DOI:10.16016/j.1000-5404.1990.02.014

比值保持不变。本实验中不仅血清FPA、FPB的保留时间与标准品一致，且在波长210和230 nm处的吸收率比值亦与标准品十分接近。向待测物中加入标准品，标准品的峰与待测物中所确认的峰叠加，加入凝血酶孵育的血浆的FPA、FPB峰明显高于未加入者，说明在凝血酶的作用下，FPA、FPB从纤维蛋白原中释放出来。上述分析表明：我们所确认的峰为FPA、FPB的色谱峰。

参 考 文 献

1. Blamback K,et al. Human fibrinopeptides isolation characterization and structure. Biochem Biophy Acta 1966; 115:371
2. Kehl M, et al. Analysis of human fibrinopeptides by high-performance liquid chromatography. Hoppe-seyler's Z Physiol Chem 1981; 362:1661
3. Southan C, et al. Direct analysis of plasma fibrinogen-derved fibrinopeptides by high-performance liquid chromatography. Thromb Res 1986; 43:195
4. William F, et al. A simple one-step HPLC procedure for the purification of the NH_2-therminal plasmin derived Bβ1～42 peptide of human fibrinogen. Thromb Res 1986; 41:161
5. Krstulovic AM, et al.Identification of nucleosides and bases in serum and plasma sample by reversephase high-performance liquid chromatography. Anal Chem 1977; 49:2237

（收稿：1989.09.01；修回：1989.10.20）

气体色分析呼吸气体O_2及CO_2的含量

宋新明 蒋耀光（大坪医院 胸外科）

苟 俊（训练部 中心实验室）

自气相色谱问世以来，国外不少作者[1][2][3][4][5]利用气相色谱对呼吸气体进行分析，为临床上一些疾病的诊断提供了有效的手段。但国内此项工作开展较少。在探讨连枷胸“摆动气体”问题时，我们用家犬实验。利用气相色谱对气管，左、右主支气管内吸气相和呼气相O_2、CO_2的含量进行了分析。本文主要对其方法学问题加以讨论。

1 仪器及操作条件

日本岛津公司生产的GC-TAG 型气相色谱仪。操作条件：① 检测器为热导检测器。②色谱柱：选用3.2mmΦ×2.0m 的玻璃柱，内填GDX-104 分子筛（天津化学试剂二厂） 60～80目。③载气：N_2（四川分析化学九厂）99.9999%，尾气50ml/min。④温度：进样池温90℃，柱温50℃，检测器温度50℃。（5其它：桥流100mA，衰减：AT=16，低速5 mm/min。

2 操作过程

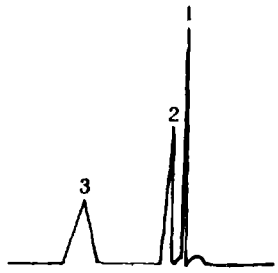
2.1 气体样品的采集：用戊巴比妥钠30mg/kg静脉麻醉家犬，在气管镜的直视下分别于左、右主支气管插入细塑料管(L:50cm, 1d1.5mm)，末端置气管隆凸上5 cm处。用自制同步抽气架固定注射器作为气体

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

采集器。以胸腔压的水柱波动作为采取吸气相、呼气相气体的指示标志。由于气体采集管细而长，所采样品量少，不可能采用单向活瓣作用自动分开吸气相和呼气相的气体，只能行手工操作，实验前反复模拟练习，达到熟练准确操作。

2.2 仪器分析操作：对处理好的色谱柱，每次开机予热 2～5 h，待仪器稳定后，用 1 ml干燥注射器和 5 $\frac{1}{2}$ 针头作为进样器，进样前，抽取少许样品以排除残存在进样器的空气。每次取0.5ml进行分析，每个样品重复测定 2～3 次，以提高其准确性。

2.3 定性和定量：定性：如附图，经用不同浓度的标准气体（四川分析化学九厂）反复测定，鉴定出氧峰的保留时间为36s，二氧化碳峰的保留时间为67s。在 4 min 54s有一额外峰，经鉴定为水蒸气峰。定量：用与呼吸气相近，具有分析纯的O_2和CO_2的混合气体（四川分析化学九厂）作为标准气体，背景气为N_2。色谱分析中，峰的大小由峰高和峰面积表示[6]，由于两峰的半峰宽均小于 3 mm，故用峰高表示峰的大小，且每次进样量相等，可按下式计算：$Ab = \frac{hb}{ha} \times Aa$　Aa表示标准气样中O_2或CO_2的浓度（体积%），ha为标准气的峰高；Ab为待测气样中O_2或CO_2的浓度（体积%）；hb为待测样的峰高。



附图　标准气体色谱峰

保留时间：1.O_2 36″；2.CO_2 67″；3.H_2O 4′54″

背景气体：N_2，O_2 20%，CO_2 4.77%

3　结果

见表1、2，以均数±标准差表示。

表1　O_2含量分析表（体积%）n = 7

	M		R		L	
	吸	呼	吸	呼	吸	呼
创伤前	17.70±0.55	14.18±1.18	17.45±0.51	13.95±0.84	17.54±0.47	14.22±1.76
伤后1h	17.80±0.46	15.01±1.11	17.48±0.46	14.91±0.78	17.47±0.51	14.47±0.72

表2　CO_2含量分析表（体积%）n = 7

	M		R		L	
	吸	呼	吸	呼	吸	呼
创伤前	1.90±0.74	4.04±0.27	2.11±0.86	4.63±0.33	2.21±0.87	4.54±0.40
伤后1h	1.55±0.74	4.26±0.37	2.15±0.70	4.26±0.34	1.99±0.91	4.27±0.54

注：M—气管；R—右主支气管；L—左主支气管

4　讨论

对于永久性气体的气相色谱分析，目前多采用热导检测器，5 A和13×分子筛柱，一般H_2、O_2、N_2、CO等都能得到很好的分离，而CO_2在常温下不易从色谱柱脱附出来，目前国内

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

尚未见使用单柱单检测器同时直接测定O_2和CO_2的报导。有作者[7]建议应用程序升温技术，使CO与CO_2得到分离。但程序升温技术条件难于摸索，而且增加了分析过程的难度和时间。Nin Hsien-Chi[1]等报导了用硅胶和分子筛双柱单检测器来测量呼吸气体中H_2、CO_2、O_2和N_2的方法，但分析的准确性受到限制，所测的呼出气中的CO_2和O_2的浓度均偏低，分别为2.5%和10%。Johanson[6]也用双柱（Porapak Q，分子筛）单检器测量了呼吸气体中CO_2、O_2、Ar及N_2的含量，但由于O_2是间接测量，受转化率、催化剂的活性，载气中的水份等多种因素的影响，造成O_2测量不够准确。中国科学院化学研究所色谱组[8]采用GDX-303分子筛柱，在柱温100℃时，对CO、CO_2和H_2S混合气体进行了分析，说明在柱温条件下，CO_2能从GDX分子筛中解析出来。所以，我们摸索了在恒温条件下，用GDX-104分子筛分析呼吸道内O_2和CO_2的方法。GDX-104其化学名称为聚二乙烯基苯多孔小球-104，为非极性固定相，其温度上限为270℃，表现密度0.22g/ml，比表面积590m^2/g，主要用于气体分析。

实验结果说明用GDX-104分子筛能准确检测呼吸气体O_2和CO_2含量，且气体采集方法准确可信。由于采用直接测量，较Nin和Johanson等方法测量结果更为准确，我们测得呼出气体中O_2、CO_2的浓度分别在14%，4.5%左右。

利用单柱单检测器，在恒温条件下进行呼吸气体相色谱分析，具有准确度高，精确性及重复性好，所需要样品少，能行单呼吸相气体分析，分析速度快，操作简便等优点。为临床检验提供了有效可行的方法。

参考文献

1. Nin Hsien-chi, et al. Improved gas chrimatogrophic quantilation of breath hydrogen by norma lization to respiratory carbon dioxide. J Las Clin Med 1979; 94:755
2. Solomors NW, et al. Application of a simple gas chromatographic technique for measuring breath hydrogen. J Lab Med 1977; 90:856
3. Bartett K, et al. A new melhod for the detection of hydrogen in breath and its application to acquired and inborn sugar matabsorbtion. Clinica Chimica Acta 1980; 108:189
4. Robb TA, et al. Advances in breath hydrogen quantitation in paediatries:sample collection and normalization to constant oxygen and nitrogen levels. Clinica Chimica Acta 1981; 111:281
5. Johanson UB. Determination of respiratory gases (CO_2, O_2, Ar and N_2) with gas solid chromatography Scand J Clin Invest 1983; 43:91
6. 清华大学分析化学教研室编。现代仪器分析。（下册）第一版。清华大学出版社，1983；438
7. 中国科学院大连化学物理所。气相色谱法。第一版。科学出版社，1980：176
8. 中国科学院化学研究所色谱组。分析化学。 1973；1(3):54

（收稿：1987.08.19；修回：1988.03.05）

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