

# 呼气试验 在消化系疾病诊断中的 临床应用

王兴鹏 靖大道 主编

4

上海科学技术文献出版社

290950

R570.4  
W217  
2004  
C-1

# 呼气试验 在消化系统疾病诊断中 的临床应用

王兴鹏 靖大道 主编



00195709

上海科学技术文献出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

呼气试验在消化系疾病诊断中的临床应用/王兴鹏等  
主编. —上海:上海科学技术文献出版社,2004.11

ISBN 7-5439-2399-8

I. 呼… II. 王… III. 呼气-试验-临床应用-消化  
系统疾病-诊断 IV. R570.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 075948 号

责任编辑:何 蓉

封面设计:何永平

**呼气试验在消化系疾病诊断中的临床应用**

主编 王兴鹏 靖大道

\*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

江苏昆山市亭林彩印厂印刷

\*

开本 850×1168 1/32 印张 5.625 字数 156 000

2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷

印数:1—3 100

ISBN 7-5439-2399-8/R · 668

定价:12.00 元

## 内 容 提 要

呼气试验是一种独特的,非侵入性检测试验。它在消化系统疾病的临床应用中很有价值。本书除简要介绍呼气试验的发展历史及呼气试验的原理和方法以外,重点介绍了呼气试验在肝脏功能、胰腺外分泌功能、小肠吸收功能、胃肠动力、肠道菌群过度增生以及幽门螺杆菌感染性疾病等检测中的实际应用。

本书适合于各级从事胃肠病研究的临床医师以及相关的医务人员、科研人员、医学院校学生,尤其是从事或准备从事呼气试验的人员阅读参考。

# 前 言

呼气试验(breath test)是在现代生物医学、生物工程学、原子物理学、分析化学等多学科综合发展基础上产生的一种独特的、非侵入性检测试验。它是利用呼出气体中的微迹气体如二氧化碳、氢气及甲烷等含量的变化进行人体生理及病理状态研究的一种检测方法。自 20 世纪 70 年代初,呼气试验的建立并应用于临床以来,经历了一个漫长发展过程。80 年代初,幽门螺杆菌的发现及其致病性的确立,促使了 $^{13}\text{C}$ 及 $^{14}\text{C}$ 尿素呼气试验(UBT)的建立。由于 UBT 具有快速、简便、无创伤性以及高灵敏性、高特异性等优点,迅速为各国胃肠病学者所接受,由此也推动了呼气试验在世界范围内的普及和发展。

呼气试验在我国正式进入临床是在 20 世纪 90 年代初,但是其发展非常迅速。目前,国内许多大的医疗单位,以及一些基层医院相继将 UBT 列为诊断幽门螺杆菌感染的常规检查项目;有些单位建立了呼气氢试验和甲烷呼气试验;一些科研单位相继将  $\text{CO}_2$  呼气试验应用于肝脏疾病、胰腺外分泌功能、胃肠道动力异常以及小肠菌群过度增生等诊断和辅助诊断方面,亦取得一些可喜的成绩。但是,在各类呼气试验的应用指征、标记底物剂量的选择、实验参数的控制、操作流程的规定以及试验结果判断等方面,国内并没有一个统一的标准。为此,分别于 2000 年在苏州和 2002 年在上海召开了两届呼气试验研讨会。为进一步推动呼气试验在国内顺利发展,并促使其进一步深入和完善,笔者自 2002 年初即筹划编辑这本有关呼气试验在消化病学领域应用的参考

书,在经过半年多时间的收集和阅读文献资料之后,本着科学性、实用性、系统性、新颖性和通俗性原则开始编写。历经1年多业余时间的编写及多次修改,在编辑组各位成员的共同努力下,终于完成本书。

全书共分八个章节,第一、第二章节简要叙述了呼气试验的发展历史,以及呼气试验的原理和方法学。考虑到 $^{13}\text{C}$ 呼气试验操作的复杂性以及未来的主流趋势,所以在第二章中对呼气试验方法学作了重点介绍。后面的六个章节分别叙述了呼气试验在肝脏功能、胰腺外分泌功能、小肠吸收功能、胃肠道动力、肠道菌群过度增生、以及幽门螺杆菌感染性疾病等检测中的实际应用。每个章节简要介绍了现有的检测手段,并着重介绍了各类呼气试验的适应证、操作流程、应用评价,并对目前存在的一些问题及将来可能的发展趋势作了简要介绍。

本书适合各级从事胃肠病研究的医师以及相关的医务人员、科研人员、医学院校师生,尤其是从事或准备从事呼气试验的人员阅读参考。

尽管编辑组各位成员用心编著本书,但毕竟学海无边,精力有限,疏漏、不妥、错误之处在所难免,祈望各位读者予以批评指正。

王兴鹏 靖大道

2004年8月

于上海交通大学附属第一人民医院

# 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第一章 呼气试验发展历史 .....            | 1  |
| 第二章 呼气试验方法学概论 .....           | 8  |
| 概述 .....                      | 8  |
| 呼气试验的原理及方法学 .....             | 8  |
| 稳定性同位素呼气试验使用的仪器 .....         | 10 |
| 质量控制 .....                    | 13 |
| 稳定性同位素的安全性和应用 .....           | 15 |
| 结论 .....                      | 18 |
| 第三章 呼气试验在肝脏功能检测中的应用 .....     | 21 |
| 引言 .....                      | 21 |
| 肝脏功能及其评估试验概况 .....            | 21 |
| 氨基比林呼气试验 .....                | 32 |
| 酮异己酸甘油酸呼气试验 .....             | 44 |
| 苯丙氨酸呼气试验 .....                | 46 |
| 红霉素呼气试验 .....                 | 49 |
| <sup>13</sup> C-半乳糖呼气试验 ..... | 51 |
| 呼气试验在肝脏功能检测中应用评价 .....        | 54 |
| 第四章 呼气试验在胰腺疾病中的应用 .....       | 57 |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| 引言 .....                                         | 57  |
| 胰腺外分泌功能不全性疾病及其评估试验 .....                         | 57  |
| 呼气试验在胰腺疾病导致的脂肪消化吸收不良中的应用 ...                     | 60  |
| 呼气氢试验在胰腺疾病导致的碳水化合物消化吸收不良中<br>的应用 .....           | 64  |
| 呼气试验在胰腺疾病导致的蛋白消化吸收不良中的应用 ...                     | 65  |
| 呼气试验在胰酶替代治疗中的应用 .....                            | 65  |
| 呼气试验在胰腺外分泌功能检测中的应用评价 .....                       | 66  |
| <br><b>第五章 呼气试验在肠道吸收功能检测中的应用</b> .....           | 69  |
| 引言 .....                                         | 69  |
| 肠道吸收功能障碍性疾病概论 .....                              | 70  |
| 吸收不良症的各种检查 .....                                 | 71  |
| $^{13}\text{C}/\text{H}_2$ 乳糖呼气试验 .....          | 76  |
| $^{13}\text{C}/\text{H}_2$ 果糖呼气试验 .....          | 78  |
| 呼气试验在肠道糖吸收不良检测中应用的评价 .....                       | 81  |
| <br><b>第六章 呼气试验在胃肠道动力和黏膜完整性检测<br/>中的应用</b> ..... | 92  |
| 引言 .....                                         | 92  |
| 胃肠道动力障碍和黏膜屏障功能障碍性疾病概论 .....                      | 92  |
| 乳果糖呼气试验 .....                                    | 99  |
| 木糖呼气试验 .....                                     | 103 |
| $^{13}\text{C}$ -辛酸呼气试验 .....                    | 104 |
| $^{13}\text{C}$ -醋酸呼气试验胃液相排空检查法 .....            | 109 |
| 呼气试验在胃肠道动力和黏膜完整性检测中的应用<br>价值 .....               | 113 |

## 第七章 呼气试验在小肠细菌过度生长诊断中的

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 应用 .....                  | 116 |
| 引言 .....                  | 116 |
| 小肠细菌过度生长的概况 .....         | 116 |
| 用于诊断小肠细菌过度生长的呼气试验 .....   | 120 |
| 呼气试验在小肠细菌过度生长诊断中的评价 ..... | 126 |

## 第八章 呼气试验在幽门螺杆菌感染诊断中的

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 应用 .....                                    | 134 |
| 概述 .....                                    | 134 |
| 幽门螺杆菌感染相关疾病概况 .....                         | 135 |
| $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ -尿素呼气试验 ..... | 145 |
| 尿素呼气试验在幽门螺杆菌感染诊断中的评价 .....                  | 154 |
| 总结 .....                                    | 162 |

# 第1

## 章 呼气试验发展历史

自古以来在中国和古希腊行医的医生已知道自人们口中呼出的气可提供病人身体健康的一些线索。训练有素的医生可在病人芳香的丙酮呼气得知严重的糖尿病症状。霉败腐臭或鱼腥的呼气味告诉医生病人有严重肝脏疾病。尿臊味和肾疾有关,而恶臭味与肺脓肿有关。18 世纪法国的卢法白(Lavoisier)为利用化学方法分析人类呼气的第一人。他证明了人类呼气中有大量的二氧化碳。呼气中的主要成分为氧、氮、氨、二氧化碳及水气。现代的呼气法始自 1971 年诺贝尔奖得主包林(Linus Pauling),他在低温中收集呼气而测得多种低浓度挥发性有机物(volatile organic compounds)。我们现在知道,正常人的呼气中有大约 200 种挥发性有机物。这些挥发性有机物有许多种可被用来检测诊断疾病。

呼气试验应用于临床始于 20 世纪 70 年代初。自 From 和 Hofmann 于 1971 年成功应用 $^{14}\text{C}$  标记的甘氨酸测定胆汁酸在机体代谢后,呼气试验在胃肠道疾病诊断及功能评定中的应用相继开展起来。如应用 $^{14}\text{C}$  标记的甘氨酸-甘氨酸检测克罗恩病或小肠手术等引起的回肠吸收不良以及肠道菌群过度增生情况;应用 $^{14}\text{C}$  标记的乙醇和 $^{14}\text{C}$  标记的氨基比林评估酒精性肝炎、脂肪肝和肝硬化患者的肝功能状态;应用 $^{14}\text{C}$  标记的三棕榈酸甘油酯(tripalmitin)试验辅助诊断脂肪吸收不良及评估胰腺外分泌功能等。但由于 $^{14}\text{C}$  的放射性以及试验的影响因素较多,当时的呼气试验仅限于一些欧美发达国家科研中心,并没有普及于临床。至 20 世纪 70 年代中晚期,又相继开展了氢气呼气试验(又称呼气氢

试验)、甲烷呼气试验以及稳定性同位素呼气试验。

最初的氢气呼气试验是作为乳糖吸收不良症的一个诊断性指标被引入临床的。1975年, Newcomer 等比较了呼气氢试验, $^{14}\text{C}$ 标记乳糖以及血糖浓度变化等方法用来诊断乳糖吸收不良症的优缺点,证明呼气氢试验最具优越性。1978年, Bond 和 Levitt 等应用呼气氢试验观察一些食物在小肠的消化过程, 结果发现, 其中一些双糖及多糖抵达结肠时仍保持完整分子结构, 即未被水解和吸收, 从而导致在摄食后呼气中  $\text{H}_2$  浓度升高。这一研究结果为氢气呼气试验诊断乳糖吸收不良症或乳糖不耐受症奠定了理论基础。在此之前, 乳糖吸收不良症或乳糖不耐受症的主要诊断手段是血液耐受试验, 即在摄入一定量的乳糖后, 观察血中葡萄糖浓度是否升高。氢气呼气试验建立后就基本上取代了血液耐受试验。而且, 随后一系列研究进一步证明了氢气呼气试验的优越性, 从而被大多数胃肠病学家肯定为诊断乳糖吸收不良症的首选方法。同时, 由于呼气氢试验具有简便可靠等优点, 就很快被用于其他较复杂糖吸收不良症的诊断, 如果糖、麦芽糖、蔗糖及少数山梨醇吸收不良症的诊断等。此外, 呼气氢试验也被用于乳果糖呼气试验中测定肠道传递时间, 或检测逆流回小肠细菌的过度生长。

在呼气氢试验成功应用于临床不久, 呼气中微迹气体检测亦开始应用于胃肠消化功能的评估, 其中最常用的是甲烷( $\text{CH}_4$ )呼气试验。 $\text{CH}_4$ 是由碳水化合物在结肠中代谢产生的, 当伴有碳水化合物吸收不良症时, 肠道中  $\text{CH}_4$  产生增加, 并可经呼气中检测出来。研究发现, 在  $\text{H}_2$  和  $\text{CH}_4$  产生中, 两者之间有复杂的相互作用及关联性。这种关联性可能与结肠中产甲烷菌(methanogenic bacteria)的作用有关。由于产甲烷菌可将  $\text{H}_2$  转化成  $\text{CH}_4$ , 致使双糖被细菌代谢过程中呼气气样中的  $\text{H}_2$  和  $\text{CH}_4$  的变化复杂性, 有时仅有  $\text{H}_2$  产生, 有时  $\text{H}_2$  和  $\text{CH}_4$  同时升高, 而有时仅有  $\text{CH}_4$  升高。为此, 在诊断碳水化合物吸收不良症时, 往往需联合进行呼气氢试验和甲烷呼气试验, 综合评估。

至 20 世纪 70 年代末,随着同位素比值质谱仪(isotope ratio mass spectrometry)的问世和发展,稳定同位素的检测成为可能, $^{13}\text{C}$  标记  $\text{CO}_2$  呼气试验亦建立起来。1977 年,Schoeller 等首次报道应用同位素气体比值质谱仪检测呼气中  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  比值,并将其用于婴儿、儿童以及孕妇等不能应用  $^{14}\text{C}$  呼气试验的人群。但由于同位素气体比值质谱仪价格昂贵,且检测过程复杂烦琐,给其临床应用带来很大困难。为此,Hirano 等于 1979 年建立了应用红外分光仪法(infrared spectroscopic method)检测呼气中  $^{13}\text{CO}_2$ ,使  $^{13}\text{CO}_2$  呼气试验检测费用大大降低,并且检测过程亦相对简便,为  $^{13}\text{C}$  呼气试验的开展和普及提供了可能。

至 20 世纪 80 年代初,欧美一些医学中心陆续开展了呼气试验的临床检测工作。此时,应用较多的仍是放射性  $^{14}\text{C}$  呼气试验以及呼气氢试验。呼气氢试验的底物由乳糖扩展到果糖、麦芽糖、蔗糖、山梨醇以及乳果糖等,采用的方法仍为气相色谱法(gas chromatography),主要用于碳水化合物吸收不良的检测和评估。 $^{14}\text{C}$  呼气试验的应用主要集中于肝功能的评估、脂肪吸收不良的检测、胆汁酸吸收不良以及肠道菌群过度增生的检测等方面。在肝功能检测方面,标记底物主要是一些在肝脏代谢的药物,如氨基比林(aminopyrine)、甲氧基乙酰苯胺(methacetin)和非那西汀(phenacetin)等;在脂肪吸收不良以及胰腺外分泌功能的检测方面,其标记底物主要为一些中长链脂肪酸,如三棕榈酸甘油酯、三油酸甘油酯(triolein)和 trioctanoin 等。胆汁酸吸收不良以及肠道菌群过度增生检测的标记底物主要为甘氨酸胆酸(cholylglycine)和牛黄胆酸(cholyltaurine)。 $^{14}\text{C}$  呼气试验为非侵入性,虽然能够被多数患者所接受,但是由于  $^{14}\text{C}$  的放射性,对患者及环境可能造成一定的危害,故其临床应用受到很多限制,尤其不能应用于婴幼儿及孕妇和哺乳期患者。 $^{13}\text{C}$  呼气试验的建立无疑可解决这些问题,但由于检测仪器以及标记底物的昂贵,使之仍局限于少数一些研究中心。而随着幽门螺杆菌的发现和研究的深入, $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$  呼气

试验的应运随之得到发展和普及。

1983年,澳大利亚学者 Marshall 和 Warren 在胃黏膜中发现幽门螺杆菌后,世界范围内掀起研究幽门螺杆菌的热潮。在幽门螺杆菌诊断方面,美国学者 Graham 和 Klein 于 1986 年首先报道 $^{13}\text{C}$  尿素呼气试验( $^{13}\text{C}$ -UBT)。随后,一系列的研究显示 $^{13}\text{C}$ -UBT对幽门螺杆菌感染的诊断具有非常高的特异性和敏感性,且具有非侵入性、安全无害等优点,很快得到全世界胃肠病学者的认可。但由于仪器和标记底物的昂贵等因素,该试验直到 20 世纪 90 年代初期,才逐渐在世界范围内开展起来。在此之前,幽门螺杆菌发现者 Marshall 和 Surveyor 于 1988 年又建立了 $^{14}\text{C}$  尿素呼气试验( $^{14}\text{C}$ -UBT)。 $^{14}\text{C}$ -UBT 对幽门螺杆菌感染的诊断同样具有非常高的特异性和敏感性,而检测费用却大大低于 $^{13}\text{C}$ -UBT。因此, $^{14}\text{C}$ -UBT 自建立后不久即在美国、加拿大和澳大利亚等国家被广泛应用。而 $^{13}\text{C}$ -UBT 尽管在 1987 年即应用于临床,但是其推广普及则是在 1996 年通过美国食品药品监督管理局(FDA)的评审之后才得以实施。

近 10 多年来,我国在呼气试验的临床应用方面发展亦非常迅速。最初应用于临床的,亦是应用呼气氢试验检测碳水化合物吸收不良症以及小肠菌群过度增生等。自 1990 年起,陆续有单位将 $^{14}\text{C}$ -UBT 作为幽门螺杆菌感染的常规检查。目前,国内许多大的医疗单位开展了 $^{13}\text{C}$ -呼气试验。在应用范围上,亦由单一的 $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ -UBT 诊断幽门螺杆菌感染向多元化发展。许多单位相继将呼气试验应用于肝功能、胰腺外分泌功能、小肠菌群过度增生、以及胃肠道动力检测等方面。为了进一步推动呼气试验的深入研究和普及,继 1998 年在意大利罗马召开国际胃肠病学及肝病学的呼气试验临床应用会议之后,国内于 2000 年在苏州和 2002 年在上海分别召开了第一届和第二届全国呼气试验临床应用及研究专题讨论会,参会学者多达 400 人,分别就呼气试验在幽门螺杆菌感染诊断、肝脏功能和胰腺外分泌功能检测、胃肠道动力和黏膜完整

性检测、肠道细菌过度生长以及肠道吸收功能评估中的应用等专题进行了热烈的讨论,给呼气试验在消化系疾病中的应用和推广起到了积极的推动作用。同时,也充分说明呼气试验法已得到全世界的医学专家及研究者广泛地接受和认可。

(王兴鹏 谢文章)

### 参 考 文 献

- 1 Fromm H, Hofmann AF. Breath test for altered bile-acid metabolism. *Lancet*, 1971, 2(7725):621~625
- 2 Hofmann AF, Fromm H. New breath test for bile acid deconjugation. *N Engl J Med*, 1971, 285(12):686~687
- 3 James OF, Agnew JE, Bouchier IA. Assessment of the  $^{14}\text{C}$ -glycocholic acid breath test. *Br Med J*, 1973, 3(5873):191~195
- 4 Lenz K. An evaluation of the "breath test" in Crohn's disease. *Scand J Gastroenterol*, 1975, 10(6):665~671
- 5 Dordoni B, Thompson RP, Williams R. Proceedings:  $^{14}\text{C}$ -ethanol breath test in alcoholic liver disease. *Gut*, 1975, 16(5):400
- 6 Schmidt H, Lankisch PG. Diagnosis of exocrine pancreatic function. *Med Klin*, 1975, 70(30):1227~1236
- 7 Hepner GW, Vesell ES. Quantitative assessment of hepatic function by breath analysis after oral administration of ( $^{14}\text{C}$ )aminopyrine. *Ann Intern Med*, 1975, 83(5):632~638
- 8 Scarpello JH, Hague RV, Cullen DR, *et al.* The  $^{14}\text{C}$ -glycocholate test in diabetic diarrhoea. *Br Med J*, 1976, 2(6037):673~675
- 9 Bircher J, Kupfer A, Gikalov I, *et al.* Aminopyrine demethylation measured by breath analysis in cirrhosis. *Clin Pharmacol Ther*, 1976, 20(4):484~492
- 10 Newcomer AD, McGill DB, Thomas PJ, *et al.* Prospective comparison of indirect methods for detecting lactase deficiency. *N Engl J Med*, 1975, 293(24):1232~1236
- 11 Bond JH, Levitt MD. Effect of dietary fiber on intestinal gas production and small bowel transit time in man. *Am J Clin Nutr*, 1978, 31(10 Suppl):S169~S174

- 12 Newcomer AD. Screening tests for carbohydrate malabsorption. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 1984, 3(1):6~8
- 13 Davidson GP, Robb TA. Detection of primary and secondary sucrose malabsorption in children by means of the breath hydrogen technique. *Med J Aust*, 1983, 2(1):29~32
- 14 Rhodes JM, Middleton P, Jewell DP. The lactulose hydrogen breath test as a diagnostic tool for small bowel bacterial overgrowth. *Scand J Gastroenterol*, 1979, 14(3):333~336
- 15 Fritz M, Siebert G, Kasper H. Dose dependence of breath hydrogen and methane in healthy volunteers after ingestion of a commercial disaccharide mixture, Palatinin. *Br J Nutr*, 1985, 54(2):389~400
- 16 Cloarec D, Bornet F, Gouilloud S, *et al.* Breath hydrogen response to lactulose in healthy subjects: relationship to methane producing status. *Gut*, 1990, 31(3):300~304
- 17 Schoeller DA, Schneider JF, Solomons NW, *et al.* Clinical diagnosis with the stable isotope  $^{13}\text{C}$  in  $\text{CO}_2$  breath tests: methodology and fundamental considerations. *J Lab Clin Med*, 1977, 90(3):412~421
- 18 Schoeller DA, Schneider JF, Solomons NW, *et al.* Clinical diagnosis with the stable isotope  $^{13}\text{C}$  in  $\text{CO}_2$  breath tests: methodology and fundamental considerations. *J Lab Clin Med*, 1977, 90(3):412~421
- 19 Hirano S, Kanamatsu T, Takagi Y, *et al.* A simple infrared spectroscopic method for the measurement of expired  $^{13}\text{CO}_2$ . *Anal Biochem*, 1979, 96(1):64~69
- 20 Newcomer AD, Hofmann AF, DiMaggio EP, *et al.* Triolein breath test: a sensitive and specific test for fat malabsorption. *Gastroenterology*, 1979, 76(1):6~13
- 21 Saunders JB, Lewis KO, Paton A. Early diagnosis of alcoholic cirrhosis by the aminopyrine breath test. *Gastroenterology*, 1980, 79(1):112~114
- 22 Ghos YF, Vantrappen GR, Rutgeerts PJ, *et al.* A mixed-triglyceride breath test for intraluminal fat digestive activity. *Digestion*, 1981, 22(5):239~247
- 23 Lo CW, Carter EA, Walker WA. Breath tests: principles, problems, and promise. *Adv Pediatr*. 1982, 29:105~127
- 24 Hoverstad T, Bohmer T, Fausa O. Absorption of short-chain fatty acids from the human colon measured by the  $^{14}\text{CO}_2$  breath test. *Scand J Gastroenterol*, 1982, 17(3):373~378
- 25 Einarsson K, Bjorkhem I, Eklof R, *et al.*  $^{14}\text{C}$ -triolein breath test as a rapid and

- convenient screening test for fat malabsorption. *Scand J Gastroenterol*, 1983, 18(1):9~12
- 26 King CE, Toskes PP. The use of breath tests in the study of malabsorption. *Clin Gastroenterol*, 1983, 12(2):591~610
- 27 King CE, Toskes PP. Breath tests in the diagnosis of small intestine bacterial overgrowth. *Crit Rev Clin Lab Sci*, 1984, 21(3):269~281
- 28 Schneider A, Novis B, Chen V, *et al.* Value of the  $^{14}\text{C}$ -D-xylose breath test in patients with intestinal bacterial overgrowth. *Digestion*, 1985, 32(2):86~91
- 29 Klein PD. Stable isotopic abundances as reflections of ingestion practices. *Control Clin Trials*, 1984, 5(4 Suppl):568~572
- 30 Graham DY, Klein PD. *Campylobacter pylori* detected noninvasively by the  $^{13}\text{C}$ -urea breath test. *Lancet*, 1987, 23:1174~1182
- 31 Marshall BJ, Surveyor I. Carbon-14 urea breath test for the diagnosis of *Campylobacter pylori* associated gastritis. *J Nucl Med*, 1988, 29:11~22

# 第2

## 章 呼气试验方法学概论

### 【概述】

所谓的呼气试验是指利用呼出气中的微迹气体,如二氧化碳( $\text{CO}_2$ )、氢气( $\text{H}_2$ )、甲烷( $\text{CH}_4$ )等含量的变化,进行人体生理学及(或)病理状态研究的一种检测方法。目前,世界上最常用的呼气试验其实为非医疗诊断用的酒精呼气检测,它被用于检测违反交通法规的酒后开车。氢气呼气试验也被用于医疗诊断,常用底物(substrate)有半乳糖、木糖、果糖等。但氢气呼气试验缺乏特异性和灵敏度。从20世纪70年代以来发展的同位素标记呼气试验法,可由医生决定底物的种类因而使呼气法的种类大为增加。而此类标记物经人体代谢所产生的 $\text{CO}_2$ 由肺呼出后具有相当高的特异性和灵敏度,故广泛的为医学界采纳应用。常用的标记化合物可分放射性和稳定性同位素两大类。但近年来稳定性同位素呼气试验(stable isotope breath tests)由于它们的无放射性、非侵入性、准确性及操作简便等优点受到世界各医学中心欢迎。本章将专注于稳定性同位素呼气试验的讨论。

### 【呼气试验的原理及方法学】

最常用的稳定性同位素呼气试验是 $^{13}\text{C}$ 呼气试验,即给受检者口服或静脉注射 $^{13}\text{C}$ 标记的各种底物后,检测经过机体一段时