

滴速-滴系数对应关系及对静脉输液速度计算精度的影响

郝芳芳¹, 柳文娟¹, 潘新亭², 孙运波²

摘要:目的 探讨滴速-滴系数对应关系及对输液速度计算精度的影响。方法 在同一温度下 $[(20\pm 1)^{\circ}\text{C}]$,测定 0.9%氯化钠注射液、5%葡萄糖注射液、10%葡萄糖注射液、葡萄糖氯化钠注射液 4 种常用溶媒在不同滴速下的滴系数,并对不同溶媒滴系数进行比较。结果 不同溶媒的滴系数随着滴速变化趋势类似,即低速输液(0~20 gtt/min)时,滴速-滴系数关系呈非线性关系(以生理盐水为例,曲线拟合函数关系式: $Y=22.75-0.27X+0.0069X^2$);中高速输液(21~120 gtt/min)时,滴速-滴系数关系呈线性关系(以生理盐水为例,直线拟合函数关系式: $Y=20.31-0.022X$)。以输液器包装的标称滴系数计算输液速度会导致 $\pm 10\%$ 左右的计算误差。结论 滴系数随着滴速的变化趋势并非线性的,滴速-滴系数对应关系明显影响输液速度的计算精度。

关键词: 静脉输液; 输液速度; 滴速; 滴系数

中图分类号: R471 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2019.09.047

Relationship between dropping rate and droplet coefficient and its influence on calculation accuracy of intravenous infusion speed Hao Fangfang, Liu Wenjuan, Pan Xinting, Sun Yunbo. School of Nursing, Qingdao University, Qingdao 266022, China

Abstract: **Objective** To explore the relationship between dropping rate and droplet coefficient, and its influence on calculation accuracy of intravenous infusion speed. **Methods** At the same temperature of $(20\pm 1)^{\circ}\text{C}$, the droplet coefficients of four common solvents consisting of 0.9% sodium chloride injection solution, 5% glucose injection solution, 10% glucose injection solution and glucose and sodium chloride injection solution were determined at different dropping velocities, and the drop coefficients using different solvents were compared. **Results** The variation trend of droplet coefficient along with the dropping rate of different solvents were similar, under the condition of low-speed infusion (0–20 drops/min), the relationship between the dropping rate and droplet coefficient was nonlinear (taking normal saline for example, curve fitting functional formula: $Y=22.75-0.27X+0.0069X^2$); while in the case of medium and high speed infusion (21–120 drops/min), the relationship was linear (taking normal saline for example, linear fitting functional formula: $Y=20.31-0.022X$). Infusion speed calculation using the nominal droplet coefficient of the infusion set resulted in a calculation error of around $\pm 10\%$. **Conclusion** The variation trend of the droplet coefficient along with the dropping rate is nonlinear, and the corresponding relationship between dropping rate and droplet coefficient obviously influences the calculation accuracy of the infusion rate.

Key words: intravenous infusion; infusion speed; dropping rate; droplet coefficient

静脉输液是药物治疗的常用途径,是临床护理的基本操作技能之一。输液速度是静脉输液的重要指标,一般根据药物性质、患者年龄、疾病种类和严重程度等调控。如果对输液速度控制不严格,可能导致严重后果,甚至危及患者生命。因此,临床护理工作中,应该重视输液速度调控。输液速度(mL/min)计算公式为滴速(gtt/min)除以滴系数(gtt/mL)。因此,要掌握当前的输液速度,一方面需要准确测定滴速,另一方面,需要确定当前的滴系数。滴系数是指每毫升液体相当的液滴数^[1]。通常,大部分普通成人输液器包装上会标明“1 mL=(20±1)gtt”,也就是说,这种输液器的滴系数是 19~21 gtt/mL,因此,临床上通常按照“1 mL=20 gtt”计算药物输注速度。万诗燕等^[1]研究指出,滴系数的影响因素包括滴壶出水管口径、输液液体性质、室温、滴速等。然而,如何准确定

量分析上述影响因素对滴系数的影响尚无结论。为此,本研究在恒定室温下,采用相同口径输液器(同一品牌、规格、批号输液器),评估输液滴速对滴系数的影响,建立滴速-滴系数关系数学模型,进而评估滴速-滴系数对应关系对静脉输液速度计算精准的影响,报告如下。

1 材料与方法

1.1 测试器材 ①济南智邦电子科技有限公司生产的静脉输液监控器(型号 X203),该输液监控器通过红外光测定输液器滴壶内的液滴滴落速度,能够实时显示滴速(gtt/min)和累积输液滴数。②天津哈娜好医材有限公司生产的哈娜好 SYQ-06AP-11 型号输液器(产品批号 171018;针头 0.7 mm×20 mm)。③上海花潮电器有限公司生产的电子天平(型号 UTP-313,精度 1 mg)。④袋装溶媒,包括 0.9%氯化钠注射液(NS),密度 1.005 g/cm³;5%葡萄糖注射液(5% GS),密度 1.016 g/cm³;10%葡萄糖注射液(10% GS),密度 1.032 g/cm³;葡萄糖氯化钠注射液(GS-NS),密度 1.021 g/cm³^[2]。

1.2 实验方法 利用空调调节室温至 $(20\pm 1)^{\circ}\text{C}$,测

作者单位:1. 青岛大学护理学院(山东 青岛,266022);2. 青岛大学附属医院重症医学科

郝芳芳:女,硕士在读,主管护师

通信作者:孙运波,sunyunbo163@163.com

收稿:2018-12-17;修回:2019-02-24

定不同溶媒、不同滴速下的滴系数。对于同一种溶媒,分别按照 3、5、7、9、11、13、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110、115、120 gtt/min 测试 3 次,获得每种滴速下的液滴质量,取其平均值。测试流程如下:①按常规行输液操作,悬挂输液袋,调节输液袋高度,排气,拔除针头保护套,将针头固定在某高度,备用。②将静脉输液监控器终端安装在输液器滴壶上,打开监控器主机。③利用输液速度调节器调整输液速度至目标滴速(通过调节输液袋高度可以微调滴速,以保证测试过程中滴速的恒定)。④达到测定滴数后(单次质量测定对总滴数有一定要求,见表 1),中止静滴,天平读数。⑤每种溶媒、每个滴速按照步骤 3~4 重复 3 遍,取平均值。⑥利用公式“ $v = m/\rho$ ”(m 为质量, ρ 为溶媒密度),代入前述的溶媒密度值,计算液滴体积。⑦利用公式“滴系数=1/滴体积(mL)”,计算滴系数。

表 1 不同滴速单次质量测定的液滴数

滴速 (gtt/min)	质量测定液滴总数 (gtt)
0~10	50
11~30	100
31~60	150
61~90	200
91~120	300

注:输液过程中,滴壶滴落 1 个液滴,相当于 0.7 mm×20 mm 型号针头滴出 5~6 个液滴,即针头末端的滴速是滴壶内滴速的 5~6 倍。

1.3 统计学方法 使用 SPSS19.0 软件进行数据分

析,行多个样本均数间的两两比较、Wilcoxon 秩和检验、线性回归分析,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 不同溶媒滴速-滴系数对应关系模型 不同溶媒的滴速-滴系数测定数据显示,滴速对滴系数有显著影响,即滴速加快,滴系数下降。也就是说,滴速越快,液滴的体积和质量越大,见图 1。不同溶媒的滴系数随着滴速变化趋势类似,即低速输液(0~20 gtt/min)时,滴速-滴系数关系呈曲线关系(非线性关系);中高速输液(21~120 gtt/min)时,滴速-滴系数关系呈直线关系。

2.2 以生理盐水为例建立滴速-滴系数数学模型 选取常用的生理盐水作为溶媒,采用线性回归方法拟合滴速-滴系数数学模型,并对比不同拟合方法的拟合优度(Coefficient of Determination)和拟合标准差(Residual Standard Deviation),结果见图 2,采用分段拟合的方法,拟合优度高而标准差低,因此,拟合效果更优。滴速 0~20 gtt/min 时,曲线拟合函数关系 $Y = 22.75 - 0.27X + 0.0069X^2$;滴速 21~120 gtt/min 时,直线拟合函数关系 $Y = 20.31 - 0.022X$ 。

2.3 不同溶媒滴系数的比较 方差齐性检验结果为方差不齐($P=0.001$),采用秩和检验进行组间比较,多重比较采用 Bonferroni 方法进行 P 值校正。结果显示,5%GS、10%GS 和 NS 三种溶媒滴系数之间差异无统计学意义;GS-NS 注射液和注射用水两种溶媒滴系数之间差异无统计学意义;其余溶媒滴系数之间差异有统计学意义,见表 2。

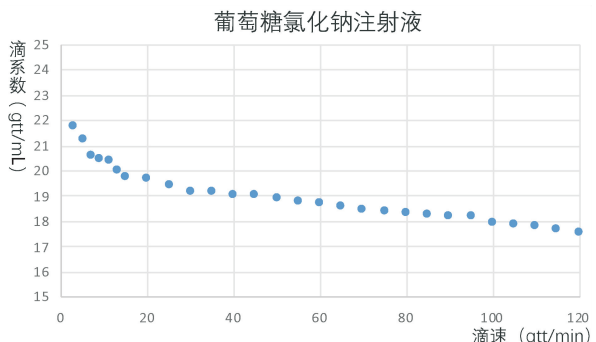
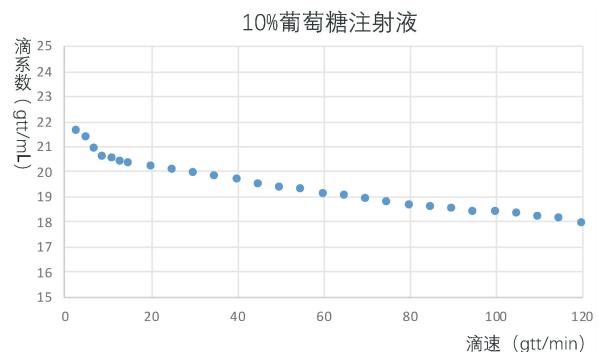
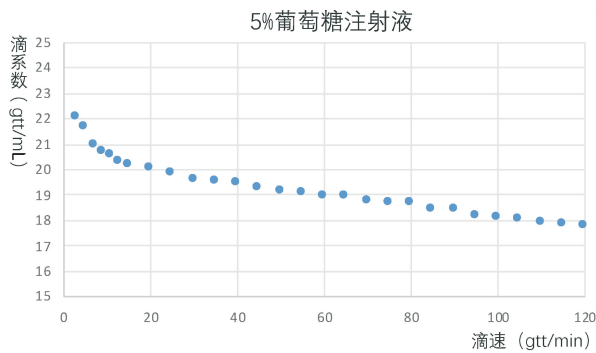
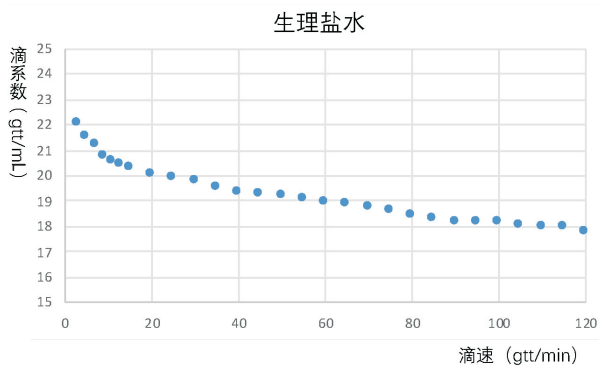


图 1 不同溶媒滴速-滴系数对应关系测定数据

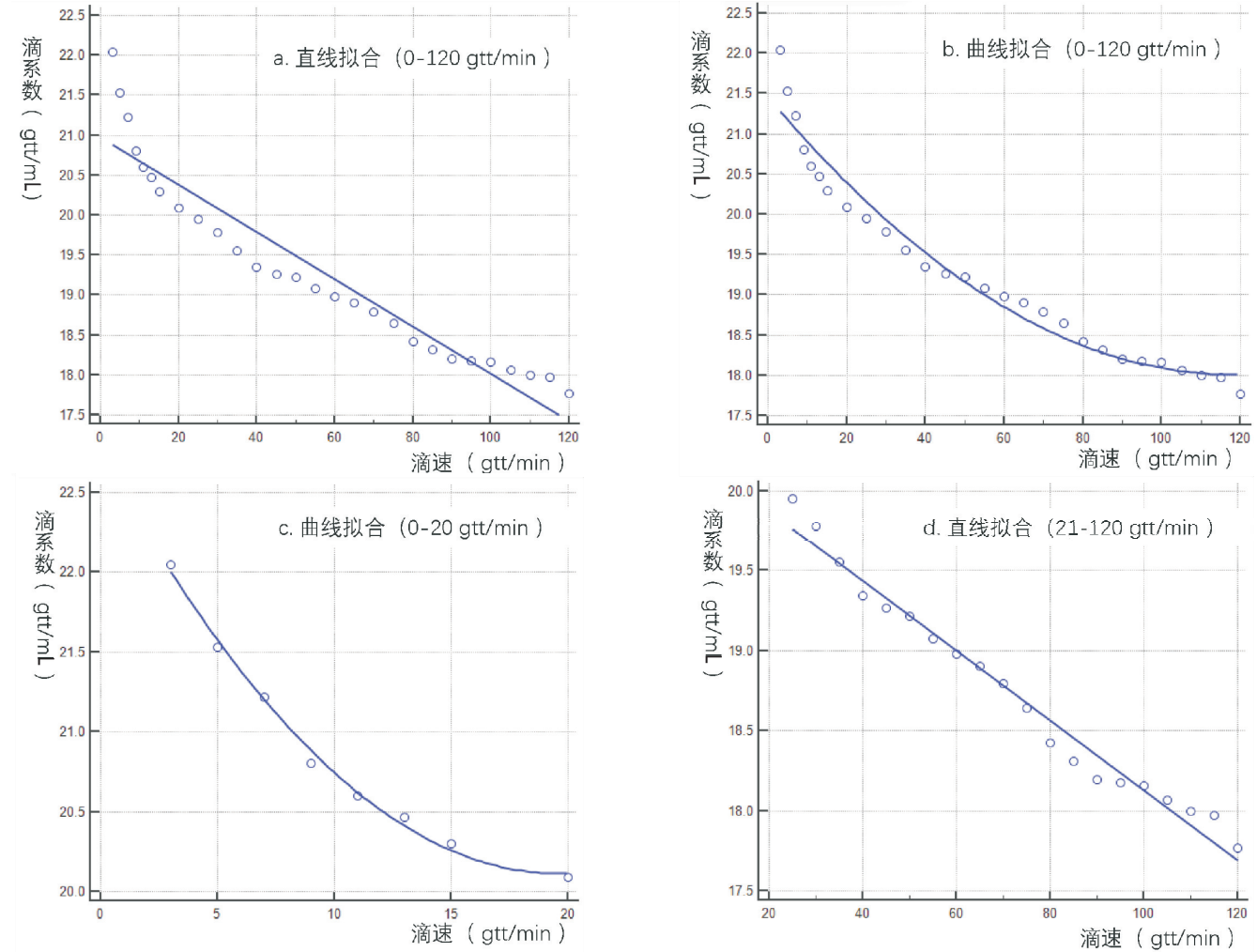


图 2 采用不同拟合方法建立生理盐水滴速-滴系数数学模型

注:a. 滴速 0~120 gtt/min 时,单纯直线拟合的拟合优度 0.90,拟合标准差 0.37;单纯曲线拟合的拟合优度 0.96,拟合标准差 0.24。b. 滴速 0~20 gtt/min 时,曲线拟合的拟合优度 0.99,拟合标准差 0.06;滴速 21~120 gtt/min 时,曲线拟合的拟合优度 0.98,拟合标准差 0.10。

表 2 不同溶媒滴系数比较的统计结果(P 值)

溶媒	NS	GS-NS	5% GS	10% GS
NS	—	0.000	1.000	1.000
GS-NS	—	—	0.000	0.000
5% GS	—	—	—	0.170
10% GS	—	—	—	—

表 3 不同溶媒输液速度 0~120 gtt/min 的滴系数及影响率

溶媒	滴系数(gtt/mL)	滴速对滴系数的影响率(%)
NS	17.77~22.04	-11.15~10.20
GS-NS	17.54~21.76	-12.30~8.80
5% GS	17.81~22.06	-10.95~10.30
10% GS	17.89~22.56	-10.55~12.80

2.4 滴速-滴系数对应关系对静脉输液速度计算准确度的影响 不同溶媒输液速度在 0~120 gtt/min 时,其实际测量的最大滴系数和最小滴系数及以滴系数 20 gtt/mL 为基准的不同溶媒滴速对滴系数的影响率[影响率=(实测滴系数-基准滴系数 20)/20×100%],见表 3。结果显示,4 种溶媒的滴速对滴系数的平均影响率为-11.36%~10.51%。也就是说,随着滴速的变化,滴系数的变化常常超过±10%,因此,按照输液器包装所标示的“1 mL=(20±1)gtt”(即滴系数波动幅度±5%)计算输液速度是不准确的。

3 讨论

输液速度管理是输液过程全程管理的重要环节,采取有效的静脉输液管理,不仅直接关系到医疗护理效果和药物不良反应的预防,而且可以有效避免医疗护理纠纷的发生^[3]。有学者采用自制查对表法调整输液速度,并与输液泵调速法和常规公式计算法比较控制输液速度所耗时间,结果显示,自制查对表法耗时 2.90 s、输液泵调速法耗时 42.76 s、常规公式计算法耗时 26.59 s^[4-5]。有研究以输液滴数指引表、固定常数等方法计算静脉输液滴速^[6-7]。无论滴速查对方

法,还是固定常数法、常规公式计算法,在查询滴速方面可能速度更快,但临床操作时,往往需要计算若干次滴速,才能比较精确地调整到某一滴速。因此,实际操作过程中,精确调速通常需要 30 s 以上,影响工作效率。本研究采用的静脉输液监控器(型号 X203)通过红外光测定输液器滴壶内的液滴滴落速度,能够实现滴速(gtt/min)的实时计算、实时显示,有利于测试过程中保持稳定的滴速,而且可以显示累积输液滴数,为本研究精确计算滴速和滴数提供了良好基础。刘红等^[8]研究提出“滴速越快,滴系数越小”的变化规律,但文中并未对滴速-滴系数关系进行深入探讨。滴系数计算结果与本研究略有差异,这可能与输液器规格、温度等测试条件不同有关。本研究运用先进的滴速测试设备,对滴速-滴系数关系进入深入研究,结果显示,环境温度不变的情况下,滴速对滴系数有显著影响,滴速越快,滴系数越小;不同溶媒的滴系数随着滴速变化的关系有统计学差异,但趋势类似,即低速输液(0~20 gtt/min)时,滴速-滴系数关系呈现曲线关系;中高速输液(21~120 gtt/min)时,滴速-滴系数关系呈现直线关系。并给出溶媒生理盐水的分段拟合函数公式,为临床输液速度的精确计算提供了依据。

《护理学基础》^[9]提供的输液滴速的计算方法是,输液滴速(gtt/min)=液体总量(mL)×滴系数(15或20 gtt/mL)/输液时间(min)。通常成人输液器包装的标称滴系数为(20±1)gtt/mL。然而,临床经验显示,根据既定的换算关系进行计算,通常会产生较大的误差^[10-11]。根据本研究结果,利用输液器包装的标称滴系数计算输液速度会导致 10%左右的计算误差,特别对于心脑血管疾病患者,需要极慢滴速(5~10 gtt/min)时,更应注意,低速输液状况下,滴速-滴系数

呈现曲线快速跌落关系。

因此,笔者建议,当医疗机构启用新型号输液器时,应对不同溶媒、不同滴速下的滴速-滴系数关系进行测算,然后换算为滴速-输液速度关系[输液速度(mL/min)=滴速(gtt/min)/滴系数(gtt/mL)],并制作该型号输液器的滴速-输液速度关系查询表,当临床上对药物低速要求严格时,方便护理人员准确计算该药物的输液速度。

参考文献:

- [1] 万诗燕,王传英,朱琴梓,等.我国静脉输液滴速的研究现状与展望[J].护理学报,2011,18(2):15-17.
- [2] 李兴华.密度计量[M].北京:中国计量出版社,2002:89-90.
- [3] 王月娟,丁春芬,潘玲.PDCA循环理论在静脉输液管理中的应用[J].当代护士,2010(10):200-201.
- [4] 景颖颖,曹清,唐丽春.输液滴速查对表在慢性心力衰竭患者中的应用[J].上海护理,2014,14(4):24-26.
- [5] 曹清,金科,方莉娜,等.输液滴速与时间查对卡的制作与应用[J].护理学杂志,2010,25(6):79.
- [6] 毛惠娜,杨青.输液滴数指引表的制作与应用[J].护理学杂志,2007,22(8):76.
- [7] 张宏菊.设固定常数计算静脉输液滴速的简便方法[J].中华现代护理杂志,2008,14(27):2928.
- [8] 刘红,周蓉,秦祖梅.简明输液滴速计算法[J].中国实用护理杂志,2006,22(31):53-54.
- [9] 李小寒,尚少梅.基础护理学[M].北京:人民卫生出版社,2017:416.
- [10] 梁远娣,张晓霞,赵引棉,等.静脉输液溶液毫升数与滴数换算关系再探[J].护理学杂志,2004,19(3):46-47.
- [11] 苏树娟,钟力平,周峥.输液毫升与滴数换算关系的再探讨[J].护理学杂志,2007,22(7):52-53.

(本文编辑 钱媛)

(上接第 46 页)

参考文献:

- [1] 金文胜,潘长玉.国际糖尿病联盟关于代谢综合征定义的全球共识[J].中华内分泌代谢杂志,2005,21(4):412-413.
- [2] Bayturan O, Tuzcu E M, Lavoie A, et al. The metabolic syndrome, its component risk factors, and progression of coronary atherosclerosis[J]. Arch Intern Med, 2010, 170(5):478-484.
- [3] Tchernof A, Després J P. Pathophysiology of human visceral obesity: an update[J]. Physiol Rev, 2013, 93(1): 359-404.
- [4] 陈小玲,杨贤海.紧肤摩罐法联合辨证施食治疗腹型肥胖效果观察[J].护理学杂志,2010,25(21):46-47.
- [5] 梁翠梅,胡慧,李媛媛.通调带脉针刺治疗腹型肥胖疗效观察[J].针刺研究,2012,37(6):493-496.
- [6] 梁翠梅,胡慧,王朝歆,等.针刺治疗腹型肥胖随机对照临床试验[J].针刺研究,2016,41(2):159-162,174.
- [7] the International Diabetes Federation. The IDF consensus

worldwide definition of the metabolic syndrome[S/OL]. (2005-04-20) [2018-01-10]. <https://www.idf.org/our-activities/advocacy-awareness/resources-and-tools/60: idfconsensus-worldwide-definitionof-the-metabolic-syn-drome.html>.

- [8] 中国营养学会.中国居民膳食指南[M].拉萨:西藏人民出版社,2013:1-10.
- [9] 蓝丹纯,许能贵,孙健,等.电针结合理线治疗腹型肥胖的随机对照研究[J].广州中医药大学学报,2016,33(2): 189-193.
- [10] 梁翠梅,胡慧,李媛媛.带脉论治代谢综合征腹型肥胖思路分析[J].中医药学报,2013,41(2):3-5.
- [11] 梁翠梅,孙颂歌,胡慧.不同疗程针刺治疗腹型肥胖疗效初探[J].辽宁中医药大学学报,2018,20(8):169-172.
- [12] 中国超重/肥胖医学营养治疗专家共识编写委员会.中国超重/肥胖医学营养治疗专家共识(2016年版)[J].中华糖尿病杂志,2016,8(9):525-540.

(本文编辑 李春华)