

# 胎儿生长受限的超声诊断与评估

杨芳<sup>1,3</sup> 袁岩<sup>2</sup> 梁国贤<sup>1</sup>

(1. 香港大学玛丽医院妇产科,香港; 2. 北京协和医院超声诊断科,北京 100730;

3. 南方医科大学珠江医院妇产科,广东 广州 510280)

胎儿生长受限(FGR)是指胎儿的生长未能在宫内达到其遗传潜力。它是产科常见问题,占妊娠总数的3%~10%<sup>[1]</sup>,也是导致围产儿发病与死亡的主要原因。此外,最新研究表明:生长受限的胎儿出生后远期患心血管疾病、胰岛素抵抗、II型糖尿病、血脂代谢紊乱、终末期肾病的风险增加<sup>[2]</sup>。因此,早期诊断胎儿生长受限有着非常重要的意义。然而,胎儿生长受限的主要特征在产前并未能被充分认知。胎儿小于孕周并不等同于胎儿生长受限,是否分娩是产科处理的关键问题,这在一些小于28周和严重胎儿生长受限的病例中尤为棘手。本文就胎儿生长受限的超声诊断综述如下。

## 1 孕周判断

超声可用于计算孕周,诊断生长受限,并可评估病因,监测胎儿。

超声评估孕周比依靠末次月经计算孕周的方法更为准确。尤其是妊娠早期,超声推算孕周准确性较高。妊娠中期也可通过超声估算孕周。由于胎儿生长发育个体差异,在妊娠晚期依据超声结果计算的孕周与实际胎龄误差较大。不同孕周各超声指标的敏感性不同,对于<13周:通过超声测量头臀径(CRL),误差不超过5天。13~20周:最准确的指标是头围(误差不超过7天);次准确指标:双顶径、股骨(误差不超过8天);变化范围最大的指标是腹围。>20周:超声估计孕周的准确性下降。小脑横径较为准确,孕25周时可达30mm。此外还可以通过足长估计孕周。

胎儿生长发育的主要径线包括:双顶径(BPD),头围(HC),腹围(AC),股骨(FL)。胎儿径线的测量看似简单,但必须在标准切面测量才能保证测量

的准确性。2006年,Saloman LJ<sup>[3]</sup>提出了第二阶段胎儿径线测量的标准化评分体系,将胎儿径线测量进一步客观量化。该评分体系对各标准切面的要求如下:

双顶径(BPD)、头围(HC)平面(图1):颅内结构对称,丘脑水平,见透明隔腔;不应显示小脑;胎头图像放大至少占屏幕50%以上;测量游标放置处:双顶径(颅骨外缘-颅骨内缘),头围(颅骨光环外缘)。



图1

腹围(AC)平面(图2):对称;显示门静脉窦;胃泡显示;肾脏不显示;腹围图像放大至少占屏幕50%以上;测量游标放置处:腹部皮肤外缘。



图2

股骨(FL)平面(图3):尽量水平(与水平面夹角 $<45^\circ$ );完全清晰显示骨头两侧末端;股骨长轴图像放大至少占屏幕50%以上;测量游标放置处:外侧-外侧(两端骨平面中点)。

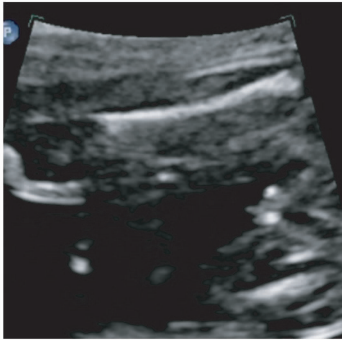


图3

依据双顶径、头围、腹围、股骨的Hadlock公式<sup>[4]</sup>是目前应用最为广泛的体重评估方法,误差率为 $\pm 6\% \sim 11\%$ 。Lee报道的胎儿腿部三维容积分析法<sup>[5~7]</sup>,该方法考虑了胎儿皮下脂肪层厚度的差异造成的体重差异,较Hadlock公式更为准确,误差率 $2.3\% \pm 6.6\%$ 。需要注意的是胎儿生长参数的正常值存在种族差异,需参考本地人口的标准值<sup>[8]</sup>,Leung TN等<sup>[9]</sup>研究表明但中国人股骨比高加索人普遍短。

胎儿小于孕周是指胎儿生长径线在正常第10百分位数以下,或与实际孕周相差2周。Falo AP<sup>[10]</sup>认为腹围结合脐动脉多普勒是诊断胎儿生长受限最敏感、最特异的指标。但需注意胎儿小于孕周并不等同于胎儿生长受限,因为胎儿小于孕周有可能是胎儿生长受限,也可能仅仅是小,或是孕周计算错误导致。所以首先须核对孕周是否准确,当羊水量与多普勒超声检查正常时,可在2周内再次复查胎儿生长径线。

在生长曲线图中,观察测量指标的连续性变化较仅仅观察单个测量值的意义更大,并且应该至少间隔10天后复查以排除检查者之间及检查者自身的差异性。正常生长曲线显示腹围1周增长约11~12 mm,股骨在孕14~27周时以3mm/周的速度增长,晚孕期以1mm/周的速度增长。由于某些母体因素(如种族、年龄、体重),生育史等方面的差异,可

根据胎儿生长参数的测值确定胎儿生长发育图表。但是即使如此,上述资料也不能完全有效地对胎儿生长发育做出预测。

## 2 胎儿生长受限的诊断

胎儿生长受限的诊断指标:观察超过2周,腹围没有明显增长或增长速度慢,羊水过少,多普勒异常。

胎儿生长受限可分为非对称性和对称性。非对称性胎儿生长受限主要表现为头围正常,但是腹围小,主要是因为脑保护效应,常见原因是子宫胎盘功能障碍<sup>[11,12]</sup>。对称性胎儿生长受限表现为头围、腹围均小。常见原因为吸烟、感染或非整倍体,这些因素导致胎儿在早期就受到损害。不过,由于子宫胎盘功能障碍引起的严重胎儿生长受限,也会令头围、腹围生长均受影响。研究证实:非对称性胎儿生长受限新生儿的神经认知方面的结局好于对称性胎儿生长受限<sup>[13]</sup>。

2.1 胎儿生物指标的动态观察 常规胎儿生物径线测量包括头围(HC)、腹围(AC)、股骨(FL)。腹围对于胎儿体重增长速度的评估最有价值。此方法可每2周观察1次,对于预测胎儿生长受限的假阳性率约为10%,同1个操作者重复测量可提高准确性。同时可综合其他评估方法进行评估,如羊水量。测量羊水最大深度或者羊水指数(amniotic fluid index, AFI),可每周动态监测。羊水指数较单一羊水最大深度的测量方法好。不同孕周,羊水指数正常值不同。羊水指数 $\leq 5$  cm时,胎儿宫内窘迫导致剖宫产和出生后5分钟Apgar评分 $< 7$ 分的风险增高。但发现羊水过少时,需增加胎儿监测次数,排除胎膜早破,当羊水指数突然减少时需要考虑提早分娩。

2.2 胎儿超声多普勒检查 具有无创伤、可重复、指标客观可靠等优点。美国妇产科学会建议将在标准常规超声波检查时附加多普勒以减低胎儿生长受限的死亡率<sup>[14]</sup>。可通过测量脐动脉(umbilical artery)、大脑中动脉(middle cerebral artery)、静脉导管(ductus venosus)、主动脉峡部、腹腔动脉与脾动脉、脐静脉、门静脉血流等监测胎儿宫内情

况<sup>[15~18]</sup>。在没有母体疾病(如先兆子痫等)的情况下,50%~70%的患者可通过多普勒预测一段时间内的胎儿变化<sup>[19,20]</sup>。在合并有母体疾病的情况下,多普勒指标的预测性降低<sup>[21]</sup>。常用的检查方法为脐动脉及大脑中动脉超声多普勒。

2.3 脐动脉(umbilical artery)多普勒 可提供胎儿胎盘血流灌注信息,减少不必要的剖宫产,使围产期新生儿死亡减少36%~50%。脐动脉舒张期血流速度随着孕周的增加而增高。如果孕期中出现胎盘功能障碍,功能绒毛和(或)小血管数目将减少,脐动脉舒张末期血流流速下降从而导致血流阻力增高。当30%以上的胎盘绒毛血管系统出现异常,会出现脐动脉舒张末期血流速度减少及阻力指数、搏动指数的增加。如果阻力不断增高,当60%~70%的绒毛血管受损时,就会出现舒张末期血流消失,甚至出现反向血流(图5),最终导致胎儿死亡<sup>[22~25]</sup>。围产期死亡率与舒张末期血流消失的似然比为4.0,与舒张末期反流的似然比为10.6。

脐动脉多普勒的测量要点(图4):在脐带的游离部测量,放大图像,显示血流方向,调整血流速度的标尺,多普勒角度 $<45^\circ$ ,注意调整取样门的大小,在胎儿没有胎动和呼吸运动时测量。生长受限胎儿需每周监测脐动脉多普勒,如发现胎儿异常,监测次数应增多。

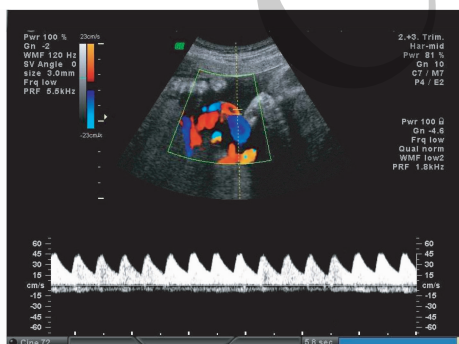


图4

#### 2.4 大脑中动脉(middle cerebral artery)多普勒

大脑中动脉多普勒超声有助于观察脐动脉多普勒异常的胎儿生长受限,观察大脑中动脉搏动指数(Pulsatile index)和大脑中动脉收缩期峰值速度(middle cerebral artery peak systolic velocity)的变

化趋势较单次测量更为有效。正常时,大脑中动脉的搏动指数(Pulsatile index)值随孕周的增加而下降。当胎儿发生缺氧时,大脑内的血液得到优先保证,产生脑保护效应<sup>[26]</sup>。胎儿缺氧与大脑中动脉搏动指数(Pulsatile index)降低,收缩期峰值速度(peak systolic velocity)增高相关,而大脑中动脉收缩期峰值速度(middle cerebral artery peak systolic velocity)增高比搏动指数(Pulsatile index)下降能够更好的预测新生儿围产期死亡<sup>[27]</sup>。

大脑中动脉的超声多普勒测量要点(图5):取大脑长轴切面,可显示丘脑、透明隔腔。探头向颅底移动,放大图像,彩色血流显示颅底动脉环(Circle of Willis)。声束尽量与血流方向保持平行,探头不要加压,在胎儿没有胎动和呼吸运动时测量。

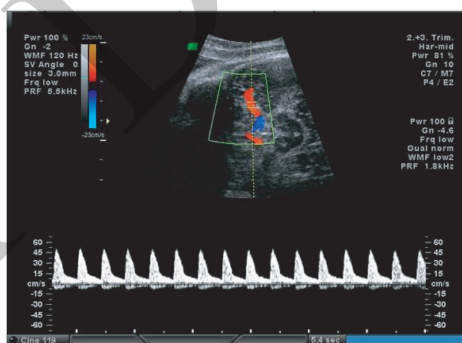


图5

2.5 静脉导管(DV)多普勒 静脉导管把脐静脉内含氧量高的血液高速射入心脏,使氧分不至于在肝循环内丢失过多。正常情况下超过50%的脐静脉血液通过静脉导管,血液中血氧饱和度约为83%。缺氧时,通过静脉导管的血流量增多。静脉导管超声多普勒正常波形为M型。在严重胎儿生长受限时会出现A波反向,合并心功能异常<sup>[28]</sup>。

静脉导管(DV)测量要点(图6):胎儿腹部矢状面或斜切面显示脐静脉与下腔静脉之间的连接处,血流方向尽量与声速平行,选择高速血流信号处测量。

2.6 胎儿生物物理评分(Biophysical profile score) 根据胎儿生物物理表现评价胎儿是否缺氧,该方法由Manning<sup>[29]</sup>首次提出,Vintzileos等<sup>[30]</sup>改良。胎儿生物物理评分低将预测胎儿出生1

周内死亡。对于可疑或异常评分的胎儿观察时间为30分钟。胎儿生长受限胎儿呼吸运动最先受影响,其次是胎动和肌张力。一般来说,多普勒改变早于胎儿生物物理评分改变,建议生物物理评分和多普勒联合使用<sup>[31]</sup>。

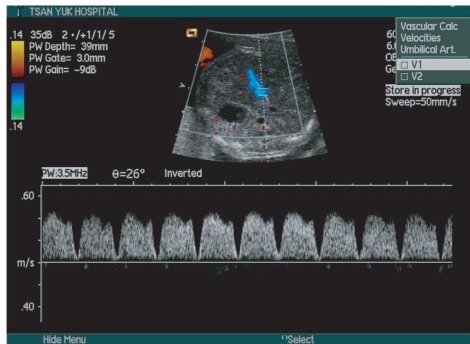


图6

2.7 综合监测 胎儿生长受限时,首先出现羊水量(amniotic fluid index)减少,胎儿脐动脉搏动指数(Pulsatile index)增高,接着出现大脑中动脉和主动脉多普勒改变,胎心监护(Cardiotocography)显示短期变化减少,最后出现静脉导管和下腔静脉(Inferior vena cava)多普勒频谱改变。对于32周之前的早产,脐动脉和大脑中动脉的多普勒频谱以及羊水量的改变在分娩前4周就可出现改变,静脉导管和胎心监护改变出现在分娩前1周<sup>[27]</sup>。羊水量和多普勒检查正常的患者应每2~3周在门诊复查。羊水过少或脐动脉PI增高的患者需要每周在门诊复查。如羊水严重过少,脐动脉舒张末期血流缺失或出现反向,或胎儿生长发育停滞等情况出现,则需要住院观察。静脉导管和胎心监护改变出现异常需要考虑提早分娩。

### 3 胎儿生长受限的筛查

应进行胎儿生长受限筛查的人群包括:吸烟者、曾有胎儿生长受限生育史、本次妊娠有高血压、体格检查发现子宫较孕周小、血清学检查示hCG、AFP、抑制素高以及PAPP-A、E3低的孕妇。

筛查内容包括:胎儿径线测量及子宫动脉多普勒超声检查。正常情况下,随着孕周增加,进入子宫胎盘血管床的血流增加,子宫血流随之增加,子宫动

脉阻力下降。当出现滋养层的不完全侵入与螺旋动脉的不完全转变时,子宫动脉频谱会出现舒张期高阻力和舒张前期切迹。子宫动脉超声多普勒检查可分为1个或2个阶段,分别是16~20周和22~24周。子宫动脉多普勒超声检查对于预测胎儿生长受限的敏感性达60%,预测严重先兆子痫敏感性达80%<sup>[31,32]</sup>。

子宫动脉多普勒(图7)的测量要点:如经腹部测量,超声探头应置于下腹部,适度调整角度,通过彩色多普勒在接近髂外动脉和子宫动脉相交处的位置显示子宫动脉。多普勒角度 $<30^\circ$ ,将取样门放置于距离相交血管上方约1cm处,使用角度校正,连续记录5~8个形态相似的多普勒波形,测量左右子宫动脉搏动指数(Pulsatile index)值,取平均值。如11~14周经阴道超声,需先获得宫颈矢状切面,然后将探头移向一侧的宫颈旁血管丛,在宫颈宫体交界处使用彩色多普勒辨认子宫动脉,在子宫动脉分支为弓状动脉之前测量。

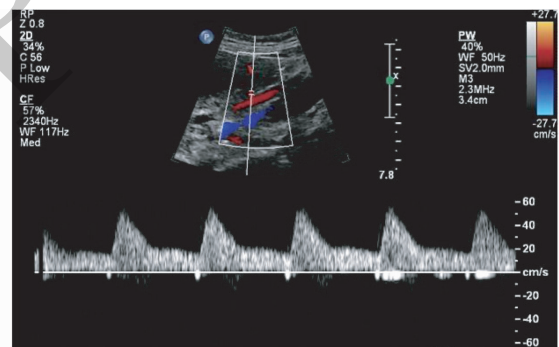


图7

综上所述,胎儿生长受限的诊断包括胎儿生长评估,排除胎儿畸形、感染、染色体非整倍体、胎儿生物物理监测、羊水指数、胎儿多普勒监测。如果出现胎儿羊水严重过少,或者脐动脉多普勒频谱显示舒张末期血流缺失或出现反向,或静脉导管频谱倒置,或胎心监护改变或生物物理评分 $\leq 4$ 分时则要考虑提早分娩。胎儿生长受限可通过子宫动脉多普勒进行筛查。相信随着技术的完善和研究的不断深入,血管回声跟踪技术(Phase-locked echotracking)测量搏动速度,降主动脉血压测量等方法将更多的应用于临床,更好的为胎儿生长受限的早期诊断和早期治疗提供依据。

## 参 考 文 献

- [1] Gibson AT, Carney S, Cavazzoni E, et al. Neonatal and postnatal growth[J]. *Horm Res*, 2000, 53(suppl 1): 42-49.
- [2] Saenger P, Czernichow P, Hughes I, et al. Small for gestational age; short stature and beyond[J]. *Endocr Rev*, 2007, 28: 219-251.
- [3] Salomon LJ, Bernard JP, Duyme M, et al. Feasibility and reproducibility of an image-scoring method for quality control of fetal biometry in the second trimester[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2006, 27: 34-40.
- [4] Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, et al. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements: a prospective study [J]. *Am J Obstet Gynecol*, 1985, 151: 333-337.
- [5] Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, et al. New fetal weight estimation models using fractional limb volume[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2009, 34: 556-565.
- [6] Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, et al. Fetal growth parameters and birth weight: their relationship to neonatal body composition[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2009, 33: 441-446.
- [7] Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, et al. Fractional limb volume—a soft tissue parameter of fetal body composition: validation, technical considerations and normal ranges during pregnancy[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2009, 33: 427-440.
- [8] Bennini JR, Marussi EF, Barini R, et al. Birth-weight prediction by two- and three-dimensional ultrasound imaging [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2010, 35: 426-433.
- [9] Leung TN, Pang MW, Daljit SS, et al. Fetal biometry in ethnic Chinese: biparietal diameter, head circumference, abdominal circumference and femur length[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2008, 31: 321-327.
- [10] Faló AP. Intrauterine growth retardation (IUGR): prenatal diagnosis by imaging[J]. *Pediatr Endocrinol Rev*, 2009, 6: 326-331.
- [11] Strauss RS, Dietz WH. Growth and development of term children born with low birth weight: effects of genetic and environmental factors[J]. *J Pediatr*, 1998, 133: 67-72.
- [12] Paz I, Gale R, Laor A, et al. The cognitive outcome of full-term small for gestational age infants at late adolescence[J]. *Obstet Gynecol*, 1995, 85: 452-456.
- [13] Fattal-Valevski A, Toledano-Alhadeef H, Leitner Y, et al. Growth patterns in children with intrauterine growth retardation and their correlation to neurocognitive development[J]. *J Child Neurol*, 2009, 24: 846-851.
- [14] American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). ACOG Practice Bulletin No. 12: intrauterine growth restriction[R]. Washington: ACOG, 2000.
- [15] Abramowicz JS, Sheiner E. Ultrasound of the placenta: a systematic approach. Part II: functional assessment (Doppler) [J]. *Placenta*, 2008, 29: 921-929.
- [16] Turan OM, Turan S, Gungor S, et al. Progression of Doppler abnormalities in intrauterine growth restriction[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2008, 32: 160-167.
- [17] Mari G, Picconi J. Doppler vascular changes in intrauterine growth restriction[J]. *Semin Perinatol*, 2008, 32: 182-189.
- [18] Ebbing C, Rasmussen S, Godfrey KM, et al. Fetal celiac and splenic artery flow velocity and pulsatility index: longitudinal reference ranges and evidence for vasodilation at a low portocaval pressure gradient[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2008, 32: 663-672.
- [19] Ferrazzi E, Bozzo M, Rigano S, et al. Temporal sequence of abnormal Doppler changes in the peripheral and central circulatory systems of the severely growth-restricted fetus [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2002, 19: 140-146.
- [20] Baschat AA, Galan HL, Bhide A, et al. Doppler and biophysical assessment in growth restricted fetuses: distribution of test results[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2006, 27: 41-47.
- [21] Hanif F, Mari G, Kruger M. Cardiovascular changes sequence in severe IUGR fetuses at < 32 weeks [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2007, 30: 444-445.
- [22] Bhatt AB, Tank PD, Barmade KB, et al. Abnormal Doppler flow velocimetry in the growth restricted foetus as a predictor for necrotizing enterocolitis[J]. *J Postgrad Med*, 2002, 182-185.
- [23] Axp Fliedner R, Hendrik HJ, Schmidt W. Nucleated red blood cell counts in growth restricted neonates with absent or reversed-end-diastolic umbilical artery velocity[J]. *Clin Exp Obstet Gynecol*, 2002, 29: 242-246.
- [24] Soregaroli M, Bonerra R, Danti L. Prognostic role of umbilical artery Doppler velocimetry in growth-restricted fetuses[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2002, 11: 199-203.
- [25] Mari G, Hanif F, Kruger M, et al. Middle cerebral artery peak systolic velocity: a new Doppler parameter in the assessment of growth-restricted fetuses [J]. *Ultrasound*

- Obstet Gynecol, 2007, 29: 310-316.
- [26] Mari G, Hanif F, Drennan F, et al. Ductus venosus reversed flow and arterial cord pH in fetuses delivered at <30 weeks and weighing <750 grams[J]. Am Obstet Gynecol, 2007, 197: 730-732.
- [27] Hecher K, Bilardo CM, Stigter RH, et al. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: a longitudinal study[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2001, 18: 564-570.
- [28] Rizzo G, Capponi A, Talone PE, et al. Doppler indices from inferior vena cava and ductus venosus in predicting pH and oxygen tension in umbilical blood at cordocentesis in growth-retarded fetuses[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 1996, 7: 401-410.
- [29] Manning FA, Platt LD, Sipos L. Antepartum fetal evaluation: development of a fetal biophysical profile[J]. Am J Obstet Gynecol, 1980, 15: 787-795.
- [30] Vintzileos AM, Fleming AD, Scorza WE. Relationship between fetal biophysical activities and umbilical cord blood gas values[J]. Am J Obstet Gynecol, 1991, 165: 707-713.
- [31] Hoffman C, Galan HL. Assessing the 'at-risk' fetus: Doppler ultrasound[J]. Curr Opin Obstet Gynecol, 2009, 21: 161-166.
- [32] Miller J, Turan S, Baschat AA. Fetal Growth Restriction [J]. Seminars in Perinatology, 2008, 32: 274-280.

编辑:王磊

(收稿日期:2010-3-4)

读者 · 作者 · 编者

## 本刊对于稿件规范用语的要求

1. 摘要:论著性文章需附中、英文摘要,均为500字(词)以上。摘要必须包括目的、方法、结果(列出主要数据)、结论4部分,各部分冠以相应的标题。英文摘要应包括文题、文中所有作者姓名(汉语拼音)、单位名称、所在城市及邮政编码,其后加列国名。

2. 关键词:论著需分别在中、英文摘要后标引2~5个中、英文关键词。请尽量使用美国国立医学图书馆编辑的最新版《Index Medicus》中医学主题词表(MeSH)内所列的词。若无相应的词,可按下列方法处理:① 可选用直接相关的几个主题词进行组配;② 可根据树状结构表选用最直接的上位主题词;③ 必要时,可采用习用的自由词并列于最后。关键词中的缩写词应按MeSH表还原为全称,如“HbsAg”应标引为“乙型肝炎表面抗原”。关键词之间用“;”分隔,每个英文关键词首字母大写。

3. 医学名词和药物名称:医学名词以1989年及其以后由全国自然科学名词审定委员会审定并公布、科学出版社出版的《医学名词》和相关学科的名词为准,尚未公布者以人民卫生出版社所编《英汉医学词汇》为准。中文药物名称应使用化学工业出版社1995年出版的《中华人民共和国药典》或卫生部药典委员会编写的《中国药品通用名称》中的名称,英文药物名称则采用国际非专利药名,不用商品名。

4. 缩略语:文中尽量少用。必须使用时于首次出现处先列出其全称,然后括号注出中文缩略语或英文全称及其缩略语,后两者间用“,”分开。

5. 计量单位:执行国务院1984年2月颁布的《中华人民共和国法定计量单位》,并以单位符号表示,具体使用参照中华医学会杂志社编写的《法定计量单位在医学上的应用(第3版)》一书。首次出现不常用法定计量单位时在括号内注明与旧制单位的换算关系。量的符号一律用斜体字母,如吸光度(旧称光密度)的符号为A。

中国产前诊断杂志(电子版)编辑部