

生物统计学 – 第 17 周 – 复习题目 (2023—2024 秋季学期)

1. 研究人员检验了盛啤酒的杯子形状是否对喝啤酒的时间有影响。研究人员给参与者提供了 12 盎司（约 350 毫升）冰镇啤酒，并告诉他们在观看自然纪录片时应按照自己的节奏饮用。参与者被随机分配到两种啤酒杯，形状分别为直角玻璃杯或弧形玻璃杯。以下数据是 19 名参与者喝完一杯啤酒的总时间（以分钟为单位）。

直角玻璃杯组 = {11.63, 10.37, 17.89, 6.96, 20.40, 20.64, 9.26, 18.11, 10.33, 23.54};

弧形玻璃杯组 = {7.46, 9.28, 8.90, 6.73, 8.25, 6.16, 13.09, 2.10, 6.37};

- (1) 请判断以下说法正确还是错误：

- a. 这是一项观察研究；()
- b. 这是一项控制试验研究；()

- (2) 请什么图像可以表示上述题目中的数据？

- (3) 请选择合适的图像类型进行手绘来表示题目中的数据；

- (4) 请分别计算喝完一杯啤酒的平均用时（分钟）：直角玻璃杯组 (Y_1) 和弧形玻璃杯组 (Y_2)；

- (5) 用什么描述统计量可以衡量 Y_1 和 Y_2 的估计上的不确定性？

- (6) 研究人员针对该研究问题“杯子形状是否影响喝酒时间”，应用两样本 t 检验的方法进行完整的统计假设：包括零假设和备择假设的叙述，计算统计检验量，并给出最终结论。以下数据和公式可供中间步骤计算。此外， $t_{0.05(2), df=17} = \pm 2.11$ ；如果未用 R 语言得出确切 P 值的话，P 值可为与 $\alpha = 0.05$ 的大小判断，即 $P > 0.05$ 或 $P < 0.05$ 。

$$Y_1 - Y_2 = 7.320; \quad s_p^2 = \frac{df_1 s_1^2 + df_2 s_2^2}{df_1 + df_2} = 21.984; \quad SE_{Y_1 - Y_2} = \sqrt{s_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)} = 2.154$$

2. 环颈蜥的雄性蜥蜴在领地互动中会使用下颚作为武器。研究人员检验下颚的武器性能（以牛顿为单位的咬合力，bite_force，单位 N）是否能预测该物种的领地大小（territory_size，单位 m²）。他们对 11 只雄性的上述两个变量的测量结果，具体数据如下（两个变量的数值一一对应，即顺序相同的数值为同一个个体测量所得）：

下颚咬合力 (N) = {28.2, 33.9, 29.5, 39.8, 41.7, 44.7, 46.8, 47.9, 36.3, 35.5, 33.9};
 领地大小 (m²) = {37, 589, 871, 977, 1288, 2138, 2455, 3548, 2692, 2042, 3020};

- (1) 请判断以下说法正确还是错误：

- 这是一项观察研究；()
- 这是一项控制试验研究；()

- (2) 请问题目中哪个变量是解释变量？哪个变量是响应变量？

- (3) 研究人员针对“咬合力能否预测该物种的领地大小”进行了线性回归拟合，请给出两个参数的计算结果，并给出回归斜率的 95%置信区间（按照 2SE 法则进行估计）；可参考下面的中间步骤数据：

$$\bar{X} = 38.01818; \bar{Y} = 1823.364;$$

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = 448.3164; \quad \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = 11062201;$$

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) = 41048.93;$$

$$MS_{residual} = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 - b \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n-2} = 811678; \quad SE_b = \sqrt{\frac{MS_{residual}}{\sum (X_i - \bar{X})^2}} = 42.5461;$$

- (4) 请针对“咬合力能否预测该物种的领地大小”给出完整的假设检验；参考 $t_{0.05(2), df=9} = \pm 2.262$ ；如果未用 R 语言得出确切 P 值的话，P 值可为与 $\alpha = 0.05$ 的大小判断，即 $P > 0.05$ 或 $P < 0.05$ 。

- (5) 在 R 语言中可以用怎样的代码对题目中的数据进行线性回归？请写出一行 R 代码。

- (6) 针对问题（3）还可以应用方差分析（ANOVA）来进行检验，请完成下表，并根据 F 值（关键值 $F_{0.05(1), 1, 10} = 2.229$ ）给出结论。

	Df	Sum of squares	Mean squares	F value	Pr(>F)
bite_force	1	3758539			
Residuals	9	7303662		----	----

- (7) 请根据（6）中表格计算回归拟合的 R^2 ，并解释该数值表示的含义；