                               |
|--|-------|-----|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
|  | ID    | sex | Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) |
|  | 1     | F   | 22               | 60                                   | 12                     |                                 |
|  | 4     | F   | 24               | 85                                   | 15                     |                                 |
|  | 5     | M   | 18               | 95                                   | 11                     |                                 |
|  | 8     | F   | 16               | 91                                   | 13                     |                                 |
|  | 9     | M   | 23               | 62                                   | 14                     |                                 |
|  | 10    | M   | 25               | 88                                   | 10                     |                                 |
|  | 13    | M   | 24               | 79                                   | 11                     |                                 |
|  | 15    | F   | 19               | 78                                   | 16                     |                                 |
|  | 18    | F   | 26               | 87                                   | 14                     |                                 |
|  | 19    | M   | 28               | 86                                   | 13                     |                                 |
|  | mean  |     |                  |                                      |                        |                                 |
|  | stdev |     |                  |                                      |                        |                                 |
|  | sem   |     |                  |                                      |                        |                                 |

- Some headings may be longer than the cell width, highlight the column(s) and double click on the right side of the column header to auto fit the cell to the text
  - Highlighting many columns will auto fit all highlighted columns

# Optimizing Your Excel Viewing

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'View' tab selected. The 'Freeze Panes' dropdown menu is open, showing three options:

- Freeze Panes**: Keep rows and columns visible while the rest of the worksheet scrolls (based on current selection).
- Freeze Top Row**: Keep the top row visible while scrolling through the rest of the worksheet.
- Freeze First Column**: Keep the first column visible while scrolling through the rest of the worksheet.

The background worksheet displays a table of data under the heading 'Low-altitude'.

|   | ID | sex | Body mass (g) | Breathing Frequency (breaths/min) | Tidal Volume (ul/g) | Total Ventilation (ul/min*g) | ID   |    |    |    |      |      |  |  |  |
|---|----|-----|---------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------|------|----|----|----|------|------|--|--|--|
| 1 |    |     |               |                                   |                     |                              |      |    |    |    |      |      |  |  |  |
| 2 |    |     |               |                                   |                     |                              |      |    |    |    |      |      |  |  |  |
| 3 |    |     |               |                                   |                     |                              |      |    |    |    |      |      |  |  |  |
| 4 |    | 1 F | 22            | 60                                | 12                  | 720                          | 2 M  | 15 | 62 | 15 | 930  | 21 M |  |  |  |
| 5 |    | 4 F | 24            | 85                                | 15                  | 1275                         | 3 F  | 19 | 68 | 17 | 1156 | 22 M |  |  |  |
| 6 |    | 5 M | 18            | 95                                | 11                  | 1045                         | 6 M  | 22 | 72 | 14 | 1008 | 23 M |  |  |  |
| 7 |    | 8 F | 16            | 91                                | 13                  | 1183                         | 7 F  | 23 | 74 | 13 | 962  | 24 F |  |  |  |
| 8 |    | 9 M | 23            | 62                                | 14                  | 868                          | 11 F | 26 | 57 | 11 | 627  | 25 F |  |  |  |

- If you have a lot of data, you can freeze the headers so they scroll as you move through the document
- If you use the “Freeze Panes” option, it will freeze above the selected cell (here it will freeze rows 1-3)
  - A dark line will appear to show you where it is frozen

# Sorting Your Data

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a data table titled "Low-altitude". The table has columns for ID, sex, Body mass (g), Breathing Frequency (breaths/min), Tidal Volume (ul/g), and Total Ventilation (ul/min\*g). The data is sorted by Total Ventilation in descending order. The Sort dialog box is open, showing the "Sort by" dropdown set to "Column A" and the "Sort On" dropdown set to "Cell Values". The "Order" dropdown is set to "A to Z". The "My data has headers" checkbox is unchecked.

| ID    | sex | Body mass (g) | Breathing Frequency (breaths/min) | Tidal Volume (ul/g) | Total Ventilation (ul/min*g) |
|-------|-----|---------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1     | F   | 22            | 60                                | 12                  | 720                          |
| 4     | F   | 24            | 85                                | 15                  | 1275                         |
| 5     | M   | 18            | 95                                | 11                  | 1045                         |
| 8     | F   | 16            | 91                                | 13                  | 1183                         |
| 9     | M   | 23            | 62                                | 14                  | 868                          |
| 10    | M   | 25            | 88                                | 10                  | 880                          |
| 13    | M   | 24            | 79                                | 11                  | 869                          |
| 14    | F   | 19            | 78                                | 16                  | 1248                         |
| 15    | F   | 26            | 87                                | 14                  | 1218                         |
| 16    | M   | 28            | 86                                | 13                  | 1118                         |
| mean  |     | 22.5          | 81.1                              | 12.9                | 1042.4                       |
| stdev |     | 3.7785947     | 11.72319638                       | 1.91195072          | 195.3624552                  |
| sem   |     | 1.1948966     | 3.707200201                       | 0.604611905         | 61.77903276                  |

- You can use the “Filter” option to sort your data
  - You need to ensure that all of your data for a row is sorted together, otherwise Excel will not keep the values for an individual together
  - Highlight all of your data to be sorted, then use “Custom Sort...”

# 'Dragging' Cells with Formulas

| Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) |
|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 22               | 60                                   | 12                     | =E7*F7                          |
| 24               | 85                                   | 15                     |                                 |
| 18               | 95                                   | 11                     |                                 |
| 16               | 91                                   | 13                     |                                 |
| 23               | 62                                   | 14                     |                                 |
| 25               | 88                                   | 10                     |                                 |
| 24               | 79                                   | 11                     |                                 |
| 19               | 78                                   | 16                     |                                 |
| 26               | 87                                   | 14                     |                                 |
| 28               | 86                                   | 13                     |                                 |

- In a cell use = to enter an equation
  - Use + - \* / ( ) to help formulate your equation
  - Click cells you want to include in your equation

| Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) |
|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 22               | 60                                   | 12                     | 720                             |
| 24               | 85                                   | 15                     |                                 |
| 18               | 95                                   | 11                     |                                 |
| 16               | 91                                   | 13                     |                                 |
| 23               | 62                                   | 14                     |                                 |
| 25               | 88                                   | 10                     |                                 |
| 24               | 79                                   | 11                     |                                 |
| 19               | 78                                   | 16                     |                                 |
| 26               | 87                                   | 14                     |                                 |
| 28               | 86                                   | 13                     |                                 |

- To repeat an equation for multiple cells in a column, pull the **bottom right corner** of the cell
  - The cells that are referenced will be changed for each row
  - Ie. D7\*E7 when dragged will read D8\*E8 for the next row

# Copying and Pasting Formulas

|    | Low-altitude |     |                  |                                      |                        |                                 | Mid-altitude |     |                  |                                      |                        |                                 | High-altitude |     |                  |
|----|--------------|-----|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------|-----|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------|-----|------------------|
|    | ID           | sex | Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) | ID           | sex | Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) | ID            | sex | Body mass<br>(g) |
| 7  | 1            | F   | 22               | 60                                   | 12                     | 720                             | 2            | M   | 15               | 62                                   | 15                     | =K7*L7                          | 21            | M   | 2                |
| 8  | 4            | F   | 24               | 85                                   | 15                     | 1275                            | 3            | F   | 19               | 68                                   | 17                     | 1156                            | 22            | M   | 2                |
| 9  | 5            | M   | 18               | 95                                   | 11                     | 1045                            | 6            | M   | 22               | 72                                   | 14                     | 1008                            | 23            | M   | 2                |
| 10 | 8            | F   | 16               | 91                                   | 13                     | 1183                            | 7            | F   | 23               | 74                                   | 13                     | 962                             | 24            | F   | 2                |
| 11 | 9            | M   | 23               | 62                                   | 14                     | 868                             | 11           | F   | 26               | 57                                   | 11                     | 627                             | 25            | F   | 2                |
| 12 | 10           | M   | 25               | 88                                   | 10                     | 880                             | 12           | M   | 24               | 63                                   | 19                     | 1197                            | 26            | F   | 2                |
| 13 | 13           | M   | 24               | 79                                   | 11                     | 869                             | 14           | M   | 25               | 62                                   | 20                     | 1240                            | 27            | M   | 2                |
| 14 | 15           | F   | 19               | 78                                   | 16                     | 1248                            | 16           | F   | 20               | 64                                   | 22                     | 1408                            | 28            | F   | 2                |
| 15 | 18           | F   | 26               | 87                                   | 14                     | 1218                            | 17           | F   | 21               | 60                                   | 21                     | 1260                            | 29            | F   | 2                |
| 16 | 19           | M   | 28               | 86                                   | 13                     | 1118                            | 20           | M   | 24               | 70                                   | 14                     | 980                             | 30            | M   | 2                |

- An equation will be retained when a cell with a formula is copied (Ctrl + C)
  - It will **not** call the original cells in the equation
  - The equation will shift cells, aligning with where it is pasted (Ctrl + V)
- To view the equation of the cell you have highlighted, press F2

# Copying and Pasting Formulas

- To have an equation always reference the same cell, use \$ on both sides of the column letter
  - =Y8\*\$W8 will hold the **column** constant
  - =Y8\*W\$8 will hold the **row** constant
  - =Y8\*\$W\$8 will hold the **cell** constant
- When you drag the cells, this will ensure your equation doesn't drift

# Average and Standard Deviation

| Low-altitude |     |                  |                                      |                    |
|--------------|-----|------------------|--------------------------------------|--------------------|
| ID           | sex | Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Vo<br>(ul/g) |
| 1            | F   | 22               |                                      | 60                 |
| 4            | F   | 24               |                                      | 85                 |
| 5            | M   | 18               |                                      | 95                 |
| 8            | F   | 16               |                                      | 91                 |
| 9            | M   | 23               |                                      | 62                 |
| 10           | M   | 25               |                                      | 88                 |
| 13           | M   | 24               |                                      | 79                 |
| 15           | F   | 19               |                                      | 78                 |
| 18           | F   | 26               |                                      | 87                 |
| 19           | M   | 28               |                                      | 86                 |
| mean         |     | =average(D7:D16) |                                      |                    |
| stdev        |     |                  |                                      |                    |
| sem          |     |                  |                                      |                    |

- Use **=average()** command to calculate the average of selected cells
  - Holding Ctrl will allow you highlight multiple cells that are not in the same column/row

|       |      |                |    |
|-------|------|----------------|----|
|       | 9 M  | 23             | 62 |
|       | 10 M | 25             | 88 |
|       | 13 M | 24             | 79 |
|       | 15 F | 19             | 78 |
|       | 18 F | 26             | 87 |
|       | 19 M | 28             | 86 |
| mean  |      | 22.5           |    |
| stdev |      | =stdev(D7:D16) |    |
| sem   |      |                |    |

- Use **=stdev()** to find the standard deviation of your highlighted cells

# Standard Error and Dragging

| Low-altitude |     |                          |                                      |                 |
|--------------|-----|--------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| ID           | sex | Body mass<br>(g)         | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal<br>(ul/g) |
| 1            | F   | 22                       |                                      | 60              |
| 4            | F   | 24                       |                                      | 85              |
| 5            | M   | 18                       |                                      | 95              |
| 8            | F   | 16                       |                                      | 91              |
| 9            | M   | 23                       |                                      | 62              |
| 10           | M   | 25                       |                                      | 88              |
| 13           | M   | 24                       |                                      | 79              |
| 15           | F   | 19                       |                                      | 78              |
| 18           | F   | 26                       |                                      | 87              |
| 19           | M   | 28                       |                                      | 86              |
| mean         |     | 22.5                     |                                      |                 |
| stdev        |     | 3.7785947                |                                      |                 |
| sem          |     | =D19/sqrt(count(D7:D16)) |                                      |                 |

|       |   |           |    |    |      |
|-------|---|-----------|----|----|------|
| 13    | M | 24        | 79 | 11 | 869  |
| 15    | F | 19        | 78 | 16 | 1248 |
| 18    | F | 26        | 87 | 14 | 1218 |
| 19    | M | 28        | 86 | 13 | 1118 |
| mean  |   | 22.5      |    |    |      |
| stdev |   | 3.7785947 |    |    |      |
| sem   |   | 1.1948966 |    |    |      |

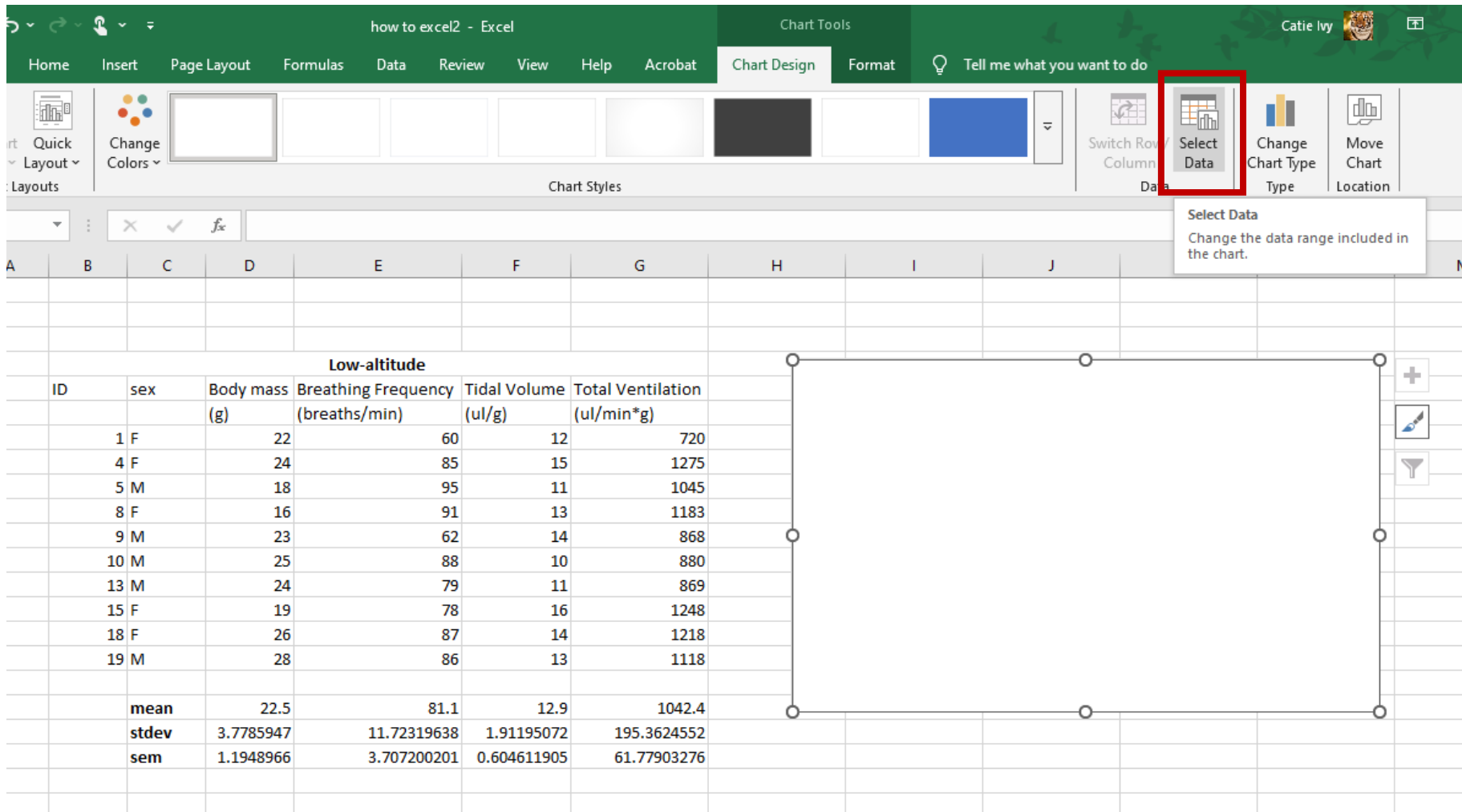
- Excel doesn't have a standard error function, so you have to write it in yourself

- Use =stdev()/sqrt(n)
- Count() will just count the number of cells used

$$SE = \frac{SD}{\sqrt{N}}$$

- You can drag the formula of multiple cells (only along a row)
  - Highlight the cells and then drag the bottom right corner over
  - The formula is altered for each column

# Graphing – XY Scatter Plot



- Use 'Select Data' to add data to your graph (after picking the type of graph you want from the 'Insert' tab)

# Graphing – XY Scatter Plot

| ID    | sex | Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) |
|-------|-----|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1     | F   | 22               | 60                                   | 12                     | 720                             |
| 4     | F   | 24               | 85                                   | 15                     | 1275                            |
| 5     | M   | 18               | 95                                   | 11                     | 1045                            |
| 8     | F   | 16               | 91                                   | 13                     | 1183                            |
| 9     | M   | 23               | 62                                   | 14                     | 868                             |
| 10    | M   | 25               | 88                                   | 10                     | 880                             |
| 13    | M   | 24               | 79                                   | 11                     | 869                             |
| 15    | F   | 19               | 78                                   | 16                     | 1248                            |
| 18    | F   | 26               | 87                                   | 14                     | 1218                            |
| 19    | M   | 28               | 86                                   | 13                     | 1118                            |
| mean  |     | 22.5             | 81.1                                 | 12.9                   | 1042.4                          |
| stdev |     | 3.7785947        | 11.72319638                          | 1.91195072             | 195.3624552                     |
| sem   |     | 1.1948966        | 3.707200201                          | 0.604611905            | 61.77903276                     |

- Click 'Add'

# Graphing – XY Scatter Plot

| Low-altitude |     |                  |                                      |                        |                                 |
|--------------|-----|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| ID           | sex | Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) |
| 1            | F   | 22               | 60                                   | 12                     | 720                             |
| 4            | F   | 24               | 85                                   | 15                     | 1275                            |
| 5            | M   | 18               | 95                                   | 11                     | 1045                            |
| 8            | F   | 16               | 91                                   | 13                     | 1183                            |
| 9            | M   | 23               | 62                                   | 14                     | 868                             |
| 10           | M   | 25               | 88                                   | 10                     | 880                             |
| 13           | M   | 24               | 79                                   | 11                     | 869                             |
| 15           | F   | 19               | 78                                   | 16                     | 1248                            |
| 18           | F   | 26               | 87                                   | 14                     | 1218                            |
| 19           | M   | 28               | 86                                   | 13                     | 1118                            |
|              |     |                  |                                      |                        |                                 |
| mean         |     | 22.5             | 81.1                                 | 12.9                   | 1042.4                          |
| stdev        |     | 3.7785947        | 11.72319638                          | 1.91195072             | 195.3624552                     |
| sem          |     | 1.1948966        | 3.707200201                          | 0.604611905            | 61.77903276                     |

?

×

Edit Series

Series name:

Breathing Frequency

↑

= Breathing Freq...

Series X values:

=Sheet1!\$D\$7:\$D\$16

↑

= 22, 24, 18, 16...

Series Y values:

=Sheet1!\$E\$7:\$E\$16

↑

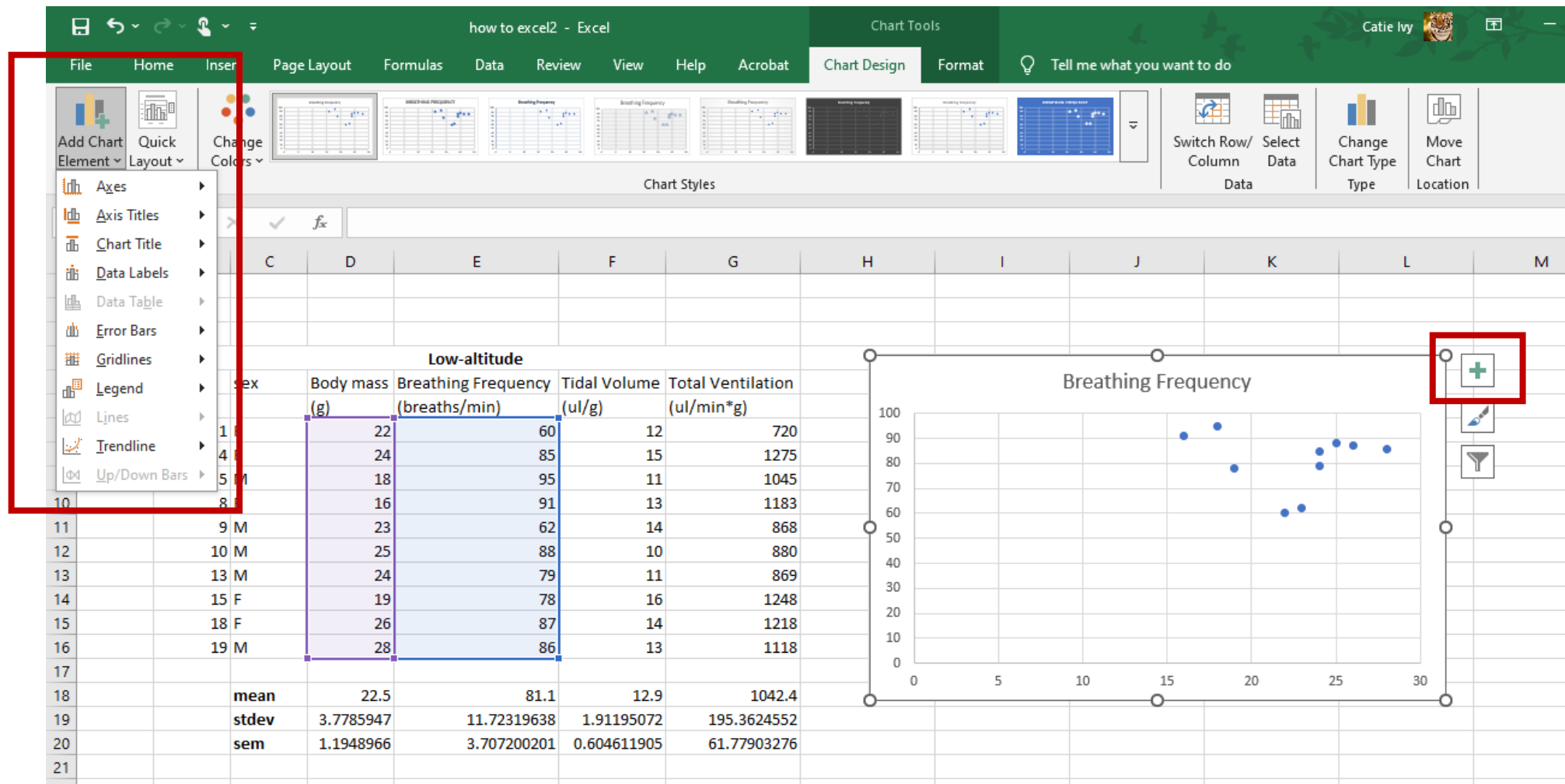
= 60, 85, 95, 91...

OK

Cancel

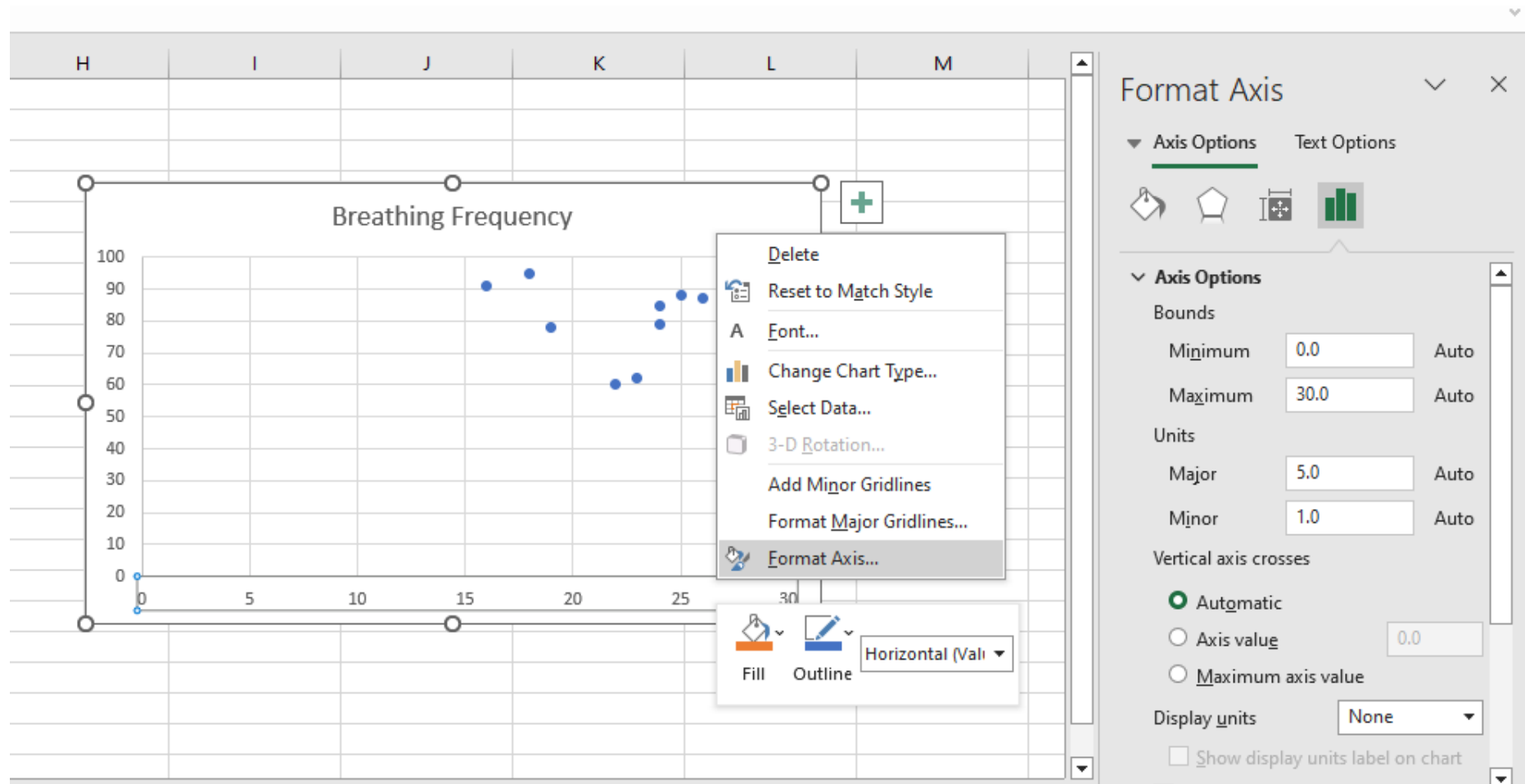
- Use the arrows to select regions of cells to put on your graph
- For a scatter plot, the regions selected for X and Y values should match

# Graphing – XY Scatter Plot



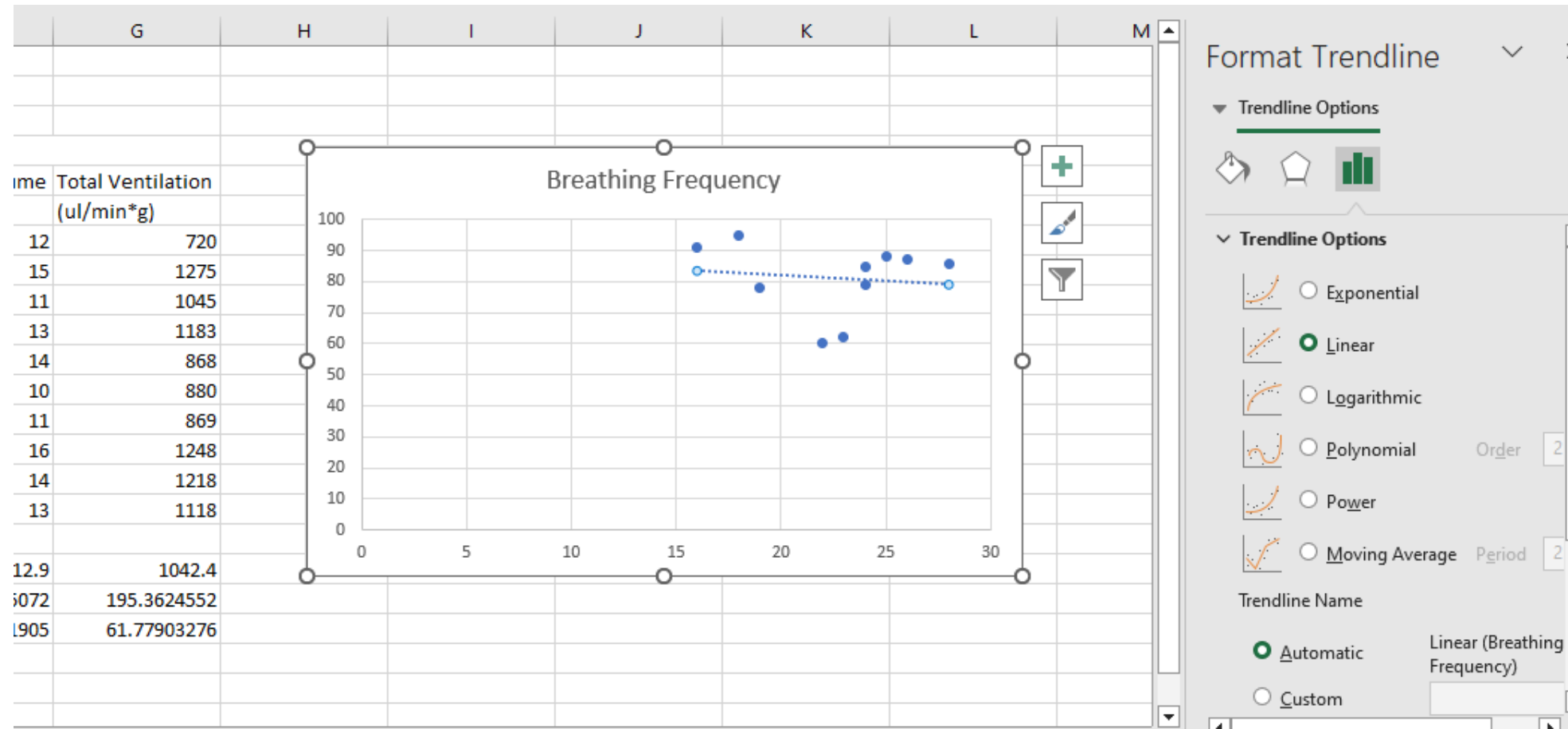
- Use 'Add Chart Element' or + next to the graph to add axis titles

# Graphing – XY Scatter Plot



- Double-click or right-click on an axis will open a 'Format Axis' window, allowing you to alter the axis ranges

# Graphing – XY Scatter Plot



- Right-click on a data point to “Add a trendline...”
- You can also add the equation and  $R^2$  value in this format box

# Graphing – Bar Graph

| Low-altitude |     |                  |                                      |                        |                                 | Mid-altitude |     |                  |                                      |                        |                                 |
|--------------|-----|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------|-----|------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| ID           | sex | Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) | ID           | sex | Body mass<br>(g) | Breathing Frequency<br>(breaths/min) | Tidal Volume<br>(ul/g) | Total Ventilation<br>(ul/min*g) |
| 1            | F   | 22               | 60                                   | 12                     | 720                             | 2            | M   | 15               | 62                                   | 15                     | 930                             |
| 4            | F   | 24               | 85                                   | 15                     | 1275                            | 3            | F   | 19               | 68                                   | 17                     | 1276                            |
| 5            | M   | 18               | 95                                   | 11                     | 1045                            | 6            | M   | 22               | 72                                   | 14                     | 1008                            |
| 8            | F   | 16               | 91                                   | 13                     | 1183                            | 7            | F   | 23               | 74                                   | 13                     | 1002                            |
| 9            | M   | 23               | 62                                   | 14                     | 868                             | 11           | F   | 26               | 57                                   | 11                     | 727                             |
| 10           | M   | 25               | 88                                   | 10                     | 880                             | 12           | M   | 24               | 63                                   | 19                     | 1242                            |
| 13           | M   | 24               | 79                                   | 11                     | 869                             | 14           | M   | 25               | 62                                   | 20                     | 1240                            |
| 15           | F   | 19               | 78                                   | 16                     | 1248                            | 16           | F   | 20               | 64                                   | 21                     | 1284                            |
| 18           | F   | 26               | 87                                   | 14                     | 1218                            | 17           | F   | 21               | 60                                   | 21                     | 1260                            |
| 19           | M   | 28               | 86                                   | 13                     | 1118                            | 20           | M   | 24               | 70                                   | 14                     | 1008                            |
| mean         |     |                  |                                      |                        |                                 | mean         |     |                  |                                      |                        |                                 |
| stdev        |     |                  |                                      |                        |                                 | stdev        |     |                  |                                      |                        |                                 |
| sem          |     |                  |                                      |                        |                                 | sem          |     |                  |                                      |                        |                                 |

?

×

Edit Series

Series name:

Low-altitude

↑

= Low-altitude

Series values:

=Sheet1!\$D\$18:\$F\$18

↑

= 81.1, 12.9, 10...

OK

Cancel

- Use 'Select Data' to add data to your graph (after picking the type of graph you want from the 'Insert' tab)
  - Click "Add"
- Add averages of data from the same series (e.g. Low altitude)

# Graphing – Bar Graph

| Low-altitude |     |               |                                   |                     |                              |       |     |               |                                   |
|--------------|-----|---------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------|-------|-----|---------------|-----------------------------------|
| ID           | sex | Body mass (g) | Breathing Frequency (breaths/min) | Tidal Volume (ul/g) | Total Ventilation (ul/min*g) | ID    | sex | Body mass (g) | Breathing Frequency (breaths/min) |
| 1            | F   | 22            | 60                                | 12                  | 720                          | 2     | M   | 15            | 19                                |
| 4            | F   | 24            | 85                                | 15                  | 1275                         | 3     | F   | 19            | 22                                |
| 5            | M   | 18            | 95                                | 11                  | 1045                         | 6     | M   | 22            | 23                                |
| 8            | F   | 16            | 91                                | 13                  | 1183                         | 7     | F   | 23            | 26                                |
| 9            | M   | 23            | 62                                | 14                  | 868                          | 11    | F   | 24            | 25                                |
| 10           | M   | 25            | 88                                | 10                  | 880                          | 12    | M   | 20            | 21                                |
| 13           | M   | 24            | 79                                | 11                  | 869                          | 14    | M   | 24            | 21                                |
| 15           | F   | 19            | 78                                | 16                  | 1248                         | 16    | F   | 20            | 24                                |
| 18           | F   | 26            | 87                                | 14                  | 1218                         | 17    | F   | 21            | 24                                |
| 19           | M   | 28            | 86                                | 13                  | 1118                         | 20    | M   | 24            | 24                                |
|              |     |               |                                   |                     |                              |       |     |               |                                   |
| mean         |     | 22.5          | 81.1                              | 12.9                | 1042.4                       | mean  |     | 21.9          |                                   |
| stdev        |     | 3.778595      | 11.72319638                       | 1.91195072          | 195.3624552                  | stdev |     | 3.28126       |                                   |
| sem          |     | 1.194897      | 3.707200201                       | 0.604611905         | 61.77903276                  | sem   |     | 1.037625      |                                   |

?

×

Select Data Source

Chart data range:

↑

The data range is too complex to be displayed. If a new range is selected, it will replace all of the series in the Series panel.

↶

Switch Row/Column

↷

Legend Entries (Series)

+

Add

✎

Edit

✕

Remove

▲

▼

Horizontal (Category) Axis Labels

✎

Edit

☒ Low-altitude
 ☒ Mid-altitude

☒ 1
 ☒ 2
 ☒ 3

Hidden and Empty Cells

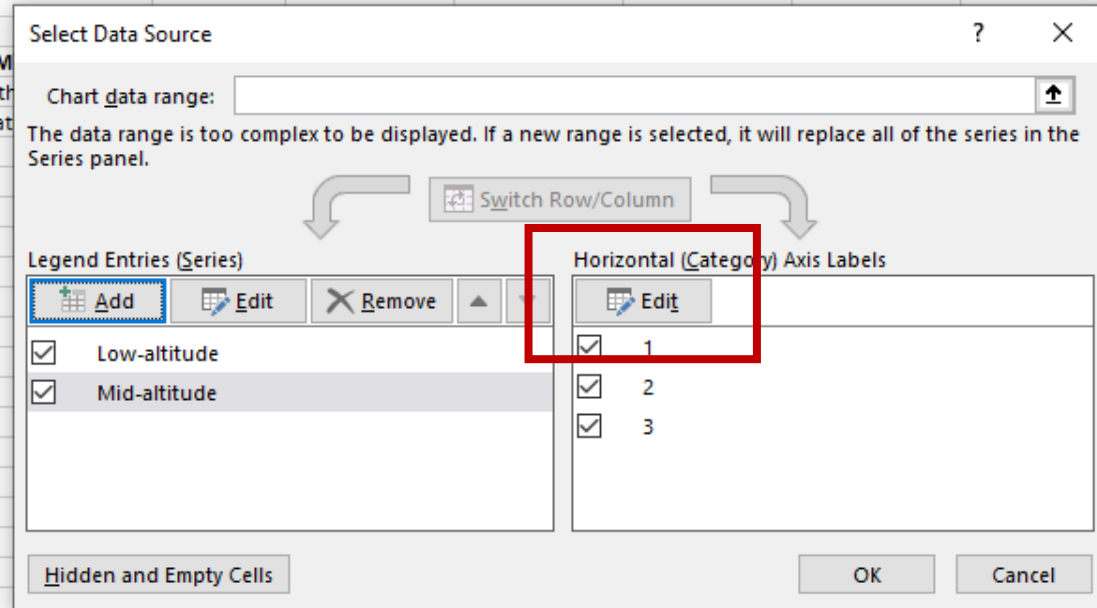
OK

Cancel

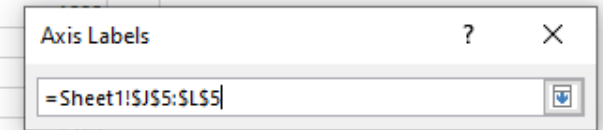
- Continue to “Add” series as needed
  - E.g. add mid altitude
  - Highlight values in the same order

18

# Graphing – Bar Graph

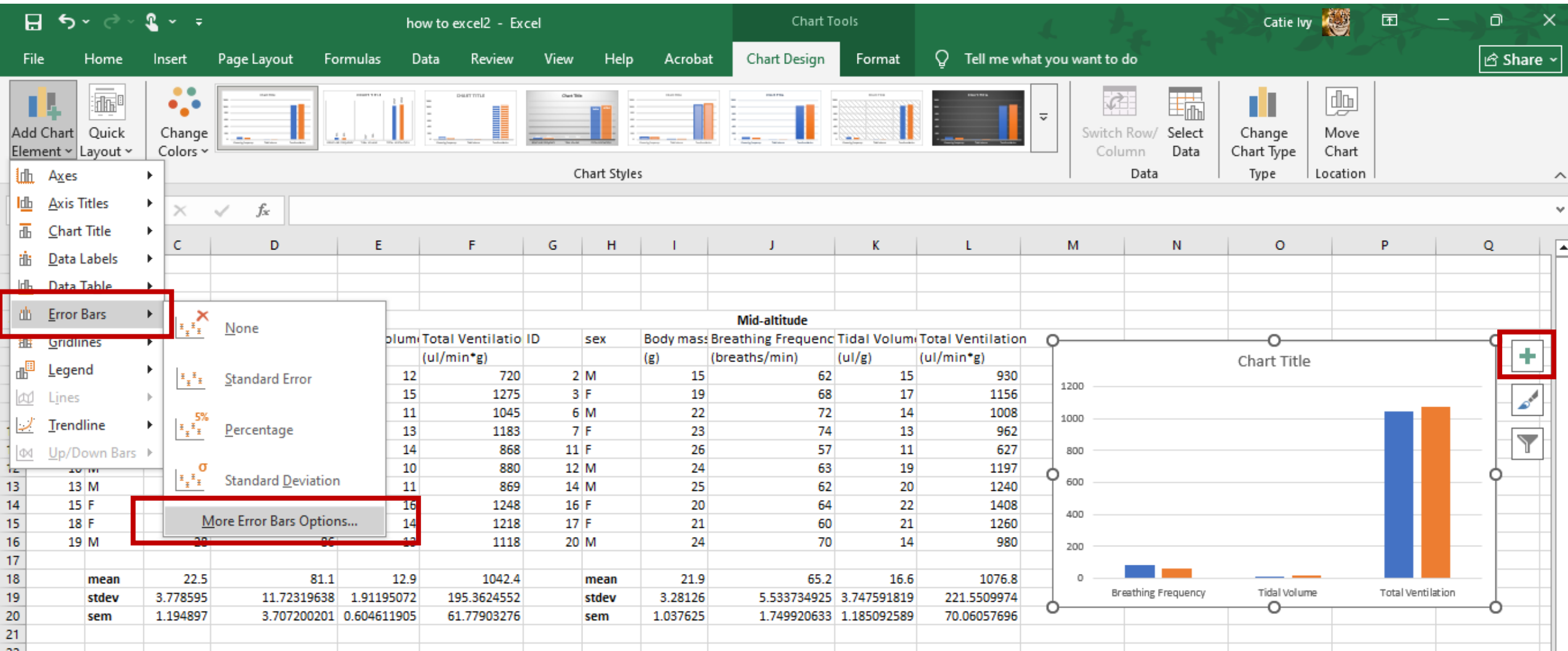


| Mid-altitude |               |                                   |                     |                              |
|--------------|---------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Sex          | Body mass (g) | Breathing Frequency (breaths/min) | Tidal Volume (ul/g) | Total Ventilation (ul/min*g) |
| M            | 15            | 62                                | 15                  | 930                          |
| F            | 19            | 68                                | 17                  | 1156                         |
| M            | 22            | 72                                | 14                  |                              |
| F            | 23            | 74                                | 13                  |                              |
| F            | 26            | 57                                | 11                  |                              |
| M            | 24            | 63                                | 19                  |                              |
| M            | 25            | 62                                | 20                  | 1240                         |
| F            | 20            | 64                                | 22                  | 1408                         |
| F            | 21            | 60                                | 21                  | 1260                         |
| M            | 24            | 70                                | 14                  | 980                          |
| mean         | 21.9          | 65.2                              | 16.6                | 1076.8                       |
| stdev        | 3.28126       | 5.533734925                       | 3.747591819         | 221.5509974                  |
| sem          | 1.037625      | 1.749920633                       | 1.185092589         | 70.06057696                  |



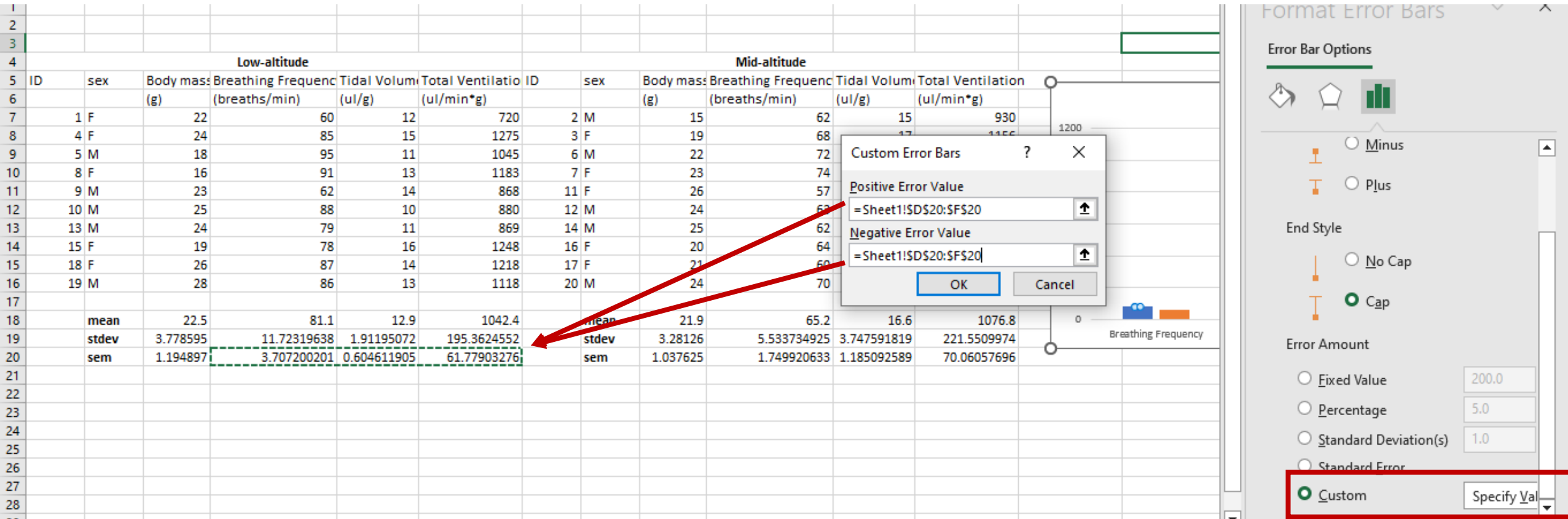
- To change the labels of the horizontal axis, click the “Edit” button
- Highlight the cell labs that correspond

# Graphing – Bar Graph



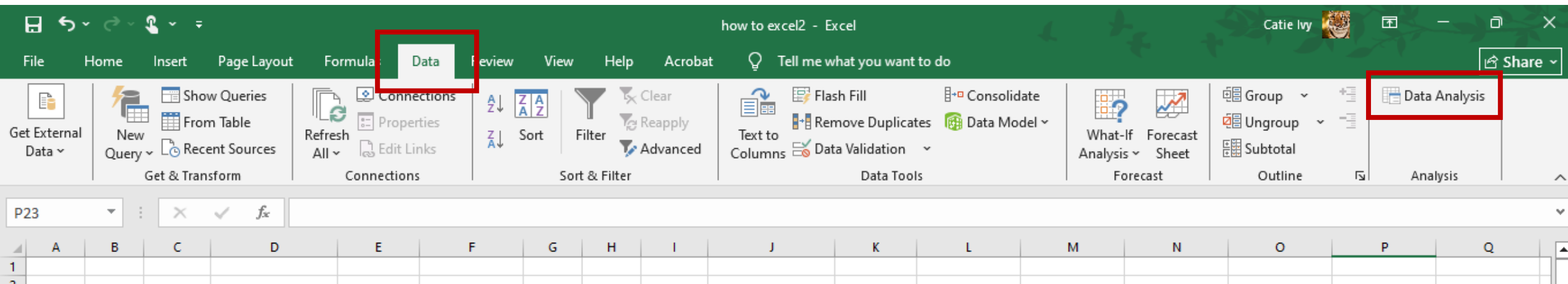
- Add error bars by using the “Add Chart Element” or + beside the graph
- Select the “More...” option so we can add the SEM we calculated

# Graphing – Bar Graph



- It will prompt you for the series to add error bars to
- Add “Custom” (last option) and click “Specify Value”
- Highlight appropriate cells in the order of the data

# Basic Statistics in Excel



- You need to have the Data Analysis package installed (Google how to do this if you don't)
- The “Data Analysis” feature will be available under the Data tab

# Statistics – T-test

(When comparing only two variables/treatments)

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

Input

Variable 1 Range:

Variable 2 Range:

Hypothesized Mean Difference:

☐ Labels

Alpha:

Output options

☒ Output Range:

☐ New Worksheet Ply:

☐ New Workbook

OK Cancel Help

- Click on “Data Analysis”, select “T-test assuming equal variances”
  - Highlight the data you want to compare
  - Enter 0 for hypothesized differences between means
  - Alpha is your significance level (0.05)

# Statistics – T-test

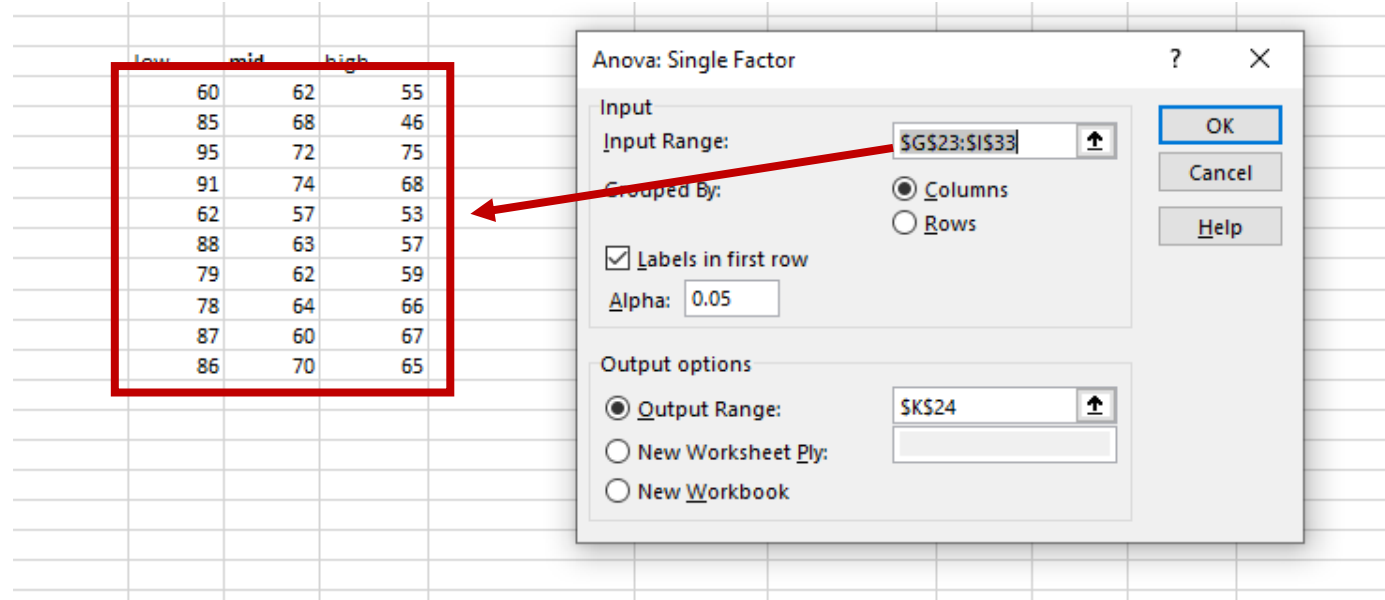
(When comparing only two variables/treatments)

| t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances |             |             |
|---------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                             | Variable 1  | Variable 2  |
| Mean                                        | 22.5        | 21.9        |
| Variance                                    | 14.27777778 | 10.76666667 |
| Observations                                | 10          | 10          |
| Pooled Variance                             | 12.52222222 |             |
| Hypothesized Mean Difference                | 0           |             |
| df                                          | 18          |             |
| t Stat                                      | 0.879196159 |             |
| P(T<=t) one-tail                            | 0.354510968 |             |
| t critical one-tail                         | 2.101815561 |             |
| P(T<=t) two-tail                            | 0.709021936 |             |
| t critical two-tail                         | 2.10092204  |             |

- Use the **one-tail** p-value if you predict your results will only increase or only decrease (one direction)
- If you don't know what the outcome of your results will be (they could increase or decrease) then use a **two-tail**

# Statistics – One-way ANOVA

(When comparing more than two variables/treatments)



- After clicking the “Data Analysis” button, click “ANOVA single factor”
  - Highlight all the cells and columns to be compared and check whether they are grouped by column or row
  - If you include the titles, check the “Labels in first row” box

# Statistics – One-way ANOVA

(When comparing more than two variables/treatments)

(Will be useful later)

| low | mid | high |                      |             |     |         |          |            |
|-----|-----|------|----------------------|-------------|-----|---------|----------|------------|
| 60  | 62  | 55   |                      |             |     |         |          |            |
| 85  | 68  | 46   |                      |             |     |         |          |            |
| 95  | 72  | 75   |                      |             |     |         |          |            |
| 91  | 74  | 68   |                      |             |     |         |          |            |
| 62  | 57  | 53   |                      |             |     |         |          |            |
| 88  | 63  | 57   |                      |             |     |         |          |            |
| 79  | 62  | 59   |                      |             |     |         |          |            |
| 78  | 64  | 66   |                      |             |     |         |          |            |
| 87  | 60  | 67   |                      |             |     |         |          |            |
| 86  | 70  | 65   |                      |             |     |         |          |            |
|     |     |      | Anova: Single Factor |             |     |         |          |            |
|     |     |      | SUMMARY              |             |     |         |          |            |
|     |     |      | Groups               | Count       | Sum | Average | Variance |            |
|     |     |      | low                  | 10          | 811 | 81.1    | 137.4333 |            |
|     |     |      | mid                  | 10          | 652 | 65.2    | 80.62222 |            |
|     |     |      | high                 | 10          | 611 | 61.1    | 74.1     |            |
|     |     |      | ANOVA                |             |     |         |          |            |
|     |     |      | Source of Variati    | SS          | df  | MS      | F        | P-value    |
|     |     |      | Between Grs          | 2322.066667 | 2   | 1161.03 | 13.82624 | 7.3397E-05 |
|     |     |      | Within Group         | 2179.4      | 27  | 80.7185 |          |            |
|     |     |      | Total                | 4411.466667 | 29  |         |          |            |

This is the residual row (remember this, we will need it later)

- The p-value reported tells you if there is a difference between any of the means of the groups you compared, it **DOES NOT** tell you which treatments are different!

- A post-test is required to figure out which means (treatments) are different
- Use GraphPad!  
<http://www.graphpad.com/quickcalcs/>

# GraphPad – ANOVA post-test

The screenshot shows the GraphPad Software website. At the top, there is a navigation bar with a search bar, a shopping cart icon, and links for 'Sign In' and 'Cart'. Below the navigation bar, the 'GraphPad Software' logo is on the left, and a menu with 'Scientific Software', 'Data Analysis Resource Center', 'Company', 'Support', and 'How to Buy' is on the right. The main heading is 'QuickCalcs' in large orange letters. Below it, a subheading says 'Choose the kind of calculator you want to use'. There are five radio button options: 'Categorical data', 'Continuous data' (which is selected and highlighted with a red rectangular box), 'Statistical distributions and interpreting P values', 'Random numbers', and 'Chemical and radiochemical data'. Each option has a brief description of the calculations it performs. At the bottom left of the options is a 'CONTINUE' button with a right arrow. On the right side of the page, there are four promotional cards for 'GraphPad Prism', 'InStat', 'StatMate', and a 'Questions about curve fitting or statistics?' link.

GraphPad Software

Scientific Software Data Analysis Resource Center Company Support How to Buy

## QuickCalcs

Choose the kind of calculator you want to use

- ☐ Categorical data  
Fisher's, Chi square, McNemar's, Sign test, CI of proportion, NNT (number needed to treat), kappa.
- ☒ Continuous data  
Descriptive statistics, detect outlier, t test, CI of mean/difference/ratio/SD, multiple comparisons tests, linear regression.
- ☐ Statistical distributions and interpreting P values  
Calculate P from t, z, r, F or chi-square, or vice-versa. View Binomial, Poisson or Gaussian distribution. Correct a P value for multiple comparisons and Bayes.
- ☐ Random numbers  
Assign subjects to groups, simulate data.
- ☐ Chemical and radiochemical data  
Create and convert molar solutions, convert moles & grams, radioactivity calculations.

CONTINUE >

GraphPad Prism  
Organize, analyze and graph and present your scientific data.  
[MORE >](#)

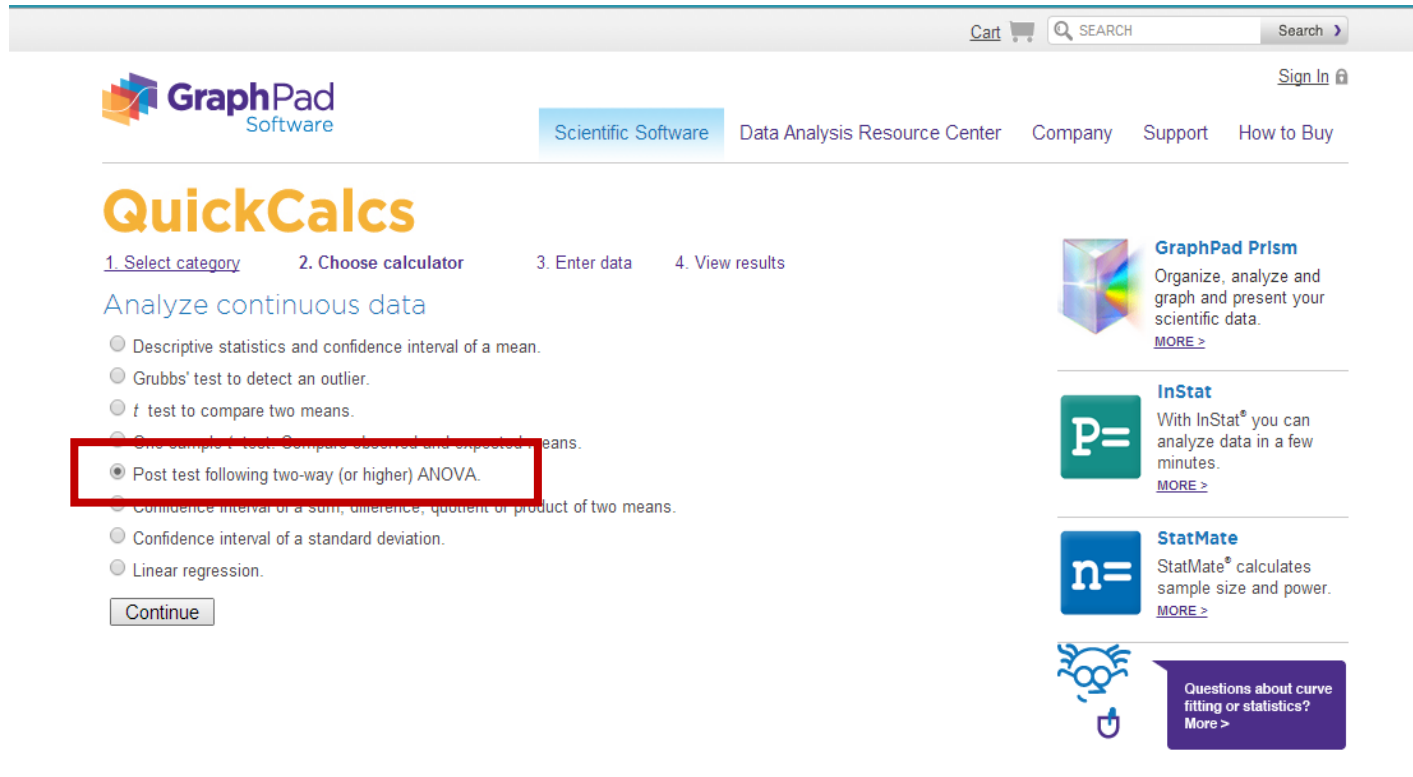
InStat  
With InStat® you can analyze data in a few minutes.  
[MORE >](#)

StatMate  
StatMate® calculates sample size and power.  
[MORE >](#)

Questions about curve fitting or statistics?  
[More >](#)

- Normally, you will have continuous data (your values have the possibility of being any value on an infinite number line)

# GraphPad – ANOVA post-test



The screenshot shows the GraphPad Software website's 'QuickCalcs' section. The 'Analyze continuous data' category is selected. Under this category, the option 'Post test following two-way (or higher) ANOVA' is selected and highlighted with a red rectangle. Other options include 'Descriptive statistics and confidence interval of a mean', 'Grubbs' test to detect an outlier', 't test to compare two means', 'One sample t test: Compare observed and expected means', 'Confidence interval of a sum, difference, quotient or product of two means', 'Confidence interval of a standard deviation', and 'Linear regression'. The 'Continue' button is visible at the bottom of the list. On the right side, there are links to 'GraphPad Prism', 'InStat', and 'StatMate', each with a brief description and a 'MORE >' link. At the bottom right, there is a link to 'Questions about curve fitting or statistics?' with a 'More >' link.

GraphPad Software

Scientific Software Data Analysis Resource Center Company Support How to Buy

## QuickCalcs

1. Select category 2. Choose calculator 3. Enter data 4. View results

Analyze continuous data

- ☐ Descriptive statistics and confidence interval of a mean.
- ☐ Grubbs' test to detect an outlier.
- ☐ t test to compare two means.
- ☐ One sample t test: Compare observed and expected means.
- ☒ Post test following two-way (or higher) ANOVA.
- ☐ Confidence interval of a sum, difference, quotient or product of two means.
- ☐ Confidence interval of a standard deviation.
- ☐ Linear regression.

Continue

**GraphPad Prism**  
Organize, analyze and graph and present your scientific data.  
[MORE >](#)

**InStat**  
With InStat® you can analyze data in a few minutes.  
[MORE >](#)

**StatMate**  
StatMate® calculates sample size and power.  
[MORE >](#)

Questions about curve fitting or statistics?  
[More >](#)

- For an ANOVA, click the post-test option for ANOVAs
  - You could also conduct t-tests in this software if you didn't want to deal with Excel

# GraphPad – ANOVA post-test

From the  
excel output

**1. Enter ANOVA results**  
Find the row in the ANOVA table labeled 'residual' or 'error' (ordinary ANOVA) and enter the Mean Square (MS) and degrees of freedom (DF) below.

MSresidual:

DFresidual:

**2. Choose alpha**  
Pick a [significance level, alpha](#).  
(0.05 is standard.)

☐ Alpha = 0.01 (confidence level = 99%)

☒ Alpha = 0.05 (confidence level = 95%)

☐ Alpha = 0.10 (confidence level = 90%)

☐ Alpha =

**3. Enter the comparisons below**  
Enter one comparison in each row. For each comparison, enter the mean values for the two cells. Also enter sample size for each. Optionally enter labels to help you organize the results. This calculator compares pairs of cells; it does not compare entire rows or columns.

**4. View the results**

[Calculate Now](#)

[Clear the Form](#)

From the excel output

|    | Label                          | Mean1                             | Mean2                             | N1                              | N2                              |
|----|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1: | <input type="text" value="1"/> | <input type="text" value="81.1"/> | <input type="text" value="65.2"/> | <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="10"/> |
| 2: | <input type="text" value="2"/> | <input type="text" value="81.1"/> | <input type="text" value="61.1"/> | <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="10"/> |
| 3: | <input type="text" value="3"/> | <input type="text" value="65.2"/> | <input type="text" value="61.1"/> | <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="10"/> |
| 4: | <input type="text"/>           | <input type="text"/>              | <input type="text"/>              | <input type="text"/>            | <input type="text"/>            |

Number of  
samples in  
each group

You will have to make  
all the possible  
comparisons (possibly  
doesn't allow text  
anymore)

# GraphPad – ANOVA post-test

- Tells you whether the means are significantly different or not, but does not give you the p-value
- If you want to report the p-values you can use the t-values to find them (in a t-table)

## Confidence intervals

| Comparison | Mean1 - Mean2 | 95% CI of difference |
|------------|---------------|----------------------|
| 1: 1       | +15.9         | +5.6 to +26.2        |
| 2: 2       | +20.0         | +9.7 to +30.3        |
| 3: 3       | +4.1          | -6.2 to +14.4        |

## Statistical Significance

| Comparison | Significant? (P < 0.05?) | t     |
|------------|--------------------------|-------|
| 1: 1       | Yes                      | 3.957 |
| 2: 2       | Yes                      | 4.978 |
| 3: 3       | No                       | 1.020 |

## Review of the data you entered

| Comparison | Mean 1 | Mean 2 | N1 | N2 |
|------------|--------|--------|----|----|
| 1: 1       | +81.1  | +65.2  | 10 | 10 |
| 2: 2       | +81.1  | +61.1  | 10 | 10 |
| 3: 3       | +65.2  | +61.1  | 10 | 10 |

Mean Square= 80.71851852 DF= 27