

## 儿科基础知识在麻醉中的应用

Dr. Kester Brown, Children's Hospital, Melbourne, Australia

本文旨在表述了解婴儿和儿童的解剖、生理、药理、和心理学的特点及其与成人的区别对改进麻醉和围手术期对他们的监护的重要性。

将 6-7 个月大的婴儿从父母处带走可以不使其产生任何恐惧，但稍大的婴儿或较小的儿童就会很恐惧，因此他们必须有父母陪同直至麻醉开始才不觉痛苦。这种情况下最好使用术前药。大儿童可以合作但通常也更喜欢有家长陪同。有时儿童一开始表现得很好，但到了麻醉诱导室后却出现极度的恐惧，导致静脉难以显露，穿刺困难。这一现象在 8-10 岁儿童更为突出，应考虑使用术前药。麻醉前 30-45 分钟口服咪唑安定 0.2-0.4mg/kg 可以产生镇静作用。如果小儿到手术室时很紧张，可以经鼻粘膜给予咪唑安定 0.2mg/kg。该药虽稍有刺激但可以在 10 分钟内起作用。大儿童可以在诱导前 1 小时给予安定（0.3mg/kg）或异丁嗪。还可以伍用一些镇痛药如扑热息痛（30mg/kg 口服）。恐惧病人的心输出量增加，血液大量分布到肌肉，所以肌注或吸入麻醉诱导药不能很快到达靶器官——大脑，除非增加药物剂量。患儿啼哭引起的通气量增加并不一定加速诱导，因为通气增加导致的药物摄取量增加由于药物大量分布到肌肉（心输出量增加所致）而被抵消。

通常认为儿童就是小的成人。其实不然——首先两者的比例就不同。婴儿的头相对较大所以脑体积较大，脑血流量占心输出量的比例必然较大。婴儿的体表面积比较大所以暴露时体表散热较多，尤其在接受脑外科手术时。

**体表面积：小儿体重比率是成人的两倍，所以散热较多。小儿每公斤体重的氧耗量也是成人的两倍（6-7ml/kg/min）。这是了解成人和小儿区别的另一关键因素——因为如果小儿需要的氧是成人的双倍，那么小儿对氧的吸收和转运也应该为成人的两倍。这就意味着小儿需要通过增加呼吸频率来增加肺泡通气量。小儿的心输出量也需要加倍才能将足够的氧传输到全身——因为小儿每搏量增加的可能性较小，所以主要通过增加心率来达到心输出量的增加。因此心率 120-160/分在小儿十分普遍。血管阻力低时可以减少因为心率增快而多做的功，因而小儿的收缩压较低（70-80mmHg）。**

认识到婴儿每搏输出量固定也很重要，因为任何能引起心动过缓的原因如缺氧、氟烷或腹腔镜手术中发生的迷走神经反射等，均会引起心输出量的下降。以

上情况合并存在时可导致心输出量严重下降。

临床上可以使用听诊器来评估心输出量的情况,因为心输出量下降时心音会变得柔和。通常情况下,进入心室或主动脉和肺动脉的血流引起血管扩张后弹性回缩,导致瓣膜关闭,产生较强的心音。如果容量减少则血管的弹性回缩减弱而心音变弱。如果纠正了降低心输出量的原因,比如针对低血容量输入血或液体后,心音就会增强。可见听诊器是灵敏而实用的监测工具,在监护仪如氧饱和度仪显示异常时,很容易通过它鉴别是病人的异常还是仪器的问题。

**通气**受解剖差异的影响很大,尤其是胸壁的解剖结构。新生儿的肋骨角度较平,限制了胸廓前后径的扩大,较大患儿的中间肋骨的“船桨样运动”可以使胸廓水平延展,而新生儿则没有。新生儿的呼吸更多地依赖于膈肌的运动,因此所有限制膈肌运动的(如腹部膨胀或受压)因素都会引起呼吸困难。如面罩通气压力过高或挤捏气囊过快时,气体在进入气管的同时也进入食道,导致胃部胀气。又如食道闭锁的病人如果有较大的食管气管瘘形成时,正压通气更易引起胃膨胀。X线胸片侧位像可以很清楚地显示出含有气体的瘘管,瘘管直径大于2.5mm即可发现。截石位的病人腹腔内容物将膈肌上抬也可限制通气。

**插管技术**很重要,因为婴儿的氧耗量比成人高(6-7ml/kg,而成人3ml/kg)。正因如此,在被麻醉而不予人工通气后,婴儿开始发生缺氧的时间比成人早。婴儿气道的解剖与成人也不同,并有一定临床意义。婴儿的喉相对的颈椎水平较高——成人在C6而婴儿在C3。婴儿会厌呈U形且相对较长,下颌角较大(120度)且气管向前倾斜。此外,婴儿的头比较大,所以不需要垫枕头,只需稳住头部即可。插管时可以轻轻伸展患儿的颈部,用右手的鱼际轻推前额使其稳定,然后用食指将口撑开,用左手将喉镜放入口的右边将舌体挡住。如果用左手的拇指和食指拿住喉镜,则可用左手的小指向后压住喉头以暴露声门(图1-3)。这时即可从右口角放入导管以避免喉部被挡住。青春期之前环状软骨是喉的最狭窄部位,由于它是环形的,所以在10-12岁以下的患儿均可使用不带套囊的气管导管,这一点是小儿与气管导管有关的重要解剖特点。小儿另一特点是青春期前鼻孔的大小与声门的大小相似。一般认为婴儿的气管长度为4厘米,但Anneke Meursing发现3公斤的婴儿的气管平均长约4.5厘米。气管长度的重要性在于能根据它来判断导管插入的正确深度,避免插入支气管。但有些婴儿的气管较短,所以在插管后听诊两侧肺是否均有通气十分重要。

(图1, 图2, 图3)

新生儿的血容量和血红蛋白较高,血容量约为80-85毫升。足月儿的血红蛋白

白约为 180-200g/l，3-6 个月时下降至 110g/l。血红蛋白主要以含有  $\alpha$  和  $\gamma$  链的胎儿血红蛋白为主，它能在氧分压较低的情况下如胎盘中摄取氧气而不易向组织释放，并逐渐向成人型血红蛋白（ $\alpha$  和  $\beta$  链）转变。因为  $\text{PaCO}_2$  降低可使氧解离曲线左移，所以过度通气反而减少氧向组织释放；所以应避免过度通气，甚至为此可以增加回路中的死腔——所以不剪短气管内导管即可增加死腔。

血红蛋白高的新生儿，在早期需要补充容量时可以输白蛋白而不输血。不过应将血红蛋白维持在能提供组织代谢的最低需氧量水平之上。婴儿的代谢率较高，足月儿的血红蛋白水平较高，而早产儿和 3-6 个月的婴儿则较低，各自所能耐受的失血量也不同。失血 20% 时可以通过输液来补充血容量，患儿耐受良好。这时要考虑是否还会继续失血，如果血红蛋白很低就应开始输血。另一方面，在出现了一些临床征象如心率增快时，如果给予足够的液体或数次给药也不能降低心率，患儿面色苍白，也应该输血。

出生时婴儿体液约占体重的 80%，该比率随年龄的增长逐渐下降，到成人时降为 60-65%。早产儿体液相对较多，其体液丢失问题更为严重。新生儿和婴儿脱水时首先丢失的是细胞外液，而该年龄段的细胞外间隙较大（细胞外液约占体重的 50%），所以失去的部分占的比例较大。婴儿细胞内水分相对较少，当体液丢失时能向细胞外移动的液体较少，因而同样程度的脱水在婴儿病情要比成人严重。

细胞外间隙相对较大的另一后果是，大部分药物分布于细胞外间隙，导致婴儿所需的负荷剂量较大。此外，由于细胞外容量较大，当细胞外电解质如氯不足时（如幽门狭窄时），要补充较多的量才能纠正。

出生时婴儿肾脏功能尚不成熟，虽然肾脏各种功能的发展速度不同，但在出生后的最初几周内各种肾脏功能均有较大改善。在婴儿出生后数天和数周内，机体对液体、电解质和经肾脏排除的药物的处理会相应较慢。肾小球的滤过率较低，对钠的排出起重要作用的肾小管尚未发育完全，髓袢间质中的尿素浓度较低（由于氨基酸被用于组建细胞），因此水的重吸收减少。

婴儿的大脑尚未发育好。作用于中枢的药物如吗啡和巴比妥类药物的抑制作用相对较强，因此应减量使用。

体温调节中枢也未发育完全，因此体温调节并不十分有效。该问题在新生儿尤其严重，因为他们的体表面积相对较大（相当于体重的 2-2.5 倍），皮肤和皮下脂肪较薄因而隔热较差，体重较小所以热量的储备也少。麻醉时体温调节机制被抑制，所以必须进行保温。保温方法包括照射加温、温毯、吸入气和液体加热、

覆盖非手术部位等。

其它的**解剖位点**对于区域阻滞和局部麻醉很重要。新生儿的脊髓和硬脊膜的水平较低 (L3 和 S3), 髂嵴还没有发育完善, 所以两个髂嵴之间的连线比成人低一个椎间隙。由于筋膜和腱膜较薄, 所以在神经阻滞时很难以对二者的穿透感作为穿刺深度的标志。上下移动针头直到感到有磨擦感的方法更易于定位, 或者使针以一定的角度进入筋膜和腱膜, 以便使穿透层次相对较厚。

对相关基础知识的了解可以帮助我们完善对最小病人的麻醉管理。通过以下关于常见手术的麻醉管理的阐述, 我们可以更加体会到这些基础科学知识的重要性。

**腹股沟疝修补术**是小儿常见的手术, 尤其是极度早产儿。后者的腹壁较薄弱, 疝囊没有像正常新生儿那样闭合。由于铁和糖原主要在怀孕的后 3 个月生成, 所以早产儿铁和糖原储备不足, 容易发生贫血, 如果不给予葡萄糖就会发生低血糖。此外, 早产时增加热量散失的因素较多, 所以应特别注意保温。

有数种麻醉方法可供选择。没有窒息病史的婴儿可以使用**全身麻醉**。对于有窒息史者, 如果给病人吸入空气而不吸入笑气并使用 2-3cmH<sub>2</sub>O 的 PEEP, 即可很大程度地避免术后出现该并发症。

术中吸入空气可以免去肺的去氮过程, 而伍用 PEEP 则可以避免肺不张。肺不张可增加呼吸功而引起早产儿疲劳, 是很多患儿术后低氧的主要原因。麻醉用药包括肌松剂、吸入性麻醉药, 合用局部麻醉更好, 这样可避免使用阿片类镇痛药产生的呼吸抑制作用。

一些麻醉医师提倡对早产儿使用**腰麻**镇痛, 因为腰麻比全麻的呼吸问题要少。婴儿的髂嵴比成人低一个椎间隙, 其脊髓也同样低一个椎间隙。腰麻镇痛时使用 25G 的针, 给予 0.5% 的布比卡因, 也可以进行骶管麻醉使镇痛平面达 T8。

最初**髂腹股沟阻滞**指的是在外斜筋膜处注射局麻药, 以便在髂腹股沟神经和髂腹下神经到达皮肤处将其阻滞。这种阻滞可以产生充分的表面麻醉, 但不能麻醉腹股沟囊。在内斜筋膜和腹膜反折之间注射局麻药可以阻滞腹股沟囊。一般在髂前上嵴内侧约 1-2 厘米注射, 因患儿的大小而不同, *用斜面短的针易于感觉到穿破筋膜时的阻力消失感*。如果没有感觉则可以水平移动针头并慢慢进针直到有摩擦感或粗糙感。然后穿过筋膜并可有突破感, 尤其是使用短斜面针 (钝针) 时。注入 0.25% 的布比卡因 0.25ml/kg 以产生表面麻醉。然后轻压针栓缓慢进针。在肌肉中时注射很费力, 一旦针进入肌肉间隙就变得很容易了, 注入与上述等量的局麻药。

**包皮环切**通常在浅全醉合并局麻药阻滞下进行,原因是单独使用氟烷麻醉时经常发生喉痉挛。进行这种阻滞时了解解剖知识很重要。常的是**骶管麻醉**。骶管定位的关键是摸到骶骨角后将皮肤向头侧(向上)拉到骶裂孔上。然后就在指尖的远端进针,这样就可以避免针尖经过被手指触摸过的消毒皮肤。这里的骶尾膜最厚,所以针穿过时最容易感觉出来。针尖还将进入骶部硬膜外间隙的最深处,所以不必将针斜着进入骶骨——尽管有很多人这么做来确证打到了正确的间隙。注入 0.25% 的布比卡因 0.5ml/kg 可以达到充分阻滞。

另一种方法是采用**阴茎背神经阻滞**。推开皮肤在耻骨联合下方中点进针。与进针点成 10° 角度进针较为安全,在两侧注射 0.5% 布比卡因 1ml/kg + 0.1ml/kg。将针穿过浅筋膜,如使用短斜面的针头(钝针)能够有穿透感,或者进针时上下滑动针头直到有粗糙的感觉。筋膜在中线处分开形成阴茎悬韧带。韧带在阴茎体之上即分开,但血管和神经则分布至阴茎体深部的中线处。为避免穿刺到血管,建议以一定角度注射。当针头进入筋膜的深面后,轻轻推注射器的针栓有第一个阻力感。当推注变得容易时,针尖即已进入神经旁边的一个潜在间隙,这个间隙充满后呈梨形。当针尖到达容易注射的部位后进行注射。局麻药在筋膜层很容易扩散,将筋膜层与神经和血管分开。将药物充满耻骨联合和海绵体之间的空间非常重要,这样才能在背神经和其腹侧支在筋膜下向前走行时将其完全阻滞。

创伤、烧伤或扁桃体摘除术后偶尔会发生术后出血,所引起的**低血容量**可以产生一系列重要的后果。在麻醉或镇痛时,心输出量的重新分布和降低也可能产生严重后果。医学生和低年资医生一定要牢记,心输出量的大部分分布于脑和心脏,低血容量时如果还使用通常剂量的抑制性药物,可能导致致命的心肌缺血或呼吸抑制。此外,应该注意只有在纠正低血容量后肌注的镇痛药才会起作用。

认识到基础知识在临床中的应用,对于保障高质量的小儿麻醉和围术期监护十分重要。