·论 著·

取材时间和部位对脐带静脉血pH值的影响

孟庆举[1],李艳秋[1],叶凤英[1],吴 静[2],黄婉君[3]
(1.广东省广州市番禺区妇幼保健院产科,广东 广州 511400;2.广东省广州市番禺区妇幼保健院新生儿科,广东 广州 511400;3.广东省脐带血造血干细胞库,广东 广州 510663)

[摘要] **目的** 探讨分析脐带血取样时不同取材时间和部位对脐带静脉血pH值的影响。**方法** 随机抽取符合标准的孕妇170例纳入研究。在胎儿分娩后5 min、15 min、30 min采集游离段和连接胎盘段脐带静脉血,测量相应血样pH值。**结果** 随着取材时间的延长,游离段和连接胎盘段的脐静脉血pH值呈逐渐降低趋势;且游离段的脐静脉血pH值显著高于连接胎盘段部位,组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 随着脐带血取材时间的延长,脐静脉血pH值逐渐降低,游离段的脐静脉血pH值高于连接胎盘段部位。为保证脐静脉血pH值的测量结果能更好地反映胎儿实际生理情况,应尽快进行脐带血采样,并尽可能在距离胎盘较远的游离段取样。

[关键词] 脐带;静脉血;脐带穿刺术;氢离子浓度 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2024.04.015
[中图分类号] R714.56 [文献标志码] A [文章编号] 1007-3205(2024)04-0458-05

Effect of sampling time and site on the pH of umbilical cord venous blood

MENG Qing-ju[1], LI Yan-qiu[1], YE Feng-ying[1], WU Jing[2], HUANG Wan-jun[3]
(1.*Department of Obstetrics, Panyu Maternal and Child Care Service Centre of Guangzhou, Guangdong Province, Guangzhou* 511400, *China*; 2.*Department of Neonatology, Panyu Maternal and Child Care Service Centre of Guangzhou, Guangdong Province, Guangzhou* 511400, *China*; 3.*Guangdong Cord Blood Bank, Guangdong Province, Guangzhou* 510663, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the effect of sampling time and site on the pH value of umbilical cord venous blood. **Methods** A total of 170 pregnant women who met the criteria were randomly selected and included in the study. Free and connected placental cord venous blood were collected at 5 min, 15 min and 30 min after fetal delivery, and the pH of the corresponding blood samples was measured. **Results** With the extension of sampling time, the pH value of the free segment and the connected placenta segment decreased gradually; the pH value of the free segment was significantly higher than that of the connected placenta segment, and there were significant differences in interaction between groups, time points and time points between groups ($P<0.05$). **Conclusion** With the extension of sampling time of cord blood, the pH value of umbilical vein blood decreases gradually. The pH value of free segment of umbilical venous blood is higher than that with connecting placental segment. Therefore, in order to ensure that the measurement results of pH value of umbilical venous blood can better reflect the actual physiological situation of the fetus, umbilical cord blood sampling should be conducted as soon as possible, and sampling should be conducted in the free segment far from the placenta.

[收稿日期]2023-02-28
[基金项目]广东省自然科学基金资助项目(2019A1515010777);广州市科技计划(202002030132)
[作者简介]孟庆举(1978-),女,河南新野人,广东省广州市番禺区妇幼保健院副主任医师,医学硕士,从事围产医学研究。

[Key words] umbilical cord; venous blood; cordocentesis; hydrogen ion concentration

脐带动脉血 pH 值是临床公认的评价胎儿氧合和酸碱状况的客观、可靠的指标[1-5]。但脐动脉的管壁较厚、管腔较细，导致脐动脉血取样困难，即使由训练有素的工作人员操作，也有近 20% 的失败率[6]；而脐静脉管壁较薄、管腔较粗，取样难度降低，能大大减少由于延迟取样带来的误差和大大降低失败率。有研究表明，足月顺产正常新生儿的脐静脉血 pH 值和脐动脉血 pH 值呈较强的正相关[7]。因此联合采用脐带动脉血、静脉血 pH 值，甚至采用脐带静脉血代替脐带动脉血 pH 值来评价胎儿氧合和酸碱状况具有较强的可行性。而脐带静脉血 pH 值是否稳定可靠，是否会被复杂的临床环境因素如取样时间、部位等所影响，需要研究明确。在临床实际操作中，由于新生儿出生时条件较差、母亲身体不稳定或者同时有多个分娩等情况，医务人员忙于母婴监护，可能会出现脐带血延迟取样的情况（延迟时间通常不超过 30 min），而取材时间的变化对脐带血血气分析，尤其是脐静脉血 pH 值的测量值是否有影响，及该影响是否有临床意义，目前尚不明确。同样地，取材自远离胎盘端脐带还是靠近胎盘脐带的脐动静脉血更能反映胎儿的血气状况，目前亦未达成共识。因此，本研究对脐带静脉血多个时间点及部位取材，了解不同取材时间和部位对脐带静脉血 pH 值变化的影响。报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料　随机抽取 2020 年 1—12 月在广州市番禺区妇幼保健院住院分娩的符合标准的孕妇 170 例纳入研究。所有参与研究的孕妇均对本研究内容知情同意并签署知情同意书。孕妇的一般人口学资料包括年龄，孕周，胎儿体重，产后出血量，产程，产次，胎儿性别，是否使用无痛分娩等多个因素，见表 1。

1.2 纳入标准与排除标准　纳入标准：①孕妇规律产检，37 孕周 42 周，头位顺产，无严重妊娠合并症及并发症；②新生儿 Apgar 评分≥8 分，体重≥2 500 g；③脐带静脉血采样数量无缺失遗漏。排除标准：①孕妇孕周＜37 周；②异常先露，多胎妊娠，合并基础疾病；③新生儿 Apgar 评分≤7 分，体重＜2 500 g；④脐带静脉血采样数量不足或缺失。

表 1　一般人口学资料

Table 1　General demographic information

一般人口学资料	参数
年龄（$\bar{x}\pm s$，岁）	29.10±4.19
孕周（$\bar{x}\pm s$，周）	38.81±1.44
胎儿体重（$\bar{x}\pm s$，g）	3 217.47±337.84
产后出血量（$\bar{x}\pm s$，mL）	191.53±56.32
产程（$\bar{x}\pm s$，min）	
第一产程	420.99±235.34
第二产程	40.21±31.27
第三产程	8.43±12.26
产次（例数，%）	
初产妇	71(41.8)
经产妇	99(58.2)
胎儿性别（例数，%）	
男性	109(64.1)
女性	61(35.9)
镇痛分娩（例数，%）	
无	97(57.1)
有	73(42.9)

1.3 脐带静脉血的取样方法　所有参加本研究的工作人员均接受相关培训且为中等年资以上的临床医务工作者，熟练掌握脐带动静脉血取样技术。为了血液样本具有可比性，减少个体间差异引起的血液 pH 值差异，研究设计从同一产妇采集不同时间段和距离胎盘不同位置的脐静脉血样。脐带静脉血的取样方法如下：胎儿娩出后，立即按照标准操作流程结扎离断胎儿段脐带，用 2 把止血钳分别钳夹脐带的末端及其中点，由此将脐带分为游离段和连接胎盘段。在胎儿娩出后 5 min 内先按照标准操作流程抽取脐带动脉血作为标准质控对照，记为 A。然后在胎儿娩出后的 5 min、15 min、30 min 3 个时间点使用 1 mL 肝素化注射器分别抽取游离段和胎盘连接段脐带静脉血样本，依次标记为 a1 和 a2、b1 和 b2、c1 和 c2，在胎儿娩出后 15 min 采样时，不能确定钳 2 附近血液是否还流动，为确保采集的连接胎盘段脐静脉血是流动血液，在钳 2 靠近胎盘端再钳夹一把止血钳（钳 3），再采集连接胎盘段脐带静脉血。同理，在胎儿娩出后 30 min 采样时，在钳 3 靠近胎盘端再钳夹一把止血钳（钳 4），再采集连接胎盘段脐带静脉血。每次采样后立即进行血气分析，正常情况下，脐带静脉血 pH 值略高于脐带动脉血，如测量的脐静脉血 pH 值低于脐动脉血 pH 值即可判断为异常结果，需启动质控流程，对所有的测量结果进行重新测量、核对。本研究所有脐带血气结果采用产自美国的沃芬 GEM Premier 3000 进行分析，脐带血取材流程见图 1。

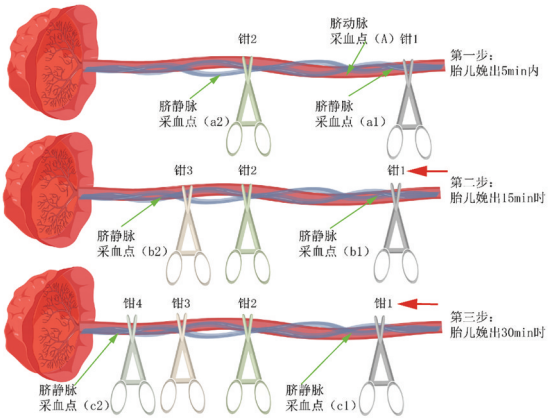


图1 脐带血取材流程示意图

Figure 1 Diagram of procedure of umbilical cord blood sampling

1.4 统计学方法 应用SPSS 22.0统计软件分析数据。计量资料比较采用重复测量方差分析。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结 果

通过对脐静脉血pH值进行分析结果显示，随着取材时间的延长，游离段和连接胎盘段的脐静脉血pH值呈逐渐降低趋势；且游离段的脐静脉血pH值显著高于连接胎盘段部位，组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义（$P<0.05$）。见表2。

表2 不同部位和取样时间点脐静脉血pH值比较

Table 2 Comparison of pH values of umbilical venous blood at different sampling time points and sites

组别	脐静脉血pH值		
	5 min	15 min	30 min
游离段	7.35±0.07	7.33±0.07	7.31±0.07
连接胎盘段	7.34±0.07	7.32±0.07	7.29±0.08
组间	F值=70.523	P值<0.001	
时点间	F值=189.653	P值<0.001	
组间·时点间	F值=3.581	P值=0.029	

3 讨 论

胎儿宫内缺氧、窒息可能导致多种新生儿并发症[8]，包括缺血缺氧性脑病[9]、代谢性酸中毒[10]、吸入性肺炎、感染[11]、急性呼吸窘迫综合征[12]、颅内出血[13]、心肌损伤[14]等，甚至还有更长远的影响，如脑瘫[15]、牙齿发育障碍[16]等。所以在新生儿出生后尽快判断新生儿是否有宫内缺氧、窒息等情况，可让新生儿尽快得到治疗，避免严重并发症的发生。过去临床产科常用的判断新生儿是否缺氧的是Apgar评分法，但Apgar评分受主观影响大，可能会出现较大误差，近十几年血液血气分析普及，且有机器测量，客观准确，所以脐带血气分析已成为近年来评估新生儿代谢状态和排除围产期窒息的最客观方法之一[17-18]。因脐带静脉与胎盘连接，脐带静脉血的pH值受胎盘状况及其进行呼吸气体交换和代谢物（如乳酸）交换的能力的影响，反映母体－胎盘的酸碱状态；而脐带动脉血来源于胎儿，其pH值是胎儿是否缺氧的重要衡量指标[10,19-20]。目前医疗机构普遍采用收集脐带动脉血分析新生儿血气。但在实际操作中，胎儿脐动脉的取材标准较为严格且不易掌握，血样采集有难度；而脐静脉的管壁较薄管腔较粗，更容易抽取血样。另外从稳定性上来讲，脐动脉血pH值在胎儿娩出后随着糖酵解的进展而不断变化，而脐静脉血pH值则变化不大[21]。更有研究指出，脐静脉血pH值可用作预测胎儿酸血症、Apgar评分和新生儿神经系统发病率，其表现不亚于脐动脉血[3,6]。因此，作者推断在产科临床工作中使用脐静脉血pH值评估胎儿宫内状况更有优势。由于反映新生儿生理状态的脐带动脉血pH值参考范围不等同于脐带静脉血pH值范围，若选取与脐带动脉血pH值接近的、某个时间点某个部位的脐带静脉血作为采样标准，并不一定能反映新生儿生理状态。因此本研究中脐带动脉血pH值仅作为标准质控对照，而不与脐带静脉血进行差异比较。为建立脐带静脉血pH值参考范围，本研究先探讨了脐带静脉血采样标准。

胎儿娩出后，脐带血气分析pH值可能受到外部因素的影响而变化[22-24]，如采血时间、脐带采血部位、产妇产次、孕周、产程、分娩方式、麻醉镇痛、脐带受压或脐带真结、胎儿性别、胎儿出生体重等因素，影响对新生儿生理状态的判读，进而影响临床决策的准确性。众多外在影响因素中，采血时间和脐带采血部位是医护人员可控的因素，因此本研究同时测量170例胎儿不同取样时间和部位的脐静脉血pH值，以分析不同采血时间和脐带采血部位对脐带静脉血pH值的影响。结果显示，随着取材时间的延长，游离段和连接胎盘段的脐静脉血pH值呈逐渐降低趋势，游离段脐静脉血pH值高于连接胎盘段。Giovannini等[25]收集了6 884份高危产妇1 min内取样的游离段和连接胎盘段脐带血进行分析，结果显示，连接胎盘段的脐带血pH值显著低于游离段；Nudelman等[26]对452例健康产妇的不同取样时间的游离段脐带血pH值进行分析，发现延迟1～2 min取样的游离段脐带血pH值显著减低。这可能是因为脐带血里的白细胞保持着代谢活性，随着时间的推移继续利用氧气并产生二氧化碳，使

得血液 pH 值随时间持续下降[27]。然而，Lievaart 等[28]对 12 例游离段脐带血以及 14 例连接胎盘段脐带血的血气分析数据进行研究，结果表明游离段脐带的脐动脉血 pH 值在胎儿娩出后 30 s 变化明显，而脐静脉血 pH 值在 1 min 内无明显变化，而连接胎盘段脐带的脐动、静脉血 pH 值在 1 min 内均无明显变化；Valenzuela 等[7]研究指出，在胎儿娩出后 5、60、120 min 抽取游离段脐带静脉血，其 pH 值可稳定 1～2 h 不变化；也有研究指出，在靠近胎盘处取脐静脉血做血气分析，脐静脉血 pH 值可持续 1 h 不变化[29]。本研究结果与以上研究结果各有不同，可能是因为各个研究采用的抗凝注射器不同，也可能是因为各个研究的样本量以及研究对象的纳入标准不同，下一步本研究可以继续增加样本量，并对研究对象根据人口学特征进行细化分组，再加以研究。

总之，抽取脐带静脉血进行血气分析有取样时间和取样部位的限制，远离胎盘的游离段脐静脉血 pH 值更高，但随着取样时间推移，脐静脉血 pH 值会慢慢下降。为了保证脐静脉血 pH 值的测量结果能更好地反映临床实际情况，也为了保证多次采样结果间的可比性，脐静脉血采样的标准操作流程有必要包括对采样时间和部位进行严格规定，脐带血采样应尽快进行，并尽可能在距离胎盘较远的游离段取样。在临床工作中无法满足立即取样的情况下，延迟取样需要考虑时间对脐带静脉血气 pH 值的影响，并尽可能在距离胎盘较远的游离段取样。本研究的局限之处在于所有的标本均来源于健康产妇和胎儿，但在病理情况下，如严重的脐带绕颈、脐带真结等情况，脐带静脉 pH 值是否仍然受不同的采样时间及部位的影响需要进一步研究明确。

[参考文献]

[1] Cai Y, Zhang X, Wu X, et al. The value of umbilical artery blood gas analysis in the diagnosis and prognosis evaluation of fetal distress[J]. Am J Transl Res, 2022, 14(7): 4821－4829.

[2] Indrio F, Marchese F, Rinaldi M, et al. Is acidemia at birth a risk factor for functional gastrointestinal disorders? [J]. Eur J Pediatr, 2022, 181(10): 3625－3633.

[3] Cantu J, Szychowski JM, Li X, et al. Predicting fetal acidemia using umbilical venous cord gas parameters [J]. Obstet Gynecol, 2014, 124(5): 926－932.

[4] 王晴晴，朴梅花，陈练，等.早产儿脐动脉血气分析 pH 值的影响因素[J].中华围产医学杂志，2022，25(6)：439－442.

[5] 于红，胡燕，刘璇.脐动静脉血气分析在围产期的临床应用[J/CD].妇产与遗传(电子版)，2016，6(2)：49－53.

[6] Swanson K, Whelan AR, Grobman WA, et al. Can venous cord gas values predict fetal acidemia? [J]. Am J Obstet Gynecol, 2017, 217(3): 364.e1－364.e5.

[7] Valenzuela P, Guijarro R. The effects of time on pH and gas values in the blood contained in the umbilical cord[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2006, 85(11): 1307－1309.

[8] 包菊，刘佳，曲元，等. 脐动脉血气 pH 值对剖宫产新生儿住院期间并发症的预测价值[J].北京大学学报(医学版)，2019，51(1)：159－164.

[9] 张珂，贺晶.异常胎心监护及脐带血 pH 值与新生儿缺血缺氧性脑损伤[J/CD].中华产科急救电子杂志，2020，9(3)：145－149.

[10] Racinet C, Ouellet P, Muraskas J, et al. Neonatal cord blood eucapnic pH: A potential biomarker predicting the need for transfer to the NICU[J]. Arch Pediatr, 2020, 27(1): 6－11.

[11] Tetorou K, Sisa C, Iqbal A, et al. Current therapies for neonatal hypoxic-ischaemic and infection-sensitised hypoxic-ischaemic brain damage[J]. Front Synaptic Neurosci, 2021, 13: 709301.

[12] 张永芳，于新桥，廖建华，等.鄂西南地区新生儿急性呼吸窘迫综合征临床流行病学调查[J].中国当代儿科杂志，2020，22(9)：942－947.

[13] Mazouri A, Massahi M, Khalesi N, et al. Investigation of the relationship between umbilical cord pH and intraventricular hemorrhage of infants delivered preterm[J]. Rev Assoc Med Bras(1992), 2019, 65(5): 647－656.

[14] Kulida LV, Malysheva MV, Peretyatko LP, et al. Morphopathology of myocardial hypoxic-ischemic injuries in newborns at 22-27 weeks gestation[J]. Arkh Patol, 2021, 83(4): 29－34.

[15] Amadori R, Grandioso S, Osella E, et al. Preventing the human factor: organizational aspects linked to fetal asphyxia [J]. Minerva Obstet Gynecol, 2022, 74(3): 288－293.

[16] Hoberg C, Klein C, Klein D, et al. Perinatal hypoxia and the risk of severe Molar-Incisor Hypomineralisation (MIH): a retrospective analysis of the pH value of umbilical arterial blood after birth[J]. Eur Arch Paediatr Dent, 2022, 23(1): 109－115.

[17] 胡敏，盛伟松.Apgar 评分及脐带血 pH 值对足月新生儿窒息的预测价值及其与严重程度的相关性[J].临床误诊误治，2021，34(1)：67－70.

[18] Neacsu A, Herghelegiu CG, Voinea S, et al. Umbilical cord lactate compared with pH as predictors of intrapartum asphyxia[J]. Exp Ther Med, 2021, 21(1): 80.

[19] Houzé De L′ Aulnoit A, Parent A, Boudet S, et al. Development of a comprehensive database for research on foetal acidosis[J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2022, 274: 40－47.

[20] Kumar N, Yadav A. Umbilical cord arterial blood lactate dehydrogenase and pH as predictors of perinatal outcome in high-risk term pregnancies: a cohort study [J]. J Mother Child, 2022, 26(1): 27－34.

[21] Knutzen L, Aye C, Anderson-Knight H, et al. Arteriovenous differences in cord blood gas analysis and the prediction of

adverse neonatal outcome[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2018,97(6):688－693.

[22] Lee JH, Jung J, Park H, et al. Umbilical cord arterial blood gas analysis in term singleton pregnancies: a retrospective analysis over 11 years[J]. Obstet Gynecol Sci, 2020, 63(3): 293－304.

[23] Zaigham M, Helfer S, Kristensen KH, et al. Maternal arterial blood gas values during delivery: Effect of mode of delivery, maternal characteristics, obstetric interventions and correlation to fetal umbilical cord blood[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2020, 99(12): 1674－1681.

[24] Szymanowski P, Szepieniec WK, Zarawski M, et al. The impact of birth anesthesia on the parameters of oxygenation and acid-base balance in umbilical cord blood[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2020, 33(20): 3445－3452.

[25] Giovannini N, Crippa BL, Denaro E, et al. The effect of delayed umbilical cord clamping on cord blood gas analysis in vaginal and caesarean-delivered term newborns without fetal distress: a prospective observational study[J]. BIOG, 2020, 127(3): 405－413.

[26] Nudelman MJR, Belogolovsky E, Jegatheesan P, et al. Effect of delayed cord clamping on umbilical blood gas values in term newborns: a systematic review[J]. Obstet Gynecol, 2020, 135(3): 576－582.

[27] Fan I, Hiersch L, Belov Y, et al. The effects of time and temperature on umbilical cord gas analysis[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2022, 35(22): 4358－4364.

[28] Lievaart M, De Jong PA. Acid-base equilibrium in umbilical cord blood and time of cord clamping[J]. Obstet Gynecol, 1984, 63(1): 44－47.

[29] Hilger JS, Holzman IR, Brown DR. Sequential changes in placental blood gases and pH during the hour following delivery[J]. J Reprod Med, 1981, 26(6): 305－307.

（本文编辑：赵丽洁）