

动脉血气分析 ——快速解读

(第二版)

ALL YOU REALLY
NEED TO KNOW
TO INTERPRET
ARTERIAL BLOOD
GASES

[美] LAWRENCE MARTIN 著

辛建保 张建初 译

Includes: ABG Quik Coures

anion gap

MetHb

CaO₂

PaCO₂

pH

PaO₂

%COHb

mmHg

HCO₃⁻

hemoglobin

2

504

中国医药科技出版社

动脉血气分析 ——快速解读 (第二版)

LAWRENCE MARTIN, M. D. 著

辛建保 张建初 译

中国医药科技出版社

图字: 01 - 2003 - 6446 号

原书《All You Really Need To Know To Interpret Arterial Blood Gases》之版权归 Lippincott Williams & Wilkins 所拥有。经 Lippincott Williams & Wilkins 同意并授权, 中国医药科技出版社出版中文版。本书之中文版权归中国医药科技出版社所有。

图书在版编目 (CIP) 数据

动脉血气分析: 快速解读/ (美) 马丁 (Martin, L.) 主编: 辛建保等译. —北京: 中国医药科技出版社, 2006. 1

书名原文: All You Really Need to Know To Interpret Arterial Blood Gases

ISBN 7 - 5067 - 3300 - 5

I. 动... II. ①马... ②辛... III. 动脉 - 血液气体分析
IV. R543. 504

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 159571 号

美术编辑 陈君杞

责任校对 张学军

版式设计 程 明

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100088

电话 010 - 62244206

网址 www.mpsky.com.cn

规格 850 × 1168mm ¹/₃₂

印张 9½

字数 211 千字

版次 2006 年 1 月第 1 版

印次 2006 年 1 月第 1 次印刷

印刷 北京市朝阳区小红门印刷厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 7 - 5067 - 3300 - 5/R · 2742

定价 38.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

声 明

这是一本关于在临床实践中怎样判读血气数据的书籍。尽管提供了许多临床实例，但没有任何书籍（包括本书）能告知你在特定临床情况下应该做些什么。依赖于临床环境，相同的血气结果会导致非常不同的临床对策。作者对任何可能在基于本书所提供信息基础上的个人任何行为或无行为均不负责任。

一项基本检验：第一版序言

在治疗病人时常常要使用一些基本检验。一个基本检验应是可适用于大量病人，迅速提供重要的信息，能在必要时尽可能多次重复，并确保准确。我简短地列出这些必要的检验：

1. 动脉血气
2. 胸部 X 线
3. 全血细胞计数 (CBC)
4. 心电图
5. 细菌革兰染色
6. 血清电解质，BUN 和血糖
7. 尿液分析

毫无疑问，我们越能理解这些检验所提供的信息，我们就越能更好的治疗我们的病人。CT 扫描，超声心动图，灌注扫描，多普勒研究，酶分析，肺量计测定和其他特异性的检验（如甲状腺、肝、胰腺）都有它们的价值，有时这些检验是必须的且对诊断具有决定性的意义。然而，上面列出的七项检验，结合病史及体格检查，是处理所有住院病人和大量慢性疾病门诊病人的基础。

在这个列表中变成常规可用的最新检验是动脉血气。第一个动脉穿刺是 1912 年由一位叫 Hunter 的德国医师进行的。在 1919 年，动脉血气分析第一次被作为诊断程序得到了运用。采用 Hunter 的桡动脉穿刺技术，W. C. Stadie 测量肺炎病人的氧饱和度并表明严重发绀的病人起因于血红蛋白不完全氧合 (Stadie 1919)。

在接下来的 40 多年，血气检测更多的是实验室研究工具而不是每天治疗病人可利用的检验。测量血气的技术因需要特殊的设备而很难实施。直到 19 世纪五十年代，发展了可快速和可重复检测 PaO_2 、 PaCO_2 和 pH 的电极。

在 1953 年，Leland Clark 发明了铂氧电极，一个进化为第一个现代血气电极的原型 (Clark 1953, Clark 1956)。商业上可应用的 pH 和 PCO_2 电极随后很快发展起来，在六十年代中期，虽然运用笨重的和非自动化的设备，几个大学中心能够提供动脉血 pH、 PaCO_2 和 PaO_2 测量。在 1973 年，第一个商业上能应用的自动血气机器被生产出来 (Radiometer 的 ABL1)，其他公司也很快生产出自动血气仪 (Severinghaus 1986)。实际上，今天每一所急诊医院在每天的 24 小时都能进行快速自动的血气检验。

像一份单一动脉血样电极的使用那样，现在出现了无创测量。特别普遍的替代一些动脉血样检测氧饱和度及对 PCO_2 进行潮气末气体分析的脉搏血氧计。测量 PO_2 和 PCO_2 的皮肤电极在新生儿和儿童得到了广泛运用。甚至更令人激动的是运用安装在血管内微小的纤维光学传感器进行连续检测血气的新技术。通过这种有创技术，能增加新的范围来监测 pH、 PaCO_2 和 PaO_2 的变化。

不管什么技术，重要的是将它们合理的运用临床。所有血气技术被设计成通过一次或多次检测提供氧合、通气和/或酸碱失衡的信息。教会你怎样判读和广泛使用血气数据则是本书的目标。

这不是一本生理学教材。我删去一些生理学感兴趣但对学习基本血气判读不重要的内容：如分流方程式，二氧化碳解离曲线，氧摄取 Fick 方程式。也省略了婴儿期血气、混合静脉氧测量和在高压氧治疗期间血气变化的讨论。文献目录提供了能找到这些讨论和其他特定题目的参考。

本书并不是一部包含所有东西的百科全书。我试图尝试一种工作，教授一流的、有深度的对临床有用的知识。当运用动脉血气治疗病人时，多数将在本书中找到他们“真正需要知道的”信息。

Lawrence Martin, M. D.
Cleveland

第二版序言

在血气判读领域，自从本书第一版（1992 年）后没有很大变动。当然，基本生理过程是一样的，检验的方法也变化很小。尽管如此，新版本还是进行了某些改变。

首先，需要分析无创“血气”数据的信息，主要是脉搏血氧计 SpO_2 测量和潮气末 PCO_2 (PetCO_2) 监测。这两个检验现在已成为在处理病人时的常规工作， PetCO_2 主要在重症监护领域。这些检验降低了动脉血气分析的数目。确实，机械通气患者几乎完全不抽动脉血，仅用无创血气检测。这些内容将在 PCO_2 和氧饱和度的相关章节中讨论。

在和学生及医师讨论中，有人经常混淆 PaO_2 、 SaO_2 和氧含量之间的关系，对其影响因素如贫血、碳氧血红蛋白和高铁血红蛋白的理解也不是十分明了。新版提供我们更好解释这些重要生理过程的机会。另外，我们还扩展了阴离子间隙和电解质章节的内容；提供几个病例运用碳酸氢盐间隙来揭示混合酸碱失衡。

我也增加了三个“综合分析”章节；这是关于临床评估和检验的程序。第一版的两个章节给出血气数据来判读，但没有问何时血气是必要的及是否有其他一些检验能代替。新章节出现 16 个病人简要方案，大部分没有任何血气数据，你需要决定应获得怎样的气体交换检查：例如完全血气检测，仅仅联合血氧计，仅仅脉搏血氧计，或根本不用检验。

在第一版，我省略静脉血气讨论。因为按我的观点，大多数临床医师不一定真正需要知道这个信息。即使他们很少被要求判读混合静脉血气，但许多学生和临床医师想学习这个内容。为

此，我增加一章“静脉血气：不是你真正需要知道的知识”。

本版另一些变化包括更多图表，检验的扩展，扩充参考章节，和对我们肺部医学环球网地址的国际互联网地址。

像以往一样，本书重点在于对治疗病人有用的基本气体交换生理过程。你需要一杆铅笔学习本书的大部分，但计算器是不必的（虽然它可能加速解决问题）。如果你完成了这些练习，你将很自然地学会“动脉血气分析——快速解读”。如果你仔细阅读每一章节，处理所有问题和练习，你将得到足够教授这个论题的专业知识。

Lawrence Martin, M. D., FACP, FCCP

Cleveland

martin@lightstream.net

互 联 网

自从第一版出版，像许多其他人一样，我学会互联网和环球网使用它们作为潜在有价值教学工具。我们 Mt. Sinai 医院肺科开发了一个教育网址，包含题目范围广泛，包括血气判读，肺部基础生理，氧疗历史。这个网址在几个地方包含我连接的电子邮件地址 (martin@Lightstream.net)。网址是

<http://www.mtsinai.org/pulmonary>

如何使用这本书获得最大的收获

• 拿一支铅笔

这是一本非常实用的有关动脉血气知识的书。重点是解释血气在临床工作中的应用。提供真实病人和实际临床情况的血气分析资料来学习是非常必要的。

建议读这本书的时候不要忘记拿一支铅笔。如果你照着做了，会在短时间内改变你自己。不需要计算器，只需要纸和笔。必要的计算可以写在书上。在核对答案之前，并不要求你用铅笔在纸上回答那些临床问题和其他的一些问题，你不是被迫去思考那些列出的信息。离开了书本就不能在从这本书中获得最大的价值。

在许多章节里，你将会看到很多编号的临床问题，每个都在一个框格里。这些问题的答案都在每章的最后。在正文里由你回答的另外的问题都预先由❶表示出来。在接下来的段落里都将解答这些问题。

问题

编号的临床问题：在每章的后面回答

没有编号的（❶）：在接下来的段落回答

我推荐当你遇到一个问题的时候就用铅笔回答，然后检查你的答案。照着我得建议去做，你会在不知不觉中学会血气分析的基本原则。如果你没有用铅笔，你就不知道信息是否记录或者你是否真正学会什么是重要的。用纸和笔是唯一有效的方法来学会这本书所能教给你的知识。

所以拿一支笔。

• 做预先测试，然后在附录 B 里面检查你的答案

• 读“ABG 快速课程介绍”，然后一边复习快速课程，一边开始这本书的章节。

• 用你自己的速率来读这些章节，停下来用铅笔回答每个问题。

• 确定在你继续下一章节之前，你理解了已给出章节的所有的问题和答案。

• 在符号和术语表里核对不熟悉的术语（附录 C 和 D）

• 完成所有的章节后做课后测验（附录 A）

• 写信或 e-mail 我关于所有能够改进的修正，异议或建议

Lawrence Martin , M. D.

Chief, Division of Pulmonary and

Critical Care Medicine

Mt. Sinai Medical Center

One Mt, Sinai Drive

Cleveland, Ohio 44106

Fax: 216 - 421 - 6952

e-mail: martin @ lightstream. net

预先测试

如果你做对了 90% 或全部都做对了这些练习，你可能并不需要阅读这本书了。

指导：对下列的 10 道练习，可能没有正确的答案，可能有 1 个或多个正确的答案。请你作出正确的选择。参考答案请参考附录 B。

1. PaCO_2 的范围是 35 ~ 45mmHg。当 PaCO_2 突然降到 28mmHg 时，表示：
 - a. 高通气
 - b. 对一定的 CO_2 产生量，肺泡通气过度
 - c. 呼吸增快
 - d. 急性呼吸性碱中毒
 - e. 达到一种新的稳定的气体交换状态
2. 关于 PaCO_2 的陈述，正确的是：
 - a. PaCO_2 与 CO_2 产生量直接相关，与肺泡通气量反相关
 - b. 如果 PaCO_2 增高，吸入气氧分压或 FIO_2 不变， PaO_2 将下降
 - c. 即使 $\text{PaCO}_2 > 120\text{mmHg}$ ，只要给予氧疗维持正常的 SaO_2 也是可能的
 - d. 对于肺部疾病的患者，床旁评价 PaCO_2 高或低的指标是呼吸增快或神志改变
 - e. 登上珠穆朗玛峰（大气压 253 mmHg）的幸存者，在未供氧的情况下， $\text{PaCO}_2 < 20\text{ mmHg}$
3. PaO_2 在哪些情况下会降低
 - a. 贫血

- b. 低 $V - Q$ 单位增加的通气—灌注失衡
 - c. 呼吸房间空气时的 PaCO_2 增加
 - d. 一氧化碳中毒
 - e. 增高海拔
4. 哪一套检测值有助于评价病人的酸碱状态
- a. pH, PaCO_2
 - b. pH, PaO_2
 - c. PaCO_2 , PaO_2
 - d. PaO_2 , HCO_3^-
 - e. pH, SaO_2
5. 与酸碱平衡有关的陈述是:
- a. 在任何肾代偿时, HCO_3^- 的增高常伴随有 PaCO_2 的上升
 - b. 病人可同时有代谢性酸中毒和代谢性碱中毒
 - c. 病人可同时出现高阴离子间隙代谢性酸中毒和高氯离子代谢性酸中毒
 - d. $\text{AG} \geq 20$, 仅仅只是假设有代谢性酸中毒而不代表其他的异常
 - e. 理论上, 来源于 Henderson - Hasselbalch 方程式的碳酸氢盐计算值和来源于血清电解质的 CO_2 实测值是一样的
6. 下列关于 PaO_2 的陈述哪些是正确的
- a. 在无右向左分流的血液, PaO_2 仅仅是由 PAO_2 及肺泡和肺毛细血管界面所决定的
 - b. PaO_2 是 SaO_2 唯一的决定因素
 - c. 与 HB 结合的氧分子不能产生气体分压
 - d. 正常心肺功能的登山者, 随着海拔增高 PaO_2 降低的原因仅仅是与大气压的下降有关

- e. 一杯开放于大气的水杯的 PO_2 总是高于健康个体的 PaO_2
7. 关于测量病人动脉血中的氧含量 (CaO_2), 哪些信息是合适的
- 每 100 毫升血红蛋白能结合 1.34 毫升的氧
 - CaO_2 的正常范围是 16 ~ 22mg/dl
 - 通常 CaO_2 中的溶解氧 < 2.0%
 - 通常混合静脉血氧含量比 CaO_2 低 25%
 - SaO_2 降低 10% 将与血红蛋白含量降低 10% 一样, 使血红蛋白结合氧容量降低同样的百分比
8. 动脉血气数据 (pH , $PaCO_2$, PaO_2 , SaO_2) 常常呈现简单而又非常重要的相关, 下列哪些相关是有效的
- 通过肺泡气方程式, PAO_2 与 $PaCO_2$ 相关: 当 $PaCO_2$ 上升时, PAO_2 下降
 - PaO_2 与血 pH 反相关, 当 pH 上升时, PaO_2 下降
 - 如果 $PaCO_2$ 上升而 HCO_3^- 不变, pH 总是下降
 - PaO_2 与 SaO_2 呈线性相关
 - SaO_2 与血红蛋白结合氧含量的关系呈线性相关
9. 请陈述血气分析中的有些术语哪些是真实的
- 通气过度 and 通气不足是临床术语而不是通过血气分析来诊断的
 - 肺泡气 - 动脉血氧分压差随着年龄和 PIO_2 的增加而增加
 - 在海平面, 吸入房间空气, PaO_2 不会大于 100 mmHg
 - 持续性的肺泡气动脉血氧分压差呈负值与生命是矛盾的
 - 如果动脉血 pH 是正常的, 病人不会有显著的酸碱失衡

10. 关于无创血气监测正确的是

- a. 在存在碳氧血红蛋白的情况下，脉搏血氧计将会出现一个不真实的增高的读数
- b. 为了测量氧饱和度，脉搏血氧计应能很好的感应脉搏搏动
- c. 在血流动力学稳定的情况下，脉搏血氧计的精确性和联合血氧计是一样的
- d. PetCO_2 常常等于或高于同时检测的 PaCO_2
- e. PetCO_2 常常用于决定心肺复苏病人是否能恢复的监测

血气分析的快速教程

ABG 快速教程导言

第 1~8 章包含了大多数临床医生真正需要知道关于血气分析的基础。对于疑难问题 and 自我评估问题的解释有助于确保您对知识的理解。第 9~11 章可以帮助您整理汇总。

可能这些知识比您真正想学的要多，至少现在是这样。为满足那些想快速浏览或者仅仅是现在没有时间阅读整本书的读者的需要，我完善了这本 ABG 快速教程，作为一本关于血气分析的简化纲要。

ABG 快速教程包括了四个未深入解说的主要的方程式，并省略了所有的问题和图标。它并不是每个人都需要知道的，但它是前八章的大纲并且放在前面，您可以通过最适合你的目标的方式来使用它。您可以在任何时候使用 ABG 快速教程作为起始点，作为最后的回顾，或者作为复习资料。

学习过程取决于您。祝您好运！

四个方程式和三个生理学过程（第 1 章和第 2 章）

动脉血气资料包括测量值和推算值。为获得后面的信息，一份动脉血被加入两个不同的机器（或者有两个不同构件的一个机器）：一个血气分析仪和一个血氧定量仪。大多数血气实验室都会计算 HCO_3^- ，剩余碱和动脉血氧含量（ CaO_2 ）。