·讲　座·

医学统计学的基本方法(三)

潘子昂　王石麟　李占魁

三　统计检验

在医学研究中，由于受仪器、方法等外界客观因素，以及研究人员本身技术水平等主观因素的影响，使得到的数据总有波动和差异，其中存在有随机误差、系统误差和过失误差。这些误差常纠缠在一起，除极为明显的情况外，一般难于进行直观的分辨。统计检验就是用统计的方法来处理这一问题。通过使用各种统计检验方法，可对获得的数据的可靠性作出迅速和准确的评价。这是研究人员的一项重要技能，同时也是科研工作中的重要部分。

1　统计假设和显著性检验

在进行统计检验时，先假设所取得的数据来自同一总体，也就是说不存在系统误差，数据无实质性差异。这种假设称为统计假设，简称假设。那么，按照这个假设，$\bar{x}$ 应近似遵循正态分布。再根据统计理论，计算由于系统误差造成这种数据差异的概率，如果概率小于某个数值如5%，此时我们称为小概率事件，实际发生的可能性不大，因而认为 $\bar{x}$ 来自正态分布的可能性太小，不能认为首先提出的假设是正确的，则否定假设，认为差异是显著的。如果概率较大，则 $\bar{x}$ 来自正态分布的可能性较大，就承认假设，认为差异不显著。这类检验叫做参数的显著性检验。

统计检验是由样本值来推断总体的特性。既然是推断，当然不可能有100%的把握，因此，在作统计推断时，应该而且必须指明推断的可靠程度。在统计上，可靠程度用显著性水平 α 或置信度 $(1-\alpha)$ 来表示。显著性水平 α 通常取5%，1%，1‰，置信度取95%，99%和99.9%。α 越小，或计算得到的概率 P 值越小，差异越大。

2　统计推断中犯错误危险性

良好的统计推断应使置信概率很高，置信区间宽度(数值范围)又足够小，这样的推断才可靠和有用。

在统计推断中，不可能不冒犯错误风险的。统计推断有犯两类错误的危险。

1) 犯第Ⅰ类错误，即统计假设属真，但否定了它，应该是差异不大的结果当作有显著差异，这就是犯拒真或假阳性错误，犯此类错误的概率为 α。

2) 犯第Ⅱ类错误，即统计假设不真，但接受了它，应该是有显著差异的结果当作差异不大，这就犯受伪或假阴性错误，犯第Ⅱ类错误的概率为 β。

减小 α，提高置信度，就会使犯第Ⅱ类错误的危险性增大。增大 α，犯第Ⅰ类错误的危险增大。只有综合考虑，确定适当的 α 值，才能真正做到犯错误的风险最小。

3　u 检验

在样本容量较大时，样本值近似地遵循正态分布。而对于正态分布来说，只要确定了平均值 μ 和标准差 σ，正态分布 $N(\mu,\sigma^2)$ 也就完全确定了。

u 检验就是在总体标准差 σ 已知并且稳定不变的条件下，来检验平均值 $\bar{x}$ 的。

首先计算出样本平均值 $\bar{x}$ 及 u，

作者单位：100023，中日友好医院临床医学研究所

$$\bar{x}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i$$

$$u=\frac{\bar{x}-u_0}{\sigma_0}\sqrt{n}$$

其中 μ_0、σ_0 分别为原总体平均值和标准差，n 为样本大小。如果假设样本平均值与总体平均值没有差异，则 $\bar{x}$ 遵从 $N(\mu_0,\frac{\sigma_0^2}{n})$ 正态分布，从而 u 遵从 $N(0,1)$ 标准正态分布。如取显著性水平 $\alpha=5\%$，并根据实际情况，确定采用双边检验还是单边检验。对于双边检验，即样本平均值变大及变小都认为有差异，那末当 $|u|>u_{\frac{\alpha}{2}}=1.96$ 时，否定假设，认为两者有差异。对于单边检验，即样本平均值变大或变小才认为有差异，当 $u>u_\alpha=1.64$，或 $u<-u_\alpha=1.64$ 时否定假设，认为两者有差异。

u 检验还可用来比较两个样本平均值，它们分别遵从正态分布 $N(\mu_1,\sigma_0^2)$ 和 $N(\mu_2,\sigma_0^2)$。计算它们各自的平均值 $\bar{x}_1$ 和 $\bar{x}_2$ 以及统计量

$$u=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sigma_0\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}$$

其中 n_1、n_2 为各自的样本大小。因为 u 遵从标准正态分布 $N(0,1)$，计算两样本平均值相差程度以使 $|u|\geq1.96$ 时的概率 P，当 $P\leq0.05$，差异有统计意义（显著），$P>0.05$ 时，差异没有统计学意义（不显著）。

4 t 检验

在实际情况中，样本容量较小，只能由样本的标准差 s 去估计总体总标准差 σ，这样必然会产生一些误差。所以在统计处理少量实验数据时，为了补偿这种误差，用另一统计量 t 来代替 u 值，这个代替和补偿的办法叫 t 检验法。

t 检验法中，统计量 t 的函数式如下

$$u=\bar{x}\pm t\frac{s}{\sqrt{n}}$$

即

$$t=\frac{\bar{x}-u}{s}\sqrt{n}$$

检验时所需的 $t_{\alpha,f}$ 临界值，可查表得到。通常 t 值表中用自由度 f 来代替样本容量 $n-1$，只要知道自由度 f，并决定显著性水平 α（例如 0.05），从表中就可查到 $t_{\alpha,f}$ 值。由样本算得的统计量 t 和 $t_{\alpha,f}$ 值作比较，若 $t\leq t_{\alpha,f}$，统计假设成立，认为样本平均值与总体平均值之间无显著差异，$|t|>t_{\alpha,f}$，统计假设被否定，认为样本平均值与总体平均值之间有显著差异。

t 检验也可用来比较两个样本平均值。我们用 $\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}$ 来估计 σ，得到统计量

$$t=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}$$

其中 $\bar{x}_1$、$\bar{x}_2$、s_1、s_2、n_1、n_2 分别为两个样本的平均值、标准差和样本容量。把所得结果代入算得 t 值，并按 $f=n_1+n_2-2$ 查 t 表，再判断两样本平均值差异的显著性与否。

5 χ^2 检验

标准差反映样本值波动的程度，是实验正常、稳定与否的一个重要标志。χ^2 检验就是在已知总体标准差 σ 的情况下，来检验样本标准差。

首先计算出统计量

$$\chi^2=\frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{\sigma^2}=\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$$

其分子表示样本离散程度，分子与分母比值太大或太小都说明标准差的改变。对于确定的显著性水平 α，可由 χ^2 表中查出上界 $\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}$ 和下界 $\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}$，如果 $\chi^2>\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}$，样本标准差变大，或 $\chi^2<\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}$ 样本标准差变小。这时认为标准差都有显著改变。χ^2 表中自由度 $f=n-1$。

6 F 检验

当总体标准差未知时，可用 F 检验来比较两个样本的标准差。

首先算出两个样本的方差，方差值较大者为 s_1^2，作为分子，值较小者为 s_2^2，作为分母，故统计量

$$F=\frac{s_1^2}{s_2^2}$$

总是大于1，即 $F\geq1$。

如果两个样本方差（s_1^2、s_2^2）差异不显著，那

么 F 应该等于或稍大于 1，自由度 f 趋于∞时，F 应该等于 1。

为了列表方便，F 表中只给出一个上限，因为在计算 F 时，总可把较大的那一个样本方差当作分子。表中另有两个参数 $f_1=n_1-1$，$f_2=n_2-1$，n_1 和 n_2 分别对应于分子分母的样本容量，f_1、f_2 对应于分子分母样本的自由度。对于取定显著性水平 α，由于规定了计算 F 时较大样本方差一定为分子，所以查表上限应为 $F_{\frac{\alpha}{2}}$，而不是 F_α，所以 F 检验是单边检验。

1996 年全国钙剂优秀论文评选结果

优秀论文评选原则

根据会议征文要求进行评选

1. 研究论文要按论文格式书写；2. 写综述要有参考文献，无参考文献者不评；3. 未在其它杂志上发表过；4. 未参会者，只评选，不发奖品。

按征文中规定，大会共评出一等奖 2 名、二等奖 4 名，优秀论文奖 10 名。

一等奖

张红忠　方海乔　李　京等　初乳钙含量及其影响因素分析

董英杰　艾　莉　张乃先等　铁骨晶(磷酸多肽钙)对骨生物矿化作用研究

二等奖

孙承琳　刘春梅　成立华等　钙剂防治实验性骨质疏松症的研究

林　华　韩祖斌　朱丽华等　钙补充剂对绝经后骨质疏松症防治中的作用

杜宝安　赵小俊　刘蓬勃等　用电化学方法研究钙制剂的吸收率

郁　永　骨质疏松症红细胞膜结合钙的测定与治疗初探

优秀论文奖

周日红　李国锋　解庆东　根据钙含量及钙溶出度的测定正确评价几种常见口服钙制剂

刘大潜　孟芙蓉　李明秀等　补钙制剂中钙含量的测定

吉　玲　王与章　崔吉君等　真珠钙对高血压病患者血钙和钙代谢的影响

张永春　罗大力　方志伟等　辩证加 V_K 治疗糖皮质激素所致大鼠骨质疏松症的实验研究

张忠兰　刘建立　袁　艺等　钙剂对绝经后骨丢失的影响

刘立庄　赵玉堂　张万钟　珍牡钙治疗骨质疏松症 400 例临床观察

侯书琴　马玉茹　肖占森等　体内钙和骨胶原代谢与肺心病的关系探讨

石叔玲　王黎光　老年性疾病的钙分析

S. P. Ringe、R. Schmidt　一氟磷酸盐加钙治疗男性骨质疏松患者