

肠外营养医嘱开具小助手的设计及临床应用

杨雄堡、李召红、彭飞、赵霞、姜明仲

(重庆市忠县人民医院静脉用药调配中心 404300)

摘要目的: 提高药师审方前肠外营养医嘱的合理率, 保障肠外营养治疗的有效性和安全性。**方法:** 根据肠外营养相关指南和文献, 确定肠外营养医嘱开具小助手中的辅助计算项目及标准, 并使用 Excel 的简易计算和 If 函数设计 PN 医嘱开具小助手, 并将其用于辅助临床医生开具 PN 医嘱, 并对其使用前后药师审方前医嘱的合理率进行统计分析。**结果:** 确定基本数据项目 4 项: 总能量、液体量、糖脂比和热氮比; 警示项目 4 项: 渗透压摩尔浓度、建议胰岛素量、最低输注时长和院感要求; 稳定性项目 3 项: 电解质浓度、氨基酸浓度和葡萄糖终浓度。并制定了各项标准范围。根据 Excel 简易计算和 If 函数设计完成了医嘱开具小助手, 并用于我院临床医生辅助开具 PN 医嘱。未使用该小助手前(2020 年 6-8 月)的 PN 医嘱合理率为 69.23%, 使用后(2021 年 1-2 月)的医嘱合理率为 96.08%。**结论:** 使用 Excel 的简易计算和 If 函数设计的 PN 医嘱小助手, 能有效提高肠外营养医嘱的合理率, 减少临床医生和 PIVAS 药师因不合理医嘱而相互沟通的时间, 在提高工作效率的同时, 保障了 PN 治疗的有效性和安全性。**关键词** Excel, 肠外营养, 小助手, 医嘱合理率

Design and clinical application of a small assistant for prescribing parenteral nutrition

Xiongbao Yang, Zhaohong Li, Fei Peng, Xia Zhao, Mingzhong Jiang

(Intravenous Drug Dispensing Centre, Chongqing Zhongxian People's Hospital 404300)

Abstract Objective: To improve the rational rate of parenteral nutrition medical prescriptions before pharmacist's prescription review, and to guarantee the effectiveness and safety of parenteral nutrition therapy. **Methods:** According to the relevant guidelines and literature on parenteral nutrition, we determined the items and criteria of the auxiliary calculation in the parenteral nutrition prescribing assistant, and designed the PN prescribing assistant using Excel's simple calculation and If function, and used it to assist clinicians in prescribing PN prescriptions, and conducted

statistical analysis on the reasonable rate of pre-prescription pharmacist orders before and after its use. **Results:** Four basic data items were identified: total energy, fluid volume, glycolipid ratio and thermo-nitrogen ratio; four warning items: osmolality molar concentration, recommended insulin volume, minimum infusion length and nosocomial requirements; and three stability items: electrolyte concentration, amino acid concentration and glucose final concentration. The standard ranges for each item were also developed. The medical prescribing team hand was designed and completed based on Excel simple calculations and If functions and used to assist clinicians in our hospital in prescribing PN orders. The rationalization rate of PN medical orders before the use of this small assistant (Jun 2020-Aug 2020) was 69.23% and after the use (Jan 2021-Feb2021) was 96.08%. **Conclusion:** The PN medical advice mini-helper designed with the easy calculation of Excel and If function can effectively improve the rational rate of parenteral nutrition medical advice, reduce the time for clinicians and PIVAS pharmacists to communicate with each other for unreasonable medical advice, and guarantee the effectiveness and safety of PN treatment while improving work efficiency.

Key Words:Excel, Parenteral Nutrition, Little Helper, Medical Reasonable Rate

肠外营养 (parenteral nutrition, PN), 具有组方复杂、稳定性差和易发生不良反应等特点, 被美国用药安全研究所列为高警示药物, 使用不当会对患者造成严重伤害或死亡^[1-2]。为了提高 PN 医嘱的合理性, 国内很多医院聘请了专业软件公司编写审方软件, 但其研发和维护费用极为昂贵, 为了节约成本, 国内某些医院的静脉用药调配中心 (PIVAS) 使用了 Excel 技术设计简易的审方软件^[3-4], 我院 PIVAS 也于 2020 年初采用 Excel 简易算法构建了 PN 安全使用系统的药师端, 用于审核 PN 医嘱, 其能有效快速的发现不合理医嘱。但是, 我们发现在药师审方前的不合理 PN 医嘱仍然较多, 稍有不慎, 不合理医嘱就会通过药师审核环节, 如使用到患者, 会发生不必要的不良事件。所以, 我们在不合理 PN 医嘱的源头处 (临床医生开具医嘱环节), 增加设计了肠外营养医嘱开具小助手 (以下简称小助手), 辅助临床医生开具 PN 医嘱, 从而提高药师审方前 PN 医嘱合理率 (注: 本文中医嘱合理率均指药师审方前医嘱合理率)。本小助手

的设计和临床应用如下：

1. 资料与方法

1.1 小助手的构建

我院 PIVAS 与临床科室协定了用于 PN 的常规药品，包含：葡萄糖：50% 葡萄糖注射液 (20ml、250ml)、5% 葡萄糖注射液 (500ml)、10% 葡萄糖注射液 (500ml)、葡萄糖氯化钠注射液 (500ml)；氨基酸：复方氨基酸注射液 (3AA、9AA、15AA、18AA)、注射用丙氨酰胺谷酰胺 (10g)；脂肪乳：脂肪乳注射液 (100ml、250ml)、中/长链脂肪乳注射液 (250ml)；电解质：10% 氯化钾注射液 (10ml)、浓氯化钠注射液、0.9% 氯化钠注射液、硫酸镁注射液、复合磷酸氢钾注射液、葡萄糖酸钙注射液等；共 19 个品规。多种微量元素和维生素类药物未纳入。将这些药品的规格、单位体积、单位含量等基本信息列入 Excel 表中。确定基本数据项目 4 项：总能量、液体量、糖脂比和热氮比；警示项目 4 项：渗透压摩尔浓度、建议胰岛素量、最低输注时长和院感要求；稳定性项目 3 项：电解质浓度、氨基酸浓度和葡萄糖终浓度。并制定各项目的标准范围。患者的体重可供填写，疾病类别可供下拉选择，疾病类别主要有肝功能不全、肾功能不全、应急状态和正常成人患者。如图 1。

图 1：肠外营养医嘱开具小助手

名称	规格	请手工输入数量	单位体积 (ml)	体积总量 (ml)	每支含量	单位	系数	渗透压 (mOsm)	
糖	糖 (50%)	20ml	5	20	100	10	g	5	250.00
		250ml	3	250	750	125	g	5	1875.00
	葡萄糖 (5%)	500ml	0	500	0	25	g	5	0.00
	葡萄糖 (10%)	500ml	0	500	0	50	g	5	0.00
糖盐	500ml	1	500	500	25	g	5	125.00	
氨基酸	氨基酸 (18AA)	250ml	0	250	0	12.5	g	10	0.00
	氨基酸 (15AA)	250ml	1	250	250	20	g	10	200.00
	氨基酸 (9AA)	250ml	0	250	0	13.98	g	10	0.00
	氨基酸 (3AA)	250ml	0	250	0	10.65	g	10	0.00
丙氨酰胺谷酰胺	10g	0	0	0	10	g	5	0.00	
脂肪乳	脂肪乳	100ml	0	100	0	30	g	1.4	0.00
		250ml	1	250	250	50	g	1.4	70.00
电解质	10% 氯化钾注射液	10ml/支	2	10	20	13.42	mmol	1	26.84
	浓氯化钠注射液	10ml/支	2	10	20	17.09	mmol	1	34.18
	0.9% 氯化钠注射液	500ml	0	500	0	76.9	mmol	1	0.00
	硫酸镁注射液	10ml: 2.5g	1	10	10	10.14	mmol	1	10.14
	复合磷酸氢钾注射液	2ml	1	2	2	6	mmol	1	6.00
葡萄糖酸钙注射液	10ml: 1g	1	10	10	2.23	mmol	1	2.23	
其他									0.00
合计:									2599.39 mOsm

注：0.9% 氯化钠注射液和糖盐 500ml 中均含有 4.5g NaCl (76.9mmol)

患者体重:	60	Kg
疾病种类:	肝功能不全	注: 请选择氨基酸 (9AA) 和中/长链脂肪乳

项目	数据	单位	标准	备注
总能量	2250	kCal	1500 - 1800	偏高!
液体量	1912	ml	> 2250	偏低!
糖脂比	3.29		1.5 - 2	偏高!
热氮比	703.13	kCal/g	100 - 200	偏高!

项目	数据	单位	标准	备注
渗透压摩尔浓度	1359.51	mOsm/L		不建议外用输注!
建议胰岛素量	23.50	IU		
建议最低输注时长	13.06	h		
院感要求				20ml 高糖超量!

项目	数据	单位	标准	备注	
电解质浓度	一价阳离子	76.74	mmol/L	<150	
	二价阳离子	6.47	mmol/L	<10	
	氯化钾	1.39	%	<3.4	
氨基酸浓度	1.05	%	1.94 - 8.5	浓度偏低!	
葡萄糖终浓度	12.29	%	3.3 - 23		

基本数据项目的计算^[5]：1. 糖脂比=[葡萄糖质量*3.4kcal/g]/[脂肪乳质量*9.3 kcal/g]；2. 热氮比(kcal/g)=非蛋白热量(kcal)/氮质量(g)，其中氮质量(g)=氮(氨基酸)+氮(丙氨酰胺谷酰胺)=氨基酸质量/6.25+丙氨酰胺谷酰胺质量

*14*3/217.22;

警示项目的计算^[5]: 1. 渗透压(mOsm/L) \approx [葡萄糖(g)*5+氨基酸(g)*10+脂肪乳(g)*1.4+电解质(mmol)]/总体积(L); 2. 最低输注时长(h) \approx 葡萄糖总量(g)*1000/体重(kg)/5(mg/kg/min)/60;

稳定性项目的计算^[5]: 1. 一价阳离子浓度(mmol/L)=K⁺浓度+Na⁺浓度; 2. 二价阳离子浓度(mmol/L)=Mg²⁺浓度+Ca²⁺浓度; 3. KCl 浓度(g/L)=KCl 质量/总体积; 4. 氨基酸浓度(%)=氨基酸质量/总体积*100。

1.2 基本数据项目和标准

1.2.1 总能量

为避免患者摄入过度或不足的能量, 我们根据成人每日热量目标^[5]: 25-30 kcal/kg 制定患者所需能量的标准范围。当手工填入患者体重时, Excel 自动计算出标准范围结果。当医生输入药品数量后, Excel 根据设置公式自动计算出该 PN 中的总能量。最后使用 Excel 的 If 函数将总能量与标准范围相比较, 如总能量大于标准范围, 则备注栏中显示红色加粗文字“偏高!”, 如总能量小于标准范围, 备注栏中则显示红色加粗文字“偏低!”, 如在标准范围内, 则无显示, 如图 2。但肥胖患者需填入校正体重, 透析患者需填入干体重。

1.2.2 液体量

正常情况下人体水的需要量有很多种方法计算, 我们选取了“按摄入热量计算”的方法, 即 1ml/kcal。当医生输液药品数量后, Excel 会计算出 PN 的总能量, 根据该总能量估算出水需要量的标准。同理, 使用 Excel 的 If 函数将 PN 医嘱中的液体量与标准值做比较, 备注栏中则显示红色加粗文字“偏高!”或“偏低!”。医生再根据患者实际情况选择高于或者低于标准值, 如患者心、肾功能不全时, 需减少液体输入; 发热、腹泻、烧伤等情况下, 需加大水的需要量。

1.2.3 糖脂比和热氮比

一般情况下, 脂肪供能应占非蛋白热量的 30%-50% (即 1-2:1), 而从代谢的角度看, 提高脂肪在肿瘤患者尤其是有明确胰岛素抵抗的患者能量底物中的比例是有益的, 因此将糖脂比的范围设定在 1.5-2:1^[4]。氨基酸作为蛋白质合成的基础物质, 也是活性信号分子, 氨基酸可直接刺激下丘脑, 导致饱腹感或

对摄食行为进行调节^[6]。同时其在维持机体负氮平衡、保证重要脏器的功能方面，也发挥重要的作用^[7]。PN 中应提供充足的非蛋白热量，来保证氨基酸的有效利用。所以将热氮比的范围设定为 100-200^[4]。同理，将自动计算生成的糖脂比和热氮比与标准范围相比较，如超过或低于标准范围，则备注栏中显示红色加粗文字“偏高!”或“偏低!”,处于标准范围时，备注栏中无显示。

图 2：基本数据项目结果

项目	数据	单位	标准	备注
总能量	均: 2250	kCal	1500 - 1800	偏高!
液体量	均: 1912	ml	> 2250	偏低!
糖脂比	均: 3.29		1.5 - 2	偏高!
热氮比	均: 703.13	kCal/g	100 - 200	偏高!

1.3 警示项目和标准

1.3.1 渗透压摩尔浓度

人体血浆渗透压摩尔浓度为 285-310mOsm/kg，当输液的渗透压摩尔浓度偏低时，水分子进入红细胞内，严重时导致细胞膜破裂发生溶血，造成肾功能损伤；若输液的渗透压摩尔浓度偏高，细胞内失去水分子发生细胞皱缩，外周输注时最常见的并发症为血栓性静脉炎。国内专家共识^[8]推荐渗透压摩尔浓度 ≤900 mOsm/kg 的 PN 可通过外周静脉输注，而 >900 mOsm/kg 则应通过中心静脉输注。所以当医生输入药品数量后，Excel 自动计算出的渗透压摩尔浓度 > 900 mOsm/kg 时，备注栏中自动显示红色加粗文字“不建议外周输注!”，如图 3。

1.3.2 建议胰岛素量

如 PN 中需要加入胰岛素，则按照 1g 葡萄糖加入 0.1U 胰岛素的起始比例加入并混合均匀^[8]。当医生输入药品数量后，Excel 根据计算公式提供建议加入的起始胰岛素量，供医生参考。

1.3.3 建议最低输注时长

葡萄糖在人体内的氧化作用是有限的，住院的成年患者葡萄糖的最大氧化速度为 4-5mg/kg/min，长时间输注肠外营养时，输注速度不应超过葡萄糖的最大氧化速度。大量输注葡萄糖会增加患者的呼吸商，加重呼吸机负担^[5]。我们在设置计算公式时取最大的成人患者最大氧化速度值 5mg/kg/min，临床科室可

根据 PN 的建议最低输注时长来制定患者每日的输液计划。

1.3.4 院感要求

主要指对肠外营养袋加药口的多次穿刺，多次穿刺不仅增加了 PN 污染几率，也易引起加药口渗漏。同时多次穿刺也会引起 PN 中的不溶性微粒大幅增加，输液中的不溶性微粒进入人体后，可引起静脉炎、肉芽肿、血管栓塞和热源反应等^[9]，严重影响患者健康。故我院规定如 20ml 的高糖数量 ≥ 3 支时，则不符合院感规定，在备注栏中自动显示红色加粗文字“20ml 高糖超量！”。

图 3：警示项目结果

渗透压摩尔浓度	均:	1359.51	mOsm/L		不建议外用输注!
建议胰岛素量	均:	23.50	IU		
建议最低输注时长	均:	13.06	h		
院感要求					20ml 高糖超量!

1.4 稳定性项目和标准

1.4.1 电解质浓度

影响 PN 中脂肪乳稳定性的主要因素是阳离子浓度，有关阳离子浓度的研究受厂家不同、检测方法不同的限制，长久以来没有统一的结论。通常认为：一价阳离子应 $< 150\text{mmol/L}$ ，二价阳离子应 $< 10\text{mmol/L}$ ^[8]。氯化钾注射液（湖北天圣药业有限公司，批准文号 H42020421，规格 10ml：1g）说明书中标示：“钾浓度不超过 3.4g/L（45mmol/L）”。故我院 PIVAS 将氯化钾规定浓度在 $\leq 3.4\text{g/L}$ 范围内。使用 Excel 的 If 函数将自动计算生成的各电解质浓度与标准范围相比较，如超过标准范围，则备注栏中显示红色加粗文字“偏高!”，处于标准范围时，备注栏中则无显示，如图 4。

1.4.2 氨基酸浓度

氨基酸注射液可缓冲 PN 的 pH，是不可缺少的部分，有研究表明氨基酸浓度为 2.5%–8.5%、1.94%–4.1% 时可维持 PN 中脂肪乳的稳定^[8]。故我院 PIVAS 将其规定浓度在 1.94%–8.5% 范围内。同理，将计算的氨基酸度与标准范围相比较，如超过或低于标准范围，则备注栏中显示红色加粗文字“浓度偏高!”或“浓度偏低!”，处于标准范围时，备注栏中则无显示。

1.4.3 葡萄糖终浓度

葡萄糖溶液的 pH 值在 3.2–5.5 之间，同时 50%葡萄糖为高渗液，可使脂肪

颗粒间空隙消失，产生凝聚，为了增加脂肪乳的稳定性，PN 中葡萄糖的终浓度在 3.3%–23%为宜^[5]。同理，将计算的葡萄糖终浓度与标准范围相比较，如超过或低于标准范围，则备注栏中显示红色加粗文字“偏高!”或“偏低! ”，处于标准范围时，备注栏中则无显示。

图 4：稳定性项目结果

项目	数据	单位	标准	备注	
电解质浓度	一价阳离子	均: 156.79	mmol/L	<150	超量!
	二价阳离子	均: 17.42	mmol/L	<10	超量!
	氯化钾	均: 5.32	%	<3.4	超量!
氨基酸浓度	均: 1.00	%	1.94 – 8.5	浓度偏低!	
葡萄糖终浓度	均: 11.74	%	3.3 – 23		

2. 结果

手工输入患者体重和疾病类别后，Excel 自动生成该患者所需总能量的标准范围，以及在备注栏中提醒医生选择正确的氨基酸和脂肪乳的种类。将 PN 医嘱中葡萄糖、氨基酸、脂肪乳和电解质类药品的数量手工输入 Excel 表中，立即显示 4 个基本数据项目、4 个警示项目和 3 个稳定性项目的结果，后 Excel 的 If 函数将自动计算的值与标准范围做比较，如在标准范围外，在各项目的备注栏中有醒目的文字自动显示提醒内容。如图 1 所示。

从 2021 年 1 月 1 日起，我院临床医生使用该小助手辅助开具 PN 医嘱后，2021 年 1–2 月，PIAVS 只发现 2 例药师审方前不合理医嘱，1 例为氯化钾含量超标，另外 1 例为氨基酸浓度偏低。审方前医嘱合理率为 96.08%，使用该小助手后，药师审方前 PN 医嘱合理率较去年 6–8 月 (69.23%) 大幅提高，减少了临床医生和 PIVAS 药师相互沟通修改医嘱的时间，减轻了药师的审方压力。同时在源头上大幅减少了不合理医嘱的产生，根除安全隐患，更好的保障 PN 治疗的有效性和安全性。

3. 讨论

3.1 小助手的优点

3.1.1 简单便捷、节约成本：借助 Excel 简易算法自主设计的小助手，可及时维护，节约成本。该小助手仅涉及 Excel 的简易计算和 If 函数，非计算机专业人士均可编辑制作，可重复性强。

3.1.2 体现个体化：该小助手根据不同患者的体重，制定所需总能量的标准范

围。根据患者的疾病类别，建议选择不同的氨基酸和脂肪乳品种。每个 PN 医嘱均可以根据患者的实际情况进行灵活设计，充分满足了患者的个体化需求。

3.1.3 提高开具 PN 医嘱的合理性：医生自行设计 PN 医嘱，有时只是满足了患者的能量需求，但是 PN 的稳定性往往被忽视，使用该小助手能很好避免这种情况，保证开具 PN 医嘱的合理性。

3.1.4 提高病区使用 PN 的安全性：该小助手能警示临床医生根据患者疾病类别选择合适的氨基酸和脂肪乳，根据 PN 的渗透压摩尔浓度选择合适的给药途径，根据成年患者葡萄糖的最大氧化速度制定最低输注时长，根据葡萄糖与胰岛素的比例建议初始加入胰岛素量。多环节的警示，可降低患者外周血栓性静脉炎、血糖紊乱等不良事件的发生率，提高 PN 使用的安全性。

3.2 小助手的不足

3.2.1 该小助手的智能化程度不够高，在开具 PN 医嘱时需手工输入患者体重、疾病类别和药品数量，如能将该小助手嵌入 His 系统，自动提取所需数据，将会明显增加效率和便捷性。

3.2.2 因该小助手使用 Excel 制作，易于修改，为了保证其运行的准确性，需要定期专人到各临床科室进行校准和质量控制。

综上所述，基于 Excel 的简易计算和 If 函数构建的肠外营养医嘱开具小助手能辅助医生准确快速的开具 PN 医嘱，且成本低廉、简单便捷。手工输入患者体重和疾病种类后，Excel 自动生成患者所需总能量和液体量的标准范围，以及在备注栏中提醒医生选择正确的氨基酸和脂肪乳的种类。手工输入部分药品数量后，可自动生成基本数据项目、警示项目和稳定性项目的结果，并用醒目的文字进行标注。提高临床医生和 PIVAS 药师工作效率的同时，保障了 PN 治疗的有效性和安全性。

参考文献：

[1]Insititute for Safe Medication Practices. ISMP List of High-Alert Medications in Long-Term Care(LTC) Settings [EB/OL].2017-05-21.<http://www.ismp.org>.

[2]Insititute for Safe Medication Practices. ISMP List of High-Alert

Medications in Acute Care Settings [EB/OL]. 2017-05-

21. <http://www.ismp.org/Tools/institutionalhighAlert.asp>.

[3] 欧阳种毅, 唐宁轩, 黄爱芬等. 全胃肠外营养液审方 Excel 模板设计与应用[J]. 现代医院, 2014, 9(14):77-81.

[4] 王亚奇, 庞成深, 马妮等. 基于 Excel vba 技术构建审核全肠外营养液医嘱的算法[J]. 中国药房, 2019, 30(1):130-135.

[5] 广东省药学会. 肠外营养临床药学共识(第二版)[J]. 今日药学, 2017, 27(5):289-303.

[6] MORRISON CD, LAEGER T. Protein-dependent regulation of feeding and metabolism[J]. Trends Endocrinol Metab, 2015, 26(5):256-262.

[7] 刘高辉, 龙建军, 冯乃伟. 复方氨基酸注射液的合理使用[J]. 临床合理用药杂志, 2014, 7(11):58-59.

[8] 中华医学会肠外肠内营养学分会药学协作组. 规范肠外营养液配制[J]. 协和医学杂志, 2018, 9(4):320-331.

[9] 彭姝, 张军, 李慧芬等. 输液中不溶性微粒的危害综述[J]. 中国药事, 2018, 32(8):1058-1063.