

M²⁺g
与
镁

魏宝强 李春耀 主编
辽宁科学技术出版社
LIAONING SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE
CHINA

心血管疾病

李春耀 主编

辽宁科学技术出版社
LIAONING SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE
CHINA

2+g
与

心血管疾病

XA927/04

98
R54
57

镁与心血管疾病

主 编 魏宝强 李春耀
编 者 (以姓氏笔画为序)
丛晓霞 李 东 李 涛
张迎春 魏永铁



辽宁科学技术出版社

· 沈阳 ·



3 0009 4338 5

图书在版编目 (CIP) 数据

镁与心血管疾病/魏宝强, 李春耀主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1997. 8

ISBN 7-5381-2648-1

I. 镁… I. ①魏…②李… II. 镁-关系-心脏血管疾病-研究 N. R54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 10749 号

辽宁科学技术出版社出版发行
(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)
辽宁矿产地质研究所印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32	印张: 10	字数: 200,000
1997 年 8 月第 1 版	1997 年 8 月第 1 次印刷	

责任编辑: 倪晨福	版式设计: 于 淮
封面设计: 庄庆芳	责任校对: 王 莉

印数: 1—1,000	定价: 18.00 元
-------------	-------------

序 言

镁是人体内重要的元素。近年来，随着医学的进步和检测手段的发展，镁的重要性日益受到世界各国学者的普遍关注。研究表明镁与机体的能量代谢，神经功能，肌肉收缩，激素的分泌，酶的激活，遗传信息的获得等诸多生命现象和生理功能都有密切关系。临床上镁缺乏与高血压，心肌梗塞，心律失常，脑栓塞和脑出血，糖尿病，肾结石等疾病的发病也有重要关系。

辽宁省基础医学研究所和辽宁卫生职工医学院魏宝强，沈阳职工医学院临床医院，沈阳变压器有限责任公司职工医院李春耀等教授所著《镁与心血管疾病》一书详细叙述了镁的流行病学，镁与基础医学的关系，镁与心血管疾病的发病机理，镁在临床治疗中的重要意义等。该专著内容新颖，深入浅出，不仅在理论上，而且在临床上具有很高的实用价值。本专著对基础医学研究人员，临床医师，医学院校学生均会有很多方面的教益。深信本专著能得到广大读者的热烈欢迎。

中国医科大学第一临床学院

教授 主任医师

许克诚

中华医学会心血管病学会委员

辽宁省心血管病学会主任委员

一九九六年十一月三日

前 言

在长期从事临床医疗,教学和科研工作中常常遇到一些心血管疾病病人,其机体处于低镁的状态,给病人补镁治疗往往得到意想不到的疗效。这样,促使我们逐渐积累、收集、整理、总结镁与心血管疾病相关的资料。

镁是人体所必需的重要元素之一。现已明确,人体内能量的产生,神经机能的维持,体温调节,肌肉收缩,激素的分泌,骨折愈合,遗传信息的获得等许多重要生理机能都与镁有关。临床上,引起广泛注意的是与镁缺乏相关的疾病,如高血压,脑出血和脑梗塞,心律失常和心肌梗塞、糖尿病、肾结石等。镁与上述疾病的发生发展的关系值得同行们关注。

但令人担忧的是在现代饮食生活中镁摄入量逐渐减少。而且世界上有些国家尚未明确镁的必需摄入量,为此学者们担心会因镁缺乏而导致各种疾病的增加。

70年代初召开了国际镁专题讨论会并成立国际研究会,镁与疾病的关系引起世界各国学者的浓厚兴趣,镁与疾病的关系研究亦逐步深入。

本书作者在查阅大量资料的基础上,结合自身的临床实践,从基础医学,临床医学角度系统地介绍了镁的知识,重点阐述镁与心脑血管等疾病的关系和镁在临床上的应用。

由于我们的水平有限,加之时间仓促,书中缺点错误和遗漏在所难免,敬请广大读者、同仁指正。

编 者

一九九七年元月八日

目 录

第一章 镁与心脏血管的基础代谢	(1)
第一节 镁在人体健康中的作用.....	(1)
第二节 镁与心脏生理、病理生理.....	(6)
第三节 镁与心脏生化	(26)
第四节 镁代谢与血管壁	(31)
第五节 镁与血流动力学	(36)
第六节 镁对人传导系统的影响	(43)
第二章 从流行病学看镁与心血管疾病	(48)
第一节 水硬度与心血管疾病	(48)
第二节 钙与镁比率	(51)
第三节 镁需要量	(52)
第四节 流行病学调查中的几个问题	(57)
第三章 镁缺乏的原因与症状	(64)
第一节 镁的人体分布、代谢与作用	(68)
第二节 镁缺乏的原因	(69)
第三节 镁缺乏的症状	(75)
第四节 镁缺乏对人体的影响	(77)
第五节 低镁血症和高镁血症	(81)
第六节 长期应用利尿剂的病人口服镁时对其血浆和骨骼肌的电解质的影响	(85)
第七节 肾机能低下时血镁上升	(86)
第四章 缺镁与心肌坏死、血管痉挛	(91)

第一节	Mg^{2+} 在体内主要代谢	(91)
第二节	心肌缺血时 Mg^{2+} 代谢异常及病理生理 ...	(95)
第三节	镁缺乏及补充 Mg^{2+} 对心肌损害的影响 ...	(97)
第四节	镁是生理学上钙拮抗药	(99)
第五节	Ca^{2+}/Mg^{2+} 比上升诱发冠状动脉痉挛	(101)
第六节	Mg^{2+} 阻止 Ca^{2+} 负荷过重	(102)
第七节	镁有保护心肌作用	(103)
第八节	镁在防止冠脉痉挛发生中的作用	(104)
第五章	镁缺乏与缺血性心脏病	(115)
第一节	镁作用之谜	(115)
第二节	镁缺乏在缺血性心脏病发生中的影响	(117)
第三节	镁在细胞膜上起阀作用	(121)
第四节	心肌缺血与镁的关系	(122)
第五节	急速增加的镁缺乏症	(124)
第六节	镁对缺血心肌的保护作用	(125)
第七节	缺血时心肌代谢	(127)
第八节	镁在缺血性心脏疾病发生中的地位	(129)
第九节	血清、心肌镁含量与急性心梗、心绞痛关系	(131)
第十节	心肌镁缺乏与缺血性心脏病猝死的关系	(133)
第十一节	镁防治缺血性心脏病的实验及临床研究	(135)
第六章	镁缺乏与脑血管障碍	(140)
第一节	镁与脑出血发病的关系	(140)
第二节	镁有改善脑血流作用	(143)



第三节	体内镁动态与局部脑血流·····	(145)
第四节	镁有抗动脉硬化作用·····	(147)
第五节	脑出血患者镁缺乏的治疗·····	(149)
第六节	钙、镁与脑动脉硬化·····	(150)
第七节	镁与脑梗塞·····	(152)
第八节	镁能改善末梢循环不全的各种症状·····	(155)
第七章	镁与心力衰竭·····	(158)
第一节	心力衰竭时镁代谢·····	(158)
第二节	镁与心力衰竭·····	(166)
第三节	难治性心力衰竭与低镁血症·····	(168)
第八章	镁缺乏与急性心肌梗塞·····	(172)
第一节	AMI 时镁的改变 ·····	(172)
第二节	镁的测定对心肌梗塞的诊断意义·····	(178)
第三节	镁对心肌梗塞的治疗作用·····	(179)
第四节	心肌梗塞时镁剂的应用·····	(183)
第五节	心肌梗塞后补充镁的重要性·····	(189)
第九章	镁与高血压·····	(198)
第一节	镁缺乏与高血压有关·····	(199)
第二节	细胞镁水平的作用·····	(202)
第三节	高血压的成因与镁缺乏·····	(203)
第四节	高血压与镁代谢异常·····	(204)
第五节	镁治疗高血压·····	(206)
第六节	镁与酒精性高血压·····	(209)
第七节	补镁对高血压代谢和血液动力学影响·····	(210)
第八节	高血压恶化与电解质代谢异常密切相关 ·····	(214)
第十章	镁与心律失常·····	(218)

第一节	镁在心律失常中的作用·····	(218)
第二节	镁与心律失常的有关机理·····	(222)
第三节	低镁与洋地黄中毒的关系·····	(223)
第四节	镁剂在心律失常的应用·····	(227)
第五节	镁与 AMI 时心律失常 ·····	(232)
第十一章	镁缺乏的诊断与治疗·····	(239)
第一节	镁缺乏的既往病史·····	(240)
第二节	镁缺乏的症状特征·····	(241)
第三节	镁的实验化学检查结果·····	(241)
第四节	骨骼肌肉镁反映全身镁状态·····	(246)
第五节	镁缺乏的治疗原则·····	(247)
第六节	选用保镁性利尿剂·····	(248)
第七节	镁剂临床应用进展·····	(250)
第十二章	镁测定法与镁的基础医学·····	(261)
第一节	镁的测定方法·····	(261)
第二节	组织内镁含量·····	(263)
第三节	镁的生物化学·····	(265)
第四节	镁的生理学·····	(267)
第五节	镁的药理学·····	(268)
第十三章	其他·····	(271)
第一节	镁与麻醉师·····	(271)
第二节	药物与镁代谢·····	(278)
第三节	镁与糖尿病·····	(281)
第四节	镁与肺心病·····	(289)
第五节	镁与酒精性心肌损害·····	(290)
第六节	镁与听力·····	(291)
第七节	镁与偏头痛·····	(291)

第八节	镁与支气管哮喘等.....	(292)
第九节	镁与性格.....	(294)
第十节	镁与脚气病性心肌病.....	(294)
第十一节	镁与克山病.....	(294)
第十二节	镁与心脏手术.....	(295)
第十三节	有关谷氨酸受体的镁结合部位.....	(296)
第十四节	镁有类似牛磺酸作用.....	(297)
第十五节	镁与甲亢.....	(298)
第十六节	镁代谢与骨骼.....	(299)
第十七节	镁的麻醉作用.....	(306)

第一章 镁与心脏血管 的基础代谢

人类对镁的研究已有近百年的历史，随着研究的深入和检测手段的进步，也逐渐地认识到镁对人体健康的重要性，尤其是镁对心血管系统的影响更加引人注目。

第一节 镁在人体健康中的作用

19 世纪初，临床工作者在调研少数患有各种各样潜在性疾病的病人中首次联想到人体镁的含量减少；本世纪 50 年代证实了在酒精中毒病人和静脉内注射镁离子的病人中镁离子减少，并描述了临床上镁缺乏的缘故，认为这往往与其他营养品缺乏有关；60 年代初的一系列临床病例报告将人们的注意力集中于人体在各种吸收不良情况下镁缺乏的发生，并激发人们去研究镁缺乏的原因以及各种受控条件下的结果。

一、镁的饮食摄取

镁广泛地分布在地球上，以镁盐的形式存在。食物中，镁是叶绿素的无机离子，因此，绿色蔬菜是镁的主要来源；食用肉类、豆类和谷物类有助于镁的摄取。1977 年～1978 年全

美国调查说明成年女性和男性的镁平均摄取量分别为 230mg 和 310mg。这些数字与国内调查普通饮食的健康男人和 18 名年龄在 20 岁~53 岁之间妇女中得到的数字极为相同。经一年内对这些人员进行定期检查，她们每日镁摄取量有很大不同，在 132mg~350mg 之间，平均值为 234mg，而男性的镁摄取量在 157mg~595mg 之间，平均值为 310mg。

二、镁的吸收作用

人体镁的最初吸收部位是在小肠。正常人的空肠和回肠灌肠试验表明这两部分对镁离子吸收浓度相等，大约高达 10mg。通常，肠的收缩或扩张使其易发生变化，也会造成肠内镁浓度的增加或减少，肠内的运行会明显影响镁的吸收。

把正常儿童的肠吸收镁与先天性罕见遗传性低镁血症的儿童相对照，可发现两种独立系统参与近侧小肠镁的吸收。一种好像是低饱和状态下的中间媒介系统，在原发性低镁血症中，该系统有缺陷。另一种是高浓度下的简单扩散系统。

在“普通”的饮食中，过去研究小肠吸收作用数值的平均值为 50%~70%，近年研究的数值较大。食用各自选择食物的成年人，经过一年定期检查，他们的平均吸收值男性为 21%，而女性为 27%。各种代谢研究中，平均吸收数值很高，因为在大多数代谢研究中，食物不是自我选择的。

三、维生素 D 与镁的吸收

与代谢过程中维生素 D 促进小肠 Ca 和 P 吸收作用相比较，V_D 对镁吸收的作用尚不明了。在回肠，V_D 对镁的吸收不起作用，这为研究者所共识，但在空肠则不同。有报道认为有用，也有报道认为无作用。最近的研究采用了分段灌注法，

其数据仍有争议。

在各种吸收不良综合征中，小肠中镁的吸收作用都会减退，特别是与脂肪痢有关的疾病。据报道，各种严重的慢性肾病能减少肠道对镁离子的吸收。

四、镁的肾脏调节

1. 肾小管的吸收作用

人体吸收的镁常被储留起来用于组织生长（包括骨组织生长）或镁的更新代偿。而没有吸收的残余镁则从尿中排出。在肾小球滤过之后，肾小管重吸收过程对保持镁在体内的平衡起到十分重要作用。通过对大鼠、兔子和狗所做的显微灌注研究，镁在肾单位的重吸收过程已被弄清楚。假若肾小管有一定的分泌作用，也必定是小作用。

80%的血清镁都可通过肾小球滤过，但只有20%~30%在近曲小管被重吸收。近曲小管端及髓祥的升支是镁的重吸收和排泄的控制部位。滤过镁的50%~55%是在细降支和远曲小管的起始部之间被重吸收。管腔内和血浆镁浓度的改变影响着该部分肾脏的重吸收。远曲小管的重吸收能力是有限的，而整个集合小管和导管在正常情况下无吸收作用。

2. 新陈代谢和药物影响肾脏的调节

镁在肾单位的重吸收受许多生理和新陈代谢因素的影响，同样也受药物和疾病的影响。特别是临床上使用的利尿剂如速尿及某些致肾中毒药物，与肾脏营养物质漏失有着重要关系。三氨喋呤等利尿剂对镁如同对钾一样有防止漏失的作用。顺氯氨铂对肾小管的作用很快引起严重肾漏失，而且在停止用药后，要持续几个月。许多激素影响肾脏对镁的吸收，但就大多数激素而言，这种作用是小的或间接的。

五、镁的体内平衡因素

当人体镁的摄取严重受限时，尽管肾功能正常，其他食物成分含量足够，在5天~7天内排出的镁很少。增加镁的摄取量，只要增加不过量，而且只要肾功能正常，不会改变血浆正常镁含量，但会增加尿中排出量。在正常人中，小肠和肾脏的保留和排泄机制能够在食物镁摄取不同的情况下，起平衡调节作用。与钠和钙不同的是，调节血浆镁不需要激素平衡机制。正常血浆镁的数值取决于肠胃和肾的吸收与肾的排泄的平衡。

六、健康人镁的需求量

近几年进行了大量的平衡研究来获取人对镁的需求定量。对以往的资料，由于分析程序不同，在使用时需要慎重。有学者发现在镁和钙的摄取量变化之后6天~18天，才能确定平衡。他们发现，斯里哥所列举的22个平衡研究中，只有4个持续了15天以上，2个是在医院代谢病房服用规定食物的成年病人中进行的。许多这种研究是在大量钙存在的条件下，没有准确测定镁的方法情况下进行和完成的。因此，关于食物中镁的含量的资料是不可靠的。自60年代后期，原子吸收光谱测定仪的广泛使用，改进了镁的测定准确度。

平衡研究包括观察某些影响因素，如蛋白种类和蛋白的数量，纤维、钙和磷。但有关这些因素对镁平衡的作用方面的报告常常是矛盾的。

1971年至1994年全美国人口抽样普查中，年龄在1岁~74岁的15820人接受了普查，使用原子吸收光谱测定仪测定了他们的血清镁的平均值，年龄在18岁~74岁之间的

95%的成年人的血清镁在 $1.50\text{mEq} \sim 1.91\text{mEq/L}$ 之间 ($0.75\text{mmol} \sim 0.96\text{mmol/L}$)。年轻人的数值偏高。5%的人的数值处于或高于临床正常值的下线 ($1.40\text{mEq} \sim 1.50\text{mEq/L}$) ($0.70\text{mmol} \sim 0.75\text{mmol/L}$)。研究者认为健康人的血清镁值是镁营养物的可靠指标。因此，这些资料表明在美国儿童和成人中，低镁症过去是罕见的，现在可能仍然罕见。

当前有关人体从食物中获取镁的数量标准是根据人乳的成分、消耗的食物及过去的平衡研究结果确定的，但人们对此持怀疑态度。这些资料表明，婴儿每天需要 $40\text{mg} \sim 70\text{mg}$ ，10岁儿童需要 250mg ，青少年、成年男性和未孕妇女需要 $300\text{mg} \sim 400\text{mg}$ ，怀孕和哺乳妇女需要另加 150mg 。

1985年美国食品营养委员会在关于食物营养成分含量的报告中规定，在食物中要增添镁含量。虽然该规定现在已被废除，但1980年的大部分研究数据支持该规定的确定，只是将婴儿的镁需要减少为每日 $30\text{mg} \sim 50\text{mg}$ 。该委员会的最近一份文件提出：“由于专门从事人体对镁的需要量的研究很少，而且结果又不可靠，所以很难确定人体每日从食物中摄取的镁总量和必要的补充量”。“由于在总人口中，没有明显的指标说明镁缺乏，因此用普通食品中镁含量的资料来说明人体从食物中摄取的镁的含量低是不可靠的。”很明显，对各年龄组镁的需要量，应在严格控制的条件下，采用精确的分析方法和技术来确定，当然最理想的是与组织活检一起进行。

在肠道和肾吸收不良的病人中，以及分解代谢亢进的病人中，食物镁的摄取量偏于不足。分析血清镁含量以及计算粪尿丢失的镁数量，对确定合理补充量是必要的。

第二节 镁与心脏生理、病理生理

一、镁的正常代谢

Mg^{2+} 是人体内位于 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 之后，占第四位的矿物质成分，是细胞内主要阳离子，大部分集中在代谢旺盛的微粒体和线粒体内。成人体内镁总量平均为 21g~28g，约有 4/5 的镁存在骨骼与肌肉内，对血浆中 Mg^{2+} 浓度发挥重要调节作用。细胞内镁浓度明显高于细胞外，细胞外的 Mg^{2+} 只占总量的 1% 左右，其中又有 70%~80% 的 Mg^{2+} 与蛋白质相结合。当体内游离的 Mg^{2+} 含量下降时，结合的镁即解离，维持着血浆中 Mg^{2+} 浓度的稳定。细胞内镁含量约为血浆的 3 倍~10 倍，约 6mEq~20mEq/L (3mmol~10mmol/L)。游离的 Mg^{2+} 很少受血液酸碱度的影响，在肾脏功能正常的情况下，约 70%~90% 的镁经由肾脏排泄。此外，肾小管对 Mg^{2+} 具有重吸收作用，当镁的代谢发生紊乱时，不仅细胞内、外的 Mg^{2+} 相互转移，而且肾小管的再吸收亦增强，使尿 Mg^{2+} 排出减少，具有保镁功能。由于食物中含有丰富的镁，尤其在绿色蔬菜及肉类中含量较高，正常饮食可以满足成人每日的生理需要量 (0.15mmol~0.25mmol/kg)。因此，只要胃肠功能正常，即使在饮食不足或进食低镁饮食 3 周~4 周，血清 Mg^{2+} 亦无明显下降。但是在体内影响镁代谢的因素很多，在醛固酮和甲状旁腺激素的作用下，尿中 Mg^{2+} 排泄增多， Mg^{2+} 的重吸收减少，使得血清 Mg^{2+} 水平下降；胰岛素则减少骨骼对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的摄取而使血清 Mg^{2+} 增多；生长激素即可增加肠道的吸收，又可降低肾小管的重吸收，促进 Mg^{2+} 进入细

胞内，增加镁的储存量； Ca^{2+} 、 P^{3-} 、 Mg^{2+} 相互间又存在着拮抗作用， V_D 可促进镁的吸收，其他如利尿剂的应用、洋地黄中毒、晚期肝硬化、妊娠及哮喘发作等均可伴有低镁血症。由此，可见体内镁调节机制的复杂性，因此，单纯测定血清镁浓度并不能准确地反映体内游离 Mg^{2+} 的水平。

二、镁吸收机制及 V_D 、钙、磷酸盐的影响

在过去 20 年中，在种种条件下，人们对肠内镁转运一直在不断地研究。然而，人们还不能确定肠内镁的吸收部点、传输、可饱和性对代谢能的依赖性，与钙或磷酸盐的相互作用及 V_D 的影响。

1. 镁吸收的部位

1964 年有人报道在镁缺乏和镁充足的幼鼠体内，镁吸收的主要部位是结肠。镁吸收量是根据给肠不同部位注射 ^{28}Mg 后从粪便中回收的 ^{28}Mg 量，或是经口服 ^{28}Mg 后从肠中获得 ^{28}Mg 量加上在尿中 ^{28}Mg 量而计算得出。指出用这两种方法指明 70% 以上的镁吸收发生在结肠，特别是还发现注入盲肠的镁量与注入胃或十二指肠的镁量相比较，镁吸收没有明显降低。当用尸体加尿中回收镁的方法时，镁吸收发生在小肠前部 75cm 处，仅占镁总量的 8%。

经实验证实，小肠和结肠里都有明显的镁吸收现象。用弥散法对活体肠实验发现，刚断奶的幼大鼠和成年大鼠结肠中镁净传输率等于或大于空肠和回肠的传输率。同时证实，活体内鼠回肠和盲肠镁吸收量是相似的；大鼠体内发现，外围内脏液囊中，回肠中镁转运比空肠中效率更高；大鼠体内空肠、回肠和结肠镁吸收率和总摄入量均比十二指肠高。综合这些资料表明镁吸收主要发生在小肠远段。