

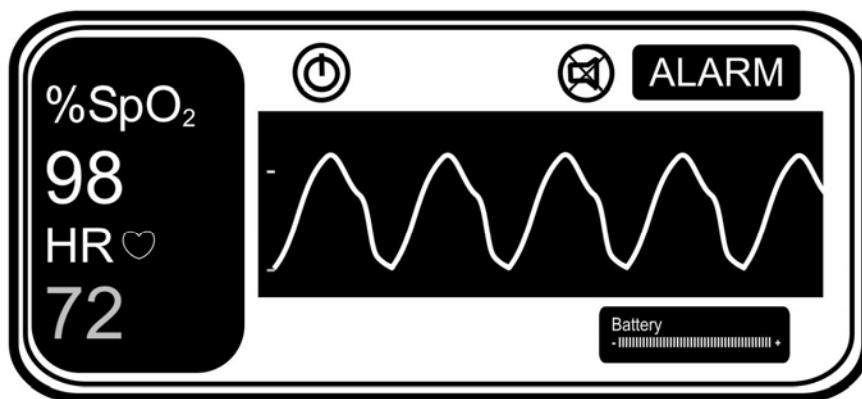


World Health  
Organization

Patient Safety

A World Alliance for Safer Health Care

# 全球脉搏血氧饱和度 项目手册



World Health Organization 2010

© 世界卫生组织 2010

版权归世界卫生组织所有。地址：瑞士，1211日内瓦27,阿皮亚大街20号（电话：+41 22 791 3264；传真：+41 22 791 4857；电子邮件：[bookorders@who.int](mailto:bookorders@who.int)）如欲再版或翻译世界卫生组织出版物---无论出于销售还是非商业目的---都需向世界卫生组织出版社提出申请，地址如上。（传真：+41 22 791 4806；电子邮件：[permissions@who.int](mailto:permissions@who.int)）

出版物中材料的名称及使用并不代表世界卫生组织对任何国家、领土、城市或地区及其政权合法地位的意见，也不代表世界卫生组织对其边界或疆界的界定的意见。地图上的虚线表示尚有争议的边界线。

其中提及的具体的公司或制造商的产品不代表世界卫生组织认为其优于其他同类未提及的产品而对其进行支持或推荐。错漏除外，专利产品的名称以词首大写字母区别。

世界卫生组织已采取所有合理的预防措施对出版物中包含的信息进行核实。然而，出版材料的散发无任何形式的保证，无论是明示的或是暗示的保证。读者自己承担对材料进行解释或使用的责任。**对材料使用中产生的伤害或损失，世界卫生组织概不负责。**

目录	页码
世界卫生组织脉搏血氧饱和度监测仪培训手册	4
术语表	6
理解氧运输的生理学	6
○ 脉搏血氧饱和度监测测试 1	
○ 氧气	
○ 组织中氧的输送	
○ 血液可携带多少氧气?	
○ 什么是氧饱和度?	
认识脉搏血氧监测仪	8
○ 脉搏血氧饱和度监测测试 2	
○ 脉搏血氧饱和度监测项目有哪些?	
○ 脉搏血氧饱和度监测仪	
○ 脉搏血氧饱和度探头	
○ 脉搏血氧饱和度监测的实际运用	
○ 报警提示什么?	
○ 脉搏血氧饱和度监测值的影响因素有哪些?	
○ 脉搏血氧饱和度监测项目不包括哪些?	
理解血氧饱和度下降的发生原因	13
○ 脉搏血氧饱和度监测测试 3	
○ 麻醉期间低氧血症的原因	
○ 氧饱和度下降时应如何处理	
○ 当 SpO <sub>2</sub> 低于 94%时的管理计划	
○ 当 SpO <sub>2</sub> 达到或低于 94%时的处理方法	
○ 脉搏血氧饱和度监测测试 4	
○ 脉搏血氧饱和度监测测试 5	
附录	
参考文献及血红蛋白氧解离曲线	22

## 世界卫生组织脉搏血氧饱和度监测培训手册

欢迎阅读世界卫生组织脉搏血氧饱和度监测训练手册。WHO 最近将手术安全核对表列入了安全手术拯救生命倡议书的一部分。提高麻醉安全的方法是该项目的主要部分。在许多国家脉搏血氧饱和度监测是麻醉中的必备监测项目。

虽然脉搏血氧饱和度监测是一项可以发现血氧水平下降的简单、可靠的技术，但只有在麻醉实施者理解血氧饱和度的监测原理并掌握低氧血症发生时的处理对策时，它才能真正发挥作用。该手册描述了针对这种情况的简单对策，并解释了血氧饱和度监测的工作原理及使用方法。

该手册面向所有未使用过脉搏血氧饱和度监测的麻醉实施者，包含了脉搏血氧饱和度监测的必要信息，且对手术室团队的所有成员均有帮助。

该手册的内容可以自己学习也可以作为课堂教学内容。关于脉搏氧学习的附加学习资料以及手术安全核对表的相关信息可以分别免费从以下网址中获取：

[http://www.who.int/patientsafety/safesurgery/pulse\\_oximetry/en/index.html](http://www.who.int/patientsafety/safesurgery/pulse_oximetry/en/index.html)

及 <http://www.who.int/patientsafety/safesurgery/en/index.html>。如以学习为目的本材料可免费传播。

## 致谢

**William Berry, MD, MPH**

Harvard School of Public Health, Boston, USA

**Gonzalo Barreiro MD**

Sanatorio Americano, Montevideo, Uruguay

**Gerald Dziekan MD, MSc**

World Health Organization, Geneva, Switzerland

**Angela Enright MB, FRCPC (Editor)**

Royal Jubilee Hospital, Victoria, Canada

**Peter Evans**

Special Advisor

**Luke Funk MD, MPH**

Harvard School of Public Health, Boston, USA

**Atul Gawande MD MPH**

Harvard School of Public Health, Boston, USA

**Iain H. Wilson MB ChB, FRCA**

Royal Devon and Exeter NHS Foundation Trust, Exeter, UK

**Robert J McDougall MBBS, FANZCA, GradCetHlthProfEd**

Royal Children's Hospital, Parkville, Victoria, Australia

**Alan Merry ONZM, FANZCA, FFPANZCA, FRCA, Hon FFFLM**

University of Auckland, New Zealand

**Florian Nuevo MD, DPBA, FPBCA**

University of Santo Tomas, Manila, Philippines

**Rafael Ortega MD**

Boston University Medical Center, Boston, USA

**Michael Scott MB ChB, FRCP, FRCA**

Royal Surrey County Hospital, Guildford, UK

**Stephen Ttendo MB ChB, MMed (Anaesth)**

Mbarara University of Science and Technology, Mbarara, Uganda

**Isabeau Walker BSc MB BChir FRCA (Editor)**

Great Ormond Street Hospital NHS Trust, London, UK

**David Wilkinson PGDip(AP)**

Royal Devon and Exeter NHS Foundation Trust, Exeter, UK

编者还要对以下人员提供的帮助表示感谢。Chan Yoo Kuen 博士 (Malaysia), Sarah Hodges 博士 (Uganda), Fawaz Kateb ( ) Mikhail Kirov (Russia), Konstantin Lebedinskiy (Russia), Christine Manning (Cameroon), Isabelle Murat (France), Haydn Perndt (Australia), Olaitan Soyannwo (Nigeria) and Xiong Lize (China)。

## 术语表

过敏反应	对药物或其他物质如外科手套中的乳胶所出现的一种致命的严重变态反应
心律失常	心跳节奏不正常
肺膨胀不全	原本膨胀的肺或肺的一部分完全萎陷或部分萎陷
心动过缓	病人心跳节奏过慢。成人是低于 <b>60</b> 次/分钟；儿童依年龄判断——查看本手册第九页
二氧化碳监测仪	用于检测每次呼吸的二氧化碳含量的仪器
发绀	由于表皮附近血管中携氧血红蛋白含量过低导致皮肤，舌头或粘膜呈浅蓝色
未饱和血红蛋白	未结合氧的血红蛋白
低血压	低血过压
低体温	体温低于 <b>36° C</b>
通气不足	呼吸过缓或过浅，不能满足组织需求
低血容量	血容量将低
低氧血症	血液中含氧量过低
微处理器	一种可根据探头探测的信号计算心率和外围血红蛋白饱和度的小型计算机
食道插管	错误插入食道的气管导管
脉搏血氧饱和度监测仪	一种可以探测各处（如手指或脚趾）的脉搏信号，并可计算氧合血红蛋白含量和脉率的设备
气胸	肺组织漏气导致肺萎陷，常见于创伤后。气体进入肺外间隙（胸膜腔）并阻碍肺膨胀（也可出现张力性气胸）
发热	体温升高（高于 <b>37°C</b> ）
张力性气胸	张力性气胸时，胸膜腔的压力很高，病人出现严重的呼吸困难，心脏受挤压可能导致心跳骤停
血管加压素	可以通过收缩血管或增加心输出量以升高血压的药物，如肾上腺素、麻黄碱或苯肾上腺素

## 理解氧输送的生理学

### 脉搏氧饱和度测试 1

在阅读该手册前，我们将对您所了解的脉搏氧饱和度相关知识水平做一评估，正确答案在下一部分出现。

1. 氧气如何从大气中被转移到组织中？
2. 正常的动脉血氧饱和度是多少？
3. 什么是预先氧合？
4. 全麻下接受疝气修补手术的病人术中血氧饱和度为 **82%**，该数值是高还是低？需要处理吗？

---

### 氧气

人类的生存离不开氧气，所有的器官的代谢均需要氧气，而大脑和心脏对缺氧尤其敏感。机体内氧气不足成为**低氧**。发生严重缺氧数分钟内即可致命。

麻醉过程中，患者可能出现气道梗阻，呼吸抑制，循环受到一些因素的影响，如失血，心脏节律异常，或麻醉设备故障，如连接错误或呼吸回路梗阻。这些因素均可导致组织的氧输送下降，如果管理不善，可能导致创伤或死亡。麻醉实施者越早发现并处理问题，患者可免受伤害。

### 组织中氧的输送

氧气在全身的输送与红细胞内的一种被称为血红蛋白的含铁蛋白有关，氧气被呼吸入肺组织后，穿过肺毛细血管并与红细胞中的血红蛋白结合。心脏持续的向全身泵注血液使氧气被输送至组织。

向组织输送充足的氧气需要五个重要过程：

- 氧气被从大气或呼吸回路吸入肺部。
- 氧气必须从肺内的空气腔隙（即肺泡）进入血中，这个过程成为肺泡气体交换。
- 血液中必须有足够的血红蛋白以携带充足的氧气到达组织。
- 心脏必须泵出足够的血液到组织中以满足病人的氧气需求。
- 循环血容量必须充足以保证氧合的血液可以分布到所有的组织中。

### 血液可以携带多少氧气？

健康患者：

- 每克血红蛋白可以结合**1.34ml**氧气。因此，在正常的血红蛋白浓度为**15g/dl**时，**100ml**血液中血红蛋白可携带大约**20ml**氧气。此外，血液中还有少量溶解的氧气。
- 在正常成人中，心脏每分钟可泵出大约**5000ml**血液至组织中，大概每分钟输送**1000ml**氧气至组织。
- 组织中的细胞从血中摄取氧气以供代谢需要，正常大约每分钟**250ml**氧气，这意味着如果肺部的氧交换一旦停止，血中储存的氧气仅能提供**3分钟**的充足氧供（由血红蛋白携带的氧气仅有**75%**可供组织利用）。

- 麻醉诱导前吸入**100%**的氧气（预先氧合）可以增加肺内的氧气储备。如果病人停止呼吸且没有进行通气，肺内的氧气量会迅速减少。如果患者在麻醉诱导前数分钟吸入**100%**的纯氧，增加的氧储备即可满足更多的需要，增加潜在的救生时间。这在许多情况下都是很重要的。例如，妊娠女性增大的子宫减少了肺容积且胎儿的存在增加了代谢需要。另一个例子是幼儿的肺容积小但代谢需要高。他们消耗氧气很快且有时对预充氧的过程存在抵抗。
- 贫血的病人血红蛋白水平低，故血中不能携带许多氧气，低于**6g/dl**时，组织的氧供可能远低于代谢需要，遭遇术中大失血而产生急性贫血的病人应给以**100%**的纯氧通气。这可以使溶解于血中的氧气增加并一定程度上改善组织的氧供。输血可以救命。

## 什么是氧饱和度？

红细胞含有血红蛋白，一个血红蛋白分子可携带四分子的氧气，这被称为“饱和状态”，如果所有的血红蛋白分子结合位点均携带氧气，这时的血红蛋白称为饱和度为 **100%**。一个肺部正常的健康人在海平面呼吸空气时，他动脉血的氧饱和度为 **95%-100%**。海拔的高度可能影响这些数据。静脉血是由从组织中流出的含氧量较低的血液汇集而来，一般其饱和度在 **75%**左右（详细可参见附录 1）。

动脉血色鲜红，静脉血色暗红。颜色的不同源于血红蛋白饱和度的不同。病人的饱和度好时，其舌体、嘴唇的颜色呈粉红色，饱和度差时，呈现青紫色。这称为发绀。临床中发绀比较少见，尤其是深色皮肤的病人。血氧饱和度不低于 **90%**时一般观察不到此现象。在光线较差的手术间中发现紫绀更为困难。

紫绀仅在未氧合血红蛋白浓度高于 **5g/dl** 时才可被观察到。严重贫血的病人即使缺氧很严重也可能没有紫绀，因为组织的血红蛋白中浓度过低。

麻醉过程中血氧饱和度应始终维持在**95-100%**，如果血氧饱和度降至**94%**甚至更低，病人即出现缺氧并需要处理。**饱和度低于90%是临床危象。**

**学习要点：血氧饱和度在90%以上时很难观察到紫绀现象，严重贫血的病人即使血氧饱和度降至很低也不会出现紫绀。**



## 认识脉搏血氧饱和度监测仪

### 脉搏血氧饱和度测试2:

正确答案见下一部分。

1. 脉搏血氧饱和度测量的是哪两项指标？
2. 在脉搏血氧饱和度监测仪上显示的是什么？
3. 血氧饱和度探头包括两部分，都是什么？

---

### 脉搏血氧饱和度测量什么？

从脉搏氧饱和度监测仪上可获得两项数值：

- **动脉血中血红蛋白的氧饱和度。** 血氧饱和度的值高低由不同音调的提示音来表示。音调下降表示氧饱和度下降。因为氧饱和度仪采集的是来自外周如手指、脚趾或耳朵的信息，所以其值代表的是外周血氧饱和度，记为SpO<sub>2</sub>。
- **脉率** 每分钟脉率的计算，平均需要5至20秒。在一些监测设备中还显示脉搏波形或显示被探测到的脉搏的强弱。这可以显示组织的灌注是否良好。循环不足时信号的强度下降。

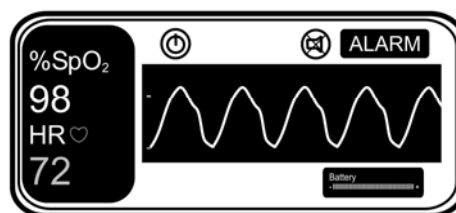
**学习要点：**脉搏血氧饱和度监测仪是一种预警设备。

脉搏血氧饱和度持续的监测动脉血中血红蛋白的氧饱和度水平，它可以较麻醉者观察到如紫绀等缺氧现象更早的发现缺氧。这种可早期预警的能力使脉搏血氧饱和度监测仪成为安全麻醉的必不可少的部分。

### 脉搏血氧饱和度监测仪：

脉氧饱和度监测仪包括电池和显示屏，及感应脉搏的探头。

右图显示的是一个脉搏血氧饱和度监测仪，屏幕显示的SpO<sub>2</sub>为98%，脉率是72次/分。



### 脉搏血氧饱和度监测仪主机

监测仪包括微处理器和显示器。显示器显示氧饱和度和脉率及由传感器探测到的脉搏波形。监测仪由探头连接至病人。

在使用过程中，监测仪会及时更新其计算值并显示氧饱和度和脉率的实时数值。脉搏波形持续显示表明循环的状态。监测仪所具有的一项重要安全特征是能发出随氧饱和度不同而改变音调的提示音。饱和度下降时提示音的音调下降，恢复时音调升高。将有助于你随时通过听觉随时判断血氧饱和度的变化，而不用一

直观察监测仪。

监测仪很精细，对粗暴的操作及过热很敏感，如果有液体溅入内部可能导致损坏。可使用湿布轻轻擦拭以清洁监测仪，不使用时应将监测仪连接至电源以保证电池充电。

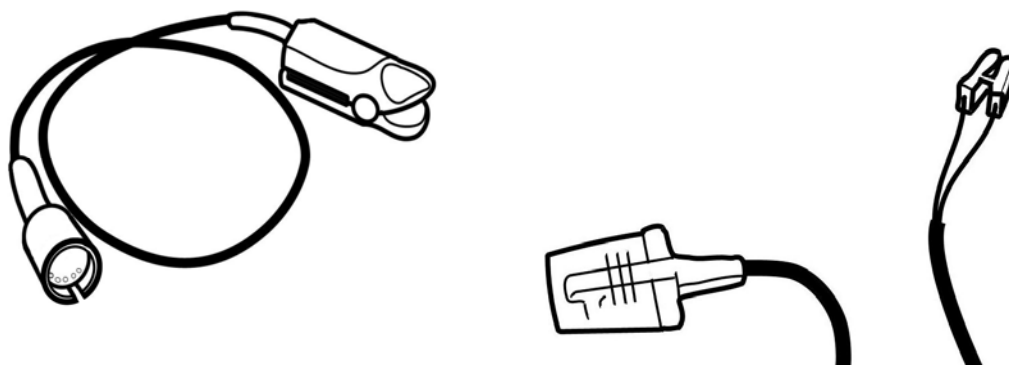
### 脉搏血氧饱和度监测探头

氧饱和度监测探头包括两部分，发光二极管（LEDs）和光探测设备（称为光检测器），光线从探头的一侧透过组织至另一侧。血和组织吸收部分从探头发散的光线。血红蛋白氧饱和度不同，它所吸收透射组织的光量也不同。光检测器检测脉搏血流流经组织时透射的光亮，微处理器计算出血氧饱和度值（SpO<sub>2</sub>）。

为了脉搏氧饱和度监测仪能工作，探头应被放置于可以检测到脉搏的地方，发光二极管应面向光检测器，以保证光线通过组织后可被检测到。开机时探头发散红光，检查确保可见到这种光线来确认探头工作正常。

监测探头可被设计使用于手指、脚趾或耳垂。图中显示了多种不同的类型。铰链式探头使用最为广泛，但容易被损坏，橡胶探头最为结实耐用。如果探头缠绕过紧可能影响指端的血流，耳垂探头较轻便，且可有效的用于小儿或患者血管过度收缩时。虽然有专为小儿设计的小探头，但是成人的铰链式探头也可用于小儿的拇指或大脚趾。关于手指或脚趾探头，制造商会标注正确的甲床方向。

饱和度探头是整个脉搏氧饱和度监测设备中最精细的部分且易被损坏，小心使用且不要将其放在容易掉落到地面的地方。探头与监测仪连接的接头是由多根纤细、易损的针状电极组成，见图示。始终记得将连头对准监测仪的插槽以插入。禁止单纯牵拉探头连接电缆以拔除探头，应用手紧紧抓住接头将其拔除。



铰链式探头，橡胶指套探头和耳垂探头

图示铰链式探头连接至监测仪的接头必须将缺口处对准监测仪上的相应位置才能被连接

当不使用时，可将血氧监测仪探头线缆松散盘绕存放或携带，但不可盘绕太紧，如果这样可能会损伤其中的电线。镜头和探测器应保持清洁。使用肥皂水或酒精棉签轻轻擦拭，去除探头上的灰尘、污垢或血迹。

学习要点：为获得满意数值，探头须发射红色光，并放置到正确的位置检测动脉血流。

## 脉搏血氧仪的实际应用

打开脉搏血氧仪：机器会进行内部校测和核对。

- 选择合适的探头，特别要注意选择正确的尺寸，注意探头的放置位置（通常是手指，脚趾或耳垂）。如果是在手指或脚趾上使用，确保该区域的清洁。去除所有指甲油。
- 将探头连接脉搏血氧仪。
- 正确放置探头：确保合适，不要太松也不要太紧
- 如可能的话，避免在手臂上测血压，因为血压袖带充气会干扰脉搏血氧仪的信号。
- 在脉搏血氧仪启动后，等待数秒，方可测得脉搏和计算出氧饱和度。
- 检查脉搏血氧仪是否检测到脉搏，没有脉搏信号，任何的读数都没有意义。
- 一旦检测到脉搏，将会显示氧饱和度和脉率。
- 像所有的仪器一样，脉搏血氧仪偶尔会给出错误的读数，如有质疑，应依靠临床判断而不是仪器显示的数值。
- 可以将脉搏氧探头放在自己的手指上检测其功能。
- 将监测仪脉搏氧的提示音调至合适音量—不要将此提示音调至静音。
- **确保报警音开启。**

如果脉搏氧探头已放置到手指上而没有获得信号，检查以下几方面：

- 探头是否正常工作，位置是否正确？尝试其他位置。
- 患者是否灌注不良？
  - 检查患者是否因低血容量、心脏问题或败血症性休克而导致心输出量低。如果存在低血压，要求立即对患者实施复苏。当患者的临床情况得到改善则脉搏氧信号也将得到改善。
  - 检查患者的体温。如果患者全身或其肢体冰冷，轻轻揉搓其指（趾）端或耳垂将会重获信号。

技巧：如果不确定探头是否正常工作，可以将其放置于自己的手指做检查。

脉搏氧监测仪报警会提示什么问题？

报警提示麻醉医生警惕临床问题。包括以下几方面：

- 低氧（低氧血症），如 $SpO_2 < 90\%$
- 未检测到脉搏
- 脉率慢
- 脉率快

**低氧饱和度警报。**任何年龄全身情况良好的患者脉搏氧饱和度应在95%或以上。

**学习要点：**在麻醉期间脉搏氧饱和度应在95%或以上。如果脉搏氧饱和度在**94%或以下**，应迅速对患者进行评估并对症处理。

**脉搏氧饱和度低于90%是临床危象应立即处理。**

“**未检测到脉搏**”报警常见于探头脱离手指，但也可由低血压，低血容量或心跳骤停造成。应快速检查探头位置，评估患者情况——ABC。

脉率报警可以让麻醉医生了解患者的心率是否过快或过慢。但是警觉的麻醉医生应该在报警前就注意到患者的心率异常。儿童与成人氧饱和度相同，但心率更快——见下表。

年龄	正常心率	正常氧饱和度( $SpO_2$ )
新生儿——2岁	100 – 180	所有患者在麻醉或麻醉恢复期期间脉搏氧饱和度应在 <b>95%或以上</b>
2——10岁	60 – 140	
10岁——成人	50 - 100	

- 例外：在新生儿ICU接受氧疗的早产儿脉搏氧饱和度应在**89-94%**之间以避免视网膜毒性。手术期间脉搏氧饱和度应和其他患者一样在**95%以上**。

麻醉过浅，镇痛不足，给予阿托品，氯胺酮等药物，低血容量，发热或心律失常会引起脉率过快。脉率过慢可能由迷走神经张力过高如腹膜牵拉，眼心反射，气管插管（尤其是在小儿）或麻醉过深（尤其是氟烷）或严重低氧血症导致。运动员或服用 $\beta$ 受体阻滞剂的患者也会出现脉率慢的情况。

理解导致脉搏氧饱和度读数降低的原因

哪些因素会影响脉搏氧饱和度读数？

影响脉搏血氧监测仪正常功能的因素包括：

- **光**——亮光（例如手术室灯光或日光）直接照射探头会影响读数。避免探头直接受强光照射。
- **颤抖**——移动会导致探头难以检测到信号。
- **脉搏强度**——血氧监测仪只能探测脉搏血流。当由于低血容量性休克、心输出量低或患者出现心律失常，脉搏将会非常薄弱以至于血氧仪检测不到信号。
- **血管收缩**减少外周血流。如果患者体温低或周围血管收缩脉搏血氧仪将会很难检测到信号。
- **一氧化碳中毒**可能会出现氧饱和度数值假性增高。一氧化碳与血红蛋白紧密结合形成鲜红色的碳氧血红蛋白而将氧气置换出来。此种情况见于火灾吸入大量浓烟的患者。

**学习要点：低血容量是麻醉期间脉搏血氧仪信号微弱最常见的原因。低体温也是常见原因。**

脉搏血氧仪不能检测什么？

脉搏血氧饱和度仪检测不到呼吸频率，潮气量，心输出量或血压的直接信息。但是，脉搏血氧饱和度仪可以检测出由这些因素导致的低氧饱和度。

**学习要点：在麻醉期间充足的氧供十分重要。但是，需要警惕氧饱和度正常而通气不足的情况。临床工作必须保证足够的通气量，尤其是在不能检测二氧化碳时。**

脉搏血氧仪可正常用于贫血患者。在重度贫血患者中，血氧饱和度正常(95%-100%)，但是却没有足够的血红蛋白来给组织充分供氧。重度贫血患者麻醉时应给予 100%纯氧通气，通过增加血液中溶解氧来提供组织氧供。

脉搏血氧饱和度测试三

麻醉期间引起低氧的原因包括气道（**Airway**）、呼吸（**Breathing**）、循环（**Circulation**）、药物（**Drugs**）或仪器（**Equipment**）。用此种顺序（**ABCDE**）检查患者，可以发现并处理大多数原因引起的低氧。

使用以下顺序检查麻醉期间引起低氧的原因。将自己的答案与下页表中答案进行对比。

**Airway**  
气道

**Breathing**  
呼吸

**CIRCULATION**  
循环

**Drugs**  
药物

**Equipment**  
仪器

你认为在麻醉期间或恢复期引起低氧血症的最常见原因是什么？

麻醉期间引起低氧血症的原因：

麻醉期间引起低氧血症的原因总结于下表。**气道梗阻是低氧血症最常见的原因。**

### 麻醉期间引起低氧血症的原因——“ABCDE”

问题原因	常见问题
<b>A. 气道</b> (AIRWAY)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 气道梗阻阻止氧气输送到肺</li><li>• 气管插管位置错误，如进入食管</li><li>• 反流误吸</li></ul>
<b>B. 呼吸</b> (BREATHING)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 通气不足阻止氧气到达肺泡</li><li>• 严重的气道痉挛阻止氧气到达肺或二氧化碳从肺部呼出</li><li>• 气胸导致肺塌陷</li><li>• 高位硬膜外麻醉导致通气不足</li></ul>
<b>C. 循环</b> (CIRCULATION)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 循环衰竭导致氧气不能输送到组织</li><li>• 常见原因包括低血容量，心律异常或心衰</li></ul>
<b>D. 药物 (DRUGS)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 麻醉过深抑制呼吸和循环</li><li>• 许多麻醉药物导致血压下降</li><li>• 肌松剂麻痹呼吸肌</li><li>• 过敏反应可能导致支气管痉挛和低心输出量</li></ul>
<b>E. 仪器</b> (EQUIPMENT)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 麻醉仪器的问题包括呼吸环路的梗阻或断开</li><li>• 氧供的问题包括氧气瓶是空的或氧浓度计工作不正常</li><li>• 监测仪器问题包括电池没电或探头损坏</li></ul>

**学习要点：当低氧血症发生时，应判断问题发生于患者还是仪器。快速排除患者的常见原因后，应确保仪器工作正常。当呼吸环路发生问题时使用简易呼吸囊。**

### 氧饱和度下降时应怎样处理？

麻醉时，氧饱和度下降应立即正确处理。患者在麻醉诱导、维持或苏醒时都可能发生低氧血症。处理方法包括 100%纯氧手动通气保证通气充分，然后纠正引起患者低氧的原因。例如，如果患者因气道梗阻导致氧气无法输送至肺，则只有解除气道梗阻才能纠正低氧。

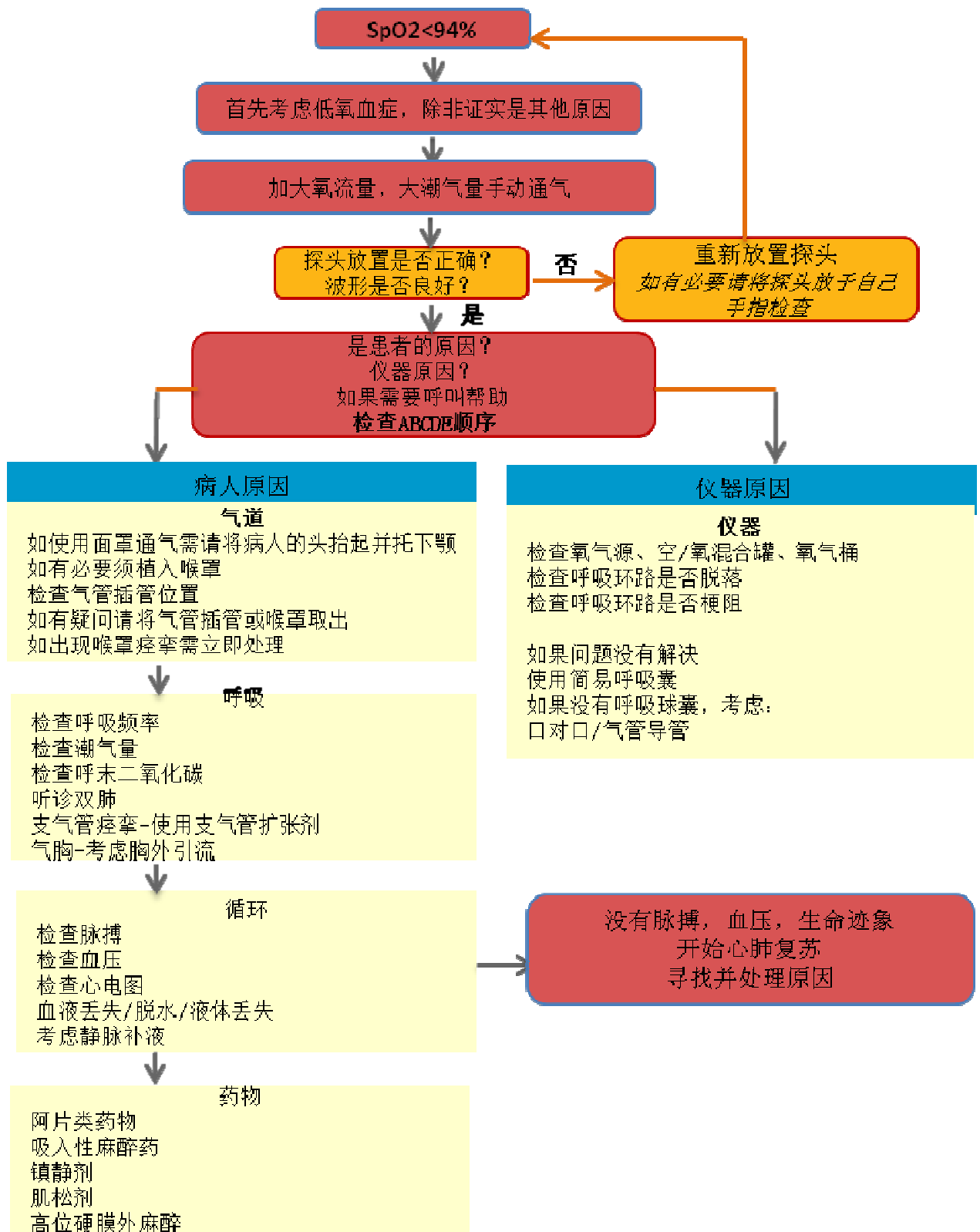
如果患者血氧饱和度降低，将氧流量开大并考虑以下问题：

- **A - 气道**是否通畅？
- **B - 呼吸**是否充分？
- **C - 循环**是否正常？
- **D - 是否药物**引起？
- **E - 仪器**工作是否正常？

处理低氧血症，必需开大氧流量，手动充分通气，呼叫帮助，按“ABCDE”顺序检查患者和仪器。处理检查过程中发现的每个问题。首次检查完成后，进行第二次检查以确保患者情况已得到改善。WHO将此流程总结于下表以便按逻辑顺序记忆和处理。在处理紧急情况时，可以请同事朗读此流程以确保不遗漏任何步骤。

**学习要点：如果氧饱和度低于 94%，给予 100%纯氧，手动通气，检查 ABCDE**

## SpO<sub>2</sub> < 94%的处理方法





## 如果 SpO<sub>2</sub> 为 94%或更低时的处理措施

如果 SpO<sub>2</sub> < 94%，应该 100%纯氧手动通气，考虑是患者原因还是仪器原因，然后按照 **ABCDE** 顺序排查处理

### 氧气

如果 SpO<sub>2</sub> <94%加大氧流量

#### A——气道是否通畅？

- 患者呼吸是否平稳而没有气道梗阻的体征？
- 是否有喉痉挛的体征？（轻度喉痉挛——高调喉鸣音，重度喉痉挛——无呼吸音，无气流通过声门）
- 气道内是否有血液或呕吐物？
- 气管插管位置是否正确？

#### 处理

- 确保气道没有梗阻
  - 如果使用面罩通气——抬头举颏
    - 考虑口咽或鼻咽通气道
    - 检查是否有喉痉挛，必要时处理
  - 检查气管插管或喉罩位置是否正确——如果有怀疑，拔除使用面罩通气
- 气道吸引清除分泌物
- 在诱导后如果无法维持气道通畅考虑唤醒患者
- 考虑插管
- 如果不能插管，不能通气，考虑紧急气管切开

气道梗阻是手术室最常见的低氧血症的原因。气道梗阻是临床诊断并且需要马上处理。未识别的气管导管插入食道是麻醉致病和致死的主要原因。气管插管患者可能因为插管位置改变、打折、分泌物阻塞而导致低氧血症。检查气管导管位置——**如果有怀疑，将其拔除**

#### B——患者呼吸是否通畅

视、听、触：

- 胸廓运动和潮气量是否足够？
- 听诊双肺——是否双侧均有呼吸音？呼吸音是否正常？是否有喘鸣音或附加音？
- 胸廓运动是否对称？
- 是否因麻醉引起呼吸抑制？
- 是否因高位硬膜外麻醉引起呼吸抑制？

支气管痉挛、肺实变/塌陷、肺创伤、肺水肿或气胸，可阻止氧气进入肺泡与血红蛋白结合。药物如阿片类、肌松作用逆转不良或高浓度吸入性麻醉药均可抑制呼吸。高位硬膜外麻醉可使呼吸肌麻痹。在幼儿，面罩通气引起的胃胀气导致膈肌上抬影响呼吸。应依据各种具体病因进行处理。

## 处理

- 以足够潮气量辅助通气，扩张双肺，直到找出原因并正确处理。
- 如果时间充裕，考虑胸部 X 片确立诊断。

如果呼吸抑制应使用面罩、喉罩或气管插管进行通气。这样可快速改善由药物或高位硬膜外麻醉所致的通气不足，使萎陷的肺复张。使用吸痰管吸引下气道以清除分泌物，胃管可减轻胃胀气。

创伤、中心静脉置管或锁骨上臂丛神经阻滞可能导致气胸。如果患侧肺呼吸音降低应考虑气胸。消瘦的患者患侧肺部叩诊呈过清音。胸部 x 线可确诊。应行胸腔闭式引流以避免气胸进一步加重。如发生低血压（张力性气胸），应在锁骨中线第二肋间用粗针穿刺解除气胸而不应等待胸片诊断结果。急性压迫解除后仍应行闭式引流。对外伤患者的可能发生的严重并发症应保持高度警惕性，以避免耽误诊治时机。

## C——循环是否正常

- 触摸脉搏，寻找生命迹象，包括伤口的活动性出血
- 检查血压
- 检查外周灌注和血管充盈时间
- 检查引流瓶或纱布上的失血量
- 麻醉是否过深？是否有高位硬膜外麻醉？
- 腔静脉回流是否受阻（妊娠子宫，手术压迫）
- 患者是否有败血症性或心源性休克？

脉搏血氧饱和度仪波形减弱、丢失或难以获取脉搏信号均提示循环灌注不足。

## 处理

- 如存在低血压，纠正之
- 检查是否有低血容量
- 静脉输液（平衡盐或输血）
- 考虑头低脚高位，孕妇则左侧卧位
- 考虑使用血管收缩药如肾上腺素或苯肾上腺素
- 如果患者发生心跳骤停，立即实施心肺复苏并考虑可逆性因素（4 个 H，4 个 T）。4 个 H：Hypotension 低血压，Hypovolaemia 低血容量，Hypoxia 贫血，Hypothermia 低温；4 个 T：Tension pneumothorax 张力性气胸，Tamponade (cardiac) 心包填塞，Toxic effects (deep anaesthesia, sepsis, drugs) 毒性因素（麻醉过深、脓毒血症、药物等），Thromboemboli (pulmonary embolism) 栓塞（肺栓塞）。

## D——药物因素

检查所有的麻醉药物使用是否正确

- 氟烷过量（或其他吸入性麻醉药）导致心肌抑制。
- 在手术结束时残余肌松剂作用逆转不充分将导致呼吸抑制
- 阿片类及其他镇静药抑制呼吸
- 过敏反应导致心血管衰竭，通常伴有支气管痉挛和皮肤红斑。当给予患者可能致敏的药物、血液制品、人工胶体液时都有可能发生过敏反应。有些患者对橡胶过敏。

## 处理

- 寻找发生不良药物反应的原因并处理。
- 如果发生过敏反应，停止使用致敏物质，100%纯氧通气，静脉输入 10ml/kg 的盐水，给予肾上腺素，另外可考虑给予激素、支气管扩张剂和抗组胺药。

## E—仪器是否正常工作？

- 氧输送系统是否异常？
- 脉搏血氧仪信号是否良好？

## 处理

- 检查呼吸环路或气管插管是否脱落或梗阻。
- 检查氧气罐是否空了。
- 检查氧浓度仪是否工作正常。
- 检查医院中心供氧是否正常
- 将探头换个位置：如将探头换至自己的手指检查是否正常工作

如果怀疑设备故障，使用**简易呼吸囊通气**直到新设备或氧气供应准备好。如果没有可用的设备，口对口人工呼吸或口对气管导管人工呼吸十分关键。

## 测试四：脉搏血氧饱和度仪——演示

### 向指导老师或同事演示

1. 怎样充电及保存附件以备临床使用
2. 怎样选择最合适患者的探头
3. 怎样正确放置探头
4. 电池储备情况指示——读数代表什么？
5. 怎样打开监护仪及描述自检过程
6. 主要显示参数的特点
7. 波形及脉率的特点
8. 如何调整报警范围
9. 如何调整脉搏氧提示音量
10. 如何打开或关掉背景灯光

### 回答以下两个问题

11. 什么情况下读数不准确？
12. 怎样选择探头位置

## 测试五：脉搏血氧饱和度仪的相关知识

回答关于脉搏血氧饱和度仪的相关问题——答案在本页底部。正确答案可能不止一个。

1. 脉搏血氧饱和度仪监测内容
  - a. 血液血红蛋白水平
  - b. 血液氧含量
  - c. 氧合血红蛋白百分数
  - d. 脉率
  - e. 心输出量
  
2. 下列关于脉搏血氧饱和度仪正确的说法是：
  - a. 耳垂探头读数比手指探头读数高
  - b. 探头十分昂贵
  - c. 探头可用肥皂水清理
  - d. 如果没有读数提示探头一定有问题
  - e. 指甲油不影响探头功能
  
3. 下列哪种情况会造成脉搏血氧仪读数不准？
  - a. 皮肤颜色深的患者
  - b. 血压正常脉率快的患者
  - c. 强光照射探头
  - d. 一氧化碳中毒
  - e. 氧疗
  
4. 氧饱和度：
  - a. 麻醉期间应该一直是 100%
  - b. 在一个健康的 2 岁儿童应该在 95%以上
  - c. 在 70 岁患者正常应低于 93%
  - d. 只有低于 75%才应严肃对待
  - e. 在椎管内麻醉下行剖宫产手术时没有必要监测
  
5. 以下哪种情况影响脉搏氧饱和度正确读数：
  - a. 发热
  - b. 低血压
  - c. 镰状细胞(贫血)病
  - d. 心律失常
  - e. 低血容量

正确的答案是

1. c, d
2. b, c
3. c, d
4. b
5. d, e

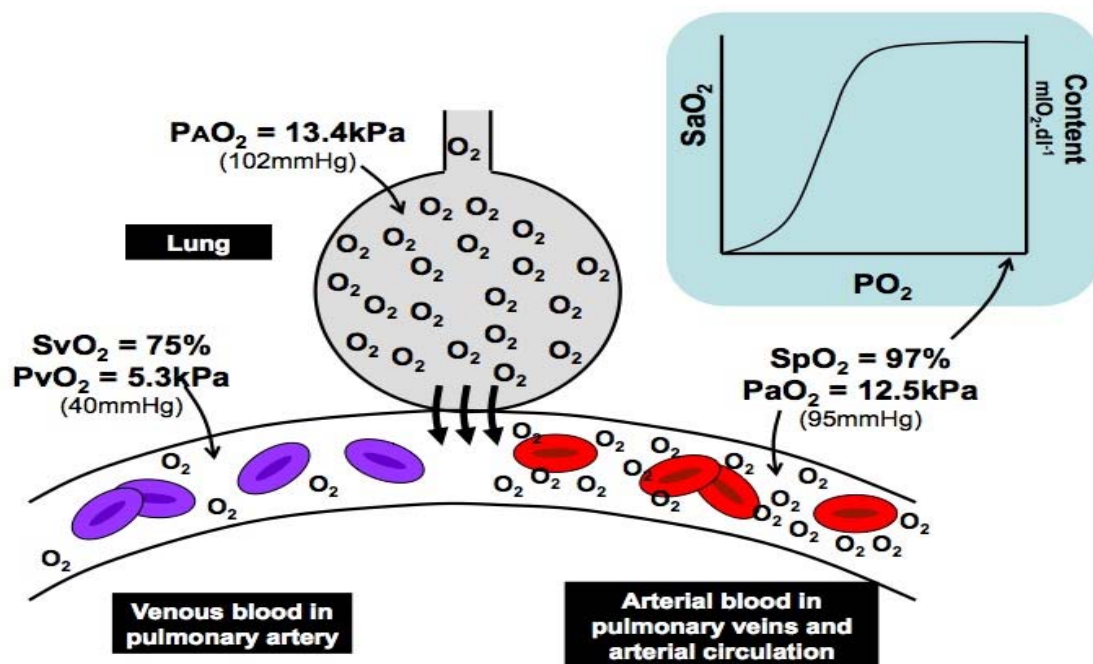
## 附录相关文献及血红蛋白氧离曲线

这一部分包括血红蛋白功能的更多相关信息以及脉搏氧饱和度与动脉血气的关系。以下还列出了网上的相关文献。

### 动脉血气和脉搏氧饱和度

正如上面解释的，脉搏血氧饱和度仪检测动脉血血红蛋白的氧饱和度。血气分析（动脉血气）检测血样中的氧含量，血气分析仪用分压来描述气体含量，检测的是氧分压和二氧化碳分压、血液的 pH 值和二氧化碳浓度。

什么是分压？——大气是由气体混合组成，形成一个大气压，101kPa or 760mmHg。氧气占大气的 21%，分压是 21kPa or 150mmHg。当血液暴露于气体时，气体顺压力梯度转运。血液中的氧气和二氧化碳分压可由血气分析仪检测血样获得，以评估氧合和通气效能。脉搏血氧饱和度仪显示的是更为有用的组织实时的氧合情况，但不能显示 CO<sub>2</sub> 或 pH 的相关信息。



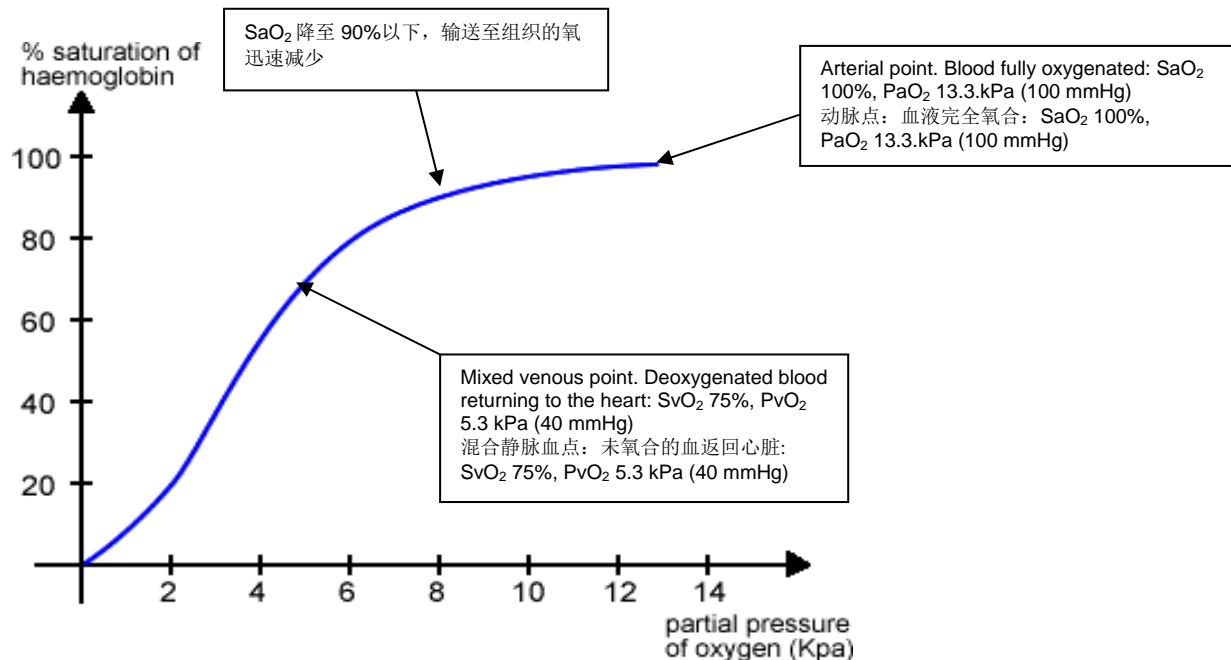
## 血红蛋白氧离曲线

氧离曲线显示了氧分压和氧饱和度之间的关系。血液中氧分压增高则氧饱和度增高。S型的氧离曲线反映了血红蛋白和氧分子之间的相互影响。

一些人使用氧分压来评估血红蛋白氧合情况，但是这种方法没有血氧饱和度仪测量准确。

气体交换发生于肺。每一次呼吸肺都会充满新鲜气体。氧分压高时( $\text{PaO}_2$  13kPa or 100 mmHg)，血红蛋白与发生氧合直至 95 – 100%的血红蛋白被氧合。当血液经过组织时释放氧气，组织回流血液中的（混合静脉血）氧分压要比动脉血中的明显降低( $\text{PaO}_2$  5.3 kPa or 40mmHg)。

氧离曲线起始部陡峭，而后变平（S型）。氧离曲线最重要的方面在于，当氧饱和度降至 90%以下时，血液中氧分压迅速降低，运送至组织的氧迅速减少，可能导致心跳骤停。氧饱和度降至 90%以下时应立即干预。



### 相关文献

1. Fearnley SJ. Pulse Oximetry. Update in Anaesthesia. [http://www.nda.ox.ac.uk/wfsa/html/u05/u05\\_003.htm](http://www.nda.ox.ac.uk/wfsa/html/u05/u05_003.htm)
2. Hill E, Stoneham MD. Practical applications of pulse oximetry. [http://www.nda.ox.ac.uk/wfsa/html/u11/u1104\\_01.htm](http://www.nda.ox.ac.uk/wfsa/html/u11/u1104_01.htm)
3. Principles of pulse oximetry. <http://www.oximeter.org/pulseox/principles.htm>

