

临床动脉血气实例精解

“二断五定”快速判读法

主 编 董尚文



北京大学医学出版社

临床动脉血气实例精解

“二断五定”快速判读法

主 编 董尚文

北京大学医学出版社

LINCHUANG DONGMAI XUEQI SHILI JINGJIE:
“ERDUAN WUDING” KUAISU PANDUFA

图书在版编目 (CIP) 数据

临床动脉血气实例精解: “二断五定” 快速判
读法 / 董尚文主编. —北京: 北京大学医学出版社,
2014. 6

ISBN 978-7-5659-0857-6

I. ①临… II. ①董… III. ①血液气体分析
IV. ①R446.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 090462 号

临床动脉血气实例精解: “二断五定” 快速判读法

主 编: 董尚文

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802495)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京画中画印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 马联华 责任校对: 金彤文 责任印制: 罗德刚

开 本: 889mm×1194mm 1/32 印张: 7.125 字数: 180 千字

版 次: 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-0857-6

定 价: 25.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

编委会名单

主 审：张 鹏

主 编：董尚文

副 主 编：刘 欣 彭 民

编委名单：（按姓氏笔画排序）

王 硕（天津市第一中心医院）

刘 欣（天津医科大学病理生理教研室）

张 晖（天津医科大学总医院）

张 鹏（天津医科大学总医院）

高昊鹏（天津医科大学总医院）

曹 玎（海南医学院附属医院）

崔元涛（天津医科大学总医院）

梁少杰（泰达国际心血管病医院）

彭 民（天津医科大学总医院）

董尚文（天津医科大学总医院）

序

动脉血气分析是医务人员临床中从诊断、监测到治疗各个方面不可缺少的重要工具，涉及循环、呼吸、肾等多系统、多器官以及组织灌注、感染等方面疾病的诊疗，其应用广泛，几乎涵盖临床所有科室。其中，氧合状态与酸碱平衡一直是最受关注的问题。对于认识疾病及指导治疗，临床各科医护人员理解和熟练掌握动脉血气的基本理论和分析方法至关重要。

董尚文医师主编的《临床动脉血气实例精解：“二断五定”快速判读法》将重点放在血气分析中氧合状态与酸碱平衡紊乱诊断方面，是近年来血气分析方面一本很有特色的书籍。其特点在于贴近临床，在讲述基本理论的基础上，尽力把与临床实际工作直接相关的内容作为核心呈现于读者面前。该书分为三个阶段，引领读者从第一阶段的熟识指标，到第二阶段的对诊断流程的掌握，到第三阶段的实例精解，循序渐进、一气呵成。该书不拘泥于已往的论述体系，勇于创新，来自临床，回馈临床，针对临床工作中的常见问题答疑解惑。另外，该书所有案例在最大限度上再现了临床场景，临床工作者读起来会有置身其境之感。

该书从基本理论出发，通过简便的方法，对血气分析在氧合状态和酸碱平衡方面的作用进行了深入剖析，内容深入浅出，有较强的可读性和实用性。读者会在由表及里、由浅入深、由繁至简的阅读过程中有所收益与提高。



刘大为

中华医学会重症医学分会第一、第二届主任委员
北京协和医院重症医学科主任

2014年6月6日

前 言

动脉血气分析是现代医疗中必不可少的检测手段，其应用广泛，几乎涵盖了所有科室，如急诊科、ICU、麻醉科、心胸外科、呼吸科、新生儿病房等，能为临床提供评估病情和指导治疗的准确氧合状态和酸碱状态信息。有关动脉血气分析的研究，自 20 世纪 70 年代末开始至今已有 30 余年，在提高患者的救治水平方面起到了巨大作用。临床上需进行动脉血气检测的患者往往是危重症患者，一线的医生和护士如何能在最短的时间内对患者的病情做出最准确的判断并做出最正确的治疗决策呢？这除了要求他们具备捕捉临床信息的能力，还要求他们能做到对各项检测结果进行准确判读。

认真拜读动脉血气相关书籍后，作者从心底佩服各位前辈的渊博知识和丰富的临床实践经验，受益匪浅。在吸取前人经验的基础上，我们针对日常实际工作中接触到的医务人员对动脉血气分析的掌握水平参差不齐、初学者找不到学习窍门而走弯路的现象，编写了本书，希望能尽可能帮助临床工作者更系统、更快速地判识动脉血气，从而指导临床诊断和治疗。

本书的特点在于：理论方法与实际应用并重，尽可能精简理论及基本概念，把最核心的和最实用的内容呈现于读者面前。本书分为三个阶段：第一阶段开门见山，用最少的篇幅介绍了动脉血气分析的常用指标；第二阶段介绍了动脉血气“二断五定”快速判读法；第三阶段为实例精解。这样的编排就是为了使各位读者在掌握常用指标和分析方法后，尽快进入实战环节，即应用本书提供的方法，在拿到动脉血气报告单后对患者的状况迅速进行一个全面且准确的解读，轻松达到高水平。本书的所有实例均来自真实的临床，无论您是一位年轻的医务工作者，还是一位即将步入临床的医学生，相信您都可以掌握本书提供的方法并从中获益。希望本书可以为您的动脉血气分析学习答

疑解惑、指明方向。

本书的构思始于三年前犬子即将出生之时，当时是希望将本书的出版作为礼物送给他，但初稿完成后由于多方面原因未能如期出版。塞翁失马，焉知非福。在之后的三年中，我们对动脉血气体系统的认识更加深入，本书的内容也得到了进一步补充，这得益于各位编者在本书的编写过程中所付出的努力。感谢中华医学会重症医学分会第一、第二届主任委员、重症医学界权威刘大为教授为本书作序，感谢天津医科大学总医院空港国际医院副院长、胸心外科专家张鹏教授为本书进行审校，感谢天津医科大学总医院护理部林梅主任从采集标本和质量控制角度给出意见，感谢王文静主管护师提供了可靠的血气分析报告单据，感谢北京大学医学出版社细致入微的编辑工作，感谢我的家人在本书出版过程中给予我的巨大支持。今日恰逢好友生日，在此送上我的祝福！谨以本书献给热爱医学、力争掌握动脉血气分析的各位白衣天使。真心希望本书能对读者有所帮助。由于作者水平有限，其中所述难免有不当之处，敬请各位读者批评指正。

董尚文

2014. 1. 29

致读者的建议和说明

在临床一线工作的医务人员对于血气分析这项检测必然不会陌生。当拿到一张血气分析报告单时，众多数据同时映入眼帘（图 1）。

Measured (37.0C)		
pH	7.41	
pCO2	43	mmHg
pO2	87	mmHg
Na+	137	mmol/L
K+	3.9	mmol/L
Ca++	1.19	mmol/L
Glu	5.1	mmol/L
#Lac	0.3	mmol/L
Hct	41	%
Derived Parameters		
HCO3-	27.0	mmol/L
HCO3std	26.6	mmol/L
TCO2	28.6	mmol/L
BEecf	2.7	mmol/L
BE(B)	2.2	mmol/L
SO2c	97	%
THbc	14.4	g/dL
A-aDO2	9	mmHg
pA02	96	mmHg
paO2/pA02	0.91	
RI	0.1	
Operator Entered		
O2 and Vent Settings:		
%FiO2	21.0	%

图 1 本书所采用动脉血气报告单

有人说 pH 重要，有人说 PaO_2 重要，有人说现今 BE 最重要，众说纷纭。血气分析报告单每个人都会看，但其判读是否全面、快捷、准确？实际上，大家说的都不完全正确，因为各项指标都有其特定的意义并反映一定的信息，分清主次同时又能兼顾整体的分析才是最全面的。在深入探索和总结后大家会发现，动脉血气的每一项指标都是耐人寻味的。

相信选购本书的您一定是位热衷于临床实践并力争掌握动脉血气解读方法的读者。第一遍阅读时，请首先学习第一阶段内容，重点关注各项数值的意义和正常值；之后进入第二阶段方法篇的学习并将所学带入第三阶段的实战环节中，其中对于酸碱状态诊断的五定法，建议初学者第一遍阅读时只看前三定（因为引入 AG 和校正 HCO_3^- 概念时容易造成混淆）。完成第一遍阅读后，相信您已经可以对动脉血气分析的核心做出准确的判断。第二遍阅读时，则需要细细体味第一阶段中各项指标的更深层的含义，学习第二阶段的全套的“二断五定”法，并将所学与第三阶段的实例结合起来，以便达到理论与实践、抽象与具体的全面、高水平的融合。

在学习前，还要提醒各位读者一个最为重要的观念，并请各位一定牢记：“血气分析的解读不是孤立的，无论您的理论知识掌握得多么全面、牢固，它也只能作为一种辅助手段，要想成为真正的专家，必须结合病史、临床表现和其他检查综合评判病情，并动态监测分析！”

当您阅读完本书后，相信您不会再说动脉血气分析有多么困难了，也许您会拿起检测报告单颇有兴致地去解读。下面就让作者带您来领略一下血气分析的魅力吧！

本书所选用的全部血气分析报告单（见图 1）均为血气分析仪输出后直接扫描得到的，为保证其真实性，未做任何改动。但由于报告单中部分参数的表示方法并非正规标准且不符合名词术语出版要求，故本书设置了如下名词术语对照表（表 1）；书中正文部分将统一按照标准表示法进行讲解。

表 1 名词术语对照表

报告单表示法	标准表示法	中文对照
pH	pH	酸碱度
pCO2	PaCO ₂	动脉二氧化碳分压
pO2	PaO ₂	动脉氧分压
Na+	Na ⁺	钠离子
K+	K ⁺	钾离子
Ca++	Ca ²⁺	钙离子
Glu	Glu	血糖
Lac	Lac	乳酸
Hct	Hct	血细胞比容
HCO3 -	AB	实际碳酸氢盐
HCO3std	SB	标准碳酸氢盐
TCO2	TCO ₂	二氧化碳总量
BEecf	SBE/BE _{ecf}	标准碱剩余
BE (B)	ABE/BE _b	实际碱剩余
SO2c	SaO ₂	动脉氧饱和度
THbc	Hb	血红蛋白
A-aDO2	A-aDO ₂	肺泡-动脉氧分压差
pAO2	P _A O ₂	肺泡氧分压
paO2/pAO2	PaO ₂ /P _A O ₂	动脉-肺泡氧分压比
RI	RI	呼吸指数
FiO2	FiO ₂	吸氧浓度

目 录

第一阶段	基础知识——动脉血气分析常用评价指标、用途及正常值	1
第一部分	氧合状态评价相关指标	2
指标 1	动脉氧分压	3
指标 2	动脉氧饱和度	4
指标 3	吸氧浓度	6
指标 4	动脉二氧化碳分压	7
指标 5	肺泡-动脉氧分压差	8
指标 6	呼吸指数	9
指标 7	氧合指数	10
指标 8	动脉-肺泡氧分压比	11
指标 9	乳酸	12
小结		13
第二部分	酸碱状态评价相关指标	14
指标 1	酸碱度	15
指标 2	动脉二氧化碳分压	18
指标 3	实际碳酸氢盐	19
指标 4	标准碳酸氢盐	20
指标 5	碳酸氢盐差值绝对值	21
指标 6	实际碱剩余	22
指标 7	标准碱剩余	23
指标 8	二氧化碳总量	24
指标 9	电解质	25
指标 10	阴离子间隙	26
指标 11	乳酸	29

小结	30
第二阶段 掌握方法——“二断五定”快速判读法	31
氧合状态的诊断（二断法）	32
酸碱状态的诊断（五定法）	34
第三阶段 例题精解——通过实例分析，掌握如何运用 “二断五定”快速判读法来判读动脉血气	41
第一部分 氧合篇	42
1.1 氧合功能正常	43
1.2 氧合功能减低	56
1.2.1 通气功能异常	56
1.2.2 换气功能异常	71
1.2.3 通气+换气功能异常	86
第二部分 酸碱篇	98
2.1 酸碱平衡	99
2.2 酸碱失衡（按关键因素分类）	112
2.2.1 呼吸性酸中毒	112
2.2.2 呼吸性碱中毒	126
2.2.3 代谢性酸中毒	140
2.2.4 代谢性碱中毒	153
2.2.5 呼吸性酸中毒+代谢性酸中毒	165
2.2.6 呼吸性碱中毒+代谢性碱中毒	180
2.2.7 呼吸性酸中毒+代谢性碱中毒	195
2.2.8 呼吸性碱中毒+代谢性酸中毒	200
参考文献	205
附录1 缩略语检索	207
附录2 动脉血气质量控制	209
附录3 “二断法”氧合状态诊断流程表	210
附录4 “五定法”酸碱状态诊断流程表	211

第一阶段

基础知识——动脉血气分析常用评价指标、用途及正常值

第一部分

氧合状态评价相关指标

指标 1 动脉氧分压

(partial pressure of oxygen in artery, PaO₂)

定义：动脉血中物理溶解的氧分子所产生的压力，是评价氧合功能的综合指标。

正常值：80~100mmHg

知识点：

- 80~100mmHg 为海平面、标准大气压、静息状态、不吸氧条件下成人氧分压的正常值。在高原环境、吸氧等特殊条件下，不应一概而论。
- 低氧血症分级如表 2 所示。
- 海平面、标准大气压、静息状态、不吸氧条件下，若 PaO₂ < 60mmHg 称为 I 型呼吸衰竭；若 PaO₂ < 60mmHg 合并 PaCO₂ > 50mmHg 称为 II 型呼吸衰竭。
- PaO₂ 随年龄增大而降低。
预计值：PaO₂ = 109 - (0.43 × 年龄) ± 4
70 岁以上高龄者低氧血症的判定标准为低于其相应年龄预期值的 15mmHg。
- PaO₂ 随 FiO₂ 的升高而增高，通常 FiO₂ 每升高 20%，PaO₂ 升高 100mmHg。

表 2 低氧血症的分级

分级	PaO ₂ (mmHg)
轻度	60≤PaO ₂ <80
中度	40≤PaO ₂ <60
重度	PaO ₂ <40

指标 2 动脉氧饱和度

(arterial oxygen saturation, SaO_2)

定义：动脉血中血红蛋白 (Hb) 实际结合的氧量与所能结合的最大氧量之比。反映氧向组织转运各环节作用 (包括机体对氧的摄取、肺组织与血液的气体交换、氧由循环系统向组织的传递)，是评价氧合功能的综合指标。

正常值：95%~98%

知识点：

- SaO_2 主要取决于 PaO_2 。 SaO_2 与 PaO_2 间的关系，即氧解离曲线 (图 2)，其中 PaO_2 为横坐标， SaO_2 为纵坐标。在氧解离曲线无偏离情况下有三个关键点： $\text{PaO}_2 = 100\text{mmHg}$ 时， $\text{SaO}_2 \approx 98\%$ ； $\text{PaO}_2 = 60\text{mmHg}$ 时， $\text{SaO}_2 \approx 90\%$ ； $\text{PaO}_2 = 40\text{mmHg}$ 时， $\text{SaO}_2 \approx 75\%$ 。 PaO_2 与组织氧分压 (PtO_2) 差值是毛细血管向组织供氧的原动力。当 PaO_2 在 $60 \sim 100\text{mmHg}$ 时，氧离曲线较平坦， SaO_2 仅由 90% 增至 98%；当 $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$ ，氧解离曲线坡度增大， PaO_2 轻微升高也会导致 SaO_2 较明显的增高，这一点具有重要的生理意义，提示临床治疗呼吸衰竭时应尽可能将 PaO_2 提升至 60mmHg 以上，以便 SaO_2 高于 90%，以保证组织供氧；当 $\text{PaO}_2 < 30\text{mmHg}$ ，组织失去摄氧能力。
- SaO_2 除了与 PaO_2 有关外，也与氧解离曲线有直接关系。在 PaO_2 一定的情况下，氧解离曲线左移时，Hb 与 O_2 的亲合力增强，实际 SaO_2 大于标准 SaO_2 ；氧解离曲线右移时，Hb 与 O_2 的亲合力减低，实际 SaO_2 小于标准 SaO_2 。氧解离曲线若重度左移，则不利于组织毛细血管血液释放氧，可使组织细胞缺氧加重；若重度右移，则可使 SaO_2 和动脉血氧含量明显降低，导致组织细胞供氧减少。影响氧解离曲线的因素主要有 pH、2,3-二磷酸甘油 (2,3-