

分娩时脐带血的血气分析

目的:现在在英国建议把脐带血血气分析作为常规检查以评估胎儿对分娩的反应。然而,这个过程的价值仍然有些不确定因素。在本文中我们对脐带血血气分析的经验做描述和回顾:(1)提供一个脐带血血气分析生理基础的概述;(2)描述合适的方法和鉴别有可能导致混淆和破坏了脐带血抽样价值的问题;(3)解决脐血取样的实际问题

结论:脐血血气分析有全面的生理基础。它对主观方法判断的新生情况提供了一个实用的客观信息,筛选高危的新生儿,可以有助于诉讼案件,是临床审计的前提条件。然而,有益的信息必须是正确而且得到正确地解释。

前言

围产期护理评估需要客观的新生儿数据。现在的方法评估新生儿是主观的(Apgar评分、需要气管插管和行为异常),只提供不完整的信息,不能仅靠它们来评价新生儿窒息。在围产期窒息被定义为缺氧和酸中毒伴随器官功能损伤(Greene & Rosen 1995)。因此,需要临床和生化资料以区分一个窒息的婴儿和其他原因导致异常的婴儿(感染、先天性畸形或产妇镇痛)。在英国现在推荐常规做脐带血气分析(动脉和静脉)作为客观衡量的胎儿对分娩时的反应(Royal College of Obstetricians & Gynaecologists 1993)。尽管分娩后可以得到脐带血,但仍然存在不确定性的步骤(Perkins et al 1993)。

本文的目的是描述我们自己脐带血血气分析的经验 and 文献回顾:

- 1.提供一个脐带血血气分析生理基础的概述
- 2.描述适当的方法识别导致混乱和破坏脐带血抽样价值的问题
- 3.解决在脐血抽取中的实际问题

脐带血血气分析的生理学基础

对胎儿来说胎盘是气体交换的器官。胎儿通过一条单独的脐静脉从母亲那里获得氧气和营养。胎儿组织通过有氧代谢制造能量(在有氧情况下葡萄糖的代谢)。CO₂、代谢中的废弃物通过胎盘中的两条脐动脉带回母体。因此,在脐带中动脉血相比于静脉血含氧量更低,CO₂含量更高。由于CO₂以弱酸性状态进行运输,所以动脉的PH值相较于静脉更低。通过胎盘,CO₂传递给母亲同时新鲜的氧气得以交换供应给胎儿。胎儿在正常情况下是有氧的新陈代谢被概括在以下图1当中:

Umbilical cord blood gas analysis at the time of delivery

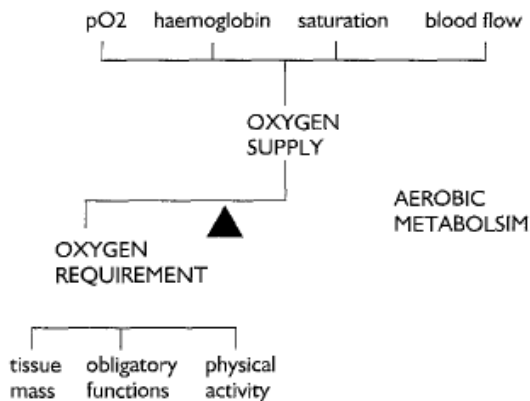


Fig. 1 The factors which determine oxygen supply and requirements. Aerobic metabolism occurs when these are in balance.

在子宫收缩时气体交换会发生损害，这意味着宫缩间期对胎儿补充氧气和排出 CO_2 非常重要。在分娩中收缩频率是增加的。在第一阶段末期宫缩在 10 分钟内发生 3-4 次，每次持续 50-70 秒。健康的胎儿可以适应这些压力和做适当的调整去应对这些挑战。但是在有一些情况下（如频繁宫缩、产妇低血压、脐带梗阻、胎盘剥落等）能够导致胎盘中的气体交换进一步受损，胎儿中 CO_2 滞留导致 PH 值下降。这个导致 PH 值下降的术语叫“呼吸性酸中毒”，它在循环再通或者胎儿分娩后能够得到很快恢复。

如果气体交换持续被阻断，胎儿就会启动防御机制，用越来越多的无氧代谢补充有氧代谢。在无氧代谢中，储存在心脏、肌肉以及肝脏中的糖原会被分解以提供能量。无氧代谢产生的乳酸一开始会被中和，但最终还是会导 PH 进一步下降。这种酸中毒既有 CO_2 滞留引起的呼吸性原因也有无氧代谢产生的乳酸引起的代谢性原因。通过血中 PH 和累积的 CO_2 可以计算出碱剩余，细胞外液的碱剩余可以预估无氧代谢的程度。随着胎儿持续的分解糖原以弥补氧气供应的不足，酸中毒成为主要的代谢，PH 下降也越显著。最终当胎儿耗尽糖原后就会非常危险。

方法问题

生理学清晰的表明了分娩时做脐血血气分析可以提供关于胎儿怎样应对分娩的有用和客观的信息。但是采取的方法不对可以使我们产生疑惑并且对数据产生误读(Josten et al, 1987)。一个主要的问题就是不能确定采的血是来自静脉还是动脉。一些研究者报道的只有动脉值(Fee et al 1990)，一些只有静脉数值(Huisjes & Aarnoudse, 1979)，还有一些没有指定血管(Huisjes & Aarnoudse, 1979)。实际上动脉血和静脉血都是需要的。脐动脉血气分析可以反映胎儿的酸碱平衡，而在其它数据上较难有所反映。相反地，脐静脉血气分析可以反映母亲的酸碱平衡以及胎盘的功能，它的获取也很容易。氢离子和乳酸离子从胎儿血液扩散进入胎盘细胞外是一个循序渐进的过程，因此分析动脉和静脉血液可以提供指示事件的整个过程。出现急性血流阻断(脐带压迫或重度心动过缓)会导致正常的胎盘功能和气体交换会被打断，从而动脉静脉差会增大。无论在动静脉中出现代谢性酸中毒都提示缺氧已经发生了很长时间。此外，确认动脉血是从动脉中抽取显然是非常重要。不正确的把静脉血数值当做是动脉血数值是不可能反映宝宝的真实状况的。

各种不同的 pH 值已经被提议作为界定“异常”的范围，从 7.20(van den Berg et al , 1987) 到 7.00(美国儿科学会, 1986)。在许多情况下，平均标准偏差的 PH 值已经不适合来作为参考。频率分布的 pH 值和碱剩余数值不管是脐动脉还是脐静脉都会造成偏移。因此，任何有关这些人的统计描述都应该是由百分位值决定的。我们小组的分析验证了 1448 配对(动脉和静脉)脐血样本数据值，发现平均动脉 pH 值为 7.26，95%的脐动脉 pH 值都在 7.05 和 7.38 之间(Westgate et al 1994)。其他大型的研究也提供了参照数据(Eskes et al 1983)。现在很清楚的是,许多对酸中毒的定义数值已经不切实际的偏高了。现在越来越多的大量的研究中的证据表明，只有当动脉的 pH 值低于 7.05 以及 BD_{ecf} 大于 12mmol/l，在结果方面的差异才能被发现 (Lowet et al 1984, Goldaber et al 1991)。

重要的是要记住 pH 值是氢离子浓度的对数。因此，PH 从 7.3 下降到 7.2 不如 PH 从 7.1 下降到 7.0 明显。后一种情况下大约有两倍的游离氢离子生成。因为很少有人试图去区分由不同原因引起的呼吸性酸中毒和代谢性酸中毒，额外的困难已经出现。此外，在正确区分的基础上计算碱剩余的数值是非常重要的。和成人相比，胎儿和婴儿有更低的血浆蛋白浓度，以及更大的血管外液体空间。因此，碱剩余因该从整个细胞外液被计算出来，而不仅仅是血液，否则会高估代谢性酸中毒的发生 (Rosen&Murphy, 1991)。

进一步的疑惑是由于一个假设,即 pH 值和阿普加评分之间应该存在线性关系(Josten et al 1987)。高阿普加评分和低 PH 值之间并不一定是矛盾的。胎儿有一个强大的防御机制，它在应对缺氧时可以促使儿茶酚胺大量释放，可以促使大部分新生儿保持觉醒。儿茶酚胺大量释放会导致心率增快、刺激呼吸、增加反射敏感性和改善皮肤色调。一些胎儿可能遭受严重缺氧导致严重的酸中毒，但由于代偿机制，会首先保证重要器官的氧气供应（如心脏、脑、肾脏），从而不发生永久性损伤。而另一些的胎儿（如发育迟缓）更容易受到缺氧影响，在相同情况下，更容易造成永久性器官损伤。

推荐抽血方法

脐带血管通常包含两条脐动脉和一条长的脐静脉。一经分娩，用两组止血钳分离出一条长约 10cm 脐带 (Fig.2)。这段脐带可以直接被切断取样，或者延迟到到胎盘娩出也可以。先从动脉取血，然后再从静脉取血。膨胀的静脉使动脉更稳定，更便于取血。用 2 毫升的塑料注射器与 21 号针头取血。应该几乎是平行插入针头 (Fig.3)，以避免刺穿狭窄的动脉进入静脉。作为取样检测的补充，应该从静脉取更大量的血液。

血不会在脐带中凝固，但有可能在注射器或分析仪中凝固，所以取样时因该用肝素注射器。这些可以现场通过结核菌素注射器加入一滴液体肝素(1000 units/ml)到 2 毫升的塑料注射器中进行制备，在套入 21 号针头前将柱塞向上和向下推动以排出任何残留的肝素。肝素是一种酸，所以很重要是用于准备抗凝注射器的肝素体积不可以超过 10%的样本量，否则可能会影响结果。(Kirshon &Moise, 1989)。

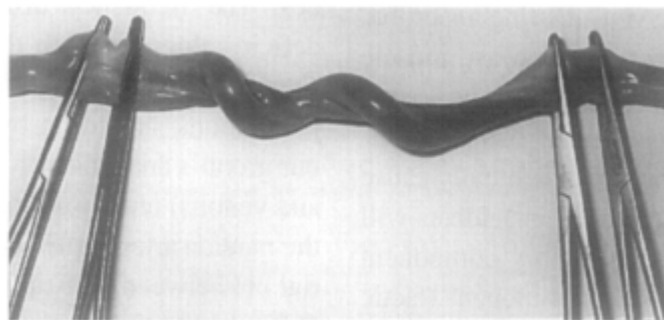


Fig. 2 A segment of umbilical cord isolated between two sets of clamps.

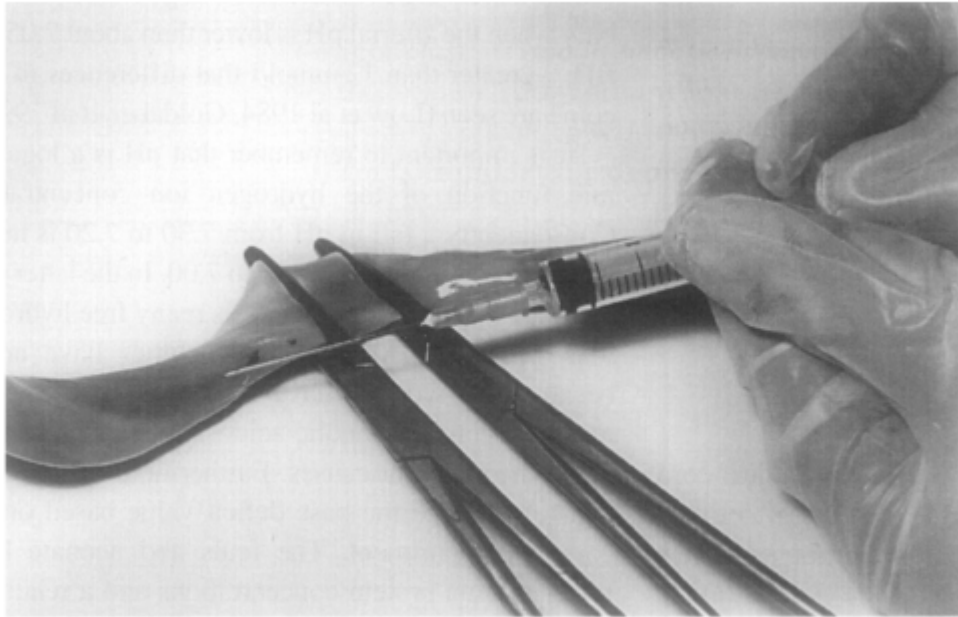


Fig. 3 The needle is inserted almost parallel to the vessel.

误差的来源

许多研究都未能描述错误校验和验证的脐带血的结果。报告的错误发生率在经过培训的临床人员中从 10%(Riley&Johnson, 1993)到 25%不等, 5%为经验丰富的研究人员(Westgate et al,1994)。在同一个血管采两次血, 通常两次均是静脉血, 是常见的错误。脐动脉和脐静脉相比有更低的 PH 值和更高的 CO₂ 含量。假定比对的结果如果实际来自同一血管, 当然会有非常接近的 PH 值和 CO₂ 读数。在确定两条血管的血液样本都被包含在内之前, 很小差异读数可能让你几乎获得不了有用的信息。Huisjes & Aarnoudse(1979)允许的最小的动静脉之间 PH 值差异为 0.03 单位, Eskes et al(1983)选择动静脉之间最小 PH 值差异为 0.02 单位。负差(静脉血的 PH 值比动脉 PH 值低)在生理学上是不可能发生的, 同样被一些研究者所接受(Egan et al 1992)。一个可能的解释是, 在取样时或者是进行样本分析时不小心搞混了样本。

理想状态下, 脐带血的取样和分析因该尽快在分娩后进行。因为细胞的新陈代谢会导致 PH 值和 CO₂ 发生缓慢的改变(Siggard-Anderson, 1961)。夹住的脐带或储存在注射器中的血液, 置于室温, 在 60 分钟内 pH 值和 CO₂ 变化不显著(Sykes&Molloy 1984, Duerbeck et al 1992)。要特别小心不要让空气进入血气分析之中, 这也会导致不可靠的读数。

选择抽样

仍不确定脐带血血气分析是作为分娩时常规检查或是有选择的检查。在“高危”情况下进行采样可能是一个有吸引力的选择, 然而墨菲等人(1990)发现 40%在分娩中最后主要诊断为窒息的婴儿, 是来自于所谓的“低危”胎儿。产前诊断的低风险组贡献了 58%的新生儿死亡率和发病率, 而所谓的高危产妇的新生儿死亡率和发病率只有 42%(Wilson&Schiffrin, 1980)。显然风险评估对结果没有起到很好的预测作用。也有人建议脐带血的血气分析可以被限制用于阿普加评分低于 5 分的婴儿(美国妇产科医师学会, 1994), 但这有很多困难。阿普加评分属于主观判断, 而且可能会导致医生为了避免血气分析而夸大评分。此外, 这一评分标准无

法发现严重缺氧的体质较好婴儿，这些婴儿能够释放高水平的儿茶酚胺以应对严重缺氧。我们相信筛选这些患儿是非常重要的。

我们假定一个选择性血气分析政策将可能大大降低抽样的成本。但是在血气分析中成本是随着数量上升而减少的。把一年 4200 个产妇作为一个单位，全部产妇做血气分析检查，一个血气大概需要£0.41；而选择性只对 50%的产妇做血气分析，一个样本大概需要花费£0.76。因此选择性血气分析政策和常规做血气分析相比经济性方面的优势进一步弱化。常规的血气分析检查是临床筛查的前提。出生时伴有低 pH 值或代谢性酸中毒的婴儿的百分比可以用来审核分娩期护理的质量(Yudkin et al 1987)。它提供了一个客观的信息，这对用主观方法来评估新生儿是一个非常有用的补充，并且一些高风险发病的患儿能够被识别出来(Goldaber & Gilstrap 1993)。此外，正常的酸碱结果是可靠的并且可以帮助排除新生儿窒息。在某些情况下，这将有助于诉讼的偏转和防止医院发生相当大的经济损失。

讨论

分娩时做脐带血血气分析提供了客观的信息，这不仅仅包含采血和测量 PH 值。这些信息必须是正确的，而且得到正确的解读。

很少有人注意到这些可增多的错误来源。许多单位进行现场操作时没有在严格标准的实验室条件下进行。质量控制是非常需要的，尤其是采用足够的策略纠正误差和保证结果准确性。从实际应用的角度来看，期望所有助产士和医务人员有足够的速度或技能来验证结果是不现实的。在普利茅斯，我们通过使用电脑工程师、临床医生、生理学家以专业知识为基础共同开发出来的智能系统（专业数据维护）解决了这个难题。血气分析被连接到一个专业数据维护的电脑当中。该系统自动筛选结果，并可以识别操作员的显著错误。数据都存储在计算机数据库，便于筛查和研究。结果和解释都打印出来做上标签被放置在母亲的和婴儿的记录中。

经验丰富的人员可以达到很低的错误率。然而，实际在培训和教育都很难达到。标准方法“级联”培训仍有很多的局限性。教育质量随着时间的推移，特别是在快速的人员更替的地区逐渐降低，也很难评估一致性和培训质量。对脐带血的血气分析来说需要大量的员工掌握相应的知识将是一个艰巨的任务。此外，作为培训者的个人技能和速度很难鉴别，结合成本，使得传统的培训程序行不通。在我们的单位，我们使用交互式计算机为基础的教学包已经克服了这个实际问题，目前我们的助产士、医生和辅助护士正在进行随机测试这个教学包。现场电脑系统有几个优点：学习材料的使用性和实用性大大增强，学习时间和分配责任以外的时间有所减少，可以通过保证相关员工培训的承诺以提高士气 (Hannah & Osis 1988)。

对于一些单位，例行脐血分析由于人员限制可能被认为是不切实际的。在普利茅斯，辅助护士的作用已扩大到包括做脐带血血气分析。这减少了对助产士和医务人员的需求，并且在增加工作满意度对辅助人员产生积极影响。此外，最近的潜在分析发现，相比于助产士辅助护士获得了更高水平的有效配对样本。现在在卫生服务的支持员工中角色有很多变化 (Redfern 1994)。我们的经验表明，用受过训练的辅助人员进行脐带血采样是可行的。

在临床实践中，选择性的采样政策很不会以一致的方式进行应用。确实，越复杂的政策就越有可能在实践中失败。我们自己的经验表明选择性脐血采样非常不令人满意，临床人员忘了采血，正常分娩中窒息的情况被遗漏了，没有有效的数据来发现表面正常却患有早期新生儿疾病的婴儿。我们建立了对所有分娩进行采样的简单明确程序，这是一个更加简单和高效的程序。在员工快速流动的区域同样也是最实用的方法。和其它方式相比，例如在管理分娩中第三阶段当中，常规采血方式被证明是更加有效(Gyte 1994)。

目前临床结果不精确引起了研究人员和临床医生的极大关注。墨菲等人在 1990 年回顾 cardiothcograms(CTG)85 例诊断为出生窒息的新生儿列表, 经过仔细审查, 儿科医生在 25% 的病例中修改了他们的诊断。在英国, 对脑损伤婴儿的短期债务预估为 6-10 亿英镑(Symonds 1993)。很显然, 单靠临床表现作为是否分娩窒息的判断并且为损伤负责是不能成立的。为做出适当的评价, 我们需要建立一个婴儿在分娩时情况的图表。Apgar 评分、新生儿行为异常、CTG 与体液的性质都是重要的组成部分, 但他们并不能表明事件发生的时间(产前、分娩时或产后), 也不能排除感染和发展的原因。脐带血气体分析需要来完善这个图表以及反映了胎儿在分娩时的氧合作用。

新程序常常被引入卫生保健体系之中, 但在某些情况下他们的出现在临床实践中并未计划大规模使用。就我们的经验提示关于脐带血气分析有许多资源、教育和技术方面的要求。在普利茅斯我们已经解决了许多的方法上的和实际应用方面的困难。可以通过关注助产士、医生和辅助护士的需求, 提供结构化的培训体系和发展新技术以便能把脐带血气分析引进作为常规检查。

感谢

感谢南部和西部当地的医疗研究和发育理事会和科学和工程研究理事会。

参考文献

- American College of Obstetricians & Gynecologists 1994
Utility of umbilical cord blood acid-base assessment,
Committee Opinion Committee on Obstetric Practice
Number 138 International Journal of Gynecology and
Obstetrics 45 303-304
- American Academy of Pediatrics 1986 Use and abuse of the
Apgar score Pediatrics 78 1148-1149
- Duerbeck N B, Chaffin D G, Seeds J W 1992 A practical
approach to umbilical artery pH and blood gas
determinations Obstetrics and Gynecology 79 959-962
- Egan J F X, Vintzileous A M, Campbell W A et al 1992
Arteriovenous cord blood pH discordancy in a high risk
population and its clinical significance Journal of
Maternal-Fetal Medicine 1 3944
- Eskes T K A B, Jongsma H W, Houx P C W 1983 Percentiles
for gas values in human umbilical cord blood European
Journal of Obstetrics and Gynaecology Reproductive
Biology 14 341-346
- Fee S C, Malee K, Deddish R et al 1990 Severe acidosis and
subsequent neurological status American Journal of
Obstetrics and Gynecology 162 (3) 802-806
- Goldaber K G, Gilstrap L C, Leveno K J et al 1991 Pathologic
fetal acidemia Obstetrics and Gynecology 78
1103-1107

Goldaber K G, Gilstrap L C 1993 Correlations between clinical events and umbilical cord bloods acid-base values *Clinical Obstetrics and Gynecology* 36 47-59

Greene K R, Rosen K G 1995 Intrapartum asphyxia In Levene M I, Lilford R J, eds *Fetal and neonatal neurology and neurosurgery*, 2nd edn Churchill Livingstone, Edinburgh

Gyte G 1994 Evaluation of the meta-analysis on the effects, on both mother and baby, of the various components of 'active' management of the third stage of labour *Midwifery* 10 183-199

Halligan A, Connolly M, Clarke T et al 1992 Intrapartum asphyxia in term and post term infants *Irish Medical Journal* 85 (3) 97-100

Hannah K J, Osis M 1988 Computers and staff development In Ball M J, Hannah K J, Jelger H Get al, eds *Nursing informatics* Springer-Verlag, New York

Huisjes H J, Aarnoudse J G 1979 Arterial or venous pH as a measure of neonatal morbidity? *Early Human Development* 3 115-161

Josten B E, Johnson T R B, Nelson J P 1987 Umbilical cord blood pH and Apgar scores as an index of neonatal health *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 157 (1) 843-848

Kirshon B, Moise K J 1989 Effect of heparin on umbilical arterial blood gases *Journal of Reproductive Medicine* 34 267

Low J A, Galbraith R S, Muir D Wet al 1984 Factors associated with motor and cognitive deficits in children after intrapartum hypoxia *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 148 (5) 533-539

Murphy K W, Johnson P, Moorcraft Jet al 1990 Birth asphyxia and the intrapartum cardiotocograph *British Journal of Obstetrics and Gynaecology* 97 470-479

Perkins R P, Weaver P A, Sweeney W J 1993 Questioning the practice of routine umbilical cord blood pH sampling at delivery *Journal of Maternal-Fetal Medicine* 2 191-196

Redfern L 1994 Health care assistants - the challenge for nursing staff *Nursing Times* 90 (48) 31-33

Riley R J, Johnson J W C 1993 Collecting and analysing cord blood gases *Clinical Obstetrics and Gynecology* 36 13-23

Rosen K G, Murphy K W 1991 How to assess fetal metabolic acidosis from cord samples *Journal of Perinatal*

Medicine 19 221-226

Royal College of Obstetricians and Gynaecologists 1993

Recommendations arising from the 26th RCOG Study

Group In Spencer J A D, Ward R H T, eds Intrapartum fetal surveillance RCOG Press, London

Siggard-Anderson O 1961 Sampling and storage of blood for determination of acid-base status Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation 13 196-204

Sykes G S, Molloy P M 1984 Effects of delays in collection or analysis on the results of umbilical cord blood

measurements British Journal of Obstetrics and Gynaecology 91 989-992

Symonds E M 1993 Litigation and the cardiotocogram British Journal of Obstetrics and Gynaecology 100 Suppl 9 8-9

van den Berg P, Schmidt S, Gesche J et al 1987 Fetal distress and the condition of the newborn using cardiotography

and fetal blood analysis during labour British Journal of Obstetrics and Gynaecology 94 72-75

Westgate J, Garibaldi J M, Greene K R 1994 Umbilical cord blood gas analysis at delivery a time for quality data

British Journal of Obstetrics and Gynaecology 101 1054-1063

Wilson J, Schifrin B S 1980 Is any pregnancy low risk?

Obstetrics and Gynaecology 55 653-657

Yudlkin P L, Johnson P, Redman C W G 1987 Obstetric factors associated with cord blood gas values at birth

European Journal of Obstetrics and Gynecology

Reproductive Biology 24 167-176