

慢性肺原性心脏病资料汇编

济南地区肺心病协作组

目 录

肺心病酸碱平衡失调的诊断

..... 济南地区肺心病防治协作组 (1)
山东医学院附属医院

呼吸性酸中毒的补碱问题

..... 济南地区肺心病防治协作组 (11)
济南市第四人民医院

测心电图的方法 (建议)

..... 济南地区肺心病防治协作组 (15)
济南市第四人民医院

中西医结合对慢性肺心病护理工作体会

..... 济南地区肺心病防治协作组 (20)
济南市中心医院

慢性肺心病伴有意识障碍及神经精神症状32例

病因分析..... 济南地区肺心病防治协作组 (24)
山东省人民医院

中西医结合治疗慢性肺心病50例临床分析

..... 济南地区肺心病防治协作组 (28)
济南市中心医院

超声波雾化吸入治疗呼吸道绿脓杆菌感染12例

效果观察..... 济南地区肺心病防治协作组 (36)
山东省人民医院

肺心病酸碱平衡失调生化诊断

..... 济南地区肺心病防治协作组 (38)
山东医学院附属医院

肺心病酸碱平衡失调的诊断

——介绍两种简易推算法

济南地区肺心病防治协作组

山东医学院附属医院

肺心病时由于呼吸功能衰竭， CO_2 排出障碍，体内 CO_2 潴留造成了酸碱平衡失调，发生呼吸性酸中毒。此外，由于治疗上应用利尿剂和激素，排钾增多，又可并发低钾碱中毒，是为呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒。而当采用人工呼吸器辅助呼吸或气管切开后呼吸道阻塞突然解除时，由于过度换气又可使 CO_2 排出过多，发生呼吸性碱中毒。呼吸性酸中毒由于体内代偿机制的参与，又有代偿和失偿的不同类型。从可见肺心病时，酸碱中毒既有单纯型，又有复合型，在整个病程和治疗过程中，酸碱紊乱又常可互相转换，给治疗上带来了一定的困难，如不及时作出诊断，常延误治疗，影响预后。目前对动脉血气分析和酸碱度测定主要依靠电极法测定，需要特殊贵重仪器，尚不能普及到基层。本文根据动脉血 PCO_2 推算出 PH 代偿到 7.4 时的 CO_2CP ，再与静脉血 CO_2CP 比较（下称 CO_2CP 推算法），即可作出酸碱失衡类型的诊断。此外，亦可通过静脉血 CO_2CP 与血清 Cl^- 改变的相互关系（下称 $\text{Cl}^- \sim \text{BE}$ 推算法）作出酸碱失衡类型的诊断。以上两种简易推算方法均可在基层普遍开展，对肺心病的防治可有一定的帮助。至于动脉 PCO_2 的测定，基层开展有困难，我们曾试用内蒙古医学院附属医院内科肺心病小组推荐的玻管吹气法，不需抽血即可直接迅速测得 PCO_2 ，其数值与电极法极为接近（详见另文“玻管吹气法测定动脉血液 CO_2 分压”），可以取代电极法应用于临床，从测得的 PCO_2 进一步推算 CO_2CP ，再与静脉血 CO_2CP 比较，可以取得同样的诊断效果。本文将济南地区肺心病防治协作组去冬今春（1974 年 11 月～1975 年 3 月）36 例肺心病住院病人采用丹麦雷度米特厂 BMS3-MK2 型微量血液测定器测定动脉血气和酸碱度（下称 Astrup 法）的数值和上述两种简易推法加以比较得出的资料分析如下：

一、诊断方法

（一）Astrup 法：36 例肺心病例全部采用丹麦 BMS3-MK2 型微量血液分析器测定耳血（静脉血动脉化）血气和酸碱度，得出的数值再参照呼吸性酸中毒代偿限度曲线图作出酸碱失衡类型的诊断，主要参照图一，部分参照图二，凡在代偿限度上（粗黑线上）方者为呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒；在代偿限度内（粗黑线内）者为代偿性呼吸性酸中毒；在代偿限度下（粗黑线下）方者为失偿性呼吸性酸中毒或呼吸性酸中毒合并代谢性酸中毒，然后和 CO_2CP 推算法及 $\text{Cl}^- \sim \text{BE}$ 推算法对照比较。

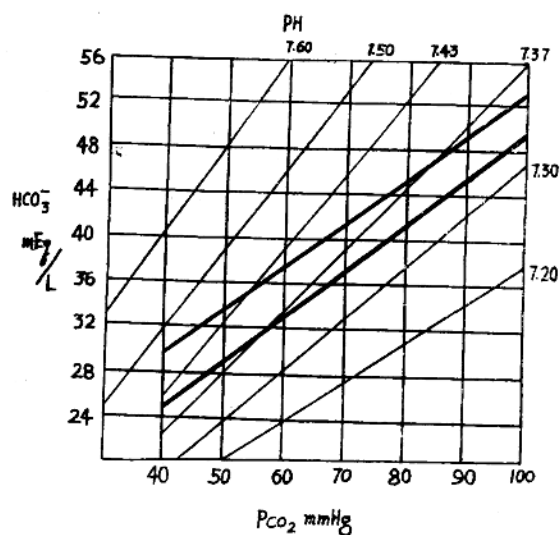


图 一

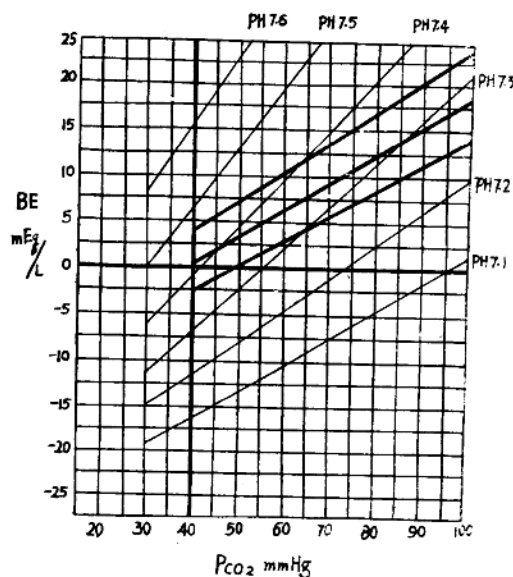


图 二

(二) CO_2CP 推算法: 所有病例均同时采静脉血测定其 CO_2CP , 并与从动脉血 PCO_2 推算出 pH 代偿到 7.4 时应有的 CO_2CP 加以比较。推算方法诊断机制与指标如下:

1. 机制: 推算 CO_2CP 是根据 Henderson-Hasselbalch 氏方程式而制定的:

$$PH = PKa + \log \frac{[B \cdot HCO_3]}{[H \cdot HCO_3]}$$

由于 H_2CO_3 的浓度相当于 CO_2 在溶液中的浓度, 所以上式又可简化为:

$$PH = PKa + \log \frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}$$

为了临床应用方便, 溶解在血浆中的 CO_2 可用 CO_2 分压(PCO_2)来计算, 用公式表示:

$$[CO_2] = \alpha \cdot PCO_2$$

代入上式:

$$PH = PKa + \log \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \cdot PCO_2}$$

上式中: PKa 是解离常数(Dissociation Constant), 在 $38^\circ C$ 条件下为 6.10, α 是 CO_2 溶解系数, 按 1960 年 Bartels 与 Wribitzky 报告, 在 $38^\circ C$ 血浆中的 α 值为 0.030, 单位是毫当量/升/毫米汞柱。

正常时, $[HCO_3^-] = 24$ 毫当量/升, $\alpha \cdot PCO_2 = 0.03 \times 40 = 1.2$ 毫当量/升。

代入上式后:

$$PH = 6.1 + \log \frac{24}{1.2} = 6.1 + \log \frac{20}{1} = 6.1 + 1.301 = 7.401$$

正常时, 血液 PH 保持 7.4 左右, 当 CO_2 滞留时, $\alpha \cdot PCO_2$ 增高使 PH 下降, 是为失偿性呼吸性酸中毒; 随后机体通过代偿机制使 HCO_3^- 升高, 恢复 $\frac{20}{1}$ 的比例, PH 又可恢复 7.4, 是为代偿性呼吸性酸中毒。以上关系可简化为下式: $\frac{HCO_3^-}{\alpha \cdot PCO_2} = 20$, 亦即 $\frac{HCO_3^-}{PCO_2} = 0.03 \times 20 = 0.6$ 。因此当血液 PH 代偿到 7.4 时, $\frac{HCO_3^-}{PCO_2}$ 的比值应保持在 0.6。设一例肺心病 $PCO_2 = 60$ 毫米汞柱 (从 Astrup 法或玻管法均可求得 PCO_2 值), 则 PH 代偿到 7.4 时, 其 CO_2 CP 应等于 $60 \times 0.6 = 36$ 毫当量/升左右, 此即为推算的 CO_2 CP, 以此与静脉血 CO_2 -CP 比较, 即可作出酸碱失衡类型的诊断。

2. 指标:

① 当 $PCO_2 \geq 50$ 毫米汞柱时, 指标见表一

表一

呼吸性酸中毒时 CO_2CP 推算法诊断指标

诊 断 指 标		酸 碱 失 衡 类 型	举 例	
主 要 条 件	参 考 条 件		推算 CO_2CP 毫当量/升	静脉 CO_2CP 毫当量/升
推算 CO_2CP	静脉 CO_2CP >正常(常在31—36毫当量/升, 动脉BE多在10—15毫当量/升)	代偿性呼吸性酸中毒	34	34
= 静脉 CO_2CP *	静脉 CO_2CP >正常(常在36毫当量/升以上, 动脉BE多在15毫当量/升以上)	呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒	40	40
推算 CO_2CP	静脉 CO_2CP >正常(常<31毫当量/升, 动脉BE常<10毫当量/升)	失偿性呼吸性酸中毒	34	30
> 静脉 CO_2CP	静脉 CO_2CP <正常	呼吸性酸中毒合并代谢性酸中毒	34	20
	静脉 CO_2CP 稍高于正常	失偿性呼吸性酸中毒	34	28
推算 CO_2CP < 静脉 CO_2CP	静脉 CO_2CP >正常(常>36毫当量/升, 动脉BE多>15毫当量/升)	呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒	34	40

注* CO_2CP 正常值24毫当量/升, 本组资料统计是将测得的静脉 CO_2CP ± 3 毫当量/升后再与推算的 CO_2CP 比较。

②当 $\text{PCO}_2 < 35$ 毫米汞柱时, 指标见表二

表二

呼吸性碱中毒时 CO_2CP 推算法诊断指标

诊 断 指 标		酸 碱 失 衡 类 型	举 例	
主 要 条 件	参 考 条 件		推算 CO_2CP 毫当量/升	静脉 CO_2CP 毫当量/升
推算 CO_2CP = 静脉 CO_2CP	静脉 CO_2CP <正常	代偿性呼吸性碱中毒	18	18
推算 CO_2CP > 静脉 CO_2CP	静脉 CO_2CP <正常	呼吸性碱中毒合并代谢性酸中毒	18	12
推算 CO_2CP < 静脉 CO_2CP	静脉 CO_2CP 正常	失偿性呼吸性碱中毒	18	24
	静脉 CO_2CP >正常	呼吸性碱中毒合并代谢性碱中毒	18	34

(三) $\text{Cl} \sim \text{BE}$ 推算法:

1. 机制: 正常时, 血浆中的阳离子、阴离子各为153毫当量/升, 彼此保持平衡, 当一方发生增减时, 另一方即作相应改变, 以保持平衡。阳、阴离子各值见图三。

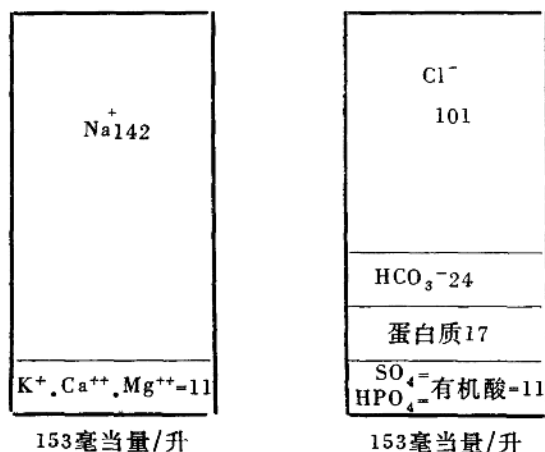


图 三

HCO_3^- 、蛋白质、 HPO_4^- 三者之和即为缓冲碱(BB), 但在细胞外液内 HPO_4^- 作用较小, 主要是 HCO_3^- 与蛋白质。正常 $\text{BB} = 41$ 毫当量/升左右。当呼吸性酸中毒时, 由于 CO_2 潴留, 则 HCO_3^- 升高, 机体为了保持阴阳离子平衡, 故血清 Cl^- 即作相应的下降, 其下降的毫当量数相当于 HCO_3^- 升高的毫当量数。故呼吸性酸中毒时, $\text{Cl}^- \downarrow = \text{HCO}_3^- \uparrow$, 亦即 $(101 - \text{Cl}^-) = (\text{CO}_2\text{CP} - 24)$ 。因 $\text{CO}_2\text{CP} - 24 = \text{BE}$, 故上式可简化为 $\text{Cl}^- \downarrow = \text{BE} \uparrow$ 。举例如下:

(1) 正常见图四。

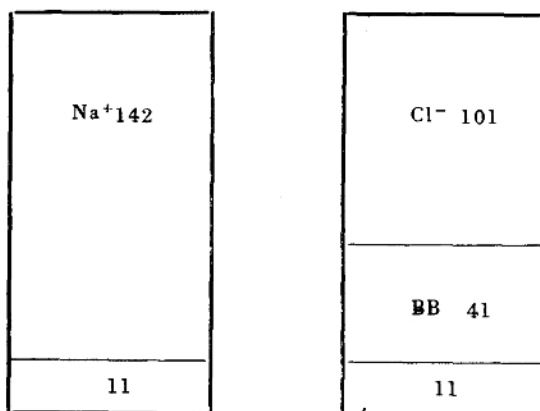


图 四

$\begin{array}{r} \text{Na}^{+} 142 \\ 11 \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{Cl}^{-} 101 \\ - 5 \\ \hline 96 \end{array}$ $\begin{array}{r} \text{BB} \quad 41 \\ + 5 \\ \hline 46 \end{array}$ $\begin{array}{r} 11 \end{array}$
--	--

由图五可见，在发病第一天时，由于体内代偿尚不完全，故 BE 仅轻度升高 5 毫当量/升，而血清 Cl^- 也仅下降 5 毫当量/升，二者相当 ($\text{Cl}^- \downarrow = \text{BE} \uparrow$)，是为失偿性呼吸性酸中毒。

Na^{+142}	$\begin{array}{r} \text{Cl}^{-} \quad 101 \\ - 12 \\ \hline 89 \end{array}$
11	$\begin{array}{r} \text{BB} \quad 41 \\ + 12 \\ \hline 53 \end{array}$
11	11

图六

由图六可见,在发病3—4天后,由于体内代偿,BE升高12毫当量/升(从 $PCO_2 = 60$ 毫米汞柱推算当 $PH = 7.4$ 时,其 CO_2CP 应 $= 60 \times 0.6 = 36$ 毫当量/升,其BE应 $= 36 - 24 = 12$ 毫当量/升,推算值与实际测得值相当,故其为代偿性呼吸性酸中毒),故血清 Cl^- 也下降12毫当量/升,二者相当($Cl^- \downarrow = BE \uparrow$),是为代偿性呼吸性酸中毒。

当上例在发病3—4天后,此时若并有严重缺氧,以致体内乳酸增多(设为7毫当量/升),则增多的乳酸毫当量数将消耗相当量的BB,故BB即作相应的下降,而血清 Cl^- 则照旧。结果见图七。

Na⁺142 11	Cl⁻ 101 - 12 — 89 BB 41 + 12 - 7 — 46 乳酸 7 11
--	---

图 七

由图七可见,当血 $Cl^- \downarrow > BE \uparrow$,考虑阴离子中必有某些酸性物质膨胀增加(本例为乳酸,7毫当量/升),故此时除呼吸性酸中毒外,尚合并代谢性酸中毒。

同理,当 $Cl^- \downarrow < BE \uparrow$ 时,则考虑呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒。

2.指标:见表三。

表三 呼吸性酸中毒时 $Cl^- \sim BE$ 推算法诊断指标

诊 断 指 标	酸 碱 失 衡 类 型	举 例	
		$Cl^- \downarrow$ 毫当量/升	$BE \uparrow$ 毫当量/升
$Cl^- \downarrow = BE \uparrow$	呼吸性酸中毒:	5 (101—96)	5
	发病早期——失偿性 发病3—4天—代偿性	12 (101—89)	12
$Cl^- \downarrow > BE \uparrow$	呼吸性酸中毒合并 代谢性酸中毒	21 (101—80)	10
$Cl^- \downarrow < BE \uparrow$	呼吸性酸中毒合并 代谢性碱中毒	5 (101—96)	15

注*:血清 Cl^- 正常值101毫当量/升,但血清 Cl^- 波动范围较大,本组资料统计是将测得的血清 $Cl^- \pm 5$ 毫当量,再与BE比较。

表四

三种诊断方法符合对比表

例数 诊断方法	酸碱类型	呼吸酸		呼吸酸 + 代酸	呼吸酸 + 代碱	呼吸碱 (失偿)	代碱 (失偿)	代酸 (失偿)	正 常	未 定
		失 偿	代 偿							
Astrup法		3	11	1	9	4	2	2	4	0
静脉CO ₂ CP推算法		4	14	1	4	4	2	2	4	0
静脉Cl~BE推算法		2	9	4	4	2	1	2	4	2

从表四可见: CO₂CP 推算法与 Astrup法的符合率为33.3%; Cl~BE推算法与 Astrup法的符合率为69.2%。Cl~BE推算法的符合率虽比CO₂CP推算法的符合率为低,但其对临床酸碱诊断仍有一定的参考价值。

我们将经 Astrup 法诊断为呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒 9 例与代偿性呼吸性酸中毒 11 例分别统计其动脉 BE 与静脉 CO₂CP, 结果见表五。

表五 呼吸酸+代碱、呼吸酸代偿的动脉BE与静脉CO₂CP对比分析表

例项 数 类 型	动脉 BE 毫当量/升				静脉 CO ₂ CP 毫当量/升			
	10以下	10.1~15	15.1以上	平 均 值	31以下	31.1~36	36.1以上	平 均 值
呼 酸 + 代 碱	0	4	5	14.8 (10.2~19.5)	2	3	4	35.8 (30.8~42.8)
呼 酸 代 偿	3	8	0	9.7 (1.5~13)	2	7	1	32.6 (25~36.6)

由表五可见 9 例呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒者, 有 5 例 BE 在 +15 毫当量/升以上 (最高一例达 +19.5 毫当量/升), 4 例 BE 在 +10~15 毫当量/升, 没有一例 <10 毫当量/升。9 例 BE 平均值为 14.8 毫当量/升。在 11 例代偿性呼吸性酸中毒中则有 8 例 BE 在 +10~15 毫当量/升, 3 例 BE 在 10 毫当量/升以下 (最低一例在 1.5 毫当量/升), 没有一例 > +15 毫当量/升。由上可见肺心病时, 当 BE > +15 毫当量/升 (或静脉血 CO₂CP > 36 毫当量/升)、BE = +10~+15 毫当量/升 (或静脉 CO₂CP = 31~36 毫当量/升)、BE < 10 毫当量/升 (或静脉 CO₂CP < 31 毫当量/升) 应分别诊断、考虑、后者很少考虑为呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒。

二、讨 论

在诊断肺心病酸碱失衡时, 目前国内外主要采用 Astrup 微量法来测定动脉血气和酸碱度, 但基层开展这项测定尚有困难, 我们试用 CO₂CP 推算法和 Cl~BE 推算法, 并以

Astrup 法为对照, 则前二者与后者的符合率分别为 83.3% 和 69.2%。应当指出, 在 CO_2CP 推算法组中有五例诊断为代偿性呼吸性酸中毒者, 用 Astrup 法则为呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒, 根据文献报道, 代偿性呼吸性酸中毒与呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒的血气和酸碱度测定结果有时极为相似, 进一步鉴别必须结合病史、治疗情况及动态血气分析才能确诊, 因此 CO_2CP 推算法组中五例代偿性呼吸性酸中毒实际上也有可能为呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒, 如加上上述五例则符合率为 97.2%。

关于 $\text{Cl}^- \sim \text{BE}$ 推算法与 Astrup 法的符合率虽然较低 (69.2%, 其中有 3 例为代偿性呼吸性酸中毒, 如果按上述报道则也有可能为呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒, 如加上上述 3 例则符合率为 80.7%), 但从临床实用上来看亦有一定的意义, 因 $\text{Cl}^- \sim \text{BE}$ 推算法无须测定 PCO_2 , 只须凭借静脉 CO_2CP 与血清 Cl^- 测定即可作出诊断。值得注意的是: 在 $\text{Cl}^- \sim \text{BE}$ 推算法组中有二例诊断为呼吸性酸中毒合并代谢性酸中毒, 用 Astrup 性则为呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒, 诊断出入较大, 我们分析此二例在临床上均有使用速利尿剂史, 可能造成血 Cl^- 排出增多, 使原有已下降的血 Cl^- 进一步地降低, 以致误诊为呼吸性酸中毒合并代谢性酸中毒。因此, 对于一例肺心病者如果临床上有呕吐、使用速尿、利尿酸纳、汞撒利等造成氯离子的额外丧失时, 此时使用 $\text{Cl}^- \sim \text{BE}$ 推算法诊断酸碱失衡要慎重。尽管如此, 但 $\text{Cl}^- \sim \text{BE}$ 推算法由于简易方便, 仍不失为基层中作为诊断肺心病酸碱失衡判断的一个参考指标。

关于机体对呼吸性酸中毒的代偿极限问题: 当 CO_2 潴留时, 机体为了代偿, HCO_3^- 即相应的升高, 以保持 $\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{PCO}_2} = 0.6$, 使 PH 维持 7.4 左右。因此一例肺心病急性发作时, PCO_2 设为 60 毫米汞柱, 则 PH 代偿到 7.4 时, 其 CO_2CP 应是 $60 \times 0.6 = 36$ 毫当量/升, 比正常 CO_2CP 升高 $36 - 24 = 12$ 毫当量/升, 亦即 $\text{BE} = +12$ 毫当量/升。但机体对 CO_2 潴留的代偿有一定的限度, 超过此范围, BE 即不再上升, 转入失偿性呼吸性酸中毒。对于此限度, 学者看法不一致, 有的认为达到 PCO_2 60 毫米汞柱以上时机体代偿多已不完全, 有的则提出 PCO_2 80 毫米汞柱为限, 根据我们的资料, 当 $\text{BE} > +15$ 毫当量/升 (亦即动脉 $\text{CO}_2\text{CP} > 39$ 毫当量/升, 或静脉 $\text{CO}_2\text{CP} > 36$ 毫当量/升) 时, 没有一例为代偿性呼吸性酸中毒。根据上述 $\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{PCO}_2} = 0.6$, 则当 $\text{HCO}_3^- = 39$ 毫当量/升时, PCO_2 应等于 $\frac{39}{0.6} = 65$ 毫米汞柱, 因此我们认为当 $\text{PCO}_2 > 65$ 毫米汞柱时, 机体多已失去代偿能力, 不宜再诊断为代偿性呼吸性酸中毒; 对于一例 $\text{BE} > +15$ 毫当量/升者, 并非机体代偿所引起, 故不宜诊断代偿性呼吸性酸中毒, 应诊断呼吸性酸中毒合并代谢性碱中毒。Refsum 亦发现慢性呼吸衰竭者, 不管 PCO_2 有多高, 只要没有其他的并发症, 则动脉血 BE 都不超过 15 毫当量/升, 与我们分析的资料结果相同。在肺心病时, 代谢性碱中毒的发生主要是由于使用利尿剂引起低血 K^+ 和低血 Cl^- 所造成的, 据 Furst 与 Rooth 报道, 在给予撒利汞或口服 Saluretics 后, 血液 BE 在 7—10 天后增加 7~13 毫当量/升 (平均 10 毫当量/升), 在继续用药中, BE 保持在 5 (0~11) 毫当量/升。速尿副作用虽比汞撒利轻些, 但也引起相应的 BE 升高。因此, 对于一例肺心病者, 如果并用上述各种利尿剂

时，应特别警惕代谢性碱中毒的发生。

本组静脉 CO_2CP 均比动脉 CO_2CP 低，36 例平均差为 -2.5 毫当量/升，因此临床应用时，可将测得的静脉 CO_2CP 加 2.5 毫当量/升，即可接近动脉 CO_2CP ，然后再用它与推算的 CO_2CP （根据动脉 PCO_2 来推算，见上文）比较，符合率将会提高。据文献报道，静脉 BE 通常要比动脉 BE 高 $2 \sim 2.5$ 毫当量/升（亦即静脉 CO_2CP 比动脉 CO_2CP 高 $2 \sim 2.5$ 毫当量/升），而本组测得静脉 CO_2CP 则比动脉 CO_2CP 平均低 2.5 毫当量/升，原因不明。目前我们测定 CO_2CP 均未采用石蜡油密封血标本，肺心病时 CO_2 潴留，采血后 CO_2 将大部逸出，在测定时尽管复经化验员肺泡气（ PCO_2 平均 40 毫米汞柱左右）平衡，但测得值总要比实际值低，因此必须加 2.5 毫当量/升后才能与动脉 CO_2CP 接近。

呼吸性酸中毒的补碱问题

济南地区肺心病防治协作组

济南市第四人民医院

代谢性酸中毒(以下简称代酸)时,碳酸氢盐减少,故按减少的量补碱〔5%碳酸氢钠毫升=(50-CO₂CP)×公斤体重×0.5〕是合理的。但是呼吸性酸中毒(以下简称呼酸)时,CO₂排出障碍,二氧化碳分压增加,碳酸氢盐必然有“升高”的趋势,所以若需补碱,应按其“应有的碳酸氢盐的不足量”进行补碱,显然,某些肺心病书及论著中对呼酸的补碱也按上述代酸补碱公式是不恰当的。

通常,结合的CO₂为碳酸氢盐(BHCO₃),以二氧化碳结合力(CO₂CP)表之;溶解的CO₂为碳酸(H₂CO₃),以二氧化碳分压(PaCO₂)表之。正常时两者之比为20:1(即24毫当量:1.2毫当量)时,血液PH值为7.4,如下式:

$$PH = 6.1 + \log \frac{BHCO_3(24mEq)}{H_2CO_3(1.2mEq)}$$

$$PH = 7.4$$

$$\text{代酸时, } PH = 6.1 + \log \frac{<24}{1.2}$$

$$PH < 7.4$$

呼酸时:

$$(1) \text{ 在未代偿时, } PH = 6.1 + \log \frac{24(\text{不减少})}{>1.2(\text{病因性增加})}$$

$$PH < 7.4$$

$$(2) \text{ 在部分代偿时, } PH = 6.1 + \log \frac{\uparrow 24(\text{继发性升高})}{>1.2(\text{病因性增加})}$$

$$(3) \text{ 在完全代偿时, } PH = 6.1 + \log \frac{>24(\text{继发性已按20:1比例升高})}{>1.2(\text{病因性增加})}$$

$$PH = 7.4$$

因此,建议按继发性BHCO₃升高与否及升高的程度来判断是否需补碱及补碱量,可能是较合理的。其公式为:

$$\text{补碳酸氢钠克数} = (0.6 \times PaCO_2 \text{ mmHg} - CO_2CP \text{ mEq}) \times \text{公斤体重} \times 0.0168$$

此呼酸补碱公式的根据:如上所述是因PaCO₂增加后,继发性CO₂CP升高的程度为依据的。

一、变同名数： CO_2CP 应与 PaCO_2 进行比。 CO_2CP 的单位多用毫升或容积($\text{ml}\%$)，而 PaCO_2 的单位是毫米汞柱(mmHg)，所以应先变为同名数，才能进行比。

在标准气压(760mmHg)下，稍低于 38°C 时，血液内能溶解 CO_2 51.07毫升%。正常人肺泡内 CO_2 湿分压为 40mmHg 时，则：

$$\text{血液溶解}\text{CO}_2 = \frac{40}{760} \times 51.07 = 2.688\text{毫升}\%$$

$$\text{可改写为}\frac{51.07}{760} \times 40 = 0.0672 \times 40 = 2.688\text{毫升}\%$$

因此以0.0672作为一个常数，乘以 PaCO_2 的 mmHg ，就能换算成毫升($\text{ml}\%$)数，即：

$$\text{PaCO}_2\text{ml}\% = 0.0672 \times \text{PaCO}_2\text{mmHg} \quad (\text{式1})$$

再按 ml 数换算毫当量(mEq/L)的公式变为 mEq/L ：

$$\text{PaCO}_2\text{mEq/L} = \frac{\text{PaCO}_2\text{ml}\% \times 10}{22.4} \quad (\text{式2})$$

$$\text{因此，正常人}\text{PaCO}_2\text{mEq/L} = \frac{2.688 \times 10}{22.4} = 1.2\text{mEq/L}$$

总结上述， PaCO_2mmHg 变为 $\text{PaCO}_2\text{mEq/L}$ 的公式是：

$$\text{PaCO}_2\text{mEq/L} = \frac{0.0672 \times \text{PaCO}_2\text{mmHg} \times 10}{22.4} \quad (\text{式3})$$

$$\text{或约分简化为：}\text{PaCO}_2\text{mEq/L} = 0.03 \times \text{PaCO}_2\text{mmHg} \quad (\text{式4})$$

二、比：

既然结合与溶解 CO_2 之比是20:1，故将式4乘20，就是结合的 CO_2 之应有数值，上述 PaCO_2 为 1.2mEq/L ，则结合之 CO_2 应为 $1.2\text{mEq} \times 20 = 24\text{mEq/L}$ 。

在肺心病患者 PaCO_2 病因性升高，如达到完全代偿时则结合之 CO_2 即 CO_2CP 应为 $\text{PaCO}_2\text{mEq/L} \times 20$ 。故

$$\text{CO}_2\text{CP 应有的 mEq/L} = 0.03 \times \text{PaCO}_2\text{mmHg} \times 20 \quad (\text{式5})$$

可简化为：

$$\text{CO}_2\text{CP 应有的 mEq/L} = 0.6 \times \text{PaCO}_2\text{mmHg} \quad (\text{式6})$$

式6减去实际测得病人的 $\text{CO}_2\text{CPmEq/L}$ 的差，如为零或近于零则为已代偿；如差值大则示失偿严重，如差值小则示失偿的程度轻。其差值大即为失偿严重，应多补碱。

三、失偿量：

$$\text{失偿或应补碱量 mEq/L} = 0.6 \times \text{PaCO}_2\text{mmHg} - \text{病人 CO}_2\text{CPmEq/L}^* \quad (\text{式7})$$

* 注：如 CO_2CP 为 $\text{ml}\%$ 则按式3转换为 mEq/L 。其简化式为：

$$\text{CO}_2\text{CPmEq/L} = \frac{\text{CO}_2\text{CPml}\%}{2.24} \quad (\text{式8})$$

正常成年人细胞外液占体重的15~22%，一般按20%计算，则：

$$\text{细胞外液 } L = \text{公斤体重}(Kg) \times 20\% \text{ 或 } \text{细胞外液 } L = Kg \times 0.2 \quad (\text{式 } 9)$$

再乘以式 7 则为应补碱总量：

$$\text{失偿或应补碱总量 mEq} = (0.6 \times PaCO_2 \text{ mmHg} - \text{病人 } CO_2 \text{ CP mEq/L}) \times Kg \times 0.2 \quad (\text{式 } 10)$$

四、碱及计算：

根据患者具体情况补碳酸氢钠($NaHCO_3$)、乳酸钠($NaC_3H_5O_3$)、或三羟甲基氨基甲烷〔THAM($(CH_2OH)_3CNH_2$)〕及补碱量。按原子量计算其克或毫克分子量则：1mEq 的 $NaHCO_3 = 84\text{mg}$ ，1mEq 的 $NaC_3H_5O_3 = 112\text{mg}$ ，1mEq 的 $(CH_2OH)_3CNH_2 = 121\text{mg}$

则：1g $NaHCO_3$ 有 $= 1000\text{mg} \div 84\text{mg} = 11.9\text{mEq}$

1g $NaC_3H_5O_3$ 有 $= 1000\text{mg} \div 112\text{mg} = 8.92\text{mEq}$

1g $(CH_2OH)_3CNH_2$ 有 $= 1000\text{mg} \div 121\text{mg} = 8.26\text{mEq}$ 的碳酸氢结合价。故补碱量按式 10 除以上述数值就能计算出应补上述任一种碱的克数，即：

五、补碱公式：

$$\text{补 } NaHCO_3 (\text{克}) = (0.6 \times PaCO_2 \text{ mmHg} - \frac{CO_2 \text{ CP ml}\%}{2.24}) \times Kg \times 0.2 \div 11.9 \quad (\text{式 } 11)$$

$$\text{补 } NaC_3H_5O_3^* (\text{克}) = (0.6 \times PaCO_2 \text{ mmHg} - \frac{CO_2 \text{ CP ml}\%}{2.24}) \times Kg \times 0.2 \div 8.92 \quad (\text{式 } 12)$$

*注：因乳酸钠需在氧充分的条件下，经肝脏乳酸脱氢酶作用转化为丙酮酸，再经三羧循环氧化脱羧而生成 CO_2 与转化为 HCO_3^- 后才能发挥其纠正酸中毒的作用。故在肺心病急期，缺氧及肝功能有损害时不宜使用。

$$\text{补 } (CH_2OH)_3CNH_2 (\text{克}) = (0.6 \times PaCO_2 \text{ mmHg} - \frac{CO_2 \text{ CP ml}\%}{2.24}) \times Kg \times 0.4^* \div 8.26 (\text{式 } 13)$$

*注：THAM 在体液中与 H_2CO_3 起作用生成 HCO_3^- 。且易透入细胞内，故同时在细胞内外起作用。正常人细胞内液占体重30—50%，平均为40%，细胞内外液共占体重60%，但对于肺心病的补碱按40%(0.4)较为合宜。

同样，还可以用另一种计算方式，即根据细胞外液占20%，则每公斤体重给 0.2 克 $NaHCO_3$ 或 $NaC_3H_5O_3$ 或 $(CH_2OH)_3CNH_2$ 即能分别提升11.9mEq、8.92mEq 或 8.26mEq 的碳酸氢结合价。因此，欲每公斤体重提升 1mEq 的 $CO_2 \text{ CP}$ 需用：

$NaHCO_3$ 为 $0.2g \div 11.9 = 0.0168g$

$NaC_3H_5O_3$ 为 $0.2g \div 8.92 = 0.0224g$

$(CH_2OH)_3CNH_2$ 为 $0.4^* \div 8.26 = 0.048g$

*注：同上。

所以，补碳酸氢钠、乳酸钠、三羟甲基氨基甲烷，也可分别改为乘以因数0.0168、0.0224 或 0.048，则可将式11、12、13简化为：

$$\text{补 } NaHCO_3 (\text{克}) = (0.6 \times PaCO_2 \text{ mmHg} - \frac{CO_2 \text{ CP ml}\%}{2.24}) \times Kg \times 0.0168 \quad (\text{式 } 14)$$

$$\text{补NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3(\text{克}) = (0.6 \times \text{PaCO}_2\text{mmHg} - \frac{\text{CO}_2\text{CPml}\%}{2.24}) \times \text{Kg} \times 0.0224 \quad (\text{式15})$$

$$\text{补}(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{CNH}_2(\text{克}) = (0.6 \times \text{PaCO}_2\text{mmHg} - \frac{\text{CO}_2\text{CPml}\%}{2.24}) \times \text{Kg} \times 0.048 \quad (\text{式16})$$

根据病人具体情况，按式14或式15、16计算可补1/2~2/3量，不要补过量以免招致碱中毒！

理论上是未代偿及部分代偿之呼吸性酸中毒，未代偿及部分代偿之代谢性酸中毒四种及呼吸、代谢性二类之间任何两种混合性酸中毒四种，共八种（即：①未偿呼酸；②部偿呼酸；③未偿代酸；④部偿代酸；及⑤未偿呼酸并未偿代酸；⑥未偿呼酸并部偿代酸；⑦部偿呼酸并未偿代酸；⑧部偿呼酸并部偿代酸）。原则上这八种酸中毒都应补碱，都适用于上述公式。但是，各种部分代偿性酸中毒在补碱指征来说是相对的，少补碱，甚或根据具体情况暂不补碱。但应继续严密观察，在必要时再补碱。当然，治疗的重点在于去除病因及使呼吸道通畅，改善呼吸功能。

举例：50公斤体重慢性肺心病患者，测得 PaCO_2 是70mmHg， CO_2CP 是67.2ml%。是否已代偿？若需补碱，应补若干？

$$0.6 \times 70 - \frac{67.2}{2.24} = 12\text{mEq/L}。$$

示未代偿；又因其值大，所以表示代偿情况不佳，应当补碱。

$$\text{补碳酸氢钠(克)} = (0.6 \times 70 - \frac{67.2}{2.24}) \times 50 \times 0.0163 = 10.08\text{克}$$

$$\text{或补乳酸钠(克)} = (0.6 \times 70 - \frac{67.2}{2.24}) \times 50 \times 0.0224 = 13.44\text{克,}$$

$$\text{或补三羟甲基氨基甲烷(克)} = (0.6 \times 70 - \frac{67.2}{2.24}) \times 50 \times 0.048 = 28.8\text{克}(\text{CO}_2\text{分}$$

压玻管测定法见74年华北肺心病会议资料。)

后记 经过四、五年的实践证明，此种补碱计算公式不只在理论上是较合理的，在补碱效果上也是比较实用的。

测心电轴的方法(建议)

济南地区肺心病防治协作组

济南市第四人民医院

测“额面P及QRS心电轴”(以下简称心电轴),通常用I、II导联,似不恰当。因某些正常人不少肺气肿及肺心病及其他右心室肥大为主的心脏病在I导联波形甚小(图1、2、3),这是因为根据 $V = \frac{E \cdot \cos \theta}{r^2}$,心电轴与I近于垂直之故,所以对测心电轴的正确性造成困难,且易出现较大的误差。我们亲手测量了确诊为严重肺心病(207)例(其中1例有房颤)心电图。PI电压代数和无一例 $>0.15\text{mv}$,代数和为0的及 $<0.02\text{mv}$ 者166例,占80.58%。

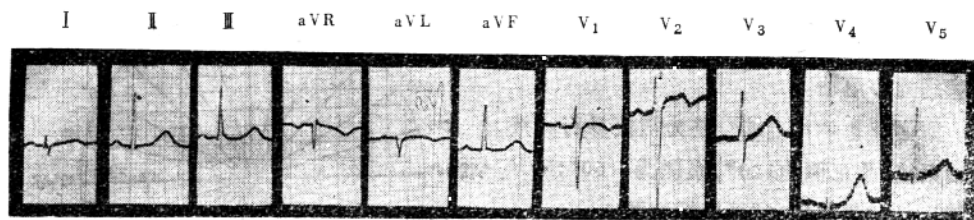


图1 正常心电图

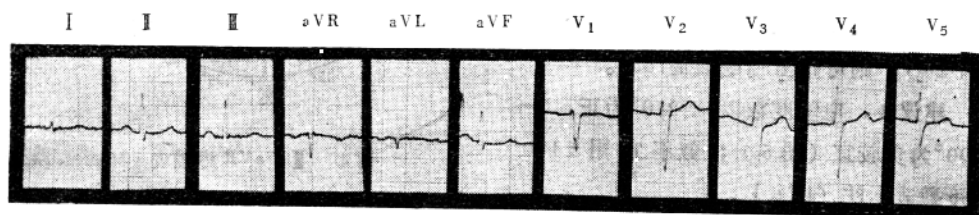


图2 肺气肿心电图

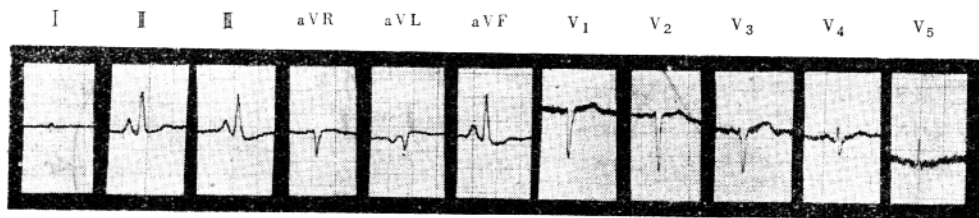


图3 肺心病心电图

因此,我们初步建议1,考虑不用I、II电轴,改用II、III电轴。用I、II、III导联中任何二个导联,都可测心电轴,此方法称为“三角法”。因为II、III导联的波形大(图1、2、3),易于测量,较不易出现误差。