



一附院药讯

The First Affiliated Hospital Drug Bulletin

2020 年 10 月

出版：西安交通大学第一附属医院药学部临床药理学室

电话：029-85323243

版权所有

第 11 卷第 5 期

网址：<http://www.yfyx.com/structure/index>

翻印必究

万古霉素个体化给药临床指引

万古霉素作为首个糖肽类抗菌药物，是具有三重杀菌机制的杀菌剂，通过抑制细菌细胞壁的合成、改变细菌细胞膜的通透性以及阻止细菌胞浆内 RNA 的合成而杀灭细菌，是治疗 MRSA 感染的首选药物之一。但由于万古霉素的耳、肾毒性与其浓度相关，故临床应用时需对特定人群进行血药浓度监测。

并且在新生儿、儿童重症监护室患者、肥胖者、重症感染患者等人群中万古霉素的研究表明，部分上述患者沿用常规的万古霉素剂量仍无法达到治疗所需的理想血药浓度。因此，为了进一步优化和规范万古霉素在不同人群中的使用，根据患者的病理生理情况调整给药方案，有必要时应进行万古霉素血药浓度监测。

随着研究对不同人群中万古霉素药代动力学差异认知的深化，如何科学、合理、个体化地使用万古霉素已成为临床迫切需要解决的问题。我国各省市间万古霉素血药浓度监护存在一定差异，部分医护人员仍缺乏实际应用经验，严重影响万古霉素疗效的发挥和不良反应的预防。本指引基于国内外指南、专家共识以及临床研究证据，制定出万古霉素的血药浓度监测以及剂量调整方案，为万古霉素的个体化给药提供参考意见。

万古霉素药动学特征

1.吸收 腹腔给药生物利用度为：38%~60%。滴眼给药：可在前房达到有效治疗浓度。口服：口服基本不吸收，生物利用度低于5%。

2.分布 蛋白结合率：18%（终末期肾病）至55%

（正常肾功能），低蛋白血症患者（烧伤、终末期肾病等患者）为19%~29%。肾功能正常者万古霉素表观分布容积见表 1。

表 1 万古霉素表观分布容积

患者	表观分布容积 (L/kg)
新生儿 (<1 月)	0.5 ~ 0.9
婴儿	0.5 ~ 0.9
儿童	0.5 ~ 0.9
成人	0.5 ~ 1.3

3.代谢 无明显代谢。

4.排泄

（1）肾脏清除率 成人：0.048 L/kg/h；早产新生儿：0.3~1.7 ml/kg/min。

（2）肾脏排泄率 静脉途径：40%~100%，约80%~90%万古霉素给药后24 h经尿排泄；口服途径：低于0.76%。

（3）血浆清除半衰期 正常成人血浆清除半衰期为4~7 h，65岁以上老年人可延长至12.1 h，见表 2。

表 2 万古霉素血浆清除半衰期

患者	血浆半衰期 (h)
正常成人	4 ~ 7
65 岁以上老年人	12.1
新生儿	6.7
婴儿 (1 月 ~ 1 岁)	4.1
儿童 (2.5 岁 ~ 11 岁)	5.6
烧伤患者	4

给药剂量

1.口服给药途径

成人：推荐剂量为每天0.5~2 g，分3~4次服用。常规推荐125 mg/次，每日4次，疗程为7~10d，若为重症患者或伴肠梗阻时，则建议使用较高的剂量。

儿童：每天40 mg/kg，分3~4次服用，疗程为7~10 d，每天最大剂量不超过2 g。

2.静脉给药途径

成人：500 mg q6 h 或者1 g q12 h(正常肾功能)，肾功能受损患者则根据其肾功能进行剂量调整。

儿童：常规给药剂量为10 mg/kg q6 h。轻中度感染：40 mg/kg/d，分3~4次给药。严重感染：40~60 mg/kg/d，分4次给药。脑膜炎：60 mg/kg/d，每6 h给药1次，最大剂量为2 g。

新生儿：患儿年龄小于1周，首剂15 mg/kg，15 mg/kg q24 h(<1.2 kg)；10~15 mg/kg q12~18h(1.2~2 kg)；10~15 mg/kg q8~12 h(>2 kg)。患儿年龄1周~1月，首剂15 mg/kg，15 mg/kg q24 h(<1.2 kg)；10~15 mg/kg q8~12 h(1.2~2 kg)；10~15 mg/kg q6~8 h(>2 kg)。

静脉配置与相容性

1.静脉配置

先加10~20 mL灭菌注射用水溶解，然后加入相应体积的溶媒，稀释至浓度不高于5 mg/mL的输液供静脉滴注。

2.输注

输注浓度应不高于5 mg/mL，最大输注速度不超过10 mg/min，滴注时间不低于1 h，输注时间见表3。

表3 万古霉素推荐输注时间

剂量	最小输注时间*
≤1 g	1 h
1.25~1.5 g	1.5 h
1.75~2 g	2 h
2.25~3 g	3 h

注：*如患者不能耐受，可适当延长输注时间

3.溶媒相容性

万古霉素可以与以下溶媒配伍稳定：0.9%氯化钠注射液、5%葡萄糖注射液、10%葡萄糖注射液、乳酸林格氏液、5%葡萄糖氯化钠注射液。

万古霉素与以下溶媒配伍时易产生变化，应谨慎

使用：腹膜透析液(Dianeal PD4(lactate buffered with dextrose 1.36%)、Physioneal 40(lactate and bicarbonate buffered with dextrose 1.36%)、Nutraeneal PD4(lactate buffered with amino acids)、Extraneal(lactate buffered containing icodextrin)、枸橼酸钠。

万古霉素血药浓度监测人群

20世纪60年代万古霉素纯度较低，上市初期临床需要进行治疗药物监测(Therapeutic Drug Monitoring, TDM)。但随着万古霉素的纯度提高，现在万古霉素剂量与血药浓度的线性关系基本明确，肾功能正常的患者不需要常规进行TDM，但对于某些特殊人群，有必要时应进行TDM。

美国感染病学会(Infectious Diseases Society of America, IDSA)和美国卫生系统药师协会(American Society of Health-System Pharmacists, ASHP)推荐常规作TDM适应证患者为：

- 应用大剂量万古霉素并且使用疗程较长患者；
- 肾功能不稳定(如明显恶化或明显改善)患者；
- 联合使用其它耳、肾毒性药物的患者；另万古霉素FDA批准说明书上亦建议；
- 儿童；
- 新生儿需要进行万古霉素血药浓度监测。万古霉素临床应用中国专家共识亦建议；
- 老人。

万古霉素剂量调整原则

1.药学监护步骤

(1) 计算给药体重

给药体重的计算主要存在两种方法，临床可依据实际情况选择合适的方法确定给药体重。

方法一：ASHP 推荐，无论患者是否肥胖患者，给药体重均为实际体重。

方法二：Julie V. B Leong 等研究结果表明，当患者不为肥胖患者，给药体重为实际体重；当患者为肥胖患者，给药体重应为调整体重。

理想体重：

男性 = $50 \text{ kg} + 2.3 \text{ kg} \times (\text{实际身高厘米数} / 2.54 - 60)$

女性 = $45 \text{ kg} + 2.3 \text{ kg} \times (\text{实际身高厘米数} / 2.54 - 60)$

此理想体重计算公式与常规使用的理想体重计算公式：身高(cm)-105，有所不同。

调整体重 = $0.4 \times (\text{实际体重} - \text{理想体重}) + \text{理想体重}$

(2) 计算肌酐清除率

血肌酐清除率=(140-年龄)×实际体重/(K×血肌酐)

当为女性,上述公式需要乘以0.85;当血肌酐单位为mmol/L时,K取0.818;当血清肌酐单位为mg/L时,K取72;如果患者的血清肌酐值低于0.9 mg/L,则默认血清肌酐为0.9 mg/L 代入公式进行计算。

(3) 密切监测尿素氮、血清肌酐、出入量

(4) 制定合适的起始给药方案

(5) 制定血药浓度监测方案

(6) 根据血药浓度监测结果进行剂量调整

2.万古霉素血药浓度监测

(1) 峰浓度的监测

常规不监测峰浓度,因为万古霉素作为时间依赖性抗菌药物,监测峰浓度对疗效的监测意义不大;并且万古霉素的组织再次分布速度缓慢,导致峰浓度难以监测。除非有以下特殊情况:药物动力学的改变、脑膜炎,治疗后无临床应答患者等。

(2) 谷浓度的监测

a.起始谷浓度的监测为确保万古霉素达到稳态血药浓度,其谷浓度应在第4剂给药前的30 min进行监测。对于重症患者,如需要在达稳态血药浓度前进行评估,则可在开始治疗后的48~72小时内进行检测以及评估,详见表4。

表 4 重症患者万古霉素血药浓度推荐评估时间

给药间隔	血药浓度评估推荐监测时间
q48h	给药第 2 剂前 30min
q24h	给药第 3 剂前 30min
q12h 或 q8h	给药第 4 剂前 30min

b.后续谷浓度的监测

调整剂量后需要再次检测谷浓度,直至患者在新的剂量方案中达到稳态血药浓度(至少在第4剂时进行测定)。一旦患者达到目标谷浓度时,除非患者临床指标发生急剧变化(如:肾功能的急剧改变等),至少1周测定1次谷浓度。

c.漏掉的谷浓度

在下一剂给药前30 min重新检测。

d.不合适采集的谷浓度

采集时间不合适的谷浓度:重新检测或应用动力学公式(Bayesian 动力学校正可应用CPKDP 程序或Kinetica 软件进行)进行校正。

(3) 万古霉素标本采集注意事项

a.取血时间谷浓度:第4剂给药前30 min;峰浓度:静脉滴注结束后0.5~1 h。

b.取血量每次每人抽血2~3 mL。(静脉滴注给药时,不能从留置针采血,应从对侧静脉采血。)

c.本院样品采集血样置于紫色抗凝试管中。

3.万古霉素血药浓度监测原则

(1) 成人患者

成人患者应用万古霉素治疗时,建议起始剂量为15 mg/kg/次,谷浓度常规推荐10~15 μg/mL,若患者为重症感染等,可将谷浓度适当提升至15~20 μg/mL。当谷浓度大于20 μg/mL 时,患者容易发生不良反应。如果患者应用更高的起始剂量,则需要反复多次测定谷浓度,以确保达稳态所需要的合适剂量,成人患者万古霉素推荐给药间隔详见表5。

表 5 成人万古霉素推荐给药间隔

血清肌酐清除率	给药间隔
≥60 ml/min	q 12h
41 ~ 60 ml/min	q 24h
31 ~ 40 ml/min	q 36h
21 ~ 30 ml/min	q 48h
≤ 20 ml/min	根据血药浓度定

(2) 间歇血透的患者

万古霉素在低通量血液透析中基本不被清除,而应用高通量血液透析,万古霉素会被显著清除。万古霉素间歇血透患者起始给药剂量推荐为20 mg/kg(最大剂量为2.5 g),应用高通量血液透析后应予以剂量补充,具体如下:

<75 kg,透析后予以 500 mg 补充。

≥ 75 kg,透析后予以 750 mg 补充。

万古霉素间歇血透患者,其万古霉素浓度需要在血透后进行检测,以确定有多少万古霉素被血透清除。当每次透析后万古霉素的补充剂量为一恒定值时,谷浓度只需要1周测1次。

(3) 连续肾脏替代疗法患者

万古霉素能够被连续肾脏替代疗法(Continuous Renal Replacement Therapy, CRRT)显著清除,CRRT患者应用万古霉素,起始剂量推荐20 mg/kg,CRRT患者应用万古霉素的剂量的大小根据患者的残存肾功能、透析液的速度,透析的频率等。

(4) 腹膜透析患者

万古霉素经腹膜透析的清除率的大小主要依据：患者残余肾功能，腹膜的渗透率以及透析时间。

(5) 儿童患者

儿童应用万古霉素治疗时，常规推荐起始剂量为 40 mg/kg/d，常规推荐峰浓度为 25~40 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，谷浓度为 10~15 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ；若患者为重症感染等，可应用较高的起始剂量：60 mg/kg/d，目标峰浓度推荐为 35~40 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，目标谷浓度推荐为 10~15 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ；当峰浓度大于 80 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 或谷浓度大于 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时，患儿更容易发生不良反应。

谷浓度在 15~20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 可用于严重感染的儿童患者，但需要避免与其它有肾毒性的药物联用以及需要密切监测患儿的肾功能；谷浓度 $\geq 15 \mu\text{g}/\text{mL}$ 发生肾损害是谷浓度 $< 15 \mu\text{g}/\text{mL}$ 的 3 倍，并且 ICU 停留时间、速尿的联用等均增加肾损害的发生机率。儿童患者万古霉素推荐给药间隔见表 6。

表 6 儿童患者万古霉素推荐给药间隔

血清肌酐清除率	给药间隔
$\geq 60 \text{ ml/min}$	q 6~8h
41 ~ 60 ml/min	q 12h
31 ~ 40 ml/min	q 24h
21 ~ 30 ml/min	q 36h
$\leq 20 \text{ ml/min}$	根据血药浓度定
血透患者	参考血透部分

(6) 新生儿患者

新生儿患儿应用万古霉素治疗时，常规推荐起始剂量为 10mg/kg/次，常规推荐峰浓度为 25~40 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，谷浓度为 5~10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ；若患者为重症感染等，可应用较高的起始剂量：15 mg/kg/d，目标峰浓度推荐为 30~40 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，目标谷浓度推荐为 5~10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ；当峰浓度大于 80 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 或谷浓度大于 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时，患儿更容易发生不良反应。

可根据患者的临床状态与培养结果，使用较高的谷浓度（10~15 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ）。新生儿万古霉素给药间隔见表 7。

表 7 新生儿万古霉素推荐给药间隔

PMA* (周)	出生天数 (d)	给药间隔
≤ 29	0 ~ 14	18h
	> 14	12h
30 ~ 36	0 ~ 14	12h

	> 14	8h
37 ~ 44	0 ~ 7	12h
	> 7	8h
≥ 45		6h

注：PMA (Postmenstrual age) = 胎龄 + 出生后天数

4. 万古霉素剂量调整原则

标准给药间隔为：q8 h、q12 h、q24 h、q36 h、q48 h。例如：患者的给药频次为 q12 h，增加 1 个给药间隔则变为 q24 h，反之，减少 1 个给药间隔则为 q8 h。

(1) 谷浓度设定在 10~15 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 剂量调整原则，详见表 8。

表 8 谷浓度设定在 10~15 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 剂量调整原则

谷浓度 $\mu\text{g}/\text{mL}$	给药间隔
≤ 10	减少 1 个给药间隔
10 ~ 15	无需调整
15.1 ~ 20	降低 25% 的剂量或增加 1 个给药间隔
≥ 20	适当增加给药间隔或暂停 1 剂，在 1 个给药间隔后获取随机浓度进行调整。

(2) 谷浓度设定在 15~20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 剂量调整原则，详见表 9。

表 9 谷浓度设定在 15~20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 剂量调整原则

谷浓度 $\mu\text{g}/\text{mL}$	给药间隔
≤ 15	减少 1 个给药间隔
15 ~ 20	无需调整
≥ 20	建议应用临床症状判断，可考虑延长 1 个给药间隔

(3) 血透患者

血透患者常规无须进行浓度监测，除非应用常规剂量后临床症状无明显改善，其剂量调整原则详见表 10。

表 10 血透患者调整原则

谷浓度 $\mu\text{g}/\text{mL}$	剂量调整 mg
≤ 10	血透结束后增加 250mg
10 ~ 20	无需调整
≥ 20	血透结束后减少 250mg

本院万古霉素周一至周日均可测定，联系电话：85323537。