

# 血气分析的临床应用及质量控制

李锡敬, 许柳芹(云南省保山市人民医院检验科 678000)

【关键词】 血气分析; 临床应用; 质量控制

DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2010.19.065

中图分类号:R446.11

文献标志码:B

文章编号:1672-9455(2010)19-2155-03

血气分析是当今临床医学不可缺少的检查项目,也是生理学、病理生理学的主要内容之一。它作为一项临床重要的病情监测方法,对于指导抢救危重患者发挥着越来越重要作用。随着急诊医学的发展,血气分析的结果对医生的诊断、治疗起着直接的导向作用。但一些医院只考虑经济利益,不购置相关仪器,从而限制了临床医生对危重患者的诊断思路和治疗,影响了医院整体医疗水平的发展。

## 1 临床应用

**1.1 定义** 严格地说,血气分析是指用血气分析仪对动脉血氧分压( $P_{aO_2}$ )和二氧化碳分压( $P_{aCO_2}$ )的测定。但在对酸碱代谢的调节中,血气和血中酸碱成分、电解质有着不可分割的联系。因此,临床所说的血气分析包括了对动静脉血气、酸碱成分和电解质的综合分析,旨在判断机体内环境代谢情况。

**1.2 血气分析各种主要指标的定义及临床意义** 血气分析的参数有很多,将常用的血气分析基本参数及其参考值范围和临床意义介绍如下。

**酸碱度(pH)及氢离子活度( $H^+$ )**。血液 pH 代表血液的酸碱度,是氢离子浓度的负对数即  $pH = -\lg[H^+]$ 。健康人动脉血的 pH 值的参考值范围是 7.35~7.45,平均 7.4。 $pH < 7.35$  为酸血症, $pH > 7.45$  为碱血症。血 pH 值的相对恒定取决于  $HCO_3^-/H_2CO_3$  缓冲系统,此系统的比值为 20:1,  $HCO_3^-$  或  $H_2CO_3$  的改变可影响 pH 值,如两者按比例同时变化则 pH 值不变。此值是呼吸和代谢因素共同作用的结果,也是原发因素和代偿因素共同作用的结果,因此, pH 值异常只能说明有酸血症或碱血症,单凭 pH 值不能判断是呼吸性或代谢性的, pH 值正常不能排除酸碱平衡紊乱。

**二氧化碳总量( $T-CO_2$ )**:血浆中各种形式的  $CO_2$  的总和,包括  $HCO_3^-$  (95%)、少量物理溶解的  $CO_2$  及极少量的其他形式存在的  $CO_2$ 。在体内受呼吸和代谢两个因素的影响,主要是代谢因素的影响。健康人动脉全血中二氧化碳总量的参考值范围是 24~32 mmol/L,平均 28 mmol/L。 $T-CO_2 = [HCO_3^-] + PCO_2 \times 0.03$  mmol/L。

**碳酸氢盐  $HCO_3^-$** :以结合形式存在的  $HCO_3^-$  是体内含量较大的碱性离子对酸有较强的缓冲能力,是体内碱储的主要成分,在 H-H 方程中代表酸碱平衡的代谢性因子。其变化直接影响 pH 值,是判断酸碱平衡的主要参考依据,根据需要有两种可供选用指标:AB 指血中的  $HCO_3^-$  的真实含量,其变化易受呼吸因素( $PCO_2$ )影响。所以,与 SB 结合起来更有意义。SB 标准状态下的浓度,所谓标准状态是指温度 37℃,血红蛋白饱和度( $SaO_2$ ) 100%,  $PCO_2$  5.32 kPa 的条件下测出的  $HCO_3^-$  浓度。参考值范围:AB 22~27 mmol/L;SB 22~27

mmol/L;儿童略低。一般认为  $AB = SB =$  正常判断为正常酸碱平衡状态; $AB = SB <$  正常为代酸未代偿。 $AB = SB >$  正常为代碱未代偿; $AB > SB$  为呼酸或代碱; $AB < SB$  为呼碱或代酸。SB 排除了呼吸对  $HCO_3^-$  的直接影响因而代表代谢因素。实际碳酸氢根 AB 是指在血中直接测定的  $HCO_3^-$  实际数值(血浆中  $HCO_3^-$  实际含量)。健康人 AB 约等于 SB,二者间的差别就是呼吸对  $HCO_3^-$  直接影响,如果  $AB > SB$  则提示有  $CO_2$  的潴留(多见于通气不足);如  $AB < SB$  则提示  $CO_2$  的排出过多(多见于过度通气)。

**缓冲总碱(BB)(buffer base)**:全血缓冲碱指所有能起缓冲作用的阴离子的总和包括  $HCO_3^-$ 、 $Pr^-$ 、 $Hb^-$  等。 $BB^- = HCO_3^- + Pr^- + Hb^- \approx 50$  mmol/L。参考值:45~54 mmol/L(全血)。意义:类同于  $HCO_3^-$  降低为代酸或呼碱;增高为代碱或呼酸。但不完全等同,当  $BB^-$  降低而  $AB(HCO_3^-)$  正常时提示 Hb 或血浆蛋白含量降低。

**碱剩余(BE)**:标准状态(37℃、 $P_{aCO_2}$  40 mm Hg、 $SaO_2$  为 100%)下将 1 L 血液滴定至 pH 7.4 时,所需的酸量或碱量的 mmol 数,血液为碱性,用酸滴定,其值为正,称碱剩余;血液为酸性,用碱滴定,其值为负,称碱不足。因为每个人的  $SaO_2$  有所不同,因此 BE 需要加以校正。

校正  $BE = BE \times 0.3 \times [(100 - SaO_2\%) / 100]$  (0.3 为常数) 实际上  $BE = \triangle BB = BB - NBB$  (BB 为实际缓冲碱;NBB 为正常缓冲碱)

参考值:新生儿(-10~-2) mmol/L,婴儿(-7~-1) mmol/L、儿童(-4~+2) mmol/L。

意义:正值增大碱血症,主要是代碱;负值增大酸血症,主要是代酸。

**动脉血二氧化碳分压( $P_{aCO_2}$ )及碳酸( $H_2CO_3$ )**:

血液中溶解的  $CO_2$  产生的压力,  $PCO_2$  是随着肺泡通气量的变化而变化,并且变化是反向的,通气量增加  $CO_2$  排出增加,  $PCO_2$  下降;通气量减少,  $CO_2$  排出也减少,  $PCO_2$  上升。故称之为呼吸性因子。

参考值:成人  $P_{aCO_2}$  为  $(40 \pm 5)$  mm Hg [ $(5.32 \pm 0.66)$  kPa], 婴儿为  $(34 \pm 7)$  mm Hg [ $(4.5 \pm 1)$  kPa]。

$[H_2CO_3]$  mmol/L =  $PCO_2 \times 0.0301$  (0.0301 为  $CO_2$  的溶解系数),故其正常值为  $(1.2 \pm 0.15)$  mmol/L。

**临床意义**: (1) 45 mm Hg 以上为高碳酸血症常见于慢性支气管炎、肺气肿、肺心病等,由于肺通气量减少,造成呼吸性酸中毒; $> 50$  mm Hg (6.65 kPa) 为呼吸衰竭;70~80 mm Hg (9.31~10.64 kPa) 引起肺性脑病。(2) 低于 35 mm Hg 为低碳酸血症,常见于通气过度造成的呼碱。

一般来说,高碳酸血症意味着呼吸;低碳酸血症则意味着呼吸碱。但代谢性的酸中毒时,由于碳酸盐的消耗为了维持碳酸盐/碳酸的 20/1 的比例,代偿性的呼吸加深加快,可出现继发性低碳酸血症;反之,代谢性碱中毒时,则可出现继发性的高碳酸血症。

动脉血氧分压( $\text{PaO}_2$ ):动脉血物理溶解氧的分压。氧从肺泡入血后,除少部分溶解于血液中,大部分进入红细胞与血红蛋白结合,形成氧合血红蛋白,其结合是可逆的,当  $\text{PaO}_2$  升高时, $\text{O}_2$  趋向与血红蛋白结合;当  $\text{PaO}_2$  下降时, $\text{O}_2$  趋向与血红蛋白解离,释放出结合  $\text{O}_2$  则进入组织参与代谢。

健康人动脉血氧分压参考正常值范围 95~100 mm Hg;静脉血氧分压参考正常值范围 35~40 mm Hg。

意义:反映心肺功能和缺氧程度,氧分压减低,见于各种肺部疾病,如慢性支气管炎、肺气肿、肺心病。

低于 80~70 mm Hg(10.7~9.33 kPa)为轻度缺氧;低于 70~60 mm Hg(9.33~8.0 kPa)为中度缺氧;低于 60 mm Hg(8.0 kPa)为重度缺氧;低于 55 mm Hg(7.32 kPa)提示呼吸衰竭,低于 30 mm Hg(4 kPa)有生命危险。根据此指标判断缺氧程度要考虑年龄因素, $\text{PO}_2 = 102 - 33 \times \text{年龄}$ (Marshall 公式)。

动脉血氧饱和度( $\text{SaO}_2$ ): $\text{SaO}_2 = \text{氧含量(血中实际所含溶解氧与化合氧之和)}/\text{氧容量(空气与血充分接触使血氧饱和后其所能溶解与化合的氧之和)}$ 。

参考值:动脉血 95%~98%;静脉血 60%~85%。

临床意义:反映 Hb 结合氧的能力,主要取决于  $\text{PO}_2$ 、 $\text{SaO}_2$  与  $\text{PO}_2$  关系称为氧离曲线,不成直线关系,为适应生理的要求,氧解离曲线呈 S 形;从氧解离曲线上可以看到在  $\text{PaO}_2 > 80$  mm Hg 时其改变对  $\text{SaO}_2$  的影响不大,所以  $\text{PaO}_2$  比  $\text{SaO}_2$  更为敏感。 $\text{SaO}_2$  受 Hb 质和量的影响,<90%表示呼吸衰竭,<80%表示严重缺氧,贫血时  $\text{SaO}_2$  正常不表示缺氧。

**1.3 酸碱失衡的诊断** 单纯型酸碱失衡的诊断。(1)如何确定原发失衡:机体对酸碱的调节十分复杂,临床常不易识别。判断哪些改变是原发失衡,哪些改变是继发反应,是认识酸碱失衡的关键。可遵循以下原则:①原发失衡决定 pH 高低;②紧密结合临床。呼吸系统疾病一般原发改变为  $\text{PaCO}_2$ ,而非呼吸系统疾病原发改变往往是  $\text{HCO}_3^-$ 。但临床上酸碱变化复杂的,有时并非符合上述规律,因此要结合临床具体情况具体分析,分清主要矛盾和次要矛盾。识别有困难时,还是首先遵循原发改变决定 pH 高低的原则。(2)单纯型酸碱失衡主要有:慢性呼吸性酸中毒(原发的  $\text{PaCO}_2$  增高为呼吸性酸中毒)、慢性呼吸性碱中毒(原发的  $\text{PaCO}_2$  降低为呼吸性碱中毒)、代谢性酸中毒(原发的血  $\text{HCO}_3^-$  降低为代谢性酸中毒)。分为高 AG 代谢性酸中毒(正氯性代谢性酸中毒)、高氯性代谢性酸中毒(正 AG 性代谢性酸中毒)、混合性代谢性酸中毒。原发的血  $\text{HCO}_3^-$  增高称为代谢性碱中毒。代谢性碱中毒多为低  $\text{K}^+$ ,低  $\text{Cl}^-$  及不恰当地补碱所致。所以代谢性碱中毒以医源性的居多。(3)二重型酸碱失衡的诊断:同时有两种酸碱失衡存在于机体,即为二重型酸碱失衡。有以下几种形式,①呼吸性酸中毒并代谢性碱中毒。呼吸性酸中毒合并不适当的  $\text{HCO}_3^-$  升高或代谢性碱中毒合并不适当的  $\text{PaCO}_2$  升高,均可诊断为呼吸性酸中毒并代谢性碱中毒。②呼吸性酸中毒并代谢性酸中毒。呼吸性酸中毒合并  $\text{HCO}_3^-$  降低或代谢性酸中

毒合并  $\text{PaCO}_2$  增高,均可诊断为呼吸性酸中毒并代谢性酸中毒。③呼吸性碱中毒并代谢性碱中毒。呼吸性碱中毒合并  $\text{HCO}_3^-$  升高或代谢性碱中毒合并  $\text{PaCO}_2$  增高,均可诊断为呼吸性碱中毒并代谢性碱中毒。④呼吸性碱中毒并代谢性酸中毒。呼吸性碱中毒伴有不适当的  $\text{HCO}_3^-$  降低,或代谢性酸中毒伴有不适当的  $\text{PaCO}_2$  降低,均可诊断为呼吸性碱中毒并代谢性酸中毒。⑤代谢性酸中毒并代谢性碱中毒。代谢性酸中毒与代谢性碱中毒并存时,因两者是完全相反的病理过程。显然仅用反映代谢因素的  $\text{HCO}_3^-$  是不能做出正确诊断的。因  $\text{HCO}_3^-$  或高,或正常,或降低,三者只能居其一。必须借助 AG 值,比较电解质变化,才能作出正确诊断。(4)三重型酸碱失衡(TABD)的诊断:有三种原发失衡同存于机体,称之为 TABD,分为两型。即呼吸性酸中毒型:呼吸性酸中毒+代谢性碱中毒+代谢性酸中毒。呼吸性碱中毒型:呼吸性碱中毒+代谢性碱中毒+代谢性酸中毒。其骨干成分是代谢性碱中毒+代谢性酸中毒(呼吸性酸中毒和呼吸性碱中毒不可能同存)。这是一种特殊类型的酸碱失衡,表现复杂,不易识别,常会误诊。血 pH、 $\text{PaCO}_2$ 、 $\text{HCO}_3^-$  随各种失衡的相对严重程度表现为升高、降低或正常,但 AG 升高, $\text{Cl}^-$  降低是其特征。

## 2 血气分析的质量控制

**2.1 填写血气分析申请单**,其内容如下,(1)一般项目:姓名、性别、年龄,血压、呼吸、临床诊断、采血时间(采血时间应具体到年、月、日、时、分)。(2)重要项目:体温、血红蛋白、给氧浓度(吸氧状态下)。(3)必要时尚需注明对血气分析有重大影响的治疗措施。如:上呼吸机、气管切开或插管、输入大量碱性或酸性药物。以上内容虽然简单,但实际工作中一部分医生往往不填写,或者填写不全,可这些数据输入仪器,仪器可自动换算出很有临床价值的数据,如肺泡-动脉血氧分压差。

**2.2 患者应保持安静**,在采血前 10 min 应停止一切活动,切忌大声喧哗和呻吟。呼吸过深、过浅或穿刺时疼痛都会影响测定结果。患者精神紧张会引起呼吸急促,造成 pH、 $\text{PaO}_2$  增高,因此抽血前患者情绪应尽量处于稳定状态。抽血前半小时应停止吸氧,对必须吸氧的患者,应注明吸氧浓度。

**2.3 采血用 5 mL 空针取 1:1 000 肝素 0.2~0.4 mL**,充分湿润注射器内壁后,将肝素排出(仅留针头内死腔的肝素即可),湿润注射器的肝素应适量,否则肝素过多可致 pH 偏低。穿刺取动脉血或充分“动脉化”的毛细血管血 2 mL,立即将针头插入橡皮塞,然后用双手施搓空针 10 次使血液与肝素混匀,防止凝血,标本应半小时内送检。

**2.4 动脉采血要迅速熟练**,争取一针见血,血液流出通畅,否则可使  $\text{PaO}_2$  降低。不得结扎近端肢体,以免使  $\text{PaO}_2$  降低、 $\text{PaO}_2$  升高。

**2.5 取耳血或手指血时**,技术必须熟练,毛细血管必须充分“动脉化”,一般成人选择耳垂,小儿选择足跟部,用约 40℃ 热水袋敷 10~15 min 即可针刺取血。采血过程中应避免过分挤压,如采血不顺利,应改采动脉血。这种取血方法提供的酸碱值较真实,而  $\text{PaO}_2$  值因采血过程影响因素较多,结果仅供临床参考。

**2.6 通常周围空气  $\text{PaO}_2$  在 16.7~20 kPa 之间**, $\text{PaCO}_2$  接近 0,而血中  $\text{PaO}_2$  正常时在 9.33~12 kPa, $\text{PaCO}_2$  为 4.67~6 kPa。因此如抽血过程中有空气与血样接触,通过弥散则会严

重影响几乎所有的测定和计算值。所以采血应尽量隔绝空气,但有时难免空针内混有微小气泡,只要马上将其推出,对结果影响不大。送检标本应及时检测,如超过 30 min 不能测定,应将血置 4 ℃ 保存,但最好不超过 3 h,这是因为血中含可呼吸的活性细胞,离体后仍能继续消耗氧气产生二氧化碳<sup>[2]</sup>。

**2.7 血气和电解质的标本采集要同步,**因机体内环境代谢每时每分都在进行,只有同步采血才能正确反映血气与电解质之间相互关系。

**2.8 应每日用最少两个水平质控液做室内质控,**如有失控应及时查找原因,并做好相关记录。要参加省级以上的室间质量评价,以了解所测定项目的准确性。

**2.9 仪器的安装环境需严格按出产说明书要求,**坚持仪器的日常保养和维护,24 h 开机运转,保持试剂在充足状态,以便仪器按时自动定标。因纤维蛋白丝或小凝块会残留在检测室内,影响电极膜的响应使测定、定标受到干扰,因此样本通道及检测室的清洁特别重要,应定时用专用清洁剂清洗。仪器应有标准操作规程(SOP 文件),每个操作人员应熟知并严格按其要求操作。试剂应尽量用配套试剂,特别是气体,有的为了方便自己到氧气站充气,而气体浓度达不到要求,使测定结果受到影响。多个标本进行检测时应每测一个进行一次流路冲洗,以防止交叉污染,出现结果误差<sup>[3]</sup>。

# 临床实验室的质量控制必须有医护人员的共同参与

胡永林,陈泽慧,何应中,潘 娟,向家林(遵义医学院附属医院检验科,贵州遵义 563003)

**【关键词】** 临床实验室; 质量控制; 护理  
DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2010.19.066  
**中图分类号:**R446 **文献标志码:**B **文章编号:**1672-9455(2010)19-2157-03

随着医院的规范化和现代化建设,医院信息系统(HIS)与实验室检验信息系统(LIS)已进入各大中型医院,承担了患者诊疗信息、行政管理信息、检验信息的录入、查询及监控等工作。加之大量先进仪器设备进入各临床实验室,特别是双向通讯功能技术在各检验仪器上的应用,大大减少了临床实验室的人为过失误差,显著提高了医院和各实验室的工作效率和质量水平。质量控制是临床实验室的生命,临床实验室要提高检验质量,必须做好质量控制,质量控制由实验前、实验中和实验后三个部分组成。实验前质量控制主要包括患者准备、标本采集、标本储存和标本运送过程,这一过程的工作大多由护理或护工人员及临床医生来完成,在实验室管理规范化、信息化高度发展的今天,实验前质量控制的好坏,也成为实验室整体水平提升的重中之重,是亟待强化和提高的问题。因此临床实验室检验质量的提高离不开护理人员的支持与配合,必须有医护人员的共同参与。作者对多年来收集的不合格检验标本记录进行了总结,并提出相应的避免或减少不合格标本的参考措施,供医护界同行参考。

## 1 临床实验室检验的主要内容

**1.1 临床基础检验的主要内容** 临床基础检验主要检查项目包括血液、体液和粪便常规检验、血栓与止血的检验和血型鉴定与交叉配血等。涉及血细胞计数、形态学检查、凝血因子及

## 3 小 结

临床处理呼吸和代谢紊乱常常依赖于快速、准确地测定血中氧、二氧化碳和酸碱度。实验室血气及酸碱分析结果对于维持和支撑心肺功能受损患者的生命至关重要,在监测疗效中也扮演着非常重要的角色。但血气分析过程中受外界影响因素较多,为了给临床一个准确结果,检验人员必须严格执行操作规程,多与医生、护士沟通,以便将血气分析过程中外界影响因素降至最低。对于没有开展血气分析的医院,不应过多考虑经济成本,应看到血气分析在临床上的重要性,尽早开展起来,更多的为临床、为患者服务。

## 参考文献

[1] 周新,涂植光.临床生物化学和生物化学检验[M].北京:人民卫生出版社,2003:208-228.  
[2] 彭黎明,王兰兰.检验医学自动化及临床应用[M].北京:人民卫生出版社,2003:459-463.  
[3] 张建秀,王光红.血气分析检验结果的影响因素[J].中国误诊学杂志,2004,5:700-701.

(收稿日期:2010-04-22)

抗原抗体检查等。

**1.2 临床生物化学和免疫学检验的主要内容** 临床生物化学和免疫学检验是利用各种实验方法检测血液、体液中的各种生化指标和抗原抗体浓度,主要包括肝功能、肾功能、血脂、血糖、电解质、心肌酶类、微量元素、血气分析、各种抗原抗体等检测项目。

**1.3 临床微生物检验的主要内容** 临床微生物检验主要是利用形态学检查和培养技术,对临床怀疑有感染的患者体内或体表各种标本进行病原体的检出,并对检出的病原菌进行药物敏感性试验。

## 2 临床实验室检验常见不合格标本

**2.1 临床基础检验常见不合格标本** 临床基础检验常见的不合格标本主要包括:采集的血液数量不准确(多采或少采),血液凝固、溶血,抗凝管选择错误等。

**2.2 临床生物化学和免疫学检验常见不合格标本** 临床生物化学和免疫学检验常见不合格标本主要有:标本溶血,标本量过少,标本被其他液体稀释,需要严格空腹的标本餐后采血,少数需要抗凝的检测项目未用抗凝管采血等。

**2.3 临床微生物检验常见不合格标本** 无菌部位标本被正常菌群污染,尿液标本采集前患者未作清洁准备、培养见多种细菌生长,痰液标本取材前未作口腔清洁或用唾液送检,创面分