

XUETANG YICHANG DE
WEIHAI JIQI FANGZHI

血糖异常

的危害及其防治

黄 勤 郭志勇 主编



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

血糖异常的危害及其防治

主 编

黄 勤 郭志勇

副主编

鲁 瑾

编著者

(按姓氏笔画排)

马荣炜 田建卿 卢 斌 张丽娟

张 征 吴 鸿 赵 琳 崔 楠

金 盾 出 版 社

— 内 容 提 要 —

本书由第二军医大学长海医院专家、教授编著。全书分三章，第一章介绍人体血糖代谢的相关知识；第二章论述导致高血糖的病因、病理，给人体带来的危害及防治措施；第三章阐述低血糖的病因、危害、临床表现及防治方法。其内容深入浅出，通俗易懂，科学性较强，适合广大群众及基层医务人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

血糖异常的危害及其防治/黄勤,郭志勇主编. —北京:金盾出版社,2009.6

ISBN 978-7-5082-5573-6

I. 血… II. ①黄…②郭… III. ①高血糖病—防治②低血糖病—防治 IV. R589.1 R587.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 014402 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京百花彩印有限公司

正文印刷:京南印刷厂

装订:桃园装订有限公司

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:9 字数:226千字

2009年6月第1版第1次印刷

印数:1~11 000册 定价:17.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

血糖异常是一个常见的临床问题,随着社会的进步和生活方式的改变,血糖异常的发病率迅速增高,并呈年轻化趋势,对健康造成了极大的威胁。当今,糖尿病已成为继心血管疾病和肿瘤之后,严重危害人类健康的第三位慢性疾病。

本书分三章。第一章简单介绍血糖的正常代谢、调节及测量方法等基础知识。第二章全面阐述高血糖的病因、发病机制、对人体的危害及具体的防治措施。糖尿病是这一章的重点内容,详细介绍了糖尿病的并发症及治疗措施,阐明了饮食控制及运动疗法的重要性和策略;讨论了临床上的常见问题,如目前糖尿病治疗中存在的问题及对策、高血糖预防中应注意的问题、糖尿病的分级预防等。第三章论述低血糖的病因、危害及临床诊治措施,强调了低血糖的严重性和防治低血糖的重要性。本书在编写过程中引用了近年来国内外糖尿病学发展的最新进展,便于临床医师更好、更全面地认识和防治血糖异常。本书内容深入浅出,也适合广大群众及糖尿病患者阅读,使其了解血糖异常的病因和危害,从而更好地配合治疗。

血糖异常,尤其是对糖尿病发病机制的认识及近年来国际上

大型多中心临床试验的进展较快。在本书编写过程中不断有新资料发表,尽管是经常补修,但也难免遗漏,望读者谅解。

值本书出版之际,非常感谢本书参编人员,他们是在繁忙的工作之余完成编写的。同时向曾关心及支持本书工作的各位领导、同仁及朋友表示感谢!

编 者

目 录

第一章 概 述	(1)
一、糖的生理作用与代谢	(1)
(一) 糖的生理作用	(1)
(二) 正常人的糖代谢	(2)
二、血糖的调节	(7)
(一) 神经系统的调节作用	(8)
(二) 激素的调节作用	(8)
(三) 肝脏在糖调节中的作用	(14)
三、血糖的监测方法	(16)
(一) 全血葡萄糖测量法	(17)
(二) 毛细血管血糖测量法	(18)
(三) 动态血糖监测法	(20)
第二章 高血糖的危害及其防治	(23)
一、高血糖的基本知识	(23)
(一) 高血糖诊断标准与糖尿病分型	(23)
(二) 高血糖的患病情况	(27)
(三) 高血糖的致病因素	(29)
(四) 高血糖的发病机制	(31)
二、高血糖的临床表现和检测手段	(32)
(一) 典型症状	(32)
(二) 发病形式	(33)



(三) 各脏器受损的表现	(36)
(四) 高血糖的常用检测手段	(39)
三、糖尿病高血糖的危害	(42)
(一) 糖尿病与心脑血管疾病	(43)
(二) 糖尿病与高血压	(55)
(三) 糖尿病与肾脏病变	(58)
(四) 糖尿病与眼部病变	(67)
(五) 糖尿病与神经病变	(75)
(六) 糖尿病与血管病变	(87)
(七) 糖尿病与足部病变	(88)
四、糖调节受损的危害	(97)
五、高血糖的治疗	(105)
(一) 糖尿病高血糖防治中存在的问题及对策	(105)
(二) 饮食控制血糖的重要性及策略	(110)
(三) 运动控制血糖的重要性及策略	(114)
(四) 常用口服降糖药物介绍	(125)
胰岛素促分泌药	(125)
双胍类降糖药	(135)
噻唑烷二酮类	(138)
α -葡萄糖苷酶抑制药	(140)
(五) 胰岛素	(142)
(六) 降糖药物的合理使用	(150)
(七) 特殊人群的糖尿病及其治疗	(154)
糖尿病与妊娠	(154)
糖尿病与感染	(159)
糖尿病与肝病	(163)
糖尿病的与围手术期	(167)
儿童糖尿病	(169)



老年糖尿病.....	(176)
(八)高血糖危象及处理.....	(181)
糖尿病酮症酸中毒.....	(181)
高渗性非酮症高血糖性昏迷.....	(191)
糖尿病乳酸性酸中毒.....	(198)
(九)糖尿病高血糖合并症及慢性并发症的防治.....	(201)
合并心脑血管疾病的防治.....	(201)
合并高血压的防治.....	(203)
糖尿病肾病(DN)的防治.....	(209)
糖尿病眼部病变的防治.....	(220)
糖尿病神经病变的防治.....	(224)
糖尿病足部病变的防治.....	(227)
六、高血糖的预防.....	(230)
(一)改变生活方式.....	(230)
(二)高血糖的分级预防.....	(233)
(三)高血糖预防中值得注意的问题.....	(239)
第三章 低血糖的危害及其防治.....	(244)
一、低血糖的基本知识.....	(244)
(一)低血糖的诊断标准.....	(245)
(二)引起低血糖的常见原因.....	(246)
(三)低血糖的病因和发病机制.....	(248)
二、低血糖的临床表现和检测手段.....	(249)
(一)典型临床表现.....	(250)
(二)其他临床表现.....	(251)
(三)低血糖的分期.....	(251)
(四)常用检测手段.....	(252)
三、各类低血糖及其危害.....	(254)
(一)自发性低血糖症.....	(254)



(二)外源性低血糖症.....	(261)
(三)低血糖的危害.....	(265)
四、低血糖的治疗	(268)
(一)急症处理.....	(268)
(二)病因治疗.....	(269)
五、低血糖的预防	(271)
(一)针对产生低血糖的病因进行预防.....	(271)
(二)特殊人群低血糖的预防.....	(272)
附录 英文缩写与中文全称.....	(277)



第一章 概述

一、糖的生理作用与代谢

(一) 糖的生理作用

糖类又称碳水化合物,是组成人体的重要成分之一,其含量约占体重的2%。平时我们吃的主食如馒头、米饭、面包等都属于糖类物质。另外,白糖、红糖、水果也属于糖类物质。糖根据能否水解又分为单糖(如葡萄糖、果糖等)、双糖(如蔗糖、麦芽糖、乳糖等)和多糖(如淀粉、糖原和纤维素等)。米、面、玉米及白薯所含的淀粉属多糖;红、白糖中的蔗糖及牛乳中的乳糖均是双糖;水果中的糖主要是葡萄糖及果糖,属于单糖。

糖类是人体热能的最主要来源,具有多种重要的生理功能。

1. 供给热能

这是糖的主要功能。人体所需热能的60%~70%由糖氧化分解供应,每1克糖在体内完全氧化生成二氧化碳和水时可产生16.736千焦(4千卡)热能。体内作为能源的糖主要是葡萄糖和糖原,前者是糖的运输形式,后者是糖的储存形式。但糖原的贮存量很少,主要储存在肝脏和肌肉中,其储备的热能仅够半天消耗之用。所以,每天必须按餐进食足够量的糖类,才能保证人体热能的需要。

2. 组织细胞的重要组成成分

糖参与人体细胞的多种代谢活动。例如,核糖和脱氧核糖是细胞中核酸的成分;糖与脂类形成的糖脂是组成神经组织与细胞



膜的重要成分;粘多糖与蛋白质合成的粘蛋白是构成结缔组织的基础;糖与蛋白质结合生成的糖蛋白如免疫球蛋白、某些酶和激素等可参与免疫、细胞识别和生物信息传递等过程;葡萄糖是人体大脑热能的惟一来源,因而糖类对维护中枢神经功能的健全具有重要意义。

3. 糖类具有节省蛋白质的作用

糖类摄入充足时,人体首先利用糖类作为热能来源,从而减少蛋白质作为热能来源的消耗,有利于发挥蛋白质特有的生理功能,即对蛋白质起保护作用。

4. 保护肝脏并提高其解毒能力

肝内糖原储备充足时,肝细胞对某些有毒的化学物质,如四氯化碳、酒精、砷等和各种致病微生物产生的毒素有较强的解毒和抵抗能力。

5. 抗生酮作用

当糖类供给不足,或机体因病(如糖尿病)不能利用糖类时,身体所需热能将大部分由脂肪供给。而脂肪代谢过程中必须有一定量糖类的存在才能完全氧化,不产生过多的酮体。由于酮体是酸性物质,在体内积存过多会引起酸中毒,故糖类有抗生酮的作用。

6. 刺激胃肠蠕动,防止便秘

蔬菜、水果中的纤维素和果胶(多糖类)不能被人体消化吸收,但是能刺激消化液的分泌,增强胃肠的蠕动而促进消化,并且纤维素能吸收水分,使粪便变软,易于排出。

所以,糖既是人体重要的供能物质,又是重要的组成成分之一。糖代谢障碍,首先导致机体热能供给障碍,由此可以产生一系列代谢变化,最终造成多方面的代谢紊乱,重者将危及生命。

(二) 正常人的糖代谢

人体内糖的主要形式是葡萄糖及糖原,血液中的葡萄糖即为



第一章 概述

血糖,是糖在血液中的运输形式。正常人空腹血糖浓度为 $3.9 \sim 6.1$ 毫摩/升($70 \sim 110$ 毫克/分升),血糖浓度的相对稳定对保证组织器官,特别是大脑的正常生理活动具有重要意义,因为脑组织所需热能主要依靠血中葡萄糖的氧化分解供给。糖原是糖在体内的储存形式,包括肝糖原和肌糖原等。正常情况血糖的来源与去路见图 1。从图 1 可知血糖的来源主要包括 3 个方面,主要代谢去路包括 5 个方面,而血糖浓度的相对恒定就依赖于血糖来源与去路的平衡来维持。肝脏是调节血糖浓度的最重要器官,可进行糖

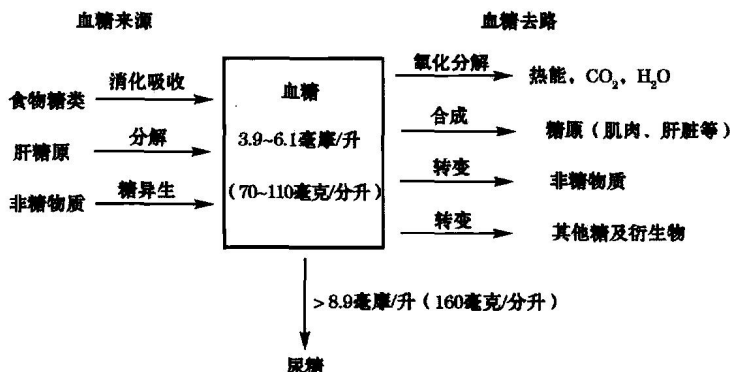


图 1 血糖的来源与去路示意图

原合成、糖原分解和糖异生过程。肌糖原对血糖浓度也有一定的调节作用,但不能直接调节血糖,需通过乳酸循环方可调节血糖浓度。葡萄糖在肌肉合成肌糖原,肌糖原分解产生大量乳酸,通过血液循环运送到肝脏,经糖异生作用转变为葡萄糖以补充血糖。另一方面,葡萄糖经血液循环又可被运送到肌肉合成肌糖原。上述过程称为乳酸循环。

糖在体内的主要代谢途径包括:①糖的有氧氧化。葡萄糖 $\rightarrow$ 丙酮酸 $\rightarrow$ 乙酰辅酶 A(CoA) $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。如果缺乏氧气或线粒体,则氧



化至丙酮酸时还原为乳酸,这称为糖的无氧氧化(糖酵解)。②磷酸戊糖途径。葡萄糖→5-磷酸核糖、还原型辅酶II(NADPH)。③糖转化为脂肪。葡萄糖→乙酰辅酶A→脂肪酸→脂肪。④肝脏中葡萄糖输出为血糖。⑤肝脏中糖原的合成和分解。

1. 糖的分解代谢

糖在体内分解代谢的途径主要有葡萄糖的无氧酵解、有氧氧化及磷酸戊糖途径。

(1)葡萄糖的无氧酵解:当机体处于相对缺氧状态(如剧烈运动)时,葡萄糖或糖原分解生成乳酸,并产生热能的过程称为糖的无氧酵解。这个代谢过程因与酵母的生醇发酵非常相似,故又称为糖酵解。糖酵解的主要生理功能是在无氧条件下迅速提供机体热能。全部反应都在胞浆中进行。

(2)糖的有氧化:有氧化是指葡萄糖生成丙酮酸后,在有氧条件下,进入线粒体进一步氧化生成乙酰辅酶A,经三羧酸循环彻底氧化成水、二氧化碳及热能的过程。这是糖氧化的主要方式,是机体获得能量的主要途径(图2,图3)。

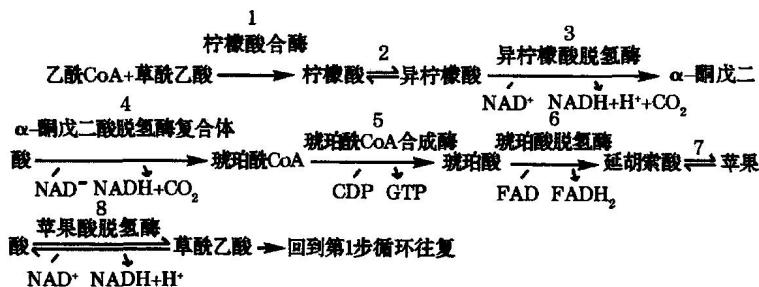


图2 三羧酸循环的主要过程

三羧酸循环是能量的产生过程,其中有三步不可逆反应,分别是第1、3和4步,催化这三步的酶分别是柠檬酸合酶、异柠檬酸脱



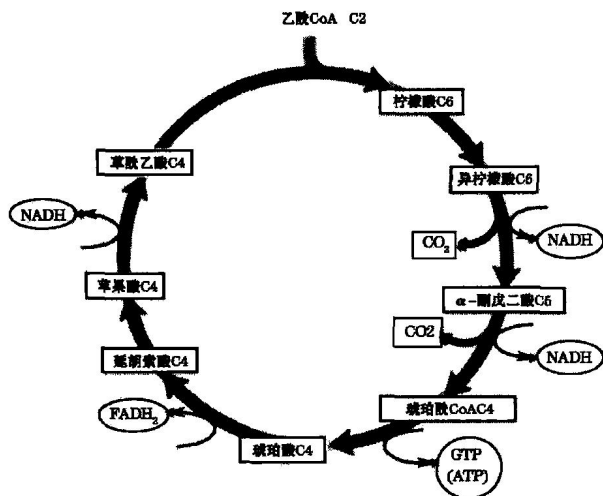


图 3 三羧酸循环简图

氢酶和 α -酮戊二酸脱氢酶复合体,是三羧酸循环的限速酶,也是反应的调节点。

糖、脂肪和蛋白质的体内代谢都最终生成乙酰辅酶 A,然后进入三羧酸循环彻底氧化分解成水、二氧化碳和产生热能。因此,三羧酸循环是糖、脂肪和蛋白质三大物质代谢的枢纽和最终代谢通路。

(3)磷酸戊糖途径:是葡萄糖氧化分解的另一条重要途径,代谢途径比较复杂,反应可分为两个阶段:第一阶段是氧化反应,产生还原型辅酶 II (NADPH)及 5-磷酸核糖;第二阶段是非氧化反应,是一系列基团的转移过程。

磷酸戊糖途径的功能不是产生三磷酸腺苷(ATP)和供能,而是产生细胞所需的具有重要生理作用的特殊物质,如 NADPH 和 5-磷酸核糖。5-磷酸核糖参与各种核苷酸辅酶及核苷酸的合成,



是合成核酸的原料,核酸又参与蛋白质的合成。NADPH 作为供氢体,参与许多生物合成和代谢反应,如脂肪酸、类固醇激素等生物合成时都需 NADPH。所以,脂类合成旺盛的组织如肝脏、乳腺、肾上腺皮质和脂肪组织等磷酸戊糖途径比较活跃。NADPH 是加单氧酶体系的辅酶之一,参与体内羟化反应。

例如,一些药物、毒物在肝脏中的生物转化作用等,NADPH 还是谷胱甘肽还原酶的辅酶,对维持红细胞中还原型谷胱甘肽(GSH)的正常含量起重要作用。遗传性葡萄糖-6-磷酸脱氢酶(G-6-PD)缺乏的患者,磷酸戊糖途径不能正常进行,造成 NADPH 减少,GSH 含量低下,红细胞易破坏而发生溶血性贫血。

2. 糖原合成与糖原分解

糖原合成是葡萄糖合成糖原的过程。反之,糖原分解则指肝糖原分解为葡萄糖的过程。糖原合成是一个耗能的过程,反应过程包括葡萄糖先磷酸化为 6-磷酸葡萄糖(G-6-P)再转变为 1-磷酸葡萄糖(G-1-P),后者在二磷酸尿苷葡萄糖磷酸化酶的催化下与三磷酸尿苷(UTP)作用,形成尿苷二磷酸葡萄糖(UDPG)及焦磷酸(PPi)。UDPG 在糖原合酶的作用下,连接到肝脏和肌肉中的糖原蛋白上,使糖链延长合成糖原。而糖链在分支酶的作用下再分支合成多支的糖原(图 4)。糖原合成酶是糖原合成的限速酶,其活性决定糖原合成的速率。



图 4 糖原合成简图

糖原分解过程包括在糖原磷酸化酶的催化下,糖原从分支的非还原端开始,逐个分解以 α -1,4-糖苷键连接的葡萄糖残基,形成 G-1-P,并转变为 G-6-P。G-6-P 在肝脏和肾脏中的葡萄糖-6-磷酸



第一章 概述

酶的作用下水解变成游离葡萄糖,释放到血液中,维持血糖浓度的相对恒定(图 5)。糖原磷酸化酶是糖原分解的限速酶。由于肌肉组织不含葡萄糖-6-磷酸酶,故肌糖原分解后产生的 G-6-P 在有氧的条件下被有氧化彻底分解,在无氧条件下则经糖酵解生成乳酸。因此,肌糖原分解后不能直接转变为血糖。

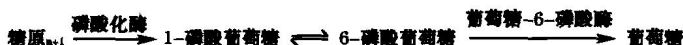


图 5 糖原分解简图

3. 糖异生作用

糖异生作用是指非糖物质如生糖氨基酸、乳酸、丙酮酸及甘油等转变为葡萄糖或糖原的过程。糖异生的最主要器官是肝脏,其反应过程基本上是糖酵解反应的逆过程,但由于己糖激酶、磷酸果糖激酶和丙酮酸激酶所催化的反应不可逆,故此三种酶催化的三步反应的逆过程需要另外的酶催化,并消耗热能和供给还原型辅酶 I(NADH)。

糖异生的生理意义是:①空腹或饥饿状态下,储存的糖原耗竭时,糖异生加快,以维持血糖浓度的相对恒定,保证体内,特别是必须利用葡萄糖供能的大脑、骨髓质和红细胞等组织细胞的葡萄糖供应。②乳酸和甘油通过糖异生得以很好利用,这些物质在基础状态下只有少量生成,但在运动及高度交感神经兴奋时生成显著加快。③长期饥饿时肾脏的糖异生加快,促使氨(NH₃)的产量增多,用于中和尿中酸性物质。④从肠道吸收及从体内蛋白质分解而来的氨基酸,通过糖异生得以充分利用。

二、血糖的调节

正常人体血糖浓度能维持在一个相对恒定的水平,是由于机



体内神经系统、激素和肝脏三方面的调节及协同作用,精细地控制着血糖的来源与去路,使之达到动态平衡。

(一)神经系统的调节作用

神经系统对血糖的调节作用主要通过下丘脑和自主神经系统调节相关激素的分泌,后者再通过影响血糖来源与去路的关键酶的活性来实现。神经系统的调节最终是通过细胞水平的调节来达到目的。

下丘脑一方面通过内脏神经作用于肾上腺髓质,刺激肾上腺素的分泌;另一方面也作用于胰岛 α 细胞,其分泌胰高血糖素;同时还可以直接作用于肝脏。三方面共同作用的结果是使肝细胞的磷酸化酶活化,糖原分解加速;糖异生关键酶的活性增加,糖异生作用增加,从而使血糖浓度升高。另一方面,下丘脑可通过兴奋迷走神经,使胰岛 β 细胞分泌胰岛素;同时还可直接作用于肝脏,使肝细胞内糖原合成酶活化,促进肝糖原的合成,抑制糖异生,促进糖的氧化和转化。结果,血糖的去路增加,来源减少,最终使血糖浓度降低。

自主神经系统,又称植物神经系统,分成交感神经和副交感神经两部分。研究表明,神经系统可通过调节糖原的合成和分解代谢来影响血糖浓度,交感神经可促进糖原分解,使血糖升高;而副交感神经则促进胰岛素分泌,降低血糖。

(二)激素的调节作用

参与血糖浓度调节的激素有两类:一类是降低血糖的激素,只有胰岛素一种;另一类是升高血糖的激素,包括胰高血糖素、肾上腺素、糖皮质激素、生长激素及甲状腺激素等。这些激素对血糖浓度的调节是通过对糖代谢途径中一些关键酶的诱导或激活等来实现的,两类激素的作用既相互对立又相互制约,使调节效能加强

