

动脉血气分析浅释

余小明 余铭鑫 谢发跃 李冬林 翻译
牛汝楫 刘作志 审校

DONG MO
XUE QI
FEN XI
QIAN SHI

湖北科学技术出版社

前 言

血气分析是现代急救医学的一大进展，日益受到重视，但因涉及面广，不易理解，较难掌握。Zagelbaum等编著的《Basic Blood Gas Interpretation》克服了上述的缺点。该书突出理论联系实践，深入浅出，循序渐进，图文并茂，是本很好的入门读物。同时书中还介绍了许多新进展和一些简单实用的分析方法以及疑难案例，因此对呼吸科和急救科医师也很有实用价值。以该书为蓝本，参考近年来的有关文献，我们编译了这本《动脉血气分析浅释》，希望能对普及动脉血气分析起微薄的作用。

编译稿保留了原书的结构形式和特点。每章不再进一步分节，而是以一些包含着基本概念、规律和方法的提纲句以及突出该句内容的画面为中心，下面附若干条注释，组成独立而又相互联系的段落。注释中标“●”者是从不同角度复述提纲句的内容，读者可以把它作为习题来训练，以加深理解；标“☆”符号者是对提纲句的补充和扩展。注释中的关键内容下面有重点号，以提示读者注意。附录的血气分析实例可作为综合训练用，以检查前面学习的效果。通过这种循序渐进的学习和训练，能很快地掌握动脉血气分析的要领，收到事半功倍的效果。

本书承蒙同济医科大学呼吸系疾病研究室主任牛汝楫教授和刘作志副教授仔细审校，孝感地区卫校附属医院何涛同志为本书绘图，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中错误之处敬请读者批评指正。

编译者

1992年元月

目 录

第一章	基 础	(1)
第二章	动脉氧分压	(36)
第三章	动脉二氧化碳分压	(73)
第四章	气体交换	(97)
第五章	酸-碱 平 衡	(117)
第六章	呼吸衰竭	(217)
附录A	实例分析	(259)
附录B	<i>Siggaard—Andersen</i> 标准计算图表	(275)
附录C	词汇表	(276)

第一章 基 础

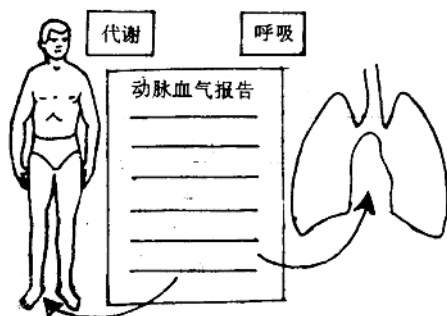


图 1 · 1

1·1 动脉血气 (ABG) 分析可提供全面的呼吸和代谢功能的基本信息, 有助于呼吸和代谢紊乱患者的临床处理。

●近年来心肺功能支持医学 (Cardiopulmonary Supportive Medicine) 最重要的技术进展就是动脉血气分析的良好性能, 现代化的仪器在数分钟内就能得到这些指标的数值。

1·2 用血气电极，能测量溶解在血液中的氧， CO_2 和氢离子的数量。

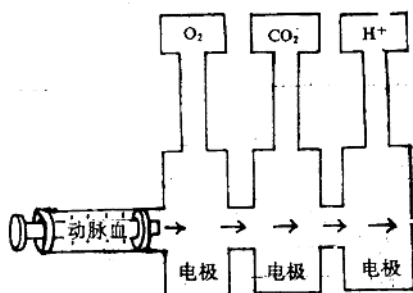


图 1·2

●用Clark电极测动脉血氧浓度，而用Severinghaus电极测量 CO_2 的浓度，用Sanz电极测量血中的氢离子浓度。

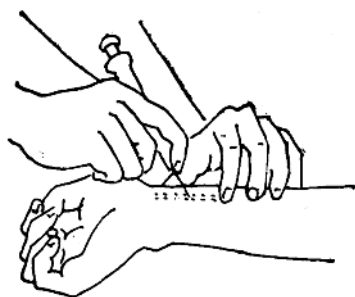


图 1·3

1.3 通常用桡动脉直接穿刺采取动脉血标本。

●取桡动脉血液标本的方法如下：

●让病人尽可能处于舒服位置，并解释操作过程，避免不必要的恐惧。

●支持好病人的上肢（在桌上或床上），如上图所示伸开病人的前臂和手腕（大约30度）。大约在腕皱褶的近侧1~2英寸处，触摸到桡动脉。用酒精棉签彻底清洗准备穿刺部位周围的皮肤。如果估计难穿刺就在皮下注射1~2毫升2%的利多卡因，麻醉皮肤和软组织。

●用5毫升注射器（最好用玻璃的）套上20号或21号针头，吸入1:1000的肝素溶液0.5毫升。仔细地往返推动注射器的内芯，使针筒内壁表面涂满肝素溶液。排出多余的肝素溶液，仅在注射器的内壁留下薄薄一层。

●当摸到动脉搏动时，将针头斜面成60度向下快速刺入皮肤，并直接对准搏动的动脉。

●小心进针，直至注射器中出现血液就立即停止推进，因为这表明已刺入动脉。让2~3毫升的血液随搏动的血流，自然流入注射器内；如果您使用的是塑料注射器，则需要回抽，方能得到标本。

●拔出针头，并在穿刺部位直接压迫动脉整整5分钟（如果患者正在使用抗凝药或有凝血障碍，则要压迫更久）。将标本交给助手，排出气泡，并用一橡皮塞堵住针头。解除压迫几分钟后，重复检查穿刺部位有无出血。

●为了阻止血细胞的代谢活动，以免血液指标的数值改变，应立即将血标本埋在冰块之中（血液一旦离开身体，血细胞继续消耗氧和产生 CO_2 ，这样就会改变血液指标的数值）。

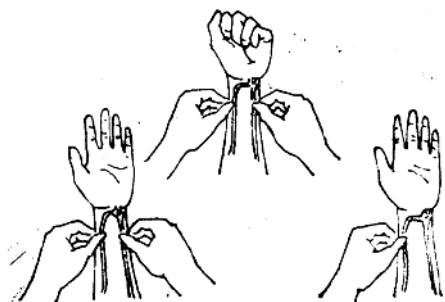


图 1·4

1·4 从桡动脉取动脉血标本之前，应进行手部侧枝循环血流供应情况的检查。

●因为手部有侧支循环，所以推荐从桡动脉抽取血液标本。

●手部的血流由桡动脉和尺动脉供给。当发生桡动脉并发症时（例如血栓），手部的血流可经尺动脉供给。用Allen试验可以估计侧枝循环是否充分。这个试验包括以下几个步骤：（1）压迫桡动脉和尺动脉。（2）病人握紧拳头使手变白。（3）仅解除尺动脉的压迫，手应该很快地恢

复正常的颜色，提示从尺动脉流到毛细血管的血液是充分的。

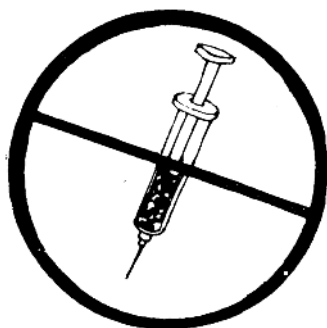


图 1 · 5

1 · 5 动脉血标本不应该含有任何气泡。

●气泡（含21%的氧，无 CO_2 ）和动脉血标本接触，会改变标本中氧和 CO_2 的含量。

●有气泡会降低血标本中 CO_2 的（相对）水平。

●动脉血暴露于气泡，可能升高或降低血液的氧含量，这取决于血标本的氧含量和气泡氧含量的对比（视哪一个更高些）。

1 · 6 为了取得精确的测量结果，必须预防血标本凝固。

●为了获得精确的测量结果，应该预防标本凝固。

●用肝素作为抗凝剂。肝素的氢离子(H^+)比血高，



图 1 · 6

而它的氧和 CO_2 的含量与室内空气相似。肝素过量，通过稀释作用能改变血液中一些物质的含量。如果血标本的量取得适当(2~3毫升)，并在取标本前排出所有多余的肝素，只留下够涂敷空针内壁的肝素液，这样就没有问题了。但是，如果用大注射器(如12毫升的)收集很少的标本(如1毫升)，那么就可能出现误差。

●选用的抗凝剂是肝素。

●过量的肝素能引起动脉血气测量结果的误差。

1 · 7 一份典型的动脉血气报告应该象这样。

●紧接在氧(O_2)和二氧化碳(CO_2)前面的小写字

母表示标本血的类型，在上面的例子中， a 表示我们取的是动脉血标本。

动脉血气报告		
患者姓名	病房	$O_2\%$
时间	技术员	病人体温
医生		
$pH = 7.40$	$PaCO_2 = 5.3 kPa$	$PaO_2 = 12.7 kPa$
$HCO_3^- = 24 mEq/L$	$BE = 0$	$SaO_2\% = 97.5\%$

图 1 · 7

● pH 代表总的酸碱平衡状况的检查结果，常用来估计血液中总的氢离子 (H^+) 数量。

● 动脉 CO_2 分压 ($PaCO_2$) 代表动脉血中 CO_2 水平，常用来估计通气状况。

● 动脉氧分压 (PaO_2) 代表动脉血的氧张力水平，常用来估计氧合状况。

● 碳酸氢根离子 (HCO_3^-) 代表重碳酸盐 (血液中的一个重要的缓冲剂)，常用来估计代谢性酸碱平衡状况。

● 剩余碱 (BE) 代表血中碱过剩 (或不足) 的水平，也用来提示代谢性的酸碱平衡状况。

● 动脉血氧饱和度 (SaO_2) 代表血红蛋白和氧结合的

饱和水平，也反映动脉血氧合程度。

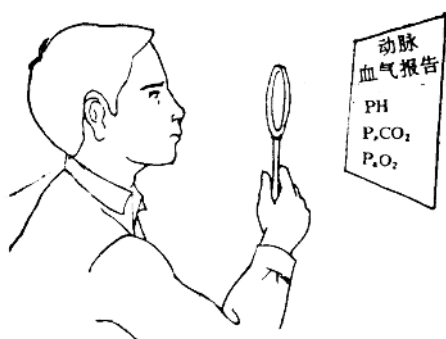


图 1·8

1·8 为了理解动脉血气分析，我们应把重点放在这三个数值上。

● pH 用来估计血液中总的 H^+ 。

● P_aCO_2 用来估计通气状况。

● P_aO_2 用来估计氧合状况。

● 虽然动脉血气分析报告的其他一些资料可能都是有用的，但这三个数值的分析提供了有关动脉血氧合作用、气体交换、肺泡通气和酸碱平衡的重要信息。

1·9 动脉血气分析给我们提供关于氧合、肺泡通气、肺的气体交换功能和酸碱平衡的信息。

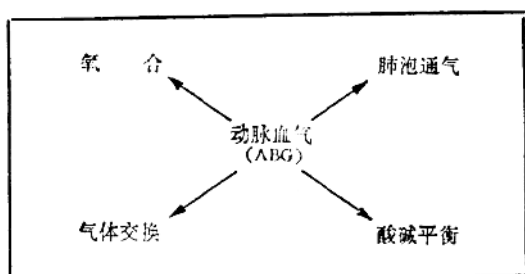


图 1 · 9

●氧合这个术语是指释放氧到动脉血的过程。肺泡通气是通过气体进出肺泡的运动，从肺排出 CO_2 和吸入 O_2 的过程。气体交换意指氧气从肺到血液， CO_2 从血液到肺的移动过程。 O_2 和 CO_2 在血液和组织之间也进行交换，称为内呼吸。

● P_{aO_2} 的分析可提供动脉血氧合的程度。

●分析 P_{aCO_2} 可以确定肺泡通气的效果。

●动脉血气分析也用来测定酸-碱平衡状况。

●酸碱平衡涉及血液的纯酸度或纯碱度，此平衡依赖于呼吸和代谢因素的相互作用，并以动脉血的pH来反映（参阅第5章）。



图 1 · 10

1 · 10 动脉血气分析取决于对 O_2 和 CO_2 的转运、肺泡通气、气体交换和酸碱平衡原理的理解。

●理解 O_2 和 CO_2 在血液中如何转运，对分析动脉血气是很重要的。

●确定酸碱平衡的代谢成分和呼吸成分，是动脉血气分析的重要部分。

●气体交换涉及 O_2 从肺泡进入血液和 CO_2 离开血液进入肺泡的移动。

1 · 11 人体中，不断地进行着维持生命所必需的代谢过程，其间要消耗氧，并产生 CO_2 。

●代谢中被细胞消耗的气体是 O_2 ，由代谢产生的气体

是 CO_2 。



图 1 · 11

●正常有氧代谢时细胞有效地产生能量，这个过程消耗 O_2 并产生 CO_2 。没有氧时产生能量的效率极低，数量极少（即无氧代谢）。在这种情况下，还产生出恼人的副产品——乳酸。这种酸对人体的酸碱平衡有害，而且排出体外要比 CO_2 困难得多。

1 · 12 为了进行维持生命的代谢过程， O_2 从大气进入肺，再弥散到血液，并经心血管系统运送到组织。

●首先从大气把 O_2 吸进肺脏，然后 O_2 才能到达组织内。

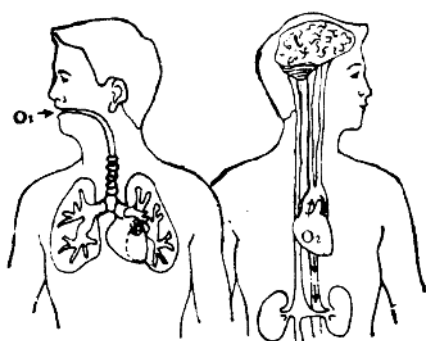


图 1 · 12

● O_2 一旦到达肺脏后，立即弥散到肺毛细血管内。

● 这是从静脉血变成动脉血的过程。血液一旦动脉化，含氧丰富的血液就被心血管系统运送到组织中。

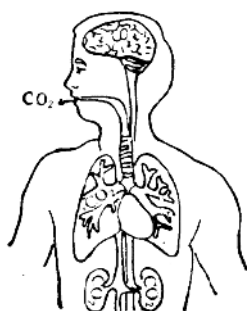


图 1 · 13

1·13 由代谢产生的 CO_2 ，必须从组织进入静脉血，然后到肺脏经肺泡通气被排出体外。

- 为了维持体内平衡，代谢产生的 CO_2 被人体排出。
- 由细胞产生的 CO_2 ，首先从组织进入静脉血液中。
- 然后静脉血经心脏进入肺毛细血管，并通过肺泡通气将 CO_2 排出。

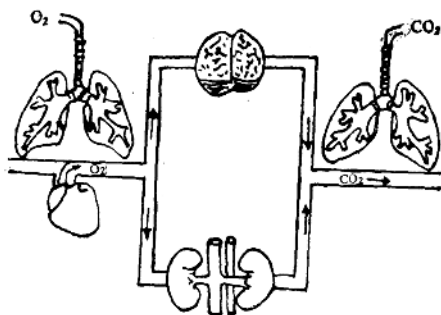


图 1·14

1·14 我们可以看到，呼吸系统和心血管系统的主要功能是给组织供氧并运走 CO_2 。
