

# 关于蛋白质二级结构 $\alpha$ -螺旋中氢键构成的准确表述

赵 赣

(华南农业大学生命科学学院生物化学与分子生物学系 广东广州 510642)

**摘要** 在介绍蛋白质二级结构  $\alpha$ -螺旋中的氢键构成时,宜强调“从 N 端往 C 端方向”,以及“每个氨基酸残基的 C=O 上的氧和它前面的第 4 个氨基酸残基的 N-H 上的氢形成氢键”这 2 点,这有助于学生准确理解  $\alpha$ -螺旋结构的特点。

**关键词** 蛋白质二级结构  $\alpha$ -螺旋 氢键 肽链 N 端 C 端

中国图书分类号:Q28 文献标识码:A

$\alpha$ -螺旋是蛋白质二级结构中的一种经典结构。它是蛋白质肽链主链骨架借助氢键卷曲形成的一种周期性螺旋状结构。各类教材中所描述的经典  $\alpha$ -螺旋结构<sup>[1-12]</sup>,其特点是每个  $\alpha$ -螺旋含有 3.6 个氨基酸残基,螺距为 0.54 nm,相邻氨基酸轴向距离为 0.15 nm; $\alpha$ -螺旋为右手螺旋,其中每个氨基酸残基的 C=O 上的氧和它前面的第 4 个氨基酸残基的 N-H 上的氢形成氢键,氢键方向和螺旋轴的方向基本一致;由每一个氢键闭合形成的环包含 13 个原子,故  $\alpha$ -螺旋又叫 3.6<sub>13</sub>-螺旋。在  $\alpha$ -螺旋中氨基酸侧链向外伸展,特征二面角为  $\phi=-57^\circ$ , $\psi=-48^\circ$ 。

但是,由于在不同的教材中有关  $\alpha$ -螺旋中氢键构成的表述有些差异,导致在教学过程中,学生

易混淆,主要表现在以下 2 点:

1) 每个氨基酸残基的 C=O 上的氧是与第 4 个氨基酸的残基的 N-H 上的氢之间形成氢键还是与“它前面的”第 4 个氨基酸的残基的 N-H 上的氢之间形成氢键,这一点在不同教材中的说法不同。因为这涉及到最后形成的每个氢键环里究竟涉及到 4 个还是 5 个氨基酸残基。

2) 以上叙述中氨基酸残基的序号和个数是以什么方向作为标准确定的? 因为任一条非闭合的多肽链必然涉及到 N 端和 C 端,而从 N 端往 C 端方向与从 C 端往 N 端方向进行理解分析所得到的结果是不同的。

以图 1 进行分析。图 1 中的 a 和 b 表示的都是经典  $\alpha$ -螺旋结构中氢键构成的正常情况,即

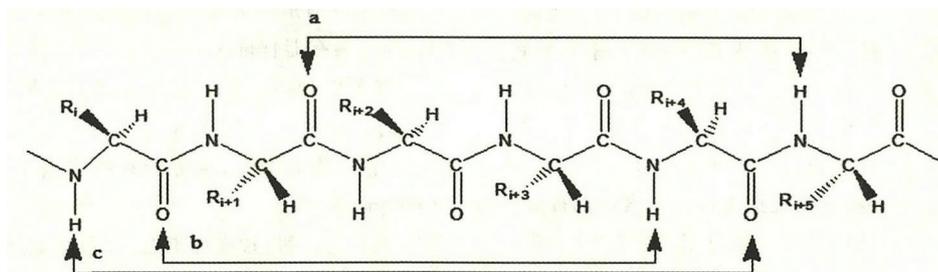


图 1 蛋白质多肽链中经典  $\alpha$ -螺旋结构中氢键构成的示意图

“每个氨基酸残基的 C=O 上的氧和它前面的第 4 个氨基酸残基的 N-H 上的氢形成氢键”。但是,如果将 a 和 c 进行比较,就会发现:虽然二者的氢键都是“每个氨基酸残基的 C=O 上的氧和它前面的第 4 个氨基酸残基的 N-H 上的氢形成氢键”,但是 a 所表示的氢键生成情况是从 N 端往 C 端方向看,其氢键环里所涉及的原子个数是 13 个,而 c 所表示的氢键生成情况却是从 C 端往 N 端方向看,其氢键环里面涉及的原子个数则是 17 个。显然,这 2 个结果之间差别很大。

可见,明确阅读肽链的方向和构成氢键所涉及氨基酸的位置,对准确认识理解  $\alpha$ -螺旋结构是非常重要的。

从教材的编写和教学的顺序来看,一般在学习生物化学课程后才介绍蛋白质多肽链的生物合成过程(即翻译过程),并且会强调多肽链最先被合成出来的就是 N 端。而在日常的学术交流中,无论教师还是科研人员一般都会自觉地按照“从 N 端往 C 端方向”这个约定俗成的、潜在的共识进行思考和交流。本文所引用的这些教材,无论是否

强调了“从N端往C端方向”，作者所列举的示意图都是相同的，即作者本身是清楚的。而学生对“‘从N端往C端方向’这个约定俗成的、潜在的共识”则是未知的。此外，在上述教材中，无论其具体如何表述，从作者所列举的示意图同样可以看出，他们的意思都是指 $\alpha$ -螺旋中“每个氨基酸残基的C=O上的氧和它前面的第4个氨基酸残基的N-H上的氢形成氢键”。而对学生来说，一种准确的表述将是帮助其加深理解的润滑剂。

因此，有关这部分内容的教材编写及教学，在描述 $\alpha$ -螺旋中的氢键构成时，应当明确强调阅读多肽链时一般采取“从N端往C端方向”，以及强调“每个氨基酸残基的C=O上的氧和它前面的第4个氨基酸残基的N-H上的氢形成氢键”。这对学生准确把握 $\alpha$ -螺旋的特点及相关概念，打牢基础是十分必要的。

致谢：本文的示意图根据所引用的教材改编，尤其是依据杨海灵和蒋湘宁主编的教材整理而来，并根据本文需要加以标注，特此致谢！

## 主要参考文献

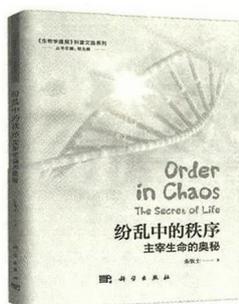
- [1] 朱圣庚,徐长法.生物化学上册.4版.北京:高等教育出版社,2017:88.
- [2] 杨志敏,蒋立科.生物化学.北京:高等教育出版社,2005:49.
- [3] 马冬梅,赵艳.动物生物化学.北京:中国农业大学出版社,2006:34.
- [4] 张楚富.生物化学原理.北京:高等教育出版社,2003:57.
- [5] 龙良启,孙中武,宋慧,等.生物化学.北京:科学出版社,2005:18—28.
- [6] 陈均辉,张冬梅.普通生物化学.5版.北京:高等教育出版社,2015:99.
- [7] 马文丽.生物化学.北京:科学出版社,2012:7.
- [8] 刘国琴,张曼夫.生物化学.2版.北京:中国农业大学出版社,2011:24.
- [9] 赵武玲.基础生物化学.2版.北京:中国农业大学出版社,2013:5.
- [10] 杨海灵,蒋湘宁.基础生物化学.北京:中国林业出版社,2015:36.
- [11] Reginald H Garrett, Charles M Grisham. Biochemistry.3rd ed. Thomson Learning Academic Resource Center, 2007:157.
- [12] David L Nelson, Michael M Cox. Lehninger Principles of Biochemistry. 4th ed. New York, W. H. Freeman and Company, 2005:120.

(E-mail: zg200010@163.com)

## 《纷乱中的秩序——主宰生命的奥秘》

### ——《生物学通报》科普文选系列丛书第1册正式出版发行

由郑光美院士主编的《生物学通报》科普文选系列丛书第1册《纷乱中的秩序——主宰生命的奥秘》一书日前正式出版发行。郑光美院士为丛书撰写了《丛书序》。



2013年,本刊开辟了“生物探秘”栏目,邀请了一些热心于科学知识传播教育的科学家撰写高水平的科普文章,以期扩展一线教师的专业知识,提高学生学习生物学的兴趣,进而促进全民科学素质的提高。此栏目自开设以来已发文50余篇,受到读者的普遍欢迎。

此次首部推出的读物是由美国南加州大学医学院朱钦士先生为我刊“生物探秘”栏目撰写的系列文章,以通俗生动的语言介绍生命科学的种种奥秘,以及有关领域的科学研究新进展。随后还将陆续推出由我刊“科学家论坛”栏目特邀的中国科学院院士和资深教授,以及年轻有为的科学家为本刊撰写的一些科学普及文章,介绍有关专题及他们对生命科学发展的见解。希望这些文章将会进一步打开青少年心灵的窗口,提高他们对生命科学、生态学和医学的关注度和兴趣,为立志建设美丽中国和生态文明事业作出贡献。

生物是我们这个世界上最美妙的事物,也是最复杂的物质存在形式。生物的复杂和美妙使人思考;生命现象是地

球上发生的一次偶然事件,还是在宇宙中必然发生?为什么细胞的大小是微米级的?细胞核的功能是什么?为什么说鞭毛在人体细胞上仍然发挥重要作用?生物如何传递信息?精巧的生物结构是如何形成的?为什么每个人都是独一无二的?为什么有器官排斥?

有关生物的问题可以说是无穷无尽。丛书第1册《纷乱中的秩序——主宰生命的奥秘》一书以严谨科学的态度、通俗生动的语言,从分子和细胞水平上阐述各种生命过程的奇妙。

朱钦士,四川省成都市人。早年毕业于北京大学生物学系,后取得荷兰阿姆斯特丹大学生物化学博士学位。曾任中国科学院生物物理研究所硕士生导师和美国南加州大学医学院生物化学和分子生物学系副教授。在国内外主要学术杂志上发表研究论文30余篇。参编第6版《十万个为什么》丛书。研究领域广泛,包括生物能、酶的结构与功能、蛋白质的合成与转运、癌症与染色体、神经递质、基因表达的调控机制及肝脏解毒系统等。

本书适合所有对生命科学感兴趣的读者,特别是青少年阅读。

本书由科学出版社出版,读者可在当当网、京东书城等各大网络书店购买,本刊编辑部暂不售书。

(本刊讯)