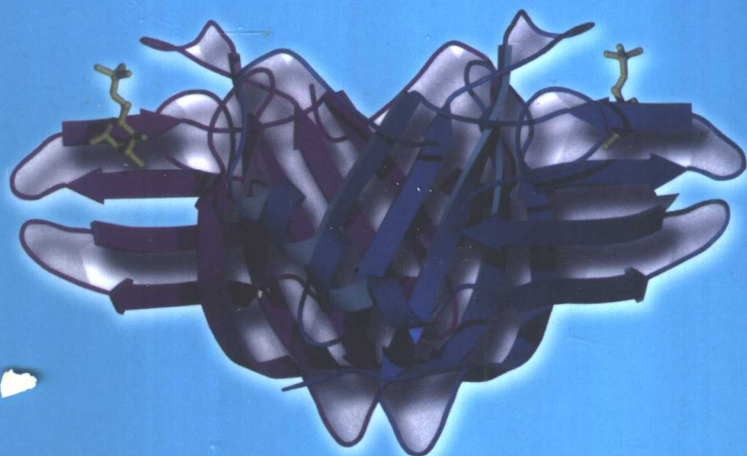


生命科学名著

〔美〕A. 瓦尔基 等 编著  
张树政  
朱正美 等 译校  
王克夷



# 糖生物学基础

..... ESSENTIALS .....

OF GLYCOBIOLOGY



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 糖生物学基础

〔美〕A. 瓦尔基 等 编著

张树政 朱正美 王克夷 等 译校

科学出版社

北 京

图字:01-2001-0734号

## 内 容 简 介

糖链(聚糖)经常结合蛋白质和脂类,并在有机体组织和功能中发挥多种作用。它们参与多种生命活动,如蛋白质折叠、淋巴细胞生理过程和微生物病原发生。聚糖装配中的遗传缺陷是许多人类疾病的根源。本书内容涵盖了糖生物学的发展历史、基础知识、糖链的生物和生理功能、与人类健康的关系等,是有关糖生物学的理想读物,是试图描述聚糖生物发生和功能的第一部教科书。适于高等院校生命科学和医药科学专业师生。

ESSENTIALS OF GLYCOBIOLOGY

Edited by Ajit Varki, Richard Cummings, Jeffrey Esko, Hudson Freeze, Gerald Hart, Jamey Marth

Published by Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York

© 1999 by The Consortium of Glycobiology Editors, La Jolla, California

## 图书在版编目(CIP)数据

糖生物学基础/(美)A. 瓦尔基(Varki, A.)等编著;张树政等译校. —北京:科学出版社,2003.11

书名原文:Essentials of Glycobiology

生命科学名著

ISBN 7-03-011020-X

I. 糖… II. ①瓦…②张… III. 碳水化合物-生物化学-高等学校-教材 IV. Q53-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 027557 号

责任编辑:张晓春 盖宇 刘元珉/责任校对:柏连海

责任印制:刘士平/封面设计:槐寿明

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2003年11月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年11月第一次印刷 印张:38 插页:6

印数:1—3 000

字数:865 000

定价:82.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

献 给

创建糖生物学的巨人们，  
在他们的肩膀上，我们站起来了！

## 译 者 名 单

主译：张树政 朱正美 王克夷

审校：张树政

翻译人员(以汉语拼音排序)：

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 崔肇春 | 杜昱光 | 葛常辉 | 韩秀文 | 金 城 |
| 李晋萍 | 李玉瑞 | 马克里 | 马郁芳 | 马毓甲 |
| 王俊琦 | 王克夷 | 辛 毅 | 燕 秋 | 张嘉宁 |
| 张树政 | 张惟杰 | 赵小明 | 朱正美 |     |

## 编者名单

**Maarten Chrispeels**, Professor of Biology  
Member, Glycobiology Research and Training Center  
University of California, San Diego, La Jolla, California

**Richard Cummings**, Professor of Biochemistry  
Ed Miller Endowed Professor of Biochemistry and Molecular Biology  
The University of Oklahoma, Oklahoma City, Oklahoma

**Jeffrey Esko**, Professor of Cellular and Molecular Medicine  
Associate Director, Glycobiology Research and Training Center  
University of California, San Diego, La Jolla, California

**Hudson Freeze**, Professor of Glycobiology  
The Burnham Institute, La Jolla, California

**Gerald Hart**, Director and Professor of Biological Chemistry  
Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, Maryland

**Ole Hindsgaul**, Professor of Chemistry  
University of Alberta, Edmonton, Canada

**John Lowe**, Professor of Pathology, HHMI Investigator  
University of Michigan, Ann Arbor, Michigan

**Adriana Manzi**, Director, Analytical Research and Development/Quality Control  
Nextran Inc., an affiliate of Baxter Healthcare Corporation, San Diego, California

**Jamey Marth**, Professor of Medicine, HHMI Associate Investigator  
Member, Glycobiology Research and Training Center  
University of California, San Diego, La Jolla, California

**James C. Paulson**, Professor of Molecular Biology  
The Scripps Research Institute, La Jolla, California

**Leland Powell**, Adjunct Professor of Medicine  
University of California, Los Angeles, California

**Herman van Halbeek**, Director, Glycotechnology Core Resource  
Member, Glycobiology Research and Training Center  
University of California, San Diego, La Jolla, California

**Ajit Varki**, Professor of Medicine  
Director, Glycobiology Research and Training Center  
University of California, San Diego, La Jolla, California

## 《糖生物学基础》中文版序

1999年9月,杰瑞·哈特(Jerry Hart)和我一起荣幸地参加了在北京召开的“糖缀合物与人类健康”香山科学会议。安排在怡人的香山的这次会议由中国科学技术部和中国科学院联合举办,目的是使中外科学家共享这一特定科学领域带来的利益。会议由中国科学技术部前副部长惠永正教授、日本理研(RIKEN)研究所小川智也教授、美国阿肯色州立大学(University of Arkansas)阿兰·D·艾尔宾(Alan D. Elbein)教授和中国科学院院士张树政教授(在中国倡导开展糖生物学和糖工程方面研究的第一人)共同主持。金城博士、俞彪博士和张嘉宁博士担任会议秘书。40多位来自美国、日本、瑞士、英国、瑞典和中国的科学家参加了这次会议。除精心安排和诚挚友好的接待给人以美好的回忆外,会议上高质量的报告也给我们留下了深刻的印象。这清楚地表明,中国有不少优秀的科学家正致力于糖生物学的研究。我们还饶有兴趣地了解到,传统的中国药材大多是水溶性制剂,其所含的糖基化分子可能就是这类制剂的生物活性成分。

后来,张嘉宁博士与我商议翻译出版《糖生物学基础》中文版,这也是这次令人难忘的会议成果之一。经过译者们的辛勤工作,已经完成本书的翻译,即将出版。我代表编者表示,本书能够翻译成占世界人口四分之一以上的人使用的语言,感到十分荣幸。使我们更引以为荣的是,这是第一本中国出版的糖生物学方面的译著。我代表本书的编者希望这本译著的出版有助于使更多的中国科学家积极地参与到这一风光无限的糖生物学研究领域中来。

Ajit Varki  
代表全体编者  
于美国加利福尼亚州 La Jolla  
2002年3月

## **Preface to the Chinese Translation of “Essentials of Glycobiology”**

In September 1999, Jerry Hart and I had the pleasure of going to Beijing to speak at the “Xiangshan Science Conference on Glycoconjugates and Human Health”. The small and intimate Xiangshan (Fragrant Hill) conferences have been sponsored by The Ministry of Science and Technology of China and The Chinese Academy of Sciences (CAS) since 1993, and are aimed at bringing international and Chinese scientists together to share mutual interests in defined scientific areas. This particular conference was co-chaired by Yongzheng Hui, Professor and former Vice Minister of Ministry of Science and technology of China, Professor Tomoya Ogawa from Japan, Professor Alan D. Elbein from the University of Arkansas and Shuzheng Zhang, Professor and academician of Chinese Academy of Sciences (the first member of the CAS in the field of Glycobiology and Glycotechnology). Drs. Cheng Jin, Biao Yu and Jianing Zhang were the conference secretaries. More than 40 scientists from US, Japan, Switzerland, UK, Sweden and China attended this stimulating conference. Apart from the gracious hospitality and excellent arrangements, we were impressed by the high quality of science presented by many of the speakers. There are clearly many excellent Chinese scientists with a major commitment to Glycobiology research. It was also of particular interest to learn that most traditional Chinese herbal medicines are water soluble extracts, and hence contain interesting glycosylated molecules that appear to be their bioactive components. One outcome of this fascinating conference was that I was later approached by Dr. Jianing Zhang about the possibility of a Chinese translation of “Essentials of Glycobiology”. This translation has now been achieved through the hard work of many people. On behalf of the Editors, I want to say that it is truly an honor to have our writings translated into a language used by more than one quarter of the world’s population. We are also proud to hear that this is the first translated Glycobiology book in China. We all hope very much that this translation will help many more Chinese scientists to get actively involved in studying the fascinating field of Glycobiology.



Ajit Varki  
La Jolla, CA, USA  
March 2002  
for the Editors

## 译者序

《糖生物学基础》是编者圣迭戈加州大学研究生编写的选修课讲义,后来也作为这一课程统一的基础教材。内容涵盖了糖生物学发展的历史背景、基础知识、糖链的生物和生理功能与人类健康的关系以及糖生物学的发展前景,是一本对初学者和专业人员有指导意义的学习参考用书。

萌发翻译这本书的想法始于1999年由科学技术部和中国科学院联合举办的以“糖缀合物与人类健康”为题的国际香山科学会议。会上与参会的两位主要编者,美国圣迭戈加州大学医学教授 Ajit Varki 和约翰霍布金斯医学院生物化学教授 Gerald Hart 商议了翻译出版这本书的意愿。2001年1月17日,科学出版社与美国冷泉港实验室出版社签订了出版合同。

糖生物学是20世纪80年代末兴起的一门生命科学的前沿学科,继后基因组学蛋白质组学之后,已发展成为专门的学科——糖组学。50%以上的蛋白质都是糖蛋白,糖的多样化功能在生命科学中具有重要意义。正因为重要,还需要我们去探索、研究和发现。鉴于国内也正在开展糖生物学的研究,需要这样一本书。希望这本书的出版,在这方面有所裨益,起到抛砖引玉的作用。

在翻译过程中,遇到了一些困难。困难之一是:糖生物学方面的科技名词目前还没有统一审定,译文中很可能出现同一名词有不同译法。作为审稿人,虽然也做了些努力,由于译者写作风格和用词习惯不一,很难统一。另外,糖生物学与其他学科有着广泛的联系,涉及面广,又限于译、校和审阅者水平,译文疏漏,不当和错误之处,在所难免。诚望专家和读者批评指正。

本书的出版得到了我工作单位中国科学院微生物研究所的支持和资助。感谢我的同事和同行:郑儒永院士、王志珍院士在百忙中提供资料,在翻译上给予了指导。对科学出版社编辑张晓春和盖宇对本书编辑、校对的耐心工作表示诚挚的谢意。有了他们的支持和帮助,与译者和校对者的共同努力,使得这本书顺利出版,夙愿得偿,令人欣慰。另一方面,还希望读者提出宝贵意见,以便修改,使其更臻完善。

张树政

译者代表

2003年仲秋

## 序 言

《糖生物学基础》的出版适逢其时,因为这一学科正处于取得巨大进展的时期,而且发展前景远大。糖生物学的研究始自 19 世纪,当时的化学家们开始进行糖类和多糖的分析。法国著名生理学家 Claude Bernard 在 1855 年鉴定了肝的“糖原样物质”是葡萄糖的一种储存形式,很可能是首例研究的糖蛋白。(有意思的是,100 多年以后才证实了糖原是一种糖蛋白。)在本世纪漫长的时间里,这一学科以持续稳定的速度向前推进着。仅在近 20 年内,在前所未有的新知识大爆炸时期,糖生物学才迅速改观。加速这一转变过程的原因有多种,包括寡糖结构分析方面的技术进步,而最为重要的一点显然是 DNA 重组技术在糖生物学中得到了应用。重组技术使参与寡糖和蛋白聚糖组装、加工和降解过程的酶分子鉴定,以及对识别糖结构的植物和动物凝集素家族的鉴定成为可能。令人惊奇的是,还发现了参与糖蛋白和糖脂合成,以及完成其功能时所专用的大量酶和蛋白质,这使人们对聚糖生物功能的认识有了很大程度的提高。现在我们已经知道这些分子有着多方面的功能,包括促进新生蛋白折叠到辨别淋巴细胞和粒细胞在循环中的穿行方向。聚糖的组装缺陷而引发的人类疾病的数量日益增加,也加深了人们对聚糖功能重要性的认识。未来的挑战是如何进一步鉴定聚糖的生物作用。在这方面,重组 DNA 技术为糖生物学家提供了另一宝贵工具,即具备了将小鼠和其他生物体中某个有关基因剔除的能力,这为阐释糖生物功能的科学家们提供了无比重要的契机。毫无疑问,这一领域充满了前所未有的光明前景。

《糖生物学基础》为这一学科提供了理想的切入点。该书既包括了理解这一学科所必需的基础信息,同时也介绍了这一学科前沿的最新进展。本书的作者汇编了这一蓬勃发展学科中范围广泛、组织良好的综合性论述,值得赞扬。他们还成功地传播了这一学术研究领域所取得的振奋人心的成就。

Stuart Kornfeld  
华盛顿大学医学院  
1999 年 3 月

## 前言

源自经典碳水化合物化学和生物化学,糖生物学已经成为现代分子生物学中一支充满活力、发展迅速的重要延伸学科。近年来,许多出色的专著和刊物记载了这一学科的重大进展,并总结了关键性的方法和概念(参见附录的文献图书目录)。这些专著仍然是对糖生物学感兴趣者的优秀参考资料。为何又要出版另一本同样题材的书呢?我们认为以前出版的同类著作主要是针对具有相当技术水平和专业知识的读者,满足专业人员的需要。现在推出的这本书是为了满足一些不同需要者:为专家们总结这一学科的现状,为初学者探求糖生物学基础提供参考资料。

本书起源于编者们在这一学科独立做出的努力。数年来,我们中有些人在圣迭戈加利福尼亚大学(UCSD)为研究生开设了糖生物学选修课程。由于近来增加了有这方面专长的教师,遂决定开设统一和更加全面的课程,并为这一课程编写一本基础教材,以便今后修订为正式教科书。同时,国内各地的专家也提出了建议,充实了这本教科书。在一次糖生物学会议后,经过讨论,决定把大家的力量集中,向同一方向努力。

因为主要目的是为了编写一本学生和其他培训人员易于理解的学习用书,我们采用了1998年“UCSD春季研究生班的糖生物学教材”作为基础。另外又聘请了几位专家讲课,要求每位授课人提供讲稿作为教科书某一章的初稿,从而编出一本涵盖面更为广泛的综合教材。另一方面,我们还要求每位学生提交一份对各章节不具名的批评意见,作为课程要求的一部分。这一做法,不仅保证了及早地写出初稿,还可以收到对本专业感兴趣、头脑清楚的年轻人的深切评价。再经六人编写组内部反复审阅,致力于写出一本不仅对本领域专家,同时也为有志于学习糖生物学的新手们提供有价值的参考资料。我们尽可能做到内容准确并处于时代前沿,对有争议的问题提出不偏不倚的观点。事实上,阐明这样广泛领域的知识,不可能各方面都完全正确,也不可能无所不包地引用所有文献。相对而言,对脊椎动物生物学强调的多了些。这说明糖生物学在这方面的信息量是比较大的。

编者感谢对此书编写做出贡献的人们。除学生参加了听课外,培训班的学员也参加了听课,并反馈了他们的意见。虽然编者编写了本书的大部分章节,但其他授课人/作者们在保证本书必要的专业知识深度方面所做出的努力至关重要。特别感谢冷泉港实验室出版社的 John Inglis 和 Kaaren Janssen 使本书的潜能得以实现,甚至将我们个人的许多苛求和写作风格也表现得淋漓尽致。我们深深感谢出版社的 Jan Argentine, Inez Sialiano, Mary Cozza, Denise Weiss, Dotty Brown 和 Danny deBruin,值得表扬的是他们始终与我们保持联系,把我们的努力变成了令人感兴趣的一件成品。最后,但并非不重要,应感谢我们的家庭、实验室的成员和行政上的助手们,他们在创作本书的全过程一直辛勤地支持着我们。至于这本书的编写和制作是否达到了作者们预期的目的还是请读者来评价吧。

Ajit Varki  
编者代表

## BOOKS AND MONOGRAPH RESOURCES

- Gottschalk A., ed. 1960. *The chemistry and biology of sialic acids and related substances*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Ginsburg V. and Neufeld E., eds. 1966. Complex carbohydrates, part A. *Methods Enzymol.*, vol. 8. Academic Press, San Diego, California.
- Whistler R., ed. 1968–80. *Methods in carbohydrate chemistry*, vols. I–VIII. Academic Press, San Diego, California.
- Ginsburg V., ed. 1972. Complex carbohydrates, part B. *Methods Enzymol.*, vol. 28. Academic Press, San Diego, California.
- Gottschalk A., ed. 1972. *Glycoproteins: Their composition, structure and function*. Elsevier, New York.
- Rosenberg A. and Schengrund C.-L., eds. 1976. *Biological roles of sialic acids*. Plenum Press, New York.
- Ginsburg V., ed. 1978. Complex carbohydrates, part C. *Methods Enzymol.*, vol. 50. Academic Press, San Diego, California.
- Sweeley C.C., ed. 1979. *Cell surface glycolipids*. American Chemical Society, Washington, D.C.
- Lennarz W.J., ed. 1980. *The biochemistry of glycoproteins and proteoglycans*. Plenum Press, New York.
- Ginsburg V. and Robbins P., eds. 1981. *Biology of carbohydrates*, vol. 1. Wiley, New York.
- Ginsburg V., ed. 1982. Complex carbohydrates, part D. *Methods Enzymol.*, vol. 83. Academic Press, San Diego, California.
- Horowitz M. and Pigman W., eds. 1982. *The glycoconjugates*. Academic Press, New York.
- Schauer R., ed. 1982. *Sialic acids, chemistry, metabolism, and function*. Springer-Verlag, New York.
- Ivatt R.J., ed. 1984. *The biology of glycoproteins*. Plenum Press, New York.
- Ginsburg V. and Robbins P., eds. 1985. *Biology of carbohydrates*, vol. 2. Wiley, New York.
- Beeley J.G., ed. 1985. *Glycoprotein and proteoglycan techniques*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Liener I.E., Sharon N., and Goldstein I.J., eds. 1986. *The lectins: Properties, functions, and applications in biology and medicine*. Academic Press, Orlando, Florida.
- Chaplin M.F. and Kennedy J.F., eds. 1987. *Carbohydrate analysis: A practical approach*. IRL Press, Oxford, United Kingdom.
- Ginsburg V., ed. 1987. Complex carbohydrates, part E. *Methods Enzymol.*, vol. 138. Academic Press, San Diego, California.
- Feizi T. 1989. *Carbohydrate recognition in cellular function*. Ciba Foundation Symposium, vol. 145. Wiley, New York.
- Evered D. and Whelan J., eds. 1989. *The biology of hyaluronan*. Ciba Foundation Symposium, vol. 143. Wiley, New York.
- Ginsburg V., ed. 1989. Complex carbohydrates, part F. *Methods Enzymol.*, vol. 179. Academic Press, San Diego, California.
- Greiling H. and Scott J.E., eds. 1989. *Keratan sulphate: Chemistry, biology, chemical pathology*. The Biochemical Society, London, United Kingdom.
- Margolis R.U. and Margolis R.K., eds. 1989. *Neurobiology of glycoconjugates*. Plenum Press, New York.
- Sharon N. and Lis H., eds. 1989. *Lectins*. Chapman and Hall, London, United Kingdom.
- Lane D.G. and Lindahl U., eds. 1990. *Heparin: Chemical and biological properties*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Ginsburg V. and Robbins P., eds. 1991. *Biology of carbohydrates*, vol. 3. Wiley, New York.
- Fukuda M., ed. 1992. *Cell surface carbohydrates and cell development*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Allen H.J. and Kisailus E.C., eds. 1992. *Glycoconjugates: Composition, structure, and function*. Dekker, New York.
- Roth J., Rutishauser U., and Tr  y F., eds. 1992. *Polysialic acids*. Birkhauser Verlag, Basel, Switzerland.
- Fukuda M., ed. 1992. *Glycobiology: A practical approach*. IRL Press, Oxford, United Kingdom.
- Lennarz W.J. and Hart G.W., eds. 1994. Guide to techniques in glycobiology. *Methods Enzymol.*, vol. 230.

- Academic Press, San Diego, California.
- Roberts D.D. and Mecham R.P., eds. 1993. *Cell surface and extracellular glycoconjugates: Structure and function*. Academic Press, San Diego.
- Bock K. and Clausen H., eds. 1994. *Complex carbohydrates in drug research: Structural and functional aspects*. Munksgaard, Copenhagen, Denmark.
- Fukuda M. and Hindsgaul O., eds. 1994. *Molecular glycobiology*. Oxford University Press, New York.
- Alavi A. and Axford J.S. 1995. *Advances in experimental medicine and biology*, vol. 376, *Glycoimmunology*. Plenum Press, New York.
- Montreuil J., Vliegenthart J.F.G., and Schachter H., eds. 1995. *Glycoproteins*. Elsevier, New York.
- Rosenberg A., ed. 1995. *Biology of the sialic acids*. Plenum Press, New York.
- Verbert A., ed. 1995. *Methods on glycoconjugates: A laboratory manual*. Harwood Academic Publishers, Switzerland.
- Montreuil J., Vliegenthart J.F.G., and Schachter H., eds. 1996. *Glycoproteins and disease*. Elsevier, New York.
- Townsend R.R. and Hotchkiss A.T., eds. 1997. *Techniques in glycobiology*. Marcel Dekker, New York.
- Gabius H.J. and Gabius S., eds. 1997. *Glycosciences: Status and perspectives*. Chapman and Hall, New York.
- Brockhausen I. and Kuhns W. 1997. *Glycoproteins and human disease*. R.G. Landes, Austin.
- Montreuil J., Vliegenthart J.F.G., and Schachter H., eds. 1997. *Glycoproteins II*. Elsevier, New York.
- Conrad. H.E., ed. 1998. *Heparin-binding proteins*. Academic Press, San Diego, California.
- Hounsell E.F., ed. 1998. *Methods in molecular biology*, vol. 76, *Glycoanalysis protocols*. Humana Press, Totowa, New Jersey.
- Iozzo R., ed. 2000. *Proteoglycans: Structure, biology and molecular interactions*. Marcel Dekker, Inc., New York.

## 缩 略 词

|              |                                              |                        |
|--------------|----------------------------------------------|------------------------|
| ADP          | adenosine diphosphate                        | 腺苷二磷酸                  |
| AIDS         | acquired immunodeficiency syndrome           | 获得性免疫缺陷综合征             |
| ASGPR        | asialoglycoprotein receptor                  | 无唾液酸糖蛋白受体              |
| ATP          | adenosine triphosphate                       | 腺苷三磷酸                  |
| bFGF         | basic fibroblast growth factor               | 碱性成纤维细胞生长因子            |
| $\beta$ -HCG | $\beta$ -human chorionic gonadotrophin       | $\beta$ -人绒毛膜促性腺激素     |
| CCSD         | complex carbohydrate structure database      | 复合糖结构数据库               |
| CDA          | congenital dyserythropoietic anemia          | 先天性红细胞生成素不足性贫血         |
| CD-MPR       | cation-dependent Man-6-P receptor            | 阳离子依赖性甘露糖-6-磷酸受体       |
| CDGS         | carbohydrate-deficient glycoprotein syndrome | 糖蛋白糖缺乏综合征              |
| CHO          | Chinese hamster ovary                        | 中国仓鼠卵巢                 |
| CI-MPR       | cation-independent Man-6-P receptor          | 阳离子不依赖甘露糖-6-磷酸受体       |
| CL-43        | collectin-43                                 | 胶原凝素-43                |
| CMV          | cytomegalovirus                              | 巨细胞病毒                  |
| CMP          | cytidine monophosphate                       | 胞苷一磷酸                  |
| CNS          | central nervous system                       | 中枢神经系统                 |
| CoA          | coenzyme A                                   | 辅酶 A                   |
| ConA         | concanavalin A                               | 伴刀豆球蛋白 A               |
| CRD          | carbohydrate-recognition domain              | 糖识别域                   |
| CS           | chondroitin sulfate                          | 硫酸软骨素                  |
| CTD          | carboxy-terminal domain                      | 羧基端域                   |
| Dol          | dolichol                                     | 多萜醇                    |
| DS           | dermatan sulfate                             | 硫酸皮肤素                  |
| ECM          | extracellular matrix                         | 胞外基质                   |
| EDTA         | ethylenediaminetetraacetic acid              | 乙二胺四乙酸                 |
| EGF          | epidermal growth factor                      | 表皮生长因子                 |
| Elf-2        | elongation factor 2                          | 延伸因子 2                 |
| Endo H       | endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase       | 内切- $\beta$ -N-乙酰葡萄糖胺酶 |
| EPO          | erythropoietin                               | 红细胞生成素                 |
| ER           | endoplasmic reticulum                        | 内质网                    |
| ES           | embryonic stem (cell)                        | 胚胎干(细胞)                |
| FBS          | fetal bovine serum                           | 胎牛血清                   |

|          |                                                                            |                  |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| FGF      | fibroblast growth factor                                                   | 成纤维细胞生长因子        |
| FITC-WGA | fluorescein isothiocyanate-wheat-germ agglutinin                           | 荧光素异硫氰酸-麦胚凝集素    |
| Fru      | fructose                                                                   | 果糖               |
| Fuc      | fucose                                                                     | 岩藻糖              |
| Gal      | galactose                                                                  | 半乳糖              |
| GAG      | glycosaminoglycan                                                          | 糖胺聚糖             |
| GalNAc   | N-acetylgalactosamine                                                      | N-乙酰半乳糖胺         |
| GC-MS    | gas-liquid chromatography/mass spectrometry                                | 气-液色谱/质谱         |
| GDP      | guanine diphosphate                                                        | 鸟苷二磷酸            |
| GlcA     | glucuronic acid                                                            | 葡糖醛酸             |
| Glc      | glucose                                                                    | 葡萄糖              |
| Glc-Cer  | glucosylceramide                                                           | 葡糖脑酰胺            |
| GlcNAc   | N-acetylglucosamine                                                        | N-乙酰葡糖胺          |
| GlcN     | glucosamine                                                                | 葡糖胺              |
| GM-CSF   | granulocyte macrophage-colony-stimulating factor                           | 粒细胞巨噬细胞集落刺激因子    |
| GMP      | guanine monophosphate                                                      | 鸟苷一磷酸            |
| GPI      | glycosylphosphatidylinositol                                               | 糖基磷脂酰肌醇          |
| HA       | hyaluronic acid                                                            | 透明质酸             |
| HDL      | high-density lipoprotein                                                   | 高密度脂蛋白           |
| HEMPAS   | hereditary erythrocytic multinuclearity with positive acidified serum test | 遗传性多核红细胞酸化血清试验阳性 |
| HexA     | hexuronic acid                                                             | 己糖醛酸             |
| HexNAc   | N-acetylhexosamine                                                         | N-乙酰己糖胺          |
| HIV-1    | human immunodeficiency virus type 1                                        | 人免疫缺乏病毒 1 型      |
| HPLC     | high pressure liquid chromatography                                        | 高压液相色谱           |
| HS       | heparan sulfate                                                            | 硫酸类肝素            |
| HSPG     | heparan sulfate proteoglycan                                               | 硫酸类肝素蛋白聚糖        |
| ICE      | interleukin converting enzyme                                              | 白介素转换酶           |
| IdoA     | iduronic acid                                                              | 艾杜糖醛酸            |
| IGF-II   | insulin-like growth factor-II                                              | 胰岛素样生长因子-II      |
| IgG      | immunoglobulin G                                                           | 免疫球蛋白 G          |
| IgSF     | immunoglobulin superfamily                                                 | 免疫球蛋白超家族         |
| KDO      | keto-deoxyoctulosonic acid                                                 | 酮基-脱氧辛酮糖酸        |
| KDN      | keto-deoxynonulosonic acid                                                 | 酮基-脱氧壬酮糖酸        |
| KS       | keratan sulfate                                                            | 硫酸角质素            |
| LAMPs    | lysosome-associated membrane proteins                                      | 溶酶体相关膜蛋白         |

|                 |                                                            |                               |
|-----------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| LC-MS           | liquid chromatography coupled to mass spectrometry         | 液相色谱与质谱联用                     |
| LCO             | lipochitooligosaccharide                                   | 脂质几丁寡糖                        |
| LDL             | low density lipoprotein                                    | 低密度脂蛋白                        |
| Le <sup>a</sup> | Lewis A                                                    | 路易斯 A                         |
| Le <sup>b</sup> | Lewis B                                                    | 路易斯 B                         |
| Le <sup>x</sup> | Lewis X                                                    | 路易斯 X                         |
| LIF             | leukemia-inhibitory factor                                 | 白血病抑制因子                       |
| LLO             | lipid-linked oligosaccharide                               | 脂连接寡糖                         |
| LPG             | lipophosphoglycan                                          | 脂磷酸聚糖                         |
| LPS             | lipopolysaccharide                                         | 脂多糖                           |
| MAG             | myelin-associated glycoprotein                             | 髓磷脂相关糖蛋白                      |
| Man             | mannose                                                    | 甘露糖                           |
| MBP             | mannose-binding protein                                    | 甘露糖结合蛋白                       |
| MDO             | membrane-derived oligosaccharide                           | 膜衍生寡糖                         |
| MHC             | major histocompatibility complex                           | 主要组织相容性复合体                    |
| MPR             | mannose-6-phosphate receptor                               | 甘露糖 6-磷酸受体                    |
| MurNAc          | N-acetylmuramic acid                                       | N-乙酰胞壁酸                       |
| NAD             | nicotinamide adenine dinucleotide, oxidized                | 烟酰胺腺嘌呤二核甘酸(辅酶 I), 氧化型         |
| NADP            | nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, oxidized      | 烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(辅酶 II), 氧化型      |
| NADPH           | nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, reduced       | 烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(辅酶 II), 还原型      |
| N-CAM           | neural cell adhesion molecule                              | 神经细胞黏附分子                      |
| Neu5Ac          | N-acetyl neuraminic acid                                   | N-乙酰神经氨酸                      |
| NGF             | nerve growth factor                                        | 神经生长因子                        |
| NK              | natural killer cell                                        | 自然杀伤细胞                        |
| NMR             | nuclear magnetic resonance                                 | 核磁共振                          |
| OST             | oligosaccharyltransferase                                  | 寡糖基转移酶                        |
| PAPS            | 3'phosphoadenyl-5'phosphosulfate                           | 3'磷酸腺苷-5'磷酸硫酸                 |
| PCR             | polymerase chain reaction                                  | 聚合酶链式反应                       |
| PDGF            | platelet-derived growth factor                             | 血小板衍生生长因子                     |
| PDMP            | d/l-threo-1-phenyl-2-decanoylamino-3-morpholino-1-propanol | d/l-苏糖型-1-苯基-2-癸酰胺-3 吗啉代-1-丙醇 |
| PHA             | phytohemagglutinin                                         | 植物血凝素                         |
| PMM             | phosphomannomutase                                         | 磷酸甘露糖变位酶                      |
| PMI             | phosphomannose isomerase                                   | 磷酸甘露糖异构酶                      |
| PNA             | peanut agglutinin                                          | 花生凝集素                         |

|              |                                                        |                |
|--------------|--------------------------------------------------------|----------------|
| PNGase       | peptide: N-glycosidase                                 | 肽:N-糖苷酶        |
| PNH          | paroxysmal nocturnal hemoglobinuria                    | 阵发性夜间血色素尿      |
| PNS          | peripheral nervous system                              | 外周神经系统         |
| PSA          | polysialic acid                                        | 多聚唾液酸          |
| PSGL-1       | P-selectin glycoprotein ligand-1                       | P-选凝素糖蛋白配体-1   |
| Rib          | ribose                                                 | 核糖             |
| RCA          | <i>Ricinus communis</i> agglutinin (I or II)           | 蓖麻凝集素(I或II)    |
| RP-HPLC      | reverse-phase high-pressure liquid chromatography      | 反相高压液相色谱       |
| SAPs         | sphingolipid activator proteins                        | 鞘脂激活蛋白         |
| SDS-PAGE     | sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gelelectrooresis | SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳  |
| Sia          | sialic acid                                            | 唾液酸            |
| SMP          | Schwann cell myelin protein                            | 施旺细胞髓磷脂蛋白      |
| SNA          | <i>Sambucus nigra</i> agglutinin                       | 黑质接骨木花凝集素      |
| SSEA         | stage-specific embryonic antigens                      | 阶段特异性胚胎抗原      |
| SV40         | Simian virus 40                                        | 猿猴病毒 40        |
| sVSG         | soluble-variant surface glycoprotein                   | 可溶性可变表面糖蛋白     |
| TF antigen   | Thomsen-Friedenreich antigen                           | TF 抗原          |
| TGF- $\beta$ | transforming growth factor- $\beta$                    | 转化生长因子 $\beta$ |
| TH1          | T-helper-1 (cells)                                     | T-辅助细胞-1       |
| TLC          | thin-layer chromatography                              | 薄层层析           |
| t-PA         | tissue plasminogen activator                           | 组织纤溶酶原激活蛋白     |
| UDP          | uridine diphosphate                                    | 尿苷二磷酸          |
| UMP          | uridine monophosphate                                  | 尿苷一磷酸          |
| VSG          | variant surface glycoprotein                           | 可变表面糖蛋白        |
| WGA          | wheat-germ agglutinin                                  | 麦胚凝集素          |
| Xyl          | xylose                                                 | 木糖             |