心脏血流量与体重的关系 心搏率与体重的关系

摘要

本文通过研究恒温动物在休息状态时的散热量与动物体表面积、体积和体重的关系，建立动物体重与心搏率之间的关系模型。首先通过合理的假设推理，来确定动物心脏血流量与体重的关系：Q∝，再通过查阅文献得到心脏血流量与心搏率的关系，简化该关系为线性关系进一步得到心搏率与体重的关系：P∝。然后利用题目中所给数据通过MATLAB进行数据拟合，回归分析得到实际心脏血流量与体重的关系：P∝最后做出理论模型所对应的图像，并与原数据对比，通过残差平方和检验模型的科学性和正确性。

关键词

心脏血流量 心搏率 体重 MATLAB数据拟合 回归分析

问题重述

**休息状态下的温血动物体内的能量就是为了保持其体温，生物学家认为，动物体内能量与通过心脏的血流量成正比，现需建立一个数学模型将通过心脏的血流量与体重联系起来，进一步建立心搏率与体重的关系，讨论模型中的假设，并用数据检验模型。**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **动物名** | 体重（克） | 脉搏率（心跳次数/分钟） |
| 鼠 | 25 | 670 |
| 大鼠 | 200 | 420 |
| 兔 | 2000 | 205 |
| 大狗 | 5000 | 120 |
| 小狗 | 30000 | 85 |
| 羊 | 50000 | 70 |
| 马 | 450000 | 38 |

问题分析

从问题的提出可以看到，对于恒温动物来说，体温从体表散失，因此散热量与体表面积成正比。而在休息状态下的恒温动物，不考虑其他活动导致的热量损失，可以确定动物体内产生的热量全部用于维持体温，因此可假设产热量等于散热量。由常识可知，物体的质量与体积成正比，所以假设动物密度近似均匀，则动物质量与体积成正比。

考虑心搏率与心脏血流量、动物体积的关系，通过查找文献我们假设心搏率与血流量成线性关系。而心搏率与心脏体积成正比，根据常识可以假设心脏体积是与动物自身体积成正比的。

通过以上分析假设，就可以建立适当的数学模型，进而得到心率与体重的关系。最后利用MATLAB处理数据，得到确定数学关系式，并且可以利用题目所给数据进行检验。

模型假设

1.假设题目所给数据真实可靠；

2.恒温动物休息时体内产生的能量只用于维持体温，即产热量等于散热量；

3.外界温度恒定，变化可忽略；

4. 动物的体重与体积成正比，即密度均匀；

5. 血流量与产热率成正比；

6. 动物的心脏体积正比于动物体积；

7.心搏率与血流量成正比。

定义与符号说明

L：动物的高度

S：动物的体表面积

V：动物的体积

ρ：动物密度

M：动物的质量

：动物休息状态下的产热率

：动物休息状态下的散热率

P：动物的心搏率

Q：动物的心脏血流量

模型的建立与求解

建立模型

[2]一个动物的线度（长度或者高度）L，那么体积正比于L的三次方 ，体表面积正比于L的二次方，可见估算起来体表面积正比于体积V的2/3次方，这个结论用来对统计结果是可行的。

因此，我们可以知道V∝,S∝,所以V∝。

设V=K\*。

由假设动物密度均匀，因此体重M与体积V成正比，

M=ρV，

所以M∝V∝。

[3]一般的热辐射的热传导公式为：

Q =E×S×F×Δ(Ta－Tb)。

公式中Q代表热辐射所交换的能力，E是物体表面的热辐射系数，S是表面积，F则是辐射热交换的角度和表面的函数关系，Δ(Ta－Tb)则是表面a的温度同表面b之间的温度差。因此热辐射与物体表面积的大小以及温度差之间都存在正比关系。

在假设温度变化可忽略下，可以得到动物的散热量与物体表面积成正比，

设==…………………………………………………………（1）

由常识知道，心脏产热率与心脏体积、心脏血流量均有正比关系。

假设情况下， 心脏体积与动物自身体积成正比，因此产热率。

…………………………………………………………（2）

联立方程（1）和（2），有等式

且V=K\*，S=

因此有Q=

而体重M=ρV，所以有心脏血流量Q=

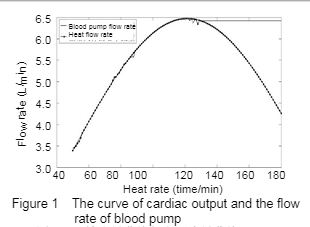
由此，我们得到心脏血流量与体重的关系：

Q∝

进一步，我们要通过心搏率与血流量的关系来确定心搏率与体重的关系。

参考文献后，我们发现血流量与心率关系十分复杂，根据下图，心率在40-140之间时，我们可以简单的近似二者成线性关系，

即P=



所以得到心搏率与体重的关系：

P∝

模型求解

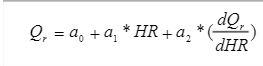
模型检验

对模型的评价

优点：

1. 模型只考虑了恒温动物在休息时的状态，影响因素较少，便于分析计算；
2. 利用MATLAB求解，数据准确可靠，也有图表辅助，清晰直观。

缺点：

1. 考虑的因素太少；
2. 考虑动物产生热量全部转化为热量，忽略了其他能量损失；
3. 动物心脏体积与自身体积的关系并不明确，只是根据常识进行假设二者成正比，不够严谨；
4. [4]心脏血流量与心率关系实际为，其中为血流量，HR为心率。对此微分方程进行求解后得到

3.JPG，这里的Co为血流量，HR为心率。由于上述关系过于复杂，我们无法解决，因此只有假设血流量与心率为线性关系进行推导。

参考文献

[1]<http://wenku.baidu.com/view/c0872e13a2161479171128bf.html>

[2]<http://zuoye.baidu.com/question/6de3538d357c2df0acaa74be3897db1b.htm>

[3]<http://zuoye.baidu.com/question/76505042aa381ea707e12888aa3cce33.html>

[4]<http://wenku.baidu.com/link?url=BJpc9Ke70lNpa0_Ejp-MnYV7pWapTTZH2onz_ENBtiU4wKQhdlPzrkq5iJD9wPNjDwxCoAO6CbJZ0niWxAsmzRVtpXnc_Apihhc9u0gnHMS>

附录