

铝(Ⅲ)对人血清蛋白粘度的影响

梁晓华, 罗琴

(楚雄师范学院 化学系, 云南 楚雄 675000)

摘要: 测试了 Al(Ⅲ)和几种金属对人血清蛋白粘度的影响,结果表明 Al(Ⅲ)对人血清蛋白粘度的影响显著,Al(Ⅲ)对人血清蛋白的粘度的影响与 pH 值有关。

关键词: Al(Ⅲ); 人血清蛋白; 粘度; 影响

中图分类号: O614.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)02-0144-03

Influence of the Aluminum(Ⅲ) on Person Serum Protein Viscosity

LIANG Xiao-Hua, LUO Qin

(Department of Chemistry, Chuxiong teachers college, Chuxiong 675000, China)

Abstract: The influences of Al(Ⅲ) and some kinds of metal ion on person serum protein viscosity have been analyzed. The result indicates that Al(Ⅲ) has a notable influence on person serum protein viscosity, and the influence is related to pH worth size.

Key words: Al(Ⅲ); person serum protein; viscosity; influenc

0 引言

铝在自然界分布很广,地壳的含量约为 7.45%,生物体内的含铝量很少,草本植物一般含铝 0.02%,木本植物为 0.002%,少数生长在某些酸性土壤中的植物含铝量可以达到 0.1%。动物体内含铝量不多,海洋动物约为百万分之几,陆生动物更少一些。正常成人体内铝总量约为 50~150 mg,平均为 100 mg,正常人饮食中摄取铝约 10~100 mg/d,主要由肠道、肾脏排泄。铝在生物圈中的环境毒性是可以忽略不计的,对植物 0.1~0.3 mg/L 中毒,对动物很少毒性^[1]。

铝的发现和生给人们日常生活带来了方便,创造了辉煌。但随着铝运用的增多,人体含铝量也逐渐增多。近年的研究发现,Al(Ⅲ)对植物生长有限制作用,抑制转移膜的活性,干扰 DNA 的合成。进一步研究发现 Al(Ⅲ)对人类健康的确有不利的影响,Al(Ⅲ)是人类一些疾病,如老年痴呆症,肾功能衰竭,神经疾病等病的病因之一,从而引起人们对铝的普遍关注。

我们就 Al(Ⅲ)和几种金属对人血清蛋白粘度的影响进行了测试,结果表明 Al(Ⅲ)对人血清蛋白的影响是敏感的,Al(Ⅲ)对人血清蛋白的作用与 pH 值有关。在金属离子测试中,二价、三价离子在微摩尔浓度范围内,使人血清蛋白粘度下降,而 Al(Ⅲ)下降最严重,一价金属离子在所测范围内变化不大,对测试结果我们作了一些探讨。

1 材料和方法

1.1 主要仪器与试剂

主要仪器: 运动粘度计(品氏,毛细管内径 0.6 mm,全长 270 mm)(天津);秒表;6402 型电子继电器(上海精密科学仪器有限公司)。

主要试剂: 无水 AlCl₃; FeCl₃; CaCl₂; MgCl₂; CuCl₂; ZnCl₂; CoCl₂; KCl; NaCl。以上试剂均为分析纯,标准溶液按常规方法配制。

收稿日期:2002-12-23.

第一作者简介:梁晓华(1964~),女,高级讲师;主要研究方向:生物学。

1.2 材料

人血清蛋白(楚雄州卫生防疫站提供).

1.3 实验方法

1.3.1 金属离子对人血清蛋白粘度的影响

取一定量一定浓度的人血清蛋白液, 分别加入不同浓度的不同金属离子, 并调节不同的 pH, 在温度 20℃ 时, 相同条件下蒸馏水作对照, 计时测定流速的变化. 以金属离子浓度为零时 2 mL 人血清蛋白液粘度为 100%, 按下式计算粘度的变化率.

$$\text{粘度变化率} = \frac{\text{含金属离子血清蛋白流出时间} - \text{蒸馏水流出时间}}{\text{不含金属离子血清蛋白流出时间} - \text{蒸馏水流出时间}} \times 100\%$$

1.3.2 金属离子对人血清蛋白产生沉淀的影响

取一定量一定浓度的人血清蛋白, 分别加入不同浓度的金属离子, 并调节 pH = 5.0, 在温度 20℃ 时观察沉淀产生的情况.

2 结果与分析

2.1 Al³⁺ 与 pH 值对人血清蛋白粘度的影响

取 2mL 0.5 mg/mL 的人血清蛋白, 加入不同浓度的 Al³⁺, 分别在 pH 值 5.0, 6.0, 7.0 和温度 20℃ 时, 测定计算人血清蛋白粘度的变化率, 结果如图 1.

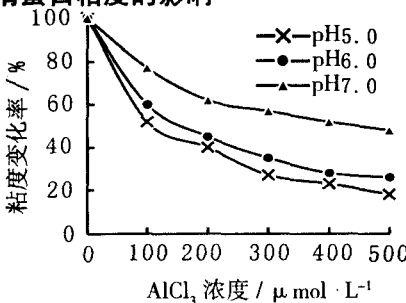


图 1 表明, AlCl₃ 浓度增加则 Al³⁺ 浓度增大, 人

图 1 Al³⁺ 对人血清蛋白粘度影响

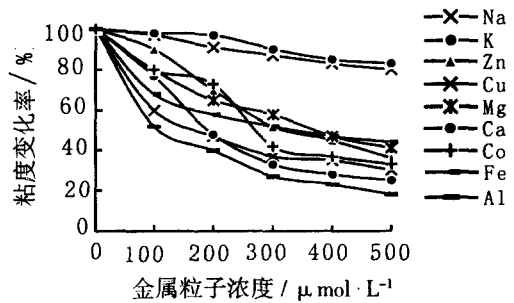


图 2 几种金属离子对人血清蛋白粘度影响

血清蛋白粘度下降. 这是由于 Al³⁺ 使血清蛋白双螺旋分子产生交联形成铝复合物, 降低了人血清蛋白液的浓度. 不同 pH 时 Al³⁺ 对血清蛋白粘度影响的大小顺序为 pH5.0 > pH6.0 > pH7.0, 这与 pH 值对溶液中 Al³⁺ 的真实浓度的影响有关:



$$K_{sp} = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3 = 4.6 \times 10^{-33}$$

所以 pH = 5.0 时, [Al³⁺] = 4.6 × 10⁻⁶ mol/L

pH = 6.0 时, [Al³⁺] = 4.6 × 10⁻⁹ mol/L

pH = 7.0 时, [Al³⁺] = 4.6 × 10⁻¹² mol/L

可见在近中性环境中, 随着 pH 值的减小(酸度增大)[Al³⁺]增大, 血清蛋白粘度变化增大. 而随着 pH 值的增加, 浓度增大的 Al(OH)²⁺, Al(OH)²⁺, Al(OH)₃ 对血清蛋白粘度的影响较小.

2.2 几种金属离子对人血清蛋白粘度的影响

取 2mL 0.5 mg/mL 的人血清蛋白, 加入不同浓度的 Na⁺, K⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Co²⁺, Fe³⁺, Al³⁺ 分别在 pH = 5.0 和温度 20℃ 时, 测定计算人血清蛋白粘度的变化率, 结果如图 2.

由图 2 可知, 一价金属离子 Na⁺, K⁺ 对人血清蛋白粘度的影响不大. 而二价金属离子 Zn²⁺, Cu²⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Co²⁺ 使血清蛋白粘度降低的程度比三价金属 Fe³⁺ 大, 这可能是由于蛋白质在 pH = 5.0 时, 除磷酸根与金属离子结合形成金属—磷酸键外, 碱基与金属离子配位, 使蛋白质链更卷曲, 从而粘度下降的程度增大. 另外, 图 2 还显示随着金属离子浓度增加, 离子的强度也增加, 血清蛋白粘度下降增大, 表明蛋白质的变性随着离子强度增大而加快, 二价和三价离子使蛋白质变性的浓度低于一价离子, 变性过程可能是离子使蛋白质链靠近. 在所测试的金属离子中, Al³⁺ 使血清蛋白粘度降低的程度最大, 表明血清蛋白对 Al³⁺ 十分敏感.

2.3 几种金属离子对人血清蛋白沉淀的影响

取 2mL 0.5 mg/mL 的人血清蛋白, 加入不同浓度的 Na⁺, K⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Co²⁺, Fe³⁺,

Al^{3+} 分别在 $pH = 5.0$ 和温度 $20^{\circ}C$ 时, 观察出现沉淀的情况, 结果如表 1.

表 1 几种金属离子对人血清蛋白产生沉淀的影响

金属离子	Na^{+}	K^{+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Co^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}
金属离子浓度/ $mmol \cdot L^{-1}$	500	500	50	1.1	5	5	2.5	0.8	0.4
金属离子半径(\AA)	1.33	0.95	0.74	0.72	0.65	0.99	0.74	0.64	0.5
沉淀现象	无	无	微絮	混浊	微絮	微絮	混浊	微絮	微絮

从表 1 看出, 所测试金属使人血清蛋白产生沉淀情况, Al^{3+} 最敏感 Fe^{3+} 次之. 说明金属离子诱导血清蛋白产生沉淀的能力与金属离子的半径和带的正电荷数有关, Al^{3+} 的高正电荷数与小的离子半径使血清蛋白对其影响最敏感. 也与所测试的其他金属离子比较, Al^{3+} 对血清蛋白粘度的影响最敏感是一致的.

3 结论

(1) 人血清蛋白对 Al^{3+} 影响十分敏感, 特别在 $pH \leq 5$ 弱酸及酸性环境, Al^{3+} 对人血清蛋白液的粘度下降和沉淀的产生均有显著影响, 中性环境则影响较小, 因而对人体的危害也小^[2].

(2) 不同的金属离子与血清蛋白的亲合力不同, 使血清蛋白液粘度的变化也不一样, 和 Al^{3+} 类似测试的其他二价及三价金属离子也对血清蛋白液粘度有影响. 但这些二价及三价金属离子为人体必须的微量元素, 能与蛋白质结合成人体的必须成份, 微量的这些元素的影响对人体有益无害^[3]. 而 Al^{3+} 为非人体必须元素, 与蛋白质结合后, 引起蛋白质粘度下降过多, 则成为影响人体的有害因素, 成为病变因子.

参考文献:

- [1] 孙祥瑞. 必须微量元素的营养、生理及临床意义[M]. 合肥: 安徽科技出版社, 1982, 14.
 [2] 区耀华, 周昕. 金属酶的化学[J]. 大学化学, 1987, (3): 11.
 [3] 王夔等. 生物无机化学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1988. 3~7.

(上接第 143 页)

所以模糊集合在水平 λ 下, 关于近似空间的粗糙度是相等的, 即 $\rho_{R_i}^{\lambda}(A) = 1/3$, 故我们定义模糊集合 A 在 λ 水平下关于近似空间 (U, R) 的粗糙度定义为

$$E_r^{\lambda}(A) = -\rho_{R_i}^{\lambda}(A) \cdot \sum_{i=1}^n p(X_i) \log p_i$$

这里 $q_i = 1/|X_i|$.

根据上述定义, 我们有

定理 1.3 设 U 是论域, R_1, R_2, \dots, R_n 是 U 上的 n 个普通等价关系, 若对 $\forall \lambda \in [0, 1], A \in F(U)$, 有 $E_{R_i}^{\lambda}(A) > E_{R_j}^{\lambda}(A)$, 则称 R_j 比 R_i 划分更细, 记为 $R_j < R_i$.

所以, 前面的情况对于模糊集合 $A, \lambda = 0.4$, 我们有

$$E_{R_1}^{\lambda}(A) = -\frac{1}{3} \left[\frac{4}{9} \log \frac{1}{4} + \frac{3}{9} \log \frac{1}{3} + \frac{2}{9} \log \frac{1}{2} \right] = 0.165$$

$$E_{R_2}^{\lambda}(A) = 0.12$$

$$E_{R_3}^{\lambda}(A) = 0.075$$

所以 $R_3 < R_2 < R_1$, 即 R_3 最细. 对于当论域 U 是连续的情况, 我们可以先把其离散化, 再进行处理, 这也是我们今后的研究方向之一.

参考文献:

- [1] 张文修, 等. 粗糙集理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
 [2] Banerjee M, Pal S K. Roughness of a Fuzzy set[J]. Information Science, 1996, 93: 235~246.
 [3] 程佚, 莫智文. 模糊粗糙集及粗糙模糊集的模糊度[J]. 模糊系统与数学, 2001, 15: 15~17.
 [4] 苗夺谦, 王珏. 粗糙集理论中知识粗糙性与信息熵关系的讨论[J]. 模式识别与人工智能, 1998, (1): 35~40.
 [5] 王国胤. Rough 集理论与知识获取[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2001. 5.