风险比（Hazard ratio,HR）是指同一时点两组的风险函数之比，这个比即为相对危险度，如果风险比与时间无关，即任何时刻，两组的风险比值是相等的，则成为比例风险，这个等比例风险假设在分类变量中我还可以理解，但是对于连续变量的等比例风险应该怎么解释呢

**用户:**

风险比（Hazard ratio,HR）是指同一时点两组的风险函数之比，这个比即为相对危险度，如果风险比与时间无关，即任何时刻，两组的风险比值是相等的，则成为比例风险，这个等比例风险假设在分类变量中我还可以理解，但是对于连续变量的等比例风险应该怎么解释呢

**元宝:**

在Cox比例风险模型中，**风险比（Hazard Ratio, HR）的定义是两组（或不同变量值）在同一时间点**的风险函数（hazard function）之比。对于分类变量（如性别男/女），等比例风险假设（PH假设）意味着：**在任何时间点**，男性相对于女性的风险比是恒定的（例如HR=1.5）。而对于连续变量（如年龄），PH假设的含义和解释需要更深入的理解。

### **1. 连续变量的等比例风险假设（PH假设）如何理解？**

#### **(1) 基本定义**

对于连续变量（如年龄），PH假设要求：**“变量每增加一个单位，其导致的风险比（HR）在任何时间点均保持恒定”。**

* **公式表达**：若模型为 descript，则：
  + HR = descript 表示年龄每增加1岁，风险比为固定值（如HR=1.05）。
  + **PH假设要求**：无论时间descript如何变化（如第1个月、第5年），年龄的HR始终为1.05。

#### **(2) 直观解释**

* **举例**：假设年龄的HR=1.05（PH假设成立）：
  + 在时间descript年时，50岁 vs. 49岁的风险比为1.05。
  + 在时间descript年时，50岁 vs. 49岁的风险比仍为1.05。
  + **年龄的效应不随时间变化**，仅与其数值的线性增量相关。

#### **(3) 与分类变量的区别**

* **分类变量（如性别）**：PH假设要求组间风险比恒定（如男 vs. 女）。
* **连续变量（如年龄）**：PH假设要求变量每单位增量的风险比恒定，且这一效应不随时间改变。

### **2. 连续变量PH假设的实际意义**

#### **(1) 假设成立的场景**

* **例子**：收缩压（SBP）每升高10 mmHg，死亡风险增加20%（HR=1.2），且这一效应在研究全程（如随访5年）中保持稳定。
  + 无论患者在随访早期（如第1年）还是晚期（如第5年），SBP的HR始终为1.2。

#### **(2) 假设不成立的场景**

* **例子**：年龄对术后感染风险的影响随时间变化：
  + 年轻患者（如<50岁）在术后早期（前30天）感染风险较高（HR=1.1），但随时间推移风险下降。
  + 年老患者（如≥50岁）在术后晚期（>30天）感染风险显著上升（HR=1.5）。
  + 此时，年龄的HR随时间变化，PH假设被违反。

### **3. 如何检验连续变量的PH假设？**

#### **(1) Schoenfeld残差检验**

* **原理**：若PH假设成立，残差应与时间无关；若残差与时间显著相关，则假设不成立。
* **R代码**：
  + **输出解读**：若年龄的p < 0.05，说明其HR随时间变化，PH假设不成立。

#### **(2) Kaplan-Meier分位图（分组法）**

* **步骤**：将连续变量按分位数分组（如低/中/高年龄组），绘制各组生存曲线。
* **判断**：若曲线交叉或明显不平行，提示PH假设可能被违反。
* **R代码**：

### **4. 连续变量PH假设违反的解决方法**

#### **(1) 引入时依协变量（Time-Dependent Covariates）**

* **原理**：允许HR随时间变化，例如添加年龄与时间的交互项。
* **R代码**：

#### **(2) 分层Cox模型（Stratified Cox Model）**

* **原理**：若变量与时间存在复杂交互，按变量分层拟合不同的基线风险函数。
* **适用场景**：变量效应在不同层（如年龄段）中差异显著。
* **R代码**：

#### **(3) 参数化时间函数（Parametric Time Function）**

* **原理**：假设HR随时间以特定形式（如指数衰减）变化。
* **R代码**：

### **5. 连续变量PH假设的直观解释图示**

### **总结**

* **连续变量的PH假设**：要求变量每单位增量的风险比在研究全程中恒定。
* **违反PH假设的迹象**：变量效应（HR）随时间增强或减弱。
* **解决方法**：引入时间交互项、分层模型或参数化时间函数。
* **核心区别**：分类变量的PH假设关注组间风险比恒定，而连续变量关注单位增量的风险比恒定。