DOI:10.16016/j.1000-5404.1986.02.010

阴离子隙在心内直视手术中的应用

潘 瑾 钱桂生 董解菊 曹正怀 孔凡浩

（第二附属医院）

提 要 本文分析了191例797次体外循环心内直视手术患者的电解质及血气分析结果，发现本组病例AG值和乳酸值与正常人相比均有明显增高，从而提示在此组病例中，组织缺氧引起乳酸增高是引起高AG代谢性酸中毒的主要原因之一。其治疗应以改善组织缺氧为主，过多补碱可致医源性碱中毒。并提出对这类病人在血气监护的同时，动态观察AG是有价值的。

关键词 阴离子隙；体外循环；碱中毒；酸中毒；乳酸

阴离子隙（Anion Gap AG）是近年来用以判断体液酸碱状态的一个重要指标。代表常规测定的主要阳离子与阴离子的浓度差，以mEq/L表示。早年曾按$AG=(Na^+ + K^+) - (Cl^- + HCO_3^-)$的公式进行计算，在沿用过程中认为$K^+$浓度较稳定，其增减对AG影响较小，故目前多按$AG=Na^+ - (Cl + HCO_3^-)$公式计算。它在对混合性酸碱失衡的判测方面，尤其是一个十分可靠而有说服力的数据。自从1977年Emmett与Narins[1]发表综述以来，国外已较普遍地应用[2]。

本文采用近两年来所作体外循环心内直视手术患者191例797次电解质及血气分析结果，计算其AG值，进行回顾性小结，试图探讨AG在这类手术患者观察中的临床应用价值。

材料和方法

所有病例均来自本院住院患者，在全身麻醉、气管内插管下，以体外血循降温，取中低温（30℃±）心肺转流，施行心内直视手术。手术包含各类型房、室间隔缺损修补术，瓣膜置换术，四联症畸形矫正术，室壁瘤切除术及冠状动脉搭桥术等。体外循环使用上海Ⅱ型人工心泵及天津氧合袋或氧合器。灌注时间多数在30′～90′；灌注流量：成人为55～75 ml/kg/min，小儿为75～90ml/kg/min；灌注压通常维持在60～120mmHg，术中尿量维持在25ml/h。

血液样品按手术过程抽取，一般于麻醉后一小时左右抽取右房血为“灌注前”血样；人工心肺机灌注下行心内直视手术过程中抽取机内血为“灌注中”血样；手术结束后，按病情需要，抽取动脉血为“手术后”血样。全部样品均用肝素抗凝，用同一份样品立即进行血气分析及电解质测定。HCO_3^-数值为丹麦Radiometer BME33型血气分析仪分析血样之pH及PCO_2计算得出；血浆Cl^-用硝酸汞滴定法测定；血浆Na^+用火焰光度法分析（北京环境保护仪器厂HG-1型火焰光度计）。所得结果按以上公式计算AG值。部分样品用酶法[3]测定了血浆乳酸。

结 果

血样分析结果及与正常人AG值（11.86±3.13mEq/L）[4]比较结果见表1。

讨 论

AG是根据血浆Na^+、Cl^-、HCO_3^-浓度计算得出，其中任一成份的增减对它都有直接影响。实质上，AG的改变主要取决于未测定阴离子（unmeasured anion UA），及未测定阳离子（unmeasured cation UC）的浓度差。AG升高可由于UA增加，也可由于

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1 本组病例与正常人AG比较表

分 组	例 次	平均值±标准差	与正常人结果比较 T	P
灌注前	196	15.91±5.98	7.71	<0.001
灌注中	489	16.38±5.32	11.62	<0.001
手术后	112	15.75±5.78	6.22	<0.001

UC下降所致[5][6]，最多见的是代谢性酸中毒（以下简称代酸）。Emmett与Narins认为[1]，除了某些特殊情况以外，AG升高是代酸的同义词。

代酸的特点是体内无机酸或有机酸的积聚。心血管疾病患者进行体外循环心内直视手术时，可由于多种原因引起代酸。这些病人由于全身麻醉和手术过程中的人工心肺机灌注，其灌注量是低于正常人的心排出量的，这种灌注，实际上是一种控制性休克，不仅有微循环障碍，造成组织缺氧，而且，灌注中的过度通气必将导致呼吸性碱中毒，氧离曲线左移，红细胞向组织释放氧的能力减低，更加重了这一过程。在这种组织低氧的情况下，细胞线粒体酶活性下降，糖的代谢主要通过无氧酵解，从而导致组织内大量乳酸的蓄积。在这种组织低氧状态下乳酸的代谢也不能在肝脏中顺利进行加以乳酸的肾阈值高达6 mmol/L，难以从肾脏中及时清除[7]，结果，导致细胞外液乳酸堆积引起UA增高，造成AG升高。这是这类病人AG升高的主要原因。在本组病例206例次血浆乳酸测定中，其结果高达4.46±1.97mmol/L，与本室所作乳酸正常值（1.97±0.49mmol/L）比较[3]，相差非常显著（P<0.001）。其次，这类手术灌注中有预充库血通过人工心肺机以很快速度进入人体，使枸橼酸盐浓度骤然升高，在组织供氧不足的情况下又不能很快地代谢生成HCO_3^-，致使细胞外液枸橼酸盐浓度上升，UA增高，也是引起AG增高的原因之一。此外，这类病人较常见的低钾、低镁血症，使细胞外液UC下降，也是AG增高的原因之一。综上所述，这类病人酸碱失衡的主要特点是：由于组织缺氧所致的伴有乳酸酸中毒的高AG代酸。

值得重视的是AG在混合性酸碱失衡诊断中的价值。这类患者，尤其是病情危重者，术中的乳酸酸中毒是常见的。手术初期多表现出明显代酸，随着临床给予$NaHCO_3$治疗，可见HCO_3^-及pH逐渐上升甚至完全达到正常，给临床造成酸碱失衡已纠正的错觉。实际上，由于组织缺氧未得到根本改善，乳酸在体内仍不断积聚往往出现更加复杂的混合性酸碱失衡。这时，仅仅从血气分析的参数上是难以确诊的，唯有血浆AG的增高，才可能提供代酸仍未纠正的线索并对混合性酸碱失衡作出准确的判断。如一例行冠状动脉搭桥术的患者，手术中动态观察动脉血气、电解质、AG及乳酸，其结果见表2。

由此例结果可见：（1）整个观察过程中，患者一直有代酸存在，但由于间断给予$NaHCO_3$治疗，其pH及HCO_3^-可在给药后接近正常水平，但乳酸及AG确是在不断上升。从电解质资料可见，由于5%$NaHCO_3$（含Na量约为595mEq/L）及库血的输入，使血钠上升也是导致AG增高的原因之一，但随着乳酸升高Cl^-趋于下降，这正说明了AG升高的主要原因仍为乳酸增加。（2）第三次输注$NaHCO_3$后，出现了代酸合并代碱。高AG代酸的特点是AG升高数相对等于HCO_3^-下降数，从而反映出UA的升高。以“第二次灌注35′”结果为例，可以预计，AG升高数为21－11.86＝9.14mEq/L，提示有代酸

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表2 一例冠状动脉搭桥术患者手术中血气及AG动态观察结果

临床情况	补入5%$NaHCO_3$ ml数	pH	PCO_2 mmHg	PO_2 mmHg	HCO_3^- mEq/L	Na^+ mEq/L	Cl^- mEq/L	AG mEq/L	乳酸 mmol/L
灌注前		7.531	14.9	469	12.3	136	113	10.7	2.54
灌注5′		7.304	31	220	15	139	112	12	3.0
灌注10′	50	7.424	22.6	196	14.7	146	110	21.3	3.11
灌注120′	100	7.335	37.1	285.5	19.7	119	111	18.3	6.5
停机前		7.206	47.8	323.4	18.9	143	105	19.1	6.9
开放主动脉，并循70′		7.209	37.2	412.4	14.6	142	106	21.4	8.1
第二次灌注35′	250	7.304	43.2	321.7	24	118	103	21.0	9.2
15:50′		7.271	47.6	322.8	21.7	150	109	19.3	10.1
第二次停机前		7.254	50.5	316.7	22.1	152	106	23.9	10.9
第二次灌注138′		7.208	38.3	245.3	15	148	104	29	11.76

存在。根据电中和原理，HCO_3^-下降数相对等于AG升高数，如果此例只有单纯性代酸存在，则HCO_3^-应为24－9.14＝14.86mEq/L，但实测HCO^-_3为24mEq/L(＞14.86mEq/L)，因而，提示有合并代碱之可能。这恐为原有代酸基础上的补碱过量所致医源性代碱。此外，此例尚存在着呼吸性酸中毒。

（3）从“第二次灌注35′”以后的连续四次分析结果，患者一直处于代酸、代碱、呼酸的“三重”酸碱失衡中（Triple acid-base disorders）。这是一类预后险恶的酸碱失衡。实际上，它也恰好反映了病情的十分严重性。患者于手术当日抢救无效而死亡。

总之，AG在这类病人的观察中有一定价值，今后，在进行血气监护的同时应进行电解质分析并计算其AG值，以便对机体的酸碱平衡状态作出及时正确的判断。这类病人的高AG代酸主要由于乳酸酸中毒所致。因而，治疗的关键在于改善组织缺氧，从根本上治疗乳酸酸中毒，才能制止病情的恶化。单纯输注$NaHCO_3$尤其是大剂量输注时，很容易造成医源性代碱。在对乳酸酸中毒病人的补碱治疗方面，有人建议[6]维持细胞外液HCO_3^-浓度在10～15mEq/L为宜。最后，要强调的是，在使用AG这一参数时，不仅要密切结合病情灵活运用，更要以实验室电解质分析数据准确可靠为基础，这才具有临床参考价值。

参考文献

1. Emmett M & Narins RG. Clinical use of the anion gap. Medicine 1977; 56(1): 38～51

2. Collins RD. Illustrated manual of fluid and electrolyte disorders. 2nd Ed, JB Lippincolt Company, 1983

3. 潘 瑾，等。血浆乳酸单一试剂微量比色测定法。第三军医大学学报 1984; 6(3):289～290

4. 潘 瑾，等。阴离子隙的正常参考值及住院病人的分布范围。(内部资料)

5. 钱桂生。阴离子隙。(内部资料)

6. 安藤明利、冈本玖美、杉野信博。酸盐基平衡とAnion gap。腎と透析 1983; 15(1): 17～23

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

7. Oh MS & Carroll HJ. The Anion Gap. New Engl J Med 1977; 297(15):814~817

Clinical Application of Anion Gap during and after Open Heart Surgery

Pan Jin, et al

(Second Teaching Hospital, Third Military Medical College)

The parameters of 797 measurements of electrolytes and blood gases in 191 patients during and after open heart surgery under cardio-pulmonary bypass were studied. It was found that both the anion gap (AG) and lactate levels were markedly elevated in the patients than in the normal controls. It is well known that increased plasma lactate due to hypoxia is one of the main factors to result in anion gap acidosis, and the therapeutic measures should be directed to increase tissue oxygen supply rather than administer alkali, which will be liable to induce alkalosis. Therefore, it is suggested that concomitant determinations of AG and blood gases be valuable and helpful to the management of the postoperative cases of open heart surgery.

Key words: Anion gap; Cardio-pulmonary bypass; Alkalosis; Acidosis; Lactate

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net